Environment and
Water Engineering
ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

تأثیر سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بر تغییر برخی خصوصیات شیمیایی خاک

حمید زارع ابیانه، رسول یوسفی، مهدی جوزی، عباس عباسی و مسعود شاکرمی

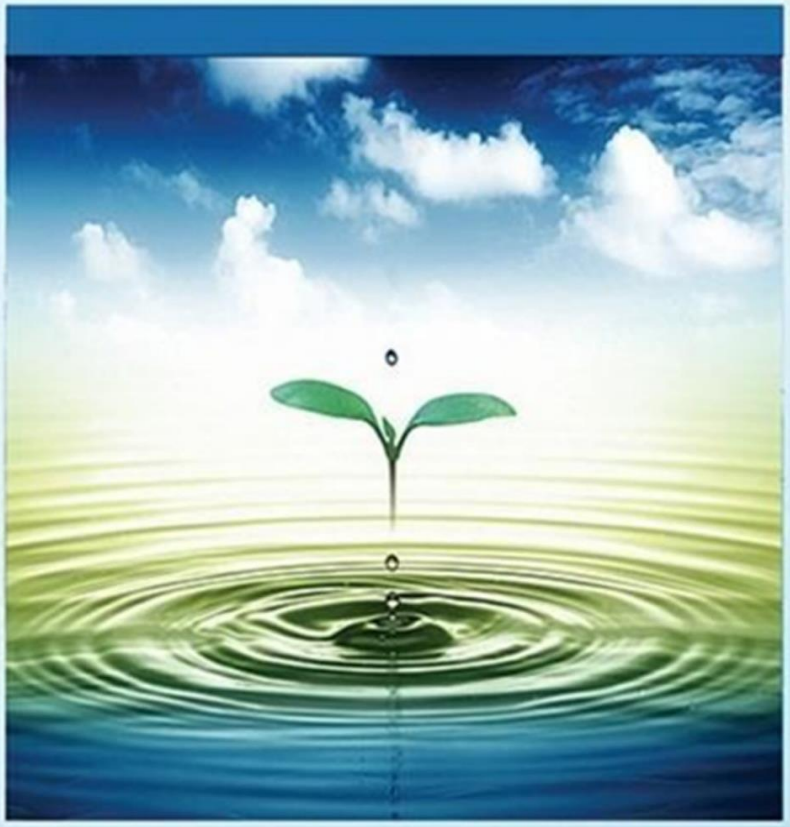
دوره ۷، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۶۲۸- ۶۱۵

Vol. 7(4), Winter 2021, 615-628

DOI: 10.22034/JEWE.2021.265344.1496

Effect of Pressurized Irrigation Systems on Changing Some Chemical Properties of Soil

Zare Abyaneh, H., Yousefi, R., Jovzi, M., Abbasi, A. and Shakarami, M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

زارع‌آبیانه، ح.، یوسفی، ر.، جوزی، م.، عباسی، ع. و شاکرمی، م. (۱۴۰۰). تأثیر سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بر تغییر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۴، صفحات: ۶۲۸-۶۱۵.

Citing this paper: Zare Abyaneh, H., Yousefi, R., Jovzi, M., Abbasi, A. and Shakarami, M. (2021). Effect of pressurized irrigation systems on changing some chemical properties of soil. Environ. Water Eng., 7(4), 615–628. DOI: 10.22034/JEWE.2021.265344.1496

مقاله پژوهشی

تأثیر سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بر تغییر برخی خصوصیات شیمیایی خاک

حمید زارع ابیانه[۱*]، رسول یوسفی[۲]، مهدی جوزی[۳]، عباس عباسی[۴] و مسعود شاکرمی[۵]

[۱]استاد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۳]استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
[۴]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
[۵]استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

[*]**نویسنده مسئول:** zare@basu.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۱۰/۱۲] **تاریخ بازنگری:** [۱۴۰۰/۰۱/۲۲] **تاریخ پذیرش:** [۱۴۰۰/۰۳/۱۸]

چکیده

در سالیان اخیر به‌دلیل محدودیت منابع آب در دشت ملایر، روش‌های آبیاری از سطحی به تحت‌فشار در حال تغییر است. هدف این پژوهش بررسی تغییرات کیفیت خاک به دلیل تغییر روش آبیاری بود. در این پژوهش ۱۴ مزرعه و دو باغ مجهز به سامانه‌ی آبیاری بارانی و قطره‌ای انتخاب و تغییرات کیفی خاک آن‌ها نسبت به مقادیر متناظر قبل از اجرا با آزمون آماری من‌ویتنی ارزیابی شد. پارامترهای کیفی خاک شامل اسیدیته (pH)، نیتروژن (N)، فسفر (P)، مواد آلی (C)، هدایت الکتریکی املاح (ECe) و پتاسیم (K) بود. نقشه پهنه‌بندی پارامترهای کیفی موردبررسی نیز با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS در قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار تهیه شد. نتایج نشان داد تفاوت بین مقادیر پارامترهای موردبررسی قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار شامل ECe، pH و C در سطح احتمال ۵٪ غیرمعنی‌دار و تغییرات P، K و N معنی‌دار بود. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفی بیان‌گر افزایش میانگین مقادیر pH، N، P و C به‌ترتیب از ۷/۷۲ به ۷/۸۰، ۰/۰۶۷ به ۰/۱۲۱ mg/kg، ۱۱/۰۱ به ۱۷/۹۵ mg/kg و ۰/۶۸ به ۰/۸۰٪ نسبت به قبل از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بود. اما مقادیر ECe و K خاک مزارع به‌ترتیب از ۱/۰۶ به ۰/۵۳ dS/m و ۲۵۵/۱ به ۱۵۶ mg/kg کاهش نشان داد. نتایج نشان داد تغییر روش آبیاری باعث کاهش پتاسیم و افزایش فسفر و نیتروژن خاک شد.

واژه‌های کلیدی: آبشویی؛ آبیاری بارانی؛ آزمون من‌ویتنی؛ شوری خاک

۱- مقدمه

تخریب خاک در اثر آبیاری به‌واسطه تجمع نمک یا سدیمی شدن آن، تهدیدی واقعی در تغییر خصوصیات زیست-شیمیایی و میکروبی زمین‌های کشاورزی است (Herrero and Covetta 2005; Rietz and Haynes 2003). یکی از راه‌کارهای کنترل روند افزایش شوری زمین‌های زراعی و کاهش املاح ورودی به اراضی تحت آبیاری، افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی است. ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی در قالب سه راه‌کار تغییر الگوی کشت به گیاهان کم‌آب‌بر، اصلاح روش آبیاری سنتی به سطحی مدرن و تغییر روش آبیاری سنتی به تحت‌فشار می‌باشد (Ebrahimi 2006). کشاورزانی که عموماً از روش جویچه‌ای جهت آبیاری محصولات استفاده می‌نمایند، نفوذ عمقی حاصل از انباشت آب بر سطح خاک در مقایسه با شرایط غیراشباع در روش آبیاری بارانی، باعث آبشویی کمتر و عبور غیریکنواخت آب از نیم‌رخ خاک می‌شود (Jury et al. 1991; Wallender and Tanji 2011). Baldock et al. (2000) بیان می‌دارند که روش‌های مختلف آبیاری بر کیفیت و کمیت خاک تأثیر دارند. Adejumobi et al. (2014) اثرات روش‌های آبیاری بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک را مطالعه نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد آبیاری باعث کاهش pH خاک، افزایش مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی[1] خاک می‌گردد. Emami (2012) به‌کارگیری شیوه‌های نوین آبیاری را از ضروریات روش‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت شیمیایی خاک در کشاورزی پایدار دانسته است. گزارش‌های متفاوتی از انباشت و تراکم نمک‌ها، تأثیر املاح بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش مقدار نمک خاک در فرآیند آبیاری تحت‌فشار وجود دارد (Wei et al. 2016).

Srinivasan and McDowell (2009) با مطالعه تأثیر آبیاری بر کیفیت خاک بیان می‌دارد که آبیاری باعث افزایش مواد آلی خاک می‌شود. نتایج تحقیقات Abedikopaei et al. (2003) نشان داد آبیاری بارانی به‌دلیل راندمان مناسب پخش آب و کاهش جریان‌های ترجیحی، موجب آبشویی بهتر و کاهش بیشتر شوری خاک می‌شود. Emadi (2017) با بررسی تأثیر سامانه‌های آبیاری بارانی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های منطقه سمنان نشان داد هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) در عمق ۳۰-۰cm اراضی تحت پوشش روش‌های آبیاری بارانی غلطان (ویل‌موو) و غرقابی کاهش و در روش آبیاری عقربه‌ای (سنترپی‌ووت) افزایش داشته است. Sharifipour et al. (2017) اعتقاد دارند پخش یکنواخت آب در سطح زمین می‌تواند موجب شستشوی یکسان نمک‌ها از تمام سطح زمین گردد که این مسئله از نقاط قوت آبیاری بارانی با آب شور به‌واسطه راندمان بالای شستشوی نمک نسبت به سایر روش‌های آبیاری می‌باشد. در مقابل Absalan and Dehghani Sanij (2015) در بررسی اجمالی طرح ۵۵۰ هزار هکتاری اراضی کشاورزی خوزستان نشان دادند عملکرد آبشویی خاک با وجود اقبال بیشتر کشاورزان به‌روش‌های نوین آبیاری، در آبیاری سطحی مناسب‌تر از آبیاری بارانی است. عملکرد پایین آب‌شویی در آبیاری بارانی نتیجه ضعف مدیریت آبیاری است. در مطالعه‌ای دیگر تأثیر روش‌های آبیاری تحت‌فشار قطره‌ای سطحی، قطره‌ای زیرسطحی و سطحی جویچه‌ای با هیدروفلوم بر چگونگی توزیع شوری در خاک انجام شد. بر اساس نتایج آن تحقیق، شوری خاک در آبیاری جویچه‌ای نسبت به دو روش قطره‌ای سطحی و زیرسطحی افزایش کمتری داشته که علت آن آبشویی بیش‌تر به‌واسطه حجم بیش‌تر آب مصرفی بود (Saleh and Hassanli 2014). در همین راستا Nassah et al. (2018) فزونی آب آبیاری نسبت به نیاز آبی واقعی محصول را علت اصلی آبشویی گزارش نمودند و نتایج آنان برای مزرعه‌ای در مراکش نشان داد آبیاری بیش ازحد با آب شیرین عامل کاهش شوری خاک است. اجرای سامانه آبیاری تحت‌فشار بر تغییرات املاح خاک تأثیر دارد. تغییر روش‌های آبیاری از سطحی و سنتی به تحت‌فشار و مدرن به‌دلیل محدودیت منابع آب امری اجتناب‌ناپذیر است که موجب تغییرات کیفی خاک‌های زراعی به‌واسطه ارتقاء راندمان آبیاری و کاهش آب مصرفی می‌گردد. خاک زراعی منبعی ارزشمند بوده که تهیه و توسعه نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر کیفی خاک، نقش مهمی در حفظ و مدیریت حاصلخیزی و توسعه پایدار هر منطقه ایفا می‌نماید (Nosratpour et al. 2010). ایجاد نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر کیفی خاک امکان تغذیه متعادل خاک و گیاه و تدارک و توصیه و عناصر غذایی برای مناطق مختلف مزرعه (دشت) را فراهم می‌سازد. ضمن آن‌که بخش اجرا نیز امکان تأمین سبدهای غذایی خاک و گیاه را به‌طور منطقه‌ای و مناسب برای کشاورزان خواهد یافت (Farajnia and Yarahmadi 2015). Shaabani and Delavar (2016)

[1]Cation exchange capacity

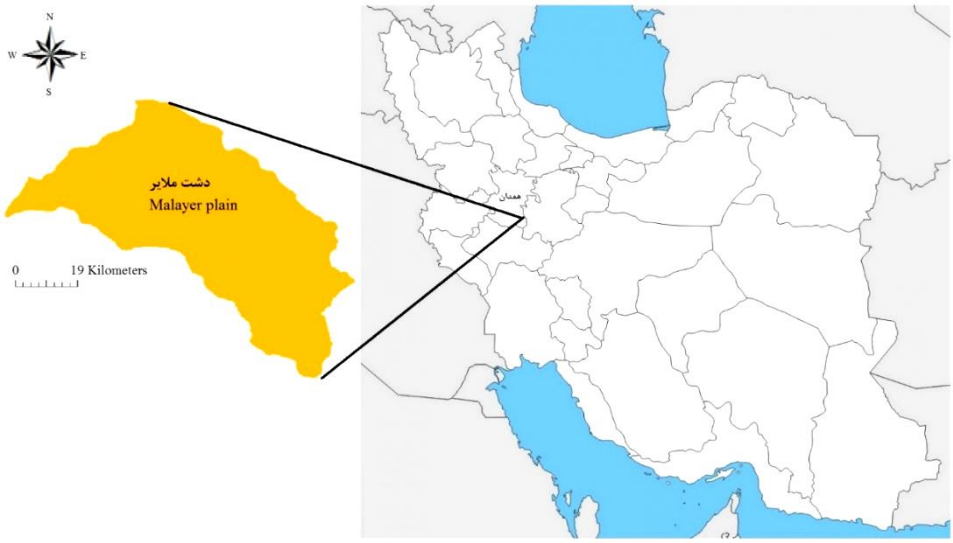
ایجاد نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر غذایی را راه‌کاری مناسب برای استفاده صحیح از کودهای شیمیایی دانستند. Bayat et al. (2016) نشان دادند پهنه‌بندی پراکنش عناصر غذایی و پارامترهای شیمیایی خاک می‌تواند نشان‌دهنده مشکلات احتمالی در زمین‌های مورد آبیاری باشد. بنابراین پهنه‌بندی پراکنش پارامترهای کیفی خاک در توجیه تغییر روش آبیاری با توجه به کمبود منابع آب، کنترل عناصر کیفی خاک و تصمیم‌گیری‌های مناسب در مدیریت کشاورزی کارایی دارد.

با توجه به بررسی منابع، پژوهشی که نشان‌دهنده‌ی تغییرات کیفیت خاک به‌دلیل تغییر روش آبیاری در دشت ملایر باشد، انجام‌نشده است. لذا هدف از انجام این پژوهش تعیین میزان تغییرات برخی پارامترهای کیفی موردراندازه‌گیری خاک به‌واسطه تغییر روش آبیاری از سطحی به تحت‌فشار و پهنه‌بندی کیفی خاک اراضی کشاورزی دشت ملایر با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردپژوهش

شهرستان ملایر در موقعیت جغرافیایی °۳۴ و '۴۵ تا °۳۴ و '۵۸ عرض شمالی و °۴۸ و '۲۱ تا °۴۹ و '۵۳ طول شرقی قرارگرفته و به‌عنوان دومین شهرستان بزرگ استان همدان می‌باشد. ارتفاع متوسط ملایر از سطح دریا ۱۷۸۰ m، میانگین دمای هوا ۸/۵ °C و مجموع بارندگی سالیانه آن ۳۲۶/۴ mm است. در شکل (۱) موقعیت دشت ملایر در ایران نشان داده‌شده است.



شکل ۱- موقعیت دشت ملایر در ایران

Fig. 1 Location of Malayer plain in Iran

۲-۲- انتخاب مزارع

در این مطالعه از ۲۰۸ طرح آبیاری بارانی اجراشده به مساحت ۲۵۹۱ ha و ۱۲ طرح آبیاری قطره‌ای به مساحت ۵۴ ha در شهرستان ملایر با حداقل عمر ۵ yr تعداد ۱۴ طرح آبیاری بارانی کلاسیک ثابت زیرزمینی به مساحت ۲۱۹ ha و ۲ طرح آبیاری قطره‌ای به مساحت ۱۷ ha به‌صورت تصادفی انتخاب شد. به‌عبارت‌دیگر از نظر تعداد و سطح طرح‌های آبیاری بارانی به‌ترتیب ۷ و ۹٪ و آبیاری قطره‌ای به‌ترتیب ۳۲ و ۹٪ طرح‌ها برای ارزیابی انتخاب شدند.

۲-۳- تعیین خصوصیات شیمیایی

اطلاعات اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی املاح (ECe)، کربن آلی (C)، پتاسیم قابل‌جذب (K)، فسفر قابل‌جذب (P) و ازت (N) خاک در زمان طراحی سامانه آبیاری، از دفترچه طراحی استخراج شد. هدف از این کار اطلاع بررسی تغییرات مقادیر مؤلفه‌های شیمیایی خاک پس از اجرای سامانه‌های آبیاری در مقایسه با مقادیر قبل از اجرا است. مقادیر متناظر با پارامترهای کیفی فوق نیز پس از بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری در سال ۱۳۹۷، برای مساحت طرح‌های کم‌تر از ۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ ha به‌ترتیب به تعداد ۱، ۲ و ۳ نمونه اندازه‌گیری شد. در مجموع در مزارع تحت پوشش آبیاری بارانی ۱۸ نمونه خاک از لایه ۰-۳۰ cm و در باغات تحت پوشش آبیاری قطره‌ای ۲ نمونه ترکیبی از سه لایه ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ cm برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن، کوبیدن با

چکش لاستیکی و عبور از الک ۲ mm تعیین بافت شدند و برای انجام آزمایش‌های شیمیایی آماده شدند. مقادیر pH و ECe خاک با دستگاه pH متر و هدایت‌سنج الکتریکی، کربن آلی به‌روش والکلی-بلاک[1]، K به‌روش شعله‌سنجی، P به‌روش اولسن[2]، و N به‌روش کجلدال[3]، اندازه‌گیری شد.

۲-۴- آنالیز آماری داده‌ها

داده‌های برداشت‌شده کیفیت خاک در دو دسته قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار دسته‌بندی شدند. سپس نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسیمرنوف[4] بررسی شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون من-ویتنی[5] در سطح احتمال ۱ و ۵٪ و بررسی آماری داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

۲-۵- پهنه‌بندی خصوصیات شیمیایی

جهت پهنه‌بندی پارامترهای کیفی خاک اراضی و برآورد مقادیر مجهول بین فواصل نمونه‌برداری، با توجه به ساختار مکانی متغیرها، از روش معکوس فاصله وزنی[6] (IDW) در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. روش معکوس فاصله وزنی، مقادیر متغیر در نقاط نمونه‌برداری نشده را به‌صورت رابطه (۱) تخمین می‌زند.

$$Z(X_o)=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{z(x_i)}{d_i^m}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{d_i^m}} \qquad (۱)$$

که، $\hat{Z}(X_o)$ پارامتر تخمینی، di فاصله اقلیدسی وابسته به نمونه i ام، z(xi) پارامتر معلوم، m عامل توان یا اصطکاک فاصله که مقدار دو لحاظ شد. n تعداد نقاط نمونه است. در روش IDW فرض بر آن است که مقدار برآورد هر یک از متغیرها تنها تابعی از ساختار مکانی همان متغیر است. دقت مناسب روش IDW برای تعداد داده‌های مشاهداتی کم از سوی Al-Ani et al. (2014) گزارش‌شده است. روش کار بدین ترتیب بود که ابتدا مختصات جغرافیایی هر یک از نمونه‌ها، به تفکیک متغیرهای کیفی مزارع، به‌عنوان پایگاه داده‌ها ایجاد شد. سپس با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی[7] (GIS)، خصوصیات هر نقطه، با توان دوم روش IDW به‌کل دشت ملایر تعمیم یافت. پهنه‌بندی‌ها برای هر متغیر کیفی در پنج طبقه و برای دو حالت قبل و بعد از اجرای طرح آبیاری تحت‌فشار صورت پذیرفت.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- خصوصیات شیمیایی خاک‌های اراضی

در این مطالعه، ویژگی‌هایی از خاک موردتوجه قرار گرفتند که اغلب تحت تأثیر روش آبیاری قرار می‌گیرند. جدول (۱) مشخصات آماری هر یک از پارامترهای اسیدیته (pH)، شوری (EC)، درصد کربن آلی (C)، پتاسیم (K)، فسفر (P) و ازت (N) مربوط به کیفیت خاک در قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری را نشان می‌دهد. جدول (۱) بر اساس اطلاعات نمونه‌های شماره ۱ تا ۱۸ از ۱۴ مزرعه مجهز به آبیاری بارانی، نمونه‌های ۱۹ تا ۲۰ از دو باغ مجهز به آبیاری قطره‌ای و میانگینی از تمام نمونه‌ها می‌باشد. در انتهای جدول (۱) نیز آماره‌های درصد تغییرات، میانگین، انحراف معیار، آزمون کولموگروف-اسیمرنوف (K-S) و آزمون معنی‌داری[8] (.Sig) محاسبه شد. با اجرای آزمون کلموگروف-اسیمرنوف (K-S) و محاسبه آماره معنی‌داری برای داده‌های قبل و بعد از اجرای سامانه‌های آبیاری مشخص گردید تمامی داده‌ها به‌جز داده‌های شوری خاک (ECe) غیر نرمال می‌باشند (جدول ۱). به‌عبارت‌دیگر دیگر ۸۳/۳٪ داده‌ها شامل داده‌های pH، C، K، P و N به‌علت بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بودن آماره .Sig غیر نرمال و ۱۶/۷٪ از داده‌های ECe به‌دلیل کمتر بودن آماره .Sig از مقدار ۰/۰۵، نرمال می‌باشد (جدول ۱). در تفسیر معنی‌داری تغییرات مدنظر باید عنوان نمود که بزرگ‌تر (مساوی) بودن قدر مطلق آماره Z از مقدار ۱/۹۶ دلالت بر معنی‌داری اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بر تغییرات هر یک از پارامترهای کیفی خاک دارد. مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آماره Z با آزمون من‌ویتنی در جدول (۱) نشان داد که تغییرات پارامترهای K، P و N به‌واسطه اجرای آبیاری تحت‌فشار در سطح ۱٪ معنی‌دار و تغییرات pH، ECe و C غیر معنی‌دار است. تغییرات پارامترهای کیفی خاک بیان‌گر کاهش میانگین K نمونه‌ها به میزان ۳۴/۳۶٪ و افزایش میانگین pH، ECe، C، P و N به

[1]Walkley-Black
[2]Olsen
[3]Kjeldahl method
[4]Klomograf Smirnoff
[5]Mann-Whitney test
[6]Inverse distance weighting
[7]Geographic Information System
[8]Significant

میزان ۱/۰۵، ۷/۲۹، ۳۱/۹۵، ۱۷۹/۷۳، ۱۰۵/۴٪ پس از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار است. مطابق نتایج جدول (۱) مقدار pH یا قلیائیت ۱۲ نمونه خاک نسبت به زمان طراحی افزایش، دو نمونه بدون تغییر و شش نمونه کاهش داشته است. بیش‌ترین مقدار افزایش قلیائیت در یکی از سه نمونه مزرعه یک به‌میزان ۱۲/۸۲٪ و بیش‌ترین مقدار کاهش به‌میزان ۵/۰۶٪ در مزرعه نه مشاهده گردید (جدول ۱). میانگین تغییرات افزایشی قلیائیت خاک در تمامی نمونه‌های خاک ۱/۰۵٪ است که مقداری غیرمعنی‌دار است. افزایش pH خاک عموماً نتیجه، استفاده از کودهای شیمیایی و تجمع بازهای تبادلی خاک می‌باشد که سبب کاهش اثربخشی آبشویی خاک و اختلال در جذب عناصر غذایی گیاهان می‌گردد (Ramezani et al. 2015). به‌عبارت‌دیگر دیگر افزایش pH موجب افزایش تراکم بار منفی رس‌ها و افزایش نیروی دافعه بین رس‌ها می‌گردد که با حضور کاتیونی مانند سدیم، لایه دوگانه پخشیده خاک افزایش، پایداری خاکدانه‌ها کاهش و جذب عناصر کم‌مصرف خاک محدود می‌شود (Ramezani et al. 2015). عموماً استفاده از کودهای شیمیایی و یا دامی جهت تأمین مواد غذایی در زمین‌های زراعی که منجر به افزایش EC می‌گردد سبب کاهش pH خاک می‌شود (Wei et al. 2016). در این راستا کودهای ازته ضمن تأمین ازت موردنیاز گیاهان موجب کاهش pH خاک، و کودهای فسفاته و پتاسه ضمن افزایش فسفر و پتاسیم خاک موجبات افزایش pH خاک می‌شوند. در مقابل pH خاک باغات تحت پوشش آبیاری قطره‌ای در نمونه شماره ۱۹ (باغ شماره ۱۵) به‌میزان ۱/۲۴٪ کاهش و نمونه شماره ۲۰ (باغ شماره ۱۶) بدون تغییر بوده است. این شرایط می‌تواند نتیجه استفاده از کودهای دامی، کفایت آب آبیاری و بهبود شرایط بیولوژیکی خاک باغات باشد که هم‌راستا با تحقیقات Hervas et al. (1989) و Marinari et al. (2000) است. شوری یا هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) مهم‌ترین پارامتر کیفی خاک است که در ۶۰٪ از نمونه‌ها، با مقادیر متفاوتی از کاهش در حد ۷/۴۱ تا ۸۲/۶۱٪ و در ۴۰٪ از نمونه‌ها با مقادیر متفاوتی از افزایش در حد ۵۷/۶۹ تا ۱۸۱/۲۵٪ مواجه بوده است (جدول ۱). در مجموع شوری خاک در اثر اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار به‌طور میانگین، ۷/۲۹٪ افزایش غیر معنی‌دار داشته است.

جدول ۱- تغییرات پارامترهای کیفی خاک مزارع آبیاری تحت‌فشار

Table 1 Changes in soil quality parameters of pressurized irrigation fields

Number		pH before	pH after	Changes	ECe before	ECe after	Changes	C before	C after	Changes
Field	Sample	Implementation (-)		(%)	Implementation (dS/m)		(%)	Implementation (%)		(%)
1	1	7.75	7.80	0.65	0.56	0.50	-10.70	0.76	0.90	18.42
	2	7.70	7.90	2.60	0.88	0.50	-43.18	1.10	1.10	0.00
	3	7.80	8.80	12.82	2.80	0.60	-78.57	0.30	1.20	300.00
2	4	7.65	7.80	1.96	1.02	0.40	-60.78	0.40	0.70	75.00
3	5	7.90	7.70	-2.53	0.34	0.60	76.47	0.94	0.90	-4.26
4	6	7.41	7.50	1.22	0.26	0.41	57.69	1.05	0.80	-23.81
5	7	7.60	7.70	1.32	6.60	1.40	-78.78	0.55	0.90	63.64
6	8	7.68	7.70	0.26	1.20	0.40	-66.67	0.62	0.70	12.90
	9	7.67	7.80	1.70	0.25	0.50	100.00	0.82	0.60	-26.83
7	10	7.86	7.80	-0.76	0.32	0.90	181.25	0.45	0.50	11.11
8	11	7.80	7.80	0.00	2.30	0.40	-82.61	1.10	0.20	-81.82
	12	7.8	7.60	-2.56	0.77	0.50	-35.06	0.91	0.30	-67.03
9	13	7.90	7.50	-5.06	0.25	0.50	100.0	0.66	0.70	6.06
10	14	7.79	7.90	1.41	0.247	0.40	60.00	0.33	0.40	21.21
11	15	7.67	7.80	1.70	0.24	0.40	66.67	0.52	0.50	-3.85
12	16	7.59	7.80	2.77	0.30	0.50	66.67	0.60	0.70	16.67
13	17	7.70	7.50	-2.60	1.30	0.50	-61.54	0.89	1.10	23.60
14	18	7.30	7.90	8.22	0.55	0.50	-9.09	0.52	0.30	-42.31
15	19	8.10	8.00	-1.24	0.54	0.50	-7.41	0.87	2.90	233.30
16	20	7.75	7.75	0.00	0.42	0.30	-28.6	0.29	0.60	106.90
Average		7.72	7.80	+1.05	1.06	0.53	+7.29	0.68	0.80	+31.95
Standard deviation		0.039	0.061	-	1.479	0.829	-	16.17	1.77	-

Number		pH before	pH after	Changes (%)	ECe before	ECe after	Changes (%)	C before	C after	Changes (%)
Field	Sample	Implementation (-)			Implementation (dS/m)			Implementation (%)		
K-S		1.16	0.631	-	1.608	1.209	-	1.028	0.482	-
Sig		0.133	0.821	-	0.011	0.069	-	0.241	0.974	-
z		-	-	1.148 ns	-	-	0.286 ns	-	-	0.339 ns
	1	460	130	-71.74	3.2	9.2	187.50	0.080	0.132	65.0
1	2	345	170	-50.72	7.8	24.8	217.95	0.110	0.163	48.2
	3	290	180	-37.93	9.8	28.0	185.71	0.030	0.156	420.0
2	4	310	190	-38.71	20.8	15.9	-23.56	0.040	0.116	190.0
3	5	273	150	-45.05	18.8	17.3	-7.98	0.090	0.135	50.0
4	6	228	110	-51.82	6.8	19.1	180.88	0.105	0.127	21.0
5	7	133	70	-47.37	4.0	9.5	137.50	0.050	0.131	162.0
6	8	370	250	-32.43	17.6	12.7	-27.84	0.060	0.113	88.3
	9	354	230	-35.08	19.4	11.0	-43.30	0.082	0.098	19.5
7	10	160	60	-62.50	6.8	12.0	76.47	0.040	0.103	157.5
8	11	320	150	-53.13	25.0	24.1	-3.60	0.110	0.066	-40.0
	12	250	140	-44.00	10.0	22.1	121.00	0.090	0.084	-6.7
9	13	200	70	-65.00	7.3	9.2	26.03	0.060	0.109	81.7
10	14	104	180	73.08	13.2	15.9	20.45	0.030	0.083	176.7
11	15	160	100	-37.50	5.0	16.7	234.00	0.050	0.098	96.0
12	16	210	130	-38.10	8.1	13.5	66.67	0.060	0.12	100.0
13	17	300	330	10.00	19.4	31.2	60.82	0.090	0.148	64.4
14	18	204	90	-55.93	11.6	6.3	-45.69	0.05	0.074	48.0
15	19	255	210	-17.65	3.8	31.6	731.58	0.09	0.282	213.3
16	20	175	200	14.29	1.8	28.8	1500.00	0.03	0.076	153.3
Average		255.09	156.0	-34.36	11.01	17.95	+179.73	0.067	0.121	+105.4
Standard deviation		22.43	15.07	-	0.006	0.01	-	0.059	0.127	-
K-S		0.408	0.40	-	0.593	0.734	-	0.806	0.697	-
Sig		0.996	0.997	-	0.874	0.654	-	0.535	0.716	-
z		-	-	3.018 **	-	-	2.597 **	-	-	4.008 **

افزایش شوری خاک موجب کاهش پتانسیل‌های ماتریک و اسمزی آب خاک (با لحاظ علامت منفی)، افزایش غلظت نمک‌های محلول ناشی از کاهش رطوبت خاک در فاصله زمانی مابین دو آبیاری و کاهش عملکرد محصول می‌شود. جذب آب و عملکرد محصول رابطه تنگاتنگی با زمان و میانگین مجموع پتانسیل ماتریک و پتانسیل اسمزی آب خاک در ناحیه ریشه دارد. لذا پس از آبیاری، ریشه گیاهان ترجیحا آب را از اعماق دارای پتانسیل آبی بالا در اعماق فوقانی کم شورتر خاک و پس‌ازآن از اعماق پایین‌تر (شورتر) جذب می‌کند. برای حداقل‌سازی آثار مضر شوری و کاهش تنش ماتریک، می‌توان از روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی با دور آبیاری کوتاه استفاده کرد. عموماً آبیاری بارانی در مقایسه با آبیاری غرقابی نمک بیشتری را در هر واحد حجم آبشویی برطرف می‌سازد. راندمان بیشتر دفع نمک در آبیاری بارانی را می‌توان تحت تأثیر هم‌زمان دو فرآیند جابجایی[1] یا حرکت نمک‌های محلول همراه با آب آبیاری و پخشیدگی[2] یا حرکت مستقل املاح محلول ناشی از گرادیان غلظت دانست. معمولاً در روش آبیاری سطحی، غالب بودن فرآیند جابجایی درحرکت آب و املاح و متفاوت بودن سرعت جریان آب به‌دلیل غیر یکنواخت بودن توزیع اندازه خلل و فرج خاک موجب جابجایی نمک در خلل و فرج بزرگ خاک، در مسیر حرکت کرم‌های خاکی، منافذ حاصل از ریشه‌های قدیمی و دور زدن حرکت آب در منافذ کوچک خاک می‌شود. در آبیاری بارانی راندمان آبشویی نمک به‌دلیل کم بودن سرعت و مقدار جریان آب و حذف عمل دور زدن منافذ کوچک بین خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. آبیاری بارانی این مزیت را دارد که آب را به‌صورت یکنواخت بر سطح خاک پخش کرده و با ایجاد جریان‌های غیراشباع و کاهش آب متحرک، سبب افزایش راندمان آبشویی املاح در مقایسه با سایر روش‌ها می‌گردد (Sharifipour et al. 2017). از طرفی در اغلب

[1]Convection

[2]Diffusion

خاک‌های مناطق خشک، بار منفی ذرات رس موجب تأخیر در آبشویی یون‌های مثبت از طریق جذب و در نتیجه آبشویی بیشتر یون‌های منفی و تسریع نسبی در انتقال آن‌ها از طریق فرآیندهای تبادلی می‌شود. در نمونه‌های شماره ۱۹ و ۲۰ که مربوط به باغات می‌باشد مقادیر ECe به‌ترتیب ۲۸/۶ و ۷/۴٪ کاهش یافته است (جدول ۱). کاهش شوری از یک‌سو موجب کاهش فشار اسمزی محلول خاک، افزایش جذب آب به‌وسیله ریشه گیاه، افزایش رشد و توسعه ریشه گیاه و از سوی دیگر افزایش فعالیت‌های آنزیمی خاک به‌دلیل افزایش فعالیت‌های موجودات زنده خاک می‌شود. کاهش ECe در باغات با تحقیقات Jami et al. (2018) مبنی بر ایجاد محیط مطلوب برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک به‌واسطه استفاده متعادل از کود دامی و عدم استفاده از کودهای شیمیایی به‌وسیله باغداران، هم‌خوانی دارد. ضمن آن‌که کاهش ECe توسط Wei et al. (2016) گزارش شده است.

کربن آلی یک جزء مهم در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک محسوب می‌شود که در هفت مورد از اندازه‌گیری‌ها، کربن آلی زمین‌های زراعی کاهش و در ۱۳ مورد دیگر افزایش‌یافته است (جدول ۱). بیش‌ترین میزان افزایش کربن آلی به‌میزان ۲۳۳/۳ و ۱۰۶/۹٪ در خاک‌های باغی به‌واسطه وجود پوشش درختی، تجزیه بقایای گیاهی و برگ‌های گیاهان در اثر رطوبت ناشی از دور کوتاه آبیاری، توان حفظ رطوبت خاک و پویایی بوم‌شناسی اندازه‌گیری شد. کاهش کربن آلی خاک در کاربری‌های زراعی تحت پوشش آبیاری بارانی می‌تواند به‌دلیل برداشت بخش عمده پوشش گیاهی، عدم بازگشت بقایای گیاهی، تسریع در تجزیه بیولوژیکی مواد آلی طی عملیات شخم و هدر رفت مواد آلی از طریق آبشویی باشد که با یافته‌های Pichand (2017) مطابقت دارد. در مجموع افزایش کربن آلی می‌تواند موجب افزایش جذب آب در ریشه به‌واسطه کاهش ECe، افزایش فعالیت موجودات زنده خاک، تولید و ترشح مواد آلی به‌وسیله ریشه و موجودات زنده خاک گردد.

نتایج به‌دست‌آمده برای عنصر پتاسیم (K) نیز نشان داد کاهش میانگین پتاسیم تمامی نمونه‌ها از ۲۵۵/۰۹ به ۱۵۶ mg/kg خاک به‌میزان ۳۴/۳۶٪ اتفاق افتاده است (جدول ۱). به‌طوری‌که در ۸۵٪ از نمونه‌ها کاهش معنی‌دار پتاسیم در سطح ۱٪ مشاهده شد. کاهش غلظت پتاسیم خاک در هر دو کاربری زراعی و باغی ممکن است در اثر جذب آن به‌وسیله گیاهان و مصرف کم کودهای پتاسه از سوی کشاورزان باشد. در کاربری زراعی تحت پوشش آبیاری بارانی کمتر بودن پوشش گیاهی و راندمان بالای آبشویی را می‌توان از دلایل عمده کاهش پتاسیم خاک دانست. علاوه بر آبشویی پتاسیم، نیازمندی گیاهان به آن پس از نیتروژن نیز در کاهش پتاسیم خاک مؤثر است (Salardini 2012). بیش‌ترین کاهش K به‌میزان ۷۱/۷۴٪ در نمونه خاک شماره یک و بیش‌ترین افزایش K در خاک مزرعه شماره ۱۰ به‌میزان ۷۳/۰۸٪ مشاهده شد. از نتایج دیگر مشهود در جدول (۱) تغییرات کمتر مقادیر K در خاک باغ‌های مجهز به سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای (نمونه‌های شماره ۱۹ و ۲۰) نسبت به اراضی زراعی مجهز به سامانه‌ی آبیاری بارانی است. بیشتر بودن مواد آلی و به‌تبع بهبود وضعیت فیزیکی خاک در کاربری باغی به‌دلیل استفاده از کودهای دامی، موجب جذب سطحی بیشتر پتاسیم قابل‌جذب و تلفات کمتر آن شده است.

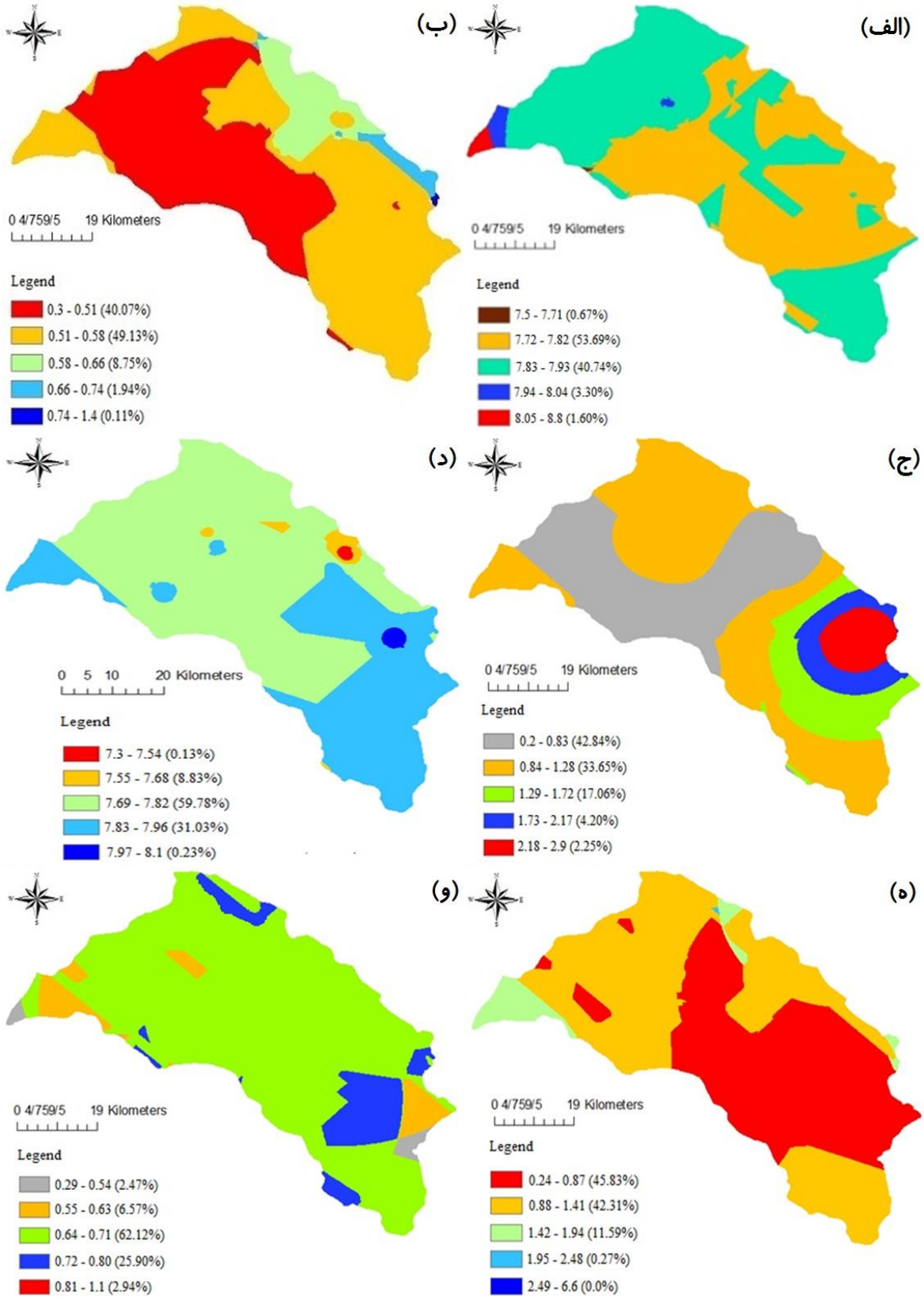
فسفر از عناصر غذایی دیگری است که مقدار میانگین آن به‌صورت معنی‌داری پس از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار حدود ۱۷۹٪ افزایش یافت (جدول ۱). افزایش فسفر خاک به‌دلیل استفاده از کودهای دامی به‌عنوان یکی از منابع غنی فسفر (Baghdadi et al. 2018) و کودهای شیمیایی فسفاته و تبدیل باقی‌مانده گیاهی به مواد آلی می‌باشد. جدول (۱) نشان می‌دهد در ۱۴ نمونه از خاک‌ها (۷۰٪ نمونه‌ها) میزان فسفر خاک نسبت به قبل اجرای سامانه‌ی آبیاری تحت‌فشار افزایش و در شش نمونه از خاک‌ها (۳۰٪ نمونه‌ها) کاهش‌یافته است. از دلایل کاهش فسفر در تعدادی از نمونه‌های خاک می‌توان به آبشویی فسفر، جذب فسفر به‌وسیله گیاه و خروج آن به‌دلیل برداشت محصول اشاره کرد. بیشترین میزان افزایش فسفر خاک در اراضی باغی تحت پوشش سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای مشاهده گردید که می‌تواند نتیجه افزایش مواد آلی بازگشتی از شاخ و برگ درختان به خاک و تجزیه آن‌ها در حضور رطوبت حاصل از دور کوتاه آبیاری قطره‌ای و استفاده از کودهای دامی باشد. استفاده از کودهای دامی علاوه بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز عمل می‌نماید (Madrid et al. 2007).

بررسی میزان نیتروژن خاک قبل از اجرای سامانه‌ی آبیاری تحت‌فشار، نشان داد مقدار آن بین حداقل ۰/۰۳٪ تا حداکثر ۰/۱۱٪ و دامنه تغییرات آن پس از اجرای سامانه‌ی آبیاری ۰/۰۶۶ تا ۰/۲۸۲٪ بود (جدول ۱). میانگین مقدار N قبل از اجرای سامانه‌ی آبیاری در تمامی مزارع ۰/۰۶۷٪ بود که با اجرا و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار با افزایش معنی‌دار در سطح ۱٪ به ۰/۱۲۱٪ افزایش یافت (جدول ۱). بر اساس جستجوهای میدانی از کشاورزان به‌نظر می‌رسد دلیل بالا رفتن میزان ازت خاک مزارع مصرف زیاد کودهای ازته از جمله کود اوره باشد. درحالی‌که باغداران عنوان نمودند که برای تأمین نیاز غذایی درختان تنها از کودهای دامی بهره می‌گیرند که با بهبود وضعیت فیزیکی خاک باغات سبب تثبیت ازت در خاک شده است. اجرای سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای منجر به کاهش مقدار ECe و افزایش نیتروژن خاک در باغات گردید (جدول ۱). Khalilzade et al. (2016) نشان دادند روند تغییرات نیتروژن و هدایت الکتریکی خاک عکس همدیگر می‌باشد مگر آن‌که دیگر عناصر کودهای شیمیایی موجب واجذب نیتروژن به محلول خاک و آبشویی آن به‌دلیل عدم جذب نیتروژن به رس‌های خاک به‌واسطه بار منفی گردند.

۳-۲- پهنه‌بندی خصوصیات شیمیایی

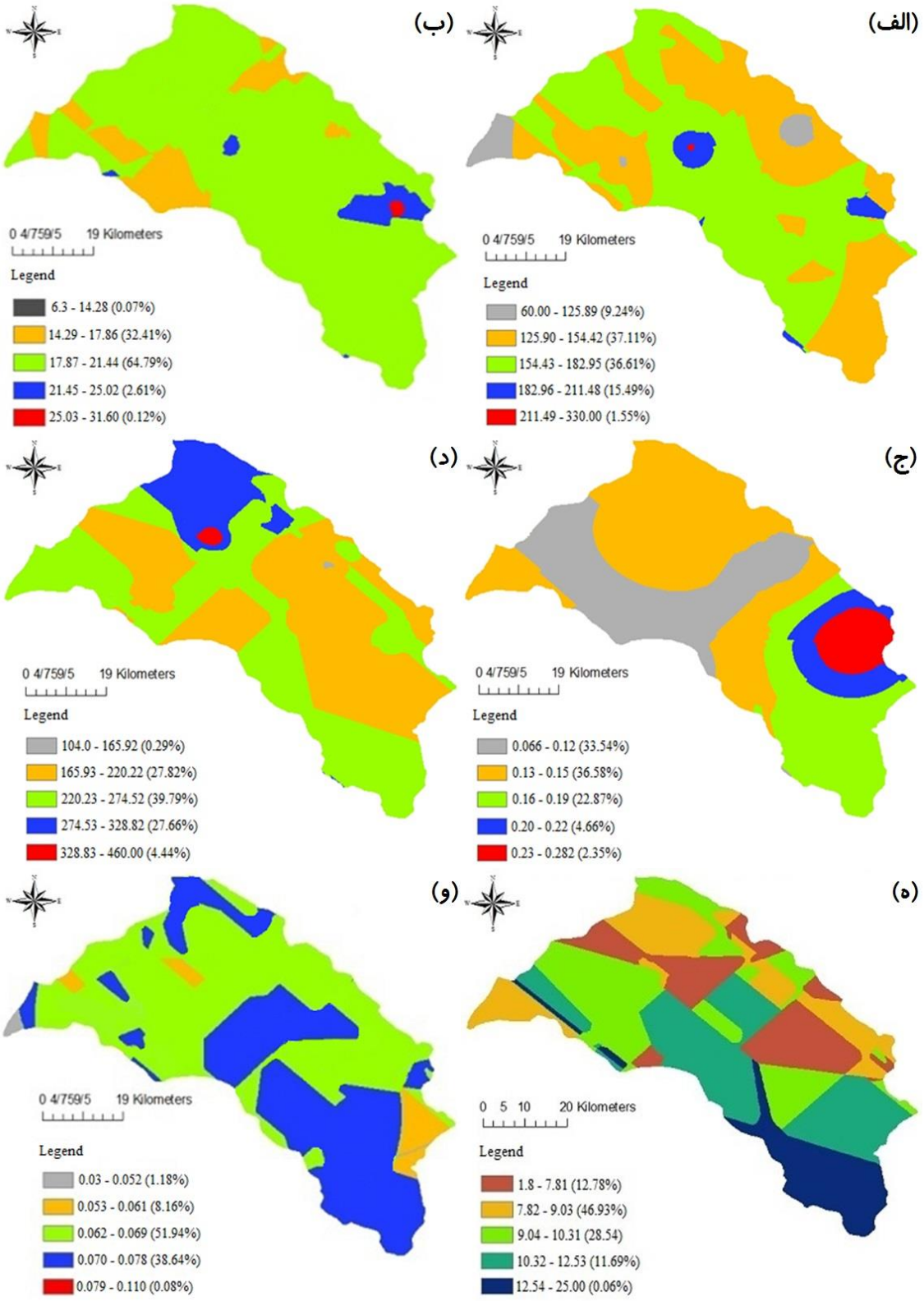
در شکل (۲) تغییرات مکانی pH، EC و C خاک و تغییرات زمانی آن‌ها در قالب نقشه‌های پهنه‌بندی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در قبل و بعد از به‌کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری برای دشت ملایر ارائه‌شده است. تغییرات ایجادشده برای هر یک از عناصر کیفی در پنج بازه رنگ‌بندی با درج مقدار حداقل تا حداکثر و درصد سطح مربوط به هر بازه آمده است. نتایج پهنه‌بندی مربوط به پارامترهای کیفی قبل از اجرای سامانه‌ی آبیاری تحت‌فشار نشان داد pH خاک در ۹۰/۸۱٪ از دشت ملایر در بازه ۷/۶۹ تا ۷/۹۶ بود. با اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار مقدار pH خاک در ۹۴/۴۳٪ از سطح دشت به بازه ۷/۷۲ تا ۷/۹۳ تغییر یافت (شکل ۲). Salardini (2012) تغییرات کم در pH خاک را مقاومت خاک به‌دلیل خاصیت بافری در مقابل تغییرات ذکر کرده‌اند. میزان هدایت الکتریکی خاک قبل از اجرای سامانه‌ی آبیاری تحت‌فشار در ۸۸٪ از اراضی دشت کمتر از ۱/۴۱ dS/m است که با اجرای آبیاری تحت‌فشار میزان شوری در ۸۹٪ از اراضی به کمتر از ۰/۵۸ dS/m کاهش یافت (شکل ۲). بنابراین کاشت و پرورش محصولات از نظر شوری فاقد محدودیت است. کاهش شوری خاک با مطالعات Abedikopaei et al. (2003) و Sharifipour et al. (2017) مبنی بر نقش آبیاری بارانی بر کاهش شوری خاک در مقایسه با آبیاری سطحی هم‌خوانی دارد. به‌نظر می‌رسد سامانه‌های نوین آبیاری به‌دلیل راندمان مناسب پخش و توزیع یکنواخت آب ضمن کاستن از مصرف کود و مواد غذایی از تجمع املاح در خاک جلوگیری می‌نمایند. در مجموع کم بودن EC اولیه خاک و به‌تبع کاهش مقدار آن پس از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار موجب حفظ و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و فعالیت ریشه گیاهان می‌شود که نتیجه آن می‌تواند به بهبود وضعیت عملکرد محصولات زراعی بیانجامد (Bayat et al. 2016). در همین راستا Schleiff (2008) اعتقاد دارد در خاک‌های شور گیاه با کاهش طول ریشک‌ها میزان تحمل به شوری را افزایش داده و در خاک‌های با درجه شوری کمتر گیاه با افزایش طول ریشک‌ها ضمن افزایش ناحیه‌ی فعالیت‌های ریشه سبب افزایش سطح تحمل گیاهان به شوری می‌شوند.

کربن آلی خاک دارای بیش‌ترین تأثیر و سهم در میزان حاصل‌خیزی خاک بوده که مقدار آن در ۹۸٪ از منطقه قبل از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار بین mg/kg ۲۹/۸۰-۰/۰ خاک می‌باشد. با اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار میزان کربن آلی خاک در ۹۷/۷۵٪ از وسعت منطقه به mg/kg ۲۰/۱۷-۰/۲ خاک تغییر یافت. اضافه شدن بقایای گیاهی و کودهای دامی در باغات و فساد ریشه و بقایای گیاهان زراعی در خاک‌های زراعی موجب افزایش کربن آلی خاک می‌شوند. در باغات فزونی ترشحات ریشه به‌دلیل عمیق‌تر بودن آن و استفاده بیش‌تر از کود دامی موجب سهم بیش‌تری از افزایش کربن شده است. در مقابل سهم زمین‌های زراعی در افزایش کربن آلی به‌دلیل برداشت بخش هوایی گیاه، فعالیت کمتر ریشه، سطحی بودن منطقه فعالیت ریشه و فساد سطحی ریشه و بقایای باقی‌مانده گیاهی کمتر است (Bayat et al. 2016). در کل میزان افزایش کربن آلی در هر دو سطح زراعی و باغی می‌تواند ناشی از توزیع یکنواخت رطوبت در سطوح مورد آبیاری تحت‌فشار، فعالیت بیش‌تر ریشه، فسادپذیری ریشه و باقی‌مانده‌های گیاهی باشد.



شکل ۲- پهنه‌بندی: الف- اسیدیته (pH)، ب- هدایت الکتریکی (EC) و ج- کربن آلی (C) خاک بعد از اجرای آبیاری تحت‌فشار و د- اسیدیته (pH)، ه- هدایت الکتریکی (EC) و و- کربن آلی (C) خاک قبل از اجرای آبیاری تحت‌فشار در دشت ملایر

Fig. 2 Zoning of a) acidity (pH), b) electrical conductivity (EC) and c) organic matter (C) of soil after the implementation of pressurized irrigation and d) acidity (pH), e) electrical conductivity (EC) and f) organic matter (C) of soil before the implementation of pressurized irrigation in Malayer plain



شکل ۳- پهنه‌بندی: الف- پتاسیم (K)، ب- فسفر (P) و ج- نیتروژن (N) خاک بعد از اجرای آبیاری تحت‌فشار و د- پتاسیم (K)، ه- فسفر (P) و و- نیتروژن (N) خاک قبل از اجرای آبیاری تحت‌فشار در دشت ملایر

Fig. 3 Zoning of a) potassium (K), b) phosphorus (P) and c) nitrogen (N) of soil after the implementation of pressurized irrigation and d) potassium (K), e) phosphorus (P) and f) nitrogen (N) of soil before the implementation of pressurized irrigation in Malayer plain

در شکل (۳) تغییرات مکانی پتاسیم (K)، فسفر (P) و نیتروژن (N) خاک و تغییرات زمانی آن‌ها در قالب نقشه‌های پهنه‌بندی در قبل و بعد از به‌کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری برای دشت ملایر ارائه‌شده است. مقدار پتاسیم در سطح اراضی موردمطالعه از دامنه mg/kg ۱۰۴-۴۶۰ در قبل از اجرای آبیاری تحت‌فشار به دامنه mg/kg ۶۰-۳۳۰ بعد از اجرای سامانه‌ی آبیاری کاهش یافت (شکل ۳). در زمان بعد از اجرای سامانه‌ی آبیاری با حذف دو دامنه پایین و بالای پتاسیم می‌توان اظهار داشت که میزان پتاسیم حدود ۹۰٪ اراضی در دامنه mg/kg ۹/۴۸-۱۲۵/۲۱۱ خاک است. میزان پتاسیم در خاک‌های کشاورزی باید در حد ۱۵۰ تا mg/kg ۱۸۰ باشد که معمولاً به‌دلیل رعایت مسائل مربوط به آبشویی و هدررفت، خاک‌های با پتاسیم کمتر از mg/kg ۲۵۰ را کوددهی می‌کنند. شکل (۳) کمبود پتاسیم از سطح توصیه‌شده mg/kg ۲۵۰ در ۹۸/۴۵٪ از سطح منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد که در مدیریت عناصر غذایی باید مدنظر قرار گیرد. شکل (۳) نشان می‌دهد اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار با حذف دامنه‌های پایین و بالای فسفر خاک موجب متعادل شدن میزان فسفر بخش اعظمی از اراضی (۹۹/۸۱٪) در دامنه mg/kg ۲۵/۰۲– ۱۴/۲۹ خاک شده است. به‌نظر می‌رسد در روش آبیاری سنتی، آبیاری بیش‌ازاندازه در بخش‌هایی از مزارع موجب آبشویی فسفر و کم‌آبیاری در بخش‌های دیگری از مزارع سبب تجمع فسفر می‌گردد. این امر از یک‌سو موجب آلودگی محیط زیستی به خاطر پرغذایی[1] می‌گردد و از سوی دیگر لزوم استفاده از کودهای دامی و شیمیایی در مناطق دارای دامنه‌های کم فسفر را نشان می‌دهد (Bayat et al. 2016). درحالی‌که یکنواختی توزیع رطوبت در آبیاری تحت‌فشار به‌عنوان یکی از ویژگی‌های مطلوب، موجب توزیع مناسب‌تر فسفر ناشی از مصرف کودهای شیمیایی در سرتاسر منطقه مورد آبیاری و ایجاد شرایط تعادلی شده است. یکی از دلایل تغییرات بالای فسفر قابل‌جذب در آبیاری سطحی می‌تواند مقادیر متفاوت آبیاری در سطح مزارع باشد که آبیاری تحت‌فشار دامنه این تغییرات را تا حدود زیادی کاهش داده است. دامنه‌ی تغییرات نیتروژن خاک قبل از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار mg/kg ۰/۰-۰۳/۱۱ و پس از اجرای سامانه‌های آبیاری با رشد حدود ۸۱٪ به mg/kg ۰/۰-۰۶۶/۲۸ افزایش یافت (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش نیتروژن خاک علاوه بر استفاده از کودهای نیتروژنه و عملیات کشاورزی مداوم، افزایش سطح حاصلخیزی خاک به‌واسطه افزایش کربن آلی خاک باشد. مواد آلی عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن در خاک محسوب می‌شوند که در این روند تأثیر بسزایی دارند. Shaabani and Delavar (2016) بالا بودن مقادیر نیتروژن کل در اراضی دانشگاه زنجان را به بالا بودن مقادیر کربن آلی و همبستگی مثبت و معنی‌دار بین کربن آلی خاک و نیتروژن کل نسبت دادند.

۴-نتیجه‌گیری

مقایسه بین مقادیر متغیرهای کیفی خاک و پهنه‌بندی آن‌ها در منطقه دشت ملایر نشان داد که:

۱- تغییر روش آبیاری از سنتی به تحت‌فشار در تغییر برخی خصوصیات کیفی خاک تأثیر داشته است به‌گونه‌ای که میزان پتاسیم خاک بعد از توسعه آبیاری تحت‌فشار به‌طور معنی‌داری کاهش و میزان فسفر و نیتروژن خاک نیز افزایش‌یافته است.

۲- تغییر روش آبیاری از سنتی به تحت‌فشار در تغییر میزان pH، شوری و کربن آلی خاک تأثیر معنی‌داری نداشت هرچند که مقدار این خصوصیات افزایش جزئی داشت.

۳- نوع کاربری و روش مدیریت آبیاری بر کیفیت خاک تأثیر دارد. در زمین‌های با کاربری باغی به‌دلیل وجود مواد آلی ناشی از تجزیه لاشبرگ‌ها در اثر رطوبت همیشگی ناشی از دور آبیاری کوتاه، دست‌خوردگی کمتر زمین در اثر شخم و تردد ماشین‌آلات سبب پایداری بیشتر خاکدانه‌ها و حفظ عناصر غذایی خاک می‌گردد.

۴- در سطح وسیعی (۹۸/۴۵٪) از اراضی منطقه موردمطالعه، خاک دارای کمبود پتاسیم بود که در مدیریت عناصر غذایی بایست مدنظر کارشناسان و کشاورزان قرار گیرد.

باید توجه داشت که تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک تحت تأثیر عوامل متعددی نظیر اقلیم، نوع سامانه آبیاری، مدیریت کشاورز می‌باشد در نتیجه تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک در این پژوهش فقط یک برآورد از تغییرات واقعی تحت تأثیر سامانه آبیاری است. ازاین‌رو لازم است تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک با توجه به شرایط اقلیمی خاص منطقه و مدیریت کشاورز بررسی شود. همچنین نتایج

[1]Eutrophication

به‌دست‌آمده صرفاً برای دشت ملایر معتبر است و قابل‌تعمیم به سایر مناطق نیست.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده‌شده (یا تولیدشده) در این پژوهش در متن مقاله ارائه‌شده است.

References

Abedikopaei, J., Afuni, M., Mousavi, S. F., Mostafa Zadeh, B. and Bagheri, M. R. (2003). The effect of sprinkler and surface irrigation with treated effluent on soil salinity. Water Wastewater, 14(2), 2-11 [In Persian].

Absalan, S. and Dehghani Sanij, H. (2015). Changes in soil salinity under sprinkler irrigation system in Azadegan plain region of Khuzestan. The first national conference to study the dimensions of the implementation of the 550,000-hectare agricultural development plan. 17-18 Nov., Ahvaz, Iran [In Persian].

Adejumobi, M. A., Ojediran, J. O. and Olabiyi, O. O. (2014). Effects of irrigation practices on some soil chemical properties on OMI irrigation scheme. Int. J. Eng. Res. Appl., 4(10), 29-35.

Al-Ani, H., Oh, E. and Chai, G. (2014). GIS-based examination of peats and soils in Surfers Paradise. Austral. Soil Sci. Ann., 65(1), 29-38. DOI: 10.2478/ssa-2014-0005

Baghdadi, A., Kashani, A., Golzardi, F., Balazadeh, M., Vosough, P. and Soori, H. (2018). Effect of organic and chemical fertilizers on the organic carbon content of soil after forage maize harvesting. 15th National Iranian Crop Science Congress. Karaj, Iran [In Persian].

Baldock, D., Caraveli, H., Dwyer, J., Einschütz, S., Peteresen, J. E., Sumpsi-Vinas, J. and Varela-Ortega, C. (2000). The environmental impacts of irrigation in the European Union. Studies and Reports on Agriculture, European Commission. Available on: http://ec.europa.eu/environment/agriculture/studies.htm

Bayat, J., Hashemi, S. H., Khoshbakht, K. and Deihimfard, R. (2016). Interpolation of soil nutrients (nitrate and phosphate), organic carbon, EC and pH in agricultural lands to the south of Tehran. Environ. Sci., 14(2), 1-12 [In Persian].

Ebrahimi, H. (2006). Analysis and evaluation of simplified irrigation systems in Khorasan. J. Agri. Sci., 12(3), 577-589 [In Persian].

Emadi, S. K. (2017). Study the effect of sprinkler irrigation systems on some physical and chemical characteristics of the soil of Semnan. M.Sc. Dissertation in Irrigation and Drainage, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran [In Persian].

Emami, H. (2012). Investigating the sustainability situation of agricultural soils in Karaj plain. Iran. J. Soil Res. (Soil Water Sci.), 26(3), 245-254 [In Persian].

Farajnia, A. and Yarahmadi, J. (2015). Investigation of spatial distribution of soil fertility elements in the Miyaneh wheat farms. Agroecol. J., 11(1), 35-45 [In Persian].

Herrero, J. and Perez Covetta, O. (2005). Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district. Geoderm., 125, 287-308. Doi: 10.1016/j.geoderma.2004.09.004

Hervas, L., Mazuelos, C., Sensi, N. and Saiz-Jimenez, C. (1989). Chemical and physicochemical characterization of vermicompost and their humic acid fractions. Sci. Total Environ., 81, 543-550. DOI: 10.1016/0048-9697(89)90162-9

Jami, M. G., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, S., Mokhtassi Bidgoli, A., Baghbani Arani, A. and Namdari, A. (2018). Effect of manure, zeolite and irrigation on soil properties and seed yield of sunflower. Iran. J. Crop Sci., 20(2), 151-167 [In Persian].

Jury, W. M., Gardner, W. R. and Gardner, W. H. (1991). Soil physics. John Wiley & Sons. New York, USA.

Khalilzade, H., Jahan, M. and Nassiri Mahallati, M. (2016). Estimation of corn yield and soil nitrogen via soil electrical conductivity measurement treated with organic, chemical and biological fertilizers. Iran. J. Field Crops Res., 13(4), 786-796 [In Persian].

Madrid, F., Lopez, R. and Cabera, F. (2007). Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming condition. Agri. Ecosyst. Environ., 119(3), 249–256. Doi: 10.1016/j.agee.2006.07.006

Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. (2000). Influence organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresour. Technol., 72(1), 9–17. Doi: 10.1016/S0960-8524(99)00094-2

Nassah, H., Er-Raki, S., Khabba, S., Fakir, Y., Raibi, F., Merlin, O. and Mougenot, B. (2018). Evaluation and analysis of deep percolation losses of drip irrigated citrus crops under non-saline and saline conditions in a semi-arid area. Biosyst. Eng., 165, 10-24. Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.10.017

Nosratpour, S., Ardalan, M., Farajnia, A. and Esmali Ouri, A. (2010). Investigation of spatial distribution of soil fertility factors in Maraghe farms by means of geographic information systems. Watershed Manage. Res. J., 87, 2-11 [In Persian].

Pichand, M. (2017). The effect of grassland conversion to the other agricultural uses on some soil physicochemical properties (case study: watershed basin of Amameh). J. Nat. Ecosyst. Iran, 8(1), 99-122 [In Persian].

Ramezani, F., Jafari, S., Salavati, A. and Khalilimoghaddam, B. (2015). Study the soil quality changes indicators using nemoro and integrated quality index models in some Khuzestan's soils. J. Water Soil, 29(6), 1629-1639 [In Persian].

Rietz, D. N. and Haynes, R. J. (2003). Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biol. Biochem., 35(6), 845–854. Doi: 10.1016/S0038-0717(03)00125-1

Salardini, A. A. (2012). Soil fertility. Tehran University Press. Tehran [In Persian].

Saleh, I. and Hassanli, A. M. (2014). Evaluating the effect of water quality and irrigation methods on the distribution of soil salinity in the semi-Arid region of Corbal plain. Water Sustain. Develop., 1(2), 47-54 [In Persian].

Schleiff, U. (2008). Analysis of water supply of plants under saline soil conditions and conclusions for research on crop salt tolerance. J. Agron. Crop Sci., 194(1), 1-8. Doi: 10.1111/j.1439-037X.2007.00290.x

Shaabani, H. and Delavar, M. A. (2016). Evaluation of macronutrients spatial variability in university of Zanjan. Appl. Field Crops Res., 29(110), 75-82 [In Persian].

Sharifipour, M., Naseri, A. A., Hooshmand, A. R., Hassanoghli, A. and Moazed, H. (2017). Leaching and reclamation of saline and sodic soils, Part II: Effect of environmental and systematic factors on land leaching method. Water Manage. Agri., 4(2), 1-12 [In Persian].

Srinivasan, M. S. and McDowell, R. W. (2009). Irrigation and soil physical quality: An investigation at a long-term irrigation site. New Zealand J. Agri. Res., 52, 113–121. Doi: 10.1080/00288230909510495

Wallender, W. W. and Tanji, K. K. (2011). Agricultural salinity assessment and management. American Society of Civil Engineers, Reston, VA. 1094 pp.

Wei, M., Hui-juan, G., Wen, Z., Guang-wei, Z., Li-juan, M., Jun, Y. and Zhen-an, H. (2016). Irrigation water salinity and N fertilization: Effects on ammonia oxidizer abundance, enzyme activity and cotton growth in a drip irrigated cotton field. J. Integrat. Agri., 15(5), 1121–1131. Doi: 10.1016/S2095-3119(15)61158-3

Research Paper

Effect of Pressurized Irrigation Systems on Changing Some of the Soil Chemical Properties

Hamid Zare Abyaneh[1*], Rasul Yousefi[2], Mehdei Jovzi[3], Abbas Abbasi[4] and Masoud Shakarami[5]

[1]Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2]M.Sc. Alumni, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[3]Assist. Prof., Department of Soil and Water Research, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
[4]M.Sc. Alumni, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
[5]Assist. Prof., Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

***Corresponding author:** zare@basu.ac.ir

Received: January 01, 2021 **Revised:** April 11, 2021 **Accepted:** June 08, 2021

Abstract

In recent years, due to limited water resources in Malayer plain, irrigation methods are changing from surface to under pressure. The purpose of this study was to investigate changes in soil quality due to changes in irrigation methods. For this purpose, 14 farms and 2 orchards equipped with sprinkler and drip irrigation system were selected and their soil quality changes compared with the corresponding values before implementation were evaluated by Mann-Whitney statistical test. Soil quality parameters included acidity (pH), nitrogen (N), phosphorus (P), organic matter (C), electrical conductivity of solutes (ECe) and potassium (K). The zoning map of the studied quality parameters was also prepared using ArcGIS software before and after the implementation of pressurized irrigation systems. The results showed that the difference between the values of the studied parameters before and after the implementation of pressurized irrigation systems including ECe, pH and C were non-significant at the level of 5% probability and the changes of P, K and N were significant. The results of measuring the qualitative parameters showed an increase in the mean values of pH, N, P and C from 7.72 to 7.80, 0.067 to 0.121 mg/kg, 11.01 to 17.95 mg/kg and 0.68 to 0.80%, respectively, compared with before the implementation of pressurized irrigation systems. However, ECe and K values of field soils decreased from 1.06 to 0.53 dS/m and 255.1 to 156 mg/kg, respectively. The results showed that changing the irrigation method reduced potassium and increased soil phosphorus and nitrogen.

Keywords: Leaching; Mann-Whitney Test; Soil Salinity; Sprinkler Irrigation