



محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

تهیه نقشه تجمع فلزات سنگین نیکل (Ni) و سرب (Pb) در خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست ۸ و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN)

روح الله گودرزی^۱، رامین سمیعی فرد^{۱*}، راضیه قاسمی^۲

^۱ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد سنجش از دور دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

^۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد (خوراسگان)

چکیده

اطلاعات طیفی که از برهم‌کنش بین امواج الکترومغناطیسی و ماده سرچشمه می‌گیرند، ما را قادر به تعیین خصوصیات خاک، بدون نیاز به تکیه بر روش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی می‌کنند. در این پژوهش، از تصویر ماهواره لندست ۸، برای تهیه نقشه تجمع عناصر سنگین نیکل (Ni) و سرب (Pb) استفاده شد. تصحیحات لازم بر روی تصویر، با کمک نرم افزار ENVI 5.1 و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار MATLAB 2015a انجام و پس از اتخاذ خروجی‌های لازم، نقشه نهایی با کمک نرم افزار ArcMap 10.4.1 استخراج شد. نتایج حاصل از کاربرد شبکه‌ی عصبی با استفاده از باندهای تصویر، در برآورد فلزات سنگین مورد مطالعه، به طور چشمگیری با واقعیت مشابهت داشتند. به طوری که ارزیابی عملکرد این مدل به کمک محاسبات ریاضیاتی مانند خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) و نیز ضریب تعیین (R^2)، برای سرب به ترتیب برابر با ۰/۲۲۸ و ۰/۸۶۴ و برای نیکل به ترتیب برابر با ۲/۵۴۱ و ۰/۹۲۱ به دست آمد. نتایج نشان دادند که استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی و تصاویر ماهواره‌ای ما را قادر به تهیه نقشه‌ی پراکنندگی این عناصر با دقت بالا در مقایسه با نتایج حاصل از روش‌های آزمایشگاهی می‌نماید.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، شبکه عصبی، لندست ۸

مقدمه

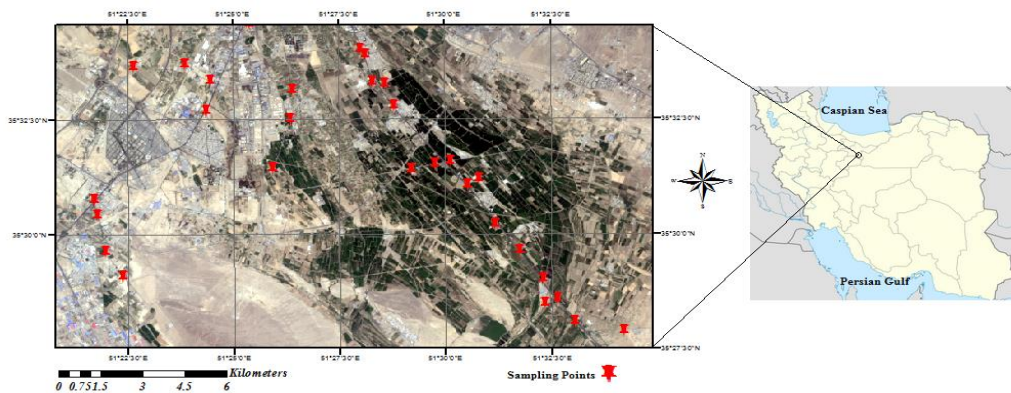
آلودگی اراضی کشاورزی به فلزات سنگین، یکی از مشکلات زیست‌محیطی جدی در دنیای امروز بوده که تهدید بزرگی برای محیط زیست جهانی، امنیت غذایی و بقای بشر به شمار می‌رود (Li و همکاران ۲۰۱۹). آلودگی فلزات سنگین عاملی تاثیرگذار بر محیط زیست خاک محسوب می‌شود. تجمع دراز مدت این عناصر در خاک تبدیل به مشکلی حاد شده که امنیت کشاورزی و سلامت زیست‌بوم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین بررسی سریع توزیع فلزات سنگین در خاک و کنترل اثرگذاری و جلوگیری از خطرات این عناصر، برای جلوگیری و کنترل آلودگی خاک و همچنین تامین امنیت غذایی، ضروری خواهد بود (Lu و همکاران ۲۰۱۹). ارتقای درک و شناسایی توزیع مکانی فلزات سنگین در خاک، تبدیل به بخش پر اهمیت مقوله ارزیابی خطرات و تدابیر زیست‌محیطی شده است (He و همکاران ۲۰۱۹). در این زمینه، سنجش از دور ابرطیفی به عنوان روشی سریع در پیش‌بینی و برآورد غلظت فلزات سنگین در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lu و همکاران ۲۰۱۹). به علت فرآیند تشکیل بسیار پیچیده و آهسته خاک، نظارت و پایش آلودگی آن، دارای اهمیت بالایی می‌باشد. روش‌های قدیمی ترکیب نمونه‌برداری‌های میدانی و تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی فلزات سنگین خاک، نه تنها به خاطر زمان‌بر و پرهزینه بودن آنها، بلکه به دلیل عدم ارائه اطلاعات در مورد ویژگی‌های توزیع مکانی فلزات سنگین خاک در یک منطقه وسیع، دارای محدودیت‌هایی هستند. بعلاوه، این روش‌ها نمی‌توانند مطابق نیازهای موجود جهت تعیین توزیع وابسته به مکان و زمان فلزات سنگین خاک در یک سطح وسیع، به خوبی عمل نمایند. فناوری سنجش از دور با غلبه بر این محدودیت‌ها، راه حلی ارزان، سریع و دوست‌دار محیط زیست را برای پیش‌بینی و تشخیص محتوی فلزات سنگین خاک ارائه داده است. از آنجا که بین ویژگی‌های طیفی فلزات سنگین خاک و خصوصیات خاک ارتباط وجود دارد، طیف بازتابندگی خاک، به طور وسیعی برای تخمین فلزات سنگین موجود در آن با تناوب و دقت بالا مورد استفاده قرار گرفته است (Guan و همکاران ۲۰۱۹). روش‌های ابرطیفی مقبولیت عمومی خوبی را در تشخیص محتوی فلزات سنگین خاک، به دلیل اطلاعات طیفی پیوسته و غنی به دست آورده‌اند (Wang و همکاران ۲۰۱۸). اطلاعات طیفی که از برهم‌کنش بین امواج الکترومغناطیسی و ماده سرچشمه می‌گیرند، ما را قادر به تعیین خصوصیات خاک، بدون نیاز به تکیه بر روش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی می‌کنند (Ogen و همکاران ۲۰۱۹).

* ایمیل نویسنده مسئول: raminsamiei@ut.ac.ir

اگرچه، فرآیند و تحلیل یک تصویر مستلزم صرف زمان می‌باشد، با این حال، تصاویر چندطیفی دارای این مزیت هستند که طول موج‌های آنها کارآمد و دستیابی به داده‌های آنها بسیار کم هزینه و سریع بوده و از این رو، نسبت به تصویربرداری ابرطیفی، کارآمدتر هستند (Tang و همکاران ۲۰۱۸). رویکردهای زیادی برای توسعه ارتباط بین طیف‌های بازتابی و عناصر مورد استفاده قرار گرفته است که استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، از جمله این رویکردها می‌باشد (Luce و همکاران ۲۰۱۷). عکس‌هایی هوایی یا تصاویر ماهواره‌ای اطلاعاتی را در اختیار قرار می‌دهند که اگر با مطالعات میدانی توأم باشند، می‌توانند تصویر نسبتاً درستی از منطقه‌ی مورد مطالعه تولید کنند. لذا هدف از این تحقیق، تخمین میزان عناصر سنگین نیکل (Ni) و سرب (Pb) تجمع یافته در خاک که در اثر فعالیت‌های صنعتی از قبیل آبکاری فلزات سنگین، پساب‌های صنعتی و شهری، و دیگر صنایع وابسته به این نوع فلزات و همچنین آبیاری با آب حاصل از تصفیه لجن فاضلاب که در خاک‌های منطقه‌ای در جنوب کلان‌شهر تهران تجمع پیدا کرده‌اند می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از مطالعات میدانی و تحلیل‌های آزمایشگاهی خصوصیات مربوط به این خاک‌ها و در نهایت تلفیق با باندهای طیفی ماهواره‌ی لندست ۸ و نهایتاً به کمک محاسبات عددی (الگوریتم) مدل شبکه عصبی مصنوعی، نقشه‌ی توزیع عناصر یاد شده استخراج شد. در منطقه‌ی یاد شده فعالیت‌های صنعتی زیاد بوده و همچنین زمین‌های کشاورزی در بسیاری از مواقع با آب حاصل از تصفیه‌ی لجن فاضلاب‌های شهری آبیاری می‌شوند. بدون شک شناسایی و مطالعه‌ی دقیق منطقه‌ی مورد مطالعه، نیازمند ارزیابی دقیق آن می‌باشد.

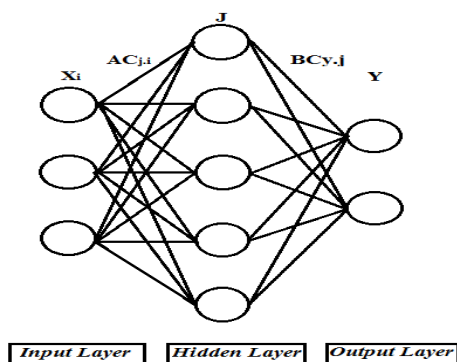
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در منطقه‌ای در جنوب کلان شهر تهران (شهرری) به مساحت تقریبی ۱۵۱ کیلومتر مربع، با مختصات عرض شمالی (۳۹۳۷۰۰۵N-۳۹۲۴۰۱۵N) و طول شرقی (۵۵۲۷۶۵E-۵۳۱۴۰۵E) با حداکثر ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا که شامل بافت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و دارای ترافیک جاده‌ای سنگین بود، انجام گرفت. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۱۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن در حدود ۱۹ درجه سلسیوس می‌باشد. رده خاک‌های مورد بررسی، با توجه به مطالعات انجام شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب کشور طبق سیستم رده‌بندی آمریکایی (USDA) عموماً از نوع Entisols و گروه بزرگ Torriortents می‌باشد که در واقع Entisol‌های مناطق خشک با رژیم رطوبتی Aridic یا Torric هستند. این خاک‌ها عمدتاً واکنش خنثی و یا قلیایی دارند و بسیاری از آنها آهکی می‌باشند (شکل ۱).



شکل ۱. تصویر منطقه‌ی مورد مطالعه

در این پژوهش از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی نیز برای برآورد و تهیه‌ی نقشه‌ی پراکندگی فلزات سنگین در خاک‌های منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده شد. اساس کار این مدل بر مبنای عملکرد سیستم‌های عصبی زنده می‌باشد. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی، روش‌های متفاوتی را در مقایسه با روش‌های قدیمی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تشخیص الگوها ارائه می‌دهد. رابطه‌ی بین داده‌های ورودی و خروجی در این مدل مجهول می‌باشد. الگوی شماتیک نحوه‌ی عملکرد این مدل شبیه به شکل (۲) می‌باشد.

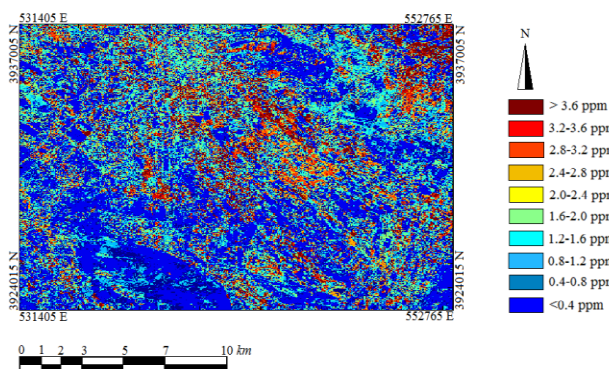


شکل ۲، الگوی شماییک شبکه‌ی عصبی مصنوعی

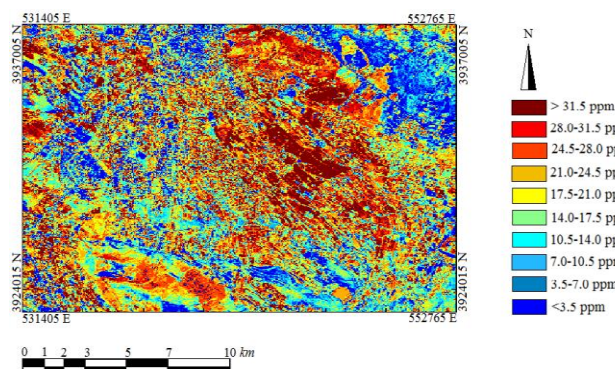
که در آن ورودی نرون J نرون پنهان، $AC_{j,i}$ و $BC_{y,i}$ به ترتیب رابط وزنی بین نرون ورودی و نرون پنهان و رابط وزنی بین نرون پنهان و نرون خروجی هستند و Y نیز نرون خروجی می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، هر نرون در یک لایه با تمامی نرون‌ها در لایه‌های دیگر، هم از لحاظ وزنی و هم از لحاظ مقداری، ارتباط دارد. توابع انتقال برای مدل‌های شبکه عصبی، شامل تابع هایپربولیک (Hyperbolic tangent) و sigmoid function = tansig) و نیز تابع انتقال خطی (Linear transfer function = purelin) می‌باشد. تابع هایپربولیک برای لایه پنهان و تابع خطی برای لایه خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Souwalak و همکاران ۲۰۱۴). به منظور اتخاذ نقشه پراکندگی و تجمع فلزات سنگین مورد مطالعه، تصحیحات لازم بر روی تصویر، با کمک نرم افزار ENVI 5.1 و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار MATLAB 2015a انجام شد. پس از اتخاذ خروجی‌های لازم، نقشه نهایی با کمک نرم افزار ArcMap 10.4.1 استخراج گردید.

نتایج و بحث

در جدول (۱)، نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی شامل اطلاعات مربوط به بافت خاک، درصد کربن آلی، پ-هاس، مختصات نقاط نمونه برداری و همچنین غلظت عناصر سنگین سرب و نیکل که توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری‌های مربوط به آن انجام گرفت، آورده شده است. همان‌طور که گفته شد، در این پژوهش از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای تخمین میزان عناصر سنگین موجود در خاک با استفاده از طیف تصویر استفاده شده است. از آنجایی که خاک یک محیط پیچیده بوده و همزمان عوامل مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بر خصوصیات آن اثر می‌گذارند، مدل‌های غیر خطی نظیر مدل شبکه‌ی عصبی می‌توانند در ارائه‌ی نتایج برآورد محتویات خاک نتایج قابل قبولی را نشان دهند اما باید به این واقعیت نیز توجه داشت که با هر بار استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی، چون پردازش‌های درون این مدل به صورت کاملاً تصادفی انجام می‌گیرد، نتایج متفاوتی را از خود بروز می‌دهد. نقشه‌ی توزیع عناصر سنگین سرب و نیکل در شکل (۳) نشان داده شده است.



نقشه‌ی توزیع نیکل



نقشه‌ی توزیع سرب

شکل ۳. نقشه‌های توزیع پراکندگی عناصر سنگین در منطقه‌ی مورد مطالعه با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی.

جدول ۱. مختصات جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه و نتایج آزمایشگاهی نقاط نمونه برداری (محدوده منطقه مطالعاتی در زون جغرافیایی ۳۹ واقع بود).

شماره	مختصات	S ۳۹	O.C %	% شن	رس %	% سیلت	بافت	pH	(ppm) نیکل	(ppm) سرب
۱	۳۹۳۴۳۷ ۹	۰۵۳۹۸۶ ۵	۱/۱۴	۱۱	۳۴	۵۵	Si.C. L	۷/۶۵	۱/۰۳۱	۲۰/۷۶۱
۲	۳۹۳۶۸۷ ۰	۰۵۳۳۸۳ ۶	۱/۳۶	۱۷	۴۲	۴۱	Si.C	۷/۴۴	۲/۰۸۷	۱۸/۵۴۵
۳	۳۹۳۳۵۴ ۶	۰۵۳۶۸۰ ۵	۱/۸۴	۲۳	۴۱	۳۶	C	۷/۸۱	۲/۰۲۳	۱۷/۹۶۳
۴	۳۹۳۹۰۷ ۷	۰۵۴۱۳۳ ۱	۱/۷۶	۴۴	۳۱	۲۵	C.L	۷/۷۴	۲/۷۰۸	۲۴/۰۱۱
۵	۳۹۳۴۷۵ ۴	۰۵۳۶۹۲ ۶	۱/۷۵	۲۳	۳۷	۴۰	C.L	۷/۱۲	۳/۰۲۵	۲۸/۹۰۷
۶	۳۹۳۹۹۴ ۱	۰۵۳۲۸۱ ۱	۱/۵۸	۱۹	۳۹	۴۲	Si.C. L	۷/۲۳	۱/۵۳	۲۷/۰۲۵
۷	۳۹۳۵۰۶ ۶	۰۵۴۹۹۶ ۴	۱/۳۸	۱۸	۴۳	۳۹	Si.C	۷/۳۱	۱/۱۰۴	۲۶/۲۰۴
۸	۳۹۳۰۸۱ ۷	۰۵۴۶۵۲ ۸	۰/۶۷	۲۸	۱۹	۵۳	Si.L	۷/۵۶	۱/۷۳۵	۲۲/۰۰۹
۹	۳۹۳۹۰۰ ۱	۰۵۴۷۱۳ ۹	۱	۱۵	۴۶	۳۹	C	۷/۱۴	۱/۰۲۹	۲۸/۹۲۱
۱۰	۳۹۳۷۵۴ ۹	۰۵۴۳۵۷ ۶	۱/۱۱	۲۶	۳۷	۴۷	C.L	۷/۸۷	۰/۹۰۹	۱۰/۰۹۴
۱۱	۳۹۳۷۸۴ ۳	۰۵۳۳۲۱ ۴	۱/۶۶	۱۹	۳۹	۴۲	Si.C. L	۷/۵	۱/۰۱۶	۹/۰۶۵
۱۲	۳۹۳۴۷۱ ۶	۰۵۵۱۷۲ ۵	۱/۹۳	۲۵	۳۱	۴۴	C.L	۷/۴۱	۱/۰۲۸	۲۶/۶۵۹
۱۳	۳۹۳۶۷۹ ۰	۰۵۴۸۸۳ ۸	۱/۷۳	۳۶	۲۶	۳۸	L	۷/۴۸	۱/۵۴۳	۲۰/۵۰۶
۱۴	۳۹۳۳۷۳ ۷	۰۵۴۳۴۹ ۱	۱/۸۸	۲۰	۳۷	۴۳	Si.C. L	۷/۸۹	۳/۴۰۸	۲۷/۵۳۲
۱۵	۳۹۳۴۶۳ ۷	۰۵۴۳۱۶ ۷	۱/۰۱	۲۴	۳۳	۳۷	C.L	۷/۹۳	۲/۰۶۷	۱۲/۷۴۲
۱۶	۳۹۳۹۳۱ ۰	۰۵۳۲۹۱ ۴	۲/۲۹	۳۴	۳۸	۲۸	C.L	۷/۴۲	۳/۲۱۳	۳۴/۰۷۸
۱۷	۳۸۳۵۴۱	۰۵۳۶۰۲	۰/۷۱	۲۶	۴۵	۲۹	C	۷/۸۵	۱/۱۴۴	۱۵/۴۵۸



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



۱۸	$\frac{۳۹۳۵۲۸}{۹}$	۰۵۳۴۱۸	۱/۷۶	۱۹	۳۷	۴۴	Si.C. L	۷/۵۲	۲/۰۰۵	۲۳/۲۲۵
۱۹	$\frac{۳۹۳۴۶۹}{۱}$	۰۵۴۲۷۲	۰/۹۴	۱۹	۴۳	۳۸	C	۷/۴۷	۰/۷۸	۱۵/۳۲۸
۲۰	$\frac{۳۹۳۵۸۰}{۲}$	۰۵۴۸۹۲	۰/۸۱	۲۸	۳۱	۴۱	C.L	۷/۵۱	۰/۸۷۶	۱۴/۸۷۹
۲۱	$\frac{۳۹۳۷۹۸}{۱}$	۰۵۴۲۹۸	۱/۹۸	۳۸	۲۱	۴۱	L	۷/۴۴	۳/۱۴۹	۳۲/۳۶۴
۲۲	$\frac{۳۹۳۱۵۰}{۱}$	۰۵۴۵۴۹	۲/۱۷	۳۳	۲۸	۳۹	C.L	۷/۶۱	۱/۷۴۸	۲۶/۰۴۶
۲۳	$\frac{۳۹۳۵۷۹}{۰}$	۰۵۴۲۴۵	۱/۰۵	۱۳	۳۷	۵۰	Si.C. L	۷/۷۹	۲/۵۱۲	۱۶/۱۴۵
۲۴	$\frac{۳۹۳۸۱۵}{۲}$	۰۵۴۲۰۶	۱/۵۴	۱۶	۳۶	۴۸	Si.C. L	۷/۶۴	۱/۴۲۶	۱۹/۴۵۷
۲۵	$\frac{۳۹۳۱۲۱}{۷}$	۰۵۳۹۱۹	۱/۴۶	۱۵	۵۰	۳۵	C	۷/۸۸	۱/۰۳۲	۲۷/۸۹۷
۲۶	$\frac{۳۹۳۹۹۴}{۱}$	۰۵۳۲۸۱	۰/۹۲	۳۵	۲۲	۴۳	L	۷/۷۶	۱/۴۴۴	۱۹/۹۰۲
۲۷	$\frac{۳۹۳۸۳۶}{۳}$	۰۵۳۸۱۰	۲/۲	۲۴	۳۷	۳۹	C.L	۷/۸۳	۰/۸۷۱	۱۷/۰۱۹
۲۸	$\frac{۳۹۴۰۹۴}{۲}$	۰۵۳۸۱۹	۱/۸	۱۵	۴۱	۴۴	Si.C	۷/۵۹	۲/۰۰۱	۲۲/۱۲
۲۹	$\frac{۳۹۳۷۰۵}{۲}$	۰۵۳۸۳۴	۱/۸۲	۱۵	۳۹	۴۶	Si.C. L	۷/۹۱	۰/۹۹۸	۸/۰۱۳
۳۰	$\frac{۳۹۳۳۲۰}{۶}$	۰۵۳۹۷۸	۱/۴۴	۳۹	۲۳	۳۸	L	۷/۶۳	۱/۰۰۸	۲۴/۴۵۶
۳۱	$\frac{۳۹۳۱۲۰}{۰}$	۰۵۴۴۱۲	۱/۹۷	۲۱	۳۵	۴۴	C.L	۷/۸۴	۳/۰۴۵	۱۳/۶۷۴
۳۲	$\frac{۳۹۳۶۰۰}{۹}$	۰۵۴۲۲۹	۱/۰۹	۲۲	۴۳	۳۵	C	۷/۴۹	۱/۹۵۱	۲۵/۸۷۲
۳۳	$\frac{۳۹۳۱۴۱}{۴}$	۰۵۴۴۹۶	۲/۰۲	۲۲	۳۰	۴۸	C.L	۷/۶۶	۲/۰۷۹	۲۷/۸۹۴
۳۴	$\frac{۳۹۳۰۵۶}{۵}$	۰۵۴۶۱۲	۱/۱۱	۱۸	۴۱	۴۱	Si.C	۷/۸۱	۱/۲۷۴	۱۸/۷۶۱
۳۵	$\frac{۳۹۳۷۹۲}{۱}$	۰۵۴۷۹۸	۱/۱۲	۲۴	۴۲	۳۴	C	۷/۹۵	۱/۱۱۵	۱۱/۳۹۸



۳۶	۳۹۲۵۹۷	۰۵۴۹۳۴	۱/۸۸	۲۷	۳۴	۳۹	C.L	۷/۷۱	۰/۹۳۷	۲۲/۹۳۶
	.	۷								

از سوی دیگر باید در نظر داشته باشیم که استفاده از مدل‌های شبکه‌ی عصبی، در برآورد محتویات خاک، دقت به مراتب بالاتری نسبت به استفاده از سایر مدل‌ها در برآوردهای مشابه دارد. نتایج حاصل از برازش با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی در جدول (۲) نشان داده شده که موید دقت بسیار بالای این مدل در برآورد فلزات سنگین در خاک‌های آلوده و همچنین خاک‌های حاوی این قبیل عناصر می‌باشد.

جدول ۲- همبستگی بین مقادیر عناصر سنگین اندازه‌گیری شده و برآورد شده با استفاده از خصوصیات طیفی تصاویر ماهواره لندست ۸

عنصر مورد سنجش	R ²	RMSE _(ppm)
Ni	۰/۹۲۱	۰/۲۲۸
Pb	۰/۸۶۴	۲/۵۴۱

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد با توجه به اینکه در محیط خاک، عوامل مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، توأما و نیز به صورت جداگانه بر روی هم تاثیرگذار هستند، روش‌های غیر خطی می‌توانند در جهت پیش‌بینی و ارزیابی محتوی عناصر موجود در خاک مورد استفاده قرار گیرند. نتایج حاصل از کاربرد شبکه‌ی عصبی با استفاده از باندهای ماهواره‌ی لندست ۸، در برآورد مقادیر فلزات سنگین مورد مطالعه، نتایج بسیار خوبی را ارائه دادند که به طور چشمگیری با واقعیت مشابهت داشتند و می‌توان با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌ی پراکندگی این عناصر را در کلاس‌های طبقه‌بندی مختلف، تهیه و در بخش‌های مختلف صنعتی و استخراج معادن، محیط زیست و کشاورزی، مورد استفاده قرار داد. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان دادند که استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی و تصاویر ماهواره‌ای ما را قادر به تهیه نقشه‌ی پراکندگی ویژگی‌های خاک، با دقت بالا در مقایسه با نتایج حاصل از روش‌های آزمایشگاهی می‌نماید. رویکرد استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی در مطالعات محتوی عناصر موجود در خاک، تاثیرگذار، دارای انعطاف عملکردی و بسیار فراگیر می‌باشد. لذا با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد استفاده از این مدل‌ها در تلفیق با روش‌های سنجش از دور، جهت برآورد عناصر موجود در خاک، می‌توان هزینه‌های مربوط به تهیه نقشه و زمان لازم برای انجام این‌گونه مطالعات را به حداقل رساند.

منابع

- Guan, O., Zhao, R., Wang, F., Pan, N., Yang, L., Song, N., Xu, C. and Lin, J. 2019. Prediction of heavy metals in soils of an arid area based on multi-spectral data. *Journal of Environmental Management*, 243, 137-143.
- He, J., Yang, Y., Christakos, G., Liu, Y. and Yang, X. 2019. Assessment of soil heavy metal pollution using stochastic site indicators. *Geoderma*, 337, 359-367.
- Luce, M.S., Ziadi, N., Gagnon, B. and Karam, A. 2017. Visible near infrared reflectance spectroscopy prediction of soil heavy metal concentrations in paper mill biosolid- and liming by-product-amended agricultural soils. *Geoderma*, 288, 23-36.
- Li, X., Li, L. and Liu, X. 2019. Collaborative inversion heavy metal stress in rice by using two-dimensional spectral feature space based on HJ-1 A HSI and radarsat-2 SAR remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation Geoinformation*. 78, 39-52.
- Lu, Q., Wang, S., Bai, X., Liu, F., Wang, M., Wang, J. and Tian, S. 2019. Rapid inversion of heavy metal concentration in karst grain producing areas based on hyperspectral bands associated with soil components. *Microchemical Journal*. 148, 404-411.
- Ogen, Y., Zaluda, J., Francos, N., Goldshleger, N and Ben-Dor. E. 2019. Cluster-based spectral models for a robust assessment of soil properties. *Geoderma*, 340, 175-184.



- Souwalak, J., Qiming, J.Y., and Ness, J. 2014. Development of Artificial Neural Network Models for Biogas Production from Co-Digestion of Leachate and Pineapple Peel. *The Global Environmental Engineers*, 1: 42-47.
- Tang, C., He, H., Li, E. and Li, H. 2018. Multispectral imaging for predicting sugar content of 'Fuji' apples. *Optics and Laser Technology*, 106, 280-285.
- Wang, F., Gao, J. and Zha, Y. 2018. Hyperspectral sensing of heavy metals in soil and vegetation: Feasibility and challenges. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 136, 73-84.



16th Iranian Soil Science Congress

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



Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Preparation the heavy metals accumulation maps of Nickel (Ni) and Lead (Pb) in soil using Landsat 8 satellite imagery and artificial neural network model (ANN)

Goodarzi¹, R., SamieiFard, R.^{*1}, Ghasemi, R.²

¹ M. Sc. Graduated, Faculty of Geodesy & Geomatics Engineering K. N. Toosi University of Technology, Iran

¹ PhD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture & Natural resources University of Tehran, Iran

² PhD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture & Natural resources, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Iran

Abstract

The spectral information that emanates from the interactions between electromagnetic waves and matter, enables us to determine the soil properties without the need to rely on experimental methods and analyzes. In this research, Landsat 8 images, were used to preparation the heavy metals maps for the accumulation of Nickel (Ni) and Lead (Pb). The necessary corrections on the image are performed using the software ENVI 5.1 and the programming of artificial neural network (ANN) had done using the MATLAB 2015a software. After making the necessary outputs, the final map with ArcMap 10.4.1 software was extracted. The results of using the neural network by the image bands applied to estimate the studied heavy metals that they were significantly similar to the reality. So, the performance evaluation of this model with mathematical calculations such as RMSE and R^2 for lead are respectively 0.228 ppm and 0.864, but these values for nickel were 2.541 ppm and 0.921 respectively. The results showed that the use of neural network model and satellite imagery enables us to prepare the distribution map of these kind of elements with high accuracy compared to the results of laboratory methods.

Keywords: Heavy Metals, Neural Network, Landsat 8

* Corresponding author, Email: ramin.samiei@ut.ac.ir