

توزیع مکانی عناصر خاک و تاثیر آن بر حاصلخیزی اراضی کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

جواد اسلامی هروان^۱، زهرا عزیزی^{۲*}، احمد بایبوردی^۳، پیام عالمی صف اول^۴، میرمسعود خیرخواه زرکش^۵

^۱ کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان عجب‌شیر، سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی
eslamigis@gmail.com

^۲ استادیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
zazizi@srbiau.ac.ir

^۳ دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات و ترویج و آموزش کشاورزی، تبریز، ایران
ahmad.bybordy@gmail.com

^۴ کارشناس ارشد سنجش‌از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
payam.alemi@srbiau.ac.ir

^۵ دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
kheirkhahzarkesh96@gmail.com

(تاریخ دریافت: خردادماه ۱۴۰۱، تاریخ تصویب: اسفندماه ۱۴۰۱)

چکیده

آگاهی از توزیع مکانی و الگوی پراکنش عناصر خاک در شناسایی خصوصیات و توانمندی زمین به منظور افزایش بهره‌وری کشاورزی پایدار ضروری است. هدف این پژوهش تولید نقشه‌های عناصر خاک در محدوده شهر عجبشیر و ارزیابی حاصلخیزی آن است. در این راستا، پس از دریافت نتایج آنالیز ۱۳۶ نمونه خاک در قالب ۱۰ پارامتر از عوامل و عناصر ضروری رشد گیاه، با استفاده از الگوریتم IDW، اقدام به تهیه نقشه‌های پراکنش عناصر خاک در منطقه مورد مطالعه شد. نتایج PH به عنوان یک عامل تاثیرگذار نشان از آن دارد که منطقه دارای خاک قلیایی است. از سویی پتاسیم به عنوان عنصر ضروری به ویژه در مقابل تنش شوری که به سبب کاهش سطح تراز دریاچه ارومیه در منطقه رو به افزایش است، در زمین‌های زراعی از نسبت مناسبی برخوردار است. این در حالی است که هدایت الکتریکی به غیر از بخش شمالغربی محدوده در ساحل دریاچه که بالاترین مقدار را نشان می‌دهد، در دیگر نقاط توزیع نسبتاً یکنواختی دارد. هرچند نتایج حاصل از نقشه پوشش گیاهی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ که با استفاده از شاخص NDVI استخراج گردید، حاکی از کاهش ۱۴۹۵.۰۷ هکتاری سطح زیرکشت طی دو دهه است اما مقدار و توزیع عناصر خاک نشان از مرغوبیت و حاصلخیزی خاک منطقه‌ای دارد که در معرض تهدیدهای محیطی مانند گسترش شوره‌زارها و ریزگردهای حاصل از خشک‌شدن دریاچه ارومیه قرار گرفته‌است.

واژگان کلیدی: عناصر خاک، الگوریتم IDW، دریاچه ارومیه، عجبشیر

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

شناسایی قابلیت‌های سرزمین پیش از اجرای هرگونه فعالیتی ضروری است. در غیر این صورت، استفاده از این توانمندی‌ها به صورتی شکل خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیک مانع از ادامه و بهره‌وری فعالیت‌ها خواهد شد و در نتیجه منجر به هدررفت سرمایه‌گذاری‌های می‌گردد [۱].

خاک از منابع طبیعی و محدود زمین است و پس از آب‌وهوا، مهم‌ترین جزء محیط‌زیست محسوب می‌شود. اهمیت و نقش خاک در تغییرات آب‌وهوایی، فرسایش، امنیت غذایی و همچنین اکوسیستم به ترتیب موضوع کنوانسیون سازمان ملل در خصوص تغییرات آب‌وهوایی، کنوانسیون سازمان ملل درباره مبارزه با بیابان‌زایی و نیز کنوانسیون تنوع زیستی به‌عنوان مصادیقی از منابع الزام‌آور مرتبط در عرصه حقوق بین‌الملل محیط‌زیست است [۲].

به جز کربن، اکسیژن و هیدروژن که عمدتاً از طریق آب‌وهوا تأمین می‌شوند، منبع اصلی بقیه عناصر غذایی موردنیاز گیاه، محلول خاک است [۳]، [۴]. اگرچه خواص خاک تا حد زیادی تحت‌تأثیر نوع خاک است [۵]، [۶] و شرایط اکولوژیکی هم اجازه کاشت هر نوع محصولی را در همه‌جا نمی‌دهد [۷]. اما این ویژگی‌ها در مزارع زراعی تحت‌تأثیر شیوه‌های کشاورزی هستند [۸-۱۱]. باید توجه داشت شیوه‌های طولانی‌مدت مدیریت کشاورزی باعث تغییر میکروارگانیسم خاک می‌شود [۱۲]، [۱۳].

برخی از عوامل و عناصر خاک مانند فسفر و پتاسیم به دلیل نیاز مبرم گیاه و همچنین کمبود این عناصر در اکثر خاک‌ها بیشتر از بقیه عناصر جهت ارزیابی حاصلخیزی خاک موردتوجه قرار می‌گیرند [۱۴]. تهیه نقشه حاصلخیزی خاک این امکان را فراهم می‌کند تا با شناخت ساختار عناصر، مقدار و توزیع مکانی مواد در خاک، محاسبه و برنامه‌ریزی لازم برای استفاده از زمین، به‌ویژه زمین‌های زراعی تسهیل شود و مقدار کودهای شیمیایی موردنیاز برای بهبود کیفیت و کمیت محصولات به‌اندازه نیاز استفاده شود.

درعین‌حال نقشه حاصلخیزی خاک از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و پیشگیری از آلودگی آب‌و‌خاک، ارتقای عملکرد محصولات تولید شده از طریق مصرف به‌اندازه مواد مغذی یا اصلاحی خاک حائز اهمیت باشد [۱۵].

حوزه آبخیز دریاچه ارومیه یکی از مناطقی است که طی چند دهه اخیر با چالش‌های محیطی جدی از قبیل خشک‌شدن دریاچه ارومیه، بیلان منفی آبخوان‌ها، تغییرات کاربری اراضی، افزایش نرخ فرسایش سطحی و به‌تبع آن افزایش بار رسوبی رودخانه‌های منتهی به دریاچه، استفاده بی‌رویه از زمین‌های پرشیب جهت کشت دیم، افزایش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی آبی و تغییر الگوی کشت از سمت محصولات کم‌مصرف به محصولات آبی با نیاز آبی بالا مواجه شده‌است [۱۶]. به‌نحوی که از سال ۱۳۷۴ سیر نزولی سطح تراز آب دریاچه فزونی یافته‌است [۱۷]. یونس‌زاده، جلیلی و همکاران، ۱۳۹۵ با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به روش طبقه‌بندی نظارت شده با بهره از الگوریتم حداکثر احتمال، اقدام به مطالعه اراضی زیر کشت آبی و همچنین پهنه‌های آبی حوزه آبخیز دریاچه ارومیه کردند. نتایج آن مطالعه حاکی از افزایش سطح اراضی کشت آبی و کاهش پهنه‌های آبی بوده‌است [۱۸].

پایش، پهنه‌بندی و نقشه‌سازی پدیده‌ها و عوارض مختلف سطح زمین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای راهکار کم‌هزینه، بروز و سریعی است [۱۹]، [۲۰]. در پژوهش حاضر با استفاده از نتایج آنالیز نمونه‌های خاک در اراضی شرق دریاچه ارومیه، نقشه‌های عناصر خاک و وضعیت حاصلخیزی اراضی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه و بررسی شد.

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه زمین‌های زراعی اطراف شهر عجبشیر با مساحت ۲۱۰ کیلومترمربع، در موقعیت ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی در قسمت ساحل شرقی دریاچه ارومیه قرار گرفته و از نظر تقسیمات کشوری در استان آذربایجان شرقی واقع شده‌است. دشت عجبشیر یکی از دشت‌های حوزه آبریز دریاچه ارومیه است (شکل ۱).

۳- روش تحقیق

در پژوهش حاضر به‌منظور شناخت لازم از وضعیت پوشش گیاهی منطقه، نخست با بهره از پردازش تصاویر

مختلف در علوم خاک و کشاورزی، نیاز به اندازه گیری دقیق رسانایی الکتریکی محلول خاک (EC) وجود دارد [۲۷]. این پارامتر شاخصی است که میزان دسترسی به مواد غذایی خاک را نشان می دهد. وجود مقدار بالای هدایت الکتریکی در خاک می تواند بدلیل میزان کاتیون های خاک از جمله پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آمونیوم، آلومینیوم، آهن، مس، روی و منگنز (مواد مغذی مورد نیاز گیاهان) در خاک بیشتر است.

این شاخص در درجه اول برای ارزیابی غلظت نمک در خاک استفاده می شود. اگرچه EC اندازه گیری مستقیم یون ها یا ترکیبات نمکی خاص را ارائه نمی دهد، اما با غلظت نیترات ها، پتاسیم، سدیم، کلرید، سولفات و آمونیاک مرتبط است. مقادیر بیشتر از ۸ دسی زیمنس بر متر، نسبتاً شور در نظر گرفته می شوند، در حالی که خاک های بزرگ تر از ۱۶ دسی زیمنس بر متر به شدت شور در نظر گرفته می شوند. خاک های شور به احتمال زیاد خاک هایی هستند که تحت تأثیر منبع خاصی مانند نمک جاده، در آب و هوای خشک، در خاک های آبی، و در خاک هایی که مقادیر زیادی کود یا جامدات زیستی دریافت می کنند، هستند.

کارایی مصرف فسفر نشان دهنده توانایی گیاه در استفاده از فسفر موجود در خاک و تولید ماده خشک است [۲۸]. پس از نیتروژن، فسفر مهم ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است و گیاهان برای ساختن بسیاری از ترکیبات آلی مانند اسیدهای نوکلئیک، فسفولپیدها، فسفو پروتئین ها و کوآنزیم ها، همچنین برای جذب و انتقال انرژی شیمیایی و سوخت و ساز حیاتی به عنصر فوق نیاز دارند. در گیاهان پیاز دار کمبود فسفر رشد ریشه و برگ، اندازه پیاز و عملکرد همچنین رسیدگی را به تأخیر می اندازد [۲۹]. میزان مطلوب این عنصر بسته به نوع محصول و عملکرد مورد انتظار متفاوت است. این مقدار را بین ۳۰ تا ۵۰ در نظر گرفته است [۳۰]. اما بر اساس گزارش ها علمی و به صورت عمومی مقدار بهینه فسفر در خاک ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم (ppm) است و مقدار کمتر از آن باعث محدودیت در تولید می شود. اگر سطح فسفر خاک بالای ۳۰ ppm بود، نیازی به مصرف کودهای فسفاته ندارید [۲۰].

وجود آهک به اندازه مناسب، در ایجاد ساختمان خاک و تعدیل اسیدیته نقش دارد؛ ولی اگر آهک خاک بیش از حد افزایش یابد، ایجاد سخت لایه در خاک و افزایش اسیدیته خاک را باعث خواهد شد. در این راستا، وجود

مقادیر زیاد آهک در خاک، یکی از عوامل اصلی پراکنش گونه های گیاهی ذکر شده است [۳۱]، [۳۲].

یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهان عنصر روی است. فراهمی پایین عناصر کم مصرف خصوصاً عنصر روی در خاک های شور و آهکی سبب پدید آمدن کمبود در گیاهان این اراضی می شود. کمبود روی یکی از متداول ترین کمبودها در سطح جهانی در مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می رود. دلیل عمده این کمبود به عواملی چون آهکی بودن خاک ها، pH بالا، فقر مواد آلی، بی کربنات فراوان در آب های آبیاری و رایج نبودن مصرف کودهای کم مصرف بستگی دارد [۳۳]. به صورت عمومی ۲ تا ۳ ppm روی در خاک برای انواع کشت ها مناسب است. استفاده بیش از حد کودهای فسفاته باعث کمبود این عنصر در گیاهان می شود. زمانی که مقدار روی خاک در حد بهینه اما در بافت گیاهی میزان آن کمتر بود، میزان فسفر خاک را بررسی کنید، همان طور که گفتیم فسفر زیاد در خاک مانعی برای جذب روی توسط گیاهان است.

ماده آلی خاک دیمزارهای مناطق سرد و نیمه سرد ایران و مشخصاً در آذربایجان شرقی و غربی از مقدار پایینی برخوردار است [۳۴-۳۶]. این پارامتر نیز از جمله عوامل تأثیرگذار در میزان حاصلخیزی است.

در تغذیه گیاهان، آهن جزء مهم ترین عناصری است. کمبود آهن در خاک یک مشکل جهانی است که معمولاً و بیشتر در خاک های آهکی و قلیایی ظاهر می شود؛ بنابراین کلیه اراضی جهان که قلیایی و آهکی باشند، مستعد بروز کلروز آهن خواهند بود [۳]. این عنصر در واکنش های فیزیولوژیکی مانند سنتز تنظیم کننده های رشد، DNA، تنفس، فتوسنتز مشارکت داشته و به عنوان کوفاکتور حدود ۱۰۰ آنزیم و پروتئین مشارکت کننده در تقسیم سلولی، سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین نقش دارد [۳۷]. غلظت آهن در خاک به PH وابسته است به نحوی که در PH بالاتر از ۶.۵ به کمترین مقدار خود می رسد [۳۸].

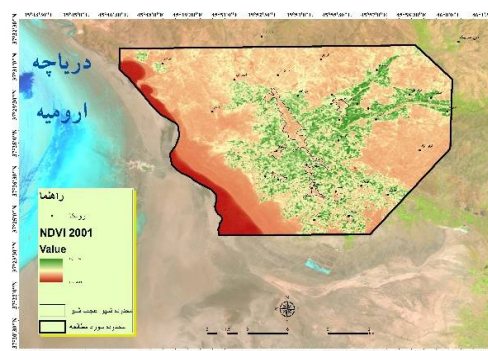
مس عنصری انتقالی است که در فرایند ساخت پروتئین و کربوهیدرات نقش اساسی ایفا می کند [۳۹]. عنصر مس در غلظت مناسب بر رشد ریشه گیاهان تأثیر مثبت و در غلظت نامناسب با ایجاد گونه های فعال اکسیژن سبب ساز سمیت در گیاه شده و رشد ریشه را کاهش می دهد [۴۰]، [۴۱]. مقدار بهینه مس از ۲ تا ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم برآورد شده است [۳۰].

در بیشتر موارد غلظت منگنز در گیاهان ۱۰۰-۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده‌است و دامنه ۲۰-۳۰۰ این عنصر برای بیشتر گیاهان قابل‌قبول است [۴۲]. مقدار بهینه منگنز توسط SCPP، ۲۰۲۱ از ۲ تا ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده‌است [۳۰].

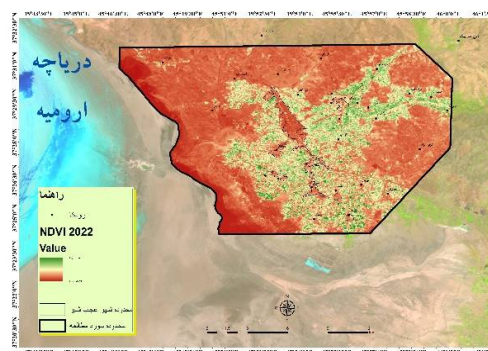
۴- نتایج و بحث

الف - ویژگی‌های پوشش گیاهی

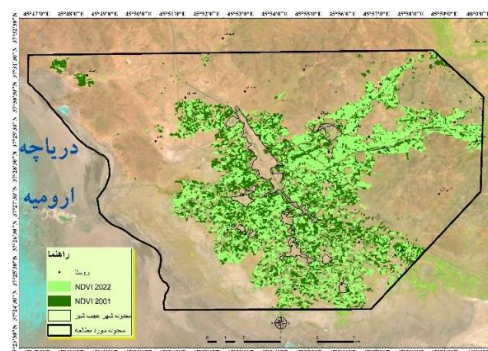
نقشه‌های مربوط به ویژگی‌های خاک منطقه و وضعیت پوشش گیاهی بدست آمده نشان‌دهنده وضعیت حاصلخیزی منطقه می‌باشد.



a: NDVI 2001



b: NDVI 2022



c: NDVI 2001 to 2022

شکل ۴- نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص NDVI: (a) سال ۲۰۰۱ (b) سال ۲۰۲۲ (c) سال ۲۰۰۱-۲۰۲۲

جدول ۱ تغییرات سطح پوشش گیاهی را نمایش می‌دهد. نقشه‌های حاصل از NDVI (شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی نشان دهنده تراکم و تا حدودی کیفیت و سبزی‌نگی پوشش گیاهی است) در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۲۲ به‌خوبی نشان می‌دهد پوشش گیاهی و عرصه‌های زیر کشت که اغلب شامل باغات و اراضی دیم هستند، روند کاهشی در حدود ۱۵ هکتار داشتند که می‌توان کاهش بارندگی را از مهم‌ترین عوامل این رخداد برشمرد.

جدول ۱- مساحت پوشش گیاهی بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲

تفاضل	مساحت ۲۰۲۲ (هکتار)	مساحت ۲۰۰۱ (هکتار)
-۱۴۹۵.۰۷	۳۴۹۷.۶۳	۴۹۹۲.۷

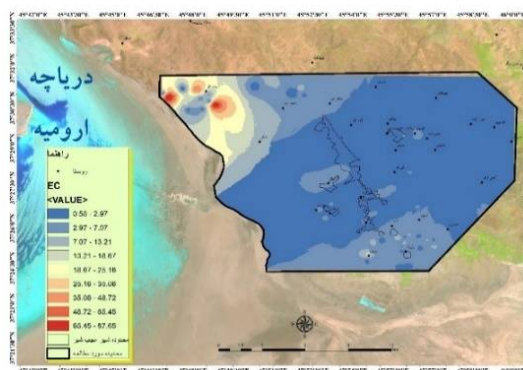
ب- جنس خاک

در شکل ۵ جنس خاک در بخش شرقی دریاچه ارومیه نشان داده شد. در قسمت شمال غرب محدود مورد مطالعه بیشتر شاهد جنس Sand هستیم، درحالی‌که بیشترین مقدار Silt در قسمت‌های جنوب غربی تا شمال شرقی محدوده گسترش‌یافته است. Clay هم مانند Sand در شمال غربی غالب است، با این تفاوت که گستره روند آن به‌سوی جنوب شرقی امتداد یافته است (شکل ۵، a, b, c).

ج- اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک

نتایج بررسی PH نشان داد دامنه تغییر آن در محدوده مورد مطالعه بین ۷.۶۲ تا ۸.۸۸ است. به‌غیر از بخش‌های جنوب شرقی (زمین‌های ناهموار بین روستاهای نیرین، خضرو و رازیان) و حاشیه‌های مجاور ساحل دریاچه ارومیه که مقدار PH در بالاترین حد خود در دامنه ۸ تا ۸.۸۸ مشاهده می‌گردد، این پارامتر در گستره وسیعی از محدوده در بازه عددی ۷.۶ تا ۷.۹ قرار دارد (شکل ۶).

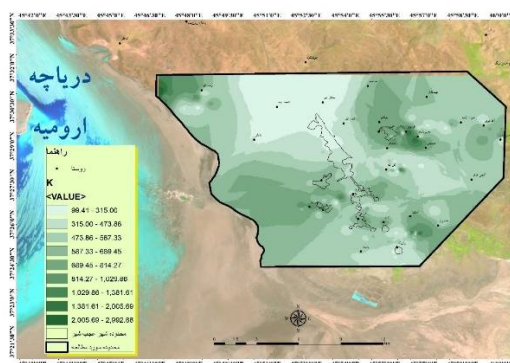
دامنه پارامتر هدایت الکتریکی خاک در محدوده مورد مطالعه بین ۰.۵۸ تا ۸۷.۶۵ است که بیشترین مقدار آن در بخش شمال غربی منطقه و در کناره ساحل دریاچه ارومیه واقع شده‌است و می‌توان پیشروی و پسروی آب شور دریاچه را در آن بخش سبب‌ساز آن دانست و در بخش‌های دیگر این پهنه با توزیع نسبتاً یکنواخت کمتر از ۸ است (شکل ۷).



شکل ۷- نقشه هدایت الکتریکی خاک

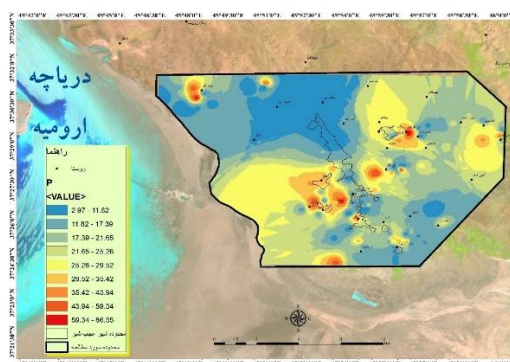
د- عناصر خاک

در بررسی پتاسیم مشخص شد توزیع مکانی و مقدار عنصر پتاسیم بین ۹۹.۴ تا ۲۹۹۲.۸۸ است. این عنصر در قسمت شمال محدوده که شامل روستاهای آغجه اوبه، میدان تیر است کمتر از حداقل تعریف شده و در حدود ۹۹.۴ تا ۳۰۰ است (شکل ۸).

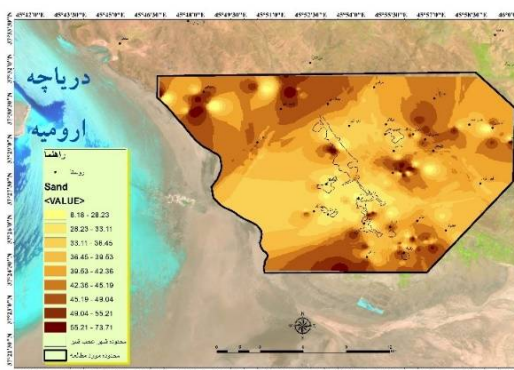


شکل ۸- نقشه توزیع مکانی عنصر پتاسیم خاک

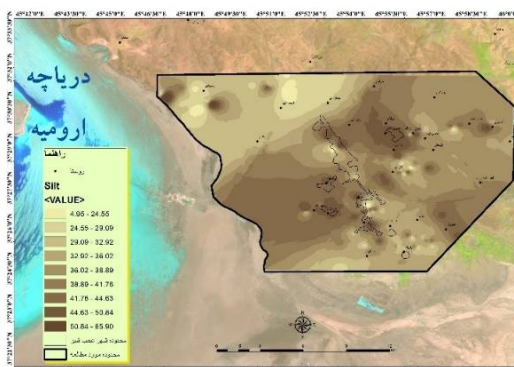
مقدار فسفر در محدوده مورد مطالعه دامنه‌ای بین ۲.۹۷ تا ۸۶.۵۵ را در بر می‌گیرد. فسفر در زمین‌های زراعی که شهر عجیب شیر را محصور کرده‌اند غالباً بیش از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم (ppm) برآورد شده‌است (شکل ۹).



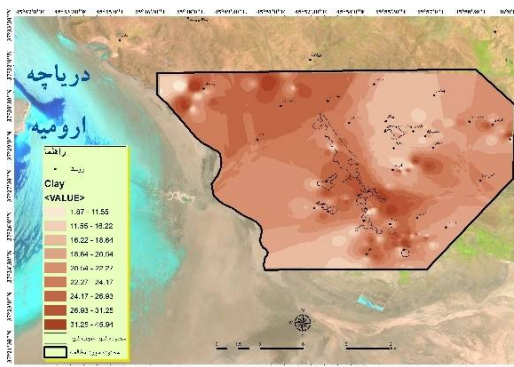
شکل ۹- نقشه توزیع مکانی عنصر فسفر خاک



a : نقشه توزیع مکانی Sand خاک

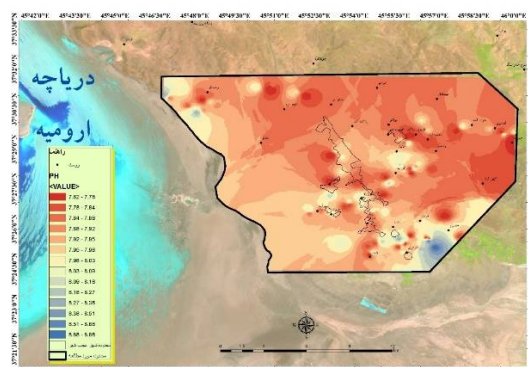


b : نقشه توزیع مکانی Silt خاک



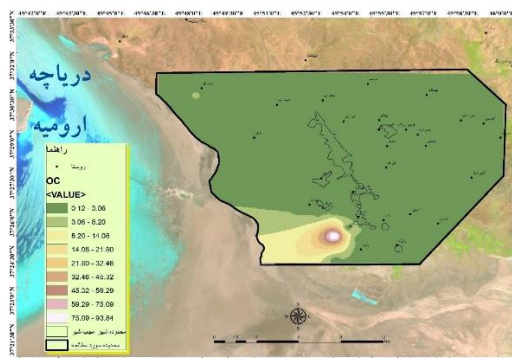
c: نقشه توزیع مکانی Clay خاک

شکل ۵- نقشه جنس خاک منطقه مورد مطالعه a, b, c



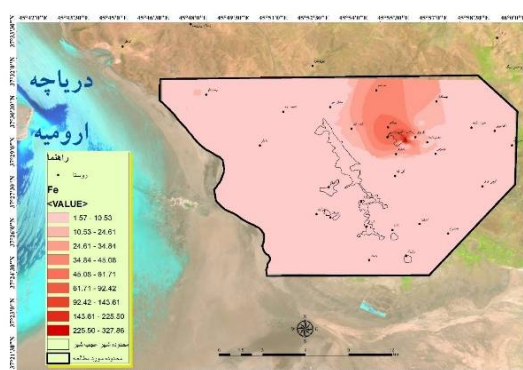
شکل ۶- نقشه توزیع مکانی PH خاک

است. در غلظت‌های بالاتر از ۲۵ ppm احتمال مسمومیت افزایش می‌یابد.

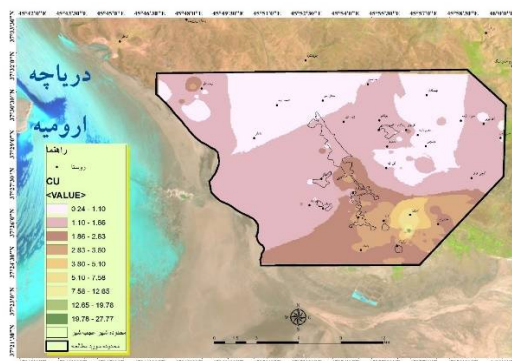


شکل ۱۲- نقشه توزیع مکانی کربن آلی خاک

تمرکز این عنصر در قسمت شمال شرقی شهر عجب‌شیر است که شامل منطقه‌ای بین روستاهای خانیان، الینجق، پولالو و خراجو می‌باشد و دامنه تغییرات آن بین ۲۴۶۱ تا ۳۲۷.۸۶ است. در دیگر نقاط این محدوده توزیع یکنواخت آهن در بازه ۱.۵۷ تا کمتر از ۲۴ وجود دارد (شکل ۱۳).



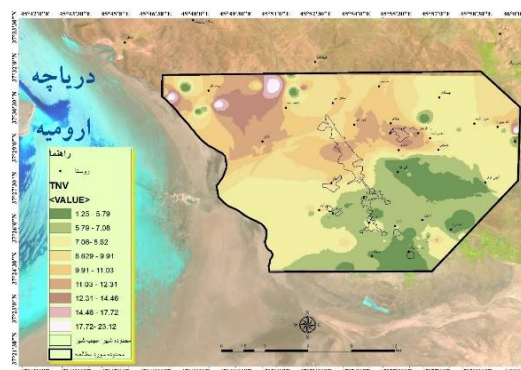
شکل ۱۳- نقشه توزیع مکانی عنصر آهن خاک



شکل ۱۴- نقشه توزیع مکانی عنصر مس خاک

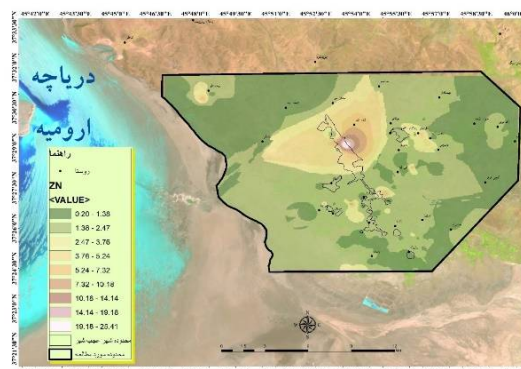
دامنه مقدار عنصر مس در محدوده مورد مطالعه بین ۰.۲۴ تا ۲۷.۷۷ است. همان‌طور که در شکل ۱۴ مشهود است کمترین مقدار در دو بخش از شمال محدوده به‌سوی

دامنه آهک خاک در منطقه مورد مطالعه ۱.۲۵ تا ۲۳.۱۲ است. کمترین مقدار در ناهمواری‌های کم‌ارتفاع جنوب شرقی محدوده و بیشترین مقدار مربوط به شمال غربی، اطراف روستاهای رحمانلو، آغجه اویه و دانالو است. همچنین در اراضی شمال شرقی شهر عجب‌شیر نیز مقدار آهک بالا مشاهده می‌گردد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نقشه توزیع مکانی آهک خاک

مقدار روی در محدوده مورد مطالعه در دامنه‌ای بین ۰.۲ تا ۲.۴۱ قرار دارد. بیشترین مقدار در شمال شهر عجب‌شیر پراکنش یافته که ارتباط معناداری با مقدار بالای آهک و اسیدپته خاک در همان بخش دارد (شکل ۱۱).



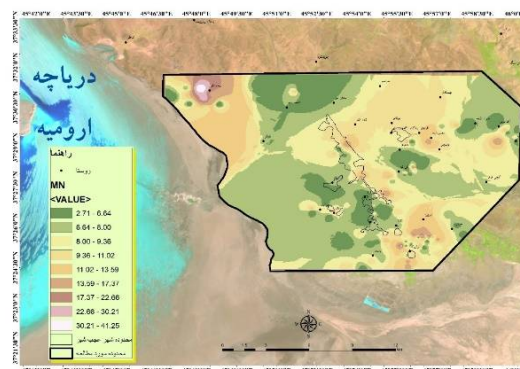
شکل ۱۱- نقشه توزیع مکانی عنصر روی خاک

بیشترین تجمع ماده آلی خاک در بخش جنوب و جنوب غربی محدوده مشاهده شد که دامنه‌ای ۸.۲۰ تا ۹۳.۸۴ را شامل می‌گردد. در دیگر نقاط منطقه مورد مطالعه شاهد توزیع یکنواخت در بازه ۰.۱۲ تا ۳.۶ هستیم (شکل ۱۲). باتوجه به نقشه PH منطقه مورد مطالعه و بازه‌ای که بین ۷.۶۲ تا ۸.۸۸ است، اسیدپته خاک برای جذب آهن شرایط مطلوبی ندارد.

غلظت این عنصر نیز در خاک و بسته به نوع کشت متفاوت است، اما عموماً مقدار بهینه آن ۱۰ تا ۱۵ ppm

مرکز ادامه دارد، میانه محدوده بازه‌های بین ۱.۱ تا ۱.۸۶ را دربرگرفته و بیشترین تمرکز از میانه شهر عجب‌شیر به‌سوی جنوب شرقی محدوده در دامنه ۱.۸۶ تا ۲۷.۷۷ گسترده شده‌است.

دامنه تغییرات منگنز در محدوده مورد مطالعه بین ۲.۷۱ تا ۴۱.۲۵ را در بر می‌گیرد که بیشترین مقدار در کناره ساحل دریاچه ارومیه و روستای رحمانلو در شمال غربی منطقه است. دامنه مطلوب برای رشد گیاهان به‌صورت معمول بین ۸ تا ۱۰ میلی‌گرم است که در بیشتر بخش‌های زراعی این محدوده مقدار، کمتر از این حد است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نقشه توزیع مکانی عنصر منگنز خاک

۵- بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی توزیع مکانی عناصر خاک با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌منظور شناخت مناسب برای حفاظت، مدیریت و استفاده بهینه و پایدار از خاک است. در این راستا تهیه نقشه‌های توزیع مکانی عناصر مورد مطالعه که شامل ۱۰ پارامتر خاک اعم از PH، هدایت الکتریکی، آهک، فسفر، پتاسیم، روی، کربن آلی، آهن، مس، منگنز و ۳ نقشه Sand, Silt, و Clay خاک منطقه هستند با استفاده از الگوریتم IDW، تهیه شدند. PH خاک معیاری برای سنجش اسیدیته یا قلیایی بودن خاک است. اهمیت این ویژگی مهم برای گیاه، شامل در دسترس بودن مواد مغذی، فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، تأثیر بر چرخه شیمیایی و تحرک آلاینده‌هایی مانند فلزات است [۳۰] و دورنمای مناسبی از وضعیت حاصلخیزی خاک به دست می‌دهد. این عامل در منطقه مورد مطالعه نشان از قلیایی بودن خاک در حد مطلوب است.

هدایت الکتریکی خاک نیز در این محدوده به‌غیر از قسمت شمال غربی (در کناره ساحل پیشین دریاچه ارومیه

که به‌واسطه کاهش سطح تراز آب، دچار پشروی قابل‌ملاحظه‌ای شده‌است) در بیشترین مقدار قرار دارد. اما در دیگر بخش‌های منطقه مورد مطالعه توزیع نسبتاً یکنواخت و کمتر از حد تعریف شده برای خاک شور است.

به‌طور کلی تعداد عناصر مورد نیاز گیاه که در محلول خاک موجود هستند، بر اساس میزان مصرف گیاه به دودسته عناصر پرمصرف و کم‌مصرف تقسیم می‌شوند. نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد جزو عناصر پرمصرف و آهن، منگنز، روی، مس، بر، مولیبدن و کلر عناصر کم‌مصرف اما ضروری هستند [۴۳]. در تحقیق حاضر نیز نتایج اخذ شده از آنالیز عناصر مورد بررسی و نقشه‌های تولید شده در این پژوهش موید این نکته هستند که خاک منطقه مورد مطالعه جزو خاک‌های حاصلخیز و مناسب است. اما سبب‌هایی مانند کاهش آب ورودی به‌واسطه سدسازی‌های بی‌رویه با کاهش پوشش گیاهی و اراضی زیر کشت طی دو دهه اخیر مواجه هستیم. به‌غیر از مسئله قابل‌تأمل مصرف بالای آب برای این محصولات، فشار بیش از حد توان اکولوژیک به‌ویژه بر منابع خاک منطقه در وضعیت هشدار است. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی در اشکال گوناگون سبب آن شده که توان سرزمینی با تهدیدهای جدی مواجه گردد. احداث سدهای متعدد در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه که حاصل آن عدم پرداخت حق آبه دریاچه ارومیه است، عامل اصلی کاهش سطح تراز آب این دریاچه منحصربه‌فرد شده‌است که اثرات منفی زیست‌محیطی آن در اشکال مختلف در حال گسترش است. پردازش تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از شاخص نرمال تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) در بازه زمانی ۲۲ ساله نشان داد طی دو دهه، مساحت پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه با کاهش ۱۴۹۵.۰۷ هکتاری که اغلب شامل باغات و اراضی دیم هستند مواجه شده‌است که زنگ خطری برای ناپایداری محیط و معیشت جامعه محلی به حساب می‌آید.

آنچه نتایج حاصل از آنالیز داده‌های به دست آمد نشان داد خاک منطقه مورد مطالعه از نظر حاصلخیزی در شرایط مطلوبی به سر می‌برد؛ اما تهدیدهایی مانند ریزگردهای حاصل از گسترش شوره‌زارها که بر اثر کاهش سطح تراز دریاچه ارومیه در ناحیه مورد مطالعه سر برآورده، باتوجه‌به روند پیشرو منطقه پهناوری از کشور را دچار خواهد کرد. خشکسالی و فشارهای اکولوژیکی بر محیط، اندیشیدن به تمهیدات حفاظتی و مدیریتی از خاک و منابع طبیعی را

[۴۴] که به‌منظور بررسی خواص خاک کشاورزی در استان بحرا مصر انجام دادند، نتایج نشان داد که الگوریتم IDW نسبت به دیگر روش‌های درون یابی نتایج دقیق‌تری را برای توزیع ویژگی‌های خاک نشان می‌دهد.

به عبارتی نقشه‌های توزیع مکانی پارامترهای کیفیت خاک تولیدشده توسط IDW می‌تواند به بهترین شکل وضعیت واقعی حاکم بر حوزه آبخیز را نشان دهد و به ما کمک می‌کند تا تفسیرها و اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی بهتری داشته باشیم. در این راستا تحقیقات Lio و همکاران [۴۵] و دساواتو و همکاران [۴۶] نیز به نتایج مشابهی رسیدند.

هر چه بیشتر الزام‌آور می‌کند. همچنین، باتوجه به بحران آب در فلات ایران نیاز به تغییر بنیادی در الگوی کشاورزی به‌سوی محصولات با نیاز آبی کم از مهم‌ترین راه‌های برون‌رفت از این مخاطره همه‌جانبه خواهد بود.

داده‌های مکانی و استفاده سیستم اطلاعات جغرافیایی در شناسایی وضع موجود، همچنین تغییرات رخ داده در محیط، ابزارهایی کارآمد هستند که با صرف هزینه اندک منجر به تأمین اطلاعات دقیق با صحت بالا طی زمان کوتاه می‌شوند که این نتایج قابل‌اعتماد باری‌رسان تصمیم‌سازان در عرصه‌های گوناگون مدیریت محیط خواهد بود.

در تحقیق کنونی مانند تحقیق عبدالرحمان و همکاران

مراجع

- [1] Nuri, SH, Seyedaei, S.A., Kiani S., Soltani, Z., Nurouzi-Avergani, A., 2010, Evaluation of environment ecological capability to determine suitable areas for agriculture using GIS (central zone of Kiar township). *Journal of Geography and Environmental Planning*, 37: 33-46.
- [2] Tahoori, P., Parvin M.R., 2016, Conservation and Sustainable Use of Soil and Its Stand in International Environmental Law." *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 18(2): 145-161.
- [3] سلیسپور، م. ۱۳۸۹. بررسی علل و عوامل کمبود آهن و ارائه راهکارهای اجرایی رفع کمبود آن در درختان میوه و محصولات گلخانه‌ای. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران. وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- [4] Janjani, N., Azizi, Z., Dehshiri, M.M., Baikpour, S., 2022, Effects of aspect and elevation on carbon sequestration process in Tehran Suburbs vegetation. 2020. *Journal of Geographical Researches*, 37 (2), 213-219.
- [5] Minasny, B., Hartemink, A.E., 2011. Predicting soil properties in the tropics. *Earth-Sci. Rev.* 106, 52–62.
- [6] Wiesmeier, M., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Haug, S., Reischl, A., Schilling, B., von Lützow, M., Kögel-Knabner, I., 2012. Soil organic carbon stocks in southeast Germany (Bavaria) as affected by land use, soil type and sampling depth. *Glob. Chang. Biol.* 18, 2233–2245.
- [7] Lofti, A.Z., Esmali, O.A., Hashemimajd, K., Najafi, N., 2013. Soil Fertility Evaluation of Ardabil Plain for Wheat and Potato Based on some Soil Chemical Properties by AHP and GIS Techniques.
- [8] Cinnadurai, C., Ganesan, G., Balachandar, D., 2013. Diversity of cultivable Azotobacter in the semi-arid alfisol receiving long-term organic and inorganic nutrient amendments. *Ann. Microbiol.* 63, 1397–1404.
- [9] Mahajan, S., Kanwar, S.S., Sharma, S.P., 2007. Long-term effect of mineral fertilizers and amendments on microbial dynamics in an alfisol of Western Himalayas. *Indian J. Microbiol.* 47, 86–89.
- [10] Luo, P., Han, X., Wang, Y., Han, M., Shi, H., Liu, N., Bai, H., 2015, Influence of long-term fertilization on soil microbial biomass, dehydrogenase activity, and bacterial and fungal community structure in a brown soil of northeast China. *Ann. Microbiol.* 65, 533–542.
- [11] Ozores-Hampton, M., Stansly, P.A., Salame, T.P., 2011, Soil chemical, physical, and biological properties of a sandy soil subjected to long-term organic amendments. *J. Sustain. Agric.* 35, 243–259.
- [12] Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Scow, K.M., Arcenegui, V., Mataix-Beneyto, J., 2009. Changes in soil microbial community structure following the abandonment of agricultural terraces in mountainous areas of Eastern Spain. *Appl. Soil Ecol.* 42, 315–323.

- [13] Aama Azghadi, A., Khorassani, R., Mokarram, M., and Moezi, A. 2010. Soil fertility evaluation based on soil K, P and organic matter factors for wheat by using fuzzy Logic-AHP and GIS techniques. *J. Water and Soil*. 24: 973-984.
- [14] Rezaei, Hamed, Leila Esmaeelnejad, Saeed Saadat, and Parisa Malaki., 2018, Mapping of Effective Parameters on Paddy Soils Fertility Quality for Optimum Management of Fertilizer Application." *Journal of Water and Soil Conservation*, Vol.25, (4): 259-274.
- [15] Mousavi, Sayed Morteza, Mahdi Sarai Tabrizi, and Hossein Talachi Langeroudi, 2021, "Investigating the economic value of water in environmental, agricultural and industrial uses (Case Study: Urmia Lake Watershed)." *Human & Environment* Vol.19 (3): 79-95.
- [16] García-Orenes, Fuensanta, Alicia Morugán-Coronado, Raul Zornoza, and Kate Scow, 2013, "Changes in soil microbial community structure influenced by agricultural management practices in a Mediterranean agro-ecosystem." *PloS one* 8, no. 11: e80522.
- [17] Zarghami M, 2010, Urban water management using fuzzy-probabilistic multi-objective programming with dynamic efficiency, *Water Resources Management* 24(15): 4491-4504.
- [18] Youneszadeh Jalili, S., M. Kamali, and P. Daneshkar Arasth, 2017, "Analytical study of land use changes (irrigated agriculture) in the watershed of Lake Urmia using landsat imagery." *JWSS-Isfahan University of Technology* 20(78) :15-28.
- [19] Mokhtari, A., Azizi, Z., Rabiaee Fradonbeh, S. 2017, Epidemiological study and spatial modeling of peste des petits ruminants (PPR) in central area of Iran. *Revista MVZ Córdoba*, 22(2): 5899-5909.
- [20] Azizi, Z., Hosseini, A., Iranmanesh, Y. 2018, Estimating Biomass of Single Oak Trees Using Terrestrial Photogrammetry. *Journal of Environment Science & Technology*, 75(19): 81 -93 (In Persian)
- [21] Hodges, Steven C. "Soil fertility basics." *Soil Science Extension*, North Carolina State University (2010).
- [22] شهبازی، ک. و بشارتی، ح. (۱۳۹۲) بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی ایران. *نشریه مدیریت اراضی*. ۱: ۱-۱۵.
- [23] Marschner, Horst, ed., 2011, *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- [24] Mengel, K. 2007, Potassium. In: *Handbook of plant nutrition* (Barker, A. V. and Pilbeam, D. J.) 91-120. CRC Press, New York.
- [25] James, R. A., Blake, C., Byrt, C. S. and Munns, R. 2011, Major genes for Na⁺ exclusion, Nax1 and Nax2 (wheat HKT1;4 and HKT1;5), decrease Na⁺ accumulation in bread wheat leaves under saline and waterlogged conditions. *Journal of Experimental Botany* 62: 2939-2947.
- [26] H. Shekofteh, A. Masoudi and S. Shafie. 2018, The Effect of Different Land Uses on Some Physical, Chemical and Biological Quality Indicators of Soil. *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)* Vol. 22, No. 3, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
- [27] Persson, M. C., and C. B. Uvo. 2003. Estimating soil solution electrical conductivity from time domain reflectometry measurements using neural networks. *J. Hydrol.* 273:249Y256.
- [28] Shenoy, V.V. and Kalagudi, G.M., 2005. Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. *Biotechnology advances*, 23(7-8), pp.501-513.
- [29] Ojala, J.C., Jarrell, W.M., Menge, J.A. and Johnson, E.L.V., 1983. Influence of Mycorrhizal Fungi on the Mineral Nutrition and Yield of Onion in Saline Soil 1. *Agronomy Journal*, 75(2), pp.255-259.
- [30] Soil chemical properties and processes, (SCPP) 2021, https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Soil_chemical_properties_and_processes.
- [31] Farajollahi, A., Zare Chahouki, M. A., Azarnivand, H., Yari, R. and Gholinejad, B. 2012, The effects of environmental factors on distribution of plant communities in rangelands of Bijar protected region. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research* 19(1): 108-119 (in Persian).

- [32] Jafari, M., Zare Chahouki, M. A., Tavili, A. and Kohandel, A., 2007, Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom province. *Pajouhesh and Sazandegi* 73: 110-116 (in Persian).
- [33] دهقانی، ابوالفضل و فتوت، امیر و حق نیا، غلامحسین و کشاورز، پیمان، ۱۳۸۴، بررسی رفتار شیمیایی عنصر روی در خاک‌های زیر تأثیر شوری، نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران، <https://civilica.com/doc/11211>.
- [34] Feiziasl V. 2016, Evaluation of dryland barley (*Hordum vulgare*) genotypes response to the nitrogen rates and application times. *Journal of Water and Soil* 31(2): 490-508. (In Persian with English abstract)
- [35] Feiziasl V., Fotovat A., Astarac A.R., Lakzian A., Mousavi S.B. 2014, Effect of optimized nitrogen application in reducing drought stress effect on grain yield of some rainfed bread wheat genotypes. *Seed and Plant Production Journal* 30(2): 169-198. (In Persian with English abstract)
- [36] Feiziasl V., 2020, Evaluation of Soil Fertility Status in Northwest of Iran drylands by Nutrient Index Value (NIV). DOI: 10.22067/JSW.V34I4.84165. *Journal of Water and Soil*. Volume 34, Issue 4 - Serial Number 72, 897-919.
- [37] Wu, H., Li, L., Du, J., Yuan, Y., Cheng, X. and Ling, H. Q., 2005, Molecular and biochemical characterization of the Fe (III) chelate reductase gene family in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology* 46:1505-1514.
- [38] Godarzi, K. 2001, "Enhancing effects of sulfur and compost on nutrient availability and wheat yield." *Soil Water Sci* 15: 154-166.
- [39] Marschner, H. 1986, Function of mineral nutrients, Micronutrients. In: *Mineral nutrition of higher plants* (Ed. Marschner, H.) 269-300. Academic Press, New York.
- [40] Lequeux, H. and Hermans, C. 2010, Response to copper excess in *Arabidopsis thaliana*: Impact on the root system architecture, hormone distribution, lignin accumulation and mineral profile. *Plant Physiology and Biochemistry* 48: 673-682.
- [41] Ra'issi, M. A., Asrar, Z., Pourseyedi, Sh. (2009) Interaction of sodium nitroprusside and copper on some growth and physiologic parameters of garden cress (*Lepidium sativum* L.). *Iranian Journal of Plant Biology* 1(1-2): 55-76 (in Persian).
- [42] Pais, Istvan, and J. Benton Jones Jr. 1997, *The handbook of trace elements*. Crc Press.
- [43] سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۸. علی‌اکبر. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- [44] AbdelRahman, Mohamed AE, Yasser M. Zakarya, Mohamed M. Metwaly, and Georgios Koubouris. 2020, "Deciphering Soil Spatial Variability through Geostatistics and Interpolation Techniques." *Sustainability* 13, no. 1: 194.
- [45] Liu, Shiliang, Nannan An, Juejie Yang, Shikui Dong, Cong Wang, and Yijie Yin. 2015, "Prediction of soil organic matter variability associated with different land use types in mountainous landscape in southwestern Yunnan province, China." *Catena* 133: 137-144.
- [46] Desavathu, Ramprasad Naik, Appala Raju Nadipena, and Jagadeeswara Rao Peddada. 2018, "Assessment of soil fertility status in Paderu Mandal, Visakhapatnam district of Andhra Pradesh through Geospatial techniques." *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 21, no. 1: 73-81.