بررسی اجمالی غلظت نیترات در برخی سبزی و صیفی تولیدی استان زنجان

لیلا تابنده[1] و مهدی زارعی

کارشناس ارشد بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛ **ltabande@yahoo.com**

دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز؛ **mehdizarei@shirazu.ac.ir**

دریافت: **96/9/25** و پذیرش: **97/5/24**

چکیده

نیترات، آنیونی است که ممکن است به نیتریت تغییر شکل داده و با آمین‌ها و آمیدها برای تشکیل ترکیبات نیتروزآمین واکنش نشان دهد. این ترکیبات، به افزایش احتمال ابتلا به سرطان معده منجر می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت نیترات در برخی سبزیجات استان زنجان اجرا گردید. این مطالعه توصیفی-مقطعی با نمونه‌برداری به صورت تصادفی در فصل برداشت و در دو سال (94-1393)، روی 614 نمونه از 23 نوع از سبزیجات متفاوت تولیدی (تره، برگ چغندر، جعفری، شاهی، اسفناج، شوید، کرفس، گشنیز، شنبلیله، ریحان، نعناع، مرزه، برگ‌ترب، هندوانه، خربزه، گوجه‌فرنگی، خیار، سیب‌زمینی، پیاز، سیر، تربچه، نخودفرنگی و باقلا) انجام گردید. غلظت نیترات در نمونه‌های سبزیجات و آب آبیاری، به روش اسپکتروفتومتری تعیین شد و تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار SPSS و SAS انجام شد. نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.001$) بین میانگین غلظت نیترات در سبزیجات برگی با دیگر گروه سبزیجات (غده‌ای، جالیزی و دانه‌ای) نشان داد. از بین سبزیجات برگی تحت مطالعه، بیشترین میانگین غلظت نیترات به ترتیب درسبزیجات شاهی، اسفناج و شوید، 689/3، 368 و 317/5 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر به دست آمد. به طور کلی، میانگین غلظت نیترات در همه‌ی نمونه‌ها در دو سال این پژوهش، کمتر از حد استاندارد ملی ایران (1392) بود.

واژه‌های کلیدی: نیتریت، سبزیجات برگی، سبزیجات غده‌ای، سبزیجات جالیزی

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، بخش تحقیقات خاک و آب

مقدمه

در رژیم غذایی ما ایرانیان، سبزیجات از جایگاه خاصی برخوردار است و همواره در برنامه ریزی تغذیه-ای، افزایش مصرف سرانه آن مورد تأکید می‌باشد.تجمع نیترات اضافی در محصولات کشاورزی و ورود آن به چرخه حیات،اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان وارد خواهد ساخت (سانتاماریا، 2006). عوامل متعددی تجمع نیترات در گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، که در دو گروه عوامل محیطی (شدت نور، میزان رطوبت) و عوامل ژنتیکی (نوع گونه و رقم گیاهان) قابل بررسی هستند. به طور مثال، می‌توان به کاربرد سموم شیمیایی بخصوص علف کش‌ها، میزان نیترات در محیط ریشه، شرایط مساعد جهت فعالیت ریزجانداران نیترات ساز و میزان عناصر غذایی دیگر مانند فسفر، گوگرد، پتاسیم، آهن، مولیبدن، کلسیم، منگنز و بر اشاره نمود. در حقیقت، عمده‌ترین عاملی که موجب تجمع نیترات در سبزیجات و سایر گیاهان می‌شود، مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی است. مقدار کود، نوع کود، سرعت آزادشدن و روش مصرف کود، بر تجمع نیترات تأثیرگذار است. اکثر پژوهشگران معتقدند با مدیریت بهینه کود دهی، میزان تجمع نیترات در محصولات کشاورزی به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد (ملکوتی و همکاران،1383). یون نیترات در صورتی که وارد بدن شود در سیستم گوارشی و در معده نوزادان به نیتریت احیا شده و در سیستم گردش خونی، آهن هموگلوبین را اکسید کرده و آهن دو ظرفیتی را به آهن سه ظرفیتی تبدیل می‌کند.

از این رو، ترکیب مت‌هموگلوبین، باعث اختلال در رسیدن اکسیژن به بدن نوزاد شده و در نهایت، منجر به خفگی و مرگ نوزاد خواهد شد. علاوه بر آن نیتریت، از طریق ترکیب با یک نوع اسید آمینه در سیستم گوارشی بدن تولید ماده سرطانزای نیتروزآمین می‌کند. تقریباً برآورد شده است که در حدود 4 الی 5 درصد از مقدار نیترات در رژیم غذایی انسان تبدیل به نیتریت می‌شود (سازمان بهداشت جهانی،1996). بنابراین، نگرانی‌های زیادی در ارتباط با وجود نیترات در محصولات غذایی، علی-الخصوص سبزیجات وجود دارد. زیرا سبزیجات، به عنوان بزرگترین منبع تجمع نیترات (بیش از 90درصد در برنامه رژیم غذایی انسان شناخته شده‌اند. این در حالی است که باتوجه به ارزش غذایی سبزیجات، وجود فیبر فراوان و نقش آن در سلامتی انسان، مصرف آن در تمامی نقاط جهان مورد تأکید متخصصین تغذیه می‌باشد (چانگ و همکاران،2003). از این رو، ارزیابی غلظت نیترات در محصولات کشاورزی، به منظور برآورد امنیت سلامت غذایی آنها، بسیار مهم و ضروری می‌باشد.

موسوی موید و همکاران (1395) نشان دادند که در شهرستان همدان، غلظت‌های نیترات و فسفات در پیازهای قرمز جمع‌آوری شده در اردیبهشت ماه و پیازهای سفید و قرمزجمع‌آوری شده در بهمن ماه، بیشتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. آنها، دلیل بالا بودن یونهای نیترات و فسفات در پیازهای مصرفی شهر همدان را احتمالاً به مصرف نامناسب، نامتعادل و بیش از حد نیاز گیاه ازکودهای نیتروژنه و فسفره عنوان کردند. در تحقیقی دیگر که بر روی غلظت نیترات در سبزی و میوه-های خریداری شده در شهر اردبیل انجام گرفت، نتایج حاکی از آن است که، میانگین غلظت نیترات در پیاز بیشتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی بود. آنها، غلظت نیترات در سبزیجات برگی را بیش از سبزیجات غده‌ای و ریشه‌ای گزارش کردند و میوه‌ها از نظر میزان تجمع نیترات نسبت به سبزی‌ها در حد پایینی قرار داشتند. بیشترین غلظت نیترات در برگ پیازچه، کلم بنفش و اسفناج به ترتیب 1555/8، 1394/8 و 1021 میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد (شهباززرادگان و همکاران، 1389). جلینی و دوستی (1390) گزارش کردند که با افزایش میزان مصرف کود اوره، مقدار نیترات باقیمانده خاک در انتهای فصل، روند افزایشی داشته و میزان باقیمانده نیترات در میوه گوجه فرنگی بین 223 تا 1314 میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند و در غده‌های سیب زمینی بین 11 تا 111 میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک برآورد شده است. رضائیان باجگیران (1385) در تحقیقی به بررسی وضعیت تجمع نیترات در سبزی و صیفی شهرستان‌های مشهد، نیشابور و سبزوار پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیترات در نمونه‌های شهرستان‌های مورد نظر در محصولات گوجه فرنگی، خیار، بادمجان، هندوانه، فلفل سبز و فلفل قرمز به ترتیب برابر با 36، 8، 25، 6، 46 و 2 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک بود که همگی از حد بحرانی پایین‌تر به دست آمد.

در این پروژه، سعی بر آن است که علاوه بر بررسی احتمال آلودگی به تجمع نیترات در انواع سبزیجات تولیدی استان، نتایج و یافته‌های تحقیقاتی این پروژه، با استاندارد ملی ایران (1392) و سایر کشورهای جهان، تحت مقایسه و ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش

در این تحقیق، انواع سبزیجات تولیدی استان، به 4 گروه سبزیجات برگی، غده‌ای، دانه‌ای و جالیزی تقسیم‌بندی شدند. سبزیجات برگی شامل، تره

ایرانی *Allium cepa*، جعفری *Petroselinum crispum* ، برگ چغندر *vulgaris subsp* ، شاهی Spinacia oleracea،اسفناج Lepidium sativum، شوید Anethum graveolens،کرفس *Apium graveolens*، گشنیز *Coriandrum sativum*، شنبلیله *Trigonella foenum-graecum*، ریحان *Ocimum basilicum*، نعناع *Mentha piperata* ، مرزه *Summer savoury* و برگ‌ترب *Raphanus sativus(leaves)* بود. همچنین، سبزیجات غده‌ای، مانند، سیر *Allium sativum* ، سیب‌زمینی *olanum tuberosum*، ترب *Raphanus sativus* و پیاز A*llium cep*a و سبزیجات دانه‌ای، از قبیل، نخودفرنگی *Pisum sativum* و باقلا*Vicia faba* و سبزیجات جالیزی مانند، گوجه‌فرنگی*solanum lycopersicum*، خیار *Cucumis sativus*، آتشی *Cucumis melo* و هندوانه *Citrullus lanatus* است. سعی بر آن است که، نقاط نمونه‌برداری از 23 نوع سبزیجات تحت مطالعه، تقریباً سطح وسیعی از مناطق تحت کشت استان را پوشش دهد (شکل1).لازم به ذکر است که، این 4 گروه از محصولات کشاورزی تحت مطالعه، تقریباً 90 درصد از سبزیجات رژیم غذایی افراد استان و کشور ایران را به خود اختصاص داده‌اند. برداشت محصولات مذکور، به ترتیب در فصول بهار (نخودفرنگی، باقلا، سیر، کرفس)، تابستان (انواع سبزی خوردن، آتشی، هندوانه، خیار، گوجه فرنگی) و پاییز (سیب‌زمینی و پیاز) و در سالهای زراعی 1393 الی1394 و به تفکیک هر محصول و در زمان برداشت محصولات در مناطق تحت کشت، صورت گرفت (جدول 1).

همزمان، اطلاعات مدیریتی از قبیل نوع و میزان کودهای شیمیایی و آلی، دور و زمان آبیاری، تاریخ کشت و زمان برداشت به صورت پرسشنامه تکمیل گردید. پس از برداشت، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و بعد از شستشوی قسمت خوراکی سبزیجات با آب مقطر، مقداری از هر نمونه، درون آون با دمای 80 درجه سانتیگراد قرار داده شدند. لازم به ذکر است که، مدت زمان لازم برای خشک شدن نمونه‌ها بستگی به بافت مورد نظردارد. پس از خشک شدن نمونه‌ها و پودر کردن آنها،از هر نمونه 0/1 تا 0/5 گرم (بسته به نوع نمونه) توزین و به ارلن مایر100میلی لیتر منتقل گردید و به روش کالریمتری بعد از احیا (روش دی‌آزو)، به آن 50 میلی‌لیتر اسید استیک دو درصد اضافه و به مدت نیم ساعت با دستگاه شیکر تکان داده شد. برای از بین بردن رنگ عصاره و داشتن عصاره شفاف، 0/2گرم کربن اکتیو به هر یک از نمونه‌ها در 5 دقیقه پایانی زمان تکان خوردن، اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی 10 میلی لیتراز عصاره به‌دست آمده داخل لوله آزمایش ریخته و به آن 0/5گرم از پودر (مخلوط سالسیلیک اسید، سولفات منگنز مونو هیدرات، سولفانیل امید، ان-1- نفتیل اتیلن دی هیدروکلراید و روی) اضافه و در لوله آزمایشگاه به مدت30 ثانیه به‌هم زده شد. پس از عبور از کاغذ صافی واتمن شماره 42 و تنظیم دستگاه اسپکتروفتومتردرطول موج 540 نانومتر، غلظت نیترات گیاهی، اندازه‌گیری گردید (امامی،1375).

حد تشخیص دستگاه[1]، 0/093 میلی‌گرم در و حد تعیین[2] برابر با 0/31 میلی‌گرم در لیتر مشخص شد.حد مجاز نیترات در محصولات کشاورزی با توجه به مصرف سرانه خواربار، متفاوت است و در صورت مصرف بیشتر، می‌بایست حد مجاز کمتری درنظر گرفته شود. بنابراین، میانگین سطوح نیترات در سبزیجات مصرفی کشورهای مختلف، روند متفاوتی نشان داده‌است (چونگ و همکاران 2003).

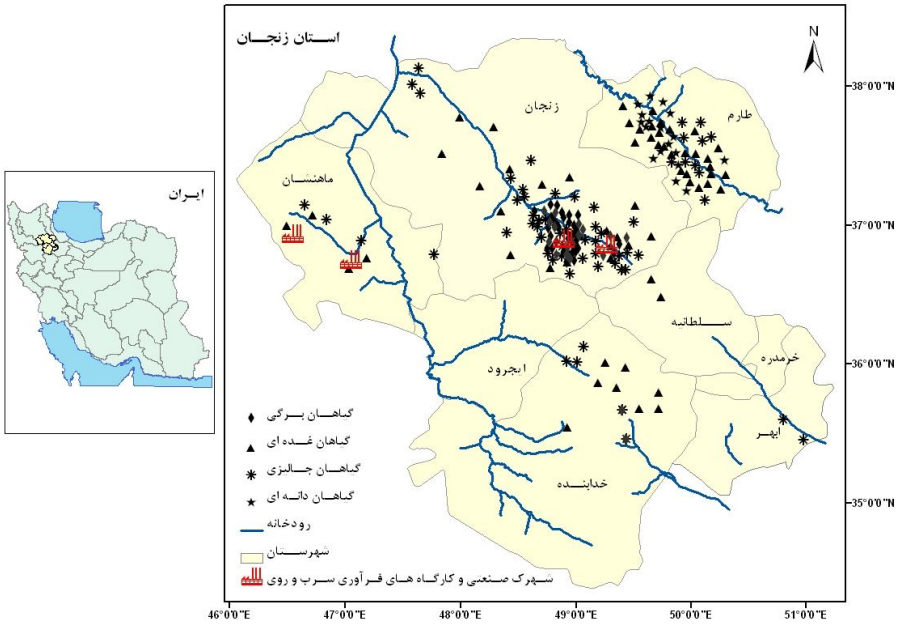
در نهایت، با استفاده از نرم افزارSPSS، ابتدا نرمال بودن داده ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. پس از اطمینان از نرمال بوده داده‌ها، مقایسه میانگین با انجام آزمون توکی بین غلظت نیترات در انواع سبزیجات (برگی، غده‌ای، جالیزی و دانه‌ای) انجام گرفت و نهایتاً با آزمون One-sample Ttest مقایسه میانگین بین غلظت نیترات در گیاهان مختلف با حدود مجازاستاندارد ملی ایران (1392) صورت گرفت.

نتایج

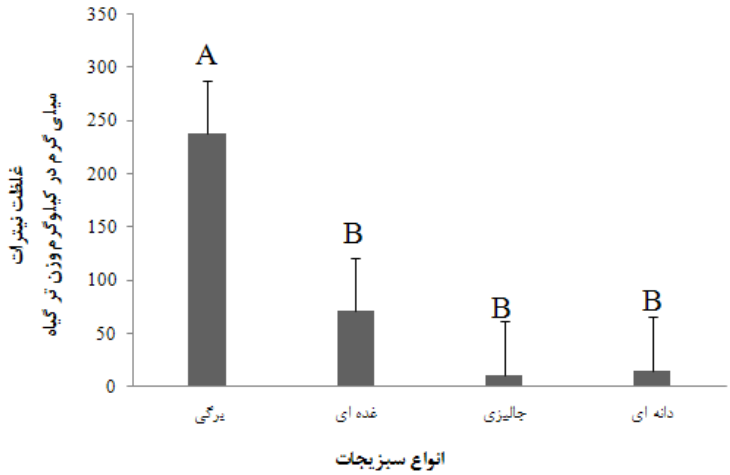
با توجه به نتایج مندرج در شکل 2، میانگین غلظت نیترات در سبزیجات برگی در مقایسه با سایر گروه‌های سبزیجات از جمله، سبزیجات جالیزی، دانه‌ای و غده‌ای، در سطح 0/1 درصد اختلاف آماری معنی‌داری نشان داده‌است. این در حالی است که بین غلظت نیترات در سایر سبزیجات (دانه‌ای، جالیزی و غده‌ای) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین، میانگین غلظت نیترات در طی دو سال نمونه‌برداری درگروه‌های سبزیجات برگی، غده‌ای، دانه‌ای و جالیزی به ترتیب برابر با 238، 70/76، 11/28 و15/26 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر برآورد گردید. تحقیقات نشان داده است که، میزان نیترات در گروه‌های مختلف سبزیجات متفاوت می‌باشد و این امر حاکی از آن است که نوع سبزی و صیفی جات با توجه به ساختار ژنتیکی گیاه،

[1] Limit of Detection
[2] Limit of Quantitation

ساختار ریشه، میزان جذب آب، اسیدی یا قلیایی بودن بافت متفاوت می‌باشد (شهلایی و همکاران، 2007).



شکل 1- نقشه نقاط نمونه‌برداری انواع سبزیجات تولیدی استان زنجان



شکل 2- مقایسه میانگین غلظت نیترات گیاهی(میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر) در دو سال زراعی و درگروه‌های مختلف سبزیجات

میانگین غلظت نیترات در بین انواع سبزیجات برگی و در طی دو سال نمونه‌برداری، در سطح 1درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول1). به‌طوریکه، در بین سبزیجات برگی، سبزی شاهی، به ترتیب با میانگین 607/5 و 771 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر، بالاترین غلظت نیترات را در سال‌های اول و دوم نمونه‌برداری به خود اختصاص داده‌است. ترتیب تغییرات غلظت نیترات گیاهی در هر سال زراعی، به صورت زیر روند کاهشی نشان داده است.

جعفری< شنبلیله< برگ ترب < نعناع< کرفس < ریحان < برگ چغندر< تره < گشنیز < مرزه < شوید < اسفناج < شاهی :سال اول

کرفس< نعناع< تره < ریحان< برگ چغندر < جعفری < شنبلیله< برگ ترب < مرزه < گشنیز < شوید < اسفناج < شاهی :سال دوم

بنابراین، همانطور که نتایج نشان می‌دهد، سبزیجات شاهی، اسفناج و شوید، در هر دو سال نمونه-برداری، بیشترین غلظت نیترات گیاهی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، میانگین غلظت نیترات در

گیاه اسفناج طی دو سال نمونه‌برداری، به ترتیب برابر با 361 و375/3 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر تعیین شد. میانگین غلظت باقیمانده نیترات سبزی اسفناج در کشورهای کره (چانگ و همکاران،2003)، فرانسه (منارد و همکاران،2008)، نیوزیلند (تامسون و همکاران،2007)، دانمارک (پترسن و ستولتز،1999)، انگلستان (یسارت و همکاران، 1999)، ایتالیا (دی مارتین و رستانی، 2003) و استونیا (تام و همکاران،2006)، ترکیه (اوزتکین و همکران،2002)، برزیل (زیمنس و همکاران،2000)، مصر (زارگیانیس و فیتیانوس، 1999)، سوئد (مرینو و همکاران، 2006) و چین (زنگ و همکاران، 2002)، به ترتیب 4259، 1682، 824، 1783، 2470، 1757، 2508، 2820، 528، 1250 ، 1747و 2358 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش شده است.

این در حالی است که در استاندارد ملی ایران (1392)، حد مجاز غلظت نیترات در سبزی اسفناج را برابر با2000 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تراعلام کرده‌اند. محققان نشان دادند که، از بین سبزیجات برگی، گیاه اسفناج پاسخ خوبی به کاربرد کودهای نیتروژنی نشان داده است. آنها، عامل اصلی تجمع نیترات گیاهی را ناشی از روش کشت، زمان برداشت و برگ‌های پهن این گیاه دانستند (مروسیا و همکاران، 2010 و شهلایی و همکاران، 2007). جعفری و جلالی (1396) با کشت اسفناج در شرایط آب و هوایی اصفهان، نشان دادند که، تأخیر کاشت از 15 شهریور تا اول آبان ماه، علاوه بر کاهش عملکرد، منجربه افزایش خطی، مقدار تجمع نیترات گیاهی شده است. در مطالعه‌ی غلظت نیترات در انواع سبزیجات غده-ای (جدول1)، مشخص گردید که، در دو سال نمونه-برداری، گیاه تربچه، بالاترین میانگین غلظت نیترات را با عدد161 و 183 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر به ترتیب برای سالهای اول و دوم به خود اختصاص داده است و بین انواع سبزیجات غده‌ای از نظر میزان تجمع نیترات اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. بالاترین تجمع نیترات در گیاه تربچه متعلق به مناطق سبزی‌کاری واقع در روستای دیزج‌آباد (586 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) و پنبه چوق (522 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) بود. میانگین غلظت نیترات تربچه در دو سال زراعی، 118 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر به دست آمد که کمتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران (500 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) بود و این اختلاف، در سطح 0/1درصد معنی‌دار به دست آمد. از طرفی، میانگین غلظت نیترات پیاز (دو سال زراعی) برابر با 69/35 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر به دست آمد، که کمتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران (90 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) است و این اختلاف در سطح 1درصد معنی‌دار بود. در کشور کره (چانگ و همکاران،2003) حد مجاز نیترات باقیمانده در گیاهان پیاز و تربچه را به ترتیب 23 و 1878میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر و کشور انگلستان (یسارت و همکاران،1999) حد مجاز نیترات پیاز و تربچه را 235 و2600 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر و کشور استونیا (تام و همکاران،2006) نیترات باقیمانده در محصولات مذکور رابه ترتیب 55 و 1309 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بیان کردند. همانطور که قبلاً اشاره شد، در شهرستان‌های سلطانیه، خدابنده که سطح وسیعی از محصولات تحت کشت استان از قبیل سیب‌زمینی و سیر را، شامل بود، هیچ گونه آلودگی به تجمع نیترات در این محصولات به‌دست نیامد (جدول1) و میانگین غلظت نیترات در آنها، کمتر از حد بیشینه مجاز تجمع نیترات تعیین شده در استاندارد ملی ایران (1392) بود. در حالیکه طبق نتایج مندرج در جدول 1، میانگین دو ساله غلظت نیترات در محصولات سیب‌زمینی و سیر استان زنجان به ترتیب برابر با 31/35 و26/7میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر به‌دست آمد.

در کشورهای کره (چانگ و همکاران،2003)، نیوزیلند (تامسون و همکاران،2007)، دانمارک (پترسن و ستولتز،1999) و انگلستان (یسارت و همکاران، 1999)، چین (زنگ و همکاران،2002)، میزان نیترات در سیب-زمینی را به ترتیب ، 452 ، 107، ۱۶۴،۲۲۹و 150 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش کردند. در بررسی غلظت نیترات در سبزیجات جالیزی و دانه‌ای (جدول1) مشخص گردید که، محصولات مذکور سالم و عاری از هر گونه تجمع نیترات بودند. محدوده تغییرات غلظت نیترات گیاهی، کمتر از حد بیشینه مجاز نیترات در استاندارد ملی ایران (1392) بود و این اختلاف از نظر آماری در سطح 0/1درصد معنی‌دار است. در سال 1394، غلظت نیترات در گوجه‌فرنگی با میانگین34/3 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر، بالاترین تجمع نیترات گیاهی را به خود اختصاص داده است.

بنابراین از نتایج دو سال تحقیق، می‌توان چنین استنباط کرد که، غلظت نیترات درگوجه‌فرنگی، دربین انواع محصولات جالیزی در رتبه نخست قرار داشته و بعد از آن محصولات هندوانه استان در رتبه بعدی قرارگرفته است. حد مجاز غلظت نیترات گوجه‌فرنگی در سایر کشورها از قبیل، کشورهای نیوزیلند (تامسون و همکاران،2007)، استونیا (تام و همکاران،2006) و چین (زنگ و همکاران،2002) به ترتیب برابر با ۱۹،۴۱ و78

میلی‌گرم در کیلوگرم وزن ترگزارش شده است. در این تحقیق، میانگین دو ساله غلظت نیترات در گوجه‌فرنگی، هندوانه، خیار و آتشی به ترتیب 27/35، 9/78 ، 6/78 و6/32 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر برآورد گردید که کمتر از بیشینه مجاز اعلام شده استاندارد ملی ایران (1392) بود. محدوده غلظت نیترات در محصولات خیار کشورهای کره(چانگ و همکاران،2003)، نیوزیلند (تامسون و همکاران،2007)، انگلستان (یسارت و همکاران،1999)، استونیا (تام و همکاران،2006)، چین (زنگ و همکاران،2002) و اسلوونیا (سوزین و همکران،2006)، به ترتیب 212، 25، ۱۶۰،۱۵۱، 170 و93 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن ترگزارش شده است. بنابراین، غلظت نیترات در محصولات مذکور، بسیار پایین‌تر از حد بیشینه مجاز اعلام شده در استاندارد ملی ایران(1392) و سایر کشورها به دست آمد.

محققان، در بررسی غلظت نیترات در محیط آبکشت خیارسبز، بدین نتیجه رسیدند که کاربرد سطوح 310 و 328 میلی‌گرم در لیتر نیتروژن، منجربه افزایش غلظت نیترات از 1356 به 2122 میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه خیار سبز گردید، که بالاتر از غلظت مجاز به دست آمده است و با کاربرد مولیبدن به محیط کشت، بدون کاهش عملکرد، باکاهش غلظت نیترات گیاهی همراه بوده است. بنابراین، تجمع نیترات گیاهی، علاوه بر سطوح نیتروژن کاربردی به برهمکنش بین نیتروژن با سایر عناصر غذایی بستگی دارد (بیگی و همکاران،1390). در کشور استونیا (تام و همکاران،2006)، محدوده غلظت نیترات در محصولات آتشی را 95 میلی گرم در کیلوگرم وزن ترگزارش کردند.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار نیترات در سبزیجات مختلف، متفاوت می‌باشد و حداقل مقدار غلظت نیترات در گیاهان سال اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب 0/71 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه نخود فرنگی و 0/14 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر خیار گزارش شده است. این در حالی است که بیشترین غلظت نیترات در دو سال نمونه برداری برابر با 1498و 3943 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر سبزی شاهی به دست آمده است. بنابراین، محدوده تغییرات غلظت نیترات در انواع سبزیجات تولیدی استان زنجان، در گستره‌ی، کمتر از 10^{1}الی 10^{3} متغیر می‌باشد. عوامل مختلفی از جمله ژنوتیپ گیاه، در میزان جذب نیترات از خاک مؤثر می‌باشد. بسیاری از گیاهان نیترات را در ریشه به یون‌های نیتریت و آمونیم کاهش می‌دهند. در حالی‌که گیاهان دیگر، تنها قسمت کوچکی از نیترات را در ریشه‌ها نگه‌می‌دارند و قسمت عمده نیترات جذبی را به قسمت‌های هوایی گیاه منتقل کرده و منجر به بروز تجمع نیترات در قسمت‌های هوایی گیاه علی‌الخصوص سبزیجات برگی خواهند شد که می‌بایست در مصرف این قبیل سبزیجات توجه بیشتری صورت گیرد. البته یک سوم گیاهان نیترات را در قسمت‌های هوایی به یونهای آمونیم کاهش می‌دهند که عمدتاً، تحت تأثیر فرایندهای متفاوت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز در قسمت‌های مختلف گیاهی می‌باشد.

توزیع فراوانی غلظت نیترات در انواع مختلف سبزیجات برگی مهم و ضروری می‌باشد. بنابراین، در برخی از سبزیجات برگی تحت بررسی، غلظت نیترات در سال اول یا دوم نمونه‌برداری، بالاتر از محدوده‌ی مجاز می‌باشد. به طور مثال، در سال اول نمونه‌برداری، به ترتیب 18/2، 5/88 و 9 درصد از مزارع سبزی‌کاری کرفس، شوید و مرزه، آلوده به تجمع نیترات بودند. این در حالی است که، در سال دوم نمونه‌برداری به ترتیب 6/25، 7/14، 5/88 و 5/88 درصد مزارع تحت کشت سبزیجات جعفری، شوید، گشنیز و برگ چغندر، آلوده به تجمع نیترات بودند. همچنین، در طی دو سال زراعی، به ترتیب، در20 و22 درصد از مزارع سبزی‌کاری تحت کشت سبزیجات شاهی، شوید و اسفناج، غلظت نیترات گیاهی، بالاتر از حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران بود (1392). همچنین، از بین سبزیجات غده‌ای، بالاترین تجمع نیترات در گیاه تربچه متعلق به مناطق سبزی‌کاری واقع در روستای دیزج‌آباد و پنبه چوق به‌دست آمد. بطوریکه، در سال اول و دوم نمونه‌برداری، به ترتیب 16/6 و 7 درصد از مزارع سبزی‌کاری تحت کشت تربچه، غلظت نیترات بالاتراز استاندارد ملی ایران (500 میلی گرم در کیلوگرم وزن تر) و تقریباً 32 درصد از مزارع تحت کشت پیاز در سال اول نمونه‌برداری آلوده به تجمع نیترات بودند. بنابراین، این سبزیجات، عمدتاً در مزارع مجاور به روستای کوشکن، پنبه چوق، دیزج آباد و مزارع اطراف راه‌آهن شهری بودند، این مزارع، در قسمت جنوبی شهر زنجان و در مسیر خروجی فاضلاب شهری قرار داشتند و طبق آمار سازمان جهاد کشاورزی، تقریباً، 80 درصد مزارع سبزی‌کاری استان در این قسمت واقع شده-اند که می‌بایست تمهیدات لازم در این باره صورت گیرد. لازم به ذکر است که، صیفی‌کاران استان زنجان، عمدتاً با مصرف بهینه کودهای نیتروژنی و دامی، نیاز ازتی گیاهان را پوشش می‌دهند.

جدول 1- آمار توصیفی و حد مجاز غلظت نیترات (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) در انواع سبزیجات تولیدی استان زنجان

سبزی	تعداد نمونه	دامنه	میانگین	چولگی	کشیدگی	ضریب	تعداد	دامنه	میانگین	چولگی	کشیدگی	ضریب	حد*
		سال اول						سال دوم					
کرفس	11	516- 3/76	146 b	1/19	-0/09	1/27	8	203- 26/24	89/05 b	1/28	-0/17	0/78	400
جعفری	17	279-1/25	83/5 b	1/08	0/17	1/01	16	1313-13	213 b	3/2	11/4	1/5	1000
نعناع	15	805- 4/42	138 b	3/01	9/88	1/45	17	291- 9/1	112 b	0/6	-0/8	0/8	1000
شوید	14	1346- 7/57	288 ab	2/21	5/6	1/25	17	2064- 6/9	347 ab	3/1	10/7	1/4	1000
گشنیز	14	688-2/11	221 b	0/84	-1/15	1/20	17	1825- 5/6	313 ab	2/7	8/6	1/4	1000
مرزه	11	1428- 2/2	203 b	3/01	9/4	2/06	17	809- 11/6	300 ab	0/8	-0/5	0/9	1000
تره	18	601- 4/53	180 b	1/11	-0/37	1/23	19	612- 6/6	164 b	1/4	0/9	1/2	1000
برگ چغندر	15	921- 3/49	160 b	2/29	4/36	1/74	17	1275- 12/8	210b	2/7	8/2	1/5	1000
اسفناج	6	1190- 16/11	361 ab	2/04	4/51	1/17	8	820- 0/9	375 ab	0/1	-1/9	0/9	2000
شنبلیله	9	258- 6/5	96/4b	0/76	-1/04	0/98	16	971- 19/8	253 b	1/7	1/6	1/2	1000
برگ ترب	13	491- 2/47	117 b	1/47	1/55	1/32	14	1008- 14/55	281 ab	1/37	2/30	0/99	1000
شاهی	10	1498- 44/76	607/5a	0/78	0/50	0/72	14	3943- 4/7	771 a	2/8	8/9	1/3	1000
ریحان	15	1015- 4/53	157 b	2/50	6/40	1/79	13	570- 6/8	179 b	1/2	1/3	0/9	1000
سیر	11	34/6-2/7	16/6 b	0/54	-1/01	0/68	11	77/5-8/7	36/8 b	0/9	-0/7	0/6	500
سیب‌زمینی	29	130/5-3/1	36/3 b	1/7	2/5	0/9	17	136/8-0/5	26/4 b	2/57	8/04	1/25	170
پیاز	11	205/3-7/9	99 ab	0/22	-1/61	0/74	8	62/1-24/2	39/7 b	0/8	0/49	0/3	90
تربچه	12	586- 14/1	161 a	1/72	1/79	1/19	14	522- 20/8	183 a	1/12	1/31	0/77	500
گوجه‌فرنگی	24	80-1/05	20/4 a	2/52	9/36	0/76	20	92/6-6/3	34/3 a	0/92	-0/24	0/77	120
خیار	17	31-0/8	5/93 a	2/24	4/78	1/43	23	70/18-0/14	7/64 b	3/19	9/75	2/22	90
آتشی	7	26/72- 0/85	5/25 a	2/64	7/12	1/68	5	15/87-3/69	7/38 b	1/98	4/16	0/66	90
هندوانه	4	17/89- 3/16	10 a	0/33	-2/24	0/66	7	32/79- 1/51	9/56 b	2/32	5/78	1/10	60
نخودفرنگی	8	37/94- 0/71	11/ 4 b	1/87	3/75	1/00	9	32/11- 5/26	13/4 b	1/76	3/66	0/64	100*
باقلا	8	13/7-4/2	10/ 36 b	-1/15	1/40	0/30	10	25/3-0/5	10 b	0/91	-0/68	0/95	100

*استاندارد ملی ایران (1392)

از این رو، با توجه به مدیریت زراعی و ساختار ژنتیکی این گیاهان، محدوده غلظت نیترات در محصولات مذکور، بسیار پایین‌تر از حد بیشینه مجاز اعلام شده در استاندارد ملی ایران (1392) و سایر کشورها به دست آمد. بنابراین، این قبیل محصولات، سالم و عاری از تجمع نیترات بودند و مصرف آنها، نمی‌تواند سلامتی انسان را تهدید کند.

در نهایت، بررسی اجمالی وضعیت کشاورزی منطقه مورد مطالعه نشان داد که کشاورزی غالب منطقه، تابع سیستم سنتی بوده و لذا مدیریت زراعی کشاورزان از نظر دور و روش آبیاری و میزان، نحوه پخش و نوع کود در سطح اراضی مذکور، تنوع قابل ملاحظه‌ای ندارد. به نظر می‌رسد که، قیمت نسبتاً بالای کود از سویی، درآمد پایین کشاورزان از سوی دیگر و نیز وضعیت نسبتاً مناسب توزیع دامداری‌ها در منطقه، به نوعی کشاورزان را وادار به کاربرد توأم کودهای شیمیایی و دامی کرده است از این رو، پایین بودن غلظت نیترات در نمونه‌های گیاهی بیشتر مزارع مطالعاتی، دور از انتظار نخواهد بود. ولیکن، با توجه به اینکه، تعداد نمونه‌ها برای نتیجه‌گیری نهایی کافی نمی‌باشد، لازم است به دلیل تنوع محصولات و پراکندگی مناطق، این مطالعه با تعداد بیشتری نمونه در مناطق مورد مطالعه تکرار شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی (شماره طرح 92/9886-122149) مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوده که با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان اجرا شده است. بدینوسیله، از ریاست محترم سازمان جهاد کشاورزی و معاونت محترم پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان جهت حمایت مالی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع:

1. امامی آ. 1375. روش‌های تجزیه شیمیایی گیاه (جلد اول)، وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره 982.
2. بیگی س، گلچین ا و شفیعی س. 1390. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی بر صفات کمی و کیفی و غلظت نیترات در خیار سبز در محیط آبکشت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. شماره 6، 48-37ص.
3. جعفری پ، جلالی ا.ه. 1396. تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و تجمع نیترات اسفناج (Spinacia oleracea L.) در شرایط آب و هوایی اصفهان. نشریه علوم باغبانی. جلد 31، شماره3، 542-533ص.
4. جلینی، م. دوستی، ف. 1390. بررسی میزان تجمع نیترات در محصول سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی. فصلنامه علمی محیط زیست. شماره50، 71- 62 ص.
5. رضائیان باجگبران، س. 1385. بررسی وضعیت تجمع نیترات در سبزی و صیفی شهرستان‌های مشهد، نیشابور و سبزوار . گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
6. شهباززادگان س، هاشمی‌مجد س و شهبازی ب. 1389. اندازه‌گیری غلظت نیترات در سبزی‌ها و میوه‌های عرضه شده در شهر اردبیل. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اردبیل. دوره 10، شماره 1، 47-38ص.
7. علی احیایی م و بهبهانی زاده ع آ. 1372. روش‌های تجزیه شیمیایی خاک و آب (جلد اول). وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره 893.
8. لشکرپور غ.ر و م. غفوری. 1381. بررسی وضعیت نیترات در آب زیرزمینی مشهد. مجله آب و فاضلاب. شماره 41: 7-2.
9. ملکوتی، م.ج.، ا. بایبوردی و ج. طباطبایی. 1383. مصرف بهینه کود گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت کاهش آلاینده ها در محصولات سبزی و صیفی. انتشارات نشر علوم کشاورزی کاربردی. 352 صفحه.
10. بی نام، 1392، مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی (چاپ اول)، شماره 16596. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، .

11.موسوی موید، ف. چراغی، م و لرستانی، ب. 1395. بررسی میزان تجمع نیترات و فسفات در پیاز مصرفی بازار شهر همدان. مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور. 1395. شماره 4، 89-82ص.

12. Chung, S., J. Kim, M. Kim, M. Hong, J. Lee, C. Kim, et al. 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. Food Addi & Contam. 20(7):621-28.
13. De Martin, S., and P. Restani. 2003. Determination of nitrates by a novel ion chromatographic method: occurrence in leafy vegetables (organic and conventional) and exposure assessment for Italian consumers. Food Addi & Contam. 20(9):787-92.
14. European Commission. 1995. Scientific Committee for Food. In: editor.^editors. Opinion on Nitrate and Nitrite. ed., p. 1–25.
15. Fytianos, K., and P. Zarogiannis. 1999. Nitrate and nitrite accumulation in fresh vegetables from Greece. Bull Environ Contam Toxicol. 62(2):187-92.
16. Menard, C., F. Heraud, J.L. Volatier and J.C., Leblanc. 2008. Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. Food Addi & Contam. 25(8):971-88.
17. Merino, L., P.O. Darnerud, U. Edberg, P. Åman and M., Castillo. 2006. Levels of nitrate in Swedish lettuce and spinach over the past 10 years. Food Addi & Contam. 23(12):1283-89.
18. Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J. Sci. Food Agric. 86(1):10-17.
19. Merusia,C., C., Corradinia, A., C., Cavazza, Borromeia, and P., Salvadeoa.2010. Determination of nitrates, nitrites and oxalates in food products by capillary electrophoresis with pH -dependent electroosmotic flow reversal. Journal of Food Chemistry, 120: 615-620.
20. Öztekin, N., M.S. Nutku and F.B. Erim. 2002. Simultaneous determination of nitrite and nitrate in meat products and vegetables by capillary electrophoresis. Food Chem,76(1):103-06.
21. Petersen, A., and S. Stoltze. 1999. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. Food Addi & Contam. 16(7):291-99.
22. Shahlaei, A., N.N., Alemzadeh and Sadighie, F.D. 2007. Evaluation of Nitrate and Nitrite Content of Iran Southern (Ahwaz) Vegetables during winter and spring of 2006. Asian Journal of Plant Sciences. 6(8): 1197-1203.
23. Sušin, J., V. Kmecl and A. Gregorčič. 2006. A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996–2002. Food Addi & Contam. 23(4):385-90.
24. Tamme, T., M. Reinik, M. Roasto, K. Juhkam, T. Tenno and A. Kiis. 2006. Nitrates and nitrites invegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. Food Addi & Contam. 23(4):355-61.
25. Thomson, B., C. Nokes and P. Cressey. 2007. Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. Food Addi & Contam. 24(2):113-21.
26. Ximenes, M., S. Rath and F. Reyes. 2000. Polarographic determination of nitrate in vegetables. Talanta. 51(1):49-56.
27. Ysart, G., R. Clifford and N. Harrison.1999. Monitoring for nitrate in UK-grown lettuce and spinach. Food Addi & Contam. 16(7):301-06.
28. Zhong, W., C. Hu and M. Wang. 2002. Nitrate and nitrite in vegetables from north China: content and intake. Food Addi & Contam. 19(12):1125-29.

Overview of Nitrate Concentration in Some Vegetables Produced in Zanjan Province

L. Tabande[1] and M. Zarei

MSc, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran;
E-mail: ltabande@yahoo.com

Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran; E-mail: mehdizarei@shirazu.ac.ir

Received: December, 2017 and Accepted: August, 2018

Abstract

Nitrate is an anion that may be transformed to nitrite, which reacts with amines and amides to produce N-nitroze compounds. These compounds increase the risk of gastric cancer. The purpose of this study was to determine the concentration of nitrate in some vegetables in Zanjan province. This descriptive cross-sectional study was conducted randomly in two harvest years (2014-15) on 614 samples of 23 kinds of different cultivated vegetables including *Allium cepa L, vulgaris subsp, Petroselinum crispum, Lepidium sativum, Spinacia oleracea, Anethum graveolens, Apium graveolens, Coriandrum sativum, Trigonella foenum-graecum, Ocimum basilicum, Mentha piperata, Summer savoury, Raphanus sativus(leaves)*, watermelon, melon, tomato, cucumber, potato, onion, garlic, radish, green peas, and broad bean. Concentration of nitrate in vegetables and irrigation water samples were determined by spectrophotometric method and data was analyzed using SPSS and SAS software. The results showed significant ($p \leq 0.001$) differences between the mean concentration of nitrate in leafy vegetables and other vegetables groups (tubers, cucurbits and seed vegetables). Among the leafy vegetables studied, the highest average nitrate concentration was found in *Lepidium sativum*, *Spinacia oleracea*, and *Anethum graveolens*, equal to 689.3, 368, and 317.5 $mg.kg^{-1}$ fresh weight, respectively. In general, the average nitrate concentration in all samples in the two study years was less than the National Sandards of Iran (2013).

Keywords: Nitrite**,** Leafy vegetables, Summer vegetables

[1.] Corresponding author: Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Soil and Water Research Department