doi: 10.22034/8.1.1.100

مجله بهداشت و توسعه **مقاله پژوهشی**

سال هشتم/شماره ۱/ بهار ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۳ **تاریخ پذیرش:** ۹۷/۱۰/۱۰

تعیین محتوا و ارزیابی مخاطره غیر سرطانی جذب نیترات ناشی از مصرف سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان

امیرحسین بقائی[۱]، فروغ عقیلی[۲]

چکیده

مقدمه: ورود بیش از حد مجاز نیترات به بدن انسان می‌تواند موجب افزایش احتمال خطر ابتلاء به بیماری‌های غیر سرطانی شود. این تحقیق با هدف سنجش محتوا و ارزیابی مخاطره غیر سرطانی جذب نیترات ناشی از مصرف سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان در سال ۱۳۹۵ انجام یافت.

روش‌ها: در این پژوهش مقطعی، در مجموع تعداد ۳۰۰ نمونه از سبزی‌های توزیع شده در دو فصل تابستان و زمستان به‌طور تصادفی تهیه شد. محتوای نیترات موجود در آن‌ها به روش هفت‌برادران و همکاران تعیین شد. خطرات غیرسرطانی ناشی از جذب نیترات با استفاده از روش پیشنهادی سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا برای مردان و زنان بالغ تعیین و نتایج با آزمون تی تست موردبررسی قرار گرفت.

نتایج: بیشینه و کمینه میانگین غلظت نیترات به ترتیب در سبزیجات اسفناج و گوجه‌فرنگی، میانگین ۱۰۰۹/۲ و ۵۷/۸ در تابستان و ۱۴۰۵/۵ و ۱۲۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در زمستان داشت. بیشینه و کمینه خطر غیر سرطان‌زایی به ترتیب مربوط به مصرف گیاه اسفناج و گوجه‌فرنگی بود و بیشینه و کمینه خطر غیر سرطان‌زایی در تابستان به ترتیب برابر ۰/۲۸۵ و ۰/۰۲۷ برای مردان و ۰/۳۴۲ و ۰/۰۳۰ برای زنان بود و در اکثر موارد عددی زیر یک را نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیترات موجود در سبزیجات به‌طور معنی‌داری در زیر حد استاندارد تعیین شده بوده و مصرف روزانه ۵۸ گرم از هر کدام از سبزی‌های موردبررسی خطرغیرسرطان‌زایی ایجاد نمی‌کند.

واژگان کلیدی: نیترات، سبزیجات، خطر غیر سرطان‌زایی، جذب روزانه

مقدمه

در دهه‌های اخیر با توسعه فناوری و افزایش جمعیت، گسترش آلودگی‌ها در مناطق مختلف به‌ویژه در مناطق صنعتی و کشاورزی رشد چشمگیری داشته است. انتشار آلاینده‌ها و تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به محیط و همچنین استفاده بیش‌ازحد از نهاده‌های کشاورزی از جمله سموم و کودهای شیمیایی منجر به ورود آلاینده‌ها به محیط و به ویژه خاک شده و به‌تبع آن جذب و تجمع عناصر مضر توسط گیاه را منجر شده است و این موضوع علاوه بر ایجاد اختلال در فعالیت‌های متابولیکی گیاه، از بین رفتن تعادل متوازن عناصر ضروری در خاک، اختلال در حلالیت و جذب عناصر غذایی، آلودگی رودخانه‌ها و منابع آب زیرزمینی تهدیدی جدی برای سلامت جامعه محسوب می‌شود (۳-۱).

مصرف نامناسب، نامتعادل و بیش‌ازحد نیاز گیاه از

۱- استادیار، گروه خاک‌شناسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- دکترا، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

نویسنده‌ی مسئول: امیرحسین بقائی **Email:** a-baghaie@iau-arak.ac.ir

آدرس: گروه خاک‌شناسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران **تلفن:** ۰۹۱۳۱۶۹۶۷۲۱ **فاکس:** ۰۸۶-۳۴۱۳۲۲۷۹

کودهای ازته در کشور سبب افزایش غلظت نیترات در خاک، آب و گیاه شده است (۴). از طرف دیگر سمیّت حاصله از ورود نیترات به زنجیره غذایی مشکلات حاد ایجاد می‌کند. اصولاً تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می‌دهد که تجمع نیترات در گیاه بیشتر از کاهش آن در اثر جذب و انحلال باشد. تجمع نیترات در گیاه به عواملی از جمله ویژگی‌های فیزیولوژیکی گونه، واریته، سن گیاه، میزان نیترات و pH خاک، تنش رطوبتی، نوع کود، دفعات و میزان کوددهی بستگی داشته و با عوامل محیطی، مدیریت و عملیات زراعی تغییر می‌کند (۶، ۵). تبدیل نیترات به نیتریت و نیتریت به نیتروز آمین، در جهاز هاضمه، منجر به بروز سمیّت به‌خصوص در نوزادان و همچنین نشخوارکنندگان می‌شود. مشخص‌ترین علائم سمیّت حاد نیترات در کودکان بیماری مت هموگلوبینیا است که در آن هموگلوبین به مت هموگلوبین تبدیل می‌شود. همچنین در اثر تداوم مصرف سبزی‌ها و یا آب آشامیدنی محتوی مقادیر بالای نیترات، در داخل سیستم گوارشی نیتروز آمین که یک ماده سمّی و خطرناک و احتمالاً سرطان‌زاست تولید می‌شود (۷).

سبزی‌ها به سبب ارزش غذایی فراوان در بسیاری از کشورهای دنیا از منابع غذایی اصلی به شمار می‌آیند. تجمع بیش‌ازحد نیترات به‌ویژه در اندام‌های قابل‌مصرف سبزی‌ها، از معیارهای تهدیدکننده ایمنی غذایی محسوب می‌شود (۸). ثابت شده است که بیش‌تر از ۸۰٪ نیترات دریافتی انسان ناشی از مصرف سبزی‌ها است (۱۰، ۹)؛ لذا بررسی محتوای نیترات در محصولات زراعی هر منطقه مهم است.

اصولاً ارزیابی وضعیت آلودگی نیترات در گیاهان و تأثیر آن در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۱، ۵). ارزیابی خطر فرآیندی است که طی آن، احتمال و بزرگی خسارت، هدر رفت یا آسیب ناشی از یک خطر و تهدید بالقوه سلامتی تخمین زده می‌شود. هدف کلی ارزیابی خطر، توجه به وضعیت آلودگی خاک، هوا، آب یا رسوبات، بررسی همه راه‌های ممکن برای قرار گرفتن موجودات در معرض آلودگی، تخمین مقداری از آلاینده که وارد بدن موجودات زنده می‌شود و تعیین آثار منفی بالقوه این مقدار آلاینده بر موجودات است. در این راستا، ارزیابی خطر ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی می‌بایست از سطوح پایه تعیین شده برای بیماری‌زا بودن (Reference dose) RFD و در نهایت نسبت خطرپذیری آلاینده‌ها (Hazard Quotient) HQ تعیین شود (۱۳، ۱۲). در این خصوص هنگامی‌که نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی برابر با یک باشد، نشان‌دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری است (۱۵، ۱۴).

در برخی مطالعات حدود مجاز برای غلظت نیترات در محصولات مختلف گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به مقادیر ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم برای خیار و گوجه‌فرنگی، همچنین ۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برای کلم، کاهو و اسفناج (۱۶) اشاره کرد. هاشمی مجد و گلچین در تحقیقی به بررسی وضعیت غلظت نیترات در شهر اردبیل پرداخته و گزارش کردند که سهم سبزی‌ها و میوه‌ها در ورود نیترات به بدن حدود ۶۰ درصد بوده است (۱۷). همچنین سبحانی اردکانی و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی غلظت نیترات در فرآورده‌های گیاهی منطقه اصفهان پرداخته و چنین نتیجه‌گیری کردند که میانگین غلظت نیترات در اسفناج در برخی

از مناطق نمونه‌برداری شده بیش از غلظت مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی برای این گیاه بود و از این رو توصیه شد که در رژیم غذایی کودکان زیر یک سال به‌منظور جلوگیری از ابتلاء به بیماری مت هموگلوبینی از اسفناج استفاده نشود (۱۸). پیر صاحب و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی مقدار نیترات و نیتریت در سبزیجات و صیفی‌جات مصرفی شهر کرمانشاه در سال ۱۳۸۹ پرداخته و چنین نتیجه‌گیری کردند که بالا بودن نیترات در سیب‌زمینی و سبزیجات را می‌توان به مصرف زیاد کودهای ازته، عوامل زراعی و غیره مکانیزه بودن کشاورزی نسبت داد (۱۹).

با توجه به اهمیت مصرف روزانه سبزیجات و آلودگی بالای زمین‌های کشاورزی به نیترات در اثر کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه (۱۸، ۴)، ارزیابی آلودگی وارده به بدن انسان از جمله نیترات از راه مصرف سبزی‌ها ضروری به نظر می‌رسد. هرچند تاکنون تحقیقاتی در مورد خطر ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در اثر ورود آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین و نقش آن‌ها در جهت تقلیل سلامت انسان از قبیل رشد ضعیف سلول‌های خاکستری مغز، خستگی دائم، ضعف و عدم توازن عضلی، آسیب به اعصاب حسی و اعصاب کنترولی بدن صورت پذیرفته (۲۱، ۲۰)، لیکن بررسی خطرپذیری نیترات کمتر موردتوجه قرار گرفته است. از سویی دیگر، خطر ورود نیترات در هر منطقه به دلیل وابستگی غلظت نیترات به عوامل رویشی گیاه و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک بستگی دارد؛ لذا بایستی ارزیابی ریسک آلودگی در هر منطقه به تفکیک فصل و گروه جنسی در هر بازه زمانی صورت پذیرد؛ لذا این تحقیق با هدف تعیین محتوا و ارزیابی مخاطره غیرسرطانی نیترات ناشی از مصرف سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان در سال ۱۳۹۵ انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی، نمونه‌برداری در فصول تابستان و زمستان سال ۱۳۹۵ از سبزی‌های آماده برای فروش در سه بخش اصلی توزیع کننده سبزی و صیفی میدان میوه و تره‌بار واقع در بخش شرقی شهرستان اصفهان به‌عنوان نماینده منطقه صورت پذیرفت.

در هر یک از سه بخش، تعداد ۱۰ نمونه از گونه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، کلم، کاهو و اسفناج (جمعاً ۳۰۰ نمونه) به‌صورت تصادفی انتخاب شد، به‌نحوی‌که نمونه‌های انتخاب شده بیانگر وضعیت کلی سبزی و صیفی‌جات توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار باشد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با آب مقطر شستشو داده شد، سپس در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها ثبت شد. سپس نمونه‌های گیاهی خشک را آسیاب کرده و غلظت نیترات در نمونه‌های خشک و آسیاب شده با استفاده از روش دی آزو 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 آن (۱- نفتیل) اتیلن دی آمین، کمپلکس آمینوآزو ایجاد می‌شود. شدت رنگ کمپلکس رنگی در طول موج ۵۴۰ نانومتر با با اسپکتروفتومتر مدل Dr-5000 به روش هفت برادران و همکاران اندازه‌گیری شد (۲۲).

برای محاسبه میزان جذب نیترات از طریق مصرف

سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار از معادله ۱ استفاده شد (۱۴) :

$$Intake=C\times IR\times EF\times ED\times CF\times CF/BW\times AT \quad \text{(معادله ۱)}$$

در این معادله:

Intake: بیانگر میزان جذب روزانه بر حسب میکروگرم در کیلوگرم وزن بدن در روز؛

C: نشان دهنده غلظت نیترات در سبزیجات بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم؛

IR: نشان دهنده میزان مصرف روزانه سبزیجات بر حسب گرم در روز است که در این تحقیق برابر ۵۸ گرم در روز در نظر گرفته شده است (۱۲).

EF: بیانگر تعداد روزهایی که در یک سال از طریق مصرف سبزیجات نیترات به بدن وارد شده است که در این تحقیق ۳۶۵ روز در نظر گرفته شد.

ED: بیانگر مدت قرارگیری در معرض نیترات بر حسب سال است که در این پژوهش ۲۷ سال در نظر گرفته شد و شامل گروه سنی افراد ۱۸ تا ۴۵ سال بوده است (۱۵).

BW: نشان دهنده وزن شخص برای مردان و زنان بالغ که به ترتیب برابر با ۷۶/۸ و ۶۷/۲ کیلوگرم در نظر گرفته شد (۱۵).

AT: نشان دهنده مدت‌زمان قرارگیری در معرض نیترات به‌طور میانگین (روز) که ED×۳۶۵ می‌باشد.

F_i: بیانگر ضریب جذب نیترات است که در این تحقیق برابر با ۰/۴ در نظر گرفته شد (۱۵).

CF: نشان‌دهنده فاکتور تبدیل (10^{-6} کیلوگرم در میلی‌گرم) است.

برای محاسبه مخاطره غیر سرطانی نیترات ناشی از مصرف سبزیجات، همچنین مخاطره کل غیرسرطانی ناشی از جذب روزانه نیترات(Total Hazard Quotient) THQ از معادله‌های ۲ و ۳ استفاده شد (۱۳).

$$HQ_i=Intake/RFD_i \quad \text{(معادله ۲)}$$

$$THQ=\sum HQ_i \quad \text{(معادله ۳)}$$

که در این معادلات HQi بیانگر نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از ورود نیترات به بدن در اثر مصرف سبزیجات مختلف، RFD نشان‌دهنده حداکثر غلظتی از عنصر است که برای موجودات زنده مشکلی ایجاد نکرده است که در این پژوهش برای نیترات برابر با ۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز در نظر گرفته شده است (۴) و THQ نشان‌دهنده ضریب خطرپذیری کل ناشی از ورود نیترات به بدن در اثر مصرف سبزیجات است.

مقایسه نمونه‌ها با حد استاندارد با استفاده از آزمون t-test صورت پذیرفت و مقایسه میانگین نمونه‌ها با استفاده از آزمون (Least Significant Difference) LSD در قالب طرح کامل تصادفی در سطح آماری ۰/۰۵ صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج مربوط به تعیین محتوای نیترات در سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان در فصول تابستان و زمستان سال ۱۳۹۵ در جدول ۱ ارائه شد. نتایج حاکی از آن است که بیشینه تجمع نیترات در فصول تابستان و زمستان به ترتیب با ۱۰۰۹/۲ و ۱۴۰۵/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر

مربوط به نمونه‌های اسفناج بود. درحالی‌که کمینه محتوای نیترات در فصول تابستان و زمستان به ترتیب با ۵۷/۸ و ۱۲۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و مربوط به محصول گوجه‌فرنگی بود.

جدول ۱: غلظت نیترات در سبزیجات توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان در فصل تابستان و زمستان سال ۱۳۹۵

غلظت نیترات(میلی گرم نیترات در کیلوگرم ماده تر گیاه)	خیار		گوجه فرنگی		کلم		اسفناج		کاهو	
	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین
تابستان	۸۵/۴-۹۰/۴	۸۷/۹^{i}	۵۵/۳-۶۰/۳	۵۷/۸^{j}	۳۱۰/۲ -۳۳۵/۴	۳۲۲/۸^{f}	۱۰۰۰/۱-۱۰۱۸/۳	۱۰۰۹/۲^{b}	۷۲۱/۷-۷۴۱/۴	۷۳۱/۵^{d}
زمستان	۱۳۳/۴-۱۴۵/۳	۱۳۹/۳^{g}	۱۱۲/۷-۱۳۱/۲	۱۲۱/۹^{h}	۴۱۰/۹-۴۱۱/۲	۴۱۱/۰^{e}	۱۳۹۹/۹-۱۴۱۱/۱	۱۴۰۵/۵^{a}	۸۰۰/۸-۸۳۵/۴	۸۱۸/۱^{c}

میانگین‌های با حروف آماری متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

نتایج جدول ۲ حاکی از میزان جذب روزانه نیترات در اثر مصرف سبزیجات عرضه شده در میدان میوه و تره‌بار اصفهان بر حسب فصل سال و جنسیت افراد در سال ۱۳۹۵ می‌باشد. بر اساس نتایج این جدول بیشینه میانگین جذب روزانه نیترات برابر با ۰/۷۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بود که این مقدار مربوط به مصرف ۵۸ گرم اسفناج در روز در فصل زمستان و در گروه جنسی زنان بود، این در حالی است که کمینه میزان جذب روزانه نیترات مربوط به فصل تابستان (۰/۰۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز) و مربوط به مصرف ۱۰۹ گرم در روز گوجه‌فرنگی در گروه جنسی مردان بود. قابل ذکر است که در اینجا نیز میزان جذب نیترات در فصل زمستان بیشتر از تابستان و در گروه جنسی زنان بیشتر از مردان بود. بیشینه میزان جذب نیترات روزانه در کاهو و خیار نیز مربوط به مصرف این سبزیجات در فصل زمستان و در گروه جنسی زنان به ترتیب با مقدار ۰/۳۷۳ و ۰/۱۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بود (جدول ۲).

جدول ۲: میزان جذب روزانه نیترات در اثر مصرف سبزیجات عرضه شده در میدان میوه و تره بار اصفهان بر حسب فصل سال و جنسیت افراد در سال ۱۳۹۵

پارامتر	میزان جذب روزانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز)									
	خیار		گوجه‌فرنگی		کلم		اسفناج		کاهو	
	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین
(تابستان)- مرد	۰/۰۶۵-۰/۰۷۲	۰/۰۶۸^{r}	۰/۰۴۱-۰/۰۴۸	۰/۰۴۴^{t}	۰/۱۴۱-۰/۱۵۳	۰/۱۴۷^{l}	۰/۴۵۱-۰/۴۶۴	۰/۴۵۷^{d}	۰/۲۶۴-۰/۲۸۵	۰/۲۷۴^{h}
(تابستان) - زن	۰/۰۷۸-۰/۰۸۶	۰/۰۸۲^{q}	۰/۰۴۹-۰/۰۵۷	۰/۰۵۳^{s}	۰/۱۶۹-۰/۱۸۳	۰/۱۷۶^{k}	۰/۵۴۱-۰/۵۵۶	۰/۵۴۸^{c}	۰/۳۱۶-۰/۳۴۲	۰/۳۱۱^{g}
(زمستان)-مرد	۰/۱۰۰-۰/۱۱۲	۰/۱۰۶^{o}	۰/۰۹۵-۰/۱۰۴	۰/۰۹۹^{p}	۰/۱۷۸-۰/۱۸۷	۰/۱۸۲^{j}	۰/۶۳۲-۰/۶۴۲	۰/۶۳۷^{b}	۰/۳۰۱-۰/۳۲۱	۰/۳۲۹^{f}
(زمستان)-زن	۰/۱۲۰-۰/۱۳۴	۰/۱۲۷^{m}	۰/۱۰۴-۰/۱۲۴	۰/۱۱۴^{n}	۰/۲۱۳-۰/۲۲۴	۰/۲۱۸^{i}	۰/۷۵۸-۰/۷۷۰	۰/۷۶۴^{a}	۰/۳۶۱-۰/۳۸۵	۰/۳۷۳^{e}

میانگین‌های با حروف آماری متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

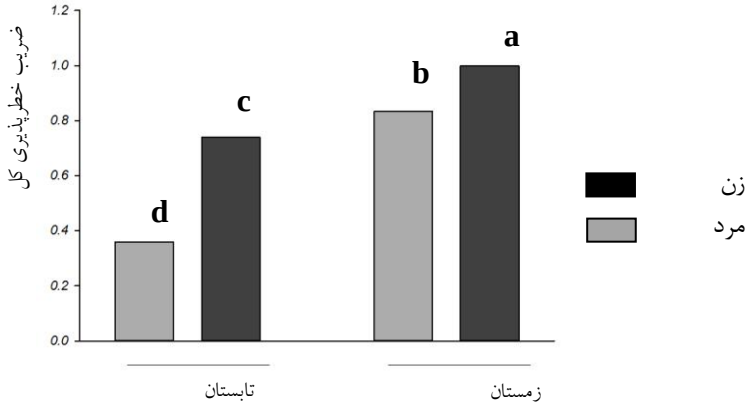
نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در اثر مصرف سبزیجات بر حسب فصل سال و جنسیت افراد در سال ۱۳۹۵ در جدول ۳ نشان داده شد. بر اساس نتایج بیشینه نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در اثر ورود نیترات به بدن انسان در گروه جنسی زنان و مربوط به مصرف ۵۸ گرم در روز اسفناج با میانگین ۰/۴۷۷ بود که این خطر در فصل زمستان بیشتر از تابستان و برای گروه جنسی زنان بیشتر از مردان بود؛ بااین‌وجود هنوز هم در گروه جنسی زنان و در فصل تابستان این نسبت خطرپذیری عددی زیر یک را نشان می‌دهد. همچنین میزان نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در مورد مصرف ۵۸ گرم از سبزی‌های موردبررسی در این تحقیق به‌طور معنی‌داری در زیر حد استاندارد (برابر یک) قرار داشته (P=۰/۰۵) و مصرف این میزان سبزی خطری را از این جهت برای گروهای جنسی زن و مرد ایجاد نمی‌کند.

جدول ۳: نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیر سرطانی در اثر مصرف سبزیجات بر حسب فصل سال و جنسیت افراد در سال ۱۳۹۵

پارامتر	خیار		گوجه‌فرنگی		کلم		اسفناج		کاهو	
	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین
تابستان-مرد	۰/۰۴۰-۰/۰۴۵	۰/۰۴۲^{r}	۰/۰۲۵-۰/۰۳۰	۰/۰۲۷^{t}	۰/۰۸۸-۰/۰۹۵	۰/۰۹۱l	۰/۲۸۱-۰/۲۹۰	۰/۲۸۵d	۰/۱۶۵-۰/۱۷۸	۰/۱۷۱h
تابستان-زن	۰/۰۴۸-۰/۰۵۴	۰/۰۵۱^{q}	۰/۰۳۰-۰/۰۳۶	۰/۰۳۳^{s}	۰/۱۰۵-۰/۱۱۴	۰/۱۰۹k	۰/۳۳۷-۰/۳۴۸	۰/۳۴۲c	۰/۱۹۸-۰/۲۱۳	۰/۱۹۴g
زمستان-مرد	۰/۰۶۲-۰/۰۷۰	۰/۰۶۶^{o}	۰/۰۵۹-۰/۰۶۵	۰/۰۶۲^{p}	۰/۱۱۱-۰/۱۱۶	۰/۱۱۳j	۰/۳۹۵-۰/۴۰۱	۰/۳۹۸b	۰/۱۸۸-۰/۲۰۰	۰/۲۰۵f
زمستان زن	۰/۰۷۴-۰/۰۸۴	۰/۰۷۹^{m}	۰/۰۷۰-۰/۰۷۸	۰/۰۷۴^{n}	۰/۱۳۳-۰/۱۳۹	۰/۱۳۶i	۰/۴۷۴-۰/۴۸۱	۰/۴۷۷a	۰/۲۲۵-۰/۲۴۰	۰/۲۳۲e

میانگین‌های با حروف آماری متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

کمینه مقدار نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی مربوط به مصرف ۱۰۹ گرم در روز برای گوجه‌فرنگی (۱۲) در گروه جنسی مردان با مقدار میانگین ۰/۰۷۴ بوده است که در این مطالعه نیز میزان نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در فصل زمستان بیشتر از تابستان بود. قابل ذکر است که در بین سبزیجات بررسی شده در این تحقیق، نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در کاهو بیشتر از کلم بود و در اینجا نیز بیشینه ضریب خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیر سرطانی مربوط به گروه زنان بود که این ضریب در فصل زمستان بالاتر از فصل تابستان بود. همچنین نتایج نمودار ۱ حاکی از آن است که تنها در گروه جنسی زنان و در فصل زمستان، خطرپذیری کل ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از مصرف تمامی سبزیجات ذکر شده در این پژوهش عدد ۱ (آستانه خطر) را نشان داده و در سایر موارد این عدد در زیر آستانه خطر می‌باشد.



نمودار ۱: خطر پذیری کل ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در اثر مصرف سبزیجات

میانگین‌های با حروف آماری متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح پنج درصد بر اساس آزمون **LSD** می‌باشد.

بحث

در این مطالعه غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در خیار توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار اصفهان به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار بحرانی سمّیت نیترات (۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود. در این راستا سبحان اردکانی و همکاران نیز با بررسی وضعیت آلودگی نیترات در منطقه اصفهان گزارش کردند که غلظت نیترات در خیار منطقه اصغرآباد، زیار و جوزدان اصفهان به ترتیب برابر ۲۷/۲۵ و ۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بوده که تمامی این موارد در محدوده استاندارد سلامت گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی(World Health Organization) WHO بوده است (۱۸). همچنین بیشینه میانگین جذب روزانه نیترات در خیار (۰/۱۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن، مربوط به گروه جنسی زنان در فصل زمستان) بوده که این مقدار به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از حد مجاز ورود نیترات به بدن (۳/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن در روز) می‌باشد؛ به‌عبارت‌دیگر می‌توان بیان نمود که مصرف ۱۰۹ گرم در روز خیار توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار اصفهان در محدوده استاندارد بوده و مشکلی برای سلامت از لحاظ غلظت نیترات ایجاد نمی‌کند، هر چند که در این میان سایر منابع ورودی نیترات ازجمله کودهای آلی یا شیمیایی نیز نبایستی نادیده گرفته شود. در این پژوهش نسبت خطرپذیری نیترات در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی (HQ) در اثر مصرف ۱۰۹گرم خیار در روز (۱۲) عددی زیر ۱ را نشان می‌دهد که این حاکی از آن است که مصرف خیار توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار اصفهان مشکلی از حیث ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ندارد، هر چند که میزان نیترات ورودی از سایر منابع به بدن انسان نیز نبایستی نادیده گرفته شود.

خوش‌گفتار منش و همکاران در تحقیقی با بررسی وضعیت غلظت نیترات در محصولات گلخانه‌ای استان قم چنین نتیجه‌گیری کردند که میزان جذب روزانه نیترات در خیار گلخانه‌ای تولیده شده در این استان ۲/۷ برابر بالاتر از حد استاندارد گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی بوده است. قابل‌ذکر است که غلظت نیترات در گیاهان وابستگی زیادی به میزان مصرف کود، میزان شدت نور و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک داشته و در نتیجه می‌تواند میزان جذب روزانه نیترات توسط بدن انسان را تحت تأثیر

قرار دهد؛ لذا بررسی دوره‌ای و منطقه‌ای آن نقش مهمی در بهبود سلامت مصرف‌کنندگان دارد (۴). شهباززادگان و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی وضعیت نیترات موجود در سبزی‌ها و میوه‌های توزیع شده در شهر اردبیل پرداخته و غلظت نیترات موجود در خیار این منطقه را در محدوده استاندارد سلامت توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی گزارش کردند (۱۶). کافشانی و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی وضعیت نیترات در سبزیجات آبیاری شده با آب چاه بیان نمودند که در بین سبزیجات مطالعه شده، خیار و گوجه‌فرنگی کم‌ترین میزان نیترات را داشته‌اند (۲۳).

استفاده ناصحیح از کودهای نیتروژنی یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش میزان نیترات موجود در محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. در این راستا Colla و همکاران با بررسی وضعیت نیترات در میوه و سبزیجات بیان کردند که کاربرد کود اوره یکی از عوامل مهم در افزایش جذب نیترات توسط میوه‌ها و سبزیجات بوده است. همچنین طول دوره نوری برای رشد گیاه را از عوامل تجمع نیترات در گیاه دانستند، به‌نحوی‌که در بسیاری از سبزیجات میزان تجمع نیترات در گیاه در زمستان بیشتر از تابستان بوده است و در این راستا ویژگی‌های فیزیولوژی گیاه نیز بسیار مؤثر بوده است (۹)؛ بنابراین می‌توان بیان نمود که استفاده کمتر از کودهای شیمیایی نیتروژنه و کاشت ارقامی با توان جذب نیتروژن کمتر می‌تواند راهکار مناسبی جهت کاهش ورود نیترات به زنجیره غذایی باشد.

کافشانی و همکاران نیز در پژوهشی گزارش کردند میزان غلظت نیترات در سبزیجات آبیاری شده با آب رودخانه و آب چاه کمتر از حد استاندارد بوده و نسبت خطرپذیری آن‌ها از لحاظ ابتلاء به بیماری‌های غیر سرطانی کمتر از ۱ بوده و مشکلی از لحاظ مصرف آن نداشته است (۲۳).

بر اساس نتایج این مطالعه میانگین غلظت نیترات در محصول گوجه‌فرنگی توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار اصفهان در فصل تابستان و زمستان به ترتیب برابر ۵۷/۸ و ۱۲۱/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر گیاه بوده که به‌طور معنی‌داری کمتر از حد بحرانی پیش‌بینی شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد (۱۸). در تحقیق صورت گرفته توسط سبحان اردکانی و همکاران غلظت نیترات در محصول گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در مناطق اصغرآباد، جوزدان، فلاورجان و باغ پرندگان اصفهان غلظت نیترات به ترتیب برابر ۱۶، ۱۳، ۱۵ و ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر گیاه گزارش شده که مقادیر ذکر شده به‌طور معنی‌داری کمتر از حد بحرانی ذکر شده توسط سازمان بهداشت جهانی بوده است (۱۸). کافشانی و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی وضعیت نیترات در گیاه گوجه‌فرنگی پرداخته و غلظت نیترات در این محصول را کمتر از حد استاندارد توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی دانستند (۲۳)، هر چند که در این پژوهش به تأثیر عوامل محیطی بر تغییر غلظت نیترات در محصول گوجه‌فرنگی اشاره‌ای نشده است. با توجه به میانگین غلظت نیترات در محصول گوجه‌فرنگی توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان و با در نظر گرفتن حد مجاز ورود نیترات به بدن انسان (۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز) مصرف ۱۰۹ گرم در روز گیاه گوجه‌فرنگی (۱۲) مشکلی را برای بدن انسان از لحاظ نیترات ایجاد نمی‌کند (۲۴)، هر چند که در این میان غلظت نیترات در گیاه گوجه‌فرنگی در فصل

زمستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از تابستان بوده است که کاهش شدت نور در فصل زمستان را می‌توان از جمله دلایل افزایش تجمع نیترات در گیاه در زمستان نسبت به فصل تابستان دانست (۲۲). پورمقیم و همکاران در تحقیقی به بررسی میزان نیترات در کاهو، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی عرضه شده در میدان تره‌بار تهران پرداخته و غلظت نیترات در گوجه‌فرنگی در فصل زمستان را بیش‌ازحد مجاز گزارش کردند (۶). این محققین انحراف‌معیار بالا در غلظت نیترات را ناشی از دامنه زیاد غلظت نیترات در محصولات برداشت شده از مناطق مختلف دانستند، به نحوی که در منطقه کازرون غلظت نیترات در گوجه‌فرنگی برابر ۶/۲±۳/۶ و در منطقه قزوین غلظت نیترات در محصول گوجه‌فرنگی برابر ۲۲۸/۷±۲۰۶/۴ بوده است. همچنین این محققین اثر فصل را یکی از عوامل مهم در میزان غلظت نیترات در گیاه دانستند، بنابراین بررسی دوره‌ای غلظت نیترات در محصولات کشاورزی و گلخانه‌ای جهت سلامت انسان ضروری به نظر می‌رسد. باوجود مطالعات ذکر شده نتایج برخی دیگر از تحقیقات حاکی از بالاتر بودن غلظت نیترات در تابستان نسبت به زمستان بوده است و عوامل تفاوت را به عواملی مانند منطقه کشت، نوع و سن گیاه، شرایط آب‌وهوایی، نوع و میزان کوددهی، نحوه کشت، زمان برداشت و نحوه نگهداری محصولات پس از برداشت نسبت دادند (۲۶، ۲۵). سبحان اردکانی و همکاران نیز در بررسی وضعیت نیترات در برخی سبزیجات منطقه اصفهان چنین نتیجه‌گیری کردند که میزان نیترات در انواع سبزی‌های برگی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سبزی‌های غده‌ای و در سبزهای غده‌ای بیش از سبزی‌های بوته‌ای بوده و در بین سبزیجات مورد بررسی کم‌ترین غلظت نیترات را در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند (۱۸).

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که خطر ابتلاء به بیماری‌های غیر سرطانی در اثر ورود نیترات به بدن انسان در اثر مصرف ۱۰۹گرم در روز گیاه گوجه‌فرنگی (۱۲) عددی زیر ۱ را نشان می‌دهد و این حاکی از آن است که مصرف روزانه این میزان گوجه‌فرنگی توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار مرکزی اصفهان مشکلی را از لحاظ ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ایجاد نمی‌کند، هر چند که بایستی سایر منابع ورودی نیترات به چرخه زنجیره غذایی انسان را نیز در نظر گرفت. با توجه به این که نسبت خطرپذیری نیترات در گروه زنان به‌طور معنی‌داری بیشتر از مردان و در فصل زمستان بیش از تابستان می‌باشد؛ ولی هنوز هم مقدار ضریب خطرپذیری عددی زیر ۱ را نشان می‌دهد که این می‌تواند نکته مثبتی در بحث سلامت انسان به حساب آید. یگانه و بازرگان در تحقیقی به بررسی خطر ورود نیترات ناشی از مصرف سیب‌زمینی در استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، همدان، آذربایجان شرقی، اردبیل، تهران و کرمان پرداخته و چنین گزارش کردند که در بین استان‌های اشاره شده در این تحقیق، استان کرمان بالاترین آلودگی نیترات را داشته و بالاترین نسبت خطرپذیری نیترات در گروه سنی پسران ۷ تا ۱۴ سال می‌باشد (۲۷).

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش غلظت نیترات در کلم توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان به‌طور معنی‌داری کمتر از حد بحرانی سمیّت این عنصر در گیاه کلم (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) می‌باشد. غلظت نیترات در هر گیاه بسته به شرایط رویشی گیاه و ویژگی‌های

فیزیکوشیمیایی خاک دارد. سبحان اردکانی و همکاران در پژوهشی گزارش کردند که غلظت نیترات در کلم در منطقه باغ پرندگان، قهدریجان و میناشت اصفهان به ترتیب برابر ۵۵۵، ۲۲۳ و ۳۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه بوده که همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بر اساس مقایسه نتایج با حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی، غلظت نیترات در گیاه کلم در منطقه باغ پرندگان اصفهان بالاتر از حد مجاز بوده و در دو منطقه دیگر در زیر حد مجاز می‌باشد (۲۰). همچنین براساس نتایج به دست آمده از جدول ۲ بیشترین میانگین میزان جذب روزانه نیترات ناشی از مصرف کلم در گروه جنسی زنان در فصل زمستان برابر ۰/۳۷۳ میلی‌گرم نیترات بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد که این میزان به‌طور معنی‌داری کمتر از حد استاندارد تعریف شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد (۱۸). بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش با توجه به این که حد مجاز ورود روزانه نیترات به بدن برابر ۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد، هر مرد و زن با وزن تقریبی ۷۶/۸ و ۶۷/۲ کیلوگرم می‌توانند به ترتیب ۸۸۰/۱ و ۷۷۰/۲ گرم در روز کلم در فصل تابستان و به ترتیب ۶۹۱/۳ و۶۰۴/۹ گرم کلم در روز در فصل زمستان را مصرف نمایند تا میزان نیترات در بدن به حد مجاز ورود نیترات به بدن رسیده (۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن) که این میزان بسیار بیش از میزان مصرف روزانه سبزیجات برگی است (۱۲) و این می‌تواند نکته مهمی در بحث آلاینده‌های زیست‌محیطی به حساب آید. بر این اساس اگر کودکی با متوسط وزن ۱۶ کیلوگرم بخواهد کلمی با غلظت نیترات ۳۲۲/۸ و ۴۱۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم را به ترتیب در فصل تابستان و زمستان مصرف کند، نهایتاً مصرف آن در فصل تابستان و زمستان به ترتیب برابر ۱۸۳ و ۱۴۴ گرم در روز از لحاظ نیترات برایش بی‌خطر می‌باشد که این به خاطر حساسیت کودکان به میزان ورود نیترات به بدنشان می‌باشد و بایستی با دقت بیشتری صورت پذیرد. همچنین نتایج نسبت خطرپذیری نیترات در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از مصرف روزانه ۵۸ گرم در روز کلم (۱۲) نیز عددی زیر ۱ را نشان می‌دهد و این حاکی از آن است که مصرف کلم توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان خطری برای سلامت انسان ندارد، هر چند که بایستی به صورت دوره‌ای مورد آزمایش قرار گیرد. قابل ذکر است که بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، مصرف روزانه بیش از یک نوع سبزی‌های ذکر شده در این پژوهش، نسبت خطرپذیری بالایی را ایجاد نکرده و تنها در گروه سنی زنان، مصرف روزانه این سبزی‌ها در فصل زمستان باعث شده تا نسبت خطرپذیری عددی بالای ۱ را نشان دهد.

نتایج به دست آمده از بررسی حاضر حاکی از آن است که غلظت نیترات در کاهو به‌طور معنی‌داری کمتر از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. Hambridge تغییرات غلظت کاهو در طول سال را بین ۵۰ تا ۵۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه اعلام داشته و بیان نمودند که شرایط دوره رشد گیاه یکی از مهم‌ترین عوامل در تغییر غلظت نیترات در گیاه بوده است (۲۸). پورمقیم و همکاران در پژوهشی به بررسی میزان نیترات در گیاه کاهو و گوجه‌فرنگی توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار تهران پرداخته و چنین گزارش کردند که بیشترین میزان نیترات در فصل تابستان و زمستان به ترتیب در منطقه ورامین با میانگین

۱۲۲۳/۵ و ۱۰۴۶/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است (۶). در مطالعه انجام شده در بلژیک روی ۱۹ نوع میوه و سبزی نشان داده شده که کاهو بیشترین میزان تجمع نیترات در گیاه را دارد (۶). همچنین این محققین اثر فصل را یکی از عوامل مهم تجمع نیترات در گیاه دانستند. تأثیر فصل بر میزان تجمع نیترات در سبزیجات به علت درجه حرارت، طول روز و میزان تابش خورشید در بسیاری از تحقیقات به ثبت رسیده است (۳۰، ۶،۲۹). میزان جذب روزانه نیترات در گیاه کاهو هم‌زمان با مصرف ۱۰۹ گرم کاهو در بیشترین حالت (در فصل زمستان و برای گروه جنسی زنان) برابر ۰/۳۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد که به‌طور معنی‌داری کمتر از حد استاندارد پیش‌بینی شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد؛ بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده، مصرف ۱۰۹ گرم کاهو در روز توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان خطری را برای سلامتی انسان از لحاظ ورود نیترات ایجاد نمی‌کند. نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از ورود نیترات به بدن انسان از طریق مصرف کاهو نیز عددی کمتر از ۱ را نشان می‌دهد و این می‌تواند نکته مثبتی بر سلامت انسان در اثر مصرف این گونه سبزیجات به میزان دریافت روزانه ذکر شده از هریک از سبزی‌های مورد بررسی حاضر به حساب آید.

بر اساس نتایج موجود در جدول ۱، میانگین غلظت نیترات موجود در اسفناج توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره بار اصفهان عددی بالاتر از حد استاندارد توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی را نشان می‌دهد (۱۸). سبحان اردکانی و همکاران غلظت نیترات در منطقه خوراسگان و گورت اصفهان را به ترتیب برابر ۱۶۲۶ و ۴۷۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر گیاه گزارش کردند که این میزان نیز بالاتر از حد مجاز استاندارد توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی بوده است (۱۸). با در نظر گرفتن استاندارد ورود روزانه نیترات برای بدن انسان (۳/۷ میلی‌گرم نیترات بر کیلوگرم وزن بدن در روز)، حداکثر مقدار مصرف مجاز اسفناج برای مرد و زن در فصل تابستان به ترتیب برابر ۲۸۱/۵و ۲۴۶/۳ گرم در روز می‌باشد، این در حالی است که متوسط مصرف روزانه اسفناج چیزی حدود یک پنجم مقدار فوق‌الذکر است و این حاکی از آن است که با وجود غلظت بالای نیترات در اسفناج میزان عرف مصرف روزانه اسفناج (۵۸ گرم در روز) (۱۲) خطری را برای سلامتی انسان از لحاظ ورود نیترات ایجاد نمی‌کند. قابل ذکر است که این شرایط تنها در صورتی است که تنها منبع ورود نیترات به بدن انسان از طریق مصرف این سبزی باشد. با وجود بالا بودن میزان غلظت نیترات در اسفناج توزیع شده در میدان مرکزی میوه و تره‌بار اصفهان، نسبت خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی در مورد ورود نیترات به بدن انسان از طریق مصرف اسفناج عددی کمتر از ۱ را نشان می‌دهد که نشان از خطرپذیری نسبتاً پایین مصرف این سبزی در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی است، هر چند که در بین سبزیجات ذکر شده در این تحقیق بالاترین نسبت خطرپذیری مربوط به مصرف این سبزی می‌باشد. قابل ذکر است که نسبت خطرپذیری اسفناج در فصل تابستان بیشتر از زمستان و برای گروه زنان بیشتر از مردان می‌باشد، هر چند که هنوز هم نسبت خطرپذیری نیترات در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از مصرف اسفناج هنوز عددی زیر ۱ را نشان می‌دهد. با وجود تمامی تفاسیر ذکر شده در مورد مصرف اسفناج توزیع شده

در میدان میوه و تره‌بار اصفهان اگر چه نسبت خطرپذیری نیترات در ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی کمتر از ۱ می‌باشد؛ ولی با توجه بالا بودن غلظت نیترات موجود در این سبزی، مصرف این سبزی بایستی با دقت بیشتری صورت پذیرد.

از محدودیت‌های این مطالعه این است که در این تحقیق تنها منبع ورودی نیترات به چرخه زنجیره غذایی از راه مصرف سبزیجات توزیع شده در میدان میوه و تره‌بار در نظر گرفته شد. لازم است که در تحقیقات آینده ارزیابی خطر سایر منابع ورودی نیترات نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در بین سبزیجات مطالعه شده در این پژوهش، بیشینه غلظت نیترات در سبزیجات اسفناج و کاهو و کمینه غلظت نیترات در خیار و گوجه‌فرنگی مشاهده شد. در اکثر موارد ضریب خطرپذیری ابتلاء به بیماری‌های غیرسرطانی ناشی از ورود نیترات به بدن در اثر مصرف ۵۸ گرم در روز از سبزیجات مذکور عددی زیر ۱ را نشان داد، هر چند که مصرف بیشتر این سبزیجات ممکن است باعث ورود ضریب خطرپذیری به محدوده خطر شود. از سویی دیگر، با توجه به اینکه غلظت نیترات در میوه و سبزیجات وابستگی زیادی به فصل رویش گیاه، مدت زمان در معرض آفتاب و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تحت کشت این محصولات دارد، بایستی غلظت نیترات در این محصولات به صورت دوره‌ای و در هر منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، بابت در اختیار قرار دادن امکانات برای انجام این پژوهش، کمال تقدیر و تشکر را نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Fernandez-Navarro P, Garcia-Perez J, Ramis R, Boldo E, Lopez-Abente G. Industrial pollution and cancer in Spain: An important public health issue. Environ Res 2017;159:555-63. doi: 10.1016/j.envres.2017.08.049.

2. Yang Q, Li Z, Lu X, Duan Q, Huang L, Bi J. A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China: Pollution and risk assessment. Sci Total Environ 2018;642:690-700. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.068.

3. Moayeid M, Cheraghi M, Lorestani B. Investigation of the amount of phosphate and nitrate accumulation in consumable onion in Hamedan city. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences 2017; 4(4):82-9. Persian

4. Khoshgoftarmanesh AH, Aghili F, Sanaeiostovar A. Daily intake of heavy metals and nitrate through greenhouse cucumber and bell pepper consumption and potential health risks for human. Int J Food Sci Nutr 2009;60 Suppl 1:199-208. doi: 10.1080/09637480902755087.

5. Zhai Y, Zhao X, Teng Y, Li X, Zhang J, Wu J, et al. Groundwater nitrate pollution and human health risk assessment by using HHRA model in an agricultural area, NE China. Ecotoxicol Environ Saf 2017;137:130-42. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.11.010.

6. Pourmoghim M, Khoshtinat K, Sadeghi Makkei A, Komeili fonod R, Golestan B, Pirali M. Determination of nitrate contents of lettuce, tomatoes and potatoes on sale in Tehran central fruit and vegetable market by HPLC. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 2010;5(1):63-70. Persian

7. Rahmani HR. Investigation of nitrate pollution in the soil, water and plants in some agricultural fields in baraan (Esfahan). Environmental Sciences 2006; 3(11):23-34. Persian

8. Alamian M, Eftekhari SA, Heidari M, Alamzadeh Ansari N. Evaluation of nitrate accumulation and nitrate reductase activity in different vegetative growth of selected Iranian land

races of Spinach (Spinacia oleracea L.). Journal of Crop Production and Processing 2014;3(10):25-36. Persian

9. Colla G, Kim HJ, Kyriacou MC, Rouphael Y. Nitrate in fruits and vegetables. Scientia Horticulturae 2018;237:221-38. doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.016

10. Ding Z, Johanningsmeier SD, Price R, Reynolds R, Truong V-D, Payton SC, et al. Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. Food Control 2018;90:304-11.

11. Fan AM. Nitrate and Nitrite in Drinking Water: A Toxicological Review. In: Nriagu JO, editor. Encyclopedia of Environmental Health. 1th ed. Burlington: Elsevier Science; 2011.

12. Tabande L, Taheri M. Evaluation of exposure to heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in vegetables grown in the olericultures of Zanjan province's fields. Iranian Journal of Health and Environment 2016;9(1):41-56. Persian

13. Ravankhah N, Mirzaei R, Masoum S. Human health risk assessment of heavy metals in surface soil. J Mazandaran Univ Med Sci 2016;26(136):109-20. Persian

14. Yeganeh M, Afyuni M, Khoshgoftarmanesh AH, Khodakarami L, Amini M, Soffyanian AR, et al. Mapping of human health risks arising from soil nickel and mercury contamination. J Hazard Mater 2013;244-245:225-39. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.11.040.

15. Aghili F, Khoshgoftarmanesh AH, Afyuni M, Schulin R. Health risks of heavy metals through consumption of greenhouse vegetables grown in central Iran. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal 2009;15(5):999-1015. doi.org/10.1080/10807030903153337

16. Shahbazzadegan S, Hashemimajd K, Shahbazi B. Determination of nitrate concentration of consumed vegetables and fruits in Ardabil. J Ardabil Univ Med Sci 2010;10(1):38-47. Persian

17. Hashemimajd K, Golchin A. The effect of iron-enriched vermicompost on growth and nutrition of tomato. Journal of Agricultural Science and Technology 2009; 11(5):613-21.

18. Sobhan Ardakani S, Shayesteh K, Afyuni M, Mahboubi Soufiani N. Nitrate concentration in some plants in Isfahan. Journal of Environmental Studies 2005;31(37):69-76. Persian

19. Pirsaheb M, Rahimian S, Pasdar Y. Nitrite and Nitrate content of fruits and vegetables in Kermanshah (2010). J Kermanshah Univ Med Sci 2012 ; 16(1):e78885. Persian

20. Boskabady M, Marefati N, Farkhondeh T, Shakeri F, Farshbaf A, Boskabady MH. The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review. Environ Int 2018;120:404-20. doi: 10.1016/j.envint.2018.08.013.

21. Rovira J, Domingo JL. Human health risks due to exposure to inorganic and organic chemicals from textiles: A review. Environ Res 2019;168:62-9. doi: 10.1016/j.envres.2018.09.027.

22. Haftbaradaran S, Malakouti MJ, Khoshgoftarmanesh AH. Investigation of nitrate risk assessment in edible parts of some crops grown in Isfahan province. Applied Soil Research 2018; 6(1):1-12. Persian

23. Kafeshani O, Yahai M, Entezari MH, Hassanzadeh A, Mohebat L, Torbi A. Comparing the nitrate level in vegetables irrigated with zayandehrood river and well water. Journal of Health System Research 2013; 9(2):196-201. Persian

24. Taghipour H, Nowrouz P, Dastgiri Mehri S, Bafandeh Y, Mahdavi R, Hashemimajd K. Estimating of Dietary Nitrate Consumption in Two Cities of Varzaghan and Parsabad with Different Occurrence of Gastric Cancer. J Ardabil Univ Med Sci 2014;14(3):266-73. Persian

25. Ierna A. Influence of harvest date on nitrate contents of three potato varieties for off-season production. Journal of Food Composition and Analysis 2009;22(6):551-5. doi.org/10.1016/j.jfca.2008.11.007

26. Liang Y, Zheng P, Li S, Li KZ, Xu HN. Nitrate reductase-dependent NO production is involved in H2S-induced nitrate stress tolerance in tomato via activation of antioxidant enzymes. Scientia Horticulturae 2018;229:207-14. doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.044

27. Yeganeh M, Bazargan K. Human health risks arising from nitrate in potatoes consumed in Iran and calculation nitrate critical value using risk assessment study. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal 2016; 22(3):817-24. doi.org/10.1080/10807039.2015.1113851

28. Hambridge T. Nitrate and nitrite: intake assessment, WHO Food Additives Series; 2019 [cited 2018 Jun 3]. Available from:http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm.

29. Guo Z, Liang Y, Yan J, Yang E, Li K, Xu H. Physiological response and transcription profiling analysis reveals the role of H2S in alleviating excess nitrate stress tolerance in tomato roots. Plant Physiol Biochem 2018;124:59-69. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.01.006.

30. Pavlou GC, Ehaliotis CD, Kavvadias VA. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Scientia Horticulturae 2007;111(4):319-25. doi.org/10.1016/j.scienta.2006.11.003

Health and Development Journal Original Article

Vol. 8, No. 1, Spring 2019 Received: 24.05.2018 Accepted: 31.12.2018

Determination of the content and evaluation of the non-cancerous risk of nitrate absorption due to consumption of vegetables distributed at the Central Fruit and Vegetable Square of Isfahan

Amir Hossein Baghaie[1], Forough Aghili[2]

Abstract

Background: Excessive nitrate entry into the human body, can increase the risk of non-cancerous diseases. This research was done to determine the content and evaluate the non-cancerous risk of nitrate absorption due to consumption of vegetables distributed in the Central Fruit and Vegetable Square of Isfahan in 2016.

Methods: In this cross-sectional study, in summer and winter, a total of 300 samples were taken randomly from cucumber, tomato, lettuce and spinach distributed at the Central Fruit and Vegetable Square of Isfahan and the nitrate concentration was determined according to the Haftbaradaran et al method. Non-cancerous risk of nitrate absorption in vegetables was evaluated using the EPA method for adult men and women, and the results were analyzed by t-test method.

Results: The highest and lowest concentrations of nitrate were observed in spinach and tomato with the amount of 1009.2 and 57.8 in summer and 1405.5 and 121.9 mg/kg in winter respectively. Also, the highest and lowest non-cancer risk was related to the consumption of spinach and tomato; and the highest and lowest non-cancerous risk in summer was 0.285 and 0.027 for men and 0.342 and 0.030 for women respectively and in most cases was below one.

Conclusion: The results of this study showed that the nitrate concentration in the vegetables was significantly below the standards, and the daily consumption of each of the studied vegetables (58 g/day) does not have any non-cancerous risk.

Keywords: Nitrate, Vegetables, Non-cancerous risk, Daily absorption

Citation: Baghaie AM, Aghili F. Determination of the content and evaluation of the non-cancerous risk of nitrate due to consumption of vegetables distributed at the Central Fruit and Vegetable Square of Isfahan. Health and Development Journal 2019; 8(1): 100-13. [In Persian] doi: 10.22034/8.1.1.100

© 2019 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
2- PhD, Young Researchers and Elite Club, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
Corresponding Author: Amir Hossein Baghaie **Email:** a-baghaie@iau-arak.ac.ir
Address: Department of Soil Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
Tel: 09131696721 **Fax:** 086-34132279