تاثیر مدیریت بهینه کودی بر انباشتگی نیترات در سیب‌زمینی کشت شده در استان اصفهان

شیرین هفت برادران[۱]، امیرحسین خوشگفتارمنش[۲]، محمدجعفر ملکوتی[۳]

۱- دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۲- استاد حاصلخیزی و تغذیه گیاه دانشگاه صعتی اصفهان، ۳- استاد بازنشسته حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه دانشگاه تربیت مدرس تهران

چکیده

سبزیجات منبع اصلی نیترات هستند به طوری که ۸۰٪ متوسط جذب روزانه نیترات را که ناشی از مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی است، تشکیل می‌دهند. با توجه به نگرانی‌های اخیر درباره آلودگی محصولات کشاورزی به نیترات، این مطالعه با هدف بررسی انباشتگی نیترات در غده سیب‌زمینی در استان اصفهان، مقایسه آن با حد مجاز و تاثیر مدیریت بهینه کودی بر کاهش انباشتگی نیترات غده انجام شد. غلظت نیترات در نمونه‌های سیب‌زمینی کشت شده در استان اصفهان، به روش دی آزو تعیین شد. در دو مزرعه که غلظت نیترات بالاتر از حد مجاز ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود، مدیریت بهینه کودی اعمال شد و غلظت نیترات در هر تیمار تعیین شد. نتایج نشان داد در همه شهرستان‌ها به جز مناطقی از دو شهرستان چادگان و بویین‌ومیاندشت، غلظت نیترات در محدوده مجاز بود و مدیریت بهینه کودی غلظت نیترات را به ترتیب تا ۴۳ و ۸۵/۷ درصد کاهش داد.

واژه های کلیدی: نیترات، سیب‌زمینی، مدیریت بهینه کودی

مقدمه

نیتروژن در رشد گیاه محدودکننده‌ترین عامل رشد و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی است، به طوری که گلوگاه رشد نامیده می‌شود. با توجه به رشد سریع جمعیت و نیاز روزافزون به تأمین غذا، استفاده از کودهای نیتروژنی به منظور افزایش عملکرد محصولات کشاورزی مهمترین روش تامین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی است (الیاسی، ۱۳۸۰). در حال حاضر سالانه حدود ۹۸ میلیون تن نیتروژن به صورت انواع کودهای شیمیایی در جهان مصرف می‌شود. در ایران نیز از ۴/۲ میلیون تن کود مصرفی، بیش از ۶۰ درصد آن را کود نیتروژنی تشکیل می‌دهد که با توجه به تولید ۸۵ میلیون تنی محصولات کشاورزی زراعی و باغی، کارایی پایینی دارد (Malakouti *et al.*, 2013) که سبب ورود نیترات به آب‌های سطحی و زیرزمینی، تجمع بیش از اندازه آن در محصولات کشاورزی به دلیل مصرف نابهنگام، نامتعادل و بیش از حد نیاز کودهای نیتروژنی، مشکلات زیست محیطی و تغذیه‌ای شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

از آنجا که به طور طبیعی نیترات در سبزیجات تجمع می‌یابد، مصرف سبزیجات ۸۰٪ از جذب روزانه نیترات در انسان را به خود اختصاص می‌دهد و منبع اصلی ورود نیترات به بدن انسان است (Welch, 2003). در تحقیقی سازمان خواروبار کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی (۱۹۹۵) بیان کردند با توجه به اینکه در برخی کشورها سیب زمینی غذای عمده مردم محسوب می‌شود و با توجه به امکان تجمع نیترات در سیب‌زمینی، در بعضی مواقع سیب زمینی باید در یک گروه جداگانه از نظر خطر تجمع نیترات بررسی شود. همچنین مطالعات این سازمان نشان داد سطح نیترات در سیب زمینی می‌تواند تا ۱۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در هلند برای سیب زمینی متوسط نیترات ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به عنوان میزان مناسب در نظر گرفته شد ولی همین مطالعه در انگلستان مقدار ۱۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم را حد مجاز نیترات سیب‌زمینی در نظر گرفته اند (EFSA, 2008).

مطالعات متعددی در ایران و سایر کشورها در رابطه با میزان ورود نیترات از طریق سبزیجات و سایر محصولات غذایی به بدن انسان انجام شده است. به عنوان مثال، نتایج نشان داد که برای یک انسان بالغ، کل نیترات جذب شده معادل ۹۳ میلی-

گرم در روز است که عموما از طریق سیب‌زمینی (۳۳٪)، سبزیجات سبز (۲۱٪)، سایر سبزیجات (۱۵٪)، نوشابه (۸/۵٪)، فرآورده‌های گوشتی (۴/۲٪)، میوه‌های تازه (۳/۵٪)، لبنیات (۳/۱٪)، شیر (۲/۹٪)، غلات گوناگون (۲/۱٪)، نان (۱/۶٪) و سایر منابع (۵/۱٪) تأمین می‌شود (Ysart *et al.*, 1999).

عقیلی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی جذب روزانه نیترات و پتانسیل خطر ابتلا به بیماری برای انسان در خیار و فلفل دلمه-ای گلخانه‌ای در استان قم به این نتیجه رسیدند که میانگین غلظت نیترات در خیار گلخانه‌ای حدود ۲/۷ برابر بیشتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) (۱۵۰ میکروگرم بر گرم وزن تر) بود که علت آن مدیریت تغذیه‌ای ضعیف و مصرف زیاد کودهای شیمیایی و دامی در گلخانه‌ها بیان شد. نتایج همچنین نشان دادند احتمال بیماری‌های سرطانی و غیرسرطانی از نظر انباشتگی نیترات برای مصرف‌کننده بسیار کم بود.

یگانه و بازرگان (۲۰۱۵) در بررسی وضعیت نیترات در سیب‌زمینی‌های کشت شده در ۹ استان کشور به این نتیجه رسیدند که بالاترین انباشتگی نیترات در سیب‌زمینی در استان کرمان اندازه‌گیری شد.

اگرچه مطالعات متعددی در کشور در خصوص اندازه‌گیری نیترات در برخی محصولات کشاورزی و آب آشامیدنی انجام شده‌است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲، معینیان و همکاران، ۱۳۹۱، دزفولی و همکاران، ۱۳۸۹، رحمانی، ۱۳۸۵)، اما عدم استفاده از روش‌های استاندارد و دقیق جهت اندازه‌گیری غلظت نیترات با تکرار پذیری بالا که زمینه نمونه‌ها را مورد توجه قرار دهد در محصولات غده‌ای با قابلیت جذب بالای نیترات، به منظور برنامه‌ریزی‌های بعدی جهت مدیریت تغذیه گیاه ضروری است. بنابراین با توجه به نگرانی‌های اخیر درباره امکان آلودگی محصولات مختلف به نیترات، این مطالعه با هدف بررسی انباشتگی نیترات در غده سیب‌زمینی و مقایسه آن با حد بحرانی غلظت نیترات در این محصول و تاثیر مدیریت بهینه کودی بر افزایش کیفیت غده سیب‌زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در استان اصفهان که یکی از کلان‌شهرهای ایران است، انجام گرفت. استان اصفهان با مساحتی حدود ۱۰۷۰۴۴ کیلومتر مربع، بین ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی خط استوا و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد.

جمعیت استان ۴/۵ میلیون نفر است که ۸۳٪ در مناطق شهری و ۱۷٪ در مناطق روستائی سکنی گزیده‌اند. این استان طبق تقسیم بندی سال ۱۳۹۳، ۲۴ شهرستان و ۹۶ شهر دارد.

نمونه‌برداری از شهرستان‌های استان اصفهان و در فصل سرد سال انجام گرفت. دلیل انتخاب فصل سرد برای نمونه‌برداری این بود که با توجه به نقش موثر نور خورشید در احیای نیترات، وضعیت نیترات موجود در سیب‌زمینی در بیشینه مقدار موجود بررسی شود. همچنین علت انتخاب سیب‌زمینی، جایگاه ویژه این گروه در تغذیه روزانه مردم ایران، غالب بودن کشت آن در استان و بالا بودن امکان تجمع نیترات در محصولات غده‌ای است. در شهرستان‌هایی با کشت غالب سیب‌زمینی، پس از هماهنگی با مدیریت‌های جهاد کشاورزی شهرستان‌ها، نمونه برداری از مزارع کشاورزان پیشرو انجام گرفت. تعداد نمونه‌ها بسته به وسعت سطح زیرکشت و تعداد ارقام کشت شده تعیین شد به نحوی که نماینده سطح زیر کشت باشد. نمونه خاک زیر کشت هر منطقه جهت آزمون‌های بعدی جمع‌آوری شد.

۹۳ نمونه گیاهی پس از انتقال به آزمایشگاه با دستمال تمیز کاملا از گرد و غبار پاک شدند، سپس نمونه‌ها خرد شده و به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک‌کن و تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. غلظت نیترات در نمونه‌های خشک و آسیاب شده با استفاده از روش دی‌آزو (Singh, 1988) که بر پایه احیای نیترات به نیتریت در مجاورت پودر روی و یون هیدروژن است تعیین شد. به این صورت که یونهای نیتریت ایجاد شده با نمک سولفانیل آمید تولید ترکیبات دیازنوم می‌کنند که در مجاورت ان (۱-نفتیل) اتیلن دی آمین، کمپلکس آمینوآزو ایجاد می‌شود. شدت رنگ کمپلکس رنگی در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. به منظور جلوگیری از هرگونه آلایندگی تمامی وسایل و تجهیزات با دقت شسته

شدند. همچنین کاغذهای صافی پیش از استفاده با آب مقطر دیونیزه شسته شده و بعد از خشک شدن در خشک‌کن، در ظروف شیشه‌ای تمیز دربسته نگهداری شدند.

مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین و انحراف معیار غلظت نیترات در غده به تفکیک شهرستان نمونه‌برداری با استفاده از نرم-افزار Excel محاسبه و نمودار آن ترسیم شد.

در دو منطقه (یک مزرعه در شهرستان چادگان و یک مزرعه در شهرستان بویین و میاندشت) با مدیریت مشابه که غلظت نیترات بالاتر از حد مجاز بود، توصیه بهینه کودی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه بهینه کودی منطبق با آزمایشات متعدد منطقه‌ای که توسط مراکز مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان تعیین می‌شود، در پنج سطح کودی در ۳ تکرار با طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای کودی عبارتند از:

تیمار ۱- کوددهی بر اساس عرف زارع (C)

تیمار ۲- کاهش میزان نیتروژن مصرفی کشاورز (T_1). در این تیمار مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در سه تقسیط همراه با آب آبیاری اعمال شد.

تیمار ۳- تیمار ۲+ کاهش میزان فسفات مصرفی کشاورز و جایگزینی آن با سولفات پتاسیم پیش از کاشت (T_2). مصرف کود فسفاته با توجه به حدود بحرانی خاک و مصرف چند ساله فسفر در خاک، حذف شد و به جای آن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به صورت پیش کاشت اعمال شد.

تیمار ۴- تیمار ۳ + بیوگوگرد آلی گرانوله ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پیش کاشت (T_3).

تیمار ۵- تیمار ۴ + عناصر کم مصرف شامل سولفات روی گرانوله ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات منگنز ۱۵ کیلوگرم در هکتار و ۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن به صورت پیش کاشت در بستر اعمال شد (T_4).

غلظت نیترات پس از پایان دوره کشت دو مرتبه اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین غلظت نیترات در غده با استفاده از نرم افزار SAS به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

در میان ۸ شهرستان استان اصفهان با کشت غالب سیب‌زمینی، فریدن، سمیرم، چادگان و بویین و میاندشت چهار قطب اصلی تولید سیب‌زمینی هستند. دو شهرستان چادگان و بویین و میاندشت مقادیر غلظت نیترات بالاتر از حد مجاز ۶۰ میلی-گرم بر کیلوگرم وزن تر (حد مجاز ارائه شده Welch, 2003) داشتند ولی در سایر شهرستان‌ها غلظت نیترات بسیار پایین‌تر از حد مجاز بود (شکل ۱).

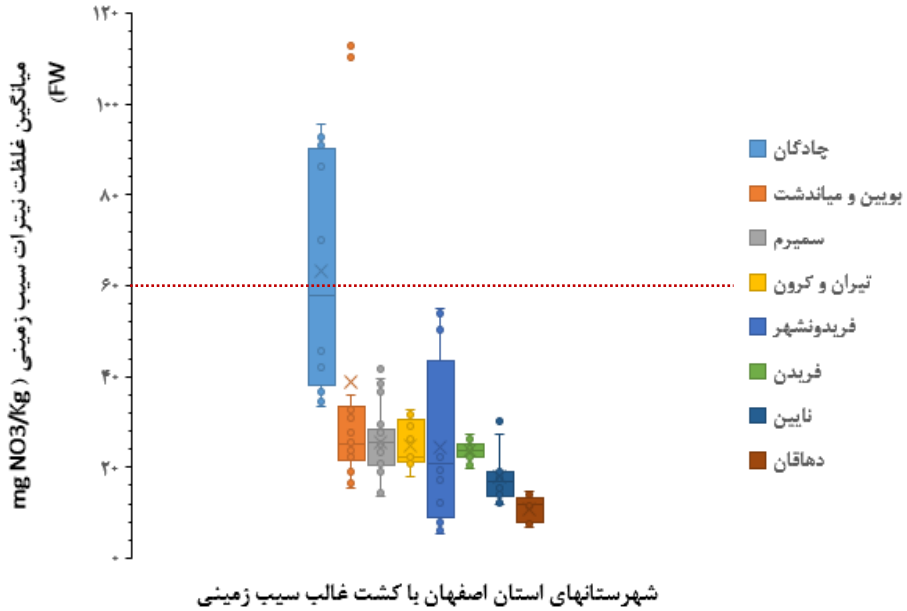
کوددهی عرف زارع و مشخصات مزرعه در هریک از مناطق به شرح زیر بود:

مزرعه شماره۱- واقع در روستای رزوه شهرستان چادگان با مساحت ۲۰ جریب (۲ هکتار)

میزان و نوع کود مصرفی: ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو تقسیط همراه با آب آبیاری به صورت سرک) + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم + ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل پیش از کاشت + ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود مرغی

مزرعه شماره ۲- واقع در منطقه ششجوان شهرستان بوئین و میاندشت با مساحت ۲۰ جریب (۲ هکتار)

میزان و نوع کود مصرفی: ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو تقسیط همراه با آب آبیاری به صورت سرک) + ۲۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود مرغی + ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم + ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل پیش از کاشت



شکل ۱- مقادیر کمینه، بیشینه، میانگین (با علامت ×) و انحراف معیار غلظت نیترات سیب زمینی (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) در مزارع شهرستانهای استان اصفهان (خط نقطه‌چین نشاندهنده حد بحرانی ارایه شده توسط ولچ (۲۰۰۳) برای غلظت نیترات در سیب‌زمینی است).

نتایج آزمون خاک مزرعه چادگان (جدول ۱) و مزرعه بویین و میاندشت (جدول ۲) به شرح زیر بود:

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه چادگان (مزرعه شماره ۱)

ویژگی	pH	EC	آهک معادل	کربن آلی		
واحد	-	$dS\ m^{-1}$	٪	٪		
مقدار	۷/۲	۰/۷۷	۱۷	۰/۷۳		
ویژگی	سیلت	شن	رس	آهن قابل استفاده	روی قابل استفاده	
واحد	٪	٪	٪	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	
مقدار	۴۶	۴۱	۱۳	۴/۴	۰/۵۸	
ویژگی	مس قابل استفاده	بور قابل استفاده	منگنز قابل استفاده	پتاسیم قابل استفاده	فسفر قابل استفاده	
واحد	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	
مقدار	۰/۴۴	۰/۱۴	۳/۸	۱۷۴	۱۵/۱	

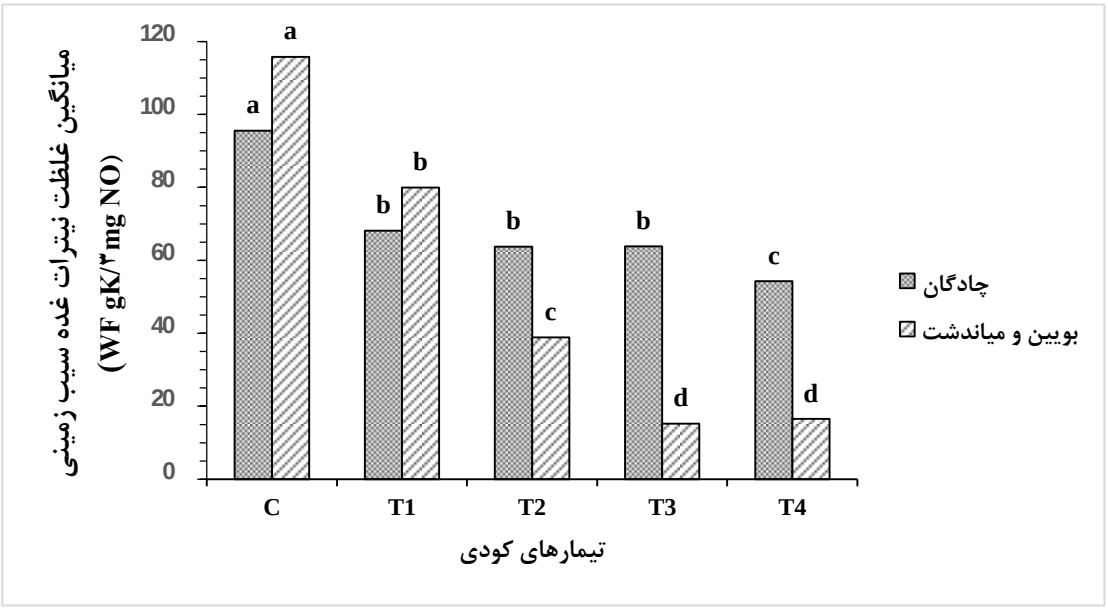
نتایج نشان داد در هر دو مزرعه بیشترین غلظت نیترات مربوط به تیمار شاهد بود که تقریبا دو برابر حد مجاز نیترات غده سیب‌زمینی (۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود (شکل ۲). در مزرعه چادگان، کمترین غلظت نیترات غده مربوط به تیمار ۵ بود که در آن علاوه بر کاهش میزان اوره و فسفات مصرفی، مصرف سولفات پتاسیم پیش از کاشت، بیوگوگرد آلی پیش از کاشت و عناصر کم مصرف شامل سولفات روی گرانوله، سولفات منگنز و سولفات آهن به صورت پیش کاشت در بستر اعمال

شد. در مزرعه بویین و میاندشت موثرترین تیمار در کاهش غلظت نیترات غده سیب‌زمینی مربوط به تیمار ۴ بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵ نداشت (شکل ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون خاک مزرعه بویین و میاندشت (مزرعه شماره ۲)

ویژگی	pH	EC	آهک معادل	کربن آلی	
واحد	-	$dS\ m^{-1}$	٪	٪	
مقدار	۷/۱	۱/۳۶	۱۹	۰/۷۴	
ویژگی	سیلت	شن	رس	آهن قابل استفاده	روی قابل استفاده
واحد	٪	٪	٪	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$
مقدار	۴۴	۳۴	۲۲	۴/۹	۰/۶۲
ویژگی	مس قابل استفاده	بور قابل استفاده	منگنز قابل استفاده	پتاسیم قابل استفاده	فسفر قابل استفاده
واحد	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$
مقدار	۰/۳۴	۰/۲۱	۶/۲	۹۸/۵	۱۳/۱

نتایج نشان داد با رعایت اصول مصرف بهینه کودی، غلظت نیترات در غده‌های سیب‌زمینی مزرعه چادگان تا ۴۳ درصد و در مزرعه بویین و میاندشت تا ۸۵/۷ درصد کاسته شد به طوری که مدیریت تغذیه‌ای، غلظت نیترات غده در مزرعه چادگان را به محدوده مجاز (کمتر از ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) (۵۴/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) و در مزرعه بویین و میاندشت غلظت نیترات غده را تقریبا تا یک چهارم حد مجاز (۱۵/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در تیمار ۴) رساند.



شکل ۲- میانگین غلظت نیترات غده سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف کودی در دو مزرعه چادگان و بویین و میاندشت

منابع

دزفولی، الف.، ه. عبدالهی. ۱۳۸۹. طرح پایش نیترات. سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، معاونت بهبود تولیدات گیاهی، مدیریت اراضی، شماره ثبت ۹۸/۲۸۰. ۱۱ صفحه.

رحمانی، ح. ر. ۱۳۸۵. بررسی وضعیت نیترات در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری منطقه برآآن اصفهان. مجله علوم محیطی ۱۱، بهار ۱۳۸۵. صفحات ۳۴-۲۳.

صادقی، الف.، الف. ح. هاشمیان، م. محمدی، س. بهلولی اسکویی، ح. مسکینی، ر. محمدی و ع. الماسی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر فرآیند پخت و انجماد بر میزان نیترات و نیتریت سبزیجات پرمصرف. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره ۳. صفحات ۲۱۵-۲۰۹.

معینیان. خ.، ح. حسین‌نژاد، و ط. راستگو. ۱۳۹۱. بررسی آلودگی چاه‌های آب شرب شهرستان تالش (شمال ایران) از نظر نیترات و نیتریت و برخی پارامترهای دیگر در پاییز سال ۱۳۹۰. مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دوره بیست و دوم. شماره ۸۸. صفحات ۳۳-۲۶.

Aghili, F., Khoshgoftarmanesh, A. H., Afyuni, M., Schulin, R. 2009. Health Risks of Heavy Metals through Consumption of Greenhouse Vegetables Grown in Central Iran. *Human and Ecological Risk Assessment*, 15: 999–1015.

European Food Safety Authority (EFSA).2008. Nitrate in vegetables, scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. The EFSA journal 689: 1-79.

FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). 1995. Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organ Tech.Rep.Ser. 859, 1-54.

Malakouti M. J., Sh. Ladan and S. J. Tabatabaee. 2013. Nitrate content in the edible parts of vegetables: Origin, safety, toxicity limits and the prevalence of cancer in Iran. Pp. 93-122. In: Sh. Umar, N.A. Anjum and N. A. Khan (Eds.). Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures. I. K. International Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi, India. 208 pp.

Singh. J. P. 1988 A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extract. Plant and Soil 110, 137-139.

Welch RM. 2003. Farming for nutritious foods: Agricultural technologies for improved human health. IFA-FAO Agricultural Conference on Global Food Security and the Role of Sustainable Fertilization. Rome, Italy.

Yeganeh, M. and Bazargan, K. 2015. Human health risks arising from nitrate in potatoes consumed in Iran and calculation nitrate critical value using risk assessment study, Taylor and Francis. DOI:10.1080/10807039.2015.1113851.

Ysart G., Miller P., Barrett G., Farrington D., Lawrance P., Harrison N. 1999. Dietary exposures to nitrate in the UK, Food Addit. Contam. 16, 521–532.

Effect of Plant Nutrition Management on Nitrate Accumulation in Potato grown in Isfahan

Sh. Haftbaradaran[1], A. H. Khoshgoftarmanesh[2], M. J. Malakouti[3]

PhD Student of Soil Chemistry and Fertility, Tarbiat Modares University, Professor of Soil Fertility and Plant Nutrition, Isfahan University of Technology, Emeritus Professor of Soil Fertility and Plant Nutrition, Tarbiat Modares University

Abstract

Vegetables constitute the major source of nitrate, providing 80% of the average daily human dietary intake in result of unbalanced fertilization. In regard with the recent concerns on the possible contamination of vegetables to nitrate, the present study was conducted to investigate nitrate accumulation in potato (Solanum tuberosum) in comparison with allowed level and the effect of plant nutrition management on nitrate concentration reduction. Nitrate concentration in edible parts of potato samples collected from fields of Isfahan were measured by Diazo method. Plant nutrition management were done in two fields with high nitrate accumulation in potato samples (upper than allowed level of 60 mg NO3/Kg FW) and nitrate concentrations were analyzed again after growth stage.The result showed that nitrate concentration was in allowed range in all parts of province except Chadegan and Booino miandasht. Plant nutrition management reduces nitrate accumulation in potato grown in Chadegan and Booino miandasht until 43 and 85.7 percentage, respectively.

Keywords: Nitrate, Potato, Plant Nutrition Management