

ارزیابی و بررسی توزیع فضایی میزان آلودگی مس در خاک و منابع آب تاکستان‌های انگور

بهناز عطائیان^{۱*}، ثمر مرتضوی^۲، بهنوش فرخزاده^۱، محسن خرسند^۳

^۱ استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۲ استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

^۳ دانش آموخته آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از قارچ‌کش‌های با پایه ترکیبات مسی جزء مهمی از عملیات کشاورزی در باغات انگور است که موجب افزایش تولید محصول می‌گردد. اگرچه استفاده بلندمدت این قارچ‌کشها می‌تواند موجب افزایش غلظت مس در خاکهای باغات انگور شود.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، پارامترهای شیمیایی خاک و آب شامل میزان آلودگی مس، EC و pH و میزان ماده آلی و بافت خاک در ۲۳ ایستگاه در غالب طرح کاملاً تصادفی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که بافت خاک منطقه مورد مطالعه یک بافت شنی لومی است که برا رشد نهالهای انگور مناسب است. غلظت مس بطور معنی داری بیش از سطح مورد نیاز رشد بهینه درختان انگور بود اما از سطح آلودگی کمتر گزارش شد. میزان اسیدیته خاک و آب و سطح ماده آلی خاک نیز در محدوده بهینه قرار داشتند. هرچند سطح EC خاک در تمامی تاکستان‌ها بر اساس استاندارد وزارت کشاورزی در شرایط نرمال قرار داشت، اما EC آب در مناطقی بسیار بیشتر و یا در آستانه مقادیر نامطلوب بدست آمد که می‌تواند به دلیل حفر چاه غیر مجاز با عمق زیاد و برخورد به سفره آب شور باشد.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج حاصل علت رشد سریع مقادیر عنصر مس در تاکستان‌های شهرستان ملایر علاوه بر استفاده از سموم قارچ‌کش به دلیل وجود معادن، کارخانجات و پراکنش آلودگی مربوط به این صنایع و همچنین استفاده از کود شیمیایی و حیوانی در منطقه است.

کلمات کلیدی: مس، آلودگی، فلزات سنگین، پهنه بندی، تاکستان

مقدمه

از سال ۱۸۵۰، استفاده از قارچ‌کش‌های دارای ترکیبات مس به منظور حفظ محصولات کشاورزی از آلودگی‌های قارچ‌هایی مانند *Plasmopara viticola* در سراسر جهان متداول شد. کاربرد مداوم و طولانی مدت این ترکیبات منجر به آلودگی مس در خاک بیشتر تاکستان‌ها شده است. در برخی مطالعات میزان مس موجود در خاک تاکستان‌ها (mg kg⁻¹) ۷۷ تا ۳۲۰۰ گزارش شده است، که این مقدار بیش از حد مجاز ۱۰۰ (mg kg⁻¹) در اکوسیستم‌های کشاورزی می‌باشد^{۱،۲}. برغم اهمیت مسئله آلودگی مس به ویژه در تاکستان‌ها بررسی میزان آلودگی خاک این اکوسیستم‌ها در کشور ما کمتر مورد توجه قرار گرفته است. آلودگی‌های غیر نقطه‌ای ترکیبات مس از جمله بزرگ‌ترین تهدیدات سلامت انسان به شمار می‌آیند. در برخی کشورهای اروپایی با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده بر میزان آلودگی مس، مصرف این قارچ‌کش‌ها را محدود کرده‌اند. میزان مصرف عنصر مس تا حد ۶ kg/ha مجاز می‌باشد که این میزان منجر به تجمع ۵ mg kg⁻¹ در ۱۰ cm اولیه خاک خواهد شد.

این آلودگی به طور مستقیم خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و منجر به کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و در نتیجه کندی چرخه عناصر و کمبود عناصر معدنی مورد نیاز گیاه انگور می‌گردد، که این خود منجر به کاهش رشد و تولید تاکستان‌ها خواهد شد. این گونه آلودگی‌ها که به عنوان آلودگی‌های غیرنقطه‌ای شناخته می‌شوند به علت پراکندگی بالا امکان آلوده‌سازی مناطق وسیعی را ایجاد می‌کنند. همین مسئله، آلوده‌کننده‌های غیرنقطه‌ای را از جمله مهم‌ترین عوامل آلودگی آب و خاک در مقیاس جهانی قرار می‌دهد. حمل و نقل و کشاورزی از جمله عوامل مهم در ایجاد این نوع آلودگی‌ها به شمار می‌آیند. آلودگی اراضی کشاورزی به طور مستقیم و غیر مستقیم بر سلامت عمومی

جامعه تاثیرگذار است. آلودگی خاک‌های کشاورزی ممکن است منجر به بی‌نظمی در ساختمان خاک، تغییر الگوی رشد گیاهان و حتی آسیب به سلامت انسان و جامعه گردد^۳.

منابع آب زیرزمینی بزرگ‌ترین ذخیره قابل دسترسی آب شیرین در کره زمین محسوب می‌شوند. شناخت کیفیت آب‌های زیرزمینی، به عنوان یکی از مهم‌ترین و آسیب پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر، یک امر کاملاً بدیهی است. همچنین با ازدیاد روز افزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضای استفاده از آب برای مقاصد مختلفی چون کشاورزی، شرب و صنعت لزوم توسعه سرمایه‌گذاری در بخش آب امری اجتناب ناپذیر است^۴.

با توجه با اثرات سویی که آلودگی منابع زیرزمینی بر محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها دارد بررسی این منابع از نقطه نظر نوع و میزان آلودگی و نیز مدیریت کیفی منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار است. علاوه بر این آب‌های آلوده حتی در غلظتی کمتر از حد مجاز در مرور زمان می‌توانند موجب انباشتگی آلودگی در خاک و گیاه شوند. بنا به توصیه WHO میزان حد مجاز فلز مس در آب آبیاری (طولانی مدت) ۰.۲ mg/l و در آبیاری (کوتاه مدت) ۵ mg/l می‌باشد که افزایش غلظت این فلز به بیش از حد مجاز می‌تواند تبعات منفی زیادی به همراه داشته باشد. فلزات سنگین، از خطرناک‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست هستند که در صورت عدم حذف آنها ضمن ورود به آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجب تشکیل کمپلکس‌های سمی شده و خطرات بالقوه‌ای را برای انسان و اکوسیستم‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند.

آلودگی محیط‌زیست به فلزات سنگین، به دلیل پایداری، سمیت زیاد، تجمع‌پذیری و عدم تجزیه‌پذیری زیستی آنها در بدن موجودات زنده، سرطان‌زا و جهش‌زا بودن این ترکیبات به عنوان یک مشکل و نگرانی عمده جهانی تبدیل شده است^۵. به طوری که امروزه این آلاینده‌ها در تمامی عرصه‌های آبی،

خاکی و سطوح مختلف زنجیره غذایی انسانی و حیوانی یافت می‌شوند.^۷ این عناصر با ورود به بدن موجودات زنده به دلیل قابلیت تجمع‌پذیری در بدن آنها و در نتیجه ورود به زنجیره غذایی انسان قادرند به انسان منتقل و سلامتی وی را به شدت تهدید نمایند.^۸

عنصر مس یک ماده‌ی معدنی ضروری برای اندام‌های زنده است چون سهمی کلیدی در ساخت آنزیم تنفسی سیتوکروم اکسیدازسی دارد. بدن می‌تواند مس اضافی را دفع کند اما به دلیل تداخل در جذب مس و روی، دریافت بیش از اندازه مس باعث عدم جذب روی می‌شود و برعکس، در هر دو حالت پیامدهای آن برای بدن می‌تواند جدی و حتی کشنده باشد.^۹

حدود ۱۰۰ سال است که استفاده از قارچ‌کش‌های پایه مس جهت محافظت در برابر قارچ‌ها متداول گشته است.^{۱۰} از آن تاریخ تا به امروز، استفاده از این قارچ‌کش‌ها در تاکستان‌ها نیز فراگیر شده است. قارچ‌کش‌ها و سایر ترکیبات مس که در اراضی کشاورزی مورد استفاده می‌باشد بسیار زیاد است. برخی منابع این ترکیبات را حدود ۳۰ نوع تخمین زده‌اند.^{۱۱} از آن جهت که فلزات سنگین و متعاقباً فلز مس مستقیماً با مختل کردن عوامل مغذی و عصبی بر رفتار اثرگذار است و فعالیت‌های متابولیکی بدن را تحت تاثیر قرار می‌دهند، حائز اهمیت می‌باشد که در این راستا مطالعات بسیاری صورت گرفته است.^{۱۲} Moura و همکاران غلظت آلاینده‌ها را در نمونه‌های خاک سطحی در برزیل مورد مطالعه قرار داده و منشاء عمده آلودگی‌ها را فعالیت‌های انسانی و استفاده از کودهای شیمیایی تخمین زده‌اند.^{۱۳} همچنین Besnard و همکاران به منظور اطلاع از مقدار تجمع عنصر مس در عمق ۱-۱۰ cm خاک ناشی از استفاده طولانی مدت از قارچ‌کش در تاکستان‌های فرانسه از خاک تاکستان‌ها نمونه‌برداری و آزمایش نمودند که مقدار مس خاک در این تاکستان‌ها ۳۷۸-۲۴۸ mg/kg اندازه‌گیری شد.^{۱۴} Dell'Amico و همکاران

نیز مقدار این عنصر را در تاکستان‌های ایتالیا ۳۷۲ mg/kg- گزارش نمودند.^{۱۵} Wightwick و همکاران از ۹۸ تاکستان در استرالیا خاک نمونه‌برداری کردند و به بررسی مقدار عنصر مس ناشی از استفاده از قارچ‌کش‌ها با پایه مس در عمق ۱-۱۰ cm خاک پرداختند و ایشان مقدار این عنصر را در خاک تاکستان‌های استرالیا ۱۵۰-۱ mgr/kg گزارش کردند و اذعان نمودند که استفاده بلندمدت قارچ‌کش‌ها و ترکیبات مس اثرات سوء شدیدتری به همراه خواهد داشت. هرچند امکان مطالعه و نمونه‌برداری از همه نقاط جهت ارزیابی غلظت فلز مس و پتانسیل آلودگی به علت مشکلات کار در عرصه، هزینه، نیروی انسانی و ...، امکان‌پذیر نمی‌باشد.^{۱۶} بنابراین استفاده از روش‌های غیر مستقیم و تعمیم نتایج حاصله از نمونه برداری‌های مستقیم مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا روش‌های زمین آمار به جهت بررسی پراکنش و پتانسیل آلودگی فلزات مورد توجه قرار گرفته است.^{۱۷، ۱۸} در روش‌های زمین آمار، علاوه بر توصیف تغییرات مکانی و زمانی داده، امکان تهیه نقشه‌های کمی و پراکنندگی آلودگی وجود دارد. سلگی و سلگی مقدار فلزات سنگین را در برخی از تاکستان‌های در سال ۱۳۹۱ اندازه‌گیری نمودند و به بررسی روابط بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با مقادیر عنصر مس خاک پرداختند و نقشه پراکنش مقادیر مس با روش IDW برای تاکستان‌های مورد نظر تهیه نمودند.^{۱۹} عبدالهی و همکاران، در منطقه انگوران زنجان نیز به بررسی غلظت و پهنه‌بندی پتانسیل آلودگی فلزات سنگین پرداختند.^{۲۰}

به دلیل پتانسیل بالای شهرستان ملایر جهت امر کشاورزی و به‌ویژه کشت و پرورش انگور، و متعاقب آن اثرات جانبی استفاده از قارچ‌کش‌ها بر کیفیت آب و خاک منطقه، گیاهان و انسان لزوم انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد. همچنین این‌گونه مطالعات می‌تواند زمینه‌ساز مطالعات و تحقیقات بعدی جهت کاهش میزان آلودگی در تاکستان‌ها و ارتقاء وضعیت سلامت جامعه به‌شمار آید. در این راستا میزان

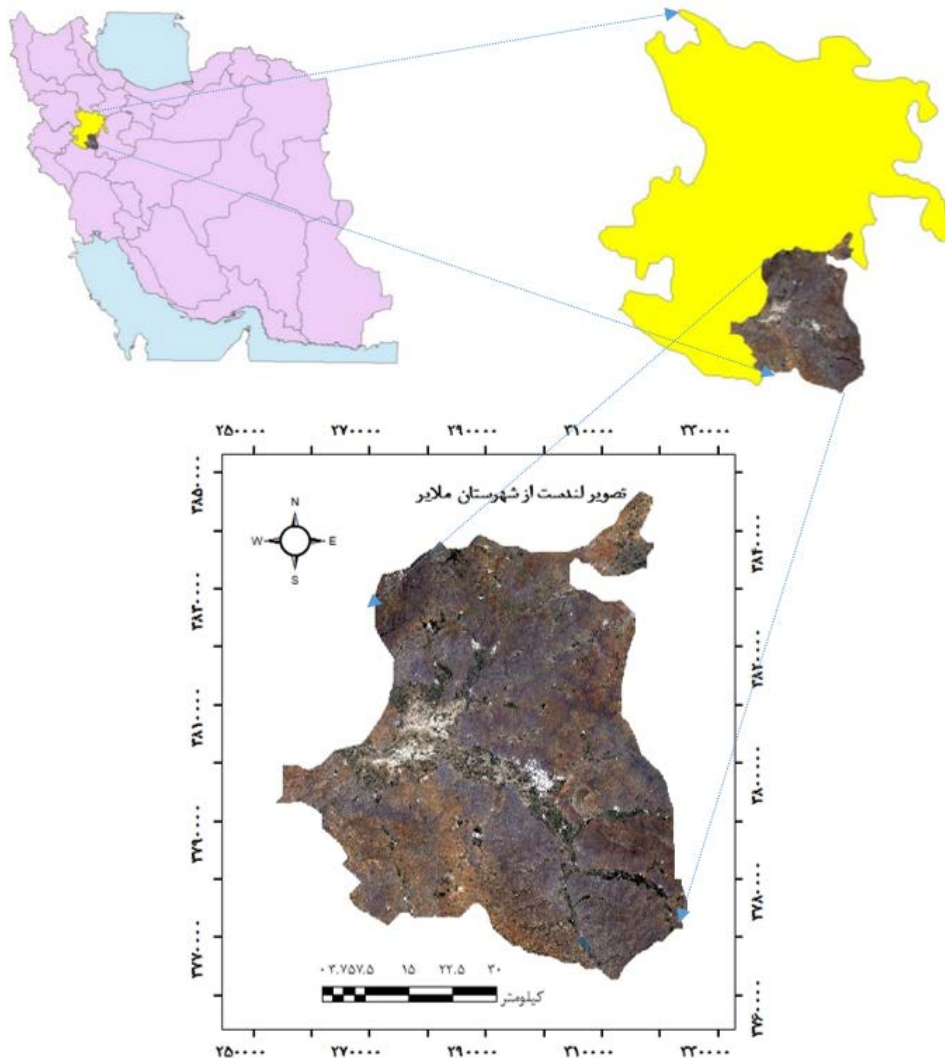
طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه قرار دارد و از شمال به همدان، از شرق به اراک، از جنوب به بروجرد و از طرف غرب به شهرهای تویسرکان و نهاوند محدود شده است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۷۸۰ m و فاصله‌اش از همدان و تهران به ترتیب ۸۶ km و ۳۹۰ است. کاربری عمده اراضی در این شهرستان کشاورزی است که عمدتاً به باغ‌های انگور اختصاص دارد (شکل ۱).

غلظت مس در خاک و آب تاکستان‌ها اندازه‌گیری و نقشه پهنه بندی و پتانسیل آلودگی خاک و آب تاکستان و اراضی کشاورزی شهرستان ملایر تهیه شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش تاکستان‌های شهرستان ملایر به‌عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده‌اند. شهرستان ملایر در



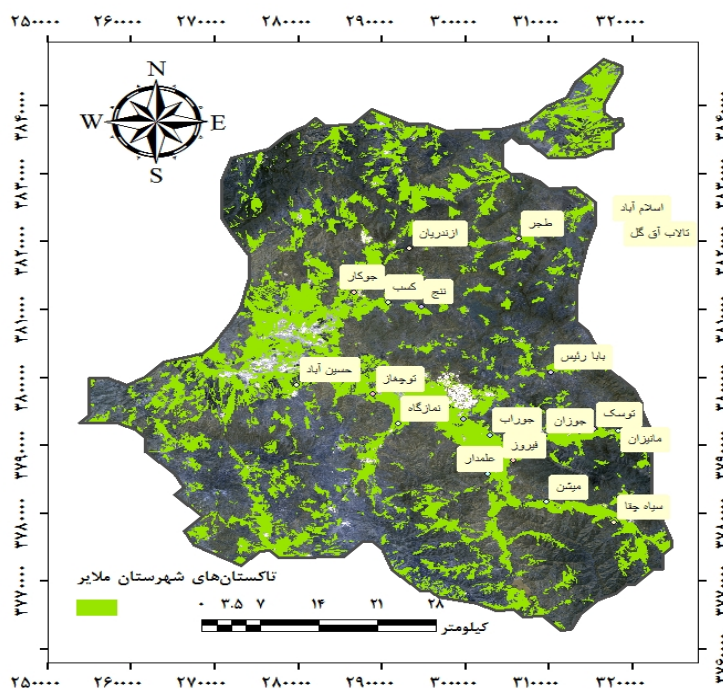
شکل ۱: موقعیت شهرستان ملایر در کشور و استان

طبقه‌بندی اراضی تاکستان‌های ملایر و تعیین نقاط نمونه‌برداری

محدوده‌ی مطالعاتی شهرستان ملایر در مسیر ۱۶۶ و ردیف ۳۶ ماهواره لندست قرار دارد، به منظور تعیین کاربری اراضی تصاویر ماهواره لندست سنجنده ETM+ از سایت رسمی USGS دانلود گردید. تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی در محیط نرم‌افزار ENVI نسخه ۵٫۳ با استفاده از ماژول Flaash انجام شد، سپس با استفاده از نرم‌افزار ecognition و با روش شی‌گرا محدودۀ تاکستان‌های دشت ملایر مشخص گردید. مطالعه خاک منطقه از طریق نمونه‌برداری سیستماتیک تصادفی انجام شد و شبکه‌های نمونه‌گیری با توجه به شناخت منطقه و نقشه کاربری اراضی در محیط نرم‌افزار ArcMap به صورت سیستماتیک تصادفی تعیین گردید. به این صورت که ابتدا محدودۀ تاکستان‌های شهرستان ملایر مشخص گردید و به صورت کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار ArcMap تعداد ۲۳ نقطه در تاکستان‌ها انتخاب شد. تعداد نقاط نمونه‌برداری براساس حداقل تعداد

نقاط و پراکنش مناسب تعیین گردید، سپس با استفاده از دستگاه GPS نقاط مورد نظر مسیریابی شده و با مراجعه به محل نمونه‌برداری، نمونه‌های لازم از عمق ۰-۲۰ cm خاک از ماکروپلات‌های ۲۰ m در ۲۰ به تعداد ۵ نمونه از هر پلات برداشته شد و پس از مخلوط شدن در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی ذخیره گردید. نمونه‌های آب با مراجعه به چاهی که آب آبیاری تاکستان مورد نظر از آن تامین می‌گردد نمونه‌برداری شد و مکان چاه با استفاده از GPS ثبت گردید. لازم به ذکر است که ظروف مخصوص نمونه‌برداری آب، قبل از برداشت نمونه با استفاده از آب چاه به خوبی شست‌وشو داده شد.

باغات انگور شهرستان ملایر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و سنجنده OLI و در محیط نرم‌افزار ecognition استخراج گردید سپس در نرم‌افزار GIS به صورت تصادفی ۲۳ نقطه به عنوان نقاط نمونه‌برداری تعیین گردید، که در شکل ۲ نمایی از تاکستان‌های شهرستان ملایر و نقاط نمونه‌برداری مشاهده می‌شود.



شکل ۲: تاکستان‌های شهرستان ملایر و نقاط نمونه‌برداری

اندازگیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب

برای اطلاع شرایط خاک و تعیین کمبود مواد پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه در هر منطقه اطلاع از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک امری ضروری است به همین دلیل پس از نمونه‌برداری از تاکستان‌های مورد پژوهش، مقادیر عنصر و پارامتر مورد بررسی در این پژوهش که شامل عنصر مس، مواد آلی و بافت خاک، پارامتر EC و pH خاک و آب تعیین گردید و مقادیر پارامترهای اندازگیری شده در پژوهش با مقادیر بهینه و مجاز آن مورد مقایسه قرار گرفت.

آماده‌سازی نمونه‌های خاک

نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه دانشگاه ملایر در هوای آزاد، خشک و برای آماده سازی برای انجام آنالیزهای شیمیایی طی دو مرحله ابتدا از الک دو میلی‌متری و سپس از الک ۱۴۹۰ میلی‌متری عبور داده شدند.

تعیین بافت خاک

در این پژوهش به منظور تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده گردید اساس این روش اندازگیری چگالی سوسپانسیون خاک و آب است که به تدریج بر اثر رسوب گذاری مواد کاهش پیدا کرده و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می‌رود.^{۲۱}

اندازگیری EC و pH خاک و آب

مقدار ۲۰ gr از نمونه خاک آماده شده در مرحله قبل در یک بشر ۱۰۰ ml ریخته سپس ۵۰ ml آب به آن اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه توسط دستگاه شیکر به خوبی مخلوط شد سپس با استفاده از دستگاه pH سنج و EC متر مقدار pH و EC خاک مشخص گردید.^{۲۲}

اندازگیری میزان مواد آلی نمونه‌های خاک

نمونه‌های خاک با استفاده از الک مش با نمره ده به مقدار ۲۵gr از هر نمونه الک گردید سپس به داخل ظروف کروزه چینی انتقال داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در کوره قرار داده شد پس از سرد شدن کوره، جرم نمونه خاک همراه با ظرف کروزه‌اندازگیری گردید سپس جرم ظرف از جرم کل کم گردید، جرم حاصل برابر با جرم خاک بدون مواد آلی می‌باشد که با تفریق از مقدار ۲۵ gr جرم اولیه خاک مقدار مواد آلی در ۲۵gr خاک اندازگیری گردید.

اندازگیری مقدار مس در نمونه‌های خاک و آب

برای اندازه‌گیری میزان فلز مس در نمونه‌های آب، با اضافه کردن ۱ ml اسید نیتریک (۶۹ درصد) به ۲۵ ml نمونه آب و قرار دادن آنها به مدت ۱ ساعت در دستگاه هضم کننده در دمای $C^0 60$ ، سپس با فیلتر واتمن شماره ۱ صاف شد. جهت تعیین غلظت عنصر مس در نمونه‌های خاک ۱ gr از هر نمونه خشک شده توسط ترکیبی از اسید نیتریک (۶۹ درصد) و اسید پرکلریدریک (۶۰ درصد) به نسبت ۴:۱ بر روی دستگاه هضم کننده (Hoting block digester) ابتدا در دمای پایین ($C^0 40$) به مدت ۱ ساعت و سپس در دمای $C^0 140$ به مدت ۳ ساعت هضم گردید. نمونه‌های هضم شده با حجم مشخصی آب مقطر دو بار تقطیر شده (DDW) (۲۵ cc) رقیق می‌شوند. سپس نمونه‌ها با کاغذ فیلتر Whatman شماره ۱ فیلتر شد. در نهایت نمونه‌های آب و خاک صاف شده با استفاده از دستگاه HR-CS AAS و به روش شعله آنالیز گردید.

فراکافت آماری نتایج

پس از اندازگیری پارامتر EC، pH، مس و مواد آلی از نمونه‌های خاک و آب داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار

مورد نظرتولید و از بین دو روش روشی که کمترین خطا را دارا بود انتخاب گردید که در این پژوهش در تمام موارد روش کریجینگ از صحت بیشتری برخوردار بود. پس از تعیین تعداد طبقات و مدل مناسب رگرسیونی، داده‌ها به نسخه ۱۰/۴ نرم‌افزار Arc Map منتقل شد و با استفاده از ابزار Geostatistical Analyst و روش کریجینگ معمولی و با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از نرم‌افزار GS+ نقشه پراکنش پارامتر EC، pH، عنصر مس و مواد آلی خاک و آب برای شهرستان ملایر تهیه گردید، سپس مناطقی که وضعیت نامساعد و خارج از محدوده مجاز برای هر یک از پارامترها را داشتند شناسایی شدند.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

خاک و آب زیرزمینی تاکستان‌ها

مقدار بهینه هر یک از مواد مورد نیاز درختچه انگور براساس گزارش ورزات جهاد کشاورزی تهیه گردید که در جدول (۱) ارائه شده است. هر یک از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت خاک، مواد آلی، EC، pH و مقدار عنصر مس منطقه مورد پژوهش نمونه‌برداری و اندازه‌گیری گردید که نتایج آن در جدول (۲) مشاهده می‌شود و نتایج اندازه‌گیری عنصر مس در آب زیرزمینی شهرستان ملایر بیانگر عدم وجود این عنصر می‌باشد.

SAS تحت عملیات آماری قرار گرفت و میانگین، حداقل، حداکثر، دامنه، ضریب تغییرات، ضریب همبستگی پیرسون فلز مس و پارامترهای خاک و آب محاسبه گردید و به‌منظور پردازش و تحلیل داده‌ها در مراحل بعدی با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk نرمالیتی داده‌ها بررسی گردید و داده‌هایی که نرمال نبودند با استفاده از روش COX-BOX نرمال گردیده و با عملیات back transformed داده‌ها به بازه طبیعی آن‌ها بازگردانی شد.

تهیه نقشه پراکنش پارامترهای EC، pH، مس و

مواد آلی در شهرستان ملایر

پس از نرمال نمودن داده‌های آب و خاک به‌منظور تهیه نقشه پراکنش داده‌ها به نرم‌افزار GS+ با نسخه ۱۰ انتقال داده شد. GS+ نرم‌افزاری که به‌صورت تخصصی به‌منظور انتخاب بهترین روش درون‌یابی داده‌ها که دارای بیشترین صحت پیش‌بینی و کمترین خطا باشد طراحی شده است که قادر است بهترین روش درون‌یابی بر اساس داده‌های ورودی انتخاب نموده و در اختیار کاربر قرار دهد. به‌منظور تهیه نقشه پراکنش یا پهنه‌بندی پارامترهای مورد نظر در تاکستان‌های ملایر با استفاده از ابزار Semivarince Analysis تعداد طبقات و فاصله بین طبقات براساس شباهت در مقادیر تعیین گردید. به‌منظور داده‌کاوی مناطقی که فاقد داده مشاهده‌ای می‌باشند با استفاده از نرم‌افزار GS+ مناسب‌ترین مدل رگرسیونی که حداکثر r^2 و حداقل RSS را دارا بود انتخاب گردید، سپس با استفاده از روش‌های درون‌یابی کریجینگ و IDW نقشه‌های

جدول ۱: مقدار بهینه پارامترهای مورد نیاز در رشد درختچه انگور بر اساس گزارش وزارت کشاورزی

پارامترهای مورد بررسی	(ds/m) EC	pH	OM (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	مس (mg/kg)
مقدار بهینه	< ۲	۶.۵-۷.۵	> ۲.۶۳	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۱-۲

ارزیابی و بررسی توزیع فضایی میزان آلودگی مس در خاک و منابع آب تاکستان‌های انگور

جدول ۲: نتایج اندازه‌گیری پارامترهای EC، pH، OM، و Cu در خاک و آب زیرزمینی تاکستان‌ها

محل نمونه برداری	مواد آلی	pH	EC (ds/m)	Cu (mg/kg)	رس	سیلت	محل نمونه برداری	pH	EC
اسلام شهر	۷.۸۲	۶.۹۹	۰.۱۵	۳۰.۵۳	۱۴.۸۲	۱۲.۴۶	چاه اسلام شهر	۸۱.۶	۸۰.۴
ازندریان	۱۱.۹۲	۶.۹۵	۰.۰۶	۵۷.۱۵	۱۳.۹۴	۱۳.۲۸	چاه ازندریان	۹۹.۶	۶۶.۰
جوکار	۸.۸۶	۶.۹۰	۰.۱۶	۴۶.۶۵	۱۳.۷	۲۱.۵۲	چاه جوکار	۹۶.۶	۶۸.۰
توسک	۱۴.۲۸	۶.۸۵	۰.۰۹	۵۲.۴۵	۳۱.۷	۵.۶۴	چاه توسک	۹۵.۶	۶۱.۰
میشن	۱۱.۰۹	۶.۷۱	۰.۱۳	۴۷.۵۳	۲۱.۹۴	۲۵.۲۲	چاه میشن	۸۰.۶	۶۷.۰
فیروز	۹.۵۱	۷.۱۳	۰.۰۷	۴۴.۲۵	۱۱.۷۶	۱۵.۵۲	چاه فیروز	۹۱.۶	۵۶.۰
جوراب	۱۱.۴۵	۷.۰۰	۰.۱	۴۴.۸۵	۱۹.۸۸	۲۵.۴	چاه جوراب	۸۸.۶	۷۰.۰
طجر	۱۳.۰۶	۷	۰.۱۸	۵۱.۶۵	۱۱.۹۴	۲۷.۲۲	چاه طجر	۱۲.۷	۱۷.۱
کسب	۱۱.۵۱	۶.۸۰	۰.۰۸	۵۲.۵۰	۱۱.۹۴	۲۵.۲۸	قنات کسب	۵۹.۶	۷۵.۰
قله بابا خان	۱۱.۵۳	۶.۸۱	۰.۱۱	۳۷.۹۰	۱۳.۸۲	۱۷.۳۴	چاه کسب	۸۵.۶	۸۵.۰
رضوانکده	۲۳.۲۶	۶.۸۲	۰.۰۹	۴۴.۳۰	۲۱.۹۴	۲۱.۲۸	چاه قلعه بابا خان	۹۲.۶	۶۷.۰
بابا رئیس	۱۱.۱۹	۶.۸۵	۰.۰۸	۵۲.۱۸	۱۷.۹۴	۱۷.۲۲	چاه رضوانکده	۰۳.۷	۶۰.۰
سیاه چقا	۲۱.۸۶	۶.۸۵	۰.۰۷	۴۲.۲۵	۱۵.۸۲	۲۵.۴	چاه بابا رئیس	۹۷.۶	۵۲.۰
علوی	۱۳.۵۴	۶.۷۷	۰.۱۴	۳۸.۰۵	۱۵.۹۴	۱۱.۲۸	چاه سیاه چقا	۹۲.۶	۶۴.۰
جوزان	۶.۸۶	۶.۸۲	۰.۱	۲۸.۱۰	۱۳.۹۴	۲۹.۲۸	چاه علوی	۸۷.۶	۰۷.۱
داویجان	۱۳.۷۱	۶.۷۲	۰.۱۲	۳۶.۳۳	۱۷.۸۸	۲۹.۴	چاه جوزان	۹۳.۶	۷۶.۰
علمدار	۱۰.۴۷	۷.۱۱	۰.۲	۵۰.۰۵	۱۹.۹۴	۲۳.۲۸	چاه داویجان	۹۰.۶	۵۳.۰
نمازگاه	۸.۶۲	۶.۴۱	۰.۶۰	۳۹.۱۳	۱۳.۸۸	۱۳.۴	چاه علمدار	۹۸.۶	۶۶.۰
ننج	۱۱.۷۳	۶.۸۵	۰.۱۰	۴۱.۲۳	۱۱.۸۸	۱۷.۳۴	چاه نمازگاه	۸۱.۶	۸۸.۰
ازناوله	۱۰.۰۰	۷.۰۴	۰.۱۲	۳۵.۹۰	۱۵.۷	۲۵.۴۶	قنات ننج	۸.۶	۵۴.۰
مانیزان	۱۴.۰۱	۶.۷۳	۰.۱۴	۶۰.۳۵	۱۷.۹۴	۲۱.۲۸	چاه ازناوله	۰۲.۷	۶۰.۰
توچغاز	۱۶.۲۰	۶.۸۱	۰.۰۸	۵۲.۲۰	۱۳.۹۴	۲۵.۲۸	چاه مانیزان	۰۹.۷	۵۲.۰
حسین آباد	۷.۱۰	۶.۷۹	۰.۰۹	۳۷.۳۰	۷.۹۴	۲۷.۲۸	چاه توچغاز	۹۲.۶	۷۴.۰
							چاه حسین آباد	۱۱.۷	۰.۵۵

جدول ۳: عملیات آماری بر روی پارامترهای خاک و آب

نمونه‌های خاک							
متغیر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات
OM	۲۳	۰.۶۷	۳۰.۲	۰.۵۸۱.۷	۴۹.۱۳	۵۱.۹	۵۵.۳۲
pH	۲۳	۹۱.۶	۱۷.۰	۷۱.۶	۴۱.۷	۷.۰	۴۰.۲
EC	۲۳	۱۳۸.۰	۱۱.۰	۰.۶۰	۶.۰	۵۴.۰	۵۴.۷۸
Cu(mg/kg)	۲۳	۴۷.۴۴	۲۰.۸	۱.۲۸	۳۵.۶۰	۲۵.۳۲	۴۳.۱۸
نمونه‌های آب							
متغیر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات
pH	۲۳	۹۴.۶	۰.۹۰	۸۰.۶	۱۲.۷	۳۲.۰	۲۹.۱
EC	۲۳	۸۶۴.۰	۸۵.۰	۵۲.۰	۸۰.۴	۲۸.۴	۳۷.۹۸

پیش‌پردازش آماری نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب و خاک

پس از اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر در پژوهش حاضر به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده، عملیات آماری لازم بر روی داده‌ها اعمال گردید (جدول ۳). در استفاده از آزمون‌های پارامتری که با فرض نرمال بودن داده‌ها صورت می‌گیرد، ابتدا باید به فرضیه نرمال بودن داده‌ها پرداخته شود تا

نتایج به‌دست آمده از آزمون، قابل اعتماد باشند و در صورت‌تغیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتری استفاده کرد. در این پژوهش نیز ابتدا به فرض نرمال بودن داده‌ها پرداخته شد (جدول ۴). پس از نرمال نمودن داده‌ها، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون روابط موجود بین پارامترهای کیفیت آب و خاک تعیین گردید (جدول ۵).

جدول ۴: آزمون نرمالیتی پارامترهای کیفیت آب و خاک

متغیر	Statistic	درجه آزادی	P-value
OM	۰.۸۷۱	۲۳	۰.۰۰۰۵
pH	۰.۸۸۳	۲۳	۰.۰۱
EC	۰.۵۶۹	۲۳	۰.۰۰۰
Cu(mg/kg)	۰.۹۷۹	۲۳	۰.۸۷۹
pH آب	۰.۰۸۲	۲۳	۰.۳۲۶
EC آب	۰.۳۶۷	۲۳	۰.۰۰۰

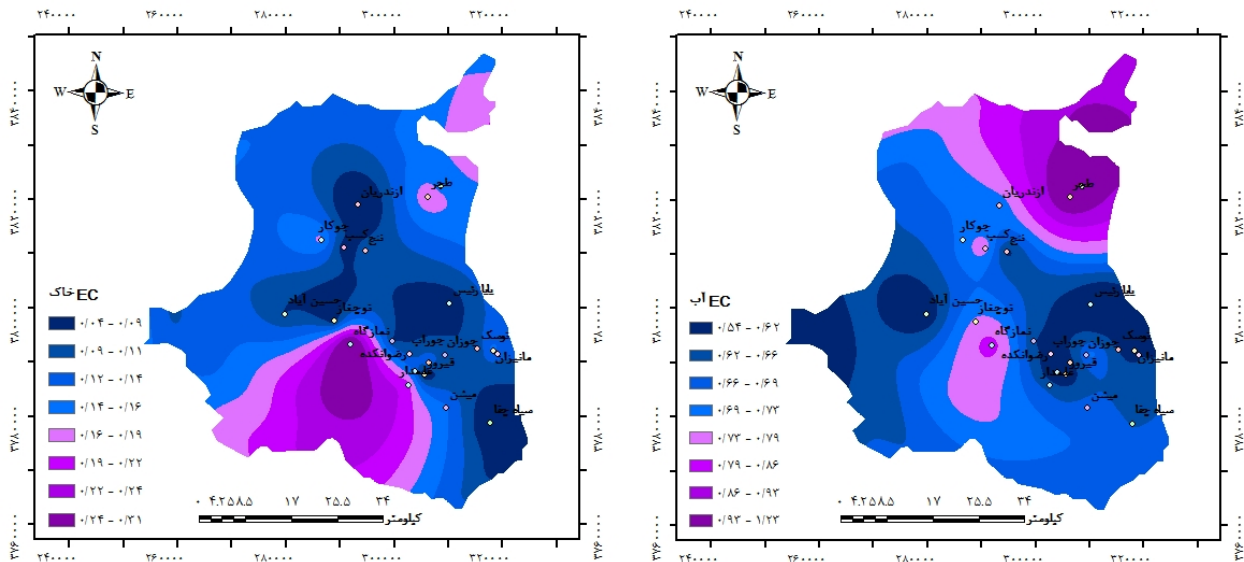
جدول ۵: بررسی روابط احتمالی بین پارامترهای کیفیت آب و خاک با استفاده از ضریب پیرسون

پارامتر	همبستگی	OM	pH	EC	Cu	water-PH	Water-EC
OM	Pearson Correlation	۱	-۰.۳۰۳	-۰.۲۹۶	۰.۳۴۶	۰.۰۹۸	-۰.۲۲۸
	Sig. (2-tailed)		۰.۱۵۰	۰.۱۶۰	۰.۰۹۷	۰.۶۶۳	۰.۲۸۳
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
pH	Pearson Correlation	-۰.۳۰۳	۱	۰.۵۴۱	-۰.۱۱۵	۰.۳۱۴	-۰.۰۱۴
	Sig. (2-tailed)	۰.۱۵۰		۰.۰۰۶	۰.۵۹۱	۰.۱۳۵	۰.۹۴۹
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
EC	Pearson Correlation	-۰.۲۹۶	۰.۵۴۱	۱	-۰.۲۱۲	۰.۲۵۲	-۰.۲۶۹
	Sig. (2-tailed)	۰.۱۶۰	۰.۰۰۶		۰.۳۲۱	۰.۲۳۶	۰.۲۰۵
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
Cu	Pearson Correlation	۰.۳۴۶	-۰.۱۱۵	۰.۲۱۲	۱	۰.۰۵۷	۰.۰۱۰
	Sig. (2-tailed)	۰.۰۹۷	۰.۵۹۱	۰.۳۲۱		۰.۷۹۲	۰.۹۶۳
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
pH_water	Pearson Correlation	۰.۰۹۸	۰.۳۱۴	۰.۲۵۲	۰.۰۵۷	۱	-۰.۰۸۴
	Sig. (2-tailed)	۰.۶۶۳	۰.۱۳۵	۰.۲۳۶	۰.۷۹۲		۰.۶۹۸
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
EC_Water	Pearson Correlation	-۰.۲۲۸	-۰.۰۱۴	۰.۲۶۹	۰.۰۱۰	-۰.۰۸۴	۱
	Sig. (2-tailed)	۰.۲۸۳	۰.۹۴۹	۰.۲۰۵	۰.۹۶۳	۰.۶۹۸	
	N	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳

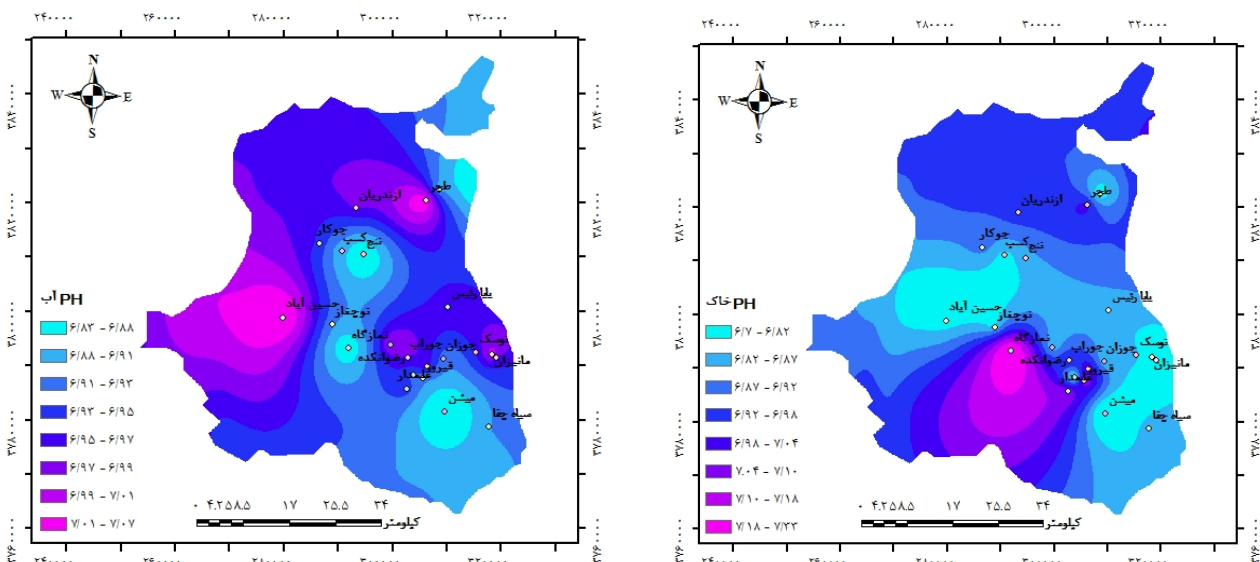
پراکنش هر یک از پارامترهای EC، pH، OM و Cu خاک و آب با استفاده از نرم‌افزارهای ArcMap و GS+ تهیه گردید (شکل ۳، ۴ و ۵).

تهیه نقشه‌های پراکنش پارامترهای کیفیت خاک و آب زیرزمینی در تاکستان‌های شهرستان ملایر

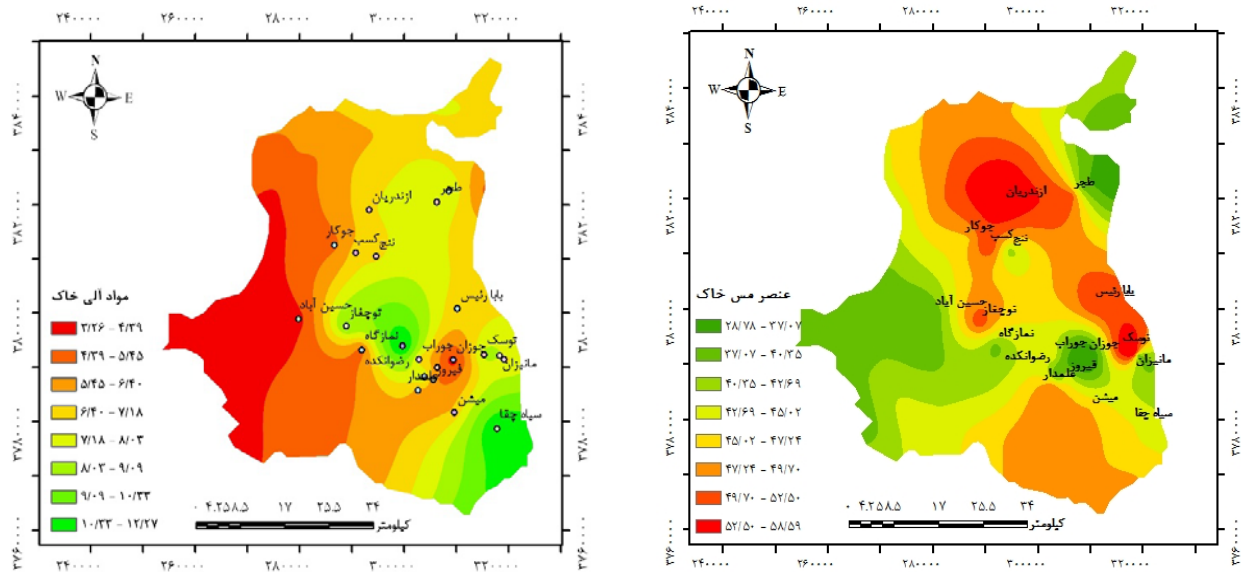
به منظور بررسی و مشخص کردن کیفیت خاک و آب در مناطق مختلف شهرستان ملایر پس از نرم‌الیتی داده‌ها نقشه



شکل ۳: نقشه پراکنش پارامتر EC در خاک و آب زیرزمینی تاکستان‌ها



شکل ۴: نقشه پراکنش پارامتر pH در خاک و آب زیرزمینی تاکستان‌ها



شکل ۵: نقشه پراکنش عنصر مس و مواد آلی خاک تاکستان‌ها

بحث

تحلیل مقادیر EC آب و خاک و نحوه پراکنش آن در تاکستان‌های شهرستان ملایر

براساس نتایج به دست آمده پراکنش پارامتر EC خاک در شهرستان ملایر از الگوی خاصی پیروی می‌کند، به طوری که بیشترین مقدار EC خاک، مربوط به روستای نمازگاه با EC حدود 0.6 ds/m که تقریباً در قسمت مرکزی شهرستان ملایر واقع شده است، از این‌رو نواحی مرکزی ملایر به سمت جنوب این شهرستان که به شهرستان بروجرد منتهی می‌شود بیشترین مقدار EC به تاکستان‌های این مناطق اختصاص دارد و همچنین مناطق شمال شرقی شهرستان ملایر با EC خاک بین 0.16 ds/m تا 0.19 مقادیر بیشتری نسبت به سایر مناطق دارند و دلیل بالا بودن EC خاک این منطقه وجود تالاب آق‌گل و خشک شدن آن در دوره‌ای از سال و جابه‌جایی املاح فراوان این تالاب به نواحی مجاور توسط باد می‌باشد.

که عموماً بازدهی تاکستان‌های این مناطق نسبتاً کمتر از دیگر مناطق شهرستان ملایر می‌باشد (براساس پرسش شفایی از باغداران و مشاهدات عینی). اما مناطقی که به صورت کمربندی که از شمال غربی به سمت جنوب شرقی امتداد دارد دارای حداقل مقدار EC خاک می‌باشد، که عمدتاً تاکستان پربازده در این مناطق متمرکز شده‌اند.

با توجه به مقدار EC بهینه که توسط وزارت جهاد کشاورزی ($EC < 2$) تعیین گردیده است، تاکستان‌های شهرستان ملایر از لحاظ EC در وضعیت بهینه قرار دارند. مطالعاتی مشابه با پژوهش حاضر در سایر تاکستان‌های مختلف دنیا صورت گرفته که به این شرح می‌باشد. Provenzano و همکاران اقدام به بررسی خصوصیات شیمیایی خاک از جمله EC خاک در تاکستان‌های جنوب شرقی ایتالیا پرداختند، براساس نتایج ایشان EC خاک در این مناطق $0.3 - 0.19 \text{ ds/m}$ می‌باشد^{۲۳}. همچنین Ozpinar

نتایج اندازه‌گیری EC آب زیرزمینی $2.3 - 1.9$ ds/m حاصل شد که نتایج EC آب زیرزمینی به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر به استثنای تاکستان‌های منطقه اسلام‌شهر آق گل، بسیار نزدیک است.^{۲۵}

تحلیل مقادیر pH آب و خاک

بازه تغییرات pH خاک شهرستان ملایر از 6.71 تا 7.41 و pH آب 6.8 تا 7.12 می‌باشد که حداکثر pH خاک مربوط به تاکستان روستای نمازگاه و حداقل آن مربوط به روستای میشن است و همچنین حداکثر pH آب مربوط به روستای طجر و حداقل آن مربوط به روستای میشن است. که مقادیر pH خاک و آب برای تاکستان در بازه مقادیر بهینه قرار دارد (با در نظر گرفتن مقادیر بهینه تعیین شده توسط وزارت کشاورزی). در این راستا نیز Ozpinar و همکاران pH خاک را در تاکستان‌های جنوب ترکیه اندازه‌گیری کردند که میانگین pH خاک در این منطقه 7.93 می‌باشد.^{۲۴} که بیشتر از مقدار pH در تاکستان‌های شهرستان ملایر می‌باشد.

بررسی مقدار عنصر مس در خاک و آب

فلز سنگین مس به‌عنوان ریزمغذی ضروری برای رشد و نمو گیاه محسوب می‌شود به طور طبیعی در خاک وجود دارد اما مقدار زیاد آن سمی بوده و اثر سو بر رشد گیاه دارد که در بسیاری از مطالعات مقدار 100 mg/kg حد آستانه مجاز این عنصر در خاک در نظر گرفته شده است. براساس نتایج اندازه‌گیری عنصر مس در چاه‌های مورد پژوهش، آب زیرزمینی شهرستان ملایر فاقد عنصر مس می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری این عنصر در خاک تاکستان‌های ملایر دارای مقادیر میانگین 44.47 و حداقل 28.1 مربوط به روستای جوزان و حداکثر 60.35 مربوط به روستای مانیزان می‌باشد. همان‌گونه که در نقشه شکل ۴ مشاهده می‌شود، حداکثر مقادیر عنصر مس مربوط به مناطق شمالی، شرقی و همچنین بخشی از

همکاران اثر مدیریت خاک را بر خواص فیزیکی و شیمیایی را در عمق‌های $0-30$ و $30-60$ cm در تاکستان‌های جنوب ترکیه بررسی نمودند، که میانگین EC خاک در هر دو عمق برابر 0.64 ds/m اندازه‌گیری شد که نتایج اندازه‌گیری در پژوهش‌های مورد بررسی با پژوهش حاضر در یک‌راستا می‌باشند.^{۲۴}

الگوی پراکنش EC آب نیز تقریباً مشابه EC خاک است با این تفاوت که دارای مقادیر بیشتری می‌باشد به این صورت که مقدار EC آب چاه روستای نمازگاه حدود 0.88 است، که در نقشه پراکنش EC آب زیرزمینی و خاک به وضوح مشخص می‌باشد که EC آب نسبت به خاک در مناطق مشابه بیشتر است. اما EC آب زیرزمینی در مناطق شمال شرقی شهرستان ملایر از مقادیر بسیار بیشتر حدود 1 تا 4.8 ds/m برخوردار است، که از دلایل آن می‌توان به احداث سد و ندادن حق آبه تالاب آق گل توسط استان مرکزی اشاره نمود، که به‌تبع آن موجب افزایش نسبت تبخیر به آب ورودی به تالاب و افزایش املاح در این تالاب شده است، به‌همین دلیل با کاهش آب تالاب و خشک شدن در مدتی از سال چرخه تبادل بین آب زیرزمینی و سطحی دچار اختلال شده و کشاورزان این منطقه به‌منظور دسترسی به آب مورد نیاز کشاورزی اقدام به افزایش عمق چاه نموده‌اند، حال با توجه به مقدار بالای EC آب ($EC_{water} = 4.8$ ds/m) در این منطقه و EC خاک به نسبت خیلی کمتر ($EC_{soil} = 0.19$) این امکان وجود دارد که عمیق نمودن چاه و رسیدن به سفره آب شور زیرزمینی در سال‌های اخیر صورت گرفته است. که با حضور در منطقه و چشیدن از آب، شوری آب کاملاً مشخص است. نتایج پژوهش در این منطقه موجب آگاهی از بحرانی بودن شرایط آب زیرزمینی گردید و لازم است زنگ اعلام خطر نابودی آب و خاک در این منطقه به صدا در آید.

در همین راستا Stevens و همکاران در جنوب استرالیا اقدام به بررسی خصوصیات آب و خاک تاکستان‌ها نمودند که

نتیجه عوامل دیگری نیز در افزایش مقدار مس دخالت دارند که می‌توان به آفت‌کش‌ها، کودهای حیوانی و شیمیایی اشاره نمود که براساس پرسش‌های شفافی که از باغبانان صورت گرفت به منظور مبارزه با قارچ که در منطقه به آردک موسوم می‌باشد، بیشتر از گوگرد استفاده می‌شود و به‌کارگیری قارچ‌کش‌های حاوی عنصر مس کمتر مرسوم است. در یک مقایسه کلی مقادیر حداقل و حداکثر مس تاکستان‌های ملایر با پژوهش‌های انجام شده در سایر کشورها به این صورت است: Brun^{۲۷} و همکاران مقادیر مس را در فرانسه ۲۵۰-۳۰ mgr/kg^{۲۷} و Chaignon^{۲۸} و همکاران مقادیر مس در تاکستان‌های جنوب فرانسه ۱۵۰-۵ mgr/kg^{۲۸} و Mirlean^{۲۸} و همکاران حداکثر مقادیر مس خاک را در جنوب برزیل ۳۲۰۰ mgr/kg^{۲۸} که چندین برابر مقادیر مس در تاکستان‌های سایر مناطق جهان است^{۲۹}، Fernández-Calviño^{۲۹} و همکاران مقادیر مس خاک را در اسپانیا ۱۳۰-۷۹ mgr/kg^{۲۹}، Rusjan^{۲۹} و همکاران مقادیر مس خاک را در اسلوانی ۴۲۰-۸۷ mgr/kg^{۲۹} و Dell'Amico^{۳۰} و همکاران مقادیر مس را در تاکستان‌های ایتالیا ۳۷۲-۲۱۵ mgr/kg^{۳۰} گزارش نمودند که مقادیر به‌دست آمده این پژوهش‌ها همگی بیشتر از مقادیر مس در خاک تاکستان‌های شهرستان ملایر است^{۱۵} و Juang^{۱۵} و همکاران مقادیر مس را در تاکستان‌های changhua تایوان mgr/kg^{۱۵} Santos^{۱۷} و همکاران مقادیر مس را در سائوپائولو برزیل ۴۰۰-۱۰ mgr/kg^{۱۷} گزارش نمودند که مقادیر اندازگیری شده در این پژوهش‌ها نیز کمتر از نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد^{۱۸}.

تحلیل مقدار مواد آلی خاک

مقدار بهینه مواد آلی خاک نقش مهمی در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایفا می‌کند. براساس نتایج اندازگیری میانگین مواد آلی تاکستان‌های شهرستان ملایر ۷۰۶ درصد خاک است و حداکثر مقادیر مواد آلی مربوط به

مناطق مرکزی شهرستان ملایر است که نتایج این بخش با نتایج به‌دست آمده از پراکنش حداکثر عنصر مس در شهرستان ملایر با توجه محدود مورد پژوهش سلگی و سلگی مطابقت دارد^{۱۹}.

هر چند مقادیر حاصل از نتایج به‌دست آمده کمتر از مقادیر حد آستانه مجاز ۱۰۰ mg/kg است اما در مناطقی نزدیک به حد آستانه می‌باشد و از طرفی براساس مطالعات سلگی و همکاران که به مطالعه مقادیر مس در سال ۱۳۹۱ در برخی از تاکستان‌های ملایر پرداختند میانگین این عنصر را ۷۰۳۶ گزارش نمودند که بسیار کمتر از مقادیر به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد که این نتایج بیان‌گر رشد حدود ۶ برابری افزایش مقدار عنصر مس در مدت پنج سال در تاکستان‌های ملایر می‌باشد^{۱۹}. این افزایش سریع مقدار مس در همه مناطق نمی‌تواند صرفاً به دلیل استفاده از قارچ‌کش‌ها باشد، براساس نقشه پراکنش عنصر مس (شکل ۴) در بخش ازندریان منطقه وسیعی مقدار عنصر مس نسبتاً زیاد است که در این منطقه کارخانه‌ها و معادن متعدد استخراج و فراوری از سنگ سیلیس وجود دارد که دارای آلودگی و پراکنش غبار در گستره وسیعی می‌باشند محدوده جغرافیایی کارخانه‌ها منطبق بر بخش آلوده مس با مقادیر نسبتاً زیاد، بر روی نقشه پراکنش مس شهرستان ملایر است (شکل ۴). همچنین تاکستان‌های روستای مانیزان که بیش‌ترین مقدار مس خاک در شهرستان ملایر به این منطقه اختصاص دارد در هشت کیلومتری معدن آهنگران ملایر قرار گرفته است و براساس پژوهش مهرابی و همکاران که به بررسی مقادیر فلزات سنگین مس در اراضی اطراف معدن مس ملایر پرداختند مقدار عنصر مس خاک را ۲۲ mgr/kg تا ۲۵۸ mgr/kg گزارش نمودند، که مقدار بالای مس در روستای مانیزان به دلیل نزدیکی به این معدن می‌باشد^{۲۶}. سایر تاکستان‌های شهرستان ملایر که مقدار مس در خاک این مناطق به نسبت کمتر است اما اختلاف مس این مناطق با مناطقی که مقدار مس حداکثر (نزدیک به معادن) می‌باشد، زیاد نیست. در

شمال غربی اسپانیا در بررسی تاثیر مواد آلی در جذب علف‌کش‌ها مقدار مواد آلی را اندازه‌گیری نمودند که مقدار مواد آلی در تاکستان‌های مذکور از ۰.۱۴ تا ۳.۳۳ متفاوت بود که مقدار مواد آلی در حد آستانه بهینه مواد می‌باشد که نتایج این پژوهش نیز با مقادیر اندازه‌گیری شده در تاکستان‌های شهرستان ملایر فاصله زیادی دارد که این برتری در مقادیر مواد آلی یکی از عواملی است که سبب گردیده که انگور تولید شده در شهرستان ملایر یکی از با کیفیت‌ترین انگور در سطح ایران و جهان باشد^{۳۲}.

نتایج حاصل از آزمون همبستگی با استفاده از ضریب پیرسون نشان داد رابطه معنی‌دار رابطه مستقیم بین پارامترهای EC و pH خاک با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد این بدان معنی است که با افزایش EC خاک pH خاک از حالت اسیدی به سمت خنثی شدن و تا حدودی به سمت pH قلیایی میل می‌کند و بین سایر پارامتر اندازه‌گیری شده خاک و آب رابطه معنی‌داری یافت نشد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج سلگی و همکاران که مطالعه و بررسی رابطه بین پارامتر EC و pH در سال ۱۳۹۱ در برخی از تاکستان‌های ملایر پرداختند کاملاً مطابقت دارد ایشان نیز در پژوهش خود به رابطه مستقیم بین EC و pH دست یافتند و بیان نمودند که رابطه معنی‌داری بین عنصر مس و سایر پارامترهای مورد بررسی وجود ندارد^{۱۹}.

نتیجه‌گیری

در حالت کلی براساس نتایج به‌دست آمده اکثر تاکستان‌های شهرستان ملایر در شرایط مناسبی از لحاظ پارامترهای مواد آلی خاک، بافت خاک، pH و EC آب و خاک قرار دارند، اما در اکثر مناطق، مقدار عنصر مس بالاتر آستانه بهینه مورد نیاز درختچه انگور می‌باشد حتی در مناطقی نزدیک به آستانه آلودگی این عنصر می‌باشد همچنین با توجه به افزایش چند برابری عنصر مس که در طول پنج سال اخیر

مناطق مرکزی به سمت شرق و جنوب شرقی می‌باشد که تاکستان‌های جاده ملایر به اراک تعلق دارد و حداقل مقادیر مواد آلی مربوط به تاکستان‌های غرب شهرستان ملایر که در جاده ملایر به نهاوند واقع شده‌اند. براساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی اکثر اراضی کشاورزی ایران به جز شمال دارای خاک با مواد آلی کمتر از یک درصد می‌باشد و مقدار بهینه مواد آلی برای خاک کشاورزی را حدود سه درصد در نظر گرفتند. با توجه به این گزارش خاک تاکستان‌های ملایر در شرایط بسیار خوب از نظر مواد آلی قرار دارند که دلایل آن می‌تواند تقویت خاک با کود حیوانی و همچنین با توجه این‌که شهرستان ملایر جز مناطق سردسیر محسوب می‌شود هر ساله مدتی بعد از برداشت محصول به منظور جلوگیری از سرمازدگی درختچه‌های انگور را به‌طور کامل توسط خاک می‌پوشانند همین امر سبب می‌شود قسمت‌های از درختچه که به‌صورت فصلی رشد می‌کنند مانند برگ، در خاک تجزیه شده و بر مواد آلی خاک بیافزاید و با در نظر گرفتن این موضوع که تاکستان‌های ملایر قدمت زیادی دارند استفاده از این روش سبب گردیده که تعادل خوبی در ماندگاری مواد آلی خاک به‌وجود آید. در همین راستا مستشاری به بررسی وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی باغات انگور شهرستان تاکستان که یکی از مناطق تولید کننده عمده انگور محسوب می‌شود پرداختند^{۳۱}. ایشان از عمق ۰ تا ۳۰ cm خاک مقدار میانگین مواد آلی ۱.۴۵ درصد اندازه‌گیری نمودند که از آستانه بهینه ماده آلی مورد نیاز گیاه انگور فاصله داشت که نیازمند کودهای و رسیدن به حداقل مواد آلی مورد نیاز درختچه انگور می‌باشند و نتایج پژوهش ایشان با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش متفاوت می‌باشد همچنین Ozpinar و همکاران در جنوب کشور ترکیه اقدام به اندازه‌گیری مواد آلی خاک در تاکستان این منطقه پرداختند که میانگین مواد آلی در این منطقه برابر ۰/۶ درصد می‌باشد که این منطقه دچار فقر مواد آلی هستند^{۲۴}. Pateiro-Moure و همکاران نیز در تاکستان‌های

در زمان حال و بدون در نظر گرفتن عواقب آن در آینده، قناعت کنند.

همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به موقعیت این شهرستان در استان و حتی در کشور به جهت کشت و پرورش درختان انگور و گستره تاکستان‌های شهرستان نیاز مبرم و ضروری بررسی میزان آلودگی خاک و منابع آبی این شهرستان کاملاً احساس می‌گردد. از این رو ضرورت دارد پایش مقادیر فلزات سنگین از جمله مس، پارامترهای زیست محیطی و شاخص آلودگی صنایع و کارخانه‌های موجود به صورت مستمر و ادواری در رأس پژوهش‌ها در این منطقه قرار گیرد که علاوه بر حفظ سلامت ساکنین شهرستان ملایر و همچنین با توجه به این که محصولات تولیدی این شهرستان به نقاط مختلف دنیا صادر می‌گردد و اهمیتی در سطح بین‌المللی دارد و از طرفی با پایش و ارزیابی مستمر عناصر مورد نیاز درختچه انگور را می‌توان در مقادیر بهینه حفظ نمود و این محصول غالب و منبع امرار و معاش مردم شهرستان را با آگاه‌سازی کشاورزان به حداکثر بازدهی خود رساند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل مطالعه ای است که در چارچوب طرح تحقیقاتی به شماره (۳۴۸-۱-۸۴/۵) مصوب دانشگاه ملایر انجام شد. بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از دانشگاه ملایر اعلام می‌دارند.

اتفاق افتاده است. در نتیجه ضرورت دارد منابعی که موجب افزایش عنصر مس در تاکستان گشته‌اند، مشخص شده و کنترل گردند.

مناطق که شرایط مناسب برای کشت و بهره‌برداری از درختچه انگور وجود ندارد به باغداران منطقه اطلاع رسانی شده و کشت جایگزین به آن‌ها پیشنهاد شود که از هدررفت آب و خاک در این مناطق و همچنین ضرر اقتصادی بیشتر به کشاورزان جلوگیری شود. در این پژوهش مناطقی با آب زیرزمینی با کیفیت نامناسب و حتی در شرایط بحرانی از لحاظ کیفیت شناسایی گردید که از مناطق شاخص آن می‌توان به منطقه اسلام‌شهر آق‌گل اشاره نمود، که به دلیل ندادن حق آبه تالاب آق‌گل توسط استان مرکزی، سبب شده که این تالاب در معرض نابودی قرار گیرد و عواقب آن موجب به خطر افتادن منابع آب زیرزمینی و خاک در این منطقه شود در نتیجه ضرورت دارد هرچه سریع‌تر به مطالبات این منطقه رسیدگی شود و در صورت امکان استفاده از منابع آب بی‌کیفیت ممنوع اعلام شود و منابع جدید آب زیرزمینی با کیفیت مناسب برای کشاورزان این منطقه شناسایی و جایگزین شود.

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اگرچه چرخه‌ی طبیعت بسیاری از آلودگی‌ها را برطرف و برای هر منطقه بهترین کاربری را برمی‌گزیند و استفاده از منابع طبیعی و تولید را به تعادل می‌رساند. اما در سال‌های اخیر به دلیل شرایط بد اقتصادی در بسیاری از مناطق کشور سبب گردیده بسیاری از کشاورزان و بهره‌برداران به حداقل بازدهی برای گذران زندگی

References

1. Pendias K, Pendias H. Trace elements in soils and plants. 2nd edition, C. R.C. Press, Boca Raton, Florida 1992; 365.
2. Fernández-Calviño D, Nóvoa-Muñoz J.C, Díaz-Raviña

M, and Arias-Estévez M. Copper acCumulation and fractionation in vineyard soils from temperate humid zone (NW Iberian Peninsula). Geoderma 2009;153(1-2):119-29.

3. Komarek M, Cadkova E, Chrastny V, Bordas F, BollPPPing J.C. Contamination of vineyard soils with fungicides: A review of environmental and toxicological aspects. *Environ Int* 2010;36:138-51.
4. Lee C.S.L, Li X, Shi W, Cheung S.C.N and Thornton I. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: a study based on GIS and multivariate statistics. *Sci Total Environ* 2006;356(1-3): 45-61.
5. Shokuhi R, Hosinzadeh E, Roshanaei G, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation of Aydughmush Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes. *J Health Environ* 2012;4(4): 435-50 [In persian].
6. Wang Y, Qiao M, Liu Y, Zhu Y. Health risk assessment of heavy metals in soils and vegetables from wastewater irrigated area, Beijing-Tianjin city cluster, China. *J Environ Sci* 2012;24:690-8.
7. Yang X, Duan J, Wang L, Li W, Guan J, Beecham S, & Mulcahy D. Heavy metal pollution and health risk assessment in the Wei River in China. *Environ Monit Assess* 2015;187(3):1-11.
8. Mendoza-Carranza M, Sepúlveda-Lozada A, Dias-Ferreira C, Geissen V. Distribution and bioconcentration of heavy metals in a tropical aquatic food web: a case study of a tropical estuarine lagoon in SE Mexico. *Environ Pollut* 2016;210:155-65.
9. Shah MT, Begum S, Khan S. Pedo and biogeochemical studies of mafic and ultramafic rocks in the Mingora and Kabal areas, Swat, Pakistan. *Environ Earth Sci* 2010;60:1091-102.
10. Merry R.H, Tiller K.G & Alston A.M. Accumulation of copper, lead and arsenic in some Australian orchard soils. *Aust J Soil Res* 1983;21:549-61.
11. Romic M, Romic D & Kraljickovic J. Bakar u vinogradarskim tlima. In: *Land Management and Soil Protection for Future Generations*, Croa Soc Soil Sci 2001; 1-77.
12. Mirsal I.A. *Soil pollution origin, monitoring and remediation*, 2nd, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co.KG.2008.
13. Moura M.C.S., Moita G.C., and Neto J.M.M. Analysis and assessment of heavy metals in urban surface soils of Teresina, Piaui State, Brazil: a study based on multivariate analysis, *Comunicata Sci* 2010;1:120-7.
14. Besnard E, Chenu C and Robert M. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. *Environ Pollut* 2001;112(3):329-37.
15. Dell'Amico E, Mazzocchi M, Cavalca L, Allievi L and Andreoni V. Assessment of bacterial community structure in a long-term copper-polluted ex-vineyard soil. *Microbio Res* 2008;163(6):671-83.
16. Wightwick A.M, Mollah M, Smith J & MacGregor A. Sampling considerations for surveying copper concentrations in Australian vineyard soils. *Aust J Soil Res* 2006;44(7):711-7.
17. Baghaie A.H, Khademi H and Mohammadi J. Geostatistical analysis of spatial variability of Lead and Nickel around two industrial factories in Isfahan province. *J Agric Sci Natur Resour* 2007;14(2):11-9 [In persian].
18. Taghipour M, Khademi H, Ayoubi Sh. Spatial variability of Pb and Zn concentration and its relationship with land use and parent materials in selected surface soils of Hamadan province. *J Water Soil* 2010;24(1):132-44 [In persian].
19. Solgi A, Solgi M. Investigation of heavy metals concentration in Malayer grape ecosystem soils. *J Plant Ecosyst Conserv* 2016;7(3):99-111 [In persian].
20. Abdolahi S, Delavar M.a, Shekari P. Zoning of spatial distribution of lead, Zoning of spatial distribution of lead, zinc and cadmium and evaluation of soil contamination in Anguran region, Zanjan province, *J Water Soil* 2013;26(6):1410-20 [In persian].
21. Abasi S, Moazede H, Behzad M, Sayad Gh.A. Comparison of soil texture results by two methods of hydrometry and instrumentation of the analyzer and its effect on the hydraulic conductivity calculations of soil saturation 2010 [In persian].
22. Rhoades J.D, Chanduvi F, Lesch S.M. *Soil salinity assessment, Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements*, FAO Irrigation and Drainage Paper, Food Agric Org 1999;57-165.
23. Provenzano M.R, El Bilali H, Simeone V, Baser N, Mondelli D and Cesari G. Copper contents in grapes and wines from a Mediterranean organic vineyard. *Food Chem* 2010;122(4):1338-43.
24. Ozpinar S, Ozpinar A and Cay A. Soil management effect on soil properties in traditional and mechanized vineyards under a semiarid Mediterranean environment. *Soil Tillage Res* 2018;178:198-208.
25. Stevens R.M, Pitt T.R and Dyson C. *Managing soil salinity in groundwater irrigated vineyards. Final Report to the National Program for Sustainable Irrigation. Project Number CIF5121*, 2012.
26. Mehrabi B, Mehrabani SH, Rafie B, Yaghobi B. Investigation on the concentration of heavy metals Cr, Cu, Pb, Zn, Ni in soils of Ahangaran mine. *The Sixth Earth Sci Forum* 2011 [In persian].
27. Brun L.A, Maillet J, Richarte J, Herrmann P and Remy J.C. Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. *Environ pollut* 1998;102(2-3):151-61.

28. Chaignon V, Sanchez-Neira I, Herrmann P, Jaillard B and Hinsinger P. Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. *Environ Pollut* 2003;123(2):229-38.
29. Mirlean N, Roisenberg A and Chies J.O. Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (southern Brazil). *Environ Pollut* 2007;149(1):10-7.
30. Rusjan D, Strlič M, Pucko D and Korošec-Koruza Z. Copper accumulation regarding the soil characteristics in Sub-Mediterranean vineyards of Slovenia. *Geoderma* 2007;141(1-2):111-8.
31. Mostashari M. Study of Physical and Chemical Properties in Grape Garden of Takestan. *J Manage Syst* 2012;14(2):97-101 [In persian].
32. Pateiro-Moure M, Pérez-Novo C, Arias-Estévez M, Rial-Otero R and Simal-Gándara J. Effect of organic matter and iron oxides on quaternary herbicide sorption-desorption in vineyard-devoted soils. *J Colloid Interface Sci* 2009;333(2):431-8.

Evaluation and Mapping Spatial Distribution of Copper Pollution in Soil and Water of Vineyard Garden

Behnaz Attaeian^{1*}, Samar Mortazavi², Behnoush Farokhzadeh¹, Mohsen Khorsand³

1. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Malayer University, Malayer, Iran

2. Assistant Professor, Department of Environment, Malayer University, Malayer, Iran

3. Graduated Master Student in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University

** E-mail: attaeian94@gmail.com*

Received: 19 Jun 2018 ; Accepted: 20 Jan 2019

ABSTRACT

Background and objectives: The use of copper based fungicides is a crucial part of agricultural operations in vineyards, increasing productivity and crops. However, the long term application of fungicide could increase the copper concentration in the vineyard soils.

Methods: In this study, soil and water chemical parameters including copper contamination, pH and EC as well as soil organic matter and texture were determined in 23 stations across Malayer vineyards in a completely randomized layout.

Results: The soil texture of vineyards was a type of sandy loam in the study area which is suitable for grape seedlings growth. Copper concentration was significantly higher than the level required for optimum grapevine growth but less than the contamination level. The water and soil pH and soil organic matter content were in optimum condition. While soil EC was in normal range according to the Ministry of Agriculture standard, the EC value of water was above the optimum value, which can be due to the unauthorized deep-water wells and exposure to the saline watertable.

Conclusion: According to the results, it seems that the sharp increase in copper concentration in the Malayer vineyard could be a result of fungicides application as well as pollution transmittal of mining, factories and chemical and animal fertilizers application in the study area.

Keywords: Copper, Pollution, Heavy Metal, Zonning, Vineyard