

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

Assessment of Cadmium, Lead and Nitrogen Elements Content of the Rice in Abraj
Region of Fars

هانیه نوذری*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۵

چکیده

برنج یکی از اقلام پر مصرف غذایی است که در معرض آلودگی به عناصر و فلزات سنگین قرار دارد. با توجه به اینکه ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثرات سوء متابولیکی و فیزیولوژیکی بر انسان‌ها بر جای می‌گذارد، بررسی سلامت برنج‌های تولید شده ضروری است. هدف از این مطالعه، بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج شهرستان مرودشت در استان فارس و مقایسه با استاندارد ملی بود. در سال ۱۳۹۵، طی سه ماه متوالی مرداد، شهریور و مهر، از چهار ایستگاه مورد مطالعه، نمونه برداری به طور تصادفی از خاک و گیاه (ریشه و دانه) برنج انجام گرفت. نتایج نشان داد که میزان کادمیوم و سرب در خاک و دانه برنج، کمتر از میزان استاندارد ملی کشاورزی است که بیانگر فقدان آلودگی به سرب و کادمیوم در برنج تولید شده است. از طرف دیگر میزان نیتروژن در خاک و دانه برنج، بالاتر از حد استاندارد ملی کشاورزی است که نشان دهنده آلودگی خاک به نیترات و تجمع بیش از حد آن، در برنج تولید شده در این منطقه است. بنابراین، استفاده از کودهای حاوی عناصر سرب و کادمیوم به میزان کافی بوده است؛ اما کودهای نیترات، بیش از حد مورد استفاده قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: استاندارد ملی، برنج، سرب، کادمیوم، نیتروژن

۱- استادیار، گروه محیط زیست، واحد آباده، دانشگاه آزاد اسلامی، آباده، ایران.

*- مسئول مکاتبه E-mail: hnowzari@iauabadeh.ac.ir

مقدمه

هر ساله بیش از یک سوم افراد کشورهای توسعه یافته به بیماری های ناشی از آلودگی مواد غذایی گرفتار می شوند و میزان مرگ و میر ناشی از بیماری های منتج از آلاینده های مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه، سالانه ۲/۲ میلیون نفر گزارش شده است. در سالهای اخیر، با توجه به این مسأله و نیز ماهیت بین المللی اهمیت روز افزون غذا، توجه عموم مردم و ارگان های نظارتی در بخش غذا، به خصوص سازمان تجارت جهانی، به صورت جدی به ایمنی غذا و تضمین کیفیت آن معطوف گشته است. از اولین گام های مورد نیاز در تحقق این امر، داشتن آگاهی از وضعیت آلاینده های موجود در اقلام غذایی است تا بر اساس این آگاهی، به تدوین استاندارد های ملی و دستور العمل های مربوط به تولید غذای سالم، بتوان همت گماشت. با این نگرش، بررسی سطوح آلاینده های برنج، که یکی از اجزاء اصلی سبد غذایی مردم کشور و حدود ۲/۴ میلیارد نفر از جمعیت جهان است، مورد توجه است (هدایتی فرو همکاران، ۱۳۸۹).

برنج یکی از اقلام پر مصرف غذایی است که در معرض آلودگی به مایکوتوکسین ها و فلزات سنگین قرار دارد. با توجه به خاصیت تجمع پذیری فلزات سنگین در بافت های بدن انسان و اثرات سوء آن ها بر بدن و سرطان زایی شان، مطالعات متعددی در زمینه سلامت برنج صورت گرفته است (مسیبی و میرزایی، ۱۳۹۲). در مزارعی که باروری ذاتی خاک کم است، اغلب کشاورزان، به افزایش مصرف کود در چندین نوبت تمایل دارند. فلزات سنگین نگران کننده در کود شامل آرسنیک، کادمیوم، سرب و به میزان کمتر نیکل و روی است که استفاده مداوم از این نوع کودها، خاک را آلوده کرده، فلزات سنگین از طریق جذب گیاه، به زنجیره غذایی منتقل می شوند (چراغی و همکاران، ۱۳۹۲).

کادمیوم در آلودگی برنج در مناطق آبیاری شده توسط فاضلاب معادن یافت می شود. آلودگی با کادمیوم در مزارع برنج،

همچنین از کاربرد کود غنی شده فسفات کادمیوم می تواند ایجاد شود. در نتیجه، میلیون ها تن برنج دور ریخته می شود. مصرف روزانه ۲۰-۴۰ میکروگرم کادمیوم برنج، در مناطقی که در آن برنج، به عنوان یک ماده غذایی استفاده می شود، گزارش شده است. مصرف روزانه کادمیوم در برنج، به بیماری هایی مانند مشکلات در استخوان، منجر شده است (Abin and Majeti, 2014).

بین فلزات سنگین، سرب بیشترین مقدار را در محیط زیست به خود اختصاص داده است؛ زیرا سابقه مصرف سرب، به هزاران سال قبل باز می گردد. گستردگی منابع سرب و فراوانی شاخه های مختلف صنعت در استفاده از این عنصر مانند رنگ سازی، مهمات سازی، صنایع رادیولوژی، پزشکی و افزون بر همه این ها استفاده گسترده آن در بنزین سبب شده است تا این عنصر، از پراکنش بسیار بالایی در تمام اکوسیستم ها برخوردار باشد. از طرفی، سرب از جمله فلزات سمی است که هیچ کارکرد ضروری شناخته شده ای در فیزیولوژی انسان ندارد و به واسطه نیمه عمر بیولوژیک زیاد، در بافت های بدن می تواند تجمع یابد. از مهم ترین عوارض تماس با سرب، به عقب افتادگی ذهنی و جلوگیری از رشد فکری کودکان، کم خونی و عوارض عصبی آن در کودکان می توان اشاره کرد (شکرزاده و همکاران، ۱۳۹۲).

نیترژن، عنصر آلوده کننده دیگری در خاک است که از ترکیبات عمده ضایعات حیوانی و فضله پرندگان یا کود است و معمولاً به صورت اوره، اسید اوریک و ترکیباتی از محصولات نیتروزنی یافت می شود. این عنصر، مهمترین عنصر مورد مطالعه در شیمی خاک است که موجب حاصلخیزی خاک می شود و بیش از سایر عناصر، رشد گیاهان را محدود می کند. امروزه به دلیل استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی حاوی ازت برای تسریع رشد رویشی، بسیاری از گیاهان، مخصوصاً سبزی های برگی، دارای درصد بالایی نیترات هستند که در بسیاری از موارد، از

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

مازندران مورد بررسی قرار گرفت. یافته های تحقیق نشان داد که کادمیوم و سرب در نمونه برنج منطقه جویبار، از حد استاندارد بیش تر بوده است (شکرزاده و علی رکنی، ۱۳۹۱).

در تحقیقی دیگر، میزان آلودگی فلزات سنگین در برنج های خوراکی وارداتی به استان گلستان بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که همه نمونه ها با بیشینه مجاز تعیین شده برای فلزات سنگین برنج در استانداردهای ملی ایران مطابقت داشتند (مسیبی و میرزایی، ۱۳۹۲).

در یک مطالعه، غلظت فلزات سنگین روی و آرسنیک برنج در شهرستان فیروزآباد استان فارس بررسی شد. مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین با میزان استاندارد نشان داد که غلظت فلز آرسنیک در ۱۰۰ درصد نمونه ها از حد مجاز بالاتر و میزان فلز روی در ۹۷/۳۶ درصد نمونه ها، از حد مجاز پایین تر بود (چراغی و همکاران، ۱۳۹۲).

در تحقیقی دیگر، نوع و مقدار عناصر سنگین کادمیم و سرب موجود در آب رودخانه زرچوب و شالیزارهای تحت آبیاری آن ها با کشت برنج رقم هاشمی، مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده مقدار این عناصر در تمام نمونه های آب، خاک و گیاه از حد بحرانی این عناصر پایین تر بوده است و بین غلظت کادمیم و سرب در کاه و دانه، تفاوت چندانی وجود نداشت. همچنین بررسی روند تغییرات این عناصر در طول مسیر رودخانه نیز تفاوت معنی داری از خود نشان نداد و بین مقادیر این عناصر در آب و خاک و گیاه برنج، رابطه معنی داری وجود نداشت (محمود سلطانی، ۱۳۹۲).

در یک مطالعه، مقادیر فلزات سنگین کادمیوم و سرب در خاک سطحی استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت. یافته ها نشان داد که میانگین غلظت کل کادمیوم و سرب در منطقه مورد مطالعه، کمتر از حد استاندارد بوده است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۴).

استانداردهای تعیین شده بیشتر است. قابل ذکر است که نیترات (NO_3)، ماده ای سمی برای انسان محسوب نمی شود، ولی نیتريت (NO_2) حاصل از احیاء آن با آمین ها می تواند ترکیب شود و تشکیل نیتروزآمین را بدهد که ماده ای سرطان زا برای بدن محسوب می شود (دبیری و بشیری بد، ۱۳۹۳).

آلودگی برنج با فلزات سنگین، یکی از موارد آلودگی های محیطی است که طی آن، تحت شرایط خاصی از قبیل آلودگی آب، خاک و نزدیکی مزارع برنج به مراکز صنعتی و فاضلاب های مربوط عناصر سنگین به برنج منتقل شده، در آن تجمع پیدا می کنند. لذا در سال های گذشته، بررسی و تشخیص آلودگی برنج به فلزات سنگین، موضوع بسیاری از مقالات علمی را به خود اختصاص داده است. حساسیت بیشتر در این موضوع، شامل کشورهایی می شود که برنج، یکی از محصولات اصلی کشاورزی آنها را تشکیل داده است و صادرات برنج، در اقتصاد آنها نقش مهمی دارد (مورکیان و همکاران، ۱۳۹۲).

در مطالعه ای، میزان آلودگی برنج تولید شده به فلزات سنگین در شهرستان مبارکه بررسی شد. یافته های این مطالعه نشان داد با توجه به اینکه تنها در برخی موارد، غلظت کادمیوم از حد استاندارد بیشتر بود و تمامی نمونه ها از نظر سرب از حد استاندارد پایین تر بودند؛ میزان دریافت هفتگی کادمیوم و سرب، از حد استاندارد تعیین شده توسط کمیته قانون گذاری افزودنی ها و آلاینده های غذایی FAO/WHO پایین تر بود (شکرزاده و همکاران، ۱۳۸۸).

در تحقیقی دیگر، مقادیر سرب و کادمیوم در نمونه های برنج پرمصرف استان لرستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مقادیر سرب و کادمیوم در نمونه های برنج کمتر از حد مجاز بود و از این نظر، برای سلامتی انسان، مشکلی وجود ندارد (هدایتی فر و همکاران، ۱۳۸۹).

در یک مطالعه، میزان غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در برنج رقم طارم در شهرستان های قائم شهر، ساری و جویبار استان

هکتار بود، اما در سطوح کود نیتروژن بیش از ۲۷۰ کیلوگرم بر هکتار کاهش نشان دادند (Yu et al., 2013). هدف از این مطالعه، بررسی و تعیین میزان عناصر (کادمیوم، سرب، نیتروژن) در برنج (*Oriza sativa cultivar Champa*) در منطقه ابرج و تعیین سلامت آن بود.

در یک بررسی، غلظت فلزات سرب و کادمیوم در برنج های هندی و پاکستانی وارداتی توزیع شده در شهر سنجند مطالعه شد. نتایج نشان داد که بین غلظت فلزات در دو برند هندی و پاکستانی، اختلاف معنی داری وجود ندارد و غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب از استانداردهای ملی و بین المللی کمتر بود (منصوری و همکاران، ۱۳۹۴).

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه

دهستان ابرج با مساحت ۱۰۰ هکتار، یکی از مناطق مهم گردشگری بخش درودزن شهرستان مرودشت محسوب می شود که در دامنه کوه تاریخی به نام اشکونان، با جمعیت تقریبی ۳۰۰۰ نفر مستقر است. مختصات جغرافیایی دهستان ابرج، ۳۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی است (شکل ۱). این دهستان در شمال غربی شیراز واقع شده، فاصله آن از این شهر به خط مستقیم ۶۲ و از راه جاده ۸۰ کیلومتر است.

در یک مطالعه، مقادیر فلز سنگین سرب در خاک اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه استان تهران مورد بررسی قرار گرفت. یافته ها نشان داد که غلظت این عنصر در خاک شاهد و آلوده، دارای اختلاف معنی دار است و شاخص آلودگی نشان داد که سرب در سطح آلودگی کم تا متوسط قرار دارد (منتظری و همکاران، ۱۳۹۵).

در مطالعه ای اثر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر جذب مواد مغذی برنج Zheyou 12 بررسی شد. یافته ها نشان دهنده مقدار تجمع نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه برنج در تمام مراحل رشد با روند افزایشی با افزایش سطح کود نیتروژن از ۰ تا ۲۷۰ کیلوگرم بر



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دهستان ابرج در استان فارس

Figure 1- Geographical position of Abraj region in Fars province

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که داده‌ها نرمال هستند. سپس داده‌های بدست آمده از طریق آزمون تی تک نمونه‌ای (One sample t-test)، آزمون تی غیر جفتی (Independent sample t-test)، آزمون مقایسه میانگین‌ها (Means comparison test) و آزمون همبستگی پیرسون (Pearson Correlation test) با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای

نتایج مقایسه میزان سرب و کادمیوم خاک مورد مطالعه با استاندارد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹) که با آزمون تی تک نمونه‌ای انجام گرفت، حاکی از این است که بین میانگین سرب و کادمیوم خاک مورد مطالعه با میزان استاندارد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد و میزان میانگین سرب و کادمیوم خاک از استاندارد ملی کشاورزی پایین‌تر است ($P \leq 0.01$) و ($P \leq 0.01$) (جدول ۱).

نتایج مقایسه نترات خاک مورد مطالعه با استاندارد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹) که با آزمون تی تک نمونه‌ای انجام گرفت، حاکی از آن است که بین میانگین نترات در خاک مورد مطالعه با میزان استاندارد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد و میزان متوسط نترات در خاک، از استاندارد ملی کشاورزی بالاتر بود ($P \leq 0.01$) (جدول ۱).

ارتفاع این دهستان از سطح دریا ۱۶۵۰ متر است. هوای این دهستان معتدل است و آب آن از رود مابین، چشمه، قنات و چاه‌های عمیق و نیمه عمیق تامین می‌شود. فعالیت‌های اقتصادی مردم آن بیشتر کشاورزی، باغداری و دامداری و محصولات اصلی آنها غلات، حبوبات، برنج و میوه است.

روش کار

این مطالعه در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۵ و طی سه ماه متوالی مرداد، شهریور و مهر انجام گرفت. نمونه برداری از منطقه ابرج شهرستان مرودشت در استان فارس انجام شد. مساحت مورد مطالعه ۴۰ هکتار از کل اراضی بود و از چهار ایستگاه مورد مطالعه، نمونه برداری به طور تصادفی انجام گرفت.

نمونه‌های خاک (دو تکرار) در اواخر مرداد ماه، قبل از کشت برنج از چهار ایستگاه از عمق ۰ تا ۵ سانتی متری به طور تصادفی برداشت شدند. نمونه‌ها به وسیله بیلچه مخصوص کشاورزی از منطقه تهیه شدند و در ظروف یکبار مصرف جمع‌آوری شدند. نمونه‌های ریشه و دانه برنج (دو تکرار)، در شهریور و مهر ماه بعد از برداشت محصول از چهار ایستگاه به صورت تصادفی برداشت شدند. دانه برنج بعد از تمیز شدن و گرفتن شلتوک آن جهت انجام آزمایشات در ظروف یکبار مصرف جمع‌آوری شدند و ریشه برنج نیز در ظروف جداگانه جمع‌آوری شد. در انتها جهت بررسی غلظت نیتروژن و فلزات سنگین کادمیوم و سرب، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. آزمایشات مربوط به نمونه‌ها توسط دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی به روش کوره (Atomic Absorption Spectrophotometry, AAJBC 932, Australia) انجام شد.

جدول ۱- نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای سرب، کادمیوم و نترات در خاک مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Element	Sample size	Element standard limit in Alkaline soil (mg/kg)	S.D. ± Mean	P-value
Lead	8	75	0.217 ± 0.445	0.000
Cadmium	8	5	0.0123 ± 0.135	0.000
Nitrate	8	20	12.909 ± 40.959	0.003

نتایج مقایسه میزان نیترات اندازه گیری شده در دانه برنج با استاندارد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹) که با آزمون تی تک نمونه ای انجام گرفت، حاکی از آن است که بین میانگین نیترات اندازه گیری شده با میزان استاندارد، اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد، به طوری که میزان نیترات اندازه گیری شده در دانه برنج از میزان استاندارد بیشتر بود ($P \leq 0.01$) (جدول ۲).

نتایج مقایسه میزان سرب و کادمیوم اندازه گیری شده در دانه برنج با استاندارد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹) که با آزمون تی تک نمونه ای انجام گرفت، نشان داد که بین میزان سرب و کادمیوم مورد اندازه گیری در دانه برنج و میزان استاندارد اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد و میزان میانگین سرب و کادمیوم در دانه برنج از میزان استاندارد کمتر بود ($P \leq 0.01$) (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون تی تک نمونه ای سرب، کادمیوم و نیترات در دانه برنج مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 2- One sample t-test results of lead, cadmium and Nitrate in rice grain of four studied stations of rice fields in Abraj region

Element	Sample size	Element standard limit (mg/kg)	S.D. ± Mean	P-value
Lead	8	0.15	0.000 ± 0.1	0.000
Cadmium	8	0.06	0.0163 ± 0.0288	0.001
Nitrate	8	50	120.37 ± 854.05	0.000

اختلاف معنادار وجود دارد به جز منطقه ۲ و ۳ ($P \leq 0.01$) در مورد اول و $P \leq 0.05$ در چهار مورد دیگر). نتایج حاصل از آزمون تی غیر جفتی سرب در خاک نشان می دهد که به جز منطقه ۱ و ۲ و منطقه ۳ و ۴ میانگین سرب بین بقیه مناطق اختلاف معنادار دارد ($P \leq 0.01$) در همه چهار مورد). از نظر میانگین میزان کادمیوم در خاک طبق نتایج حاصل از این آزمون در همه مناطق به جز منطقه ۱ و ۴ و منطقه ۲ و ۳ اختلاف معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$) در همه موارد).

لازم به ذکر است که برای گیاهان، حد مجاز و استاندارد در مورد عناصر سنگین یا نیتروژن وجود ندارد. بنابراین مقایسه مقادیر به دست آمده از نتایج این مطالعه در مورد میانگین سرب، کادمیوم و نیترات در ریشه گیاه برنج با استانداردها میسر نشد.

نتایج آزمون تی غیر جفتی

نتایج تجزیه و مقایسه میزان میانگین سرب، نیتروژن و کادمیوم در خاک، ریشه و دانه برنج در مناطق چهارگانه مورد مطالعه کشت برنج ابرج در جدول ۳، ۴ و ۵ آورده شده است. طبق نتایج حاصل از آزمون تی غیر جفتی که در جدول ۳ ارائه شده است، بین میانگین میزان نیتروژن در خاک همه مناطق دو به دو

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

جدول ۳- نتایج آزمون تی غیر جفتی نیتروژن، سرب و کادمیوم خاک در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 3- Independent sample t-test results of nitrogen, lead and cadmium in soil of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Lead			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0.00707 ± 0.055	0.01	**	0.028 ± 0.24	0.9	ns	0.0141 ± 0.13	0	**
2	0.00707 ± 0.115			0.007 ± 0.245			0.00707 ± 0.145		
1	0.00707 ± 0.055	0.028	*	0.028 ± 0.24	0	**	0.0141 ± 0.13	0	**
3	0.01414 ± 0.12			0.014 ± 0.66			0.00707 ± 0.145		
1	0.00707 ± 0.055	0.03	*	0.028 ± 0.24	0	**	0.0141 ± 0.13	0.138	ns
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		
2	0.00707 ± 0.115	0.698	ns	0.007 ± 0.245	0	**	0.00707 ± 0.145	1	ns
3	0.01414 ± 0.12			0.014 ± 0.66			0.00707 ± 0.145		
2	0.00707 ± 0.115	0.02	*	0.007 ± 0.245	0	**	0.00707 ± 0.145	0	**
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		
3	0.01414 ± 0.12	0.05	*	0.014 ± 0.66	0.5	ns	0.00707 ± 0.145	0	**
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		

معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$) در همه موارد، $P \leq 0.05$ در مورد منطقه ۱ و ۴). بین میانگین میزان کادمیوم در ریشه برنج همه مناطق به جز منطقه ۲ و ۳ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$) در همه موارد).

طبق نتایج حاصل از آزمون تی غیر جفتی که در جدول ۴ ارائه شده است، بین میانگین میزان نیتروژن در ریشه برنج مناطق ۱ و ۳، ۲ و ۳، ۳ و ۴ اختلاف معنادار وجود دارد ($P \leq 0.01$) در هر سه مورد). بین میانگین میزان سرب در ریشه برنج همه مناطق تفاوت

جدول ۴- نتایج آزمون تی غیر جفتی نیتروژن، سرب و کادمیوم ریشه برنج در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 4- Independent sample t-test results of nitrogen, lead and cadmium in rice root of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Lead			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0 ± 1.27	0.20	ns	0.01414 ± 0.75	0	**	0.0007 ± 0.0205	0	**
2	0 ± 1.34			0.007070 ± 0.605			0.0014 ± 0.017		
1	0 ± 1.27	0	**	0.01414 ± 0.75	0	**	0.0007 ± 0.0205	0	**
3	0 ± 0.7			0 ± 0.8			0.0007 ± 0.0155		
1	0 ± 1.27	0.4	ns	0.01414 ± 0.75	0.02	*	0.0007 ± 0.0205	0	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		
2	0 ± 1.34	0	**	0.007070 ± 0.605	0	**	0.0014 ± 0.017	0.5	ns
3	0 ± 0.7			0 ± 0.8			0.0007 ± 0.0155		
2	0 ± 1.34	0.8	ns	0.007070 ± 0.605	0.005	**	0.0014 ± 0.017	0	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		
3	0 ± 0.77	0	**	0 ± 0.8	0	**	0.0007 ± 0.0155	0	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		

منطقه ۱ و ۳، ۲ و ۳، ۲ و ۴ اختلاف معناداری وجود دارد ($P \leq 0.01$) در هر سه مورد). نتایج حاصل از آزمون تی غیر جفتی کادمیوم

طبق نتایج حاصل از آزمون تی غیر جفتی که در جدول ۵ ارائه شده است، بین میانگین میزان نیتروژن در دانه های برنج در بین

نشریه علمی زراعت و اصلاح نباتات ایران جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

در دانه برنج نشان می دهد که میانگین میزان کادمیوم در دانه برنج در بین مناطق ۱ و ۲، ۱ و ۳، ۱ و ۴ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.05$ در هر سه مورد). میانگین میزان سرب در دانه برنج در بین مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج تفاوتی وجود ندارد.

جدول ۵- نتایج آزمون تی غیر جفتی نیتروژن و کادمیوم دانه برنج در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 5- Independent sample t-test results of nitrogen and cadmium in rice grain of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0.0565 ± 1.83	0	**	0.007071 ± 0.055	0.02	*
2	0.00707 ± 2.365			0.000707 ± 0.0205		
1	0.0565 ± 1.83	0.207	ns	0.007071 ± 0.055	0.02	*
3	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
1	0.0565 ± 1.83	0.402	ns	0.007071 ± 0.055	0.02	*
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
2	0.00707 ± 2.365	0	**	0.000707 ± 0.0205	0.42	ns
3	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
2	0.00707 ± 2.365	0	**	0.000707 ± 0.0205	0.42	ns
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
3	0.000 ± 1.76	1	ns	0.000 ± 0.02	1	ns
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		

و ۱، ۳، ۱ و ۲، ۱ و ۳، ۱ و ۴ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در هر چهار مورد). همچنین بین میانگین میزان کادمیوم در خاک نشان می دهد بین مناطق ۱ و ۲، ۱ و ۳، ۱ و ۴ و ۳ و ۴ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در دو مورد اول و $P \leq 0.01$ در دو مورد دوم) (جدول ۶).

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها با آزمون توکی

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها با آزمون توکی بین میانگین میزان نیتروژن در خاک مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج نشان می دهد بین مناطق ۱ و ۲، ۱ و ۳، ۱ و ۴ و ۳ و ۴ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در دو مورد اول و $P \leq 0.05$ در دو مورد دوم). بین میانگین میزان سرب در خاک نشان می دهد بین مناطق ۱

جدول ۶- نتایج آزمون مقایسه میانگین ها (توکی) برای نیتروژن، سرب و کادمیوم در خاک در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 6- Means comparison (Tukey test) results for nitrogen, lead and cadmium in soil of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Lead			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0.00707 ± 0.055	0.008	**	0.028 ± 0.24	0.989	ns	0.0141 ± 0.13	0.008	**
2	0.00707 ± 0.115			0.007 ± 0.245			0.00707 ± 0.145		
1	0.00707 ± 0.055	0.006	**	0.028 ± 0.24	0	**	0.0141 ± 0.13	0.006	**
3	0.01414 ± 0.12			0.014 ± 0.66			0.00707 ± 0.145		
1	0.00707 ± 0.055	0.138	ns	0.028 ± 0.24	0	**	0.0141 ± 0.13	0.138	ns
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		
2	0.00707 ± 0.115	0.934	ns	0.007 ± 0.245	0	**	0.00707 ± 0.145	0.934	ns
3	0.01414 ± 0.12			0.014 ± 0.66			0.00707 ± 0.145		
2	0.00707 ± 0.115	0.033	*	0.007 ± 0.245	0	**	0.00707 ± 0.145	0.05	*
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		
3	0.01414 ± 0.12	0.05	*	0.014 ± 0.66	0.510	ns	0.00707 ± 0.145	0.033	*
4	0 ± 0.08			0.007 ± 0.63			0.0035 ± 0.1225		

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

به دو تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در همه موارد). همچنین بین میانگین میزان کادمیوم در ریشه برنج نشان می‌دهد بین مناطق ۱ و ۳، ۱ و ۴، ۲ و ۴، ۳ و ۴ تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۷). $P \leq 0.01$ در مورد اول و $P \leq 0.01$ در سه مورد دیگر (جدول ۷).

نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی بین میانگین نیتروژن در ریشه برنج مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج نشان می‌دهد بین مناطق ۱ و ۳، ۲ و ۳، ۳ و ۴ و ۴ تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در هر سه مورد). بین میانگین میزان سرب در ریشه برنج نشان می‌دهد بین همه مناطق دو

جدول ۷- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها (توکی) برای نیتروژن، کادمیوم و سرب در ریشه برنج در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 7- Means comparison (Tukey test) results for nitrogen, lead and cadmium in rice root of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Lead			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0 ± 1.27	0.204	ns	0.01414 ± 0.75	0	**	0.0007 ± 0.0205	0.111	ns
2	0 ± 1.34			0.007070 ± 0.605			0.0014 ± 0.017		
1	0 ± 1.27	0	**	0.01414 ± 0.75	0.01	**	0.0007 ± 0.0205	0.037	*
3	0 ± 0.7			0 ± 0.8			0.0007 ± 0.0155		
1	0 ± 1.27	0.402	ns	0.01414 ± 0.75	0	**	0.0007 ± 0.0205	0.006	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		
2	0 ± 1.34	0	**	0.007070 ± 0.605	0	**	0.0014 ± 0.017	0.588	ns
3	0 ± 0.7			0 ± 0.8			0.0007 ± 0.0155		
2	0 ± 1.34	0.89	ns	0.007070 ± 0.605	0	**	0.0014 ± 0.017	0.001	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		
3	0 ± 0.7	0	**	0 ± 0.8	0	**	0.0007 ± 0.0155	0.001	**
4	0 ± 1.32			0 ± 1			0.001414 ± 0.029		

جدول ۸- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها (توکی) برای نیتروژن و کادمیوم در دانه برنج در مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج

Table 8- Means comparison (Tukey test) results for nitrogen and cadmium in rice grain of four studied stations of rice fields in Abraj region

Station	Nitrogen			Cadmium		
	S.D.±Mean	P-value	Sig	S.D.±Mean	P-value	Sig
1	0.0565 ± 1.83	0	**	0.007071 ± 0.055	0.002	**
2	0.00707 ± 2.365			0.000707 ± 0.0205		
1	0.0565 ± 1.83	0.207	ns	0.007071 ± 0.055	0.002	**
3	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
1	0.0565 ± 1.83	0.402	ns	0.007071 ± 0.055	0.002	**
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
2	0.00707 ± 2.365	0	**	0.000707 ± 0.0205	0.99	ns
3	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
2	0.00707 ± 2.365	0	**	0.000707 ± 0.0205	0.99	ns
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		
3	0.000 ± 1.76	1	ns	0.000 ± 0.02	1	ns
4	0.000 ± 1.76			0.000 ± 0.02		

چهارگانه کشت برنج ابرج نشان می‌دهد بین مناطق ۱ و ۲، ۲ و ۳، ۳ و ۴ و ۴ تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P \leq 0.01$ در هر سه مورد).

نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی بین میانگین میزان نیتروژن در دانه برنج مناطق

نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین نیتروژن موجود در خاک، ریشه و دانه برنج همبستگی معنی داری وجود ندارد، اما بین کادمیوم موجود در خاک و ریشه در سطح احتمال یک درصد همبستگی منفی معنادار وجود دارد و بین سرب موجود در خاک و ریشه همبستگی مثبت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد (جدول ۹).

همچنین میانگین میزان کادمیوم در دانه برنج نشان می‌دهد بین مناطق ۱ و ۲، ۱ و ۳، ۱ و ۴ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0.01$) در هر سه مورد). میانگین میزان سرب در دانه برنج نشان می‌دهد بین میانگین میزان سرب در دانه های برنج در بین مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول ۸).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون

جدول ۹- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه در برنج

Table 9- Pearson's Correlation coefficients among the studied traits in rice

	Soil Nitrogen	Rice root nitrogen	Rice grain nitrogen
Soil nitrogen	-		
Rice root nitrogen	-0.507	-	
Rice grain nitrogen	0.402	0.437	-
	Soil cadmium	Rice root cadmium	Rice grain cadmium
Soil cadmium	-		
Rice root cadmium	-0.781**	-	
Rice grain cadmium	-0.346	0.001	-
	Soil lead	Rice root lead	Rice grain lead
Soil lead	-		
Rice root lead	0.75*	-	
Rice grain lead	0	0	-

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

اندازه گیری شده از استاندارد ملی کشاورزی بالاتر است و خاک به نیترات آلوده است. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته های مطالعاتی که نشان دادند مقادیر کادمیوم و سرب موجود در خاک کشت برنج رقم هاشمی از حد استاندارد پایین تر بوده است و مقادیر کادمیوم و سرب در خاک سطحی استان گلستان از حد استاندارد کمتر است، همسو و منطبق است (محمود سلطانی، ۱۳۹۲؛ میرزایی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتایج حاصل از بررسی میزان سرب و کادمیوم در دانه برنج نشان داد میزان میانگین سرب و کادمیوم اندازه گیری شده در دانه برنج از میزان استاندارد کشاورزی کمتر است و دانه برنج به کادمیوم و سرب آلوده نیست. از طرف دیگر، مقایسه میزان نیترات در دانه برنج نشان داد که میزان میانگین نیترات اندازه گیری شده در دانه برنج، از میزان استاندارد ملی کشاورزی بیشتر است و سطح نیتروژن

بحث و نتیجه گیری

آلودگی خاک توسط عناصر شیمیایی باعث افزایش نگرانی هایی در مورد محصولات تولیدی در محیط زیست شده است که به دلیل غیر قابل تجزیه بودن، تجمع زیستی و اثرات متابولیکی و فیزیولوژیکی که بر موجودات زنده دارند در غلظت های کم نیز حائز اهمیت هستند. در پژوهش حاضر، مقایسه سرب و کادمیوم موجود در خاک مورد استفاده برای کشت برنج با حد استاندارد ملی کشاورزی نشان داد که میانگین سرب و کادمیوم اندازه گیری شده در خاک کشاورزی پایین تر از استاندارد ملی کشاورزی است و خاک به سرب و کادمیوم آلوده نیست؛ اما نتایج تجزیه میزان نیترات خاک مورد مطالعه حاکی از آن است که میانگین نیترات

بررسی میزان عناصر کادمیوم، سرب و نیتروژن برنج در منطقه ابرج فارس

داد که بین ۴ منطقه اختلاف معناداری وجود دارد و نتایج نشان داد بالاترین میزان میانگین سرب در ریشه برنج در منطقه چهارم است. بررسی نتایج مقایسه کادمیوم در دانه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین منطقه اول و دوم، اول و سوم، اول و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد. نتایج نشان داد که بالاترین میزان میانگین کادمیوم در دانه برنج در منطقه اول دیده شده است. بررسی نتایج مقایسه نیتروژن در دانه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین منطقه اول و دوم، دوم و سوم، دوم و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد. نتایج نشان داد بالاترین مقدار میانگین نیتروژن در دانه برنج در منطقه دوم است. بررسی نتایج مقایسه سرب در دانه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین میزان سرب در دانه های برنج در بین مناطق چهارگانه کشت برنج ابرج تفاوتی وجود ندارد. بنابراین منطقه دوم از لحاظ نیتروژن موجود در خاک، ریشه و دانه برنج بالاترین مقادیر را نشان می‌دهد.

نتایج بررسی همبستگی بین نیتروژن خاک، نیتروژن ریشه و نیتروژن دانه برنج نشان داد که بین این سه صفت، ارتباط و همبستگی معناداری وجود ندارد. نتایج بررسی همبستگی بین سرب خاک، سرب ریشه و سرب دانه برنج نشان داد که بین سرب موجود در خاک و سرب موجود در ریشه برنج همبستگی مثبت معناداری وجود دارد. بدین معنا که با افزایش سرب در خاک میزان تجمع آن در ریشه برنج افزایش می‌یابد. نتایج بررسی همبستگی بین کادمیوم خاک، کادمیوم ریشه و کادمیوم دانه برنج نشان داد که بین کادمیوم موجود در ریشه برنج و کادمیوم موجود در خاک همبستگی منفی معناداری وجود دارد. بدین معنا که با افزایش کادمیوم در خاک میزان تجمع آن در ریشه برنج کاهش می‌یابد.

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد میزان نیتروژن در خاک و دانه برنج بالاتر از حد استاندارد ملی است که نشانگر آلودگی نترات در خاک و تجمع بیش از حد مجاز آن در برنج تولید شده در منطقه ابرج و بیانگر میزان استفاده بیش از حد از

در دانه برنج از حد مجاز بالاتر است. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته های مطالعاتی که نشان دادند برنج تولیدی مبارکه از نظر میزان سرب و کادمیوم در حد مجاز بودند، برنج های تولیدی لرستان از نظر سرب و کادمیوم غیر آلوده بودند، برنج های وارداتی به استان گلستان آلودگی به سرب و کادمیوم نداشتند و نیز برنج های وارداتی سندج از نظر سرب و کادمیوم در حد استاندارد بودند، همسو و هم جهت بوده است (شکرزاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ هدایتی فر و همکاران، ۱۳۸۹؛ مسیبی و میرزایی، ۱۳۹۲؛ منصورى و همکاران، ۱۳۹۴).

بررسی نتایج مقایسه نیتروژن خاک در ۴ منطقه مورد مطالعه کشت برنج در دشت ابرج نشان داد که اختلاف معناداری بین منطقه اول و دوم، اول و سوم، سوم و چهارم، دوم و چهارم وجود دارد. بالاترین میزان میانگین نیتروژن در خاک مربوط به منطقه دوم و سوم است. بررسی نتایج مقایسه سرب خاک در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین منطقه اول و سوم، اول و چهارم، دوم و سوم، دوم و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد و بالاترین میزان میانگین سرب در خاک مربوط به منطقه سوم است. بررسی نتایج مقایسه کادمیوم خاک در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین مناطق اول و دوم، اول و سوم، دوم و چهارم، سوم و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد و بالاترین میزان میانگین کادمیوم در خاک مربوطه به منطقه دوم و سوم است. بررسی نتایج مقایسه کادمیوم در ریشه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین مناطق اول و دوم، اول و سوم، اول و چهارم، دوم و چهارم، سوم و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد و نتایج نشان داد بالاترین میزان میانگین کادمیوم در ریشه برنج در منطقه چهارم است. بررسی نتایج مقایسه نیتروژن در ریشه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان داد که بین مناطق اول و سوم، دوم و سوم، سوم و چهارم اختلاف معناداری وجود دارد و نتایج نشان داد بالاترین میزان میانگین نیتروژن در ریشه برنج در منطقه چهارم است. بررسی نتایج مقایسه سرب در ریشه برنج در ۴ منطقه مذکور نشان

۲- درزمیه نه استفاده صحیح و کافی از کود های نیترات و اثرات مضر آنها به کشاورزان آموزش داده شود تا مضرات محصولات حاوی نیتروژن بیش از حد برای آنها نهادینه شود.

۳- ترغیب کشاورزی ارگانیک برای تحقق امنیت غذایی پایدار در کشور صورت گیرد.

کودهای نیترات در مزارع این منطقه است. با توجه به اینکه برنج تولیدی این منطقه در سبد غذایی مردم استان فارس و استانهای همجوار قرار دارد پیشنهادات ذیل ارائه می شود:

۱- بررسی باقی مانده سموم و غلات نیترات و عناصر سنگین در محصولات کشاورزی به خصوص برنج از حالت فعالیت جذب به یک نگاه مهم و تشبیه شده تغییر یافته و نسبت به کنترل انواع آلوده کننده ها اقدام مداوم بعمل آید.

www.iapb.kiau.ac.ir

فهرست منابع

References

- استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۹. خوراک انسان، دام، بیشینه رواداری فلزات سنگین. چاپ اول، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره ۱۲۹۶۸، تهران، ۲۱ صفحه.
- چراغی، م.، ز. افشاری بهمن بیگلو و ا. سیف. ۱۳۹۲. ارزیابی بهداشتی فلزات سنگین آرسنیک و روی در برنج های کشت شده در استان فارس مزارع فیروزآباد. مجله بهداشت مواد غذایی، ۳(۳): ۶۷-۷۴.
- دبیری، م. و س. بشیری بد. ۱۳۹۳. آلودگی محیط زیست (هوا، آب، خاک، صوت). چاپ دوم، نشر اتحاد، تهران، ۳۷۵ صفحه.
- شکرزاده، م.، م. پیران دوجی و ف. شکی. ۱۳۹۲. میزان سرب، کادمیوم و کروم در برنج های هندی وارداتی و برنج طارم تولیدی استان گلستان. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۳(۱۰۹): ۱۱۵-۱۲۳.
- شکرزاده، م.، ا. شادپورستان، ا. خاکسار و م. امید. ۱۳۸۸. بررسی میزان آلودگی برنج تولید شده در شهرستان مبارکه به فلزات سنگین. هفتمین همایش پژوهشی سالیانه دانشجویان دانشگاههای علوم پزشکی شرق کشور.
- شکرزاده، م. و م. علی رکنی. ۱۳۹۱. بررسی میزان فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب) در آب آبیاری و برنج رقم طارم تولیدی مزارع شهرهای مرکزی استان مازندران. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲(۹۸): ۲۴۲-۲۳۴.
- محمود سلطانی، ش. ۱۳۹۲. تأثیر نوع و مقدار برخی عناصر سنگین در رودخانه زرجوب رشت بر خاک و گیاه برنج شالیزارهای تحت آبیاری آنها. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۰(۳): ۷۰-۸۷.
- مسیبی، م. و ح. میرزایی. ۱۳۹۲. تعیین میزان آلودگی میکوتوکسین ها و فلزات سنگین در برنج های خوراکی وارداتی به استان گلستان. مجله سلامت محیط، ۶(۴): ۵۰۳-۵۱۴.
- منتظری، ف.، ر. تمرتاش، م. طاہیان و س. م. حجتی. ۱۳۹۵. بررسی غلظت سرب، روی و مس در خاک و گونه ی مرتعی *Schraderkochia prostrate* (L.) در اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه. نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۴(۸): ۵۵-۷۴.
- منصوری، ب.، ن. آزادی و ز. رضایی. ۱۳۹۴. بررسی غلظت فلزات سرب، کادمیوم و کروم در برنج های هندی و پاکستانی وارداتی توزیع شده در شهر سنندج. مجله علوم پزشکی زانکو، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ۳(۳): ۴۴-۴۹.
- مورکیان، ر.، ا. رضایی، ل. آزادبخت و م. میرلوحی. ۱۳۹۲. عوامل پخت تأثیرگذار بر محتوای فلزات سنگین در برنج. مجله تحقیقات نظام سلامت، ویژه نامه تغذیه، ۱۴: ۶۲-۷۴.
- میرزایی، ر.، ه. قربانی و ن. حافظی مقدس. ۱۳۹۴. الگوی پراکنش برخی از فلزات سنگین در خاک سطحی استان گلستان. نشریه پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۹(۱): ۱۶-۲۳.
- هدایتی فر، ر.، ا. فلاحی و م. بیرجندی. ۱۳۸۹. اندازه گیری مقدار فلزات سرب و کادمیوم نمونه های برنج پر مصرف استان لرستان و مقایسه آن با استانداردهای ملی. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، ۱۲(۴): ۱۵-۲۶.
- Abin, S., and P. Majeti. 2014. Cadmium minimization in rice: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 34(1): 155-173.
- Yu, Q., J. Ye, S. Yang, J. Fu, J. Ma, W. Sun, L. Jiang, and Q. Wang. 2013. Effects of nitrogen application level on rice nutrient uptake and ammonia volatilization, *Rice Science*, 20(2): 139-147.

Assessment of Cadmium, Lead and Nitrogen Elements Content of the Rice in Abraj region of Fars

H. Nowzari*¹

Received date: 25 April 2019

Accepted date: 26 November 2019

Abstract

Rice is one of the main staple foods which is at the risk of contamination with elements and heavy metals. Given the fact that the entry of heavy metals into the food chain and reaching critical concentrations has adverse metabolic and physiological effects on human beings, assessment of healthiness of produced rice is necessary. The present study aimed to evaluate cadmium, lead and nitrogen elements amount in the rice of the Abraj region of Marvdasht county in Fars province in comparison with national standard. The samples were collected randomly from soil and rice plant (root and grain) in four studied stations in three consecutive months of August, September and October, 2016. The results showed that cadmium and lead content in soil and rice grain were lower than national agricultural standards, which means that the produced rice is not contaminated with cadmium and lead. On the other hand, nitrogen content in soil and rice grain was higher than national agricultural standards, which showed nitrogen-contaminated soil and extra accumulation of nitrogen in the produced rice in this region. Therefore, cadmium and lead-containing fertilizers were adequately used however use of nitrate-containing fertilizers was excessive in this region.

Keyword: National Standard, Rice, Lead, Cadmium, Nitrogen

1- Assistant Professor, Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran.

* Corresponding Author: hnowzari@iauabadeh.ac.ir