نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۴، ص. ۳۰-۱۵

Water Management in Agriculture
Vol. 12, No. 2, Autumn and Winter 2026, 15-30

مقاله علمی -پژوهشی

بررسی تأثیر روش آبیاری بر برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در لایه‌های خاک (مطالعه موردی: مزرعه زیتون مرکز تحقیقات سمنان)

سارا سینا[۱]، محمدعلی غلامی سفیدکوهی*[۲] و سعید شیوخی [۳]

چکیده

در سال‌های اخیر، برخی بر این باورند که روش‌های نوین آبیاری هرچند در مدیریت بهینه آب مؤثر هستند؛ ولی اثر نامطلوبی بر کیفیت خاک دارند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر روش آبیاری (قطره‌ای و سطحی) بر برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی لایه‌های مختلف خاک مزرعه زیتون در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان است. بدین منظور دو قطعه زمین با مساحت هرکدام ۲/۵ هکتار در مجاورت یکدیگر که تا سال ۱۳۹۳ به روش سطحی (F93) آبیاری می‌شدند، انتخاب شد. روش آبیاری در یکی از قطعات از سال ۱۳۹۳ به روش آبیاری قطره‌ای تغییر یافت. با توجه به هدف تحقیق، نمونه‌های خاک سال‌های قبل F93 با نمونه خاک روش آبیاری قطره‌ای (D98) و آبیاری سطحی (F98) در سال ۱۳۹۸ مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که روش آبیاری بر هدایت الکتریکی (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، میزان کربن آلی خاک (OC) و درصد مواد خنثی‌شده (TNV) لایه‌های مختلف خاک اثر بسیار معنی‌دار دارد ولی بر مقدار اسیدیته خاک (pH) بدون اثر می‌باشد. تیمار D98 باعث افزایش شوری خاک لایه سطحی در مقایسه با تیمارهای F98 و F93 شد. دلیل این مهم را می‌توان ناشی از ناکافی بودن میزان آب آبشویی، بالا بودن تبخیر و در نتیجه انباشت نمک و املاح دانست. مقدار CEC لایه میانی تیمار D98 بیشتر از لایه سطحی و زیرین بود ولی در تیمار F98 به‌واسطه عمق زیاد آب در هر آبیاری، کاتیون‌ها به لایه‌های پایین منتقل شد. مقدار TNV در لایه‌های خاک در تیمار D98 بیشتر از تیمار F98 بود. با افزایش عمق خاک در تیمار D98، مقدار OC کاهش یافت. روش آبیاری بر مقدار رطوبت جرمی (Θm) و جرم مخصوص ظاهری (ρb) اثر بسیار معنی‌دار و بر مقدار رطوبت حجمی (Θv) اثر معنی‌دار دارد. تیمار D98 به‌دلیل دور آبیاری کم باعث افزایش Θm و Θv و کاهش ρb لایه‌های خاک شد. مطالعات پیشین استفاده از روش آبیاری قطره‌ای راهکار مناسب‌تری نسبت به آبیاری سطحی معرفی می‌کند؛ بنابراین حفظ کیفیت خاک منطقه، اصلاح خاک و کاربرد کودهای آلی و اعمال سهم آبشویی در آبیاری قطره‌ای ضروری به نظر می‌رسد، در غیر این صورت کشاورزی تنها باعث هدر رفت منابع آب‌وخاک و اثرات نامطلوبی بر خصوصیات خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای، اسیدیته خاک، مدیریت بهینه آب

مقدمه

با افزایش رشد جمعیت انتظار می‌رود تقاضای جهانی برای غذا و محصولات کشاورزی افزایش یابد (Chiurugwi et al., 2019).

در سال‌های اخیر، منابع آب‌وخاک باهدف امنیت غذایی، تحت‌فشار فزاینده‌ای قرار گرفت و بر این اساس حفاظت از کیفیت خاک از عوامل کلیدی و مؤثر برای مدیریت پایدار اراضی کشاورزی است (قانعی مطلق و همکاران، ۱۳۸۹؛ Johenson and Martinez, 2022). آبیاری یکی از عواملی است که به طور قابل‌توجهی بر کیفیت خاک تأثیر می‌گذارد (Fleifle et al., 2012). ازاین‌رو، اگر قرار باشد اثرات منفی بر خاک و آب بررسی شود، ضروری است تا اثرات زیست‌محیطی بلندمدت آبیاری نیز درک شود؛ زیرا آبیاری باوجود افزایش تولید، تنوع و منفعت اقتصادی مرتبط با آن‌ها تا حد زیادی منجر به ایجاد اثرات مخرب بر محیط‌زیست مانند زه‌دار شدن اراضی، شوری خاک و آلودگی

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۲] استاد گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران (* نویسنده مسئول: Email:ma.gholami@sanru.ac.ir)
[۳] استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

آب‌های زیرزمینی خواهد شد (AL-Jaboobi et al., 2014)؛ بنابراین آبیاری می‌تواند ویژگی‌های خاک را تغییر دهد و نقش مهمی در تبدیل، حفظ و حرکت مواد مغذی موجود در آب مصرفی ایفا کند و باعث تغییر زیستی، شیمیایی و میکروبی خاک گردد (Magesan, 2001; Garcia and Wang, 2023). در واقع پس از خشکسالی، شوری و سدیمی بودن دو نگرانی اصلی کیفیت آب آبیاری و از دلایل تخریب خاک کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در جهان و ایران است که رشد گیاه را با مشکل مواجه می‌کند (Akhani and Ghorbanli, 1993). ازآنجایی‌که آب آبیاری برای کشاورزی محدود است و آب‌های زیرزمینی منبع اصلی آبیاری هستند، به دلیل استفاده بی‌رویه و عدم مدیریت، منابع موجود در معرض تمام‌شدن قرار دارند. نوع و مقدار ناخالصی‌های موجود در آب عمدتاً تحت تأثیر تعامل بین آب و سازند زمین‌شناسی منشأ آن، نفوذ فاضلاب، فرایند تبخیر یا خشکسالی، استفاده بی‌رویه از منابع آب و تداخل آب‌های باکیفیت متفاوت است.

در سال‌های اخیر ارزیابی پارامترهای تأثیرگذار در کاهش کیفیت خاک از جمله روش آبیاری، رطوبت، شوری خاک، مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها، جرم مخصوص ظاهری، بافت خاک و غیره موردتوجه پژوهشگران است. در ایران ۴/۱ میلیون هکتار از اراضی تحت تأثیر شوری وسدیمی ناشی از آبیاری قرار دارد و زیان سالانه آن احتمالاً بیش از یک میلیارد دلار در سال است و با گذر زمان این میزان از تخریب و هزینه رو به افزایش خواهد بود (Qadir et al., 2008). بی‌تردید کاهش شوری و سدیمی شدن برای حفاظت از خاک و حفاظت از اکوسیستم‌های کشاورزی و کیفیت آب‌های زیرزمینی بسیار مهم است (Abrol et al., 1998; Smith and Johnson, 2020). به دلیل تنوع جغرافیایی، کمی‌کردن دقیق و شناسایی نقاط حساس به شوری و سدیمی ناشی از آبیاری بسیار چالش برانگیز است. با این وجود، مناطق خاص، عمدتاً در بخش‌های خشک و نیمه‌خشک، به‌دلیل ماهیت نمکی و سدیمی ذاتی خاک در معرض خطر بیشتری هستند. شوری خاک باعث ایجاد عدم تعادل در مقادیر مواد مغذی و همچنین کاهش فعالیت بیولوژیکی و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی نامتعادل می‌شود (Warrence et al., 2002). همچنین منجر به کاهش پتانسیل اسمزی خاک، پتانسیل آب و کاهش شیب آن بین محلول خاک و داخل ریشه و در نتیجه جذب آب گیاه می‌شود که تأثیر به‌سزایی بر رشد رویشی و حتی مرگ گیاه می‌گذارد (Minhas et al., 2019). علاوه بر این، غلظت بالای برخی از یون‌ها، مانند سدیم، کلر یا بور، می‌تواند باعث سمیت و کاهش جذب مواد مغذی و همچنین منجر به ایجاد مشکلات دیگری مانند پراکندگی خاک رس، تجزیه سریع مواد آلی در خاک و تخریب ساختار خاک، پوسته شدن و محدود کردن نفوذ آب به خاک می‌گردد (Hailu and Mehari, 2021). شوری و سدیمی ناشی از آبیاری نیز به دلیل کاهش نفوذ ریشه در خاک، نیاز آبی گیاه را افزایش می‌دهد و باعث بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی در مناطقی می‌شود که منابع آب جایگزین دیگری برای آبیاری وجود ندارد، می شود که علاوه بر تأثیر بر بهره‌وری یا عملکرد زمین‌های آبی، پیامدهای گسترده‌ای بر رشد اقتصادی–اجتماعی و امنیت غذایی دارد و سود کمتر، فقر و مهاجرت کشاورزان به مناطق شهری در کشورهای در حال توسعه را فراهم می‌کند (Chen and Wang, 2021).

پرتانی و همکاران در پژوهشی به بررسی اثرات آبیاری با آب چاه و پساب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو عمق (۰–۳۰) و (۳۰–۶۰) در اتوبان باقری تهران در قالب طرح بلوک-های کاملا تصادفی بر روی گیاه خرزهره پرداختند. آن‌ها اذعان داشتند که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه شاهد و نمونه آبیاری شده با پساب غلظت عناصر خاک در حد مجاز بوده و عناصر موجود در پساب منجر به آلودگی خاک نشده بلکه میزان مواد مغذی خاک را بهبود داده است (Partani et al., 2018).

علیزادگان و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی دیگر در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، به بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک، تجمع فلزات سنگین، عملکرد ذرت و غلظت عناصر ریز پرداختند. نتایج مطالعات این پژوهشگران نشان داد که آبیاری با پساب تصفیه شده به علت سرشار بودن از عناصر غنی موجب بهبود حاصل‌خیزی خاک شد که شرایط مساعدی را برای رشد گیاه در اثر افزایش مواد آلی و معدنی ایجاد کرده است. همچنین میزان فلزات سنگین در

قسمت‌های مختلف گیاه در حد مجاز بوده و مشکلی برای مصرف-کنندگان ایجاد نکرده است. لی و همکاران پاسخ ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی به دوره احیا با استفاده از آبیاری قطره‌ای در خاک‌های شور ساحلی خلیج بوهای را بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند شور شدن خاک یک تهدید عمده تخریب خاک در سراسر جهان است. پوشش گیاهی کم و بیابان‌زایی خاک به دلیل محتوای زیاد نمک در خاک، ساختار نامناسب خاک و کمبود آب شیرین پدیده‌های گسترده‌ای در سرزمین‌های شور ساحلی است (Li et al., 2019).

یانگ و همکاران در مطالعه‌ای خواص فیزیکوشیمیایی خاک و عملکرد پنبه، تحت آبیاری قطره‌ای با آب لب‌شور در پنج سطح شوری (۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) گرم در لیتر را ارزیابی کردند. تجمع شوری و عملکرد پنبه تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای آبیاری آب لب‌شور نشان داد. هنگامی که شوری کم‌تر از ۶ گرم بر لیتر بود، نمک تجمع‌یافته در خاک تاثیر جدی بر جذب آب توسط پنبه نداشت و عملکرد پنبه بالاتر از زمانی بود که شوری بیش از ۶ گرم بر لیتر بود؛ بنابراین، کم‌تر از ۶ گرم در لیتر شوری مناسبی برای آبیاری پنبه با آب شور بود (Yang et al., 2020).

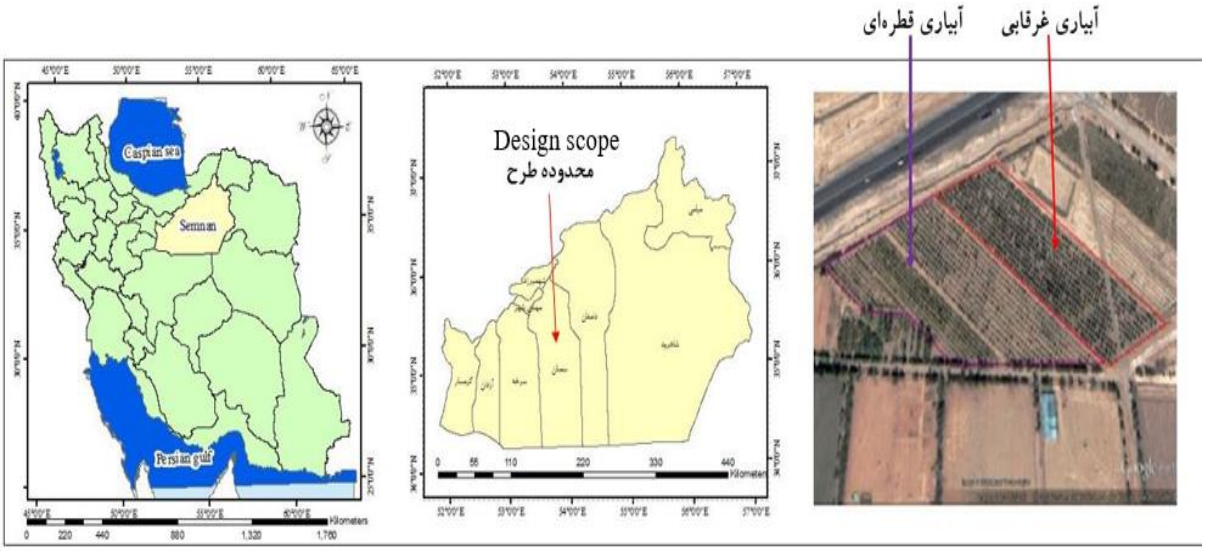
خلیک و همکاران به بررسی تأثیر ویژگی‌های آب آبیاری از منابع مختلف بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک پرداختند. این محققان دریافتند که تمام خاک‌هایی که با کانال بحر مویس یا زهکش بحرالبقر آبیاری شده‌اند، خاک‌های نرمال هستند و مقادیر ECe<4، pH < 8.5، ESP < 15 و SAR < 13 دارند. بر این اساس، محققان هر دو منبع آب را برای آبیاری پیشنهاد کردند (Khalik et al., 2021).

بررسی منابع نشان می‌دهد هرچند روش‌های نوین آبیاری باعث افزایش بهره‌وری آب (افزایش تولید و کاهش مصرف آب) می‌شود، ولی نگرانی از کاهش کیفیت خاک در نتیجه کاهش آب آبشوئی وجود دارد؛ لذا باتوجه به اهمیت خاک به‌عنوان یک عنصر ضروری برای اکوسیستم‌های کشاورزی سالم و پایدار، هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر میان‌مدت روش آبیاری سطحی (غرقابی) و قطره‌ای بر برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی لایه‌های مختلف خاک در مزرعه تحت کشت زیتون در استان سمنان است.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه و داده‌های تحقیق

این پژوهش در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان انجام شد (شکل ۱). با توجه به اینکه هدف این پژوهش ارزیابی و مقایسه اثرات چند ساله دو روش آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد، از زمینی با مساحت ۵ هکتار که در سال ۱۳۸۸ تحت کشت زیتون رقم روغنی که در سنوات قبل با روش سطحی آبیاری (F93) می‌شد، استفاده شد. نمونه‌های خاک در لایه های مختلف در سطح ۵ هکتار در سال ۱۳۹۳ به‌عنوان شاهد وجود داشت. از این سال به بعد، زمین مدنظر به دو قطعه ۲/۵ هکتاری تقسیم شد که یک قطعه از مزرعه با همان روش آبیاری سطحی، آبیاری می‌شود ولی روش آبیاری در قطعه دیگر به روش قطره‌ای تغیر یافت. به منظور دستیابی به هدف تحقیق، در سال ۱۳۹۸ از هر یک از قطعات به‌طور مجزا نمونه‌گیری خاک انجام شد و به ترتیب نام های F98 و D98 را برای آبیاری سطحی و قطره‌ای در نظر گرفته شد. مقدار آب آبیاری سالانه برای آبیاری سطحی با دور ۱۲ روز، حدود ۱۱۰۰ مترمکعب در هکتار است و مشخصات آبیاری قطره‌ای در منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. منبع آب این اراضی از طریق یک حلقه چاه با آبدهی ۲۵ لیتر بر ثانیه تأمین می‌شد. خصوصیات کیفی آب آبیاری اندازه گیری شده در سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ در جدول (۲) ارایه شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- اطلاعات سامانه آبیاری قطره‌ای

نوع قطره‌چکان	دبی قطره‌چکان لیتر بر ساعت	دور آبیاری روز	تعداد قطره‌چکان
نتافیم	٤	٧	٤

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب چاه مورد استفاده

سال	EC	pH	$Co3^-$	$Hco3^-$	Cl^-	$So4^-$	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
	دسی زیمنس بر متر		میلی اکی والان بر لیتر							
۱۳۹۳	۲/۹	۷/۸	۰	/۰۶	۱/۴۴	۱۲	۱/۲	۶/۶	۱۳	۰/۱۸
۱۳۹۸	۳	۸/۲	۰/۱	/۳۵	۱۵/۷	۱/۲	۹/۱	۹/۲	۱/۷	۰/۲۴

نمونه‌برداری

به‌منظور نمونه‌برداری خاک، ۳ ترانشه[1] با رویکرد تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی پروفیل خاک تا لایه محدودکننده و حداکثر عمق ۹۰ سانتی‌متر در هر یک از مزارع تحت آبیاری قطره‌ای و سطحی حفر شد. هر پروفیل انتخاب‌شده دارای سه تکرار برای سه لایه (۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰) سانتی‌متری بود که در هر قطعه هشت مرحله نمونه‌برداری از هر پروفیل و پس از هر آبیاری در یک بازه زمانی سه‌ماهه صورت گرفت. بر این اساس، در مجموع ۷۲ نمونه در هر قطعه به منظور اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل پارامترهای رطوبت جرمی خاک (Θ_m)، رطوبت حجمی خاک (Θ_v)، جرم مخصوص ظاهری (ρ_b)، هدایت الکتریکی خاک (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، مواد آلی خاک (OC)، اسیدیته (pH) و درصد مواد خنثی‌شونده خاک (آهک) (TNV) مورد آزمایش قرار گرفتند. بدین ترتیب جهت

[1] Trench

برداشت نمونه در هر مرحله از نمونه‌برداری، حجم خاکی به میزان ۲/۵-۱/۵ کیلوگرم برداشت شد. پس از جمع‌آوری تمام نمونه‌ها و خشک کردن آن‌ها در اثر قرار گرفتن در معرض هوای آزاد، نمونه‌ها جهت بررسی به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال یافت و بعد از خشک شدن کامل نمونه‌ها تحت شرایط آزمایشگاهی، عملیات الک کردن خاک به‌طوری‌که خاکدانه‌ها آسیب نبیند، انجام شد. شکل ۲ موقعیت نقاط نمونه‌برداری در اراضی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل ۲- موقعیت نقاط نمونه‌برداری در اراضی مورد مطالعه

پارامترهای شیمیایی و فیزیکی خاک

مشخصات عمومی شیمیایی و فیزیکی خاک اندازه‌گیری شده در سال شروع انجام تحقیق (۱۳۹۳) در جدول (۳) آمده است. با توجه به اینکه جهت اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها از روش‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری استاندارد استفاده شد، از توضیح هریک از روش‌ها و ابزارها پرهیز شد و در صرفا جدول (۴) لیست روش و ابزار به همراه منبع، برای مطالعه بیشتر ارائه شده است. تجزیه‌وتحلیل آماری با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی، برای نمونه‌های آبیاری سطحی سال ۱۳۹۳ با عنوان F93 به‌عنوان شاهد، نمونه‌های سال ۱۳۹۸ در مزرعه با آبیاری سطحی (F98) و نمونه‌های سال ۱۳۹۸ در مزرعه با آبیاری قطره‌ای (D98) در سه تکرار و در سه لایه مختلف خاک انجام گرفت. به منظور بررسی آماری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون SNK استفاده شد.

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سال ۱۳۹۳

عمق خاک	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری	هدایت هیدرولیکی	اسیدیته	هدایت الکتریکی
سانتی متر		گرم بر سانتی‌متر مکعب	سانتی‌متر بر ساعت		دسی زیمنس بر متر
۰-۳۰	لومی شنی	۱/۷۱	۷۶/۷۷	۸/۶۴	۲۹/۱
۳۰-۶۰	شنی لومی	۱/۵۸	۷۸۶/۲۸	۸/۳۵	۱۴/۷
۶۰-۹۰	شنی لومی	۱/۷۰	۱۴۹۴/۷۲	۸/۰۷	۹/۷

جدول ٤- روش اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

خصوصیات خاک	پارامترها	دستگاه اندازه‌گیری	منبع
خصوصیات شیمیایی	هدایت الکتریکی خاک	هدایت سنج الکتریکی	(Page et al., 1987)
	ظرفیت تبادل کاتیونی	فتومتر	(Misopolinos and Kalovoulos., 1984)
	میزان اسیدیته	pH سنج	(Page et al., 1987)
	درصد مواد خنثی شونده	روش تیتراسیون	(Smith et al., 1951)
	میزان کربن آلی خاک	روش اکسیداسیون	(Walkley and Black., 1934)
خصوصیات فیزیکی	رطوبت جرمی	دسیکاتور و آون	(Blake and Hartge., 1986)
	رطوبت حجمی	دسیکاتور و آون	(Blake and Hartge., 1986)
	جرم مخصوص ظاهری	روش استوانه فلزی	(Blake and Hartge., 1986)

نتایج و بحث

در این بخش به ارائه نتایج به‌دست‌آمده از بررسی انجام شده و بحث روی آنها برای پارامترهای شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد مواد خنثی شونده، میزان کربن آلی و پارامترهای فیزیکی خاک شامل رطوبت جرمی، رطوبت حجمی و جرم مخصوص ظاهری پرداخته شد.

پارامترهای شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های آبیاری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در اعماق مختلف در جدول (۵) ارائه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روش آبیاری بر میزان هدایت الکتریکی خاک (EC) دارای اثر بسیار معنی‌دار است ($P\leq0.01$) و میانگین این پارامتر در اعماق مختلف خاک، اختلاف بسیار معنی‌داری با هم دارند و این اختلاف عمدتاً ناشی از اثر برهمکنش روش آبیاری است. همچنین اثر روش آبیاری بر میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) نیز بسیار معنی‌دار است ($P\leq0.01$). مقدار میانگین این پارامتر در عمق‌های مختلف دارای اختلاف بسیار معنی‌دار می‌باشد و دلیل تأثیرگذار بر این اختلاف روش آبیاری است. نتایج گویای آن است که میزان اسیدیته خاک (pH) تحت تاثیر روش آبیاری و برهمکنش روش آبیاری نیست و مقدار این پارامتر در عمق‌های مختلف نمونه‌گیری شده، فاقد اختلاف معنی‌دار است. نتایج نشان داد، تاثیر روش آبیاری بر مقدار (TNV) نیز در سطح پنج درصد معنی‌دار است ($P\leq0.05$). هرچند میانگین این پارامتر در اعماق مختلف دارای اختلاف بسیار معنی‌دار می‌باشد و دلیل عمده این مهم نیز برهمکنش روش آبیاری است. یافته‌ها نشان داد مقدار پارامتر مواد آلی (OC) خاک به‌تنهایی تحت تاثیر روش آبیاری نیست اما مقدار میانگین این پارامتر در اعماق مختلف، اختلاف بسیار معنی‌داری باهم دارند و عمده این تفاوت ناشی از اثر روش آبیاری است.

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس اثر روش آبیاری بر برخی خصوصیات شیمیایی در لایه‌های مختلف خاک

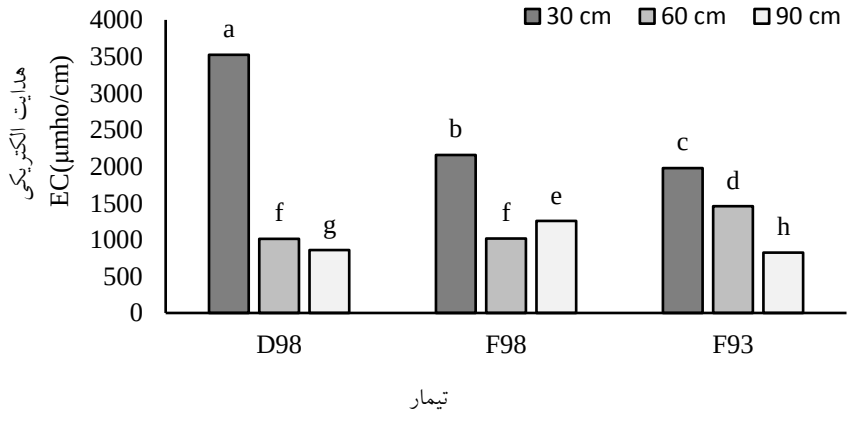
منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	اسیدیته	درصد مواد خنثی شونده	مواد آلی
روش آبیاری	۲	۵۸۹۹۸/۰۲**	۸/۹۰**	۰/۰۰۱^{ns}	۲۲/۸۵*	۰/۰۰۰۳^{ns}
عمق خاک	۲	۶۶۷۱۹۹۴/۲**	۲۲/۳۶**	۰/۰۰۸^{ns}	۵۴/۱۱**	۰/۰۳۴**
روش آبیاری * عمق خاک	۴	۱۰۶۸۳۶۲/۰۳**	۹۲/۹۴**	۰/۰۴۳^{ns}	۳۳/۵۳**	۰/۰۰۱**

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد،** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و **ns** غیر معنی‌دار.

هدایت الکتریکی خاک (EC)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، شکل (۳)، در عمق ۳۰ سانتی‌متر بیشترین مقدار هدایت الکتریکی خاک، متعلق به تیمار (D98) با میزان ۳۵۲۳/۸ میکرو موس بر سانتی‌متر و کمترین مقدار این پارامتر در تیمار شاهد (F93) با مقدار ۱۹۷۹/۱ میکرو موس بر سانتی‌متر مشاهده شد. بر اساس نتایج به دست آمده، مقادیر متوسط تیمارهای آبیاری سطحی در این عمق هرچند دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به هم هستند ولی مقدار متوسط این پارامتر در روش آبیاری قطره‌ای در این عمق، بسیار زیاد می‌باشد و نشان از تجمع شوری در سطح بالایی خاک دارد. در عمق میانی خاک (۶۰ سانتی‌متری) هدایت الکتریکی دارای نوسانات کمتری می‌باشد به‌طوری‌که در دو تیمار (D98) و (F98) اختلاف معنی-داری وجود نداشت و همواره در مقایسه با تیمار شاهد میزان آن کمتر می‌باشد. در عمق ۹۰ سانتی‌متری خاک، بیشترین و کمترین میزان هدایت الکتریکی به ترتیب به تیمار (F98) و (D98) تعلق دارد. نتایج نشان می دهد، در روش آبیاری قطره‌ای بدلیل تحویل کم آب به زمین، آبشویی به‌درستی انجام نشد و در نتیجه انباشت شوری در عمق ۳۰ سانتی‌متری حادث شده است. این عامل و عدم بارندگی کافی و تبخیر زیاد در منطقه طی پنج سال، باعث شد مقدار این پارامتر در سایر اعماق کمتر از مقادیر شاهد برای آبیاری سطحی در سال ۱۳۹۳ باشد. در مقابل، طی این مدت بدلیل تحویل آب بیشتر از نیاز آبیاری در روش آبیاری سطحی، آبشویی در لایه های خاک انجام شد؛ زیرا مقدار این پارامتر در لایه ۳۰ سانتی‌متری در تیمار آبیاری سطحی کمتر از آبیاری قطره‌ای است، هرچند بدلیل وجود املاح در آب آبیاری، از مقدار شاهد بیشتر است. در عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک، حجم آب آبیاری و بارندگی هر چند ناچیز منطقه، باعث آبشویی و کاهش این پارامتر در روش آبیاری سطحی شده است و در نتیجه باعث جابجایی از این لایه به لایه های پایین تر شده است.

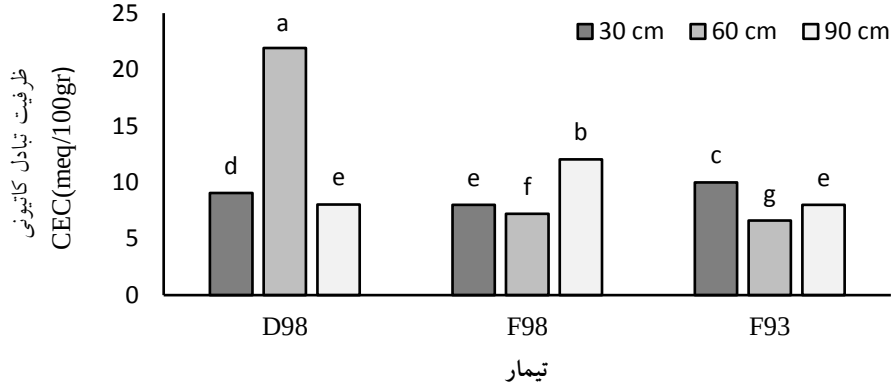
به‌طورکلی می‌توان گفت، سامانه آبیاری قطره‌ای باعث افزایش شوری خاک لایه سطحی در مقایسه با تیمارهای (F98) و (F93) شد. دلیل این مهم را می‌توان ناشی از ناکافی بودن میزان آب آبشویی خاک، بالا بودن تبخیر و درنتیجه انباشت نمک و املاح به‌مرورزمان دانست. بسیاری از تحقیقات، بالا رفتن شوری خاک را متأثر از روش آبیاری می‌داند (He et al., 2023; Pirste et al., 2017؛ منتظری و همکاران، ۱۴۰۰؛ مجیدی چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۱؛ ابطحی، ۱۳۹۴). این در حالی است که برخی نیز آبیاری با آب‌های با شوری متوسط یا کم را دلیل این موضوع می‌دانند (Houk et al., 2006; Chapman, 1965؛ سعیدی و ستوده‌نیا، ۱۴۰۰؛ جزی، ۱۳۸۹). در هر صورت هرچه میزان هدایت الکتریکی بالا باشد، شوری خاک بیشتر شده و روی فعالیت‌های کشاورزی پایدار، عوارض منفی ایجاد می‌کند (Klay et al., 2010).



شکل ۳- مقادیر متوسط هدایت الکتریکی (EC) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC)

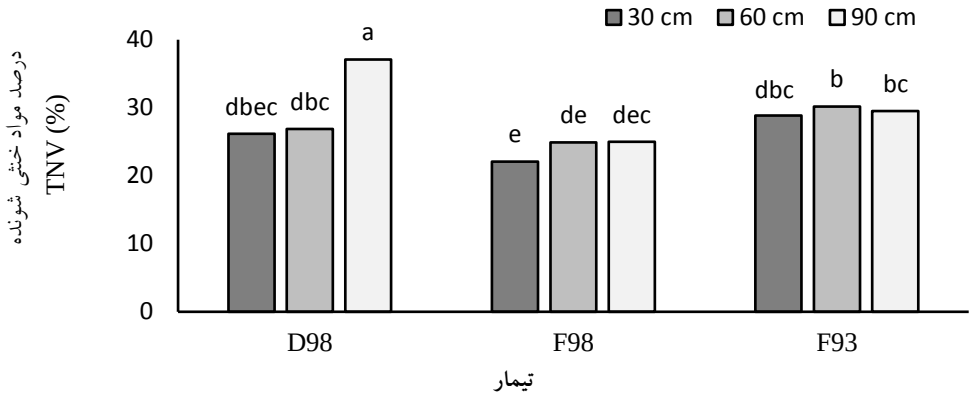
مطابق شکل (۴)، میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در لایه‌ی سطحی خاک (۳۰ سانتی‌متر) در تیمار D98 و F98 به ترتیب یک و دو میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم نسبت به شاهد (F93) کاهش داشته است. مقدار این پارامتر در عمق ۶۰ سانتی‌متر در تیمار D98 بالغبر سه برابر شاهد و به مقدار ۲۱/۹ میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم شد. هرچند مقدار این پارامتر در تیمار F98 نسبت به شاهد حدود نیم واحد افزایش داشته است. مقدار این پارامتر در لایه زیرین در تیمار F98 حدود ۴ واحد افزایش نسبت به شاهد دارد ولی در تیمار D98 فاقد تغییر بوده است. به‌طورکلی بالا بودن میزان ظرفیت تبادل کاتیونی در لایه بالایی خاک و تیمار شاهد می‌تواند به علت آبشویی کم، بارندگی ناکافی و تبخیر شدید در محدوده مورد مطالعه باشد که با پژوهش تقی زاده مهرجردی و همکاران (۱۳۹۳) و (Piotrowska-Dlugosz et al., 2020) در یک راستا می‌باشد. روند افزایشی CEC در لایه میانی خاک در تیمار آبیاری قطره‌ای بیانگر آبشویی و انتقال از سطوح بالایی و در نتیجه آن تجمع بیشتر کاتیون‌ها است؛ بنابراین جذب کاتیون‌ها به ذرات خاک در این لایه افزایش‌یافته و مواد مغذی ضروری خاک حفظشده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد که با نتایج ایمان‌خواه و همکاران (۱۳۸۶)، صیادیان و همکاران (۱۳۹۹) و (Al-Khamisi et al., 2016) همخوانی دارد. در روش غرقابی، آب بیشتری به زمین تحویل می‌شود و جذب کاتیون‌های خاک در عمق‌های پایین‌تری رخ می‌دهد. لذا علت بالا بودن میزان CEC خاک در عمق ۹۰ سانتی‌متری را می‌توان مربوط به بالا بودن نفوذ عمقی آب و بیشتر بودن درصد مواد آلی خاک در این عمق‌ها دانست (Solly et al., 2020؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ٤- متوسط مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

درصد مواد خنثی شونده خاک (TNV)

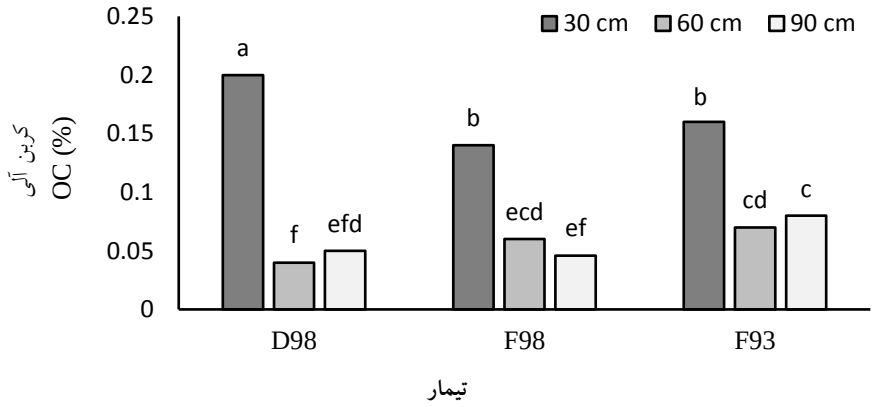
مطابق با شکل (۵)، در لایه بالایی و میانی خاک، اختلاف معنی‌داری در مقدار TNV بین دو تیمار F93 و D98 وجود ندارد اما این اختلاف بین تیمار F93 و F98 وجود دارد که بدلیل آبیاری طی مدت پنج سال اخیر، طبیعی به نظر می‌رسد. مقدار این پارامتر در لایه زیرین در تیمار D98 اختلاف معنی‌داری با شاهد F93 دارد ولی تیمار F98 فاقد اختلاف می‌باشد. دلیل این مهم مصرف آب کمتر در سامانه آبیاری قطره‌ای است. این شرایط نشان می دهد طی پنج سال اخیر، عمق آب آبیاری بیشتر در روش آبیاری سطحی باعث ایجاد چنین شرایط شده است. اگر مقدار آهک حدوداً در محدوده (۳-۰) درصد باشد دسترسی مواد مغذی ضروری خاک جهت مصرف گیاه آسان‌تر می‌شود (Mahmud and Chong, 2022). به‌طور کلی نتایج مقادیر TNV در تیمارها نشان از مقدار بیش از حد آهک و کربنات‌ها در خاک مزرعه انتخابی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان دارد و جهت اصلاح خاک‌های آهکی پیشنهاد اضافه نمودن مواد آلی و هوموس به خاک را دارد.



شکل ۵- متوسط مقدار درصد مواد خنثی‌شونده (TNV) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

کربن آلی خاک (OC)

کربن آلی خاک به‌عنوان عامل کلیدی در پایداری حاصلخیزی و باروری خاک و خدمات‌رسانی زیست‌بوم خاک محسوب می‌شود. کربن آلی خاک، به‌عنوان یکی از موضوعات و چالش‌های مهم محیط زیستی در مقیاس جهانی در برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد نیز گنجانده شده است. شکل (۶)، متوسط مقادیر کربن آلی در لایه‌های سطحی، میانی و زیرین در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. تیمار آبیاری D98 باعث شد تا اختلاف معنی‌داری در مقادیر کربن آلی خاک در لایه های سطحی، میانی و زیرین نسبت به تیمار شاهد F93 ایجاد شود. این روش آبیاری به ترتیب باعث افزایش، کاهش و کاهش حدود ۲۵، ۴۰ و ۳۷ درصدی OC در لایه سطحی، میانی و زیرین نسبت به شاهد شد؛ بنابراین در روش آبیاری قطره‌ای با افزایش عمق خاک، مقدار کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. این مورد در مطالعه رفیعی و همکاران (۱۴۰۰) مربوط به توزیع عمقی کربن آلی در اعماق خاک تایید شده است. همچنین کم بودن جزء آبشویی و سرعت بالای تجزیه بیولوژیکی می‌تواند از دلایل عمده محسوب گردد (Rattan et al., 2005; Trost et al., 2013؛ زارع ابیانه و همکاران، ۱۴۰۰)؛ بنابراین نتایج حاکی از آن است که تیمار آبیاری قطره‌ای به علت آبشویی کمتر املاح نسبت به آبیاری غرقابی، منجر به افزایش کربن آلی در لایه رویی خاک نسبت به عمق‌های دیگر می‌شود.



شکل ٦- متوسط مقدار کربن آلی (OC) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

پارامترهای فیزیکی خاک

جدول (۶)، نتایج تجزیه واریانس اثر روش آبیاری بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در اعماق مختلف را نشان می‌دهد. نتایج بیانگر آن است که روش آبیاری بر مقدار رطوبت جرمی و جرم مخصوص ظاهری اثر بسیار معنی‌دار ($P\leq0.01$) و بر مقدار رطوبت حجمی اثر معنی‌دار ($P\leq0.05$) دارد. نتایج نشان داد میانگین مقادیر پارامترهای فوق در عمق‌های مختلف دارای اختلاف بسیار معنی‌دار می‌باشد و برهمکنش روش آبیاری بر این مقادیر بسیار معنی‌دار می‌باشد

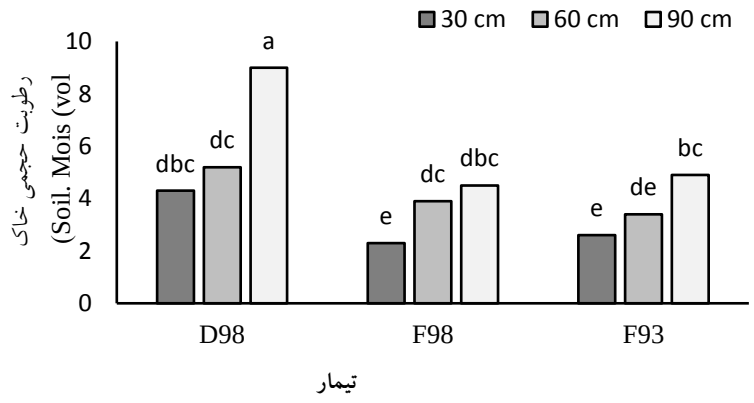
جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس اثر روش آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیکی در لایه‌های مختلف خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	رطوبت حجمی	رطوبت جرمی	جرم مخصوص ظاهری
روش آبیاری	۲	۰/۰۰۰۲*	۰/۰۰۰۰۹**	۰/۰۰۷**
عمق خاک	۲	۰/۰۰۲۱**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۱۸**
روش آبیاری × عمق خاک	٤	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۳۲**

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

رطوبت حجمی خاک

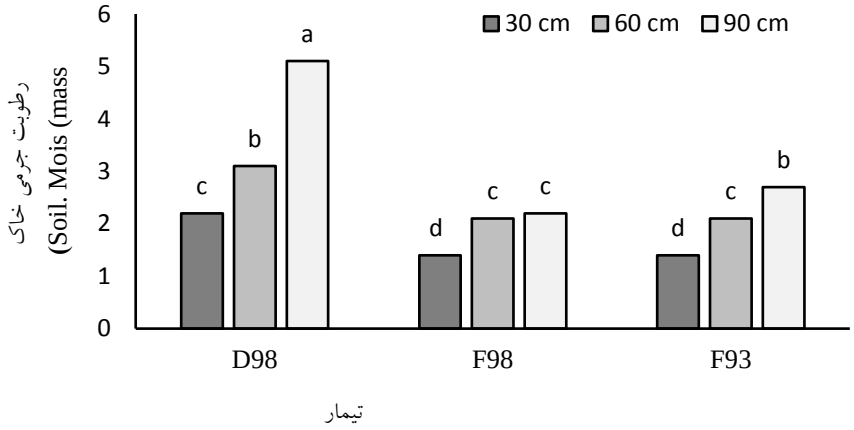
درصد رطوبت حجمی به‌طورکلی به‌اندازه ذرات خاک و نحوه توزیع ذرات در خاک بستگی دارد. شکل (۷) متوسط مقادیر رطوبت حجمی خاک در لایه‌های مختلف تحت تیمارهای آبیاری را نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد تیمار D98 باعث افزایش بسیار معنی‌دار (۶۵ درصد) این پارامتر در لایه سطحی نسبت به شاهد F93 شد. هرچند روش آبیاری قطره‌ای افزایش رطوبت حجمی در لایه میانی را به همراه داشته است ولی این میزان افزایش باعث اختلاف بسیار معنی‌دار نشد. نکته حائز اهمیت تاثیر روش آبیاری D98 در ایجاد اختلاف بسیار معنی‌دار این پارامتر در عمق زیرین نسبت به شاهد F93 می‌باشد. این مهم به‌دلیل ایجاد پیاز رطوبتی در روش آبیاری قطره‌ای است که برتری این روش در افزایش بهره‌وری آب مصرفی است. به‌طور کلی ملاحظه می‌گردد در هر سه تیمار، با افزایش عمق لایه خاک مقدار رطوبت حجمی افزایش داشته است ولی در تیمار D98 اختلاف در مقادیر نسبت به شاهد معنی‌دار می‌باشد که با نتایج تحقیقات مروج الاحکمی و مدیری یزدی (۱۴۰۲) مطابقت دارد. علت بوجود آمدن چنین شرایطی را می‌توان به دور آبیاری کوتاه و تناسب آبیاری با نیاز آبی گیاه و بالا بودن ماده آلی خاک به خاطر عدم آبشویی نسبت داد که با یافته-های احمدپری و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد.



شکل ۷- متوسط مقدار رطوبت حجمی (Θ_v) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

رطوبت جرمی خاک

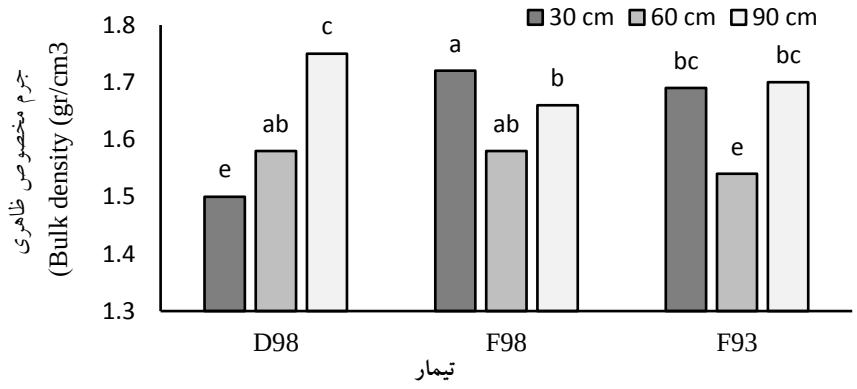
درصد رطوبت جرمی عبارت است از نسبت وزن آب موجود در یک توده خاک به وزن خشک همان توده خاک که به‌صورت درصد بیان می‌شود. شکل (۸)، مقادیر متوسط رطوبت جرمی خاک در لایه‌های سطحی، میانی و زیرین تحت تاثیر روش آبیاری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود تیمار D98 باعث اختلاف بسیار معنی‌دار در مقدار این پارامتر در عمق‌های مختلف نسبت به تیمار F93 شد و با افزایش عمق لایه‌ها میزان تغییرات رطوبت نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. فاصله کم دور آبیاری و تجمع مواد آلی بدلیل عدم آبشویی می‌تواند به‌عنوان دلیل این شرایط محسوب گردد. ادامه روند آبیاری گذشته (تیمار F98) تاثیر بسیار معنی‌داری بر مقدار این پارامتر در عمق زیرین شد و کاهش حدود ۲۰ درصدی را به همراه داشته است. به عبارتی آبیاری سطحی بدلیل آبشویی بیشتر و انتقال مواد آلی به عمق‌های پایین‌تر، کاهش مقدار رطوبت جرمی را در عمق زیرین به همراه داشته است (Jiang et al., 2021; Zhang et al., 2022).



شکل ۸- متوسط مقدار رطوبت جرمی (Θ_m) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

جرم مخصوص ظاهری

مقادیر متوسط جرم مخصوص ظاهری خاک در لایه‌های مختلف تحت تأثیر تیمارهای آبیاری در شکل (۹) آمده است. مشاهده می‌شود مقدار این پارامتر در لایه میانی (۱/۵۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب) در سال ۱۳۹۳ کمتر از دولایه سطحی و زیرین بود و دارای اختلاف بسیار معنی‌دار می‌باشد. ادامه روند آبیاری سطحی در تیمار F98 باعث افزایش معنی‌دار مقادیر این پارامتر در عمق‌های سطحی و میانی شد ولی در عمق زیرین تغییر تاثیر گذار رخ نداد. در مقابل آبیاری با روش قطره‌ای (D98) باعث کاهش ۱۰ درصدی جرم مخصوص ظاهری لایه سطحی شده است و در مقابل مقدار این پارامتر در لایه میانی افزایش دو درصدی نسبت به شاهد داشته است، هرچند این افزایش همانند تیمار F98 بوده است. علت افزایش جرم مخصوص ظاهری در لایه‌ی بالایی خاک در تیمار (F98) را می‌توان به متراکم شدن ذرات جامد در اثر آبشویی و جایگزین شدن مواد جامد به‌جای منافذ خاک نسبت داد (Davis and Pinto, 2021; Bushman et al., 2015؛ علیزاده، ۱۳۹۲). در تیمار D98 با افزایش عمق خاک مقدار جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد دلیل این امر حرکت ذرات ریز جامد خاک به همراه از منافذ و اضافه شدن به لایه‌های زیرین می‌باشد (محمودی و همکاران، ۱۳۹۲؛ کوچکی و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۹- متوسط مقدار جرم مخصوص ظاهری (ρ_b) در لایه‌های خاک تحت تیمارهای مختلف آبیاری

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر اثر روش‌های آبیاری بر برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان موردمطالعه قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد اثر روش آبیاری سطحی و قطره‌ای بر این پارامترها متفاوت است. به دلیل ناکافی بودن بخش آبشویی و بالا بودن تبخیر در منطقه، سامانه آبیاری قطره‌ای باعث افزایش شوری خاک بالاخص در لایه‌های سطحی (حدود ۱/۵ برابر) شد. هرچند افزایش شوری ناشی از آبیاری سطحی نیز اتفاق افتاده است ولی این تغییرات عمدتا ناشی از کیفیت نامطلوب منبع آب می‌باشد؛ بنابراین انجام آبشویی در اراضی که از سامانه آبیاری قطره‌ای استفاده می‌کنند، ضروری است. در آبیاری قطره‌ای ظرفیت تبادل کاتیونی خاک لایه میانی بیشتر از لایه سطحی و زیرین می‌باشد. به‌عبارتی تجمع کاتیون‌ها در لایه میانی افزایش می‌یابد و شرایط برای کشت گیاهان زراعی با ریشه افشان مناسب نیست و در مقابل احداث باغ پیشنهاد می‌شود. در سامانه آبیاری سطحی، به‌دلیل عمق زیاد آب در هر آبیاری، کاتیون‌ها به لایه‌های پایین منتقل خواهد شد و از دسترس گیاه خارج خواهد شد. مقدار درصد مواد خنثی شونده خاک در لایه‌های خاک تابع میزان آب آبیاری است. ازآنجایی‌که مقدار آب مصرفی در سامانه آبیاری سطحی بیشتر از آبیاری قطره‌ای است، در نتیجه تجمع این پارامتر در لایه‌ها کمتر است. به‌طور کلی مقدار این پارامتر در هر دو سامانه نسبت به شرایط استاندارد بالا می‌باشد و لازم است جهت دستیابی به عملکرد بهتر محصول، خاک اصلاح شود. در روش آبیاری قطره‌ای با افزایش عمق خاک، مقدار کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. دلیل این اتفاق آبشویی کم نسبت به روش آبیاری سطحی است. به‌طور کلی مقدار کربن آلی خاک منطقه پایین بوده و به جهت فقیر بودن خاک می‌بایست خاک مزرعه تقویت شود. اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای برای رسیدن به این هدف و حفظ میزان کربن آلی مناسب است.

به سبب قرار گرفتن استان سمنان در منطقه گرم و خشک و تشدید بحران کم‌آبی در این استان، حفظ رطوبت خاک در طول فصل کشت حیاتی بوده و یکی از فاکتورهای کلیدی کشاورزی پایدار منطقه به شمار می‌رود. یافته‌ها نشان داد سامانه آبیاری قطره‌ای به دلیل دور آبیاری کوتاه این شرایط را برای گیاه فراهم می‌سازد و رطوبت خاک را در لایه‌ها ذخیره می‌سازد تا ضمن کاهش مصرف آب باعث افزایش بهره‌وری آب خواهد شد. همچنین آبیاری قطره‌ای باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک خواهد شد و در نتیجه امکان جذب بارندگی را تسهیل خواهد کرد و مدیریت مزرعه در شرایط بدون شخم را فراهم خواهد ساخت. به‌طورکلی استفاده از روش آبیاری قطره‌ای راهکار مناسب تر از آبیاری سطحی در منطقه است. بی‌تردید به‌منظور حفظ کیفیت خاک منطقه، اصلاح خاک و استفاده از کودهای آلی و درنظرگرفتن سهم آبشویی در آبیاری قطره‌ای ضرورت دارد. در غیر این صورت کشاورزی تنها باعث هدررفت منابع آب‌وخاک می‌گردد.

منابع

ابطحی، س. م. ۱۳۹۴. بررسی روند شوری در دشت کاشان. اکوسیستم طبیعی در ایران. ۶(۳): ۸۶-۷۵.

احمدپری، ه.، هاشمی گرم‌دره، س. الف. و اسکافی نوغانی، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر ماده آلی خاک روی واسنجی بلوک گچی برای اندازه‌گیری میزان رطوبت حجمی خاک. نشریه سیستم سطحی حوضه آب باران. ۶(۱): ۲۰-۱۱.

ایمان‌خواه، ر.، نخعی، ع. و بخشانی. ن. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد فاضلاب در آبیاری بر خصوصیات فیزیکی و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱(۱): ۶۱-۴۹.

تقی‌زاده مهرجردی، ر.، امیریان چکان، ع. و سرمدیان، ف. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی سه‌بعدی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در منطقه دورود استان لرستان. نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی. ۵(۲۸): ۱۰۱۰-۹۹۸.

جزی، ش. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر آبیاری با پساب بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته خاک‌شناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود.

رفیعی، ح. ر.، جعفری، ا.، حیدری، ا.، فرپور، م. ه. و عباس‌نژاد، ا. ۱۴۰۰. ذخیره کربن آلی و غیرآلی خاک‌های منطقه نیمه‌خشک ساردوئیه در جنوب کرمان، نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۵(۱): ۴۸-۳۳.

زارع ابیانه، ح.، یوسفی، ر.، جوزی، م.، عباسی، ع. و شاکرمی، م. ۱۴۰۰. تأثیر سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بر تغییر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. محیط زیست و مهندسی آب. ۷(۴): ۶۲۸-۶۱۵.

سعیدی، ر. و ستوده‌نیا، ع. ۱۴۰۰. اثر کاشت جو بر کاهش مقدار شوری خاک، تحت سطوح مختلف شوری و آبیاری. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳(۱۵): ۷۲۰-۷۱۰.

صیادیان، ک.، معزی، الف.، عبدالامیر، الف.، غلامی، الف. و پناهپور. الف. ۱۳۹۹. تولید بیوچارهای مختلف و تأثیر آن‌ها در حذف یون‌های کادمیم (CdII)، نیکل (NiII) و سرب (PbII) از آب آبیاری. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۲(۱۰). ۶۳-۵۱.

علیزادگان، ف.، غلامی، م. ع. و شیوخی، س. ۱۴۰۱. تأثیر پساب شهری بر ویژگی‌های شیمیایی، غلظت عناصر پرمصرف و فلزات سنگینِ خاک و عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳۶(۴): ۵۲۴-۵۱۱.

علیزاده، الف. ۱۳۹۲. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه امام رضا. شابک: ۹۶۴۸۵۸۲۶۲۱. صفحه ۲۶۷.

قانعی مطلق، غ.، پاشایی اول، ع.، خرمالی، ف. و مساعدی، الف. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر چند ماده اصلاح‌کننده بر روی خصوصیات شیمیایی خاک شور-سدیمی. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی). ۲۳(۸۶): ۳۱-۲۴.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و عظیم‌زاده، س. ج. ۱۳۹۹. تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر عملکرد گندم (Triticum aestivum L.) و خصوصیات فیزیکی خاک در تناوب آیش- گندم در شرایط دیم. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲(۱۲): ۳۱۷-۲۹۹.

مجیدی چهارمحالی، پ.، کشکولی، ح. ع.، خدادادی دهکردی، د، مختاران، ع. و اگدرنژاد، الف. ۱۴۰۱. اثر رژیم‌های آبیاری بر توزیع رطوبت و شوری اطراف ریشه ذرت در شرایط آبیاری قطره‌ای. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۵(۱): ۲۱۳-۱۹۹.

محمودی، الف.، جلالی، الف.، ولیزاده، م. و اسکندری، الف. ۱۳۹۲. بررسی اثر سرعت و عمق خاک‌ورزی حفاظتی بر جرم مخصوص ظاهری خاک. نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۲(۵): ۳۶۸-۳۸۰.

مروج الاحکمی، ب. و مدیری یزدی، ج. ۱۴۰۲. مقایسه الگوی توزیع عمودی رطوبت خاک تحت‌تأثیر آبیاری قطره‌ای- سطحی و آبیاری غرقابی-زیرزمینی. دانش آب‌وخاک. ۲(۵): ۱۵۷-۱۳۸.

منتظری، الف. ح.، مظاهری، م. و مرید، س. ۱۴۰۰. مدل ریاضی نفوذ شوری در رودخانه جزرومدی اروند و تأثیر بر شوری اراضی اطراف رودخانه. محیط‌شناسی. ۲(۴۸): ۲۴۸-۲۲۱.

هاشمی، س. و اسدی، ف. ۱۳۹۶. تأثیر کشت غرقابی بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی شالی‌زارهای منطقه دورود استان لرستان. استان لرستان. ۱۲۳-۱۱۲.

Abrol, I.P., Yadav, J.S.P. and Massoud, F.I. 1988. Salt-Affected Soils and Their Management. FAO Soils Bulletin 39. FAO United Nations. Rome. Italy.

Akhani, H. and Ghorbanli, M. 1993. A contribution to the halophytic vegetable and flora of Iran In: Leith H, Al Massom AA, editors. Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

AL-Jaboobi, M., Tijane, M., EL-Ariqi, S., EI Housni, A., Zouahri, A. and Bouksaim, M. 2014. Assessment of the impact of wastewater use on soil properties. J. Mater. Environ. 5(3):747-752.

Al-Khamisi, S.A., Al-Wardy, M., Ahmed, M. and Prathapar, S. A. 2016. Impact of reclaimed water irrigation on soil salinity, hydraulic conductivity, cation exchange capacity and macro-nutrients.

Soil Chemical Properties. Plant Arch. 21(2): 215-220.

Klay, S., Charef, A., Ayed, A., B. Houman. and Rezgu, F. 2010. Effect of irrigation with treated wastewater on geochemical properties (saltiness, C, N and heavy metals) of isohumic soils (*Zaouit Sousse perimeter, Oriental Tunisia*). Desalination. 253: 180-187

Li, N., Kang, Y., Li, X., Wan, S. and Xu, J. 2019. Effect of the micro-sprinkler irrigation method with treated effluent on soil physical and chemical properties in sea reclamation land. Agricultural Water Management. 213(1): 222-230.

Magesan, G.N. 2001. Changes in soil physical properties after irrigation of two forested soils with municipal wastewater. New Zealand Journal of Forestry Science. 31(2):180-195. ISBN: 0048-0134.

Mahmud, M.S. and Chong, K.P. 2022. Effects of Liming on Soil Properties and Its Roles in Increasing the Productivity and Profitability of the Oil Palm Industry in Malaysia. Agriculture. 12(3): 322.

Minhas, P.S., Qadir, M. and Yadav, R.K. 2019. Groundwater irrigation induced soil sodification and response options. Agric. Water Manag. 215(1): 74–85. [CrossRef]

Misopolinos, N. D. and Kalovoulos, J. M. 1984. Determination of CEC and exchangeable Ca and Mg in non- saline calcareous soils. Journal of Soil Science. 35(1): 93-98.

Page, M. C., Sparks, D. L., Noll, M. R. and Hendricks, G. J. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle atlantic coastal plain soils. Geoderma. 51(6): 1460-1465.

Partani, S., Madani, S.M.R. and Sayyed Saraji, M.H. 2018. Evaluation of the mid-term effect of irrigation with treated wastewater on the physical and chemical characteristics of the soil. Environmental Science Quarterly. 17(2): 69-80.

Piotrowska-Dlugosz, A., Dlugosz, J., Gryta, A. and Frąc, M. 2022. Responses of N-cycling enzyme activities and functional diversity of soil microorganisms to soil depth, pedogenic processes and cultivated plants. Agronomy. 12(2): 264.

Pirste Anoushe, I., Yahya, K. and Abdul Reza, D. 2017. Effect of irrigation water salinity on atmospheric performance, soil moisture and salinity during the growing season, and water productivity. Soil Research. 31(2): 155-166.

Qadir, M., Qureshi, A.S. and Cheraghi, S.A.M. 2008. Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degrad. Dev. 19: 214–227.

Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhonkar, P,K., Suribabu, K. and Singh, A.K. 2005. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater-a case study. Agric. Ecol. Environ. 109(3): 310–322.

Journal of Agricultural and Marine Sciences [JAMS]. 21(2): 7-18.

Blake, G. R. and Hartge, K. H. 1986. Methods of soil analysis. Part I: Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy. Inc. Madison. Wisconsin.

Bushman, B.S., Johnson, D.A., Connors, K.J. and Jones, T.A. 2015. Germination and seedling emergence of three semiarid Western North American legumes. Rangeland Ecology and Management. 68 (6): 501-506

Chapman, H. D. 1965. Cation- exchange capacity. Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties. 9(5)

Chen, C. and Wang, L. 2021. Effects of different irrigation methods on soil salinity and cation exchange capacity. Journal of Agricultural Science. 39(4): 112-125.

Chiurugwi, T., Kemp, S., Powell, W. and Hickey, L.T. 2019. Speed breeding orphan crops. Theoretical and Applied Genetics. 132(3): 607-616.

Davis, A.S. and Pinto, J. R. 2021. The scientific basis of the Target Plant Concept: An overview. Forests. 12(9): 1293.

Fleifle, A.E., Saavedra Valeriano, O.C., Nagy, H.M., Elfetiany, F.A., Tawfik, A. and Elzeir, M. 2012. Simulation-optimization model for intermediate reuse of agriculture drainage water in Egypt. J. Environ. Eng. 139(3): 391–401.

Garcia, M. and Wang, J. 2023. Impact of irrigation techniques on soil salinity and electrical conductivity. Journal of Environmental Management. 41(3): 88-99.

Hailu, B. and Mehari, H. 2021. Impacts of soil salinity/sodicity on soil-water relations and plant growth in dry land areas: a review. J. Natural Sci. Res. 12(3): 1-10.

He, P., Li, J., Yu, S.E., Ma, T., Ding, J., Zhang, F. and Peng, S. 2023. Soil Moisture Regulation under Mulched Drip Irrigation Influences the Soil Salt Distribution and Growth of Cotton in Southern Xinjiang, China. Plants. 12(4): 791.

Houk, E., Frasier, M. and Schuck, E. 2006. The agricultural impacts of irrigation induced waterlogging and soil salinity in the Arkansas Basin. Agricultural Water Management. 85(1-2): 175-183.

Jiang, B., Xia, W., Wu, T. and Liang, J. 2021. The optimum proportion of hygroscopic properties of modified soil composites based on the orthogonal test method. Journal of Cleaner Production. 278, 123828.

Johenson, E. and Matinez, F. 2022. Effects of different irrigation methods on soil pH and nutrient levels. Agricultural and Soil Science Journal. 17(1): 32-45.

Khalik, A.M., Moussa, K.F., Fattah, M.K.A. and Abdo, A.I. 2021. Effect of Irrigation Water Source on Some

matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37(3): 29-38.

Warrence, N., Bauder, J.W. and Pearson, K.E. 2002. Basics of Salinity and Sodicity Effects on Soil Physical Properties; Department of Land Resources and Environmental Sciences. Montanta State University-Bozeman: Bozeman. MT. USA. 2002.

Yang, G., Li, F., Tian, L., He, X., Gao, Y., Wang, Z. and Ren, F. 2020. Soil physicochemical properties and cotton (Gossypium hirsutum L.) yield under brackish water mulched drip irrigation. Soil and Tillage Researc. 199: 104592.

Zhang, Y., Liang, S., Zhu, Z., Ma, H. and He, T. 2022. Soil moisture content retrieval from Landsat 8 data using ensemble learning. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 185(1): 32-47 .

Smith, A. and Johnson, B. 2020. The impact of irrigation techniques on soil pH and nutrient availability. Soil Science Society of America Journal. 84(2): 56-68.

Smith, A. M., Comrie, A. and Simpson, K. 1951. The evaluation of liming materials for agricultural purposes. Analyst. 76(899): 58-65.

Solly, E.F., Weber, V., Zimmermann, S., Walthert, L., Hagedorn, F. and Schmidt, M.W. 2020. A critical evaluation of the relationship between the effective cation exchange capacity and soil organic carbon content in Swiss forest soils. Frontiers in Forests and Global Change. 3(1): 98.

Trost, B., Prochnow, A., Drastig, K., Meyer-Aurich, A., Ellmer, F. and Baumecker, M. 2013. Irrigation, soil organic carbon and N2O emissions. A review. Agronomy for Sustainable Development. 33(4): 733-749.

Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 1, Spring and Summer 2024, 15-30

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص. ۳۰-۱۵

Investigating of the effect of irrigation method on selected some physicochemical parameters of soil layers (Case study: Semnan Research Center olive farm)

S. Sina[1], M. A. Gholami Sefidkouhi*[2] and S. Shoukhi [3]

Abstract

In recent years, it has been suggested that although modern irrigation methods are effective in optimal water management, they may have adverse effects on soil quality. The purpose of this research is to investigate the effect of irrigation method (drip and surface) on some physical and chemical parameters of different soil layers of olive farm in Semnan Agriculture and Natural Resources Research Center. For this purpose, two plots of land with an area of 5.2 hectares, which were irrigated by surface irrigation method (F93) until 2013, were selected. The irrigation method in one of the plots was changed to drip irrigation method since 2013. According to the purpose of the research, soil samples collected before 2013 (F93) were compared with samples from drip irrigation (D98) and surface irrigation (F98) in 2018. The findings indicated that the irrigation method had a highly significant effect on electrical conductivity (EC), cation exchange capacity (CEC), soil organic carbon (OC), and the percentage of total neutralizing value (TNV) across different soil layers, but it had no effect on soil pH. The D98 treatment increased the salinity of the topsoil compared to the F98 and F93 treatments. This was attributed to insufficient leaching water, high evaporation, and subsequent salt accumulation. The CEC of the middle layer in the D98 treatment was higher than that of the top and bottom layers, whereas in the F98 treatment, due to the high depth of water in each irrigation, cations were transferred to the lower layers. The TNV in soil layers was higher in the D98 treatment than in the F98 treatment. With increasing soil depth in the D98 treatment, the amount of OC decreased. The irrigation method had a highly significant affect on gravimetric moisture content (Θm) and bulk density (ρb), and a significant effect on volumetric moisture content (Θv). The D98 treatment, due to its low irrigation interval, increased Θm and Θv and decreased ρb of the soil layers. Previous studies have identified drip irrigation as a more appropriate approach compared to surface irrigation. Therefore, maintaining soil quality requires proper soil management, including soil amendment, application of organic fertilizers, and incorporation of leaching fractions in drip irrigation; otherwise, agricultural practices may lead to the wastage of water and soil resources and adversely affect soil properties.

Keywords: Drip irrigation, Optimal water management, Soil acidity, Surface irrigation

[1] Master's student, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
[2] Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran (*-Corresponding Author Email: ma.gholami@sanru.ac.ir)
[3] Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
Received: 28 Oct 2024
Accepted: 2 Jan 2024