16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

# بررسی تغییرات شوری و سدیمی خاک در پایگاه‌های مطالعاتی پایش کیفیت خاک استان چهارمحال و بختیاری

علی مرشدی[1*] و بیژن حقیقتی[2]

[1]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.

[2]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.

## چکیده

شوری خاک‌های زراعی و آب آبیاری را می‌توان از عمده‌ترین عوامل محدوده‌کننده رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان و از جمله ایران دانست. شوری اغلب به صورت تدریجی گسترش می باشد، بنابر این، پایش تغییرات ویژگی‌های خاک و از جمله شوری خاک امری لازم و ضروری است اما، مطالعات نسبتاً ناچیزی در رابطه با تغییرات در پارامترهای مشخص از کیفیت خاکهای ایران در دراز مدت انجام شده است. در این تحقیق به عنوان بخشی از یک پژوهش ملی، در یک شبکه ۷ کیلومتر در ۷ کیلومتر، تعداد ۵۱ نقطه در استان چهارمحال و بختیاری مشخص شد. پهنه‌بندی یون کلر محلول در خاک در بخش‌های بزرگی از استان بین صفر تا دو میلی‌اکیوالان بر لیتر بوده و حاشیه اندکی از بخش‌های شرقی و غربی از مقادیر بالاتری (تا ۱۰ میلی‌اکیوالان بر لیتر) برخوردار هستند. پهنه‌بندی هدایت الکتریکی خاک‌های استان حاکی از آن است که بخش‌های شمالی تا غربی به مقدار صفر تا یک دسی‌زیمنس بر متر بوده و بخش شرقی استان تا بخش‌های جنوبی در دامنه ۲-۱ دسی‌زیمنس بر متر هستند. در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی استان، کمترین مقدار سدیم محلول در خاک وجود داشته و در قسمت شرقی استان، حداکثر غلظت $Na^+$ محلول در خاک مشاهده میشود.

**کلمات کلیدی:** زمین‌آمار، شهرکرد

## مقدمه

شوری خاک زراعی و آب آبیاری را می‌توان از عمده‌ترین عوامل محدوده‌کننده رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان و از جمله ایران دانست که این عمدتاً به دلیل موقعیت این گونه کشورها است که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند (قاسمی و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین منابع عظیمی از آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه‌شور وجود دارد که اگر چه فعلاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، لیکن امکان استفاده احتمالی از آنها در آینده وجود دارد. لذا بررسی اثرات مدیریت‌های مختلف این گونه خاک‌ها و آب‌ها برای استفاده بهینه از منابع خاک و آب شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این امر با انجام پایش کیفیت خاک‌های کشاورزی با تاکید بر ویژگی شوری و قلیائیت مد نظر خواهد بود. در حالی که بخش عمده اراضی مناسب، تحت کشت بوده و امکان اندکی برای گسترش سطح زیر کشت در اراضی مناسب وجود دارد، حدود ۱۵ درصد کل اراضی جهان تحت تاثیر فرسایش و تخریب فیزیکی و شیمیایی از جمله شوری تخریب شده است (وایلد، ۲۰۰۳) .

بر اساس گزارش موسسه تحقیقات خاک و آب این سطح حدود ۱۸ میلیون هکتار می باشد که ۷ میلیون هکتار آن دشت کویر و دشت لوت می باشد که بخش زیادی از منابع اراضی کشور دارای درجات مختلفی از محدودیت‌های شوری و قلیائیت خاک، پستی و بلندی، فرسایش و زهکشی می‌باشند که تولید اقتصادی و پایدار محصولات را محدود می‌کنند (قاسمی و همکاران، ۱۹۹۵). بر اساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران، خاک‌های تحت تاثیر شوری حدود ۴۴/۵ میلیون هکتار می‌باشند. در حال حاضر سطح کل اراضی فاریاب ایران حدود ۷/۳ میلیون هکتار و سطح کل اراضی زراعی مبتلا به درجات مختلف شوری خاک یا آب یا هر دو ۳/۵ میلیون هکتار برآورد شده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۳).

شوری اغلب به صورت تدریجی در هر سال در حال گسترش می باشد (مک‌فارلین و همکاران، ۲۰۰۰). پایش تغییرات شوری خاک امری لازم و ضروری بوده تا از روند تغییرات شوری خاک و نیز اثرات و نتایج آن آگاهی بدست آید (آلن و کلارک، ۲۰۰۵). پایش بلند مدت رویکردی مهم برای پژوهش، آشکارسازی و پیش‌بینی پیامدهای تغییرات زیست محیطی می باشد (پار و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات نسبتاً ناچیزی در رابطه با تغییرات در پارامترهای مشخص از کیفیت خاکهای ایران در دراز مدت انجام شده است .

در آمار کلاسیک یا آمار سنتی که شاخه‌ای از علم آمار است، اجزا یا نمونه هایی که از کل جامعه به منظور شناخت برداشت میشود فاقد اطلاعات موقعیتی در فضاست و در نتیجه، مقادیر اندازه‌گیری‌شده‌ی یک کمیت معین در یک نمونهٔ خاص هیچگونه اطلاعاتی دربارهٔ مقدار آن

* ایمیل نویسنده مسئول: a.morshedi@areeo.ac.ir

کمیت در نمونه‌ای دیگر به فاصلهٔ معلوم ارائه نخواهد داد. به عبارت دیگر، در آمار کلاسیک به موقعیت فضایی نمونه‌ها توجه نمیشود. در آمار مکانی، علاوه بر مقدار یک کمیت معین در یک نمونه، به موقعیت مکانی آن نیز توجه میشود. بنابر این، میتوان به موقعیت فضایی نمونه‌ها همراه با مقدار کمیت مورد نظر به صورت توأمان توجه کرد. زمین‌آمار یکی از زیرمجموعه‌های مهم آمار مکانی است که قادر به ارایه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیات مورد نظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه برداری شده می باشد (گوارتس،۱۹۹۷).

در بیشتر مطالعاتی که در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی انجام یافته از مدل‌های آمار مکانی به منظور بررسی روابط آماری بین نقاط نمونه برداری شده استفاده شده است. تحقیقات متعددی در زمینهٔ کاربرد مدل‌های آمار مکانی در پیش‌بینی شوری خاک در دنیا انجام شده است (الحسون، ۲۰۰۹؛ برانر و همکاران، ۲۰۰۶؛ الدیری و همکاران، ۲۰۰۵؛ ریورو و همکارام، ۲۰۰۷؛ شرستا، ۲۰۰۶). کاربرد فنآوری اطلاعات مانند تهیه نقشه شوری برای دست‌یابی به نوعی مدیریت ویژه مکانی، کشاورزی دقیق نامیده میشود (لوونبرگ و اریکسون، ۲۰۰۰). مهم‌ترین دلیل برای به کاربردن مدیریت ویژه مکانی در کشاورزی دقیق کاهش هزینه‌های مترتبه میباشد (هارنی و همکاران، ۲۰۰۵) .

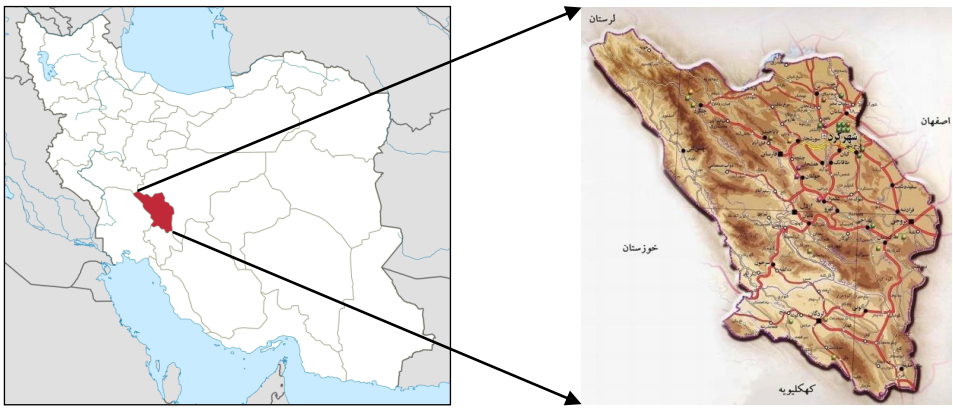
شناسایی خاک‌های شور و پهنه‌بندی تغییرات مکانی ویژگی‌های مهمی نظیر بافت و شوری آن‌ها، نخستین گام منطقی به منظور مقابله با مشکلات آن ها و مدیریت بهینه در راستای برنامه ریزی خاص مکانی به شمار می‌رود. برای رسیدن به این مهم، استفاده از روش های زمین‌آماری که قادر به پردازش و خلاصه‌سازی الگوهای توزیع مکانی متغیرهای مورد نظر از طریق به کارگیری تکنیک‌های میان‌یابی می‌باشند، توسط محققین متعدد توصیه شده است (محمدی، ۱۳۸۵؛ وبستر و الیور، ۲۰۰۱؛ سمک و همکاران، ۲۰۰۷؛ دپاز و هکاران، ۲۰۱۱).

**مواد و روش‌ها**

طبق آمارهای رسمی، اراضی کشاورزی کشور حدود ۱۸ میلیون هکتار شامل ۶ میلیون هکتار اراضی کشاورزی آبی، ۶ میلیون هکتار اراضی کشاورزی دیم، ۴ میلیون هکتار اراضی باغی و حدود ۲ میلیون هکتار آیش می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری یکی از استان‌های کشور ایران به مرکزیت شهرکرد است (شکل ۱). این استان با ۱۶۴۲۱ کیلومتر مربّع وسعتی معادل یک درصد از کل وسعت ایران (بیست و دومین استان کشور از نظر مساحت) می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری از جمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران بوده و بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی گرینویچ قرار دارد. این استان از شمال و مشرق به استان اصفهان، از مغرب به استان خوزستان، از جنوب به استان کهگیلویه و بویراحمد و از سمت شمال غربی به استان لرستان محدود می‌شود. شهرکرد با ۲۰۶۶ متر ارتفاع از سطح دریا، مرتفع‌ترین مرکز استان کشور ایران است. میانگین ارتفاع در استان چهارمحال و بختیاری حدود ۲۱۵۳ متر است و به همین خاطر استان چهارمحال و بختیاری را بام ایران می‌دانند.

در این تحقیق به عنوان بخشی از یک پژوهش ملی، حدود۳۰۰۰ پایگاه (سایت) مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی کشور (به ازای حداقل هر۶۰۰۰ هکتار یک سایت مطالعاتی) انتخاب شد. برای تعیین نقاط نمونه‌برداری، با استفاده از اطلاعات موجود نظیر نقشه رقومی استان، نقشه رقومی کاربری اراضی و نیز نقشه خاک‌های کشور در یک شبکه ۷ کیلومتر در ۷ کیلومتر، تعداد ۵۱ نقطه در استان چهارمحال و بختیاری مشخص شد. در انتخاب این ۵۱ پایگاه، ترکیب متناسبی از اراضی زراعی، باغی و آیش در شرایط آبی و دیم برقرار شد. همچنین نقاط و مکان‌های خاص نظیر اراضی آلوده، شور، مانداب و مانند آن که دارای سطح قابل توجهی در منطقه می‌باشند نیز افزون بر نقاط پیش‌بینی شده در نظر گرفته شدند .

برای انتخاب این پایگاه‌های نمونه برداری، از اطلاعات جانبی دیگری نظیر نوع کاربری اراضی، نقشه خاکهای ایران، اقلیم، اطلاعات زمین شناسی، مناطق مشکوک به آلودگی با مساحت بیش از ۱۰۰۰ هکتار، خاک‌های مسئله‌دار با سطح بیش از ۳۰۰۰ هکتاراستفاده شد. انتخاب هر پایگاه به گونه‌ای بود که تا حد ممکن مساحتی بالغ بین یک تا سه هکتار، با مدیریت واحد، فاقد تغییرات شدید (تغییر کاربری، تسطیح اراضی) در طول مطالعه داشته باشد، در غیر این‌صورت به نزدیک‌ترین نقطه دارای مشخصات مطلوب تغییر یافت. نمونه‌برداری از این پایگاه‌ها برای ویژگی‌هایی شامل $HCO3^-$، Cl-، $Na^+$، ESP، pH و EC بود. برای نمونه‌برداری از اوگر یا بیل استفاده شد. ابتدا یک دایره نمونه‌برداری به قطر ۵۰ متر در نظر گرفته و این دایره به ۵ قطعه مساوی تقسیم و از مرکز هر یک از این قطعات یک زیرنمونه (sub sample) یک کیلوگرمی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر (برای اراضی زراعی) و سه نمونه از عمق‌های۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰ -۶۰ سانتیمتر (برای باغ‌ها) گرفته‌شد. سپس زیر نمونه‌های هم‌عمق با هم مخلوط و یک نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه گردید. از این مقدار، ۲ کیلوگرم برای بانک خاک مستقر در ستاد (موسسه تحقیقات خاک و آب کشور) و ۳ کیلوگرم به آزمایشگاه ارسال گردید. در ارائه نتایج از نرم‌افزارهای MS Office 2010، GS+ و ArcGIS استفاده شد.



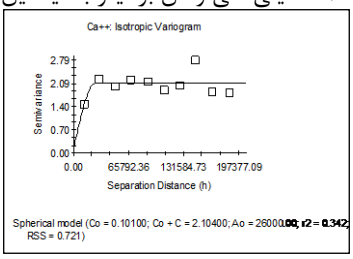

شکل ۱– موقعیت محدوده مورد مطالعه

## نتایج و بحث

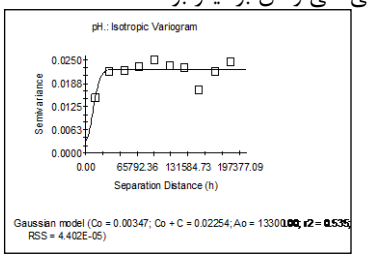
منحنی‌های واریوگرام تجربی برخی از ویژگی‌ها در شکل‌های ۲ تا ۷ با استفاده از روش کریجینگ معمولی ارایه میشوند. پهنه‌بندی برخی از پارامترها در شکل‌های شماره ۸ و ۹ نمایه شده‌اند. مقدار یون کلسیم محلول در خاک در دامنه‌های بین ۶-۴ و ۸-۶ میلی‌اکیوالان بر لیتر بخش بزرگی از استان را به خود اختصاص داده و بخش‌های میانی تا جنوبی در سطوح کمتری هستند. مقدار یون کلر محلول در خاک در بخش‌های بزرگی از استان بین صفر تا ۲ میلی‌اکیوالان بر لیتر بوده و حاشیه اندکی از بخش‌های شرقی و غربی از مقادیر بالاتری (تا ۱۰ میلی‌اکیوالان بر لیتر) برخوردار هستند. در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی استان، کمترین مقدار سدیم محلول در خاک (نیم تا یک میلی‌اکیوالان در لیتر) وجود داشته و در قسمت شرقی استان، حداکثر غلظت Na+ محلول در خاک (نیم تا دو میلی‌اکیوالان در لیتر) مشاهده میشود (شکل ۸). در بخش‌های شمالی، شمال غربی تا قسمتهای مرکزی و جنوبی، غلظت سدیم محلول در دامنه (۱/۰ تا ۱/۵ میلی‌اکیوالان در لیتر) مشاهده میشود که قسمت اعظم استان را پوشش میدهد. در خصوص هدایت الکتریکی خاک‌های استان مشاهده میشود بخش‌های شمالی تا غربی به مقدار صفر تا یک دسی‌زیمنس بر متر بوده و بخش شرقی استان تا بخش‌های جنوبی در دامنه بین ۲-۱ دسی‌زیمنس بر متر هستند (شکل ۹).

## نتیجه‌گیری

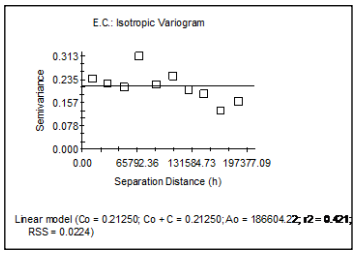
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۴۳ تا ۲/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. پ هاش خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۷/۴۱ تا ۸/۱۷ با میانگین ۷/۷۶ که در محدوده قلیائی ضعیف از نظر تقسیم بندی کیفی قرار داشت. سدیم قابل تبادل خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۲۱۷ تا ۱/۷۸ درصد در محدوده مناسب از نظر تقسیم بندی کیفی قرار داشت. یون کلراید محلول خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۵۰ تا ۱۲/۴۰ میلی اکی والان بر لیتر با میانگین ۱/۲۷ میلی اکی والان بر لیتر و بی‌کربنات محلول خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۵ تا ۱۵/۸۰ میلی اکی والان بر لیتر با میانگین ۸/۹۲ میلی اکی والان بر لیتر بود.



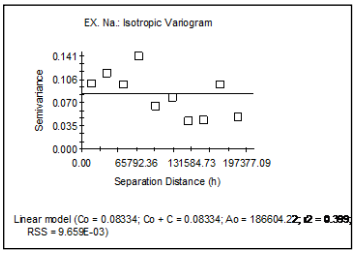

شکل ۲– واریوگرام تجربی $Ca^{++}$ خاک



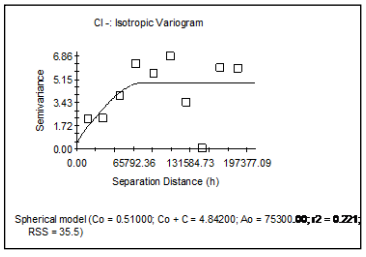

شکل۳– واریوگرام تجربی pH



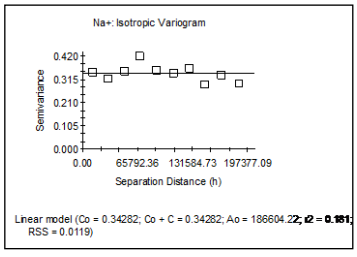

شکل ۴– واریوگرام تجربی EC



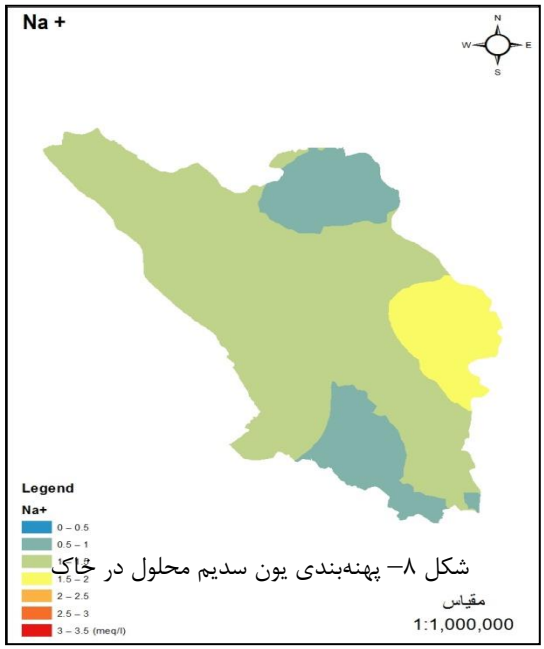

شکل ۵– واریوگرام تجربی سدیم تبادلی خاک




شکل ۶– واریوگرام تجربی $Cl^{-}$ خاک




شکل ۷– واریوگرام تجربی یون $Na^{+}$




شکل ۸– پهنه‌بندی یون سدیم محلول در خاک

شکل ۹– پهنه‌بندی هدایت الکتریکی خاک

## منابع

بنایی، م . ح.، ع. مومنی و م. بایبوردی. ۱۳۸۳. وسعت و پراکنش جغرافیایی خاک‌های مساله‌دار. ۲۱۲ص.

محمدی، ج. و و. چیت‌ساز. ۱۳۸۵. مقایسه تخمین‌گرهای ژئواستاتیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات سطحی خاک به کمک داده‌های رقومی TM. مجله علوم خاک و آب، ۱۶: ۱۰۲-۹۵.

Al-Hassoun, S. 2009. Remote sensing of soil salinity in an arid area in Saudi Arabia. International Journal of Civil and Environmental Engineering, IJCEE-IJENS 1. (2).

Brunner, P., H. T. Li, W. Li and W. Kinzelbach. 2006. Generating electrical conductivity maps of soil by integrating measurements on the ground and remote sensing data, Int. J. Remote Sens.

Cemek, B., M. Guler, K. Kilic, Y. Demir and H. Arslan. 2007. Assessment of spatial variability in some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. Environ. Monit. Assess 124: 223-234.

De Paz, J. M., F. Visconti and J. L. Rubio. 2011. Spatial evaluation of soil salinity using the WETsensor in the irrigated area. J. Plant. Nutr. Soil. Sci., 174: 103-112.

Eldiery, A., L. Garcia, and R. M. Reich. 2005. Estimating soil salinity from Remote sensing data in Corn Fields. Hydrology days, http://hydrologydays.colostate.edu.

Ghassemi, F., A. J. Jakeman and H. A. Nix. 1995. Salinization of land and water resources human causes, extent management and case studies. CAB International, UK.

Horney, R.D., B. Taylor, D. S. Munk, B. A. Roberts, S. M. Lesch and E. P. Richard. 2005. Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. Comp. Elec. Agric. 46: 379-397 .

Parr, T. W., M. Ferretti, I. C.Simpson, M. Forsius, E. Kovács-Láng. 2002. Towards a longterm integrated monitoring program in Europe: network design in theory and practice. Environ. Monit. Assess.78 (3):253-90.

Rivero, R.G., S. Grunwald and G. L. Bruland. 2007. Incorporation of spectral data into multivariate geostatistical models to map soil phosphorus variability in a Florida wetland. Geoderma, 140: 428-443.

Shrestha, R.P. 2006. Relating soil electrical conductivity to remote sensing and other soil properties for assessing soil salinity in northeast Thailand. Land. Deg. Develop. 17: 677-689

Webster, R. and M. A. Oliver. 2001. Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.

Wild A. 2003. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

**Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management**

# Investigation of salinity and sodium changes in soil quality monitoring bases in Chaharmahal and Bakhtiari province

A. Morshedi[1] and B. Haghighati

Assistant Professor. Dept. of Soil and Water Research, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shahrekord, Iran.

Assistant Professor. Dept. of Soil and Water Research, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shahrekord, Iran.

## Abstract

Soil salinity and irrigation water can be one of the main limiting factors of growth of plants in most parts of the world, including Iran. Salinity is often expanded gradually, so monitoring changes in soil properties, including soil salinity, is necessary. But relatively few studies have been carried out on the changes in certain parameters of the quality of Iranian soils. In this research, as part of a national study, in a 7 km to 7 km network, 51 points were identified in Chaharmahal va Bakhtiari province. The mapping of soil-soluble chlorine ions in large parts of the province are between 0 and 2 meq/lit, with a small margin of the eastern and western parts of the higher values (up to 10 meq/lit). Mapping the electrical conductivity of the soils of the province indicates that the northern to western parts are from zero to one dS/m, and the eastern part of the province to the southern parts is in the range of 1-2 ds/m. In the northeastern and southeastern parts of the province, the lowest amount of soil soluble sodium is present. In the eastern part of the province, the maximum concentration of soil $Na^+$ is observed.

**Keywords**: Geostatistics. Shahrekord

[1] Corresponding author, Email: a.morshedi@areeo.ac.ir