بررسی میزان تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های عرضه شده در بازار شهرکرد

شهرام کیانی[1*]، محبوبه قیطاسی[2]

۱- استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات: shkiani2002@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹٤/٦/۱ پذیرش نهایی: ۹٤/۱۱/۱)

چکیده

در سال‌های اخیر وجود نیترات و نیتریت در سبزی‌ها به یکی از نگرانی‌ها در سطح افکار عمومی تبدیل شده است. هدف این تحقیق بررسی وضعیت تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های عرضه شده در بازار شهرکرد بود. برای این منظور در زمستان ۱۳۹۰ و تابستان ۱۳۹۱ تعداد ۲۲۲ نمونه جمع‌آوری و تجمع نیترات و نیتریت در آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین تجمع نیترات در سبزی‌های مختلف دارای طیف گسترده‌ای از ۳۱۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در نعناع تا ۳۳۰۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در مرزه بود. در بیش از ۸۵ درصد از نمونه‌ها میانگین تجمع نیترات کمتر از حد استاندارد (۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود، در حالی‌که در مرزه بیش از ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر برآورد شد. هم‌چنین مشخص گردید که میانگین تجمع نیتریت در مقایسه با نیترات بسیار پایین و ۱/٦٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود. یافته‌ها نشان داد که تجمع نیترات در فصل تابستان به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر بود اما در مورد نیتریت عکس این حالت مشاهده شد. بر اساس نتایج این پژوهش، میزان تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های عرضه شده در شهرکرد تهدیدی برای سلامت مصرف‌کنندگان محسوب نمی‌شود، با این حال به‌کارگیری روش‌های موثر برای کاهش تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌ها توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نیترات، نیتریت، سبزی، شهرکرد

مقدمه

به‌طور طبیعی یون‌های نیترات و نیتریت در خاک یافت شده و قسمتی از چرخه نیتروژن را تشکیل می‌دهند. نیترات شکل عمده جذب نیتروژن توسط گیاهان بوده و رشد گیاهان به آن وابسته است. نیترات در اثر فرایند نیترات سازی در خاک تولید می‌شود. از طرف دیگر یون نیتریت حاصل از اکسایش آمونیوم نسبتا ناپایدار بوده و سریعاً به نیترات اکسید می‌شود. در این میان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه منجر به افزایش مقدار این یون‌ها در خاک و آب می‌گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). از طرف دیگر این دو ترکیب در بدن حیوانات و انسان تولید می‌شوند. هم‌چنین این ترکیبات (نیترات و نیتریت) به عنوان نگه‌دارنده در غذاهای فرآوری شده استفاده می‌شوند (EFSA, 2008).

مصرف سبزی‌ها برای سلامتی انسان ضروری بوده زیرا آنها منبع خوبی از ویتامین‌ها از قبیل A و C، عناصر معدنی مثل پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن و سایر ترکیبات مفید از قبیل اسید فولیک و فیبر بوده و بنابراین منجر به کاهش خطر سرطان به خصوص سرطان‌های دستگاه گوارش در انسان می‌شوند. سازمان بهداشت جهانی، مصرف روزانه حداقل ٤٠٠ گرم سبزی و میوه را برای جلوگیری از بیماری‌های مزمن در انسان توصیه می‌کند (WHO, 2003a). علی‌رغم اینکه سبزی‌ها بر سلامتی انسان تاثیر مثبت دارند، اما از سطوح نیترات و نیتریت آنها نبایستی چشم‌پوشی کرد. عمده راه ورود نیترات به بدن انسان از طریق مصرف غذا و به ویژه از طریق سبزی‌ها است که حدود ۷۰ تا ۹۰ درصد کل نیترات وارده به بدن انسان را به خود اختصاص می‌دهد. برعکس عمده نیتریت موجود در بدن انسان (حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد) از تبدیل درون‌زاد نیترات به نیتریت حاصل می‌شود (EFSA, 2008). تجمع نیترات در گیاهان بستگی به عواملی از قبیل گونه گیاهی، فصل، شدت نور، دما، روش کشت، مقدار کود مصرفی، روش نگهداری و فرآوری دارد (Santamaria, 2006).

نیترات به تنهایی نسبتاً غیرسمی است اما وقتی در بدن به وسیله باکتری‌ها به نیتریت تبدیل و جذب شود باعث ایجاد عارضه متهموگلوبینیمیا می‌شود که این امر به خصوص در نوزادان باعث ایجاد سندروم نوزاد کبود (کمبود اکسیژن) می‌شود. از طرف دیگر در معده انسان، نیتریت با ترکیبات نیتروساتابل (nitrosatable) از قبیل آمیدها و آمین‌ها واکنش داده و منجر به تولید ترکیبات ان- نیتروزو می‌شود (Santamaria, 2006). برخی از ترکیبات ان- نیتروزو از قبیل نیتروزآمین سرطان‌زای قوی در گونه‌های حیوانی بوده و بنابراین می‌توانند در انسان منجر به سرطان شوند (Risch *et al.*, 1985). پژوهش‌های انجام شده در مورد خطر سرطان‌زایی مصرف مقادیر بالای نیترات موجود در سبزی‌ها متناقض هستند. در برخی از مطالعات اپیدیمیولوژیک بین مصرف نیترات و نیتریت و سرطان معده و مری در انسان یک همبستگی مثبت یافت شده است (Dutt *et al.*, 1987). به عنوان مثال مطالعات اپیدیمیولوژیک انجام شده در شیلی حاکی از رابطه قطعی بین مصرف نیترات (بین ۱۳۳ تا ٤٣٩ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سبزی‌ها) و شیوع سرطان معده هستند (Armijo *et al.*, 1981). در حالی که در مطالعات دیگر چنین رابطه‌ای مشاهده نشده است. به عبارت دیگر، در مطالعات کنترلی موردی، یک همبستگی منفی بین مصرف نیترات

و سرطان معده مشاهده شده است. این امر به اثر محافظتی قوی شناخته شده سبزی‌ها و میوه‌ها بر خطر ایجاد سرطان دستگاه گوارش نسبت داده شده است (Santamaria, 2006; WHO, 2007). به طور کلی، مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده توسط کمیته مشترک متخصصین افزودنی‌های غذایی سازمان خواروبار جهانی و سازمان بهداشت جهانی (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ شواهدی مبنی بر سرطان‌زایی نیترات و نیتریت در انسان را نشان نداده است (WHO, 2003b; EFSA, 2008). این کمیته میزان مصرف روزانه قابل قبول نیترات و نیتریت را به ترتیب ۰ تا ۳/۷ و ۰ تا ۰/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز گزارش کرده است.

تاکنون پژوهش‌های متعددی در مورد بررسی تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌ها و میوه‌ها در جهان صورت گرفته است (Onyesom and Okoh, 2006; Shahlaei *et al*., 2007; Shokrzadeh *et al*., 2007; Thompson *et al*., 2007). در برخی از این مطالعات تجمع نیترات و نیتریت بیش از حد استاندارد بوده و در برخی دیگر تجمع کمتر از حد استاندارد بوده است. پژوهش‌های انجام شده توسط شکرزاده و همکاران در سال ۲۰۰۷ در مازندران، رضائیان و همکاران در سال ۱۳۸۹ در خراسان رضوی، شهباز زادگان و همکاران در سال ۱۳۸۹ در اردبیل و شهلایی و همکاران در سال ۲۰۰۷ در خوزستان نشان داد تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد بوده و نگرانی وجود نداشته است. در حالی که تحقیقات سپه‌وند و امیدواری در سال ۱۳۸۹ در لرستان، رحمانی در سال ۱۳۸۵ در اصفهان و پورمقیم و همکاران در سال ۱۳۸۹ در تهران نشان داد که تجمع نیترات در برخی از سبزی‌های مورد مطالعه بیش از حدود مرجع بوده و نگرانی جدی در این زمینه وجود دارد. این تحقیق به منظور اندازه‌گیری تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های عرضه شده در بازار شهرکرد و ارزیابی خطر احتمالی ناشی از مصرف سبزی‌های دارای مقادیر نیترات و نیتریت بیش از سطح استاندارد برای جمعیت موجود انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این پژوهش در طول فصول زمستان ۱۳۹۰ و تابستان ۱۳۹۱ از بازار شهرکرد نمونه‌های سبزی (۱۷ مورد نمونه‌برداری) تهیه شد. تعداد کل نمونه‌های تهیه شده ۲۲۲ نمونه بود که شامل سبزی‌های شوید، جعفری، گشنیز، شاهی، تره، نعناع، شنبلیله، ریحان سبز، برگ تربچه، غده تربچه، پیازچه، اسفناج، ریحان بنفش، برگ چغندرقند، مرزه، خرفه و ترخون بودند. حداقل وزن نمونه‌های تهیه شده برای هر کدام از سبزی‌های مورد مطالعه ۲ کیلوگرم بود. بدنبال آن نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و پس از جدا کردن قسمت‌های غیرخوراکی، زرد، صدمه دیده و پلاسیده حدود ۲۰۰ گرم نمونه از هر سبزی جدا و با استفاده از ترازوی رقومی توزین شد. سپس نمونه‌ها با آب معمولی و آب مقطر (۲ بار) شستشو داده شد و به مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و مجدداً توزین شدند. سپس درصد ماده خشک نمونه‌ها از تقسیم وزن خشک نهایی به وزن تر اولیه محاسبه شد. بدنبال آن نمونه‌ها خرد شده و با توجه به حساسیت نیترات و نیتریت موجود در

نمونه‌های سبزی به نور و دما، در داخل ظروف پلاستیکی تیره ریخته شدند. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در فریزر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. برای اندازه‌گیری تجمع نیترات، به ۰/۱ گرم از پودر خشک توزین شده (با ترازوی رقومی با دقت ۰/۰۰۱ گرم) هر سبزی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده و نمونه‌ها در دمای ٤٥ درجه سلسیوس به‌مدت یک ساعت قرار گرفتند (Cataldo *et al.*, 1975). نمونه‌های حاصله سانتریفیوژ شده و عصاره آنها با استفاده از کاغذ صافی فیلتر شد. سپس تجمع نیترات و نیتریت به روش رنگ سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل GBC Cintra 101) به ترتیب در طول موج‌های ٤١٠ و ٥٤٠ نانومتر اندازه‌گیری گردید (Cataldo *et al.*, 1975; Sparks, 1996). در نهایت تجمع نیترات و نیتریت بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر هر سبزی محاسبه شد. برای مقایسه تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های نمونه‌برداری شده در دو فصل زمستان و تابستان از آزمون t استفاده شد. هم‌چنین به منظور محاسبه میزان مجاز مصرف روزانه هر کدام از سبزی‌ها توسط افراد بزرگسال میزان مصرف روزانه قابل قبول (Acceptable Daily Intake, ADI) نیترات و نیتریت به ترتیب ۳/۷ و ۰/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن و میانگین وزن آنها ٥٥/٩ کیلوگرم در نظر گرفته شده است (WHO, 1996).

یافته‌ها

تجمع نیترات در سبزی‌ها: در جدول ۱، میانگین، کمینه، بیشینه و انحراف استاندارد تجمع نیترات در دو فصل زمستان و تابستان در سبزی‌های مختلف ارائه شده است. تجمع نیترات در سبزی‌ها در زمستان دارای طیف گسترده‌ای از ٥٨/١ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در برگ تربچه تا ٤٠٢٩/٢ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در جعفری می‌باشد. در فصل تابستان نیز تجمع نیترات در محدوده ۲۰۷/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در نعناع تا ۳۹۰۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در مرزه متغیر بود. بیشترین و کمترین تجمع نیترات در سبزی‌های فصل زمستان در جعفری و نعناع به ترتیب به مقدار ۲۲۸۳/۰ و ۳۱۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر مشاهده شد. در فصل تابستان نیز مرزه و شنبلیله به ترتیب با ۳۳۰۹/۱ و ٦٨٨/٥ میلی‌گرم نیترات بر کیلوگرم وزن تر بیشترین و کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. در مورد تجمع استاندارد نیترات در سبزی‌ها مراجع مختلفی وجود دارد. اتحادیه اروپا مقدار ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر را به عنوان حد مجاز معرفی کرده است (EFSA, 2008). بر این اساس هیچ کدام از سبزی‌های گشنیز، شاهی، تره، نعناع، شنبلیله، ریحان سبز، برگ تربچه، پیازچه و اسفناج نمونه‌برداری شده در فصل زمستان دارای نیترات بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر نبودند. در این میان به ترتیب تنها ٤٠، ۲۰ و ۱۰ درصد از سبزی‌های جعفری، شوید و غده تربچه نمونه‌برداری شده در فصل زمستان دارای نیترات بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند. اما در فصل تابستان وضعیت به گونه‌ای دیگر بود. به طوری که سبزی‌های تره، نعناع، شنبلیله، پیازچه، برگ چغندرقند، خرفه و مرزه دارای نیترات کمتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند و به ترتیب ۸۷/٥، ٥٧/١، ٥٠، ٤٢/٩، ٤٢/٩، ٣٣/٣، ١٤/٣، ١٤/٣ و ١٤/٣ درصد از سبزی‌های مرزه، ریحان سبز، شاهی، جعفری،

ریحان بنفش، برگ تربچه، غده تربچه، گشنیز و شوید نمونه‌برداری شده دارای نیترات بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند.

جدول (۱)- میانگین، کمینه، بیشینه و انحراف استاندارد تجمع نیترات بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در سبزی‌های مختلف در فصول زمستان و تابستان

فصل	زمستان				تابستان			
سبزی	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف استاندارد	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف استاندارد
شوید	۱۸۹۸/۷ a	۹۵۹/۷	۲۷۸۲/۵	۵۶۳/۸	۱۶۷۳/۷ a	۳۷۰/۶	۳۰۲۵/۸	۸۷۱/۰
جعفری	۲۲۸۳/۰ a	۱۰۵۰/۲	۴۰۲۹/۲	۱۰۰۴/۹	۱۷۹۰/۰ a	۸۴۹/۳	۲۷۲۸/۵	۸۷۶/۸
گشنیز	۱۱۹۴/۶ b	۷۱۴/۸	۲۰۶۲/۳	۴۲۲/۴	۱۹۰۹/۴ a	۹۶۳/۸	۳۴۳۵/۲	۸۲۴/۲
شاهی	۱۹۵۲/۸ a	۱۲۴۲/۴	۲۲۹۹/۸	۳۲۳/۱	۲۲۶۵/۰ a	۱۴۵۶/۸	۲۹۱۲/۶	۶۷۵/۵
تره	۸۴۹/۶ a	۱۷۵/۳	۱۵۳۳/۱	۴۳۹/۲	۹۹۸/۲ a	۳۲۸/۷	۱۸۲۵/۰	۵۳۶/۲
نعناع	۳۱۰/۹ b	۱۰۳/۵	۵۵۸/۵	۱۵۱/۷	۱۱۵۴/۲ a	۲۰۷/۹	۱۶۸۹/۳	۵۳۳/۶
شنبلیله	۳۵۵/۹ b	۲۱۳/۶	۵۴۷/۹	۹۸/۰	۶۸۸/۵ a	۴۰۵/۱	۱۰۳۲/۵	۲۵۷/۸
ریحان سبز	۱۳۶۲/۹ b	۸۵۴/۹	۱۹۱۰/۵	۳۸۹/۰	۲۴۴۱/۷ a	۲۰۶۳/۲	۲۸۵۲/۸	۳۶۱/۰
برگ تربچه	۸۲۸/۱ b	۵۸/۱	۲۱۲۲/۴	۶۳۳/۰	۲۰۳۸/۹ a	۱۲۱۱/۸	۳۲۴۸/۵	۷۸۶/۰
ریشه تربچه	۱۷۹۱/۸ a	۳۶۰/۶	۲۸۷۳/۱	۷۲۰/۹	۲۱۸۵/۷ a	۱۷۳۵/۳	۳۱۵۸/۰	۴۶۶/۸
پیازچه	۸۴۱/۷ b	۵۵۹/۱	۱۲۸۰/۶	۲۴۰/۷	۱۶۵۱/۲ a	۹۲۱/۶	۲۰۹۷/۹	۴۳۴/۸
اسفناج	۱۴۱۸/۲	۸۲۵/۷	۲۲۳۰/۴	۴۴۱/۹	--	--	--	--
ریحان بنفش	--	--	--	--	۲۱۸۲/۹	۱۱۸۵/۰	۳۷۰۱/۳	۹۱۵/۴
برگ چغندرقند	--	--	--	--	۱۳۰۶/۱	۸۳۵/۶	۲۳۸۶/۴	۵۳۰/۱
مرزه	--	--	--	--	۳۳۰۹/۱	۲۱۴۲/۲	۳۹۰۲/۸	۶۱۵/۶
خرفه	--	--	--	--	۸۱۷/۵	۳۵۹/۷	۱۸۶۹/۳	۵۱۳/۵
ترخون	--	--	--	--	۱۱۶۸/۸	۱۰۴۹/۴	۱۳۹۷/۳	۱۹۸/۰
کل سبزی‌ها	۱۲۵۷/۳ b	۵۸/۱	۴۰۲۹/۲	۷۸۵/۹	۱۷۳۶/۲ a	۲۰۷/۹	۳۹۰۲/۸	۷۳۷/۴

a و b: میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف (در سبزی یکسان) دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p<0/05$).

تجمع نیتریت در سبزی‌ها: در جدول (۲) میانگین، کمینه، بیشینه و انحراف استاندارد تجمع نیتریت در سبزی‌ها در فصول زمستان و تابستان ارائه شده است. تجمع نیتریت در سبزی‌های برگی زمستان دارای گستره وسیعی از ۰/۱ تا ۱۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر متغیر بود که هر دو در سبزی شوید مشاهده شد. در تابستان نیز محدوده تجمع نیتریت از مقادیر بسیار کم (غیر قابل تشخیص) در سبزی‌های شوید، تره، ریحان سبز و ترخون تا ۵/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در خرفه متغیر بود. در سبزی‌های نمونه‌برداری شده در زمستان، نعناع و ریحان سبز به ترتیب با ۳/۱ و ۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بیشترین و کمترین مقادیر نیتریت را به خود اختصاص دادند. در فصل تابستان نیز مقادیر بیشترین و کمترین تجمع نیتریت به سبزی‌های

ترخون و تره به ترتیب با مقادیر نیتریت ۲/۸ و ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر اختصاص داده شد.

جدول (۲)- میانگین، کمینه، بیشینه و انحراف استاندارد تجمع نیتریت بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در سبزی‌های مختلف در فصول زمستان و تابستان

فصل	زمستان				تابستان			
سبزی	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف استاندارد	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف استاندارد
شوید	۲/۵ a	۰/۱	۱۰/۲	۲/۹	۰/٤ a	ND	۱/٦	۰/٦
جعفری	۱/۷ a	۰/۲	۵/۱	۱/٦	۰/۸ a	۰/۲	۱/۹	۰/٦
گشنیز	۱/۸ a	۰/۸	۳/۳	۰/۹	۲/۳ a	۰/۹	٤/۸	۱/۳
شاهی	۰/۸ a	۰/۲	۱/۹	۰/٦	۱/۸ a	۰/۲	٤/۸	۲/۰
تره	۰/۷ a	۰/۲	۱/۹	۰/۵	۰/۲ b	ND	۰/٤	۰/۲
نعناع	۳/۱ a	۱/۱	۵/۲	۱/۳	۱/۱ b	۰/۵	۱/٦	۰/٤
شنبلیله	۱/۷ a	۰/۷	۳/۱	۰/۸	۱/۰ a	۰/٤	۱/۹	۰/٦
ریحان سبز	۰/٦ a	۰/۲	۱/۳	۰/۳	۰/٤ a	ND	۱/۰	۰/۵
برگ تربچه	۰/۸ a	۰/۵	۱/٤	۰/۳	۰/٤ b	۰/۱	۰/۷	۰/۲
ریشه تربچه	۲/٤ a	۱/۰	۳/٦	۰/۹	۱/٤ b	۰/۲	۱/۹	۰/۷
پیازچه	۲/۱ a	۱/۱	٤/٤	۱/۰	۱/۲ a	۰/٦	۲/۵	۰/۷
اسفناج	۱/٦	۰/۵	٤/۱	۱/۰	--	--	--	--
ریحان بنفش	--	--	--	--	۰/۹	۰/۳	۱/۷	۰/۵
برگ چغندرقند	--	--	--	--	۰/۳	۰/۱	۰/٦	۰/۲
مرزه	--	--	--	--	۰/۷	۰/۲	۱/٦	۰/۵
خرفه	--	--	--	--	۱/۰	۰/۱	۵/۳	۱/۹
ترخون	--	--	--	--	۲/۸	ND	٤/۵	۲/۵
کل سبزی‌ها	۱/۷ a	۰/۱	۱۰/۲	۱/٤	۱/۰ b	ND	۵/۳	۰/۸

a و b: میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف (در سبزی یکسان) دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۵).

ND: غیر قابل تشخیص

مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌ها در بزرگسالان: در جدول (۳) میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌ها در فصول زمستان و تابستان برای افراد بزرگسال با توجه به مقدار نیترات و نیتریت آنها ارائه شده است. در انجام این محاسبات حداکثر مقدار مجاز مصرف روزانه نیترات و نیتریت برای یک فرد بزرگسال با وزن ۵۹/۹ کیلوگرم و مقدار مصرف روزانه قابل قبول نیترات و نیتریت (به ترتیب ۳/۷ و ۰/۰۷ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) به ترتیب ۲۰٦/۸ و ۳/۹ میلی‌گرم محاسبه شده است. بر این اساس از نقطه نظر مقدار نیترات سبزی‌ها، میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌های برگی در تابستان در محدوده ٦٤/۹ گرم برای مرزه تا ۳۵۰/٦ گرم برای شنبلیله و در زمستان در محدوده ۱۰۸/۳ گرم برای جعفری تا ۸۵۱/٦ گرم برای نعناع قرار داشت. هم‌چنین با در نظر گرفتن مقدار نیتریت، میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌های

برگی در تابستان در بازه ۹۲۳/۱ گرم برای ترخون تا ۲۲۳۳۲/۲ گرم برای شوید و در زمستان در محدوده ۱۵۵۷/۷ گرم برای نعناع تا ۸۵۳۵/۱ گرم برای شوید قرار داشت.

جدول (۳)- میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌های مختلف (برحسب گرم) بر اساس میزان مصرف قابل قبول نیترات و نیتریت در فصول زمستان و تابستان برای افراد بزرگسال

سبزی	نیترات		نیتریت	
	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان
شوید	۱۱۹/٦ [a]	۱۸٦/٦ [a]	۸۵۳۵/۱ [a]	۲۲۳۳۲/۲ [a]
جعفری	۱۰۸/۳ [a]	۱٤٥/۱ [a]	۵۷۳۲/٤ [a]	۹۱۳۹/۳ [a]
گشنیز	۱۹۰/۷ [a]	۱۲٦/۱ [b]	۲٦۵۸/٤ [a]	۲۲٤۲ /۰ [a]
شاهی	۱۰۹/۳ [a]	۹۸/۵ [a]	۷۸۰۷/۵ [a]	٦۳۵۹/۸ [a]
تره	۳۸۵/۸ [a]	۲۷۸/٤ [a]	۸۳۹٤/۳ [a]	٤۳٦۵۰/۱ [a]
نعناع	۸۵۱/٦ [a]	۲۹۰/٤ [b]	۱۵۵۷/۷ [b]	٤۱۸۲/۳ [a]
شنبلیله	٦۲۲/۳ [a]	۳۵۰/٦ [b]	۲۹۵۹/٤ [a]	۵۲۵۰/۷ [a]
ریحان سبز	۱٦٤/۰ [a]	۸٦/۳ [b]	۷۸۰۳/۸ [a]	۹۵۰۷/۳ [a]
برگ تربچه	۷۰۰/۹ [a]	۱۱۵/۰ [a]	۵۳۱۹/۷ [a]	۱۷٤۷۷/٤ [a]
غده تربچه	۱۵۹/۸ [a]	۹۷/۷ [a]	۱۹۰۰/۵ [a]	٤۹۷۵/٦ [a]
پیازچه	۲٦۳/٦ [a]	۱۳۵/٤ [b]	۲۱۷۹/٦ [a]	۳۹٦۹/۱ [a]
اسفناج	۱۵۸/۵	--	۳۵۸۱/۳	--
ریحان بنفش	--	۱۱۰/٦	--	۵۹۰٦/٤
برگ چغندرقند	--	۱۷٦/۸	--	۲۰٤۳٤/۹
مرزه	--	٦٤/۹	--	۸۸۸۹/۳
خرفه	--	۳۲۸/۲	--	۱۵٦۲۰/۲
ترخون	--	۱۸۰/۱	--	۹۲۳/۱
کل سبزی‌ها	۳۱۹/۵ [a]	۱۷٤/۳ [b]	٤۸٦۹/۱ [b]	۱۱۵٦٦/۳ [a]

a و b: میانگین‌های با حروف متفاوت مربوط به زمستان و تابستان در مورد نیترات و نیتریت تفاوت آماری معنی‌داری را نشان می‌دهد (p<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد تجمع نیترات در سبزی‌های مورد بررسی دارای گستره وسیعی از ۳۱۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در نعناع تا ۳۳۰۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در مرزه است. بر اساس تحقیقات انجام شده عواملی از قبیل نوع رقم، سن گیاه، میزان نیتروژن معدنی خاک، pH خاک، نوع خاک، تنش رطوبتی، آبیاری با آب‌های آلوده به نیترات، مقدار، شکل و تعداد دفعات کود نیتروژنه مصرفی، مقدار مصرف پتاسیم، کاربرد بازدارنده‌های نیترات سازی، کودهای کندرها، مصرف علف‌کش‌ها، نوع کشت (رایج و ارگانیک)، شرایط آب و هوایی در طول دوره پرورش محصول (دما، شدت نور، تعداد ساعات آفتابی)، زمان برداشت (صبح یا عصر)، فصل تولید و نحوه نگه‌داری

محصول پس از برداشت بر تجمع نیترات در محصولات کشاورزی تاثیر دارند (Santamaria, 2006). این امر باعث شده است که در پژوهش‌های انجام شده گستره وسیعی برای تجمع نیترات توسط محققین گزارش شود (Onyesom and Okoh, 2006; Shahlaei *et al*., 2007; Shokrzadeh *et al*., 2007; Thompson *et al*., 2007) که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد. در این میان در مجموع سبزی‌های مورد بررسی در طی دو فصل زمستان و تابستان تنها ۱۳/۵ درصد از آنها دارای نیترات بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بودند. همان‌طور که مشاهده می‌شود بخش عمده سبزی‌های نمونه‌برداری شده دارای نیترات کمتر از حد مجاز بوده‌اند. این امر نشان‌دهنده آن است که خطری از نقطه نظر تجمع نیترات و احتمال ابتلا به سرطان‌های دستگاه گوارش در نتیجه مصرف این سبزی‌ها، جمعیت مصرف‌کننده را تهدید نمی‌کند. پورمقیم و همکاران در سال ۱۳۸۹ اعلام کردند میانگین نیترات در نمونه‌های کاهوی مصرفی در شهر تهران در هر دو فصل زمستان و تابستان در محدوده مجاز بین المللی بود. رضائیان و همکاران در سال ۱۳۸۹ در مطالعه تجمع نیترات در گوجه فرنگی، خیار، بادمجان، هندوانه، فلفل سبز و فلفل قرمز در استان خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که تجمع نیترات در همه آنها کمتر از حد مجاز بوده است. نتایج مشابهی توسط شکرزاده و همکاران در سال ۲۰۰۷ و شهلایی و همکاران در سال ۲۰۰۷ به ترتیب در استان‌های مازندران و خوزستان گزارش شده است.

براساس نتایج این پژوهش در فصل تابستان گستره بیشتری از سبزی‌ها دارای نیترات بیش از حد مجاز بوده‌اند. از طرفی میانگین تجمع نیترات در کل سبزی‌های نمونه برداری شده در فصل تابستان (۱۷۳٦/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از میانگین تجمع نیترات در سبزی‌های فصل زمستان (۱۲۵۷/۳٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود (جدول ۱). تحقیقات انجام شده در این زمینه بیانگر آن است که تجمع نیترات در سبزی‌ها در فصل تابستان و زمستان دارای تفاوت است (Chung *et al*., 2003). پورمقیم و همکاران در سال ۱۳۸۹ اعلام کردند میانگین تجمع نیترات در کاهو در فصل تابستان بیشتر از زمستان بود. ولی اثر فصل در مورد نمونه‌های گوجه فرنگی و سیب زمینی برعکس بود. بررسی‌های انجام شده در کشور انگلیس نشان داد تجمع نیترات در کاهو عرضه شده در دو فصل تابستان و زمستان دارای طیف وسیعی است (MAFF, 2001). هم‌چنین در بررسی تجمع نیترات در دو سیستم کشت رایج و ارگانیک مشخص شد نمونه‌های فصل زمستان دارای نیترات بیشتری نسبت به فصل تابستان بودند (Muramoto, 1999). بررسی‌های انجام شده در اهواز نشان داد که فصل کشت (زمستان و بهار) بر تجمع نیترات در سبزی‌ها تأثیری ندارد (Shahlaei *et al*., 2007). مطالعات انجام شده در اروپا حاکی است تجمع نیترات در سبزی‌ها به دلیل شدت کم نور و محدودیت ساعات آفتابی در طول روز در زمستان بیشتر از تابستان است (EFSA, 2008). بخش عمده نیترات که حدود ۷۰ تا ۹۰ درصد کل نیترات جذب شده است در برگ‌ها به آمونیوم احیا می‌شود. فرایند احیای نیترات نیازمند انرژی و ترکیبات دهنده الکترون از قبیل NADPH و NADP می‌باشد که از طریق فتوسنتز و تنفس حاصل می‌شوند. هر عاملی که منجر به کاهش سطح انرژی گیاه

شود می‌تواند منجر به تجمع نیترات در گیاه شود. بنابراین تجمع نیترات در گیاه در فصل زمستان به دلیل کاهش سطح انرژی می‌باشد (Marschner, 1995). بر اساس نتایج این پژوهش و از آنجایی که محدودیت شدت نور و تعداد ساعات آفتابی در سبزی‌های تولیدی در تابستان مطرح نمی‌باشد تفاوت در شرایط محیطی و مصرف بیشتر کودهای شیمیایی نیتروژنه در فصل تابستان نسبت به زمستان دلیل احتمالی افزایش تجمع نیترات در سبزی‌های تولیدی در فصل تابستان می‌باشد.

بر اساس تحقیقات انجام شده محدوده تجمع نیتریت اندازه‌گیری شده در سبزی‌ها از مقادیر ناچیز و غیرقابل تشخیص (Shokrzadeh, 2007) تا ٤٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر (Jakszyn *et al.*, 2004) متغیر بوده است. پژوهش‌های انجام شده در هنگ‌کنگ حاکی است که تجمع نیتریت در سبزی‌های مورد مطالعه به طور متوسط کمتر از ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بوده است (Food and Environmental Hygiene Department of Hong Kong, 2010). هم‌چنین تحقیقات انجام شده نشان داد مقدار نیتریت موجود در سبزی‌های مصرفی روزانه مردم انگلیس ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است (MAFF, 1998). در اینجا نیز مشابه نیترات، گستره وسیعی در تجمع نیتریت در بین سبزی‌های مختلف برگی مشاهده شده که این امر با تحقیقات انجام شده (Onyesom and Okoh, 2006; Shahlaei *et al.*, 2007) مطابقت داشت. در مورد استاندارد تجمع نیتریت در محصولات کشاورزی و به خصوص سبزی‌ها اعداد مرجعی وجود ندارد. شواهد موجود نشان می‌دهد که میزان نیتریت واقعی موجود در سبزی‌ها نقش مستقیم عمده‌ای در به خطر انداختن سلامتی انسان ندارد. از طرف دیگر این مقدار نیتریت در مقایسه با نیتریت درون‌زاد حاصل از احیای نیترات در گیاه ناچیز است (EFSA, 2008). بنابراین با توجه به مطالب فوق خطری از نظر مقدار نیتریت موجود در سبزی‌های مصرفی، جمعیت مصرف کننده را در شهرکرد تهدید نمی‌کند. عدم وجود خطر در نتیجه مصرف سبزی‌ها از نقطه نظر تجمع نیتریت در پژوهش‌های انجام شده در هنگ‌کنگ (Food and Environmental Hygiene Department of Hong Kong, 2010) و انگلیس (MAFF, 1998) نیز ثابت شده است.

بر اساس نتایج این پژوهش تجمع نیتریت در سبزی‌های برگی به مراتب کمتر از نیترات می‌باشد (جداول ۱ و ۲). سطوح نیتریت در بافت‌های گیاهی سالم و تازه در مقایسه با نیترات معمولا خیلی پایین است (Hunt and Turner, 1994). این در حالی است که سمیت نیتریت به مراتب از نیترات بیشتر است (Muramoto, 1999). فرایندهای انبارداری پس از برداشت و پلاسیدگی منجر به افزایش میزان نیتریت در گیاهان می‌شود. افزایش میزان نیتریت به تفاوت‌های بین گونه‌های گیاهی، فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز درون زاد گیاه و مقدار آلودگی میکروبی بستگی دارد (Chung *et al.*, 2004). سطوح بالای نیترات برای گیاهان سمی نبوده و گیاهان قادر هستند مقادیر زیادی نیترات در داخل واکوئل‌های خود ذخیره کنند. اما نیتریت حاصل از احیای نیترات در گیاهان بایستی فورا به آمونیوم احیا شود. این امر منجر به کاهش قابل ملاحظه تجمع نیتریت در گیاه در مقایسه با نیترات می‌شود. مطالعات انجام شده بر روی سطوح نیترات و نیتریت در اسفناج و کلم چینی (Chung *et al.*, 2004) و سبزی‌های برگی

نیجریه‌ای (Ezeagu, 1996) تحت انبارداری در شرایط معمولی نشان داد که مقدار نیترات در حال کاهش بوده در حالی که میزان نیتریت در طول زمان در حال افزایش است. این فرایند به خصوص هنگامی که سبزی‌ها تبدیل به پوره شوند تشدید می‌شود (EFSA, 2008). نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین تجمع نیتریت در کل سبزی‌های نمونه‌برداری شده در فصل زمستان (۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از فصل تابستان (۱/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود (جدول ۲) که این امر برخلاف نتایج حاصله در مورد نیترات (جدول ۱) بود. در این میان تجمع نیتریت در سبزی‌های تره، نعناع، برگ و غده تربچه به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد در فصل زمستان بیشتر از تابستان بود. تجمع بیشتر نیتریت در سبزی‌های نمونه‌برداری شده در فصل زمستان نسبت به تابستان در پژوهش‌های انجام شده در خوزستان (Shahlaei *et al.*, 2007) نیز مشاهده شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

بر اساس توصیه سازمان بهداشت جهانی مصرف روزانه ٤۰۰ گرم میوه و سبزی توسط هر فرد ضروری است (WHO, 2003a). بر این اساس و با توجه به محاسبات جدول ۳ هر فرد بزرگسال به ترتیب در فصول زمستان و تابستان حداکثر مجاز به مصرف روزانه ۳۱۹/۵ و ۱۷٤/۳ گرم از کل سبزی‌های برگی است. با توجه به اینکه سبزی‌های برگی تنها بخشی از سبد ٤۰۰ گرمی میوه و سبزی افراد بزرگسال را به خود اختصاص می‌دهند، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مصرف این مقدار سبزی به خصوص در فصل زمستان خطری برای جمعیت مصرف‌کننده بزرگسال به همراه ندارد. بدیهی است که با توجه به تجمع بیشتر نیترات سبزی‌های برگی در فصل تابستان نسبت به زمستان، از مصرف بیش از حد آنها به خصوص در فصل تابستان بایستی اجتناب شود. بر این اساس از نقطه نظر مقدار نیترات سبزی‌ها، میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه کل سبزی‌های برگی و همچنین هر یک از سبزی‌های گشنیز، نعناع، شنبلیله، ریحان سبز و پیازچه برای افراد بزرگسال در فصل زمستان نسبت به تابستان به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر است که دلیل این مسئله دلیل تجمع کمتر نیترات در برخی از سبزی‌های نمونه‌برداری شده در فصل زمستان می‌باشد (جدول ۱). بر اساس محاسبات ارائه شده در جدول (۳) و از نقطه نظر مقدار نیتریت سبزی‌های برگی، میانگین مقدار مجاز مصرف کل سبزی‌های برگی در فصول زمستان و تابستان به ترتیب ٤۸٦۹/۱ و ۱۱۵٦٦/۳ گرم می‌باشد که بسیار بیشتر از مقدار توصیه شده میوه و سبزی (٤۰۰ گرم) برای هر فرد بزرگسال است. برعکس نیترات، میانگین مقدار مجاز مصرف روزانه کل سبزی‌های برگی و همچنین سبزی نعناع برای افراد بزرگسال در فصل زمستان نسبت به تابستان به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کمتر است که این مسئله به دلیل بیشتر بودن تجمع نیتریت در سبزی‌های مورد بررسی در فصل زمستان است (جدول ۲). بر اساس نتایج این پژوهش مقدار دریافت روزانه نیتریت با فرض مصرف ٤۰۰ گرم از کل سبزی‌های برگی حداکثر ۲/۱۳ میلی‌گرم است که با فرض وزن بدنی ۵۹/۹ کیلوگرم برای هر فرد بزرگسال این مقدار معادل ۰/۰۳٦۰ میلی‌گرم نیتریت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است که از مقدار مجاز روزانه مصرف نیتریت (۰/۰۷ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم

وزن بدن) کمتر است. این بدین مفهوم است که مصرف سبزی‌های برگی خطری به لحاظ تجمع نیتریت برای سلامت جمعیت مصرف کننده ندارد. مشابه این نتیجه در تحقیقات انجام شده در انگلیس (MAFF, 1998) و هنگ کنگ (Food and Environmental Hygiene Department of Hong Kong, 2010) مورد تأیید قرار گرفته است. توجه به این نکته ضروری است که مقدار نیتریتی که در اثر احیای زیستی نیترات در گیاه در مراحل انبارداری نامطلوب و فرآوری تولید می‌گردد در مقایسه با نیتریت اولیه بسیار بیشتر می‌باشد (EFSA, 2008). این امر به خصوص در مورد اطفال دارای اهمیت زیادی است. اطفال کمتر از ۳ ماه به ترکیبات حاوی نیتریت که عامل متهموگلوبینیمیا هستند حساسیت بیشتری دارند. زیرا در این اطفال احیای نیترات به نیتریت به وسیله باکتری‌های معده به دلیل میزان پایین ترشح اسید معده، اکسایش نسبتا آسان هموگلوبین جنینی و عدم تکامل سیستم آنزیمی متهموگلوبین ریداکتاز بیشتر است. به هر حال خطر تولید متهموگلوبینیمیا در اطفال ٦ ماهه نیز نبایستی نادیده گرفته شود. زیرا مصرف غذاهای جامد از قبیل سبزی‌ها در این سن شروع می‌شود. تحت شرایط نگه‌داری در یخچال، آنزیم نیترات ریداکتاز درون‌زاد در سبزی‌ها غیرفعال است. با این حال سطوح بالای نیتریت در پوره‌های سبزی‌های خانگی حتی پس از نگه‌داری در یخچال به مدت ۱۲ ساعت نیز گزارش شده است. احتمالاً تهیه پوره منجر به رهاسازی آنزیم نیترات ریداکتاز و به تبع آن تشکیل سطوح بالای نیتریت می‌گردد. با این حال تجمع نیتریت تحت شرایط انبارداری منجمد ممانعت می‌شود. برخی مشاهدات کلینیکی نشان می‌دهد مصرف چغندر نقره‌ای با میانگین نیترات ۳۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و نگه‌داری نامناسب پوره‌های خانگی تهیه شده از سبزی‌ها به عنوان عامل ایجاد متهموگلوبینیما اکتسابی اطفال می‌تواند در نظر گرفته شود. سایر گروه‌ها به خصوص افراد حساس به تشکیل متهموگلوبین از قبیل زنان باردار، افراد دارای کمبود آنزیم‌های glucose-6-phosophate dehydrogenase یا metHb reductase و احتمالا افراد مسن نیز در خطر این عامل هستند که بایستی به این گروه‌ها توجه ویژه‌ای شود (WHO, 2007).

بر اساس نتایج این پژوهش، تجمع نیترات و نیتریت موجود در سبزی‌های برگی بازار شهرکرد تهدیدی برای سلامت جمعیت مصرف‌کننده نمی‌باشد. اما این قاعده در مورد کودکانی که از غذاهای حاوی سبزی‌های نگه‌داری شده در شرایط نامناسب نگه‌داری استفاده می‌کنند، صادق نمی‌باشد. بر اساس شواهد و مدارک موجود، مصرف سبزی‌ها دارای اثرات مفید زیادی در سلامتی انسان است (WHO, 2003a). در این میان استفاده از سبزی‌هایی از قبیل شنبلیله، تره، نعناع و خرفه که دارای میانگین نیترات کم تا متوسط (۱۰۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) می‌باشند، قابل توصیه است. در نهایت به منظور کاهش تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌ها به‌کارگیری روش‌های زراعی نظیر استفاده از کشت آلی، مواد آلی کمپوست شده و کودهای زیستی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- پورمقیم، مژگان؛ خوش‌طینت، خدیجه؛ صادقی مکی، انوشه؛ کمیلی فنود، رزیتا؛ گلستان، بنفشه و پیرعلی، مرتضی (۱۳۸۹). تعیین میزان نیترات در کاهو، گوجه فرنگی و سیب زمینی عرضه شده در میدان تره‌بار تهران به روش HPLC. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۵، شماره ۱، صفحات: ۷۰-۶۳.
- رحمانی، حمیدرضا (۱۳۸۵). بررسی وضعیت نیترات در خاک، آب و گیاه اراضی سبزی‌کاری منطقه براآن اصفهان. مجله علوم محیطی، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحات: ۳٤-۲۳.
- رضائیان، سعید؛ زنگی‌آبادی، مهدی؛ ذبیحی، حمیدرضا و پاسبان، محمد (۱۳۸۹). بررسی وضعیت نیترات در سبزی و صیفی استان خراسان رضوی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، تهران، ۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۸۹.
- سپه‌وند، مراد و امیدواری، شهرام (۱۳۸۹). تأثیر مصرف بی‌رویه کود شیمیایی اوره بر تجمع نیترات در سبزی‌ها و به خطر افتادن سلامتی جامعه. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، تهران، ۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۸۹.
- شهباززادگان، سمیرا؛ هاشمی مجد، کاظم و شهبازی، بهزاد (۱۳۸۹). اندازه‌گیری غلظت نیترات در سبزی‌ها و میوه‌های عرضه شده در شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات: ٤۷-۳۸.
- ملکوتی، محمد جعفر؛ کشاورز، پیمان و کریمیان، نجف علی (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کودی برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صفحات: ٤۹۹-٤۳۷.
- Armijo, R., Gonzalez, A., Orellana, M., Coulson, A.H., Sayre J.W. and Detels, R. (1981). Epidemiology of gastric cancer in Chile: nitrate exposure and stomach cancer frequency. International Journal of Epidemiology, 10: 57-58.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6: 71-80.
- Chung, J.C., Chou, S.S. and Hwang, D.F. (2004). Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. Food Additives and Contaminants, 21: 317-322.
- Chung, S.Y., Kim, J.S., Kim, M., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M., *et al*. (2003). Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. Food Additives and Contaminants, 20: 621-625.
- Dutt, M.C., Lim, H.Y. and Chew, R.K.H. (1987). Nitrate consumption and the incidence of cancer in Singapore. Food and Chemical Toxicology, 25: 515-518.
- EFSA, (2008). Nitrate in vegetables: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. European Food Safety Authority Journal 689: 1-79.
- Ezeagu, I.E. (1996). Nitrate and nitrite contents in ogi and the changes occurring during storage. Food Chemistry, 56: 77-79.
- Food and Environmental Hygiene Department of Hong Kong. (2010). Nitrate and nitrite in vegetables available in Hong Kong. Risk Assessment Studies, Report No: 40.
- Hunt, J. and Turner, M.K. (1994). A survey of nitrite concentrations in retail fresh vegetables. Food Additives and Contaminants, 11: 327-332.

- Jakszyn, P., Ibáñez, R., Pera, G., Agudo, A., García-Closas, R., Amiano, P., *et al*. (2004). Food content of potential carcinogens. Nitrates, nitrites, nitrosamines, heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons. EPIC-Spain. Catalan Institute of Oncology, Spain.
- Malakouti, M.J., Keshavarz, P. and Karimian, N.A. (2008). Comprehensive methods diagnosis and proper use of fertilizer for sustainable agriculture. Tarbiat Modarres University Publishing, Tehran: 499-437. [in Persian]
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of UK). (1998). 1997 total diet study - nitrate and nitrite. Food Surveillance Information Sheet, No: 163.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of UK). (2001). Monitoring program for nitrate in lettuce and spinach. Food Surveillance Information Sheet, No: 16.01.
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. ^{2}nd ed. Academic Press, New York. U.S.A.
- Muramoto, J. (1999). Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California, University of California; Califiornia.
- Onyesom, I. and Okoh, P.N. (2006). Quantitative analysis of nitrate and nitrite contents in vegetables commonly consumed in Delta State, Nigeria. British Journal of Nutrition, 96: 902-905.
- Pourmoghim, M., Khoushtinat, KH., Sadeghi Maki, A., Komeyli Fonoud, R., Golestan, B. and Pirali, M. (2010). Determination Of Nitrate Contents Of Lettuce, Tomatoes And Potatoes On Sale In Tehran Central Fruit And Vegetable Market By HPLC, Journal Of Nutrition Sciences & Food Technology, 5(1): 70-63. [in Persian]
- Risch, H.A., Jain, M., Choi, N.W., Fodor, J.G., Pfeiffer, C.J., Howe, G.R., *et al*. (1985). Dietary factors and the incidence of cancer of the stomach. Amercan Journal of Epidemiology, 122: 947-949.
- Rahmani, H.R. (2006). Investigation of Nitrate pollution in the Soil, Water and Plants in Some Agricultural Fields in Baraan (Esfahan), Journal of Environmental Sciences, 11(1): 34-23. [in Persian]
- Rezayian, S., Zangiabadi, M., Zabihi, H.R. and Paseban, M. (2011). The study of nitrate in the vegetables in Khorasan Razavi Proviens, first Congress of Fertilizer Challenges in Iran: half a century of use fertilizer, Tehran, 1-2 March 2011. [in Persian]
- Santamaria, P. (2006). Review – nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 10-17.
- Shahlaei, A., Alemzadeh Ansari, N. and Sedighie Dehkordie, F. (2007). Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. Asianian Journal of Plant Sciences, 6: 1197-1203.
- Shokrzadeh, M., Shokravie, M., Ebadi, A.G., Babaee, Z. and Tarighati, A. (2007). The measurement of nitrate and nitrite content in leek and spinach sampled from central cities of Mazandaran state of Iran. American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 2: 169-172.
- Sparks, D.L. (editor). (1996). Methods of Soil Analysis. SSSA and ASA Press, Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 1123-1184.
- Sepahvand, M. and Omidivari, Sh. (2011). The effect of excessive consumption of urea fertilizer on nitrate accumulation in vegetables and endangers public health, Fertilizer Challenges Congress in Iran : half a century of use fertilizer, Tehran, 1-2 March 2011. [in Persian]
- Shahbazzadegan, S., Hashemimajd, K. and Shahbazi, B. (2010). Determination of Nitrate Concentration of Consumed Vegetables and Fruits in Ardabil, Journal of Ardabil University of Medical Sciences, 10(1): 47-38. [in Persian]
- Thompson, B.M., Nokes, C.J. and Cressy, P.J. (2007). Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. Food Additives and Contaminants, 24: 113-118.
- WHO. (1996). Nitrate. In: safety evaluation of certain food additives (Food Additives Series 35), Geneva. www.inchemorg/documents/jecfa/jecmono/v35je14.htm.

- WHO. (2003a). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of the joint WHO/FAO expert consultation. Technical report series 916. www.fao.org/docrep/005/AC911E/AC911E00.htm.
- WHO. (2003b). Nitrate and nitrite (potential endogenous formation of N-nitroso compounds). In: safety evaluation of certain food additives (Food Additives Series 50), Geneva. www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm.
- WHO. (2007). Nitrate and nitrite in drinking water - background document for development of WHO guidelines for drinking water quality. Geneva. www. who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite 2 ndadd. pdf.

Evaluation of nitrate and nitrite accumulation in vegetables exposed on ShahreKord's markets

Kiani, Sh.[1*], Gheytasim, M.[2]

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, ShahreKord University, ShahreKord, Iran
2- Former MSc. Student of Soil Science, College of Agriculture, ShahreKord University, ShahreKord, Iran
*Corresponding author email: shkiani2002@yahoo.com
(Received: 2015/8/23 Accepted: 2016/1/21)

Abstract

In the last years, the presence of nitrates and nitrites in vegetables has been a public health concern. This study was conducted to examine the accumulation of nitrate and nitrite in vegetables of Shahre-Kord retails. For this purpose, a total of 222 fresh vegetables samples were collected in winter 2011 and summer 2012 and were analyzed for the accumulation of nitrate and nitrite. Results showed a vast deviation between the mean concentrations of nitrate. In other words, the nitrate accumulation for mint was 310.9 mg/kg fresh weight (FW) and for savory was estimated at 3309.1 mg/kg FW. Nitrate accumulation in more than 85% of the vegetable samples was below the approved limit of 2500 mg/kg FW; meanwhile in savory it was higher than 3000 mg/kg FW. Moreover it was revealed that in comparison with nitrate, the mean value of nitrite accumulation was remarkably low (below 1.65 mg/kg FW). According to the results, the nitrate accumulation was significantly ($P<0.05$) higher in the samples obtained during the summer, but in the case of nitrite the results were reversed. In conclusion the levels of nitrate and nitrite in vegetables of ShahreKord retails were unlikely to pose any health hazard to the general population; nonetheless, the application of efficient techniques for decreasing the nitrate and nitrite accumulation in vegetables is recommended.

Key words: Accumulation, Nitrate, Nitrite, Shahre-Kord, Vegetables.