



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



ارزیابی کارایی روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده در تهیه نقشه شوری سطحی خاک در مرکز استان خوزستان

محمد عبیات^{۱*}، سعید حاجتی^۲، احمد لندی^۳، آسیم بیسواس^۴

۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران. پست الکترونیکی

نویسنده مسئول: m.abiat20@gmail.com

۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران.

۳- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران.

۴- گروه علوم محیط زیست، دانشگاه گوتلف، آنتاریو، کانادا.

چکیده

شوری خاک از عوامل اصلی گسترش بیابان‌زایی و تخریب محیط‌زیست در جهان به شمار می‌رود. این پژوهش با هدف مقایسه کارایی روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده در تهیه نقشه شوری سطحی خاک در شهرستان باوی در مرکز استان خوزستان انجام شد. بدین منظور، تعداد ۳۵۰ نمونه از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک به روش ابرمکعب لاتین مشروط برداشت شد. سپس، مجموعه‌ای از شاخص‌های طیفی به عنوان متغیر کمکی از تصویر لندست ۹ منطقه استخراج گردید. برای کاهش حجم داده‌ها، آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی متغیرها صورت پذیرفت. برای تهیه نقشه شوری خاک از روش‌های طبقه‌بندی نظارت نشده (K-Means و ISODATA) و نظارت شده (حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان) استفاده شد. نتایج تبدیل PCA بر روی متغیرها نشان داد که تصاویر مؤلفه‌های اولیه (PC1-PC5) با حداکثر اطلاعات و کمترین نویز، برای انجام طبقه‌بندی مناسب بودند. نتایج طبقه‌بندی نیز نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در روش نظارت شده، بهترین عملکرد و الگوریتم ISODATA در روش نظارت نشده، ضعیف‌ترین عملکرد را در طبقه‌بندی شوری خاک در منطقه داشتند. بررسی نقشه شوری تهیه شده توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نشان داد که بیشتر خاک‌های منطقه در کلاس شوری خیلی شدید (بیشتر از ۱۶ dS/m) بوده و عمدتاً در نواحی غربی منطقه قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: شوری خاک، متغیرهای کمکی، آنالیز مؤلفه‌های اصلی، طبقه‌بندی، شهرستان باوی.

مقدمه

شوری خاک یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت پایدار منابع خاک و کشاورزی است که تأثیر مستقیمی بر رشد گیاهان و بهره‌وری محصولات کشاورزی دارد (Rengasamy, 2006). خوزستان یکی از استان‌هایی است که مشکل شوری، از معضلات اصلی کشاورزی در آن به شمار می‌رود (ممبئی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به اینکه شهرستان باوی در استان خوزستان، یکی از مناطق مستعد کشت محصولات زراعی به شمار می‌رود (مرعشی و همکاران، ۱۳۹۱)، بررسی شوری خاک در این منطقه به کشاورزان کمک می‌کند

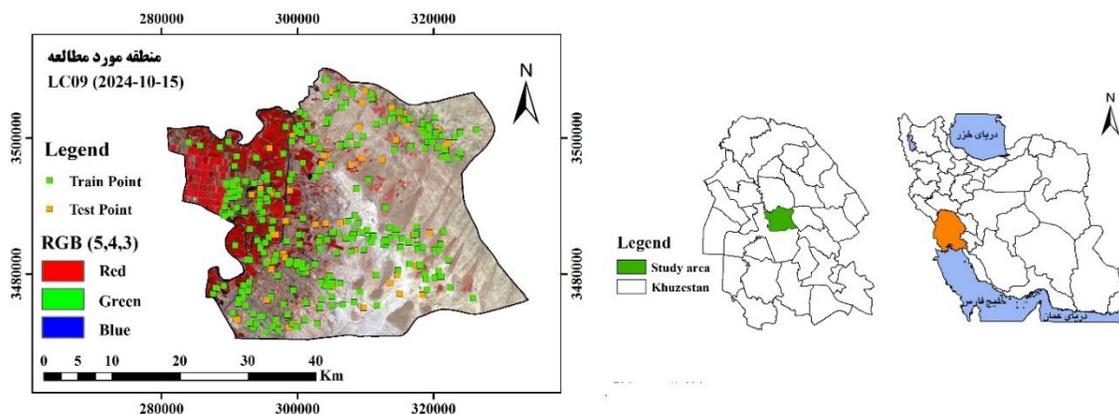
تا با روش‌های پایدار در مدیریت آب و خاک، از خسارات اقتصادی ناشی از کاهش عملکرد محصولات زراعی جلوگیری کنند. پایش و تهیه نقشه‌های شوری خاک به منظور شناسایی مناطق متأثر از شوری و مدیریت بهینه آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است (Metternicht and Zinck, 2003). در سال‌های اخیر، فناوری سنجش از دور و روش‌های یادگیری ماشین، به عنوان ابزارهای کارآمد در طبقه‌بندی و پیش‌بینی شوری خاک مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Farifteh et al., 2007). انتخاب روش مناسب برای طبقه‌بندی شوری خاک، به عواملی مانند دقت مورد نیاز، حجم داده‌های آموزشی و پیچیدگی منطقه مطالعاتی بستگی دارد (Allbed and Kumar, 2013). طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده، دو رویکرد اصلی در پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل داده‌های محیطی برای تهیه نقشه‌های شوری خاک هستند (Zhang et al., 2015). در روش‌های نظارت‌شده، از داده‌های آموزشی شامل نمونه‌های خاک با سطوح مختلف شوری برای آموزش مدل‌های طبقه‌بندی مانند ماشین بردار پشتیبان (SVM) و جنگل تصادفی (RF) استفاده می‌شود (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2020). در مقابل، روش‌های نظارت‌نشده مانند خوشه‌بندی K-Means، بدون نیاز به داده‌های آموزشی، الگوهای شوری خاک را براساس تشابه طیفی شناسایی می‌کنند (Scudiero et al., 2014).

Bilgili و Kaplan (۲۰۲۵) به تعیین شوری خاک از طریق تکنیک‌های یادگیری ماشین و سنجش از دور پرداختند. براساس این مطالعه، روش‌هایی مانند ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، جنگل تصادفی (RF) و یادگیری عمیق، نرخ‌های دقت بالایی را در پیش‌بینی شوری خاک ارائه نموده‌اند. گلاب‌کش و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی کارایی الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده در پایش بلند مدت شوری خاک سطحی در دشت عتایه استان خوزستان پرداختند. در مطالعه ایشان، از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال شباهت، فاصله ماهالانوبیس و ماشین بردار پشتیبان برای تفکیک سطوح خاک‌های شور استفاده شد. نتایج نشان داد که روش ماشین بردار پشتیبان با دقت کلی ۹۵/۷۸ و ضریب کاپای ۰/۸۹، دارای دقت طبقه‌بندی بیشتری بوده است. این پژوهش با هدف مقایسه و ارزیابی کارایی روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده در تهیه نقشه شوری سطحی خاک در اراضی شهرستان باوی در مرکز استان خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

الف- منطقه مورد مطالعه

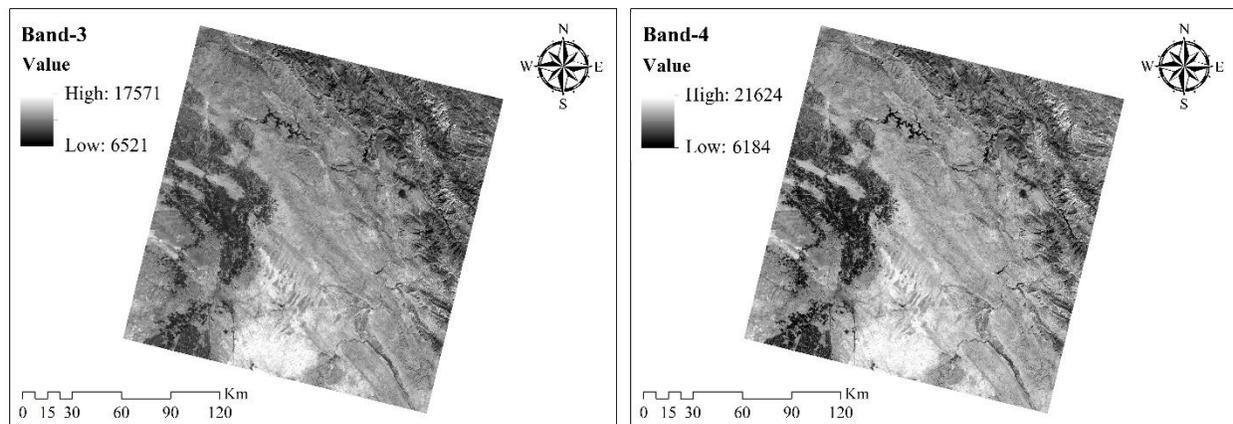
شهرستان باوی با مساحت ۱۳۷۶۶۱/۸ هکتار و موقعیت ۲۸۰۹۴۱ تا ۳۳۳۹۶۸ طول شرقی و ۳۴۷۰۳۸۱ تا ۳۵۱۰۲۹۸ عرض شمالی، در استان خوزستان و جنوب غرب ایران واقع شده است (شکل ۱). این شهرستان در فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتری از شهر اهواز، به لحاظ طبیعی در یک موقعیت جلگه‌ای دارای زمین صاف و هموار واقع شده و آب و هوای آن به تبعیت از آب و هوای منطقه، در تابستان گرم و خشک و در زمستان بارانی و مرطوب است (حسینی و همکاران، ۱۴۰۲).



شکل ۱- موقعیت نقاط انتخابی برای نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان

ب- روش پژوهش

در این پژوهش، براساس روش ابرمکعب لاتین (cLHS)، موقعیت ۳۵۰ نقطه تعیین شده و در عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک از اواخر شهریور تا اوایل آبان سال ۱۴۰۳ نمونه برداری گردید. سپس، نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. برای تعیین شوری خاک، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره نسبت خاک به آب ۲:۱ برای تمام نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. در این پژوهش، تصویر ماهواره OLI/TIRS ماهواره لندست ۹ تاریخ ۱۵ اکتبر ۲۰۲۴ در ردیف ۳۸ و گذر ۱۶۵ مستخرج از سایت USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>) برای تهیه نقشه‌های شوری خاک استفاده شد (شکل ۲).



شکل ۲- باندهای ۳ و ۴ تصویر ماهواره لندست ۹

برای بررسی دقت هندسی تصویر ماهواره‌ای بارگیری شده، از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استفاده شد و مختصات چند نقطه کنترل از آن استخراج گردید. تصحیح اتمسفری تصویر ماهواره‌ای، با روش تفریق شیء تاریک در نرم‌افزار ENVI 5.6 برای تمام باندها انجام شد. در این مرحله، باندهای طیفی ۲ تا ۷ تصویر ماهواره‌ای به صورت مجزا وارد فرآیند طبقه‌بندی شدند. همچنین، برای تشخیص و بارزسازی شوری خاک در تصویر ماهواره‌ای، برخی شاخص‌های طیفی شامل شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص پوشش گیاهی تعدیل کننده اثر خاک (SAVI)، شاخص تفاوت پوشش گیاهی (DVI)، شاخص روشنایی (BI)، شاخص شوری (SI)، شاخص تفاوت نرمال شده شوری (NDSI) و شاخص پوشش گیاهی شوری خاک (VSSI) با استفاده از ابزار Raster Calculator در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.8.2 محاسبه شدند (جدول ۱).

جدول ۱- نحوه محاسبه برخی شاخص‌های شوری و پوشش گیاهی مورد استفاده در این پژوهش

منبع	معادله	نام شاخص
Allbed and Kumar, 2013	$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی
Allbed and Kumar, 2013	$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + R + L} (1 + L)$	شاخص پوشش گیاهی تعدیل کننده اثر خاک
Jordan, 1969	$DVI = NIR - R$	شاخص تفاوت پوشش گیاهی
Singh, 2022	$BI = \sqrt{R^2 + NIR^2}$	شاخص روشنایی
Abbas et al., 2013	$SI = R / NIR$	شاخص شوری
Mcfeters, 1996	$NDSI = \frac{R - NIR}{R + NIR}$	شاخص تفاوت نرمال شده شوری
Dehni and Lounis, 2012	$VSSI = 2 \times G - 5 \times (R + NIR)$	شاخص پوشش گیاهی شوری خاک

برای کاهش حجم داده‌ها، آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی باندها و شاخص‌های مستخرج از تصویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار ArcGIS 10.8.2 انجام شد. در فرآیند طبقه‌بندی، با توجه به گستره مقادیر هدایت الکتریکی خاک در هر طبقه، نمونه‌های برداشتی

از منطقه به صورت تصادفی و براساس مقادیر EC اندازه‌گیری شده آن‌ها، به کلاس‌های متناظر اختصاص یافتند تا به عنوان داده‌های آموزشی بر روی مؤلفه‌های خروجی PCA اعمال شده و وارد فرآیند طبقه‌بندی شوند. در این مطالعه، برای طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه شوری سطحی خاک از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌نشده (K-Means و ISODATA) و نظارت‌شده (حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان) در نرم‌افزار SAGA GIS 9.5 استفاده شد. برای این منظور، نقشه‌های شوری خاک به دست آمده مطابق طبقه‌بندی Richards (۱۹۵۴) به ۵ کلاس غیرشور (۰-۲ dS/m)، شوری کم (۲-۴ dS/m)، شوری متوسط (۴-۸ dS/m)، شوری شدید (۸-۱۶ dS/m) و شوری خیلی شدید (بیشتر از ۱۶ dS/m) طبقه‌بندی شد. به طور تصادفی ۸۰ درصد داده‌های میدانی برای آموزش و ۲۰ درصد باقیمانده برای آزمایش الگوریتم‌ها انتخاب شدند. سپس به منظور ارزیابی نتایج طبقه‌بندی، از ماتریس خطا و پارامترهای صحت کلی (رابطه ۱) و ضریب کاپا (رابطه ۲) استفاده شد.

$$\sum P_{ij} \text{ OA} = 1/N \quad (1)$$

در رابطه ۱، OA دقت کلی؛ N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ij}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا می‌باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵).

$$\text{Kappa} = [(P_0 - P_c) / (1 - P_c)] \times 100 \quad (2)$$

در رابطه ۲، P_0 صحت مشاهده شده و P_c توافق مورد انتظار می‌باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج و بحث

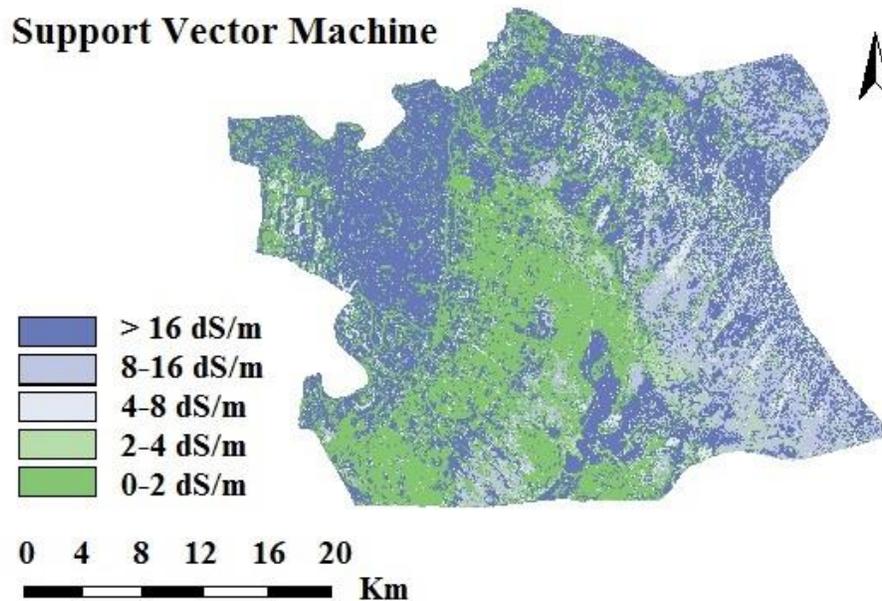
نتایج نشان داد که حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی خاک در منطقه به ترتیب ۰/۲۷ و ۱۱۷/۳۸ دسی‌زیمنس بر متر است. همچنین، میانگین هدایت الکتریکی خاک در منطقه ۲۸/۵۱ دسی‌زیمنس بر متر بوده که مطابق طبقه‌بندی خاک Richards (۱۹۵۴) در طبقه با شوری خیلی شدید قرار می‌گیرد. پس از اعمال تبدیل PCA بر روی باندها و شاخص‌های مستخرج از تصویر ماهواره‌ای، نقشه‌های رستری پنج مؤلفه اولیه (PC1-PC5) که دارای حداکثر اطلاعات و کمترین نویز در تصویر بودند، در قالب یک مجموعه داده واحد و به صورت یک تصویر چند باندهای برای انجام طبقه‌بندی استفاده شدند.

نتایج اعتبارسنجی نقشه‌های شوری خاک حاصل از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده براساس مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا در جدول ۲ ارائه شده است. براساس نتایج به دست آمده، روش نظارت‌شده نتایج بهتری را نسبت به روش نظارت‌نشده در طبقه‌بندی شوری خاک داشته است که بیانگر تأثیر قابل توجه به کارگیری نمونه‌های تعلیمی در افزایش دقت طبقه‌بندی تصویر بوده است. کارایی ضعیف روش‌های نظارت‌نشده احتمالاً به دلیل عدم وجود ساختار خوشه‌ای واضح برای داده‌های شوری خاک در منطقه باشد. در روش نظارت‌نشده، دقت بیشتر الگوریتم K-means نسبت به الگوریتم ISODATA، ممکن است به دلیل سادگی و کارایی آن در تشخیص خوشه‌های مجزا باشد. نتایج کلی عملکرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی نیز نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) در روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، بهترین عملکرد و الگوریتم ISODATA در روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده، ضعیف‌ترین عملکرد را در شناسایی و تفکیک طبقات شوری خاک در منطقه داشته‌اند (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج طبقه‌بندی شوری خاک با روش‌های نظارت‌شده و نظارت‌نشده

روش طبقه‌بندی	الگوریتم مورد استفاده	صحت کلی (%)	ضریب کاپا
نظارت نشده	K-Means	۵۰/۳۶	۰/۴۵
	ISODATA	۴۶/۱۱	۰/۴۳
	حداکثر احتمال (ML)	۶۹/۲۹	۰/۶۸
نظارت شده	شبکه عصبی مصنوعی (ANN)	۶۷/۵۳	۰/۶۲
	جنگل تصادفی (RF)	۷۵/۷۲	۰/۷۲
	ماشین بردار پشتیبان (SVM)	۷۶/۴۴	۰/۷۳

دقت بیشتر الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) برای شناسایی و تفکیک خاک‌های شور در این پژوهش، با نتایج مطالعه گلاب‌کش و همکاران (۱۴۰۱) که به بررسی کاربرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده در پایش بلند مدت شوری خاک سطحی در دشت عتابیه استان خوزستان پرداختند، مطابقت دارد. پس از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، الگوریتم جنگل تصادفی (RF) توانسته است طبقات شوری خاک را با صحت بالا تفکیک کند. از میان روش‌های نظارت‌شده، الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است. نتایج بررسی طبقات شوری خاک در نقشه به دست آمده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نشان داد که بیشتر خاک‌های منطقه در کلاس شوری خیلی شدید (بیشتر از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) قرار دارند (شکل ۳). بر این اساس، خاک‌های دارای شوری خیلی شدید با مساحت ۶۲۱۲۲/۵۶ هکتار، بیشترین فراوانی و خاک‌های دارای شوری کم (۲ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر) با مساحت ۵۰۳۰/۴۱ هکتار، کمترین فراوانی را در منطقه مورد مطالعه داشتند. بررسی نقشه طبقات شوری خاک نیز نشان داد که خاک‌های با کلاس شوری خیلی شدید، عمدتاً در نواحی غربی منطقه قرار گرفته‌اند.



شکل ۳- طبقه‌بندی شوری خاک با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM)

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که رویکرد طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد در پایش شوری خاک در منطقه مطالعاتی استفاده شود، اما باید همراه با داده‌های میدانی و مدیریت محلی تفسیر گردد. دقت بیشتر روش‌های نظارت‌شده در این پژوهش نشان می‌دهد که برای پایش شوری خاک در منطقه، داده‌های آموزشی ضروری هستند. جهت اصلاح شوری خاک در منطقه می‌توان راهکارهایی از قبیل تعیین کاربری‌های مناسب، کشت گیاهان مقاوم به شوری، استفاده از روش‌های آبیاری بهینه (مثل آبیاری قطره‌ای به جای غرقابی برای کاهش تجمع املاح) و مدیریت نهاده‌های کشاورزی ارائه نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی، فناوری و ارتباط با جامعه دانشگاه شهید چمران اهواز (SCU.AS1403.365) و بنیاد ملی علم ایران (طرح پژوهشی ۴۰۳۸۶۴۱)، به واسطه حمایت‌های مالی و پرداخت هزینه‌های اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

فهرست منابع

- حسینی، س.ک.، فروزانی، م.، عبدشاهی، ع. (۱۴۰۲). بررسی اثرگذاری دارایی‌های معیشتی بر تنوع معیشت روستاییان (مورد مطالعه: شهرستان باوی). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۵۴(۲)، ۴۸۷-۵۰۳.
- گلاب‌کش، ف.، نظریور، الف.، قنواتی، ن.، بابایی‌نژاد، تیمور. (۱۴۰۱). کاربرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده در پایش بلندمدت شوری خاک سطحی با استفاده از سنجش از دور: مطالعه موردی دشت عتابیه استان خوزستان. علوم آب و خاک، ۲۶(۲)، ۲۰۳-۲۲۱.
- مرادی، ع.، جعفری، م.، ارزانی، ح.، ابراهیمی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم‌زار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۱)، ۸۹-۱۰۰.
- مرعشی، س.ع.، محمودی، الف.، اسلامی، م. ر. (۱۳۹۱). کاهش سطح آب زیرزمینی با انتخاب الگوی بالقوه کشت در شهرستان باوی. همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، همدان، ۸ صفحه.
- ممبئی، م.، عسگری، ح. (۱۳۹۷). پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی / پوشش زمین با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۷(۱۰۵)، ۳۵-۴۷.
- Abbas, A., Khan, S., Hussain, N., Hanjra, M.A., & Akbar, S. (2013). Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 55-57, 43-52.
- Allbed, A., & Kumar, L. (2013). Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: A review. *Advances in Remote Sensing*, 2(4), 373-385.
- Dehni, A., and Lounis, M. (2012). Remote sensing techniques for salt affected soil mapping: Application to the Oran region of Algeria. *Procedia Engineering*, 33, 188-198.
- Farifteh, J., Van der Meer, F., Atzberger, C., & Carranza, E.J.M. (2007). Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: A comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). *Remote Sensing of Environment*, 110(1), 59-78.
- Jordan, C. F. (1969). Derivation of leaf-area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, 50(4), 663-666.
- Kaplan, F., & Bilgili, A.V. (2025). Salinity Determination of Soil through Machine Learning and Remote Sensing Techniques. *Authorea*. February 04, 2025.
- McFeeters, S.K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432.
- Metternicht, G.I., & Zinck, J.A. (2003). Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment*, 85(1), 1-20.
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1017-1023.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils*, Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.
- Scudiero, E., Skaggs, T.H., & Corwin, D.L. (2014). Regional-scale soil salinity assessment using Landsat ETM+ canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 154, 8-20.
- Singh, A. (2022). Soil salinity: A global threat to sustainable development. *Soil Use and Management*, 38(1), 39-67.
- Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., & Kerry, R. (2020). Digital mapping of soil salinity using machine learning and remote sensing in central Iran. *Geoderma*, 366, 114223.
- Wu, W., Mhaimed, A.S., Al-Shafie, W.M., Ziadat, F., Dhehibi, B., Nangia, V., & De Pauw, E. (2014). Mapping soil salinity changes using remote sensing in Central Iraq. *Geoderma Regional*, 2-3, 21-31.
- Zhang, T., Qi, J., Gao, Y., Ouyang, Z., Zeng, S., & Zhao, B. (2015). Detecting soil salinity with MODIS time series VI data. *Ecological Indicators*, 52, 480-489.

Assessment of the efficiency of supervised and unsupervised classification methods for preparing soil surface salinity maps in the center of Khuzestan Province

Mohammad Abiyat^{1*}, Saeid Hojati², Ahmad Landi³, Asim Biswas⁴

1. Corresponding Author, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Khuzestan, Iran. E-mail: m.abiat20@gmail.com
2. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Khuzestan, Iran.
3. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Khuzestan, Iran.
4. School of Environmental Science, Ontario Agricultural College, University of Guelph, Guelph N1G2W1, Ontario, Canada.

Abstract

Soil salinity is a primary cause of desertification and environmental degradation worldwide. This study aims to investigate the effectiveness of supervised and unsupervised classification methods for creating soil surface salinity maps in Bavi County, located in the center of Khuzestan Province. To achieve this, 350 samples were taken from a depth of 0-10 cm of soil using the conditioned Latin Hypercube Sampling (cLHS) method. Then, a set of spectral indices was extracted as auxiliary variables from Landsat-9 image of region. Principal component analysis (PCA) was then performed on these variables to reduce data volume. Both unsupervised (K-Means and ISODATA) and supervised (Maximum Likelihood, Artificial Neural Network, Random Forest, and Support Vector Machine) classification methods were employed to prepare the soil salinity maps. The results of the PCA transformation indicated that the images of the primary components (PC1-PC5), which contained maximum information and minimal noise, were suitable for classification. The classification results revealed that the Support Vector Machine algorithm performed best among the supervised methods, while the ISODATA algorithm exhibited the weakest performance in classifying soil salinity in the region. An analysis of the salinity map generated using the Support Vector Machine algorithm revealed that most soils in the area fell into the very severe salinity class (greater than 16 dS/m), primarily located in the western regions of Bavi County.

Keywords: Soil Salinity, Auxiliary Variables, Principal Component Analysis, Classification, Bavi County.