نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 32 / شماره 4 / 1397

10.22092/ijsr.2018.115072.289

بررسی میزان باقیمانده نیترات در سیب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان مرکزی میوه و تره بار تهران

مژگان یگانه، کامبیز بازرگان[1]، مرجان سمائی، مهناز فیض اله زاده اردبیلی و شیدا طباخیان

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ yeganehmojgan@yahoo.com

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ bazargan_k@yahoo.com

محقق، سازمان مرکزی تعاون روستایی ایران، دفتر نظام های بهره برداری؛ ma.samaee@yahoo.com

مربی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ mardebili261@gmail.com

محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ shidatabbakhian@yahoo.com

دریافت: 96/7/30 و پذیرش: 97/5/24

چکیده

نیترات یکی از آلاینده‌های مهمی است که عمدتاً در اثر مصرف نامتعادل کود و زیاده‌روی در مصرف کودهای نیتروژنی در اندام‌های گیاهی تجمع پیدا می‌کند. نیترات در سیستم گوارشی بدن انسان و دام تبدیل به نیتریت شده و نیتریت با برخی از اسیدهای آمینه ترکیب و تولید نیتروز آمین می‌نماید که مادهای سرطان‌زا می‌باشد. سیب‌زمینی یکی از محصولات مهم کشاورزی است که مصرف سرانه آن در کشور بعد از گندم و برنج قرار دارد. لذا بررسی میزان آلودگی نیترات در این محصول و شناخت منابع آلایندگی و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش نسبی آلودگی ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه به مدت یک سال، هر هفته یک بار از میدان اصلی میوه و تره‌بار شهر تهران نمونه‌های سیب‌زمینی تهیه گردید. نمونه‌هایی نیز مستقیماً از سطح مزارع در 9 منطقه عمده سیب‌زمینی کاری کشور (اصفهان- چهارمحال و بختیاری- همدان- آذربایجان شرقی- اردبیل- تهران- خوزستان- فارس- کرمان (جیرفت و کهنوج)) گرفته شد. مقدار نیترات در نمونه‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی در 2 تکرار و نیز درصد رطوبت نمونه‌ها در 341 نمونه برداشت شده، اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد محتوای نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی کشور در محدوده میانگین جهانی (از 10/2 تا 524 با میانگین 163/5 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن‌تر غده) می‌باشد. با فرض 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم به عنوان حد مجاز معرفی شده توسط برخی کشورهای اروپایی، غلظت نیترات در 30% نمونه‌ها از حد مجاز تجاوز می‌کند. با فرض 246 میلی گرم بر کیلوگرم به عنوان حد مجاز پیشنهادی برای ایران، غلظت نیترات در 20% نمونه‌ها بیش از این حد مجاز است. نتایج نشان داد که عامل فصل برداشت می‌تواند در محتوای نیترات غده‌های سیب زمینی تأثیرگذار باشد. میانگین غلظت نیترات در سیب‌زمینی‌های برداشت شده از میدان میوه و تره‌بار در دوره بهار - تابستان 216/55 و پائیز- زمستان 131/53 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: آلایندگی نیترات، حد مجاز نیترات،باقیمانده نیترات-زیاده‌روی در مصرف کود

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد- جاده مشکین دشت- موسسه تحقیقات خاک و آب.

مقدمه

نیتروژن از جمله ضروری‌ترین عناصر غذایی و همچنین مهمترین اجزای اولیه تشکیل‌دهنده ترکیبات آلی است. این عنصر در رشد سبزینه‌ای و درنهایت در عملکرد و کیفیت محصول دخیل می‌باشد (فائزنیا، 1375). نیتروژن عمدتاً (بیش از 75%) به شکل نیترات توسط گیاهان زراعی جذب می‌گردد. با توجه به پائین بودن مقدار نیتروژن و ماده آلی در عمده خاک‌های ایران، مصرف کودهای نیتروژن در کشت سیب‌زمینی توصیه می‌گردد. مقدار توصیه، بسته به شرایط خاک از 200 تا 400 کیلوگرم اوره در هکتار متغیر است (ملکوتی و غیبی، 1379). حد بهینه نیتروژن کل در برگ‌های سیب‌زمینی 4 تا 5 درصد و در غده سیب‌زمینی 300 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خوراکی گزارش گردیده است (ملکوتی، 1382). مخزن نیترات در گیاه به طور طبیعی ساقه و برگ گیاه بوده که در آنجا به همراه کربوهیدارت احیا و به اسید آمینه تبدیل می‌شود. ولی در صورتی که کود نیترات در دوران رشد زایشی و به صورت سرک بکار رود، به دلیل تجمع کربوهیدارت در میوه، نیترات نیز به سمت میوه حرکت می‌کند. ولی در میوه امکان احیای نیترات توسط کربوهیدرات‌ها وجود نداشته و تجمع نیترات در میوه اتفاق می‌افتد (ملکوتی، 1382).

بعبارت دیگر تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی است و زمانی رخ می‌دهد که جذب نیترات توسط ریشه از احیاء و تبدیل آن به نیتریت و اسیدآمینه بیشتر باشد (بارکر و همکاران، 1969). سایر عوامل موثر بر تجمع نیترات عبارتند از نوع و گونه گیاه (خانواده‌های *Chenopodiaceae* ،*Poaceae* ،*Solanaceae* ،*Brassicaceae* و *Asteraceae* استعداد تجمع نیترات بیشتری دارند) (ملکوتی، 1375)، عوامل محیطی (مانند شدت نور، مقدار آب، pH محیط، دوره نوری و حرارت محیط) (رازقی‌فرد، 1372) و مدیریت و اعمال زراعی (مقدار و نوع کود مصرفی، تناوب زراعی، تراکم کاشت، سرعت آزادسازی و روش استعمال کود و نیز استفاده از کود کندرها) (طباطبائی و همکاران، 1385). تجمع نیترات معمولاً برروی بافت‌های گیاهی اثر سمیت ندارد اما بر روی انسان و حیواناتی که از سبزی‌ها و گیاهان حاوی مقادیر بالای نیترات تغذیه می‌کنند، اثرات سمی و مضری بر جای می‌گذارد. اثرات سوء زیادی نیترات را می‌توان در افزایش بیماری‌هایی نظیر کم‌خونی (مت‌هموگلوبینمیا) و در نهایت بروز سرطان گوارشی در معده در اثر تشکیل نیتروزآمین دانست. مقدار مجاز ورود روزانه نیترات به بدن از طرف کمیسیون غذای اتحادیه اروپا[1] 0-3/65 میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن اعلام گردیده است (EC SCF, 1992). سازمان کشاورزی و خوار و بار جهانی[2] و سازمان بهداشت جهانی [3] نیز میانگین روزانه ورود نیترات به بدن را برای شخصی با وزن 60-65 کیلوگرم، 240-220 میلی‌گرم در روز دانسته‌اند. در برخی کشورهای اروپایی از جمله آلمان نیز عدد 200 میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به عنوان حد مجاز نیترات در غده‌های سیب‌زمینی معرفی شده است (کیسلیک و سیکورا، 1998). گزارشات داخلی در رابطه با حدود مجاز نیترات در سیب زمینی اعداد متفاوت و بعضاً متناقضی را بیان نموده‌اند.

در سند استاندارد ملی شماره 16596 حد مجاز نیترات در غده سیب زمینی 170 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر ذکر گردیده است. این عدد نسبت به بسیاری از اعداد ذکر شده در منابع معتبر جهانی و حتی حد مجاز ارائه شده برای جامعه اروپایی سخت‌گیرانه‌تر بوده و البته در سند استاندارد مذکور نحوه دستیابی به این عدد ذکر نگردیده است. این در حالی است که در یک بررسی علمی و با در نظر گرفتن خطر بروز آلودگی نیترات در حساس ترین گروه سنی (پسران 14-7 ساله، ساکن در استان کرمان)، حد مجاز نیترات در غده سیب‌زمینی بر اساس سبد غذایی ایرانیان 246 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تعیین گردید.(یگانه و بازرگان، 2016). سانتاماریا و همکاران (1999) میانگین غلظت نیترات را در سیب-زمینی‌های نمونه‌برداری شده از بازارهای میوه و سبزیجات شهر باری ایتالیا،81 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه گزارش کردند. طباطبایی و همکاران (1384)، مقدار نیترات در برخی گیاهان منطقه تبریز را اندازه‌گیری نمودند. ایشان مقدار نیترات در سبزیجات برگی را بیشتر از گیاهان غده‌ای و در این گیاهان بیش از میوه‌ها گزارش نمودند. مقدار نیترات درگیاهان غده‌ای این منطقه به طور متوسط 770 میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه گزارش گردیده که در این میان پیاز با 2409 بیشترین و سیب-زمینی، هویج و شلغم به ترتیب با 489، 123 و 58 میلی-گرم در کیلوگرم وزن تازه در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. سبحان اردکانی و همکاران (1384) در بررسی غلظت نیترات در برخی از فرآورده‌های گیاهی اصفهان با بررسی 210 نمونه سیب‌زمینی از مناطق اصغر آباد، باغ پرندگان،

[1] European union Food Commission
[2] Food and Agriculture Organization
[3] World Health Organization

جوزدان، دشتی، میانداشت و فلاورجان نشان دادند که میانگین غلظت نیترات در سیب‌زمینی برداشت شده از این مناطق به ترتیب 70، 153، 445، 226، 57، 101 و 330 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر غده سیب‌زمینی بود. شهلایی و همکاران (2007)، در بررسی غلظت نیترات در تعدادی از گونه‌های سبزیجات در جنوب ایران (اهواز) نشان داد که بطور میانگین غلظت نیترات در غده‌های سیب‌زمینی جمع‌آوری شده از بازار و مزارع اهواز 184/4 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه بوده و در مقایسه با سایر سبزیجات برگی و غده‌ای کمترین مقدار بود. کمبود اطلاعات مفید در مورد آلودگی نیترات در محصولات غذایی مهم از جمله سیب‌زمینی در کشور کاملاً محسوس است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی وضعیت آلودگی نیترات در محصول سیب‌زمینی در مراکز اصلی تولید و نیز میدان مرکزی میوه و تره‌بار شهر تهران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق، نمونه‌برداری از محصول سیب‌زمینی به دو روش زیر انجام گرفت:

1- به منظور تعیین وضعیت نیترات در سیب زمینی‌های مصرفی شهروندان در طول مدت یک سال، هر هفته نمونه‌هائی مستقیماً از میدان مرکزی میوه و تره‌بار شهر تهران برداشت و اطلاعات آنها از نظر مبدأ تولید، تازه یا انباری بودن و رقم، طی پرسش‌نامه‌هایی اخذ گردید. در طول 56 هفته نمونه برداری تعداد 64 نمونه از میدان مرکزی میوه و تره بار شهر تهران برداشت گردید.

2- به منظور تعیین وضعیت نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی در مبدأ از مزارع تحت کشت سیب‌زمینی در مناطق عمده تولید آن مطابق جدول یک نمونه‌برداری انجام گرفت.

نمونه‌برداری در 9 استان (اصفهان- چهار محال بختیاری- همدان- آذربایجان‌شرقی- اردبیل- تهران- کرمان (جیرفت وکهنوج)- خوزستان (دزفول)- فارس) که از مناطق عمده سیب زمینی کاری کشور هستند انجام گرفت.

نمونه‌برداری‌ها بر اساس سطح زیر کشت و مستقیماً از مزارع بصورت نمونه برداری کاملاً تصادفی انجام شد و نمونه‌های مرکب برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شدند. مقادیر نیترات در غده‌های سیب‌زمینی با استفاده از روش اسید سالیسیلیک تعیین شد (کاتالدو و همکاران، 1975). در این روش ابتدا سیب‌زمینی‌ها شسته شده، برش داده می‌شوند و بعد از خشک شدن در دمای 70 درجه سانتی‌گراد، پودر شده و از الک 40 مش عبور داده می‌شوند. در زمان اندازه‌گیری نمونه‌ها مجدداً در دمای 70 درجه خشک می‌شوند. 0/1 گرم از نمونه توزین و به ارلن مایر 50 میلی‌لیتری منتقل می‌شود. سپس 10 میلی‌لیتر آب مقطر عاری از یون به آن اضافه می‌شود. سوسپانسیون بدست آمده به مدت یک ساعت در آون در دمای 45 درجه نگهداری شده، بعد از به هم زدن، به لوله‌های سانتریفیوژ منتقل و به مدت 15 دقیقه با سرعت 5000 دور در دقیقه سانتریفیوژ می‌شود. 0/2 میلی‌لیتر از عصاره زلال بدست آمده را به ارلن مایر50 میلی‌لیتری منتقل و 0/8 میلی لیتر اسید سالیسیلیک 5 درصد (w/v) در اسید سولفوریک غلیظ را به آن افزوده و تکان داده می‌شود. مخلوط حاصل 20 دقیقه در دمای اتاق باقی‌مانده و سپس 19 میلی‌لیتر سود 2 نرمال، تا حصول pH=12 در مخلوط به آرامی به آن افزوده می‌گردد. میزان جذب نمونه بعد از سرد شدن آن در طول موج 410 نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت می‌شود.

در تجزیه تحلیل آماری داده‌هاو استخراج آمار توصیفی از نرم افزار MINITAB 17 استفاده شد.

نتایج و بحث

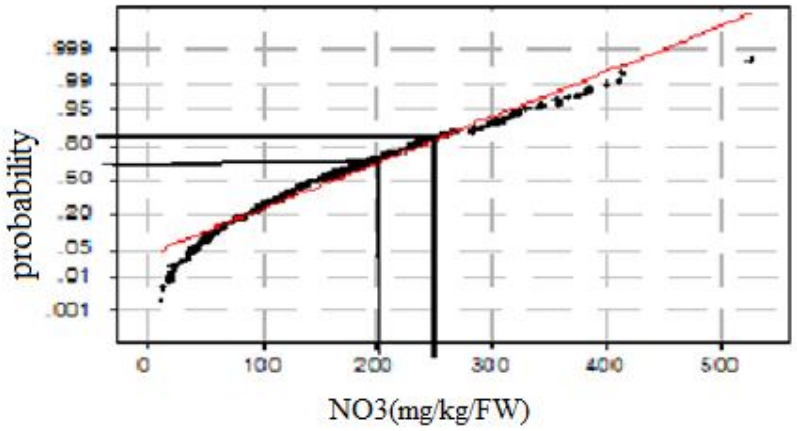
بررسی آماری نتایج نشان داد که غلظت نیترات در کل 341 نمونه اندازه‌گیری شده از توزیع نرمال تبعیت می‌کند (شکل 1). ویژگی‌های این جامعه نرمال را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد: (غلظت‌ها بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه می‌باشند).

میانگین‌غلظت‌نیترات: 163/5 -انحراف استاندارد: 89/146

حداقل غلظت: 10/2 حداکثر غلظت: 524/05

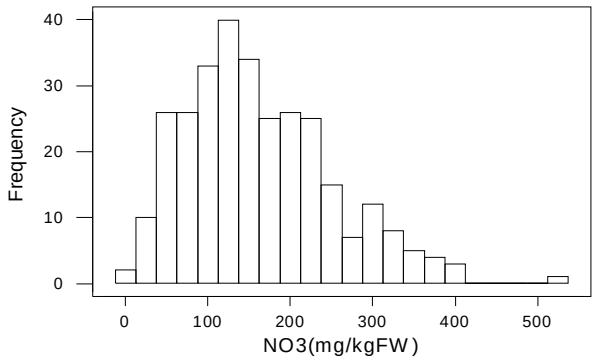
جدول 1- توزیع تعداد نمونه‌های برداشت شده از مزارع استان‌های مختلف

استان	سطح کل زیر کشت سیب زمینی (هکتار)	مناطق عمده	تعداد نمونه
اصفهان	22599	فریدن چادگان فریدون شهر سمیرم مناطق اطراف شهر اصفهان	77
چهار محال و بختیاری	2894	فارسان بروجن شهرکرد لردگان	10
همدان	24000	همدان بهار اسدآباد کبودر آهنگ	48
آذربایجان شرقی	12000	رزن بستان آباد سراب عجب شیر	5
اردبیل	24000	دشت اردبیل مناطق اطراف دشت اردبیل	48
تهران	3831	دماوند فیروز آباد	11
خوزستان		دزفول	38
فارس		ساردویه	12
کرمان	13186	اسفندقه و ساردون جیرفت و کهنوج	28
جمع کل تعداد نمونه از استانها			277



شکل 1- منحنی توزیع غلظت نیترات در کل نمونه‌های سیب‌زمینی

مطابق این منحنی، با توجه به وضعیت داده‌ها می‌توان گفت به طور کلی احتمال اینکه غلظت نیترات در هر نمونه سیب‌زمینی تهیه شده زیر حد بحرانی200 میلی-گرم در کیلوگرم (استاندارد اروپا) و 246 میلی‌گرم در کیلوگرم (استاندارد پیشنهادی برای ایران) باشد، به ترتیب حدود 65 درصد و 83 درصد و احتمال تجاوز غلظت نیترات از این حدود به ترتیب تقریباً 35 درصد و 17 درصد است. شکل2، توزیع فراوانی وضعیت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی را از مقادیر خیلی کم تا خیلی زیاد نشان می‌دهد.

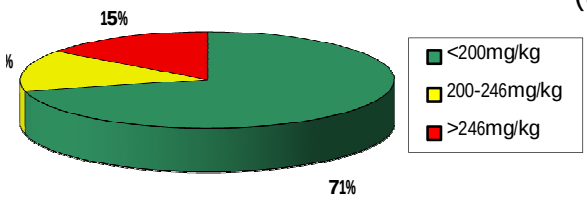


شکل 2- منحنی توزیع فراوانی غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی

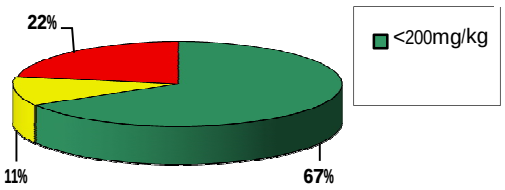
وضعیت نیترات سیب‌زمینی در مناطق مختلف

توزیع وضعیت نیترات در نمونه‌های سیب زمینی میدان و مزارع استان‌های مختلف در شکل 3 به تفکیک آمده است. از آنجایی که غلظت نیترات در تمامی 10 نمونه جمع‌آوری شده از مزارع استان چهارمحال و بختیاری کمتر از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه بود، منحنی توزیع غلظت در نمونه‌های این استان رسم نشده است.

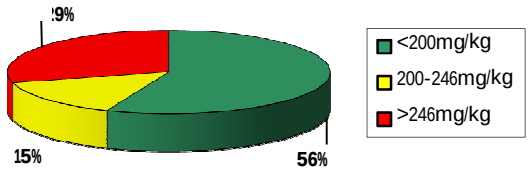
الف)


15%
71%
<200mg/kg
200-246mg/kg
>246mg/kg

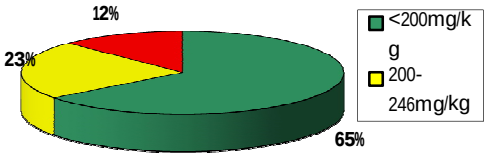
ب)


22%
11%
67%
<200mg/kg

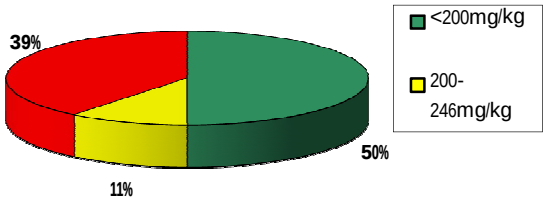
پ)


56%
<200mg/kg
200-246mg/kg
>246mg/kg

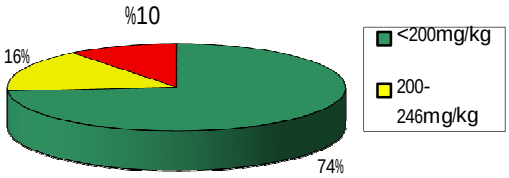
ت)


12%
23%
65%
<200mg/kg
200-246mg/kg

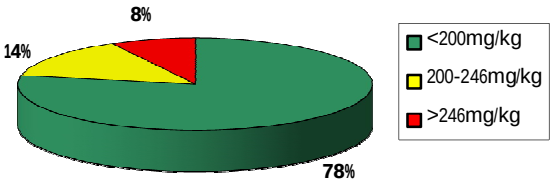
ث)


39%
50%
11%
<200mg/kg
200-246mg/kg

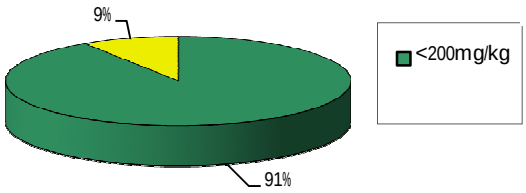
ج)

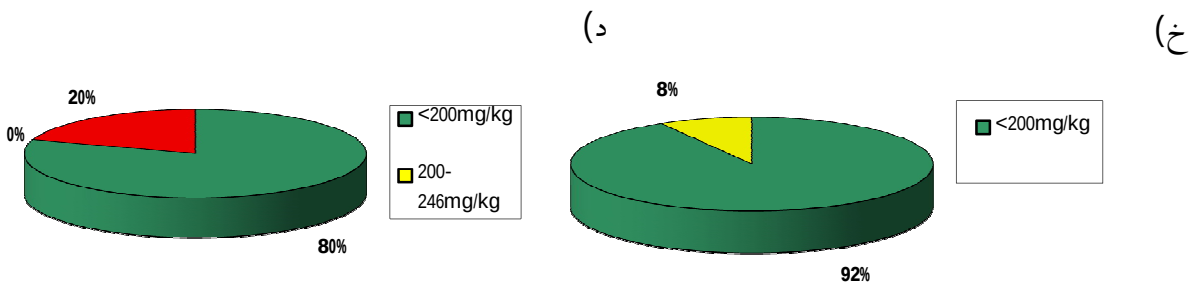

%10
16%
74%
<200mg/kg
200-246mg/kg

چ)


8%
14%
78%
<200mg/kg
200-246mg/kg
>246mg/kg

ح)


9%
91%
<200mg/kg



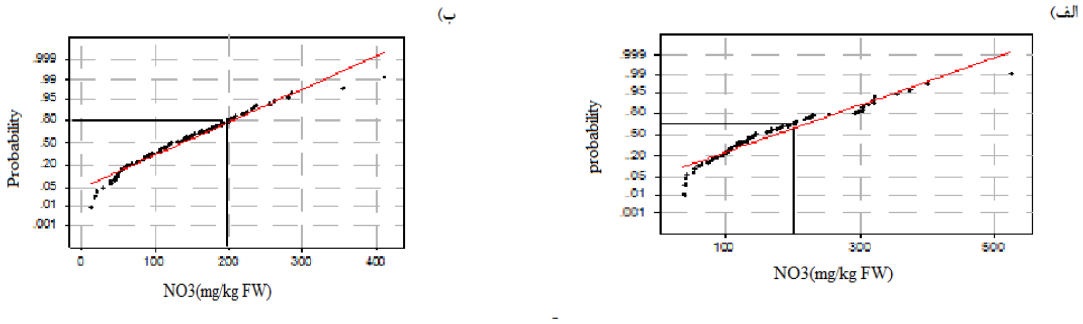
شکل 3- توزیع وضعیت غلظت نیترات در الف) کل نمونه‌های سیب‌زمینی، ب) نمونه‌های میدان اصلی میوه و تره‌بار شهر تهران، و نمونه‌های سیب‌زمینی مزارع استان پ) همدان، ت) اردبیل، ث) شهر جیرفت، ج) شهر دزفول، استان چ) اصفهان، ح)تهران، خ) فارس، د) آذربایجان شرقی

همانطور که در شکل 3 دیده می‌شود، نتایج نشان داد بطور کلی در مجموع 341 نمونه برداشت شده از مزارع و میدان میوه و تره‌بار تهران، میزان نیترات جمعاً در 30% از نمونه ها از حد قراردادی 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه غده فراتر رفت. در 20% نمونه‌ها نیترات از حد 246 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه غده بالاتر بود. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که در بین نمونه‌های برداشت شده از مزارع استان‌های مختلف، مزارع جیرفت با 50% نمونه‌های بالای 200 میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم غده، بیشترین درصد غده‌های آلوده را دارا بودند. پس از آن در مزارع همدان با وجود گستردگی و تعداد بیشتر نمونه‌های برداشت شده (48 نمونه)، غلظت نیترات در 44% از نمونه‌ها از حد مجاز 200 فراتر رفت. در نمونه‌های سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع اردبیل به تعداد 48 نمونه، 35%، در نمونه‌های مزارع دزفول از 38 نمونه 26% و در نمونه‌های مزارع اصفهان با 77 نمونه تنها 22% از نمونه‌ها محتوای نیترات بیش از حد مجاز 200 میلی گرم در کیلوگرم غده داشتند. پس از آن مزارع استان چهارمحال و بختیاری در رتبه بعدی قرار داشتند که از بین 38 نمونه برداشت شده هیچکدام نیترات بالای حد مجاز 200 نداشتند. این مقدار البته در نمونه‌های برداشت شده از مزارع فارس و تهران نیز به ترتیب با 12 و 11 نمونه برداشت شده، 8 و 9 درصد بود. در مزارع استان آذربایجان شرقی با وجود تعداد کم نمونه‌ها (5 نمونه)، یک نمونه یعنی 20% از نمونه‌ها دارای نیترات بیش از 246 میلی‌گرم در کیلوگرم غده تازه بود.

توزیع غلظت نیترات در نمونه‌های غده سیب زمینی برداشت شده

به منظور دستیابی به احتمال وقوع غلظت‌های بالاتر از 200 میلی گرم در کیلو گرم نیترات، توزیع فراوانی غلظت نیترات در نمونه‌های غده سیب‌زمینی برداشت شده از میدان مرکزی میوه و تره بار تهران و مزارع مراکز اصلی تولید به طور جداگانه با استفاده از نرم افزار MINITAB-17 استخراج گردید که در شکل‌های 4تا 7 نشان داده شده است.

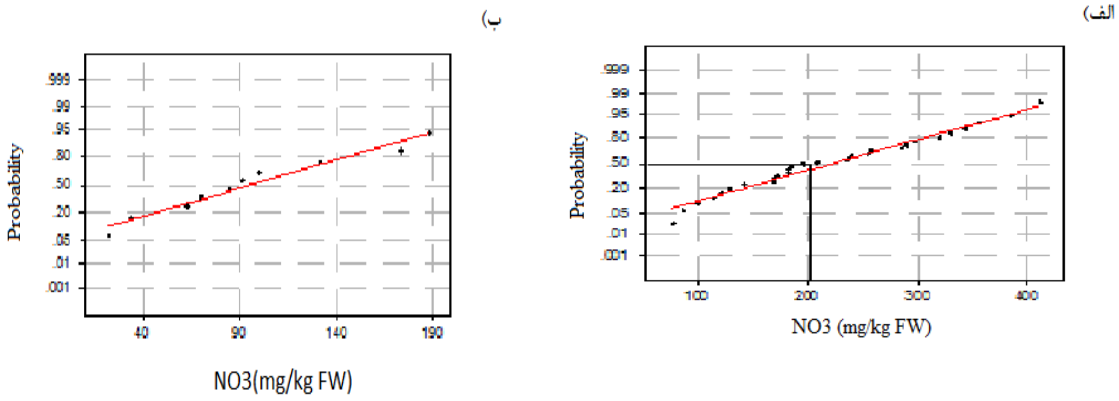
شکل 4 نشان می‌دهد احتمال اینکه سیب‌زمینی خریداری شده از میدان میوه و تره‌بار شهرداری تهران بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 35% و احتمال اینکه سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع اصفهان بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 20% است.



میانگین غلظت نیترات: 175/37 انحراف استاندارد: 102/54
حداقل غلظت: 38/20 حداکثر غلظت: 524/05

میانگین غلظت نیترات: 137/65 انحراف استاندارد: 78/99
حداقل غلظت: 12/06 حداکثر غلظت: 411/6

شکل 4- منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی میدان میوه و تره‌بار تهران الف) و مزارع اصفهان ب)



میانگین غلظت نیترات: 222/554 انحراف استاندارد: 94/25
حداقل غلظت: 76/33 حداکثر غلظت: 411/41

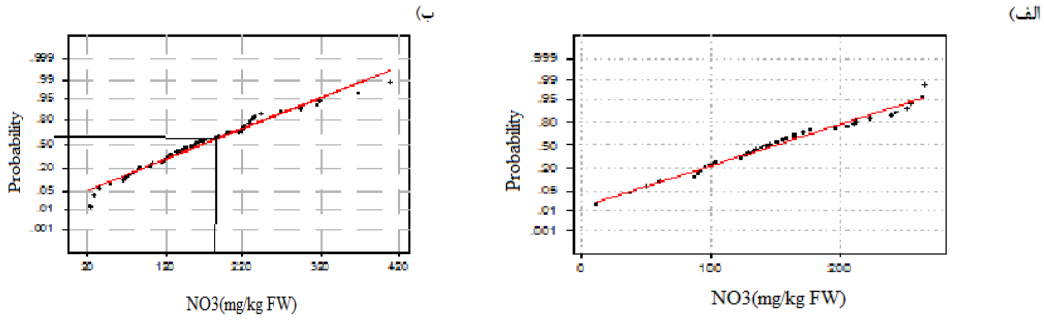
میانگین غلظت نیترات: 95/69 انحراف استاندارد: 54/54
حداقل غلظت: 22/30 حداکثر غلظت: 187/71

شکل 5- منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی مزارع استان‌های جیرفت الف) و چهارمحال و بختیاری ب).

شکل 5- الف نشان می‌دهد که احتمال اینکه سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع جیرفت بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 50% است. همانطورکه ملاحظه می‌گردد در بین نمونه‌های سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع چهارمحال و بختیاری نمونه‌ای که بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد دیده نشده است لذا احتمال وقوع برای این پدیده صفر خواهد بود(شکل 5، ب).

همانطورکه ملاحظه می‌گردد احتمال اینکه سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع دزفول بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 20% است (شکل 6، الف).

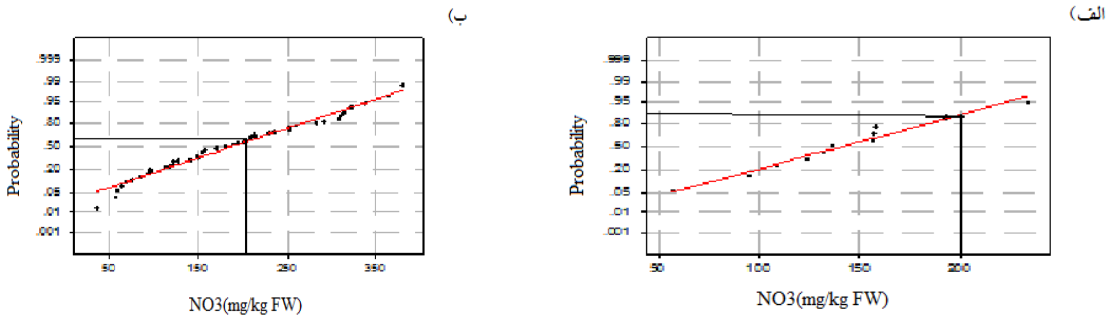
شکل 6، ب نشان می‌دهد احتمال اینکه سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع اردبیل بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 40% است.



میانگین غلظت نیترات: 150/45 انحراف استاندارد: 79/75
حداقل غلظت: 10/2 حداکثر غلظت: 264/8

میانگین غلظت نیترات: 167/615 انحراف استاندارد: 87/329
حداقل غلظت: 21/7 حداکثر غلظت: 408/9

شکل 6- منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی مزارع دزفول الف) و استان اردبیل ب)



میانگین غلظت نیترات: 140/90 انحراف استاندارد: 47/71
حداقل غلظت: 56/63 حداکثر غلظت: 233/77

میانگین غلظت نیترات: 188/01 انحراف استاندارد: 90/59
حداقل غلظت: 35/15 حداکثر غلظت: 380/2

شکل 7- منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی مزارع استان تهران الف) و استان همدان ب)

همانطورکه ملاحظه می‌گردد احتمال اینکه سیب زمینی برداشت شده از مزارع استان تهران بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 10% است (شکل 7-الف). شکل 7 ب، نشان می‌دهد احتمال اینکه سیب‌زمینی برداشت شده از مزارع همدان بیش از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات داشته باشد نزدیک به 40% است.

میانگین دریافت نیترات از سیب‌زمینی برای مصرف کنندگان سیب‌زمینی مناطق مختلف

با توجه به اینکه آمارها نشان می‌دهد مصرف سرانه سیب‌زمینی در ایران بطور متوسط حدود 68 گرم در روز است (سبد مطلوب غذایی برای جامعه ایرانی، 1392) و با داشتن میانگین محتوای نیترات در سیب‌زمینی تولیدی مناطق مختلف، می‌توان میزان دریافت روزانه نیترات یک فرد را از طریق مصرف سیب‌زمینی در هریک از این استان‌ها با حاصلضرب میانگین غلظت نیترات سیب‌زمینی تولیدی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر (با این پیش فرض که میزان نیترات سیب‌زمینی در طی فرایندهای شستشو و طبخ تغییر ننماید) در عدد 68 گرم در روز به دست آورد. این مقادیر در جدول 2 خلاصه شده است.

حال بر اساس حد مجاز دریافت روزانه نیترات اعلام شده توسط JECFA[1] برای شخصی با وزن 60 کیلوگرم (219 میلی‌گرم در روز) سهم سیب‌زمینی در میزان دریافت روزانه نیترات در شهروندان این استان‌ها در جدول 3 نشان داده شده است. بدین‌منظور اعداد جدول 2 برای هر استان بر عدد 219 میلی‌گرم به عنوان میزان مجاز ورود نیترات به بدن یک فرد 60 کیلوگرمی (مجموع ورودی از همه منابع نیترات از جمله آب، انواع سبزی‌ها و میوه ها و ...) تقسیم گردیده و در عدد 100 ضرب شد تا سهم سیب‌زمینی با کیفیت مورد اندازه‌گیری در تأمین بخشی از میزان دریافت نیترات تا حد مجاز روزانه هر فرد در هر یک از این مناطق بر حسب درصد به دست آید. شایان

1. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

ذکر است همه این اعداد با فرض مصرف سرانه 68 گرم سیب زمینی در هر روز برای این فرد و نیز با فرض ثابت ماندن نیترات در فرایندهای پوست‌گیری، شستشو و پخت و پز است.

جدول 2- میزان ورود روزانه نیترات به بدن شهروندان استان‌های مختلف ازطریق مصرف سیب‌زمینی بر حسب میلی‌گرم (سرانه مصرف 68 گرم در روز و اتلاف نیترات در مراحل آماده‌سازی برای مصرف، صفر فرض شده است)

استان	اصفهان	کرمان (جیرفت)	چهار محال	خوزستا ن (دزفول)	اردبیل	تهران	فارس	میدان میوه و تره بار تهران	همدان	آ.شرقی
حداقل (mg/person /day)	0/82	5/19	1/52	0/69	1/48	3/85	4/87	2/60	2/39	3/89
میانگین (mg/person /day)	9/36	15/13	6/51	10/23	11/40	9/58	10/27	11/92	12/78	13/9
حداکثر (mg/person /day)	28/0	27/97	12/76	18/0	27/8	15/90	15/66	35/63	25/85	23/91

جدول 3- سهم سیب‌زمینی مصرفی مناطق مختلف در کل نیترات ورودی روزانه به بدن شهروندان با در نظر گرفتن میزان مجاز دریافت روزانه 219 میلی گرم نیترات در روز

استان	اصفهان	کرمان (جیرفت)	چهارمحال	خوزستان (دزفول)	اردبیل	تهران	فارس	میدان میوه و تره بار تهران	همدان	آ.شرقی
حداقل	%0/37	%2/37	%0/69	%0/32	%0/68	%1/76	%2/22	%1/19	%1/09	%1/78
میانگین	%4/27	%6/91	%2/97	%4/67	%5/20	%4/37	%4/68	%5/44	%5/84	%6/35
حداکثر	%12/79	%12/77	%5/83	%8/22	%12/69	%7/26	%7/15	%16/27	%11/80	%10/92

اعداد جدول 3 نشان می‌دهد سیب‌زمینی تولیدی در مزارع استان‌های مختلف کشور از نظر محتوای نیترات متغیر بوده و بر اساس میانگین غلظت نیترات، سهم آن در تأمین بخشی از مقدار ورودی نیترات روزانه به بدن یک فرد از حداقل 2/97درصد برای سیب‌زمینی‌های تولیدی چهارمحال و بختیاری تا حداکثر 6/91 درصد برای سیب-زمینی‌های استان کرمان (جیرفت) متغیر است. اگر میدان مرکزی میوه و تره‌بار شهر تهران را مرکز عرضه انواع سیب‌زمینی تولیدی از مناطق مختلف کشور بدانیم برآوردهای فوق نشان می‌دهد مصرف سیب‌زمینی این میدان حدود 0/54درصد از مقدار مجاز نیترات ورودی به بدن مصرف‌کننده را تأمین می‌نماید.

البته این نتایج را باید در کنار نتایج سایر منابع ورود نیترات به بدن افراد تحلیل نمود. به عنوان نمونه سهم سیب زمینی‌های جیرفت در تأمین حدود 7 درصد از حداکثر مجاز ورودی روزانه نیترات در مصرف کنندگان آن قابل توجه خواهد بود اما اگر مثلاً کیفیت آب آشامیدنی منطقه از نظر نیترات شرایط خوبی نداشته باشد، یا اگر مردم منطقه عادت به مصرف مقادیر زیادی غذاهای پروسس شده آماده مانند سوسیس و کالباس در رژیم غذایی خود داشته باشند و یا غلظت نیترات در سبزیجات منطقه هم بالا باشد، خطرناک خواهد بود اما بالعکس اگر آب منطقه مناسب، رژیم غذایی مردم کمتر غذاهای پروسس شده داشته باشد و سایر محصولات نیز کم نیترات باشند، این غلظت هم البته می‌تواند کم خطر باشد. با توجه به نتایج میدان مرکزی میوه و تره بار شهر تهران سهم 0/54درصدی سیب زمینی در تأمین حد مجاز ورودی نیترات روزانه مردم متعادل و منطقی به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

پایش یک ساله غلظت نیترات در سیب زمینی-های عرضه شده در میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران و نیز در مزارع مناطق اصلی تولید نشان داد محتوای نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی کشور در محدوده میانگین جهانی (از 10/2 تا 524 با میانگین 163/5 میلی-گرم بر کیلو گرم وزن تر غده) می‌باشد. در صورتیکه با هدف صادرات میزان 200 میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم

وزن تازه غده سیب‌زمینی را که در اکثر کشورهای اروپائی به عنوان حداکثر مجاز غلظت نیترات در غده سیب‌زمینی مورد قبول می‌باشد، مبنا قرار دهیم، غلظت نیترات در حدود 30% از نمونه‌ها از این حد فراتر می‌رود. و با در نظر گرفتن استاندارد پیشنهادی 246 میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم وزن تازه غده سیب‌زمینی (برای مصرف داخلی)، 17 درصد از کل نمونه‌های مورد بررسی از این حد فراتر می‌روند. نتایج نشان داد که احتمال اینکه سیب زمینی خریداری شده از میدان اصلی میوه و تره‌بار شهرداری تهران، بیش از 200 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر غده نیترات داشته باشد، 35% است. این مقدار برای سیب-زمینی‌های تازه برداشت شده از مزارع اصفهان، جیرفت، دزفول، اردبیل، تهران و همدان به ترتیب نزدیک به 20%، 50%، 20%، 40%، 10% و 40% است.

با توجه به اینکه این مطالعه به طور اجمالی به مسئله نیترات در غده‌های سیب‌زمینی تولیدی و مصرفی در کشور پرداخته است. به منظور یافتن علت‌های تجمع نیترات در سیب‌زمینی و راه‌های کاهش آن پیشنهاد می-گردد در مناطقی که احتمال آلودگی نیترات در غده‌های سیب‌زمینی بیشتر بوده تحقیق در سطح تفصیلی و دقیق همراه با جمع‌آوری اطلاعات دقیق از مدیریت زراعی به ویژه مصرف انواع کودها انجام پذیرد تا بتوان عوامل تجمع نیترات در این مناطق را شناخت و راه‌های رفع آنها را بیان نمود.

فهرست منابع:

1. استاندارد ملی ایران، شماره 16596، مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی. 1392، سازمان ملی استاندارد ایران.
2. رازقی‌فرد، م. 1372. تجمع نیترات در سبزی‌ها و رابطه آن با کیفیت آن. مجله کشاورزی و دام، 11: 28 و 29، تهران، ایران.
3. سبد مطلوب غذایی برای جامعه ایرانی. 1392. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
4. سبحان اردکانی، سهیل، ک. شایسته، م. افیونی و ن. محبوبی صوفیانی. 1384. غلظت نیترات در برخی از فرآورده‌های گیاهی اصفهان. مجله محیط‌شناسی، 37: 76- 69.
5. طباطبایی، س. ج.، س. ج.، م. ج. نظری دلجو، ر. رستمی و ف. آزرمی. 1384. ارزیابی غلظت نیترات سبزی‌های برگی، غده‌ای و میوه‌ای در شهرستان تبریز. چهارمین کنگره علوم باغبانی.
6. طباطبایی، س. ج.، م. ج. ملکوتی و ا. بای‌بوردی. 1385. اثر طیف نور و فیلترهای مختلف رنگی بر غلظت نیترات و رشد و نمو کاهو در کشت آبکشت. مجله علوم خاک و آب، 20: 34- 26.
7. فائزنیا، ف. 1375. بررسی نیاز سیب‌زمینی به ازت، فسفر و پتاسیم. نشریه فنی شماره 76/13. مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود).
8. ملکوتی، م. ج. 1375. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.
9. ملکوتی، م. ج.، م. ن. غیبی، 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذائی مؤثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران.
10. ملکوتی، م. ج.، 1382. تولید محصولات کشاورزی عاری از نیترات و کادمیم گامی ارزنده در تأمین امنیت غذائی جامعه. نشریه فنی شماره 328 مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات خانیران. تهران. ایران.
11. ناصری، ح. ر. و ح. ندافیان، 1387، مدل‌سازی انتقال آلاینده نیترات آب‌های زیرزمینی در محدوده چاه‌های آب شرب همدان، فصلنامه زمین شناسی ایران، سال دوم، شماره ششم، 87-98.
12. Barker, A. S. and R. Smith. 1969. Extracting solution for potentiometric deterimenation of nitrate in plant tissue. J. of Agric. And Food Chem., 17: 1284-1287.
13. Cataldo, D. A., M. Haroon, L. E. Schrader and V. L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 6(1): 71- 80.

14. Cieslik E and Sikora E, Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of potassium, calcium and magnesium in potato tubers. Food Chem 63:525–528 (1998).
15. EC (European Commission), Commission Regulation (EC) No 563/2002 of 2 April 2002 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official J Eur Commun L86:5 – 6 (2002).
16. EC, SCF, Commission of the European Communications Scientific Committee for food, Report of the Scientific Committee for Food on Nitrate and Nitrite, 26th series, EC. Brussels, 1992.
17. JECFA 2002. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. WHO Technical Reports series 913. 20-32.
18. Santamaria, P., A. Elia, F. Serio and E. Todaro. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. J. of the science and Food and Agriculture. 79: 1882- 1888.
19. Shahlaei, AS., N. Alemzadeh Ansari and F. Sadeghie Dehkordie. 2007. Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. Asian J. of Plant Sci.. 6(8): 1197- 1203.
20. Yeganeh M., K. Bazargan. 2016. Human health risks arising from nitrate in potatoes consumed in Iran and calculation nitrate critical value using risk assessment study. Journal of Human and Ecological Risk Assessment. 22, NO. 3, 817–824.

Residual Nitrate in Potato Tuber Samples Collected from Fields in Important Production Areas and the Main Fruit and Vegetables Supply Center of Tehran

M. Yeganeh, K. Bazargan[1], M. Samaee, M. Feizolahzadeh Ardebili, and S. Tabbakhian

Assistant Professor, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: yeganehmojgan@yahoo.com
Associate Professor, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: bazargan_k@yahoo.com
Researcher, Central Organization for Rural Cooperatives of Iran (CORC); E-mail: ma.samaee@yahoo.com
Researcher, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: mardebili261@gmail.com
Researcher, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: shidatabbakhian@yahoo.com

Received: October, 2018 and Accepted: August, 2018

Abstract

Nitrate is an important pollutant that accumulates in edible parts of crops. This accumulation usually occurs because of misuse and excess use of N- fertilizers. Nitrate is transformed to nitrite and then to nitrosamine, which is a carcinogen compound, in digestion system of human and animal bodies. Potato is the third important foodstuff in Iranian food basket after wheat and rice. Therefore, it seems that evaluating the nitrate pollution in potato and recognition of the pollution sources and ways to reduce the pollution is necessary. Potato tuber samples were collected from the main Fruit and Vegetables Supply Center of Tehran once a week, from May 2008 to May 2009. Additionally, potato samples were collected directly from different farms in 9 most important potato-producing regions, namely, Esfahan, Charmahal, Hamadan, East-Azarbaijan, Ardabil, Tehran, Khozestan, Fars, and Kerman (Jiroft and Kahnooj). Nitrate content in edible part and water content of fresh potato tubers were determined in all 341 samples in the central laboratory of Soil and Water Research Institute of Iran. Results showed that nitrate content in potato tubers ranged from 10.2 mg. kg^{-1} FW, to 524 mg. kg^{-1} FW with a mean of 163.5 mg kg^{-1}FW, which was in accordance with world normal range. Assuming 200 mg kg^{-1} FW as the European nitrate limit in potato tubers, it exceeded from this level in about 30% of the tuber samples, and assuming 246 mg kg^{-1} FW as the Iranian nitrate limit, it exceeded from this level in about 20% of the tuber samples. Results showed that harvest season could affect nitrate content in potato tuber. Mean nitrate content in potato tubers taken from Fruit and Vegetables Supply Center of Tehran during spring-summer was 216.55 mg kg^{-1} FW, and for samples taken during autumn-winter, it was 131.53 mg kg^{-1}FW.

Keywords: Nitrate residue, Nitrate pollution, Excess use of N- fertilizers, European nitrate limit

[1]. Corresponding author: Associate professor, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)