دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره سوم، شماره هفتم، پاییز و زمستان ۹۴
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی غلظت فلزات سنگین در خاک اکوسیستم های زراعی انگور ملایر

عیسی سلگی*[۱]، موسی سلگی[۲]

[۱]استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر
[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۵

چکیده

آلودگی خاک به فلزات سنگین از مهم‌ترین مشکلات محیط‌زیستی در سراسر جهان است. از آنجایی که این فلزات توسط گیاه و میوه جذب و به انسان منتقل می‌شوند، این مسأله در مورد خاک‌های زراعی و باغی جدی‌تر است. مطالعه حاضر با هدف بررسی و ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در خاک باغات انگور واقع در دشت ملایر در سال ۱۳۹۱ صورت گرفت. در این مطالعه از روش نمونه‌برداری تصادفی استفاده شد و در مجموع ۲۵ نمونه خاک سطحی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شد. آنالیز نمونه‌ها توسط دستگاه HR-CS AAS به روش شعله انجام شد. میانگین غلظت مس، سرب و روی در خاک باغات انگور ملایر به‌ترتیب ۷/۳۶، ۶/۹۱ و ۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که این مقادیر از میانگین جهانی و مقادیر پوسته زمین برای این فلزات کمتر هستند. نتایج نشان داد که بین مس و روی، مس و سرب، سرب و روی و نیز بین اسیدیته و هدایت الکتریکی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. به نظر می‌رسد در کنار منابع زمین شناسی و مواد مادری خاک، کودهای حیوانی و شیمیایی منبع ورود سرب، مس و روی به خاک تاکستان‌ها هستند. همچنین قارچ کش‌های مسی در افزایش غلظت مس با توجه به کاربرد گوگرد به‌عنوان قارچ کش نقش چندانی ندارند. در حال حاضر این خاک‌ها از نظر آلودگی خاک به فلزات سنگین در معرض خطر جدی نمی‌باشند.

واژه‌های کلیدی: **آلودگی خاک، منبع، فلزات، انگور**

*نویسنده مسئول: e.solgi@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

مقدمه

پس از آب و هوا، خاک مهم‌ترین بخش حیاتی محیط‌زیست است (Adeyeye, 2005). خاک و گیاه دو جزء اساسی محیط زیست انسان به شمار می‌روند که به‌طور مستقیم با یکدیگر در ارتباط بوده و هرگونه اختلال در سیستم طبیعی خاک منجر به عدم رشد طبیعی گیاهان خواهد شد (آقا براتی و همکاران، ۱۳۸۷) از جمله این اختلالات آلودگی خاک توسط مواد شیمیایی ساخت انسان و یا تغییر در محیط طبیعی خاک است. آلودگی خاک به فلزات سنگین از مهم‌ترین مشکلات محیط زیستی در سراسر جهان است (Solgi *et al*., 2012). علی‌رغم این که فلزات سنگین به‌صورت طبیعی در کلیه اجزا محیط وجود دارند (Khemnani *et al.,* 2012) آلودگی خاک به فلزات از فرآیندهای طبیعی و اقدامات انسانی نشأت می‌گیرد که در مورد قسمت طبیعی آن، باید عنوان کرد که فلزات به‌صورت طبیعی در محیط وجود دارند. در بخش انسانی، فعالیت‌های انسانی از جمله فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی (Iyaka and Kakulu, 2009) موجبات آلودگی خاک را فراهم می‌کنند. این آلاینده‌ها از طریق منابع صنعتی، شهری و کشاورزی می‌توانند وارد زنجیره غذایی شوند (Hoodaji *et al*., 2010). حضور فلزات سنگین در مقادیر بالا در محیط زیست سبب بروز اثرات سمی قابل توجهی در بدن انسان، جانوران، میکروارگانیسم‌ها و گیاهان می‌شوند (Nik *et al*., 2012). از جمله بارزترین ویژگی‌های این فلزات تجزیه ناپذیری آنها است که در واقع از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و همین امر سبب می‌شود که برای مدت زمان طولانی در محیط‌های آبی و همچنین محیط‌های خاکی باقی بمانند. از طرف دیگر این فلزات از خاک به محیط‌ها و اجزا دیگر مانند آب‌های زیرزمینی و محصولات کشاورزی منتقل می‌شوند (Ekmekyapar *et al*., 2012).

با توجه به قابلیت تجمع در زنجیره غذایی (Yongqing *et al*., 2011) و به مخاطره انداختن سلامت موجودات زنده، بررسی غلظت و پراکندگی این فلزات در خاک‌های مختلف از جمله خاک کشاورزی، امری ضروری است. توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن، روند فزاینده‌ای در آلودگی خاک به فلزات سنگین داشته است که سبب ایجاد تهدیدات جدی برای اکوسیستم‌های مختلف، آب‌های سطحی،آب‌های زیرزمینی، امنیت غذایی و سلامت انسان شده‌اند (Hoodaji *et al*., 2010). این فلزات در غلظت‌های بالاتر از حد قابل تحمل، اغلب موجب اختلالات متابولیک و بازدارندگی رشد برای بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شوند و حتی ممکن است اغلب منجر به مرگ شوند (Nik *et al*., 2012). با توجه به اثرات بالقوه بر سلامت انسان و پایداری طولانی مدت، تولید مواد غذایی در مناطق آلوده، آلودگی خاک و محصولات کشاورزی به فلزات سنگین باعث نگرانی است (Hoodaji *et al*., 2010). فلزات سنگین در بخش کشاورزی با به کارگیری لجن فاضلاب آلوده و مصرف بیش از اندازه سموم، آفت‌کش‌ها و کودهای کشاورزی به این خاک‌ها وارد می شوند (Lu *et al*., 2012). بنابراین مطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

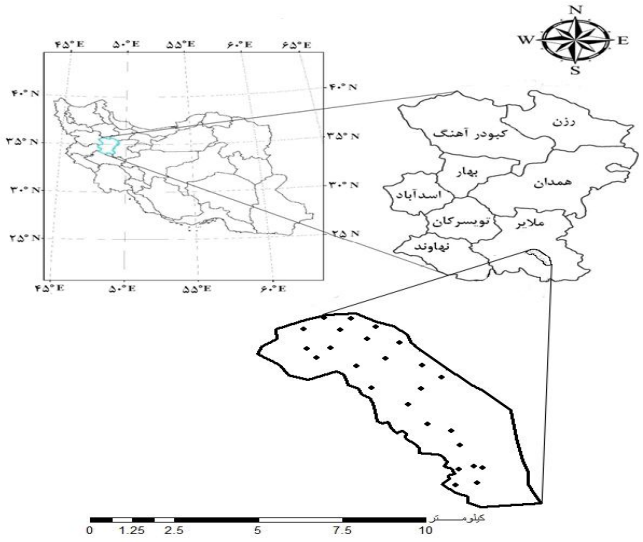
آلودگی فلزات سنگین در محصولات کشاورزی و خاک‌های کشاورزی این محصولات حائز اهمیت می‌باشد.

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در دنیا و ایران به شمار می‌رود و تمام ارقام تجاری موجود در ایران از این گونه می‌باشد (حسینی فرحی و همکاران، ۱۳۸۷). این گیاه از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است و تنوع مصرف جهانی و سطح زیر کشت این گیاه اهمیت آن را چند برابر کرده است. انگور گیاهی چوبی، دائمی و کم و بیش سازگار با مناطق مختلف آب و هوایی است (قبادی و همکاران، ۱۳۸۷). درخت انگور در ایران بیشتر با نام مو و اغلب به نام تاک نام‌گذاری شده و دارای نام علمی Vitis vinifera و از تیره آمپلی داسه (سارمانتاسه یا ویتاسه) است این تیره ده جنس مختلف دارد ولی فقط جنس ویتیس آن اهمیت خوراکی دارد و بقیه اهمیتی ندارند. بر اساس آمار سال ۲۰۰۵ سازمان خوار و بار جهانی، سطح زیر کشت انگور در دنیا ۷۳۲۰۴۴۵ هکتار است که ایران با ۲۷۰ هزار هکتار سطح زیر کشت در رتبه هفتم جهان جای دارد. میزان تولید انگور در دنیا در حدود ۶۶۴۱۳۳۹۳ تن با متوسط عملکرد ۹۰۷۲ کیلوگرم در هکتار می باشد، که ایران با تولید حدود ۲/۸ میلیون تن در رتبه ششم دنیا جای دارد (حسین فرحی و همکاران، ۱۳۸۷). شهرستان ملایر با تولید سالانه ۲۲۸ هزار تن انگور از قطب‌های تولید کشمش در کشور به شمار می‌رود. با توجه به آنچه گفته شد و نیز اهمیت این محصول تا کنون هیچ گونه مطالعه‌ای در زمینه آلودگی فلزات سنگین در باغات انگور صورت نگرفته است. بنابراین مطالعه حاضر برای اولین بار با هدف بررسی وضعیت آلودگی خاک باغات انگور به فلزات سنگین سرب، مس و روی در دشت ملایر واقع در استان همدان انجام شد.

مواد و روش‌ها

دشت ملایر با وسعت ۵۳۶ کیلومترمربع (زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۹۰)، تأمین کننده آب شرب، کشاورزی و صنعت شهرستان ملایر می‌باشد (معروفی و همکاران، ۱۳۹۱). این دشت در بخش حوزه‌ی آبریز علیای رودخانه‌ی کرخه واقع شده و میان دو استان همدان (شهرستان ملایر) و استان مرکزی (شهرستان اراک) قرار دارد (زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۹۰). میزان بارش سالانه در این ناحیه به‌طور متوسط ۳۱۵ میلی متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه در بخش اقلیمی نیمه خشک سرد واقع می شود (معروفی و همکاران، ۱۳۹۱). در محدوده بین طول‌های جغرافیای '۵۳°۴۸ تا '۹۲°۴۸ و عرض‌های جغرافیایی '۱۲°۳۴ تا '۵۳°۳۴ قرار دارد. موقعیت نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است که مساحت منطقه مورد نمونه‌برداری حدود ۱۴ کیلومترمربع است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]



شکل ۱- پراکنش نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه واقع در قسمتی از دشت ملایر

در این تحقیق پس از بازدیدهای متوالی از منطقه مورد مطالعه و بررسی نقشه منطقه عملیات نمونه‌برداری در اسفندماه ۱۳۹۱ صورت گرفت. در این مطالعه از روش نمونه‌برداری تصادفی استفاده و در مجموع ۲۵ نمونه خاک سطحی از باغات انگور واقع در دشت ملایر در محدوده مذکور جمع‌آوری شد. نمونه‌ها از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری و از یک سطح ۲۰×۲۰ سانتی‌متری به مقدار تقریبی یک کیلوگرم خاک برداشت و در کیسه‌های پلی اتیلنی ذخیره شدند. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها برای انجام آنالیزهای بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. لازم به ذکر است که محل دقیق هر یک از نمونه‌ها توسط دستگاه GPS ثبت گردید.

نمونه‌های خاک ابتدا به مدت یک هفته در معرض دمای اتاق هوا خشک و سپس نمونه‌ها برای انجام آنالیزهای شیمیایی طی دو مرحله ابتدا از الک دو میلی‌متری و سپس از الک ۰/۱۴۹ میلی متری عبور داده شدند (Khemnani *et al*., 2012). از نمونه‌های با ذرات ۰/۱۴۹ میلی‌متر برای عمل هضم استفاده شد. یک گرم از نمونه‌های خاک را داخل لوله‌های هضم کننده ریخته و پس از آن با استفاده از روش تیزاب سلطانی (Aqua regia) به نسبت‌های تعین شده از اسیدنیتریک HNO_3 و اسیدکلریدریک HCL (۱:۳) مخلوط شد. بدین صورت که ابتدا یک گرم از نمونه خاک و سپس سه میلی لیتر از اسید نیتریک و بعد از آن ۹ میلی‌لیتر از اسید کلریدریک در داخل لوله‌های هضم ریخته و پس از آن لوله‌ها را در داخل دستگاه هضم کننده به‌مدت چهار ساعت در دمای ۱۱۰ در جه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

پس از سپری شدن مدت زمان مذکور و شفاف شدن محلول، با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون صاف شده و با آب دی‌یونیزه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شدند. عصاره‌های به‌دست آمده جهت انجام آنالیزهای بعدی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آنالیز نمونه‌ها توسط دستگاه HR-CS AAS ساخت شرکت analytikjena AG و به روش شعله انجام و هر یک از نمونه‌ها با سه تکرار انجام شد که مقادیر RSD (درصد خطای نسبی) بیانگر تکرارپذیری و دقت بالای آنالیزها می‌باشد.

pH نمونه‌ها توسط دستگاه pH متر و EC توسط دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. از آنجایی که هدایت الکتریکیEC (بر خلاف رسانایی فلزی) با نرخ حدود ۱/۹ درصد به ازای افزایش هر درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد بنابراین اندازه‌گیری EC در دمای استاندارد ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود و برای تصحیح دماهای پایین تر و بالاتر از این دما از ضریب دمایی (f_t) استفاده می‌شود. با توجه به رابطه (۲) می‌توان f_t را محاسبه نمود که در این رابطه T خود از رابطه (۱) به‌دست می‌آید و پس از آن با جای‌گذاری در رابطه (۳)، EC_{25} که همان هدایت الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است به دست می‌آید (Rhoades *et al*., 1999).

$$T= (t - 25)/10$$ رابطه (۱)

$$f_t = 1 –0.20346(T) + 0.03822(T^2) -0.00555(T^3)$$ رابطه (۲)

$$EC_{25} = f_t * EC_t$$ رابطه (۳)

که در روابط بالا: t= دمای اندازه‌گیری شده بر حسب درجه سانتی‌گراد، f_t= ضریب دمایی در دمای t، EC_{25} = هدایت الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و EC_t= هدایت‌الکتریکی در دمای اندازه‌گیری شده می‌باشند.

برای انجام تحلیل آماری نرم‌افزار SPSS $_{17}$ و Excel به‌کار برده شد. ابتدا آماره‌های توصیفی (میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی) برای فلزات سنگین در منطقه مورد مطالعه محاسبه شد. برای انجام آزمون نرمالیتی و بررسی تبعیت داده‌ها از آزمون کلموگروف اسمیرنوف و شاپیرو ویلک استفاده شد. همچنین ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین فلزات سنگین و خصوصیات خاک به کار برده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

نتایج

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 صورت غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتری استفاده کرد. در این تحقیق نیز ابتدا به فرض نرمال بون داده‌ها پرداخته شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج بررسی آزمون نرمال بودن داده‌ها

	کلموگروف- اسمیرنوف			شاپیرو ویلک		
	آماره	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	آماره	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
مس	۰/۲۲	۲۵	۰/۰۰۲	۰/۸۵	۲۵	۰/۰۰۲
روی	۰/۲۴	۲۵	۰/۰۰	۰/۷۳	۲۵	۰/۰۰
سرب	۰/۱۴	۲۵	۰/۲۰	۰/۹۲	۲۵	۰/۰۶
pH	۰/۱۸	۲۵	۰/۰۲	۰/۸۴	۲۵	۰/۰۰۱
EC	۰/۳۵	۲۵	۰/۰۰	۰/۴۴	۲۵	۰/۰۰

نمونه‌های خاک برای غلظت مس، روی، سرب و همچنین خصوصیاتی از جمله اسیدیته (pH) و هدایت‌الکتریکی (EC) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که شرح توصیف آماری غلظت فلزات سنگین و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در نمونه‌های برداشت شده در خاک باغ‌های انگور منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ گزارش شده است. بر اساس نتایج این جدول در خاک منطقه مورد مطالعه متوسط اسیدیته ۸/۱۵ و متوسط هدایت‌الکتریکی ۰/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنان که در نتایج مشاهده شد میانگین فلزات مس، سرب و روی در خاک باغات انگور ملایر به‌ترتیب ۷/۳۶، ۶/۹۱ و ۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که از میانگین جهانی برای فلز مس (۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و سرب (۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر می‌باشد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین با توجه به مقادیر این جدول میانگین غلظت فلز روی در خاک باغات انگور ملایر ۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم است، که از میانگین جهانی برای فلز روی (۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم) کمتر است (Yobouet *et al*., 2010). بیشترین مقدار مس (۱۵/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در نزدیکی روستای بیجن‌آباد مشاهده شد و کمترین مقدار آن (۳/۹۵) در بین جاده و راه‌آهن ملایر بوده است. دامنه مقادیر سرب در این خاک‌ها از ۰/۸۹ تا ۱۷/۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که در نزدیکی روستای بیجن‌آباد مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار روی (۱۰۸/۷۳ و ۳۰/۴۳ میلی گرم بر کیلوگرم) نیز در نزدیکی روستای بیجن‌آباد مشاهده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

جدول ۳- نتایج آمار توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک باغات انگور

	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی
مس	۳/۹۵	۱۵/۰۹	۷/۳۶	۱/۹۳	۳/۷۵	۲/۵۰	۱۰/۷۸
روی	۳۰/۴۳	۱۰۸/۷۳	۵۴/۰۰	۱۶/۵۵	۲۴۷/۰۷	۱/۷۱	۴/۵۱
سرب	۰/۸۹	۱۷/۷۸	۶/۹۱	۴/۰۱	۱۶/۰۹	۰/۹۷	۰/۸۱
EC *	۰/۱۲	۱/۱۶	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۰۴	۴/۳۱	۲۰
pH	۶/۸۴	۸/۷۲	۸/۱۵	۰/۵۵	۰/۳۰	-۱/۱۹	۰/۵۵

*هدایت‌الکتریکی (EC) برحسب (ds/m)

برای بررسی روابط بین خصوصیات خاک از شاخص‌های همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده می‌شود، در این مطالعه نیز نتایج همبستگی اسپیرمن بین فلزات مختلف و خصوصیات خاک در جدول ۴ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج این جدول بین مس و روی، مس و سرب، سرب و روی و نیز بین اسیدیته (pH) و هدایت‌الکتریکی (EC) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴- همبستگی بین فلزات و خصوصیات خاک

	مس	روی	سرب	pH	EC
مس	۱				
روی	۰/۷۲**	۱			
سرب	۰/۵۲**	۰/۵۹**	۱		
pH	۰/۰۵	۰/۰۸	-۰/۴۴	۱	
EC	۰/۰۷	۰/۰۰۲	-۰/۱۵	۰/۴۳*	۱

**همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است

بحث و نتیجه‌گیری

برخی فلزات سنگین مانند مس و روی از جمله ریز مغذی‌های ضروری هستند که در غلظت‌های زیاد اثرات سمی و سوء بر رشد دارند در حالی که عنصر دیگری مانند سرب هیچ نقش اساسی در سوخت و ساز گیاهی بازی نمی‌کند، اگر چه به‌طور طبیعی در خاک وجود دارد (Pendias and Pendias, 1992). میانگین فلزات مس، سرب و روی در خاک باغات انگور ملایر به‌ترتیب ۷/۳۶، ۶/۹۱ و ۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. مقادیر به‌دست آمده در این تحقیق در مقایسه با میزان غلظت هر یک از عناصر سرب، روی و مس در پوسته زمین (۱۳، ۷۰ و ۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر است (Taylor, 1964;Yobouet *et al*., 2010). همچنین با توجه به اینکه حد بحرانی عنصر سرب در خاک ۵۰ و برای روی ۱۲۵ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. بنابراین غلظت متوسط این دو عنصر پایین‌تر از حد بحرانی آلودگی خاک می باشد (Dayani *et al*., 2010). همچنین مقایسه‌ای با سایر نقاط دنیا که خاک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

کشاورزی یا خاک باغ می‌باشند نیز صورت گرفته است که جدول ۴ آن را نشان می‌دهد. به‌طور مثال مقدار روی بررسی شده در منطقه با مطالعه انجام شده در اسپانیا و جمهوری چک تا حدودی مطابقت دارد. با این حال، برای بسیاری از گونه‌های گیاهی، محدوده‌ای از غلظت روی سودمند است که اغلب بین ۱۵-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از فلز روی را شامل می‌شود (Yongqing *et al*., 2011). در مورد مس طی تحقیقی که در ایتالیا انجام شده است میزان مس ۵/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمده که با یافته‌های ما در این مطالعه مطابقت دارد (Toselli *et al*., 2009). ولی در مجموع طبق جدول ۴ آلودگی خاک به فلزات سنگین سرب، مس و روی در خاک تاکستان‌های ملایر نسبت به سایر نقاط دنیا به مراتب پایین تر است.

جدول ۴- مقادیر غلظت فلزات سنگین در خاک برخی از نقاط دنیا (میلی گرم بر کیلوگرم)

کشور	سرب	روی	مس	منبع
اسپانیا	۱۹/۶	۵۷/۸	۲۱/۶	Micó *et al*., (2006)
چین	۲۴/۳۷	۷۱/۹۴	۲۴/۷۸	Jia *et al*., (2010)
جمهوری چک (باغ انگور)	۴۰/۸۱	۶۵/۲۹	۱۳۹/۵۶	(Ash *et a*l., (2012)
کشور کره (خاک باغ)	۲/۷۹	۱۳/۰۳	۳/۲۳	Young-Sang *et al*., (2010)
ملایر (باغات انگور)	۶/۹۱	۵۴	۷/۳۶	پژوهش حاضر

غلظت مس در خاک‌های غیرآلوده بین ۲ تا ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است و به طور معمول سمیت مس در خاک‌های اسیدی و با ظرفیت تبادل کاتیونی کم مشاهده شده است (Mirlean *et al*., 2007). منابع ورود مس به خاک، تولید فلزات، معدن‌کاوی، زباله‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، کودها و مواد شیمیایی کشاورزی هستند. اقدامات کشاورزی از طریق کاربرد کودهای حیوانی مایع و جامد و یا کودهای معدنی مس را به خاک اضافه کند (Chunfa *et al*., 2010). در برخی مطالعات دلیل افزایش مس در خاک تاکستان‌ها، استفاده از قارچ‌کش‌های حاوی مس می‌دانند (Vitanovic *et al*., 2010). به دلیل میل ترکیبی بالای آن با مواد آلی، مس به آسانی از پروفیل خاک شسته نشده و تمایل به تجمع در سطح خاک دارد. از آنجایی که آلودگی زنجیره غذایی به وسیله مس برای سلامت انسان و حیوان مضر است بنابراین، غلظت مس و در دسترس بودن آن در خاک برای کشاورزی و محیط زیست اهمیت دارد (McBride *et al*., 1997). قارچ‌کش‌های مبتنی بر مس (مانند سولفات مس، اکسی کلریدمس) در تاکستان‌های سراسر جهان، از جمله استرالیا، برای محافظت در برابر کپک پرزدار (Viticola Plasmopara) ده‌ها سال است که استفاده می‌شود. استفاده مداوم از قارچ کش‌های مبتنی بر مس منجر به تجمع مس در خاک‌های سطحی تاکستان می‌شود و برای موجودات زنده خاک و گیاهان مضر بوده و همچنین پیامدهایی برای مدیریت طولانی مدت زمین‌های متاثر شده دارند (Wightwick *et al*.,

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

2010). بسیاری از مطالعات نشان داده که خواص خاک مانند pH، ماده آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و بافت خاک در غلظت مس خاک تاثیر دارد (Chunfa *et al*., 2010). با توجه به مقادیر پایین غلظت مس به نظر می‌رسد که قارچ‌کش‌های مسی در این منطقه کمتر مورد استفاده قرار گرفته اند یا این که استفاده از آنها به تازگی شروع شده است که استفاده طولانی مدت از آنها سبب تجمع آنها در لایه سطحی خاک می‌شود. طبق اذعان موکاران در این ناحیه عمدتاً از گوگرد استفاده می‌شود. گوگرد به‌عنوان کود و سم کاربرد داشته و خاصیت قارچ‌کشی دارد. از طرفی مصرف گوگرد باعث پائین آمدن pH خاک شده و این امر دسترسی گیاه را به عناصر ذخیره شده در خاک آسان می‌کند گوگرد برای مبارزه با سفیدک سطحی انگور و بیماری‌های قارچی مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه به‌دلیل مصرف نامتعادل اوره و فسفات آمونیوم در باغات از یک طرف و از طرف دیگر بالابودن میزان آهک، pH و کمبود مواد آلی درخاک‌های این باغ‌ها، کمبود عناصر کم مصر مصرف نظیر بور و روی به شدت دیده می شود (Tafazoli *et al*., 2012).

در مطالعه صمدی و مجیدی (۱۳۹۱) در بین عناصر کم نیاز عنصر روی بیشترین کمبود را در بین عناصر مورد بررسی به خود اختصاص داد که معادل ۴۳ درصد تاکستان‌های مذکور بود. کمبود روی در خاک‌های با pH و مقدار فسفر بالا امر شناخته شده‌ای است و رقابت یونی بین فسفر و روی به‌وسیله بسیاری از محققان گزارش شده است. مشاهده گردیده که مقدار زیاد فسفر در محیط غذایی، جذب روی و آهن را کاهش می‌دهد (صمدی و مجیدی، ۱۳۹۱). در جدول ۵ مقادیر آستانه غلظت برخی از عناصر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک برای گیاهان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این جدول مقادیر به‌دست آمده در این مطالعه برای روی، مس و سرب در سطح طبیعی قرار می‌گیرند.

جدول ۵- مقادیر آستانه برای غلظت عناصر در خاک برای گیاهان مختلف (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

	سرب	روی	مس
دچار کمبود	----	<۱۰	<۱-۵
طبیعی	۰/۵ -۱۰	۱۰-۱۵۰	۳-۳۰
سمی برای گیاه[1]	۳۰-۳۰۰	>۱۰۰	۲۰-۱۰۰

منبع (Chaney, 1989)

با توجه به جدول (۵)، غلظت‌های بررسی شده در این منطقه نه تنها در سطح خطرناک نیستند، بلکه طبیعی هستند. اما از آنجا که این فلزات خاصیت تجمع در گیاه را دارا هستند، بنابراین نسبت به افزایش بی‌رویه‌شان در خاک باید نگران بود. در تحقیقات به منظور برجسته کردن جذب فلزات از خاک به گیاه، ضریب انتقال (TC) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب انتقال به نسبت بین غلظت عناصر در

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

برگ انگور و خاک اشاره دارد. این نسبت تحت عناوین مختلفی چون ضریب جذب بیولوژیکی (BAC)، شاخص تجمع (IBA) یا فاکتور انتقال به کار برده شده است. در مطالعات نشان داده شده که ضریب انتقال برای برخی از فلزات کمتر از ۰/۱ است که انگور را به عنوان دافع (excluders) نه تجمع‌دهنده زیستی طبقه‌بندی می‌کند. البته مقادیر فلزاتی مانند کروم، کادمیوم و سرب در برگ به طور مستقیم به سیستم خاک-انگور مرتبط نمی‌شود و منابع دیگر مانند رسوب جوی و اسپری و محلول پاشی می توانند در افزایش غلظت موثر باشند (Huzum *et al*., 2012).

به‌طورکلی pH یکی از فاکتورهای مهم است که اثر آن به صورت تمایل به افزایش حلالیت فلز در pH پایین‌تر و کاهش حلالیت در pH بالاتر نمایان می‌شود (۶). بیشترین مقدار EC (۱/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) در نزدیکی روستای نامیله و کمترین مقدار EC (۰/۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) در نزدیکی روستای بیجن‌آباد مشاهده می‌شود. همچنین کمترین و بیشترین مقادیر pH (۶/۸۴ و ۸/۷۲) به‌طور عمده در نزدیکی روستای نامیله دیده می‌شود با توجه به این که معمولاً خاک زیر کشت کلیه تاکستان‌های کشور آهکی است و مسئله شوری در این خاک‌ها خیلی مطرح نیست (Mostashari, 2012) این امر ممکن است به‌دلیل آبیاری به‌وسیله پساب‌ها در این نواحی باشد. بنابراین به‌همین دلیل شاهد محدوده بالایی از تغییرات pH و EC در نزدیکی این روستا است. در مطالعه طبری و صالحی (Tabari and Salehi, 2012) pH و EC در خاک توده دست کاشت کاج تهران آبیاری شده با فاضلاب شهری به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر متناظر آن در خاک توده آبیاری شده با آب چاه بود. با توجه به نتایج جدول۳ بین مس و روی، مس و سرب، سرب و روی و نیز بین اسیدیته (pH) و هدایت‌الکتریکی (EC) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. با توجه به آهکی بودن خاک منطقه در طی تحقیقی در ایتالیا میزان مس ۵/۱ به دست آمد (Toselli *et al*., 2009) که به یافته‌های ما در این مطالعه بسیار نزدیک است. ممکن است استفاده از کودهای حیوانی دلیل همبستگی میان مس و روی در این مطالعه باشد. البته بایستی مطالعات دقیق تر به منظور بررسی آلودگی خاک به فلزات سنگین و نیز انگور و فرآورده‌های آن مانند شیره و کشمش که تحت فرآوری قرار می‌گیرند صورت گیرد تا به توان قضاوتی درستی ارائه داد.

غلظت فلزات سنگین Cu، Zn و Pb در خاک تاکستان‌های مطالعه شده کمتر از میانگین جهانی و مقادیر پوسته زمین بود بنابراین در حال حاضر این خاک‌ها از نظر آلودگی خاک به فلزات سنگین در معرض خطر جدی نمی‌باشند. لیکن از آنجا که این فلزات ممکن است از خاصیت تجمع‌پذیری در گیاه انگور برخوردار باشند، بنابراین نسبت به افزایش بی‌رویه‌شان در خاک باید نگران بود. در نتیجه‌گیری نهایی می توان بیان کرد که تغییرات مربوط به این سه فلز مرتبط با هر دو فاکتور طبیعی و انسانی است. در بخش انسانی با توجه به ضریب همبستگی بالا بین مس و روی از یک طرف و همچنین

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

همبستگی این دو با سرب احتمال می‌رود که این دو فلز تحت تاثیر کودهای حیوانی در درجه اول و سپس تحت تاثیر کودهای شیمیایی قرار دارند در مورد سرب احتمالاً بیشتر تحت تاثیر کودهای شیمیایی است. با توجه به مقادیر پایین غلظت مس به نظر می‌رسد که قارچ‌کش‌های مسی در این منطقه کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند یا اینکه استفاده از آنها به تازگی شروع شده است چرا که استفاده طولانی مدت از آنها سبب تجمع در لایه سطحی خاک می‌شود.

منابع

آقا براتی، ع.، حسینی، س.م.، اسماعیلی‌ساری، ع.، مارالیان، ح. ۱۳۸۷. بررسی عناصر سنگین در خاک برگ و میوه زیتون (Olea evropaeal) آبیاری شده، مجله مطالعات زیست‌محیطی. ۳۴(۴۷): ۵۸-۵۱.

تبری، م.، صالحی، ع. ۱۳۹۲. اثر آبیاری فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین در خاک. مجله مطالعات و تکنولوژی محیط زیست. ۱۳(۴): ۶۰-۴۹.

تفاضلی، ی.، بستانی، ف.، کاووسی، ب.، حسینی فرحی، م.، موسوی، س.ن.، ۱۳۹۱. اثر تاریخ هرس و تیمار سولفات مس در محل زخم هرس بر میزان محصول و خصوصیات پوشش انگور. مجله علوم باغبانی. ۲۶(۱): ۶۲-۵۴.

حسینی فرحی، م.، گودرزی، ک.، کاووس، ب. ۱۳۸۷. همبستگی میزان روی و افزایش محصول از طریق روش تزریق بر روی انگور عسکری. مجله علوم باغبانی. ۲۳ (۲): ۱۱۸-۱۰۸.

دیانی، م.، نادری، م.، محمدی، ج. ۱۳۸۹. نقشه‌بندی تجمع pb، zn و cd در خاک‌ها با استفاده از تصاویر لندست در جنوب اصفهان. مجله آب و خاک. ۲۴ (۲): ۲۸۶-۲۹۶.

زارع ابیانه، ح.، بیان ورکشی، م.، معروفی، س.، ایلدورمی، ا.ر. ۱۳۹۰. شبیه سازی سطح آب زیرزمینی دشت ملایر. بر اساس داده‌های اقلیمی با استفاده از شبکه هوش مصنوعی. فصلنامه جغرافیای فیزیکی. ۴۳ (۷۸): ۲۸-۱۷.

شهبازی، ع.، صوفیانیان، ع.ر.، افزار، ر.، خداکرمی، ل. ۱۳۹۱. توزیع مکانی فلزات سنگین کادیوم، مس و سرب در خاک‌ها و منابع حاوی این فلزات (مطالعه موردی: شهر نهاوند). مجله تکنیک‌های کاربردی RS و GIS در منابع طبیعی. ۲(۲): ۱۰۹-۹۷.

صمدی، ع.، مجیدی، ا.ع. ۱۳۹۱. ایجاد هنجارهای سیستم تلفیقی تشخیص و توحید (DRIS) و مقایسه مسیر DOP برای تشخیص مواد غذایی انگوری هسته. مجله تحقیقات خاک. ۲۴(۲): ۱۰۵-۸۹.

قبادی، س.، خوش‌کوهی، م.، سیدطباطبایی، ب. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل و تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌های انگور در استان اصفهان با استفاده از نشانگرهای تصادفی چند شکلی DNA. مجله علوم آب و خاک. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۲ (۴۵): ۶۳۵-۶۲۷.

مستشاری، م. ۱۳۹۲. مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی. باغ انگور تاکستان. مجله تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴: ۱۰۱-۹۷.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

معروفی، س.، سلیمانی، س.، قبادی، م.ح.، رحیمی، ق.، معروفی، ح. ۱۳۹۱. ارزیابی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی دشت ملایر با مدل‌های Sinacs، Drastic و SI، مجله حفاظت آب و خاک، ۱۹ (۲): ۱۶۶-۱۴۱.

Adeyeye E.I. 2005. Trace Metals In Soils And Plants From Fadama Farms In Ekiti State Nigeria Bull. Chem. Soc. Ethiop, 19(1): 23-34.

Ash C., Vacek O., Jaksik O., Tejnecky V., Drabek O. 2012. Elevated Soil Copper Content in a Bohemian Vineyardas a Result of Fungicide Application. Soil and Water Research (Agricultural Journals), 7(4): 151–158.

Chaney R.L. 1989. Toxic Element Accumulation in Soils and Crops: Protecting Soil Fertility and Agricultural Food-Chains. Inorganic Contaminants in the Vadose Zone, 74: 140-158.

Chunfa W., Yongming L., Limin Z. 2010. Variability of copper availability in paddy fields in relation to selected soil properties in southeast China. Geoderma. 156: 200–206.

Ekmekyapar F., Sabudak T., Seren G. 2012. Assessment of Heavy Metal Contamination In Soil And Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Plant around the Çorlu Çerkezkoy Highway in Thrace Region. Global NEST Journal, 14(4): 496-504.

Hoodaji M., Tahmourespour A., Amini H. 2010. Assessment of copper, cobalt and zinc contaminations in soils and plants of industrial area in Esfahan city (In Iran). Environ Earth Sci. 61:1353–1360.

Huzum R., Uwe Kasper H., Iancu O.G., Radasanu D.S.S. 2012. Assessment of the potentially toxic elements in a vineyard area of the eastern part of Romania. 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 4: 57-64.

Iyaka Y.A., Kakulu S.E. 2009. Copper and Zinc Contents in Urban Agricultural Soils of Niger State, Nigeria. African Research review. An International Multi-Disciplinary Journal, Ethiopia, 3(3): 23-33.

Jia L., Wang W., Li Y., Yang L. 2010. Heavy Metals in Soil and Crops of an Intensively Farmed Area: A Case Study in Yucheng City, Shandong Province, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 7: 395-412.

Khemnani S., Aswani B., Arora A., Sindal R.S. 2012. Detection of Heavy Metal Contents in the Seed Oil of Solanum Malongena (Egg plant) of Arid Zone. International Journal of Basic and Applied Chemical Sciences, 2(1): 59-65.

Lu A., Wang J., Qin X., Wang K., Han P., Zhang SH. 2012. Multivariate and geostatistical analyses of the spatial distribution and origin of heavy metals in the agricultural soils in Shunyi, Beijing, China. Journal of Science of the Total Environment, 425: 66-74.

McBride M.B., Richards B.K., Steenhuis T., Russo J.J., Sauve S. 1997. Mobility and solubility of toxic metals and nutrients in soil fifteen years after sludge application. Soil Science, 162: 487–500.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

Micó C., Peris M., Sánchez J., Recatalá L. 2006. Heavy metal content of agricultural soils in a Mediterranean semiarid area: the Segura River Valley (Alicante, Spain). Spanish Journal of Agricultural Research, 4(4): 363-372.

Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O. 2007. Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (Southern Brazil). Environmental Pollution, 149: 10-17.

Nik M.M., Islam M.M., Riasmi Y. 2012. Heavy metal uptake and translocation by Jatropha curcas L. in sawdust sludge contaminated. AJCS 6(5): 891-898.

Pendias K, Pendias H. 1992. Trace elements in soils and plants. 2end edition, C. R.C. Press, Boca Raton, Florida, 365 pp.

Rhoades J.D., Chanduvi F., Lesch S.M. 1999. Soil salinity assessment, Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements, FAO Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 57, 165 p.

Solgi E., Esmaili-Sari A., Riyahi-Bakhtiari A., Hadipour M. 2012. Soil Contamination of Metals in the Three Industrial Estates, Arak, Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 88: 634–638.

Taylor S.R. 1964. Abundances of chemicals elements in the continental crust: a new table. Geochimica et Cosmochimica Acta, 28(8): 1273–1285.

Toselli M., Schiatti P., Ara D., Bertacchini A., Quartieri M. 2009. The accumulation of copper in soils of the Italian region Emilia-Romagna. Plant soil Environ, 55(2): 74–79.

Vitanovic, E., Vidacek, Z., Katalinic, M., Kacic, S., Milos, B. 2010. Copper in surface layer of Croatian vineyard soils. Journal of Food Agriculture and Environment, 8(1): 268-275.

Wightwick, A., Salzman S., Reichman S., Allinson G., Menzies N. 2010. Factors Influencing the Availability of Copper in Australian Vineyard Soils. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1–6 August, Brisbane, Australia.

Yobouet Y.A., Adouby K., Trokourey A., Yao B. 2010. Cadmium, Copper, Lead and Zinc speciation in contaminated soils. International Journal of Engineering Science and Technology, 2(5): 802-812.

Yongqing Y., Chuanchuan S., Yinan Y., Yuanming Z.H. 2011. Varenyam ac: Growth and physiological responses of grape (Vitis vinifera ‘‘Combier’’) to excess zinc. Acta Physiol Plant. 33: 1483–1491.

Young-Sang, K., Gyeong-Ja, L., Se-Kyun, S., In-gyu, S., Sang-Gun, H. 2010. Changes of soil chemical properties and heavy metal contents on periodical monitoring arable lands in ChungBuk, Korea. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 24-27.

Zare Abianeh H., Bayat Varkeshi M., Marofi S. 2012. Investigating Water Table Depth Fluctuations in the Malayer Plain. Journal of water and Soil, 22(2):173-190. (In Persian)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-15]