

ارزیابی غلظت نترات خاک، آب آبیاری و غده سیب‌زمینی در مزارع با مساحت‌های مختلف در شهرستان فریدن استان اصفهان

زهرا مهرابی^۱، حمید رضا عشقی‌زاده^۱ و افسانه نعمت‌پور^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی آلودگی نترات (آب، خاک و غده) در مزارع کوچک (کمتر از ۰/۵ هکتار)، متوسط (۱-۰/۵ هکتار) و بزرگ (بالاتر از ۱ هکتار) سیب‌زمینی شهرستان فریدن در استان اصفهان پژوهشی به‌صورت میدانی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. برای این منظور مقادیر نهاده‌های مصرفی و عملکرد غده سیب‌زمینی در هر مزرعه جمع‌آوری و ثبت شد. همچنین قبل از شروع کاشت و پس از برداشت محصول غلظت نترات خاک و آب آبیاری و نیز غلظت نترات غده‌های سیب‌زمینی تولید شده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت نترات خاک پیش از شروع کاشت در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به‌ترتیب ۱۶/۳، ۱۷/۴ و ۱۹/۹ و پس از برداشت محصول به‌ترتیب ۱۰/۳، ۱۳/۳ و ۲۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. پیش از کاشت محصول میانگین غلظت نترات آب آبیاری در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ، به‌ترتیب ۳۶/۳، ۲۷/۱ و ۱۹/۵ و پس از برداشت محصول به‌ترتیب ۴۷/۶، ۳۳/۱ و ۱۶/۴ میلی‌گرم در لیتر بود. پس از برداشت محصول، غلظت نترات آب آبیاری ۸۷ درصد از مزارع کوچک و ۸۵ درصد از مزارع متوسط از حد بحرانی نترات آب آبیاری (۴۵ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر بود، ولی غلظت نترات آب آبیاری مزارع بزرگ در محدوده مجاز قرار داشت. میانگین غلظت نترات در غده‌های تولیدی مزارع بزرگ سیب‌زمینی نسبت به سایر مزارع کمتر بود. همچنین غلظت نترات غده‌های سیب‌زمینی تحت تأثیر نوع رقم قرار داشت و کمترین غلظت نترات غده در رقم دیررس و دارای عملکرد بالای سیب‌زمینی (آگریا) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی نترات، رقم سیب‌زمینی، کود آلی، محصول سالم

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hr.eshghizadeh@cc.iut.ac.ir

مقدمه

در میان گیاهان زراعی، سیب‌زمینی به‌عنوان چهارمین محصول مهم دنیا، که در گستره وسیعی از عرض‌های جغرافیایی و شرایط اقلیمی کشت و کار می‌شود، اهمیت بسیار زیادی از نظر امنیت غذایی دارد. کمتر گیاه زراعی از نظر تولید انرژی و غذا به‌ازاء واحد سطح با سیب‌زمینی برابری می‌کند (۲۲). سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را به خود اختصاص داده و از نظر تعداد کشورهای تولید کننده در مقام دوم بعد از ذرت قرار دارد. این گیاه در ۱۴۰ کشور جهان کشت می‌شود و تقریباً یک سوم تولید آن مربوط به کشورهای در حال توسعه است (۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

نیترژن پرمصرف‌ترین عنصر مورد نیاز گیاه است که در کشاورزی از آن به مقدار زیاد استفاده می‌شود. استفاده بی‌رویه از کودهای نیترژنه ممکن است باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و جذب زیاد نیترات به وسیله گیاه شود. مصرف این آب‌ها و گیاهان باعث ورود مقادیر زیاد نیترات به بدن شده و باعث بروز بیماری‌های متعددی در انسان می‌شود (۴، ۵ و ۱۵). با وجود اهمیت بسیار زیادی که غلظت بیش از حد استاندارد نیترات بر سلامتی انسان دارد، مطالعات در این زمینه در کشور ما بسیار محدود است. پیامد مصرف زیاد نیترژن، رشد بیش از حد گیاه و رنگ سبز تیره برگ‌ها است. مقدار زیاد نیترژن خاک در صورت کم بودن سایر عناصر غذایی، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و رسیدن محصول را به تأخیر می‌اندازد. غلظت نیترژن در گیاهان و اندام‌های مختلف آن متفاوت ولی میانگین آن در ماده خشک گیاه حدود ۲ درصد است. همچنین غلظت نیترژن در گیاه بستگی به عوامل متعددی از جمله نیترژن موجود در خاک، نوع گیاه، اندام گیاه و مرحله رشد گیاه دارد (۱۴). مصرف کود نیترژن علاوه بر عملکرد کمی سیب‌زمینی، کیفیت غده‌های تولیدی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. مصرف نیترژن می‌تواند با افزایش درصد نیترژن غده‌ها و تبدیل آنها به پروتئین موجب بهبود ارزش غذایی غده‌ها شود (۸). در عین حال، در اثر مصرف بیش از اندازه کودهای نیترژنه، ممکن است

بخشی از آن به‌صورت نیترات در غده‌ها تجمع یابد و در صورتی که مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود، برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدید آمیز خواهد بود. با افزایش غلظت نیترژن در محیط ریشه، مقدار نیترژن کل در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و سطوح نیترژن نیتراتی معمولاً در ارتباط با غلظت نیترژن در گیاه قرار می‌گیرد (۱۴). نیترات برای انسان سمی نیست اما وقتی که در بدن و بیشتر به وسیله باکتری‌ها به نیتريت تبدیل و جذب می‌شود باعث کمبود اکسیژن و بروز بیماری متهموگلوبینمیا (Methemoglobinemia) می‌شود. همچنین نیترات ممکن است با آمین‌های آلی ثانویه ترکیب شده و نیتروزآمین‌ها را تشکیل دهد که در مطالعات بر روی حیوانات سرطان‌زایی آن به اثبات رسیده است (۲۱). بعضی مطالعات نیز خطر ناهنجاری‌های مادرزادی در کودکانی را که غلظت نیترات آب آشامیدنی مصرفی مادرانشان در دوران بارداری بیش از پنج میلی‌گرم در لیتر بوده را نشان داده است (۲۰). عابدی کویانی و باقری (۱۳) در مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه اطراف تصفیه خانه شاهین‌شهر اصفهان نشان دادند که میزان نیترات آب‌های زیرزمینی در ۹۰ درصد از چاه‌های نمونه‌برداری شده بیش از مقدار استاندارد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ($N-NO_3$) می‌باشد. تولید نهایی سیب‌زمینی معمولاً به‌صورت خام مورد استفاده قرار می‌گیرد و احتمال آلودگی به نیترات در آن بالا می‌باشد. بنابراین این مطالعه به منظور ردیابی غلظت نیترات در خاک، آب آبیاری و غده تولیدی در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ سیب‌زمینی در شهرستان فریدن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به‌صورت میدانی در شهرستان فریدن استان اصفهان انجام شد. مرکز این شهرستان، شهر داران با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۳۰۰ متری از سطح دریا در فاصله ۱۳۴ کیلومتری غرب اصفهان واقع شده است. آب و هوای شهرستان فریدن از نوع اقلیم

غلظت نیترات خاک در مزارع انتخابی طی دو مرحله پیش از کشت و پس از کشت محصول اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا قبل از شروع کشت سیب‌زمینی با استفاده از روش ماریجی از مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب از ۳، ۵ و ۸ نقطه به صورت تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. سپس برای هر مزرعه نمونه‌های خاک نقاط مختلف با یکدیگر ترکیب و از آن یک نمونه خاک استخراج شد. نمونه‌های خاک برای اندازه‌گیری غلظت نیترات به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از برداشت محصول نیز مجدداً نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزارع تکرار، و غلظت نیترات موجود در نمونه‌های خاک تعیین شد. غلظت نیترات آب در مزارع انتخابی طی دو مرحله پیش از کشت و پس از کشت محصول اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا قبل از شروع کشت سیب‌زمینی، نمونه‌برداری از آب چاه‌های مورد استفاده، به منظور اندازه‌گیری نیترات صورت گرفت و تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین پس از برداشت محصول نمونه‌برداری از آب چاه‌ها نیز صورت گرفت و غلظت نیترات نمونه‌های آب مجدداً اندازه‌گیری شد.

با مراجعه به مناطق مورد مطالعه، نمونه‌گیری از غده‌های تولیدی صورت گرفت و تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافتند. سپس نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و در نهایت نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه مولینکس پودر شدند. نیم گرم نمونه خشک شده گیاه با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۴۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن و با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه عصاره‌گیری گردید. پس از عبور دادن عصاره از کاغذ صافی واتمن ۴۲، غلظت نیترات نمونه‌ها با استفاده از دستگاه یون آنالیزر (Ion Analyzer) تعیین شد.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد. همچنین ضرایب همبستگی به روش پیرسون بین غلظت نیترات و هر یک از نهاده‌های مصرفی محاسبه گردید.

معتدل سرد می‌باشد. میانگین بارش سالانه در این شهرستان ۳۴۰ میلی‌متر با ضریب تغییرات بارش سالیانه حدود ۳۰ درصد است. متوسط دمای سالانه آن بین ۱۱ تا ۱۲ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دما بین صفر تا ۴- درجه سلسیوس در تغییر است. این شهرستان دارای ۴ مرکز شهری، ۲ بخش و ۹ دهستان و ۷۲ آبادی دارای سکنه است. جامعه آماری این تحقیق شامل سیب‌زمینی‌کاران شهرستان فریدن بود. این شهرستان بیش از ۱۴۰۰۰ بهره‌بردار دارد که از میان آنها ۱۶۸۰ نفر به کشت و کار سیب‌زمینی مشغول بودند. براساس گزارش وبگاه سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان این محصول یکی از زراعت‌های عمده شهرستان فریدن می‌باشد به طوری که ۶۳۰۰ هکتار از اراضی این شهرستان به کشت سیب‌زمینی اختصاص داشت (۵).

به منظور ردیابی آلودگی نیترات در نظام‌های زراعی تولید سیب زمینی در منطقه فریدن تحقیق به صورت میدانی انجام شد. در این مطالعه از روش نمونه‌گیری ترکیبی و هدفمند در دو مرحله استفاده شد. بر این اساس در مرحله اول از بین ۹ دهستان فریدن مجموعاً ۶ دهستان به صورت تصادفی انتخاب گردید. در مرحله بعدی روستاهای موجود در هر دهستان فهرست گردید. سپس ۳۰ مزرعه به صورت هدفمند در ۳ گروه ده‌تایی مزارع کوچک، متوسط و بزرگ انتخاب شد و با توجه به طبقه‌بندی جهاد کشاورزی شهرستان، مزارع کمتر از ۰/۵ هکتار در گروه کوچک، مزارع بین ۰/۵-۱ هکتار در گروه متوسط و مزارع بالاتر از ۱ هکتار در گروه بزرگ قرار گرفتند. پس از آن برای کشاورزان هر گروه از مزارع، جلسه توجیهی برگزار گردید. داده‌های این تحقیق از دو طریق، یکی حضور محقق در مزارع و اندازه‌گیری نهاده‌های مصرفی در مراحل کاشت، داشت و برداشت سیب‌زمینی و دیگری از طریق اطلاعات آماری قابل دسترس از سازمان جهاد کشاورزی استان به دست آمد. در مزارع مورد مطالعه در این پژوهش، ارقام آگریا، مارفونا و سانته مورد کشت قرار گرفتند.

جدول ۱. برخی آماره‌های توصیفی نیترات خاک پیش از کاشت و پس از برداشت مزارع کوچک، متوسط و بزرگ سیب‌زمینی در شهرستان فریدن

غلظت نیترات خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)						شرح آماره
پس از برداشت			پیش از کاشت			
بزرگ	متوسط	کوچک	بزرگ	متوسط	کوچک	
۲۳/۳	۱۳/۳	۱۰/۳	۱۹/۹	۱۷/۴	۱۶/۳	میانگین
۶/۱۰	۱۲/۲	۴/۰۰	۸/۹۰	۱۳/۸	۶/۷۰	کمینه
۲۵/۹	۳۳	۱۵/۷	۲۸/۵	۳۰	۲۵/۹	بیشینه
۱۹/۸	۲۱/۲	۱۱/۷	۱۹/۶	۱۶/۴	۱۹/۲	دامنه
۲/۰۷	۲/۰۱	۱/۲۱	۲/۳۰	۱/۵۸	۲/۰۲	خطای معیار
۰/۶۵۶	۰/۶۳۸	۰/۳۸۴	۰/۷۳۰	۰/۵۰۲	۰/۶۴۱	ضریب تغییرات
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	تعداد نمونه

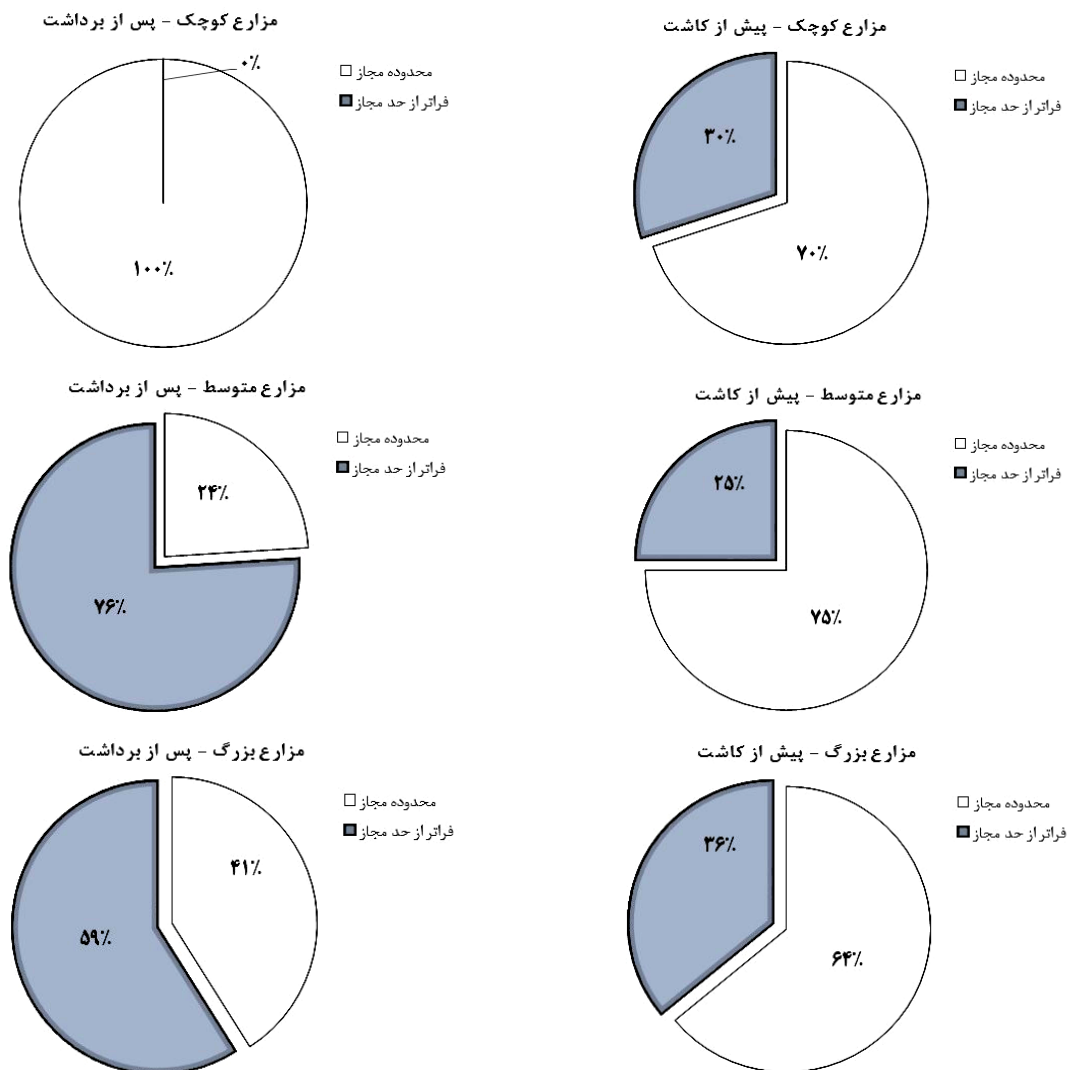
نتایج و بحث

غلظت نیترات خاک پیش از کاشت

میانگین غلظت نیترات خاک پیش از شروع کاشت در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱۶/۳، ۱۷/۴ و ۱۹/۹ میلی گرم بر کیلوگرم خاک بود. تفاوت کمترین غلظت نیترات خاک در مزارع کوچک نسبت به بیشترین آن در مزارع بزرگ، ۲۲ درصد بود (جدول ۱). حد بحرانی نیترات در خاک در منابع مختلف بین ۲۰-۲۰ میلی گرم در کیلوگرم ذکر شده است (۶). غلظت نیترات خاک در ۳۰ درصد از مزارع کوچک، ۲۵ درصد از مزارع متوسط و ۳۶ درصد از مزارع بزرگ از حد بحرانی نیترات در خاک بیشتر بود (شکل ۱). در یک تحقیق در حومه تهران غلظت نیتروژن نیتراتی خاک‌ها حتی در عمق ۲/۵ متری خاک‌ها بیش از ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد (۱۴). رحمانی (۶) در برآن اصفهان دامنه غلظت و میانگین نیترات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های خاک مزارع را در سال اول تحقیق ۵۳ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کرد و غلظت نیترات ۷۵ درصد از خاک‌های مورد آزمایش را فراتر از حد بحرانی اعلام نمود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. بنابراین نتایج بیانگر غلظت بالای نیترات خاک‌ها و عدم نیاز به افزایش بیش از اندازه کود نیتروژن دار در خاک‌ها است. ولی متأسفانه بعضی از کشاورزان بدون در نظر داشتن این واقعیت خیلی بیشتر از نیاز واقعی گیاه، کود مصرف می‌نمایند.

غلظت نیترات خاک پس از برداشت

پس از برداشت محصول میانگین غلظت نیترات خاک در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱۰/۳، ۱۳/۳ و ۲۳/۳ میلی گرم بر کیلوگرم خاک بود (جدول ۱). پس از برداشت محصول، غلظت نیترات خاک در ۷۶ درصد از مزارع متوسط و ۵۹ درصد از مزارع بزرگ از حد بحرانی نیترات در خاک (۲۰ تا ۲۲ میلی گرم در کیلوگرم (۶)) بیشتر بود ولی در مزارع کوچک غلظت نیترات در هیچ یک از نمونه‌ها بیشتر از حد بحرانی نبود (شکل ۱). در مزارع بزرگ، میانگین غلظت نیترات خاک پس از برداشت محصول افزایش یافته است. غلظت نیترات خاک پس از برداشت سیب‌زمینی در مقایسه با غلظت نیترات خاک پیش از کاشت در مزارع کوچک و متوسط به ترتیب ۳۷ و ۲۳ درصد کاهش و در مزارع بزرگ ۱۷ درصد افزایش نشان داد. می‌توان کاهش غلظت نیترات خاک را به برداشت یا جذب نیترات توسط محصولات یا شستشوی آن به عمق پایین‌تر خاک نسبت داد. نتایج حاکی از آن است که غلظت نیترات در خاک بسیار متغیر است و بستگی به زمان کوددهی، نوع کود، مقدار کود، زمان آبیاری و میزان جذب نیترات توسط گیاه دارد. ضرایب همبستگی بین میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژن، آب آبیاری و کود آلی با غلظت نیترات خاک پس از برداشت محصول در مزارع زیر کشت ارقام آگریا، سانه و مارفونا نشان داد که در



شکل ۱. توزیع غلظت نیترات مجاز (۲۲-۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و فراتر از مجاز خاک در پیش از کاشت و پس از برداشت محصول سیب‌زمینی در مزارع کوچک (کمتر از ۵/۵ هکتار)، متوسط (۱-۵/۵ هکتار) و بزرگ (بالتر از ۱ هکتار) شهرستان فریدن

در مزارع بزرگ نسبت به بیشترین آن در مزارع کوچک، ۸۶ درصد بود (جدول ۳). غلظت نیترات آب آبیاری ۷۷/۳ درصد از مزارع کوچک و ۲۳/۵ درصد از مزارع بزرگ از حد بحرانی نیترات آب آبیاری (۱۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر بود ولی در نمونه‌های مورد بررسی مزارع متوسط غلظت نیترات آب آبیاری پایین‌تر از حد بحرانی قرار داشت (شکل ۲). عابدی کوپائی و باقری (۱۷) در بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت برخوار اصفهان حداقل و حداکثر نیترات موجود در این

مزارع زیرکشت هر سه رقم، مصرف کود شیمیایی نیتروژن و آب آبیاری، غلظت نیترات خاک را کاهش ولی مصرف کود آلی غلظت نیترات خاک را افزایش داده است (جدول ۲).

غلظت نیترات آب آبیاری پیش از کاشت

پیش از کاشت محصول، میانگین غلظت نیترات آب آبیاری در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ، به‌ترتیب ۳۶/۳، ۲۷/۱ و ۱۹/۵ میلی‌گرم در لیتر بود. تفاوت کمترین غلظت نیترات آب آبیاری

جدول ۲. ضرایب همبستگی ساده غلظت نیتрат خاک پس از برداشت محصول با مصرف کودهای نیتروژنه، آب آبیاری و

کودددامی در مزارع زیر کشت سه رقم سیب‌زمینی

ارقام سیب زمینی	کود نیتروژن مصرفی	آب آبیاری	کود دامی
مزارع زیر کشت آگریا	-۰/۵۵۸*	-۰/۶۶۵**	۰/۷۶۳**
مزارع زیر کشت مارفونا	-۰/۸۱۹**	-۰/۷۶۰*	۰/۷۵۶*
مزارع زیر کشت سانته	-۰/۶۷۱	-۰/۷۶۰*	۰/۷۹۷*

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را از نظر آماری نشان می‌دهد

جدول ۳. برخی آماره‌های توصیفی نیترات آب آبیاری پیش از کاشت، پس از برداشت و نیترات غده سیب‌زمینی مزارع کوچک،

متوسط و بزرگ سیب‌زمینی در شهرستان فریدن

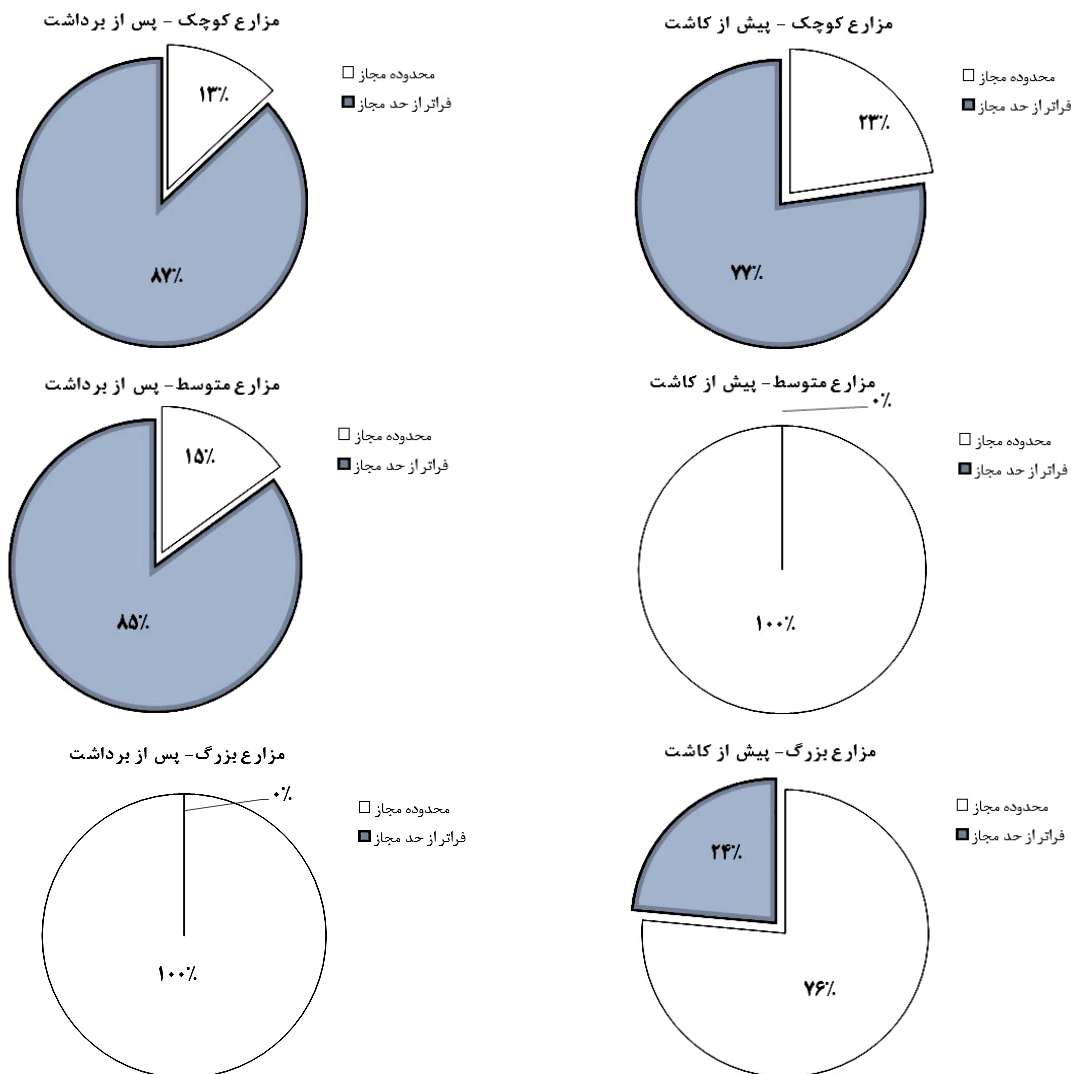
شرح آماره	نیترات آب آبیاری پیش از کاشت			نیترات آب آبیاری پس از برداشت			نیترات غده سیب‌زمینی		
	(میلی‌گرم بر لیتر)			(میلی‌گرم بر لیتر)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
	کوچک	متوسط	بزرگ	کوچک	متوسط	بزرگ	کوچک	متوسط	بزرگ
میانگین	۳۶/۳	۲۷/۱	۱۹/۵	۴۷/۶۳	۳۳/۰۹	۱۶/۴۳	۲۹۴	۲۵۳	۱۸۷
کمینه	۱۲/۰	۴/۳۸	۶/۸۰	۲۳/۱	۲/۵۳	۶/۹۰	۱۹۰	۱۳۵	۱۶۴
بیشینه	۶۵/۴	۴۶/۰۱	۳۴/۴۸	۶۹/۷	۳۷/۸۶	۴۹/۱۱	۴۱۰	۳۳۵	۳۴۵
دامنه	۵۳/۴	۴۱/۶	۲۷/۶	۴۶/۶	۳۵/۳	۴۲/۲	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۱/۴
خطای معیار	۵/۱۰	۳/۹۰	۲/۵۶	۴	۳/۴۱	۳/۳۹	۲۲/۷	۱۹/۱	۱۸/۶
ضریب تغییرات	۱/۶۱	۱/۲۳	۰/۸۱	۱/۲۶	۱/۱۸	۱/۰۷	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۸
تعداد نمونه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

بیشتر بود، ولی غلظت نیترات آب آبیاری مزارع بزرگ در محدوده مجاز قرار داشتند (شکل ۳). غلظت نیترات آب آبیاری پس از برداشت سیب‌زمینی در مقایسه با غلظت نیترات آب آبیاری پیش از کاشت در مزارع کوچک و متوسط به ترتیب ۳۱/۲ و ۲۲/۱ درصد افزایش و در مزارع بزرگ ۱۵/۷ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). مقایسه داده‌های غلظت نیتروژن نیتراتی باحد مجاز نیتروژن نیتراتی در آب آبیاری پس از برداشت نشان می‌دهد که آب تمامی چاه‌های مزارع کوچک دارای غلظت نیتروژن نیتراتی فراتر از حد مجاز می‌باشد و کلیه چاه‌های آب مورد بررسی برای آشامیدن دارای غلظت نیتروژن نیتراتی فراتر از حد مجاز (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) بوده و محدودیت جدی دارند. افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی در اکثر

منطقه را به ترتیب ۷ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر برآورد نمودند. طبق حد مجاز نیتروژن نیتراتی برای آب آشامیدنی توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، آب اکثر چاه‌های مورد بررسی در این نوع مزارع برای آشامیدن مناسب نیست و محدودیت جدی دارند.

غلظت نیترات آب آبیاری پس از برداشت

پس از برداشت محصول میانگین غلظت نیترات آب آبیاری در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ، به ترتیب ۴۷/۶، ۳۳/۱ و ۱۶/۴ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۳). غلظت نیترات آب آبیاری ۸۷ درصد از مزارع کوچک و ۸۵ درصد از مزارع متوسط از حد بحرانی نیترات آب آبیاری (۱۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر (۶))



شکل ۲. توزیع غلظت نیترات مجاز (۴۰-۱۰ میلی‌گرم در لیتر آب) و فراتر از مجاز آب در پیش از کاشت و پس از برداشت محصول سیب‌زمینی در مزارع کوچک (کمتر از ۵/۵ هکتار)، متوسط (۱-۵/۵ هکتار) و بزرگ (بالتر از ۱ هکتار) شهرستان فریدن

که مدیریت استفاده از کودهای نیتروژنه در اراضی نامناسب بوده و آب‌های زیرزمینی تحت آلودگی مداوم نیترات قرار دارند. با ارزیابی ارتباط بین میزان کود شیمیایی نیتروژنه و کود آلی و مقدار آب مصرفی با میزان آب آبیاری در مزارع زیر کشت آگریا، سانته و مارفونا مشخص شد که ضریب همبستگی بالایی بین آنها وجود دارد، به گونه‌ای که در مزارع زیرکشت هر سه رقم، مصرف کود شیمیایی نیتروژن و آب آبیاری، غلظت نیترات آب آبیاری را افزایش داده است ولی مصرف کود آلی با غلظت

چاه‌های آب در پایان فصل رشد نشانگر آبهویی نیترات از خاک و ورود آن به آب زیرزمینی است. چنانکه قبلاً ذکر شد غلظت نیتروژن نیتراتی در بیشتر چاه‌های آب مورد مطالعه بیش از حد مجاز بوده که خود بیانگر آلودگی آب زیرزمینی به نیترات حاصل از افزایش کودهای نیتروژنه و آبهویی آنها به طبقات پائین خاک و نهایتاً آب زیرزمینی است. در مجموع نتایج به‌صورت کلی بیانگر آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیتروژن نیتراتی و روند روبه افزایش آن حتی در یک فصل زراعی است که نشانگر آن است

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده پیرسن بین غلظت نیترات آب آبیاری پس از برداشت محصول با میزان مصرف کود نیتروژن.

آب آبیاری و کود دامی در مزارع زیر کشت سه رقم سیب‌زمینی

ارقام سیب زمینی	نیتروژن	آب آبیاری	کود دامی
آگریا	۰/۶۴۴*	۰/۶۸۳**	۰/۷۲۳**
مارفونا	۰/۷۳۸*	۰/۹۳۱**	۰/۷۸۴*
سانته	۰/۷۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۸۵۱*

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را از نظر آماری نشان می‌دهد.

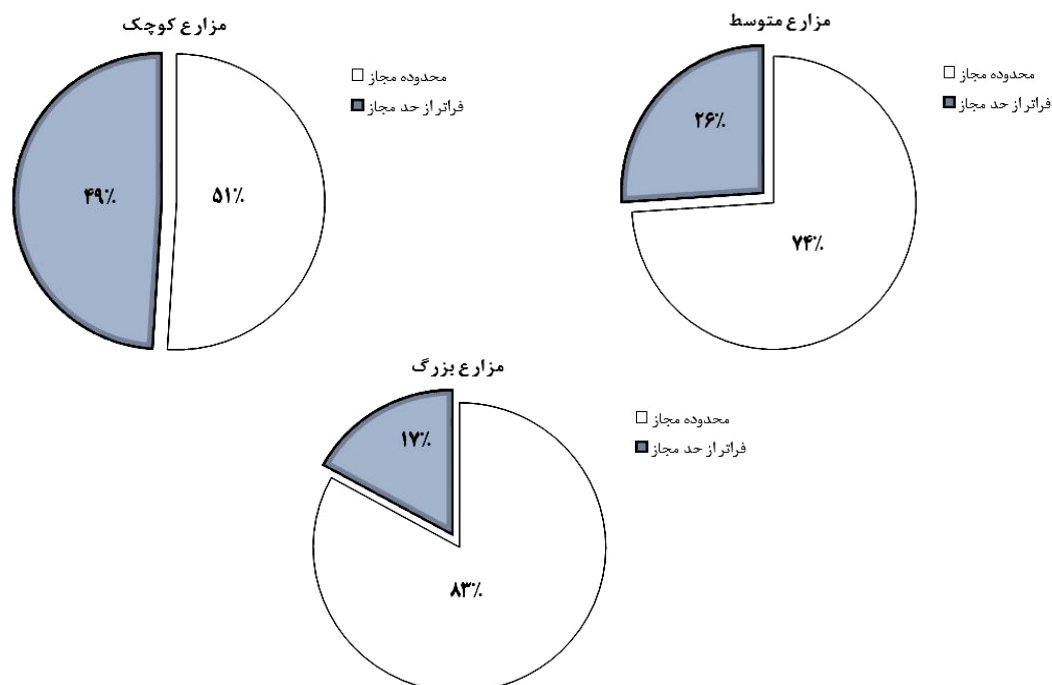
جوزدان، دشتی، گلستانه دشتی، مینادشت و فلاورجان را به ترتیب برابر با ۷۰۱، ۱۵۳۲، ۴۴۵۰، ۲۶۶۰، ۵۶۹، ۱۰۱۲ و ۳۳۰۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر سیب‌زمینی در این مناطق به ترتیب ۷۰، ۱۵۳، ۴۴۵، ۲۲۶، ۵۷، ۱۰۱ و ۳۳۰ میلی‌گرم نیترات گزارش کردند. در کرمانشاه نیز پیرصاحب و همکاران (۱) میانگین غلظت نیترات را در سیب‌زمینی توزیع شده در سطح شهر کرمانشاه ۳۴۷/۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر اعلام نمودند که بیشتر از مقدار استاندارد توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت برای این محصول می‌باشد.

لازم به ذکر است که بیشترین تجمع نیترات مربوط به مزارعی بود که مقدار کود نیتروژنه بیشتری استفاده کرده‌اند البته در ارقام مختلف سیب‌زمینی متفاوت بود به طوری که در مزارعی که کود نیتروژنه برابری استفاده کرده‌اند میزان تجمع نیترات در غدد متفاوت است و این ناشی از تأثیر شدید رقم در تجمع نیترات می‌باشد به طوری که کمترین میزان نیترات در رقم آگریا و بیشترین آن در رقم مارفونا مشاهده شد. همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود بین نیترات غده در ارقام مختلف با کود نیتروژنه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد، ولی با کودهای دامی همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد که این مسأله نقش مهم کودهای آلی را در جلوگیری از آلودگی غدد سیب‌زمینی به نیترات نشان می‌دهد. نتیجه مهمی که این تحقیق نشان می‌دهد این است که میزان نیترات در رقمی که دیررس بود و بیشترین عملکرد غده را تولید کرد، حداقل بود. بیشترین عملکرد غده در رقم آگریا به دست آمد که در آن تجمع نیترات کمتر بود و مقدار همبستگی نیترات آن با نیتروژن نسبت به سایر

نیترات آب آبیاری ارتباط عکس داشته است (جدول ۴). نوع کود مصرفی در میزان نیترات شسته شده به آب زیرزمینی نقش دارد. بررسی‌ها نشان داده است آبشویی نیترات توسط کودهای شیمیایی به مراتب بیش از کود حیوانی و کود کمپوست بوده است. آمار شستشوی حاصل از کود حیوانی در یک تحقیق ۲ درصد و برای کود شیمیایی ۲۵ درصد بوده است (۱۹). در یک تحقیق بررسی حرکت نیترات حاصل از استفاده از کودهای شیمیایی نشان داد غلظت نیترات آب زیرزمینی در یک ماه بعد از استفاده از کود نیتروژن‌دار افزایش یافت که به دلیل مکانیسم شستشو و حمل نیترات آزاد شده از کود شیمیایی به آب‌های زیر زمینی عنوان گردید (۱۸).

غلظت نیترات غده سیب‌زمینی

میانگین غلظت نیترات غده سیب‌زمینی در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۲۹۴، ۲۵۳ و ۱۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۳). تفاوت کمترین غلظت نیترات غده سیب‌زمینی در مزارع بزرگ نسبت به بیشترین آن در مزارع کوچک، ۵۷/۲ درصد بود. غلظت نیترات غده سیب‌زمینی در ۴۹ درصد از مزارع کوچک، ۲۶ درصد از مزارع متوسط و ۱۷ درصد از مزارع بزرگ از حد بحرانی نیترات غده سیب‌زمینی (۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) بیشتر بود (شکل ۳) سبحان اردکانی و همکاران (۹) در ارزیابی غلظت نیترات در برخی از فرآورده‌های گیاهی اصفهان، میانگین تجمع نیترات در سیب‌زمینی برداشت شده از مناطق اصغراباد، باغ پرندگان،



شکل ۳. توزیع غلظت نیترات مجاز (۲۵۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم وزن تر سیب‌زمینی (۶)) و فراتر از مجاز در غده سیب‌زمینی تولیدی مزارع کوچک (کمتر از ۰/۵ هکتار)، متوسط (۱-۰/۵ هکتار) و بزرگ (بالا تر از ۱ هکتار) شهرستان فریدن

جدول ۵. ضرایب همبستگی پیرسن بین غلظت نیترات غده برداشتی با مقدار مصرف کود نیتروژن، آب آبیاری و کود دامی

در مزارع زیر کشت سه رقم سیب‌زمینی

ارقام سیب‌زمینی	نیتروژن	آب آبیاری	کود دامی
آگریا	۰/۷۹۷**	۰/۷۰۹**	-۰/۷۸۶**
مارفونا	۰/۹۹۷**	۰/۷۱۷*	-۰/۸۵۶**
سانته	۰/۹۹۶**	۰/۸۹۴**	-۰/۹۲۶**

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را از نظر آماری نشان می‌دهد

مطابقت دارد. با افزایش بیش از حد مطلوب نیتروژن ضمن اینکه عملکرد به‌عنوان یک صفت اساسی کاهش می‌یابد، میزان نیترات هم به‌عنوان یک صفت منفی در این محدوده بیش از حد افزایش نشان خواهد داد. بنابراین زارع سیب‌زمینی کار با کاربرد بی‌رویه کود نیتروژن ضمن اینکه عملکرد را بالا نبرده، هزینه‌ها را نیز افزایش داده است. همچنین این موضوع موجب پایین آمدن

ارقام کمتر می‌باشد. بالاترین مقدار نیترات مربوط به رقم مارفونا و در بیشترین مقدار کود نیتروژنه مصرفی می‌باشد. که این نتیجه حاکی از اثر اصلی رقم و کود نیتروژن بر روی تجمع نیترات در غده سیب‌زمینی است. در مطالعات خلیقانی و همکاران (۳)، ملکوتی و همکاران (۱۶)، جماعتی ثمرین و همکاران (۲) عمده‌ترین عامل تجمع نیترات، مصرف بیش از حد نیاز کودهای نیتروژنه و رقم شناخته شده است که با نتایج این تحقیق

به اعماق و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌باشد. با افزایش کود نیتروژن مصرفی، تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی افزایش یافت ولی میزان این افزایش در غدد ارقام مختلف متفاوت بود. به گونه‌ای که میزان نیترات در رقم آگریا که دیررس بوده و نسبت به سایر ارقام عملکرد غده بیشتری داشت، کمتر بود. بنابراین افزایش بیش از حد مصرف کودهای نیتروژن در کشاورزی، علاوه بر ضرر اقتصادی و آلودگی محیط زیست بر کیفیت مواد مصرفی مصرف‌کنندگان نیز تأثیر می‌گذارد. نتایج این پژوهش ضرورت تحقیقات آینده در زمینه تعیین مقدار کودهای شیمیایی مورد نیاز محصولات زراعی متناسب با آزمون خاک، عملکرد مورد انتظار از محصول و افزایش سطح آگاهی کشاورزان از مضرات کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی را نشان می‌دهد.

کیفیت محصول تولیدی و افزایش بیش از حد مجاز غلظت نیترات غده‌ها خواهد شد که از هر جنبه به ضرر زارع، محیط زیست و کشور تمام خواهد شد. بنابراین با استفاده از ارقام پر محصول و کاربرد نیتروژن به صورت مطلوب می‌توان بهره‌وری را افزایش داده و راندمان مصرف نیتروژن را بالا برد در این صورت کیفیت غده‌های تولیدی نیز بهبود خواهد یافت.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در کشاورزی منجر به ورود آنها به آب‌های زیرزمینی، آلودگی آب و خاک، تجمع در محصولات کشاورزی و در نهایت ورود به چرخه غذایی انسان می‌شود. در مناطق زیر کشت سیب‌زمینی، غلظت نیترات بیشتر چاه‌ها بیش از حد مجاز بود که بیانگر آبتوی کودهای نیتروژنه

منابع مورد استفاده

۱. پیرصاحب، م.، س. رحیمیان و ی. پاسدار. ۱۳۸۹. مقدار نیترات و نیتريت در سبزیجات و صیفی جات مصرفی شهر کرمانشاه، دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه ۱: ۷۶-۸۲.
۲. جماعتی‌ثمرین، ش.، ا. توبه، ک. هاشمی‌مجد، ع. اصغری، م. حسن زاده، ر. ذبیحی‌محمودآباد و م. شیری جناقرد. ۱۳۸۸. تأثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر درصد پروتئین، عملکرد و تجمع نیترات در غده سیب‌زمینی، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۲: ۱۶۴-۱۵۱.
۳. خلقالی، ج.، ف. رحیم زاده خوئی، م. مقدم و ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۷۶. تجزیه فرآیند رشد سیب‌زمینی در سطوح متفاوت ازت و تراکم بوته، مجله دانش کشاورزی ۷ (۱ و ۲): ۳۳-۵۷.
۴. رحمانی، ح. ر. ۱۳۸۱. بررسی و شناخت منابع آلوده کننده مهم خاک، آب و گیاه در استان یزد. گزارش نهایی طرح مصوب شورای پژوهش‌های علمی کشور دانشگاه یزد.
۵. رحمانی، ح. ر. ۱۳۸۲. استفاده بهینه از پساب‌های صنعتی در کشاورزی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی استانی ویژه توسعه کشور. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اصفهان.
۶. رحمانی، ح. ر. ۱۳۸۵. بررسی وضعیت نیترات در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری منطقه برآآن اصفهان، مجله علوم محیطی ۱۱: ۲۳-۳۴.
۷. رضایی، ع. م. و ا. سلطانی. ۱۳۷۵. زراعت سیب‌زمینی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۸. رئیس، ف. و م. ر. خواجه پور. ۱۳۷۱. تأثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقم کوزیما. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۳: ۳۷-۴۸.
۹. سبحان‌اردکانی، س.، ک. شایسته، م. افیونی و ن. محبوبی‌صوفیانی. ۱۳۸۴. غلظت نیترات در برخی از فرآورده‌های گیاهی اصفهان،

- مجله محیط شناسی ۳۷: ۶۹-۷۶.
۱۰. سبحانی، ع. ۱۳۷۴. اثر تاریخ کاشت و پیش‌جوانه‌زنی غده‌های بذری بر روی شاخص‌های رشد و عملکرد سه رقم سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۱. صلاحی‌مقدم، م. ۱۳۷۱. تولید و ارزیابی غده بذری مادری سیب‌زمینی حاصل از بذر حقیقی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۲. طباطبایی، م. ۱۳۶۵. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی ۱۸۴ صفحه.
۱۳. عابدی کوپائی، ج. و م. ر. باقری. ۱۳۸۰. مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه اطراف تصفیه‌خانه شاهین‌شهر اصفهان. سومین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه تهران، ۵ تا ۷ آبان ۱۳۸۰.
۱۴. ۱۴. ملکوئی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران، چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی. ۴۲۰ صفحه.
۱۵. ملکوئی، م. ج. ۱۳۷۸. بررسی وضعیت تعادل عناصر غذایی در خاک‌های ایران، مجله آب، خاک و ماشین ۱۷-۱۲: ۱۰-۱۲.
۱۶. ملکوئی، م. ج.، ا. بای‌بوردی و س. ج. طباطبایی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی مؤثر در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقای سطح سلامت جامعه، نشر علوم کشاورزی کاربردی. ۳۰-۱۹.
17. Abedi Koupai, J. and M. R. Bagheri. 2002. Agriculture practices and nitrate contamination of groundwater in central Iran. The 3rd International IRAN and RUSSIA Conference Agriculture and Natural Resources, Moscow, September, PP 18-20.
18. Bhatt, K. 1997. Occurrence and distribution of Nitrate and pesticides in Bowdle aquifer, South Dakotau (USA). Environ. Monit. Assess. 47: 223-237.
19. Busscher, W. J. 1996. Soil, water and air quality research. Florence. Coastal plains soil, water and plant research laboratory.
20. Dorsch, M. 1984. Congenital malformations and maternal drinking water supply in rural south Australia: A case control study. J. Epidemiol. 119: 473-486.
21. Graun, G. F., D. G. Greathous and D. H. Gundersan. 1981. Methemoglobin levels in young children consuming high nitrate well water in the U. S. Int. J. Pidemiol. 4: 309-317.
22. 22. Siczka, J. B., and R. E. Thornton, eds. 1993. Commercial potato production in North America. Potato Association of America. Amer. Potato J. Suppl., vol. 57, and USDA Handbook No 267. Orono, Maine.

Evaluation of Nitrate Concentration in Soil, Groundwater and Potato Tubers on Different Farm Sizes in Fereidan City, Isfahan Province

Z. Mehrabi, H. R. Eshghizadeh* and A. Nematpoor¹

(Received: Aug. 3-2015 ; Accepted: April 17-2016)

Abstract

To determine the nitrate pollution (water, soil, and tubers) in small (< 0.5 ha), medium (0.5- 1 ha) and large (> 1 ha) size of potato fields, this study was conducted in Fereidan region of Isfahan province during growing season of 2014-2015. For this purpose, the amounts of inputs and the tuber yield were recorded in each farm. Also, average nitrate-N concentration in irrigation water, soil and tubers of different potato farms were measured before planting and after harvesting. The results showed that the average soil N-nitrate concentration in small, medium and large size farms were 16.3, 17.4 and 19.9 mg kg⁻¹ before planting and 10.3, 13.3 and 23.3 mg kg⁻¹ after harvesting, respectively. The average N-nitrate concentration of irrigation water in small, medium and large size farms were 36.3, 27.1 and 19.5 mg L⁻¹ before planting and 47.6, 33.1 and 16.4 mg L⁻¹ after harvesting, respectively. After harvesting, NO₃-N concentration of irrigation water was below the standard range concentration (45 mg L⁻¹) in the all large farms while 87 % of small and 85% of medium farms showed more than standard concentration. The nitrate concentrations of tubers in large-sized farms were lower than others. The tuber NO₃-N concentration was affected by potato cultivar. The lowest concentration of nitrate was observed in the late-season potato cultivars (Agria). That might be associated with greater tubers yield.

Keywords: Healthy food, Manure, Nitrate contamination, Potato cultivar

1. Dept. of, Agronomy and Plant Breeding, College of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

*: Corresponding Author, Email: hr.eshghizadeh@cc.iut.ac.ir