محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پهنه‌بندی شوری خاک اطراف گنبدهای نمکی منطقه داراب با استفاده از روشهای نقشه‌برداری رقومی

فاطمه عابدی[۱]، علیرضا امیریان چکان[۲،۳*]، محمد فرجی[۳]، روح الله تقی‌زاده مهرجردی[۴]، دامون رزمجویی[۵]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۳] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۴] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

[۵] استادیار مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج

چکیده

مطالعه منابع بالقوه شوری و توزیع مکانی شوری پیش نیاز پایش و بررسی شوری خاک است. حدود ۱۲۲ گنبد نمکی رخنمون یافته در جنوب ایران وجود دارد که به عنوان منابع بالقوه برای شور کردن خاک و آب شناخته شده‌اند. بررسی تغییرات مکانی و زمانی شوری در خاکهای مجاور این گنبدها برای کنترل و کاهش شوری آب و خاک ضروری است. تعداد ۱۹۶ نمونه از عمق سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) خاکهای مجاور پنج گنبد نمکی در منطقه داراب استان فارس برداشته شد. برای مدلسازی شوری داده‌های کمکی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع و تصویر لندست ۸ به عنوان ورودی به یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) معرفی شدند. نتایج بیانگر کارآیی بالای ANN در مدلسازی شوری بود (R2=0.97, RMSE=0.86). نتایج نشان داد برخی خاکهای منطقه از طریق آبهای سطحی عبوری از گنبدهای نمکی و برخی دیگر با آبیاری با آب متاثر از گنبدهای نمکی شور شده بودند ولی گنبدهای نمکی روی برخی خاکها بدون تاثیر یا دارای تاثیر کم بودند. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد نقشه‌برداری رقومی خاک رویکردی مناسب برای پهنه‌بندی و بررسی تغییرات مکانی شوری خاک در اطراف گنبدهای نمکی است.

کلمات کلیدی: تغییرات مکانی، منبع شوری، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

گنبدهای نمکی از عوامل زمین‌شناسی هستند که باعث شور شدن خاک و آب می‌گردند. در منطقه جنوب ایران و خلیج فارس حدود ۲۰۰ گنبد نمکی وجود دارد که از این تعداد حدود ۱۲۲ گنبد در سطح زمین رخنمون پیدا کرده‌اند. رخنمون این گنبدها در سطح زمین آنها را به مهمترین منشاء بالقوه شور شدن آب‌های شیرین (Mehdizadeh et al., 2015) و همچنین خاکها در این منطقه خشک تبدیل نموده است. مطالعه این گنبدها و پایش تغییرات مکانی شوری اراضی اطراف آنها، اهمیت زیادی در کاهش و حتی جلوگیری از شور شدن منابع آب و خاک دارد.

روش‌های سنتی پایش میزان شوری خاک نیاز به بررسی‌های مستمر صحرایی و آنالیزهای آزمایشگاهی دارند که اغلب برای پایش دراز مدت و در سطح وسیع عملی نیستند (Vermeulen and Van Niekerk, 2017). همچنین نقشه‌های خاک موجود در ایران اغلب به روش سنتی تهیه شده‌اند که به دلیل کیفی بودن و مقیاس نامناسب برای پایش کمی شوری خاک به خصوص در مقیاس‌های مزرعه‌ای مناسب نیستند (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2014). روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) رویکرد مناسب‌تری برای تخمین ویژگی‌های خاک بر اساس رابطه بین آنها با متغیرهای کمکی به دست آمده از منابعی مثل داده‌های سنجش دور هستند (McBratney et al., 2003).

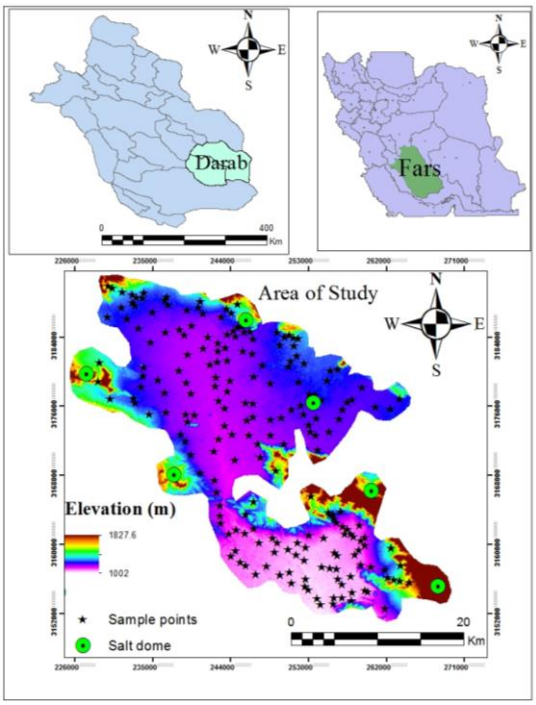
با وجود تعداد زیاد گنبدهای نمکی در ایران و اثرات منفی آن‌ها روی منابع آب و خاک، مطالعات خیلی کمی با استفاده از روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک روی تاثیر این گنبدها بر توزیع و گسترش مکانی شوری خاک انجام شده است. مطالعات انجام شده بیشتر محدود به بررسی اشکال ژئومرفولوژیکی آن‌ها (شایان و همکاران، ۱۳۹۱) اثرات آن‌ها روی منابع آبی مجاور (عفیفی و کردوانی، ۱۳۸۷; Sharifi et al., 2002; Zarei et al., 2013; Mehdizadeh et al., 2015) و کاربری اراضی بوده است (باقرنژاد و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به روند رو به رشد شور شدن اراضی در ایران، استعداد اقلیمی ایران برای تسریع روند شور شدن اراضی، وجود تعداد زیادی گنبدهای نمکی در ایران و نبود مطالعات کافی در زمینه اثر این گنبدها بر تغییرات

* ایمیل نویسنده مسئول: armirian.ar@lu.ac.ir

مکانی شوری اراضی مجاور، این تحقیق با هدف بررسی توزیع مکانی شوری در اطراف گنبدهای نمکی منطقه داراب با استفاده از روشهای DSM انجـام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۲۸درجه و ۴۷دقیقه شمالی و طول ۵۴ درجه و ۲۴دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی در استان فارس و شمال دشت زرین دشت و جنوب دشت داراب واقع می‌باشد (شکل ۱). وسعت تقریبی منطقه ۹۶/۴ هزار هکتار می‌باشد. این منطقه مطابق تقسیم‌بندی دومارتن، دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه آن به ترتیب ۲۵۵ میلیمتر و ۲۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. بلندترین ارتفاع منطقه ۱۸۳۱متر و کمترین ارتفاع ۱۰۰۰ متر می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه، گنبدهای نمکی و نقاط نمونه‌برداری

در این تحقیق بر اساس روش هایپرکیوب شرطی[1] تعداد ۱۹۶ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت شد و EC نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. مدلسازی شوری خاک بر اساس مدل اسکورپن (*scorpan*) بود که این مدل توسط McBratney و همکاران (2003) برای ارتباط خواص خاک به متغیرهایی که نمایندگان فاکتورهای خاکسازی هستند ارائه گردید. متغیرهای کمکی مورد استفاده در مدلسازی از منابعی مثل مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند. در این تحقیق برای ارتباط شوری خاک با متغیرهای محیطی از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) در محیط نرم افزار JMP استفاده شد. ورودی مدل داده‌های کمکی استخراج شده از DEM و تصویر سنجده لندست ۸ بود. برای بررسی عملکرد مدل‌های مختلف، داده‌ها به صورت تصادفی به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم شدند. مدلهای مختلف بر اساس داده‌های آموزش، آموزش داده شدند و الگوی نهفته در داده‌ها استخراج گردید. سپس از مدل آموزش داده شده برای تخمین متغیر وابسته با استفاده از ورودی‌های جدید استفاده شد. برای ارزیابی کارآیی روش‌های مختلف به کار رفته در تخمین شوری خاک، از مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) به دست آمده براساس داده‌های آزمون استفاده‌گردید.

[1] Conditioned Latin hypercube

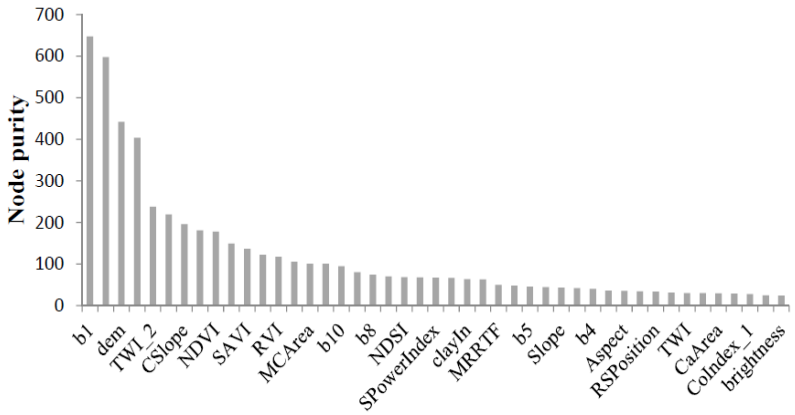
نتایج و بحث

در جدول (۱) خلاصه آماری داده‌های هدایت الکتریکی آمده است. مقدار هدایت الکتریکی خاک از ۰/۱۳ تا ۲۱/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر متفاوت بوده و میانگین آن ۳/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر است. ضریب تغییرات آن نیز ۱۷۶ می‌باشد که این مقدار ضریب تغییرات بیان‌گر تغییرپذیری زیاد شوری در منطقه است. بیشترین مقادیر مربوط به مرکز دشت‌های گزطویله و کرسیا به دلیل ارتفاع کمتر و شیب کمتر است. در کل حدود ۱۹ درصد نمونه‌ها دارای شوری بیش از ۴ دسی‌زمینس بر متر بود و بیشتر شوری مربوط به مناطق اطراف گنبدهای نمکی گزطویله و کرسیا می‌باشند.

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های قابلیت هدایت الکتریکی

متغیر	ضریب تغییرات	انحراف معیار	حداکثر	چارک سوم	میانگین	میانه	چارک اول	حداقل
EC (dS/m)	۱۷۶	۵/۳۳	۲۱/۸۶	۲/۵۲	۳/۰۲	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۱۳

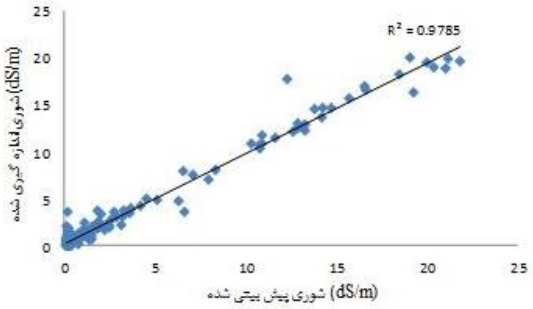
در شکل (۲) اهمیت نسبی پارامترهای کمکی مورد استفاده برای تخمین شوری نشان داده شده است. بر اساس این نتایج متغیرهایی مثل b1 (باند یک تصویر لندست ۸) ارتفاع، شاخص خیسی، ارتفاع و NDVI[۲] دارای بیشترین اهمیت و متغیرهایی از جمله شاخص روشنایی و شاخص همگرایی دارای کمترین اهمیت در تخمین شوری بودند. اهمیت متغیرهای کمکی در تخمین شوری در مطالعات متعددی گزارش شده است (Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴). متغیرهای استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بیانگر پوشش، کاربری و عوارض سطح زمین هستند که به نوعی نماینده عامل خاکسازی موجودات زنده هستند (Malone و همکاران ۲۰۰۹). متغیرهای به دست آمده از DEM بیانگر سطوح فرسایشی و رسوبگذاری و یا بیانگر مکانهای خروج و تجمع آب هستند که بیشتر نماینده عامل خاکسازی توپوگرافی در مدل *scorpan* هستند. به عنوان مثال MRVBF[۳] شاخصی از مناطق تجمع است (Gallant and Dowling ۲۰۰۳). بنابراین نوع پوشش و عارضه سطحی و همچنین تجمع بودن یا فرسایشی بودن یک مکان که از داده‌های کمکی قابل استنباط است می‌تواند تاثیر زیادی روی شوری خاک داشته باشد.



شکل ۲- اهمیت نسبی متغیرهای کمکی در تخمین شوری خاک.

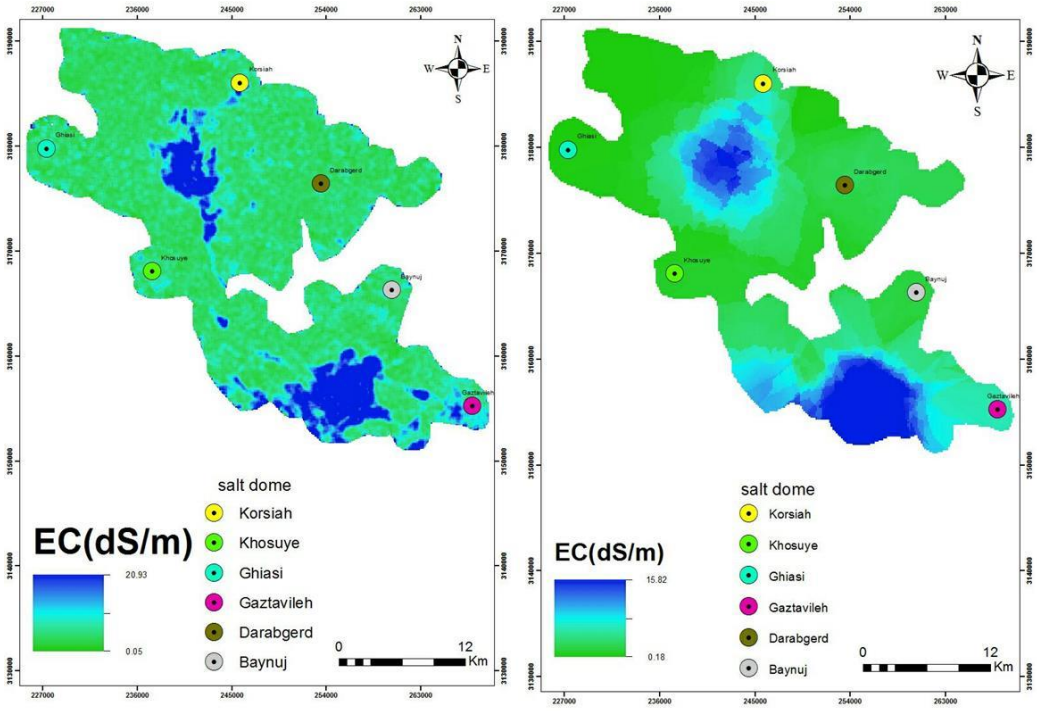
نتایج ارزیابی کارآیی نشان داد مدل ANN با R^2 و RMSE به ترتیب برابر با ۰/۹۷ و ۰/۸۶ دارای کارآیی قابل قبولی در پیش بینی شوری خاک بود. همچنین رابطه رگرسیونی (شکل ۳) بیانگر همبستگی بالای بین شوری مشاهده شده و شوری تخمینی می‌باشد.

[2] Normalized difference vegetation index
[3] Multi-resolution valley bottom index



شکل ۳- رابطه بین مقادیر اندازه‌گیری شده شوری و مقادیر تخمینی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

نقشه‌های پیوسته شوری خاک به دست آمده بر اساس تکنیکهای نقشه‌برداری رقومی خاک و روش کریجینگ معمولی در شکل (۴) نشان داده شده است. روند کلی تغییرات مکانی شوری در هر دو روش تقریبا مشابه است که نشان دهنده کارآیی مشابه دو روش به کار رفته است. بیشترین شوری مربوط به بخش مرکزی دشت داراب و دشت خسویه-ساچون در جنوب منطقه است. بیشترین مقدار شوری مربوط به دشت خسویه-ساچون است که متاثر از گنبد نمکی گزطویله است. تجمع املاح در این بخش از منطقه بیشتر در مناطق کم شیب و زمینهای کشاورزی دیده می‌شود که می‌تواند به دلیل آبیاری با آب با کیفیت نامناسب چاههای متاثر از گنبد نمکی گزطویله و همچنین تجمع آبهای جاری حاوی املاح ناشی از این گنبد در این محدوده باشد. نقشه شوری نشان دهنده تاثیر کم گنبد نمکی تنگ خسویه روی شوری دشت مجاور است. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر کم این گنبد نمکی را به خاطر وجود سنگ‌پوش در سطح آن می‌دانند. این سنگ‌پوش درواقع همانند حفاظی بر روی نمک قرار گرفته و مانع از حل شدن نمک در آب‌های گذرنده از روی گنبد نمکی می‌شود. از آنجایی که گنبد نمکی باینوج در حوضه آبریز دشت داراب قرار دارد، لذا عمده تأثیر آن هم بر همین دشت است. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) این گنبد را بر شوری دشت داراب از طریق آبهای سطحی موثر می‌دانند. رئیسی (۱۳۷۸) بیان می‌دارد تنها روش تأثیر گنبد نمکی داراب (کرسیا) بر دشت وجود آبراهه بزرگی است که گنبد نمکی را به سمت دشت می‌شوید. این آبراهه به همراه چشمه شورابه تأثیر شگرفی بر گسترش شورابه در شمال و مرکز این دشت داشته است. مطالعات نوحه‌گر و زارع (۱۳۹۱) نشان داد که گنبد نمکی کرسیا عامل اصلی شور شدن اراضی و خاک‌های سطحی در منطقه کرسیا و داراب است. نصرتی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که اثر گنبد نمکی کرسیا در دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۷۲در کیفیت خاک زمینهای پایین دست محسوس بود. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) گنبد نمکی دارابگرد را در ایجاد شوره‌زار موجود در دشت داراب مؤثر دانسته‌اند. ثروتی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر گنبد کنار سیاه بر شوری خاک‌های منطقه را بررسی کردند و نشان دادند بیشترین تاثیر مربوط به زمین‌های کشاورزی بود که دلیل آن را آبیاری با آب‌هایی دانستند که کیفیت آنها به نحوی تحت تأثیر گنبدهای نمکی منطقه قرار گرفته است.



شکل۴- نقشه‌های پیوسته توزیع مکانی شوری خاک به دست آمده با استفاده از متغیرهای محیطی و مدل شبکه عصبی مصنوعی (چپ) و روش کریجینگ (راست)

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که هر چند عامل اصلی شوری خاکهای منطقه گنبدهای نمکی موجود در منطقه بود، ولی برخی از این گنبدها به دلایل مختلف از جمله وجود پوششهای سنگی و یا خروج رواناب آنها از منطقه بدون تاثیر یا دارای تاثیر کم روی خاکهای منطقه بودند. بیشتر خاکهای شور منطقه در مرکز دشت دراب که شامل اراضی پایین دست گنبد نمکی داراب هستند و در قسمتهای جنوبی منطقه یعنی دشت خسویه-ساچون که متاثر از گنبد گزطویله است، مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد که تاثیر گنبدها می‌تواند یا به دلیل انحلال املاح آنها در آبهای جاری و ورود این آبها به اراضی اطراف باشد و یا ورود املاح آنها به آبهای زیرزمینی و آبیاری اراضی با این آبها باشد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد تکنیکهای نقشه‌برداری رقومی خاک به همراه مدلهای مختلف بر اساس الگوریتم‌های ماشین‌های یادگیری، ابزار مناسبی برای مدلسازی و پهنه‌بندی شوری خاک هستند. همچنین نتایج نشان داد هر چند برخی گنبدهای نمکی روی شوری خاکهای مجاور تاثیر داشتند ولی این تاثیر بیشتر می‌تواند به دلیل مدیریت نادرست آبیاری و استفاده از آبهای با کیفیت نامناسب باشد.

منابع

باقرنژاد، ط.، فیض‌نیا، س. و هاشمی، ع. ا. ۱۳۹۳. تاثیر گنبد نمکی بر کاربری اراضی (مطالعه موردی: جنوب سمنان). دومین همایش بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی.

ثروتی، م.ر.، موغلی، م.، شافعی، ر. و کسرائیان، ع. ۱۳۹۱. تأثیر گنبد نمکی کنارسیاه بر منابع آب و خاک: دشت کنارسیاه (فیروزآباد استان فارس). فصل نامه جغرافیای طبیعی: ش ۶۱، ص۷۷-۸۸.

رامشت، م.ه.، قاضی، ی. و فتوحی، س. ۱۳۸۶. تاثیر گنبد نمکی داراب بر شوری آب زیرزمینی پلایا داراب، مجله علوم تحقیقات دانشگاه اصفهان. جلد ۱۶، شماره ۶، صص ۱۲۹-۱۴۴.

رئیسی، ع. ۱۳۸۹. اثر گنبدهای نمکی گزطویله بر روی آب‌های کارستی و آبرفتی. مجموعه مقالات نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه، دانشگاه صنعتی کرمانشاه. صفحات ۷۹-۸۸.

شایان، س.، زارع، غ.، شریفی‌کیا، م. و امیری، ش. ۱۳۹۱. شناسایی و تحلیل اشکال ژئومورفولوژیکی مرتبط با تحول گنبدهای نمک (مطالعه‌ی موردی: گنبد نمکی کرسیا دشت داراب). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی: ش۲، ص۷۳-۸۶.

عفیفی، ا. و کردوانی.، پ. ۱۳۸۷. گنبدهای نمکی بستک هرمزگان و تاثیر آن بر منابع آب و خاک. فصلنامه جغرافیایی سرزمین: ش ۱۸، ص ۵۵-۷۰.

نصرتی، ک.، امینی، م.، انصاری، م. و بیژن زاده، ا. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر گنبد نمکی بر کیفیت خاک اراضی پایین دست با بهره‌گیری از روش‌های آماری چندمتغیّره (مطالعه موردی: گنبد نمکی کرسیا، دشت داراب). نشریه مدیریت بیابان: ش ۸، ، ص ۱-۱۴.

نوحه‌گر، ا. و زارع، م.ر. ۱۳۹۱. استخراج پهنه‌های شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان داراب). مجلّه جغرافیا و مخاطرات محیطی: ش ۱، ص ۵۰-۶۳.

Gallant, J.C. and Dowling, T.I. 2003. A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas. Water Resources Research, 39, 1347- 1360.

Malone, B.P., McBratney, A.B., Minasny, B. and Laslett G.M. 2009. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, 154, 138– 152.

McBratney, A.B., Mendonça-Santos, M.L. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Mehdizadeh, R., Zarei, M. and Raeisi, E. 2015. How subaerial salt extrusions influence water quality in adjacent aquifers. Journal of Hydrology, 531, 1108-1113.

Sharafi, A., Raeisi, E. and Farhoodi, G. 2002. The effect of Darab salt dome on the quality of adjacent karstic and alluvium aquifers (south of Iran). Acta Carsol. 31, 105–113.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F. and Malone, B.P. 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma, 213, 15-28.

Vermeulen, D. and Van Niekerk, A. 2017. Machine learning performance for predicting soil salinity using different combinations of geomorphometric covariates. Geoderma, 299, 1-12.

Zarei, M., Raeisi, E., Merkel, B.J. and Kummer, N.A. 2013. Identifying sources of salinization using hydrochemical and isotopic techniques, Konarsiah, Iran. Environ. Earth Sci. 70, 587–604.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Using digital soil mapping techniques for mapping salinity in soils around salt domes in Darab region

Abedi[1], F., Amirian-Chakan[*2, 3], A., Faraji[3], M., Taghizadeh-Mehrjardi[4], R., Razmjuei[5], D.

[1] MSc Student, Faculty of Natural and Environmental Sciences, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
[3] Assistant Prof., Faculty of Natural and Environmental Sciences, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[4] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University
[5] Assistant Prof., Medical Plant Research Center, Yasuj University of Medical Science, Yasuj, Iran

Abstract

Assessment the potential sources of salts and the spatial distribution of salinity is prerequisite for monitoring soil salinity. There are about 122 outcropped salt domes (SD) in the southern Iran which are recognized as the potential sources of soils and water salinization. Studying the spatio-temporal variations of salinity in the adjacent soils is essential to control and reduce soil and water salinization. In total 196 samples were collected from the surface layer (0-30 cm) of the soils around six salt domes located in Darab area (Fars province). To model soil salinity (EC), auxiliary variables derived from a digital elevation model (DEM) and a Landsat 8 image were used as inputs of an artificial neural network (ANN). Results indicated that ANN provided good accuracy in predicting soil EC (R^2=0.97, RMSE=0.86). Results showed that some soils of the study area are influenced by the running water passes through the SD and some other soils have been saline due to irrigation with ground water that was influenced by SD, while some SD have no or little effect on the adjacent soils. In general, the findings indicated that digital soil mapping is an appropriate approach for mapping and monitoring salinity in soils around SD.

Keywords: Digital soil mapping, salt dome, soil salinity, spatial variation

[*] Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir