

بررسی آلودگی به فلزات سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی (سیب و زردآلو) منطقه ماهنشان

مهدی طاهری^۱، لیلا تابنده^۲، اسماعیل سهرابی^۲
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات، منابع طبیعی و آموزش کشاورزی استان زنجان، ۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات، منابع طبیعی و آموزش کشاورزی استان زنجان

چکیده

میانگین غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی تحت کشت درختان زردآلو کمتر از حد استاندارد ملی ایران بود. این در حالی است که در خاک‌های باغی تحت کشت انواع درختان سیب و واقع در بعضی از مناطق شهرستان ماهنشان که مجاور به معدن سرب انگوران بودند، غلظت این عناصر بالاتر از محدوده استاندارد ایران به دست آمد. همچنین، میانگین غلظت مس، روی، کادمیوم و سرب در میوه‌های سیب ۵۴/۰، ۵۶/۰، ۰۰۹/۰ و ۰۴/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و در میوه‌های زردآلو میانگین غلظت عناصر مذکور به ترتیب برابر با ۹۹/۰، ۳/۲، ناچیز و ۰۴/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر محاسبه گردید. بنابراین، برخلاف آلودگی به عناصر سنگین در خاک بعضی از مناطق مطالعاتی باغات سیب، هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین در میوه‌های تولیدی شهرستان ماهنشان (سیب و زردآلو) به دست نیامد و محصولات تحت مطالعه، سالم و عاری از تجمع عناصر سنگین بودند.

واژه‌های کلیدی: زردآلو، سیب، آلودگی، خاک، ماهنشان.

مقدمه

فلزات سنگین اجزای طبیعی تشکیل دهنده پوسته زمین هستند ولی فعالیت‌های انسان، سیکل ژئوشیمی، بیوشیمیایی و تعادل این فلزات را بهم زده و باعث انتشار آنها در محیط زیست می‌شود. فلزات سنگین از آلاینده‌های پایدار و بادوام محیط زیست بشمار می‌آیند چون از بین نرفته و تجزیه نمی‌شوند. بسیاری از فلزات برای حیات ضروری هستند، اما موقعی که مقدار آنها از حد مجاز فراتر رود، باعث ایجاد مسمومیت می‌شوند. منابع صنعتی و طبیعی باعث آزادسازی فلزات سنگین در محیط زیست می‌شوند ولی اندازه و یا سهم هر یک از این منابع در آلوده سازی محیط زیست به روشنی مشخص نیست. گرد و غبار و ذرات معلق در هوا، از جمله منابع طبیعی آلاینده محیط زیست به فلزات سنگین به حساب می‌آیند. کادمیم، سرب و روی از جمله آلاینده‌هایی هستند که از منابع گوناگون به آب و خاک، گیاه و نهایتاً به زنجیره غذایی انسان و حیوانات راه می‌یابند و عواقب و امراضی را در پی داشته و خسارتهایی جدی به بار می‌آورند (Paula et al, 2006). بنابراین، از اهداف این مطالعه، بررسی و تعیین غلظت و مقدار دریافت قابل تحمل روزانه، عناصر (سرب، کادمیوم، مس و روی) در خاک و میوه‌های سیب و زردآلو منطقه ماهنشان می‌باشد و نهایتاً، بررسی و مقایسه نتایج این مطالعه، با استانداردهای ملی ایران است.

مواد و روش‌ها

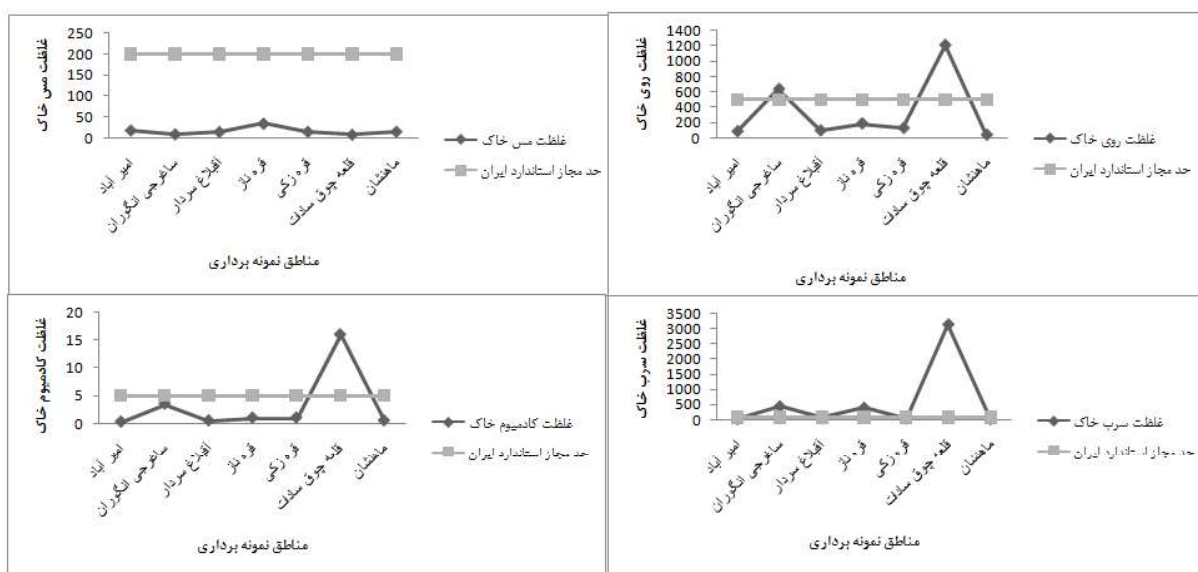
شهرستان ماهنشان، در فاصله ۱۱۳ کیلومتری غرب زنجان واقع شده است و به دلیل عبور رودخانه قزل اوزن در این منطقه، از وضعیت کشاورزی مناسبی برخوردار می‌باشد. تقریباً ۴۰۰۰ هکتار از اراضی این شهرستان، جزء اراضی باغی محسوب می‌شوند و یکی از میوه‌جات تولیدی مهم در این منطقه زردآلو و تا حدی سیب می‌باشد. بنابراین، در این پروژه، نمونه برداری خاک و میوه (سیب و زردآلو) در طی سال باغی ۱۳۹۲ انجام گرفت. سپس نمونه‌های گیاهی (میوه‌جات)، به آزمایشگاه منتقل شدند و با آب مقطر شستشو و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و در نهایت آسیاب شدند و غلظت فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به روش هضم‌تر با مخلوط اسیدهای نیتریک، پرکلریک و سولفوریک تعیین و با دستگاه جذب اتمی قرائت شدند (Allen et al, 1986). نمونه برداری خاک از باغات تحت مطالعه و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌ها، هوا خشک و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند. یک گرم خاک خشک را به نسبت ۱:۳ با اسیدکلریدریک ۶ مولار و اسیدنیتریک غلیظ، مخلوط و پس از گذشت یک شبانه‌روز، در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، حرارت داده و با اسید نیتریک ۲ مولار، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر، رسانده شد (Chen et al, 2006). لازم به ذکر است که نقاط نمونه‌برداری از خاک و میوه‌های باغات سیب (روستاهای امیرآباد، ساغرچی انگوران، آقبلاغ سردار، قره‌ناز، قره‌زکی و قلعه‌چوق سادات) و برای زردآلو از باغات واقع در روستاهای خلج، ایل بلاغی، ماهنشان، مادآباد، میرآخور و ده شیر صورت گرفت. تعداد نقاط نمونه برداری به تفکیک هر محصول، ۱۵ باغ و در سه تکرار انجام گرفت. همچنین، مقدار قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) آلاینده مورد نظر و با احتساب مقدار مصرف روزانه میوه‌بر طبق گزارشات استاندارد ملی ایران (ISIRI, 2010) و از حاصلضرب غلظت فلز سنگین به تفکیک هر محصول (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه) بر میانگین وزن بدن شخص بالغ ۶۰ کیلوگرمی محاسبه می‌شود. در نهایت نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های خاک و گیاه با استفاده از

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

نرم افزارهای SPSS و Excel مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. غلظت کل عناصر سنگین و مقدار قابل تحمل روزانه آنها در گیاه با آزمون One sample-T test مقایسه و با حدود استاندارد ملی ایران تحت تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند

نتایج و بحث

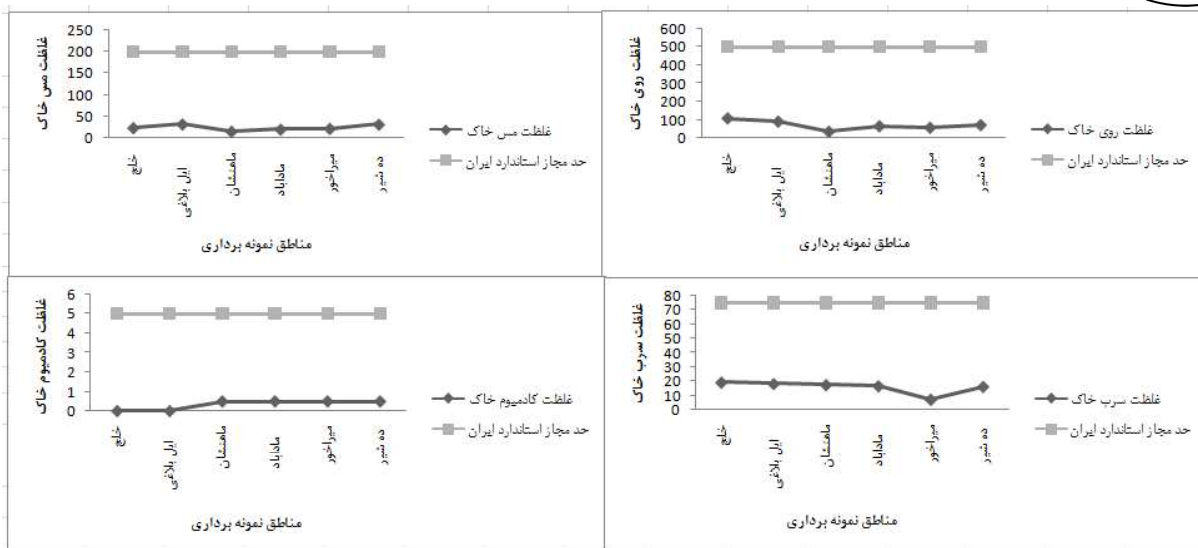
با توجه به گزارشات استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی و با پی‌هاش بالاتر از ۷، به ترتیب برابر با ۲۰۰، ۵۰۰، ۵ و ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک گزارش شده است. نتایج حاکی از آن است که (شکل ۱)، آلودگی به روی و کادمیوم در خاک‌های باغات سیب شهرستان ماهنشان، به ترتیب با میانگین ۱۲۱۰ و ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک در خاک‌های منطقه قلعه چوق سادات برآورد گردید که بالاتر از استاندارد ملی ایران است. همچنین، آلودگی به سرب به ترتیب در روستاهای ساغرچی انگوران، قره ناز و قلعه چوق سادات و برابر با میانگین‌های ۴۴۰، ۳۹۰ و ۳۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک به دست آمد. لازم به ذکر است که خاک باغی این مناطق، آلوده به عناصر سنگین بوده و در نزدیکی معدن انگوران واقع شده‌اند.



شکل ۱- مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های باغات سیب منطقه ماهنشان از حد مجاز استاندارد ملی ایران

با توجه به شکل ۲، میانگین غلظت کل عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های مربوط به باغات زرآلو شهرستان ماهنشان، به ترتیب برابر با ۹/۲۲، ۷/۶۵، ۳۸/۰ و ۴/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک بوده است. بنابراین هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین در خاک‌های تحت کشت درختان زرآلوی منطقه ماهنشان، به دست نیامد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه



شکل ۲- مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های باغات زردآلو منطقه ماهانشان از حد مجاز استاندارد ملی ایران

طبق گزارشات استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت فلزات سنگین در میوه‌های زردآلو و سیب برای عناصر سنگین مس، روی، کادمیوم و سرب گیاهی به ترتیب برابر با ۵، ۰/۵ و ۱/۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه است. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ الی ۴، غلظت عناصر سنگین در کلیه میوه‌های زردآلو منطقه ماهانشان (روستاهای خلج، ایل بلاغی، ماهانشان، مادآباد، میرانخور و ده شیر) کمتر از استاندارد ملی ایران بوده و غلظت کادمیوم گیاهی در کلیه میوه‌های زردآلو ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود. میانگین غلظت عناصر مس، روی و سرب میوه‌های زردآلو به ترتیب برابر با ۹۳/۰، ۳/۲ و ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه به دست آمد که کمتر از استاندارد ملی ایران بود و اختلاف غلظت عناصر مس و روی از حد استاندارد در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار است. این در حالی است که، اختلاف میانگین غلظت سرب در میوه‌های زردآلو از استاندارد ملی ایران از نظر آماری معنی‌دار نبود. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه زردآلو در سبب غذایی یک خانوار ایرانی (ISIRI, ۲۰۱۰)، ۴۲/۳۳ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب به ترتیب برابر با ۰/۰۰۵، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۰۳ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن بوده، که مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین مس، روی و سرب کمتر از استاندارد ملی ایران به دست آمد (جدول‌های ۱ الی ۴) و اختلاف این پارامتر برای عناصر مذکور از استاندارد ملی ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج جدول‌های ۱ الی ۴، محدوده تغییرات غلظت عناصر مذکور در نمونه‌های سیب منطقه ماهانشان، کمتر از استاندارد ملی ایران به دست آمد. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه سیب در سبب غذایی یک خانوار ایرانی (ISIRI, ۲۰۱۰)، ۷/۱۱۶ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در نمونه‌های سیب، کمتر از استاندارد ملی ایران می‌باشد. همانطور که قبلاً اشاره شد، بر خلاف آلودگی به عناصر روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی واقع در مناطق قلعه چوق سادات، ساغرچی انگوران و قره‌ناز، میانگین غلظت عنصر روی در میوه‌های سیب ۶۶/۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه سیب و غلظت کادمیوم و سرب در میوه‌های سیب مناطق آلوده، از جمله روستاهای مذکور، ناچیز و غیر قابل اندازه‌گیری بود.

جدول ۱- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی مس در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهانشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت مس گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهانشان	۱۸/۱-۰۷/۰	۰۰۲۲/۰-۰۰۰۰۶/۰
زردآلو	ماهانشان	۳۵/۲-۵۱/۰	۰۰۰۹/۰-۰۰۰۰۲/۰
محدوده مجاز	-	۵	

جدول ۲- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی روی در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهانشان



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

نوع میوه	نام منطقه	غلظت روی گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهانشان	۹۶/۰-۰۷/۰	۰۰۰۷/۰-۰۰۰۱۹/۰
زردآلو	ماهانشان	۸۶/۲-۵۲/۱	۰۰۱۶/۰-۰۰۰۰۹/۰
محدوده مجاز	-	۵	

جدول ۳- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی کادمیوم در میوه جات سیب و زردآلو شهرستان ماهانشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت کادمیوم گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهانشان	۰۰۷/۰-ناچیز	۰۰۰۱/۰-ناچیز
زردآلو	ماهانشان	ناچیز	ناچیز
محدوده مجاز	-	۰۵/۰	

جدول ۴- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی سرب در میوه جات سیب و زردآلو شهرستان ماهانشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت سرب گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	قره ناز	۱۵/۰-ناچیز	۰۰۰۳/۰-ناچیز
زردآلو	ماهانشان	۱۷/۰-ناچیز	۰۰۰۰۰۵/۰-ناچیز
محدوده مجاز		۱/۰	

منابع

- Allen SE, Grimshaw HM, Rowland AP. ۱۹۸۶. Chemical analysis. In: Moore PD, Chapman SB, editors, Methods in Plant Ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publication, London, P. ۲۸۵-۳۴۴.
- Chen M, Ma LQ. ۲۰۰۱. Comparison of Three Aqua Regia Digestion Methods for Twenty Florida Soils. Soil Science Society of America Journal, ۶۵: ۴۹۱-۹.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ۲۰۱۰. Food and feed-maximum limit of heavy metals. Standard No. ۱۲۹۶۸. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran (in Persian).
- Paula, M., Teodoro, M., and José, M. ۲۰۰۶. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. Science of the Total Environment. Vol: ۳۵۵, ۱۸۷-۲۰۳.

Abstract,

The average concentration of Cu, Zn, Cd & Pb in garden soils of Apricot trees was lower than national standard of Iran. However, the garden of Apple trees in the some areas of the city Mahneshan that adjacent to the Lead Mine, concentration of these elements were above than standard limites of Iran. In addition, average concentrations of Cu, Zn, Cd & Pb in Apple fruits were ۰.۵۴, ۰.۵۶, ۰.۰۰۹ & ۰.۰۰۴ mgr per Kg fresh weight and in Apricot fruits, average concentration of these elements in order to ۰.۹۹, ۲.۳, not detected & ۰.۰۴ mgr per Kg fresh weight was calculated. Therefore, in contrast to heavy metal concentration in the soil of some areas of studies for Apple orchards, no heavy metal concentration in the production of city Mahneshan (Apple & Apricot) was found and products under study were healthy and free of accumulation of heavy metals.