مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هجدهم ، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۴، صفحات ۷۴۵ تا ۷۶۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

# ارزیابی ریسک و بار بیماری سرطان کولورکتال ناشی از مواجهه غذایی با نیترات در میوه و سبزیجات میادین تره‌بار شهر ری

مهرداد سلامی[۲،۱]، رضا سعیدی[۳]، احمدرضا یزدانبخش[۳]، مریم حیدری[۳]، آزیتا محققیان[۴]، مهرنوش ابطحی[*۳،۱]

۱- مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم، پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- گروه MPH، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

**اطلاعات مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۴/۰۹/۱۲
**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۴/۱۱/۲۹
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۱۲/۰۵
**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۴/۱۲/۱۹

**واژگان کلیدی:** نیترات، مواجهه غذایی، سرطان کولورکتال، بار بیماری (DALY)

**پست الکترونیکی نویسنده مسئول:**
mehrabtahi@sbmu.ac.ir

## چکیده

**زمینه و هدف:** میوه‌ها و سبزیجات با وجود ارزش تغذیه‌ای بالا، ممکن است به‌دلیل تجمع نیترات، سلامت عمومی را به خطر اندازند. این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه غذایی با نیترات موجود در میوه‌ها و سبزیجات عرضه شده در میادین میوه و تره‌بار شهر ری انجام شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه مقطعی، نمونه‌های سیب، پرتقال، سیب زمینی، پیاز، گوجه و خیار گلخانه‌ای و بوته‌ای به ترتیب به تعداد ۱۳، ۱۲، ۲۲، ۱۸، ۲۴ و ۳۲ مورد در پاییز و زمستان ۱۴۰۲ و بهار و تابستان ۱۴۰۳ جمع‌آوری و میزان نیترات آنها با روش اسپکتروفتومتری تعیین شد. شاخص مخاطره غیرسرطان‌زایی (HQ) بر اساس مقادیر نیترات محاسبه گردید. همچنین، با استفاده از داده‌های GBD، سهم نیترات در بار بیماری سرطان کولورکتال از طریق شاخص‌های YLL، YLD و DALY برآورد شد.

**یافته‌ها:** میانگین غلظت نیترات بین محصولات تفاوت زیادی داشت؛ بیشترین در خیار بوته‌ای (۲۹۴/۰۶ mg/kg) و کمترین مربوط به سیب (۵۱/۹۹ mg/kg) بود. برخی محصولات از حد مجاز استاندارد ملی فراتر رفتند. بیشترین ریسک غیرسرطان‌زایی در سیب‌زمینی (میانگین ۰/۲۳۱) مشاهده شد. سیب‌زمینی بالاترین نرخ سرطان کولورکتال (۲/۰۲ در هر ۱۰۰ هزار نفر)، بیشترین DALY (۲۳/۱۵) و مرگ‌ومیر ناشی از نیترات را داشت؛ میانگین DALY برای سیب‌زمینی، پیاز و خیار گلخانه‌ای به‌ترتیب ۱۰۷/۳۸، ۹۴/۸۷ و ۱۲/۱۰ برآورد شد.

**نتیجه‌گیری:** برخی محصولات کشاورزی، به‌ویژه سیب‌زمینی و پیاز، منبع مهمی از مواجهه غذایی با نیتراتاند و می‌توانند در افزایش خطر سرطان کولورکتال نقش داشته باشند؛ پایش و مدیریت مستمر در این زمینه ضروری است.

*Please cite this article as: Salami M, Saeedi R, Yazdanbakhsh A, Heydari M, Mohagheghian A, Abtahi M. Risk assessment and disease burden of colorectal cancer attributable to dietary nitrate exposure from fruits and vegetables in Shahre-Rey market of fruits and vegetables. Iranian Journal of Health and Environment. 2026;18(4):745-64.*

Copyright © 2026 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

**مقدمه**

میوه‌ها و سبزیجات از ارکان اصلی رژیم غذایی سالم به‌شمار می‌روند، زیرا سرشار از ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌هایی هستند که در تقویت سیستم ایمنی و پیشگیری از بیماری‌ها نقش دارند. با این حال، طی سال‌های اخیر، مطالعات متعددی از وجود نیترات در این محصولات کشاورزی خبر داده‌اند که ممکن است سلامت عمومی را تهدید کند (۱).

نیترات ترکیبی است که به‌طور طبیعی در آب و خاک وجود دارد؛ اما استفاده بی‌رویه از کودهای نیتروژنه و روش‌های نادرست آبیاری می‌تواند غلظت آن را در گیاهان افزایش دهد (۲). نیترات به عنوان یک عنصر ضروری برای سنتز مولکول‌های پیچیده‌ای مانند پروتئین‌ها و ویتامین‌ها در بدن شناخته می‌شود و همچنین به دلیل توانایی‌اش در بهبود عملکرد قلبی-عروقی اهمیت دارد. نیترات موجود در سبزیجات به عنوان پیش‌ساز نیتریک اکسید، نقش موثری در گشاد شدن عروق و کاهش فشار خون ایفا می‌کند و می‌تواند به کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و بهبود سلامت عمومی کمک کند (۳، ۴). با این حال، مصرف زیاد نیترات نیز عوارضی را به همراه دارد. تبدیل نیترات به نیتریت در بدن می‌تواند منجر به وضعیت‌های خطرناکی نظیر متهموگلوبینمی، به ویژه در نوزادان و افرادی که از آب و مواد غذایی با محتوای بالای نیترات استفاده می‌کنند، شود. افزون بر این، نیتریت می‌تواند با آمین‌های ثانویه ترکیب شده و ترکیبات نیتروزی سرطان‌زا تولید کند (۵، ۶). بنابراین، نظارت بر مصرف نیترات از منابع غذایی برای پیشگیری از عوارض جانبی حیاتی است.

سرطان روده بزرگ (Colorectal Cancer: CRC) به‌طور تقریبی ۱۰ درصد از بار جهانی سرطان‌ها را شامل می‌شود و در کشورهای با درآمد بالا، نرخ‌های بالاتری نسبت به کشورهای با درآمد پایین و متوسط دارد. عوامل خطر شناخته شده برای CRC شامل چاقی، مصرف نوشیدنی‌های الکلی، عدم فعالیت بدنی، سیگار کشیدن و مصرف گوشت‌های قرمز و فرآوری شده هستند (۷، ۸). همچنین مطالعات نشان می‌دهند که غلظت‌های بالای نیترات در آب آشامیدنی ممکن است به عنوان یک عامل خطر برای CRC عمل کنند. نیترات در بدن به نیتریت تبدیل شده و در فرآیندی به نام نیتروزاسیون، می‌تواند ترکیبات نیتروز تولید کند که به آسیب DNA و تشکیل ضایعات سرطانی در سلول‌ها منجر می‌شوند. در عین حال، مصرف سبزیجات ممکن است اثر محافظتی علیه CRC داشته باشد (۹، ۱۰). فیبر غذایی با کاهش زمان عبور روده‌ای و رقیق‌سازی ترکیبات سرطان‌زا، اثرات نامطلوب مصرف گوشت را خنثی می‌کند. همچنین، فیبر به تولید محصولات تخمیر محافظتی مانند بوتیرات کمک می‌کند که نقش مهمی در حفظ سلامت روده ایفا می‌کند. تأمین آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین‌های C و E و افزایش تولید درون‌لومی (Intraluminal production) محصولات تخمیر محافظتی مانند بوتیرات، نمایانگر دیگر اثرات مفید و سودمند یک رژیم غذایی غنی از فیبر است (۱۱، ۱۲). بنابراین، درک روابط پیچیده میان نیترات و سرطان‌زایی، به ویژه در زمینه مصرف میوه و سبزیجات، موضوعی مهم و ضروری برای بررسی‌های آتی است.

برآورد کمی ریسک ناشی از نیترات در رژیم غذایی به منظور تحلیل اثرات سلامتی این ترکیب بر روی انسان‌ها، به ویژه در زمینه سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی، امری ضروری به شمار می‌آید. این رویکرد به شناسایی حدود ایمنی مصرف نیترات و تخمین ریسک غیرسرطان‌زایی مرتبط با نیترات، نظیر متهموگلوبینمی و ابتلا به سرطان در جمعیت‌های مختلف کمک می‌کند (۱۰، ۱۳).

مدل‌سازی خطر به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی و ارزیابی اثرات سلامتی می‌تواند به شناخت دقیق‌تری از خطرات احتمالی ناشی از مصرف نیترات در رژیم غذایی منجر شود (۱۴). در مجموع، ارزیابی کمی و کیفی ریسک ناشی از نیترات نه تنها به تدوین دستورالعمل‌های غذایی مناسب کمک می‌کند، بلکه به بهینه‌سازی مصرف این ترکیب در رژیم غذایی عمومی نیز منجر خواهد شد و به این ترتیب، به محافظت از سلامتی جامعه یاری



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

خواهد رساند (۱۵، ۱۶).

مطالعات متعدد در زمینه غلظت نیترات و نیتریت در میوه‌ها و سبزیجات نشان‌دهنده نگرانی‌های جدی در مورد تأثیرات بهداشتی این ترکیبات بر مصرف‌کنندگان است. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که غلظت نیترات در سبزیجات به ویژه در کشورهای در حال توسعه به طور قابل توجهی بالاتر از حد مجاز است، در حالی که میوه‌ها معمولاً غلظت کمتری از این ترکیبات را نشان می‌دهند (۱۷، ۱۸). این تفاوت در میزان آلودگی می‌تواند ناشی از روش‌های کشت، زمان برداشت و نوع کودهای استفاده شده باشد. همچنین، تفاوت‌های قابل توجهی در غلظت نیترات بین کشورهای مختلف وجود دارد؛ به طوری که برخی کشورها به دلیل مدیریت بهتر کشاورزی و استفاده از تکنیک‌های پایدار، موفق به کاهش این غلظت‌ها شده‌اند. این موضوع نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی، اقتصادی و مدیریتی بر کیفیت محصولات کشاورزی است (۱۹، ۲۰). یافته‌ها ضرورت توجه بیشتر به نظارت و مدیریت بهینه در کشاورزی را برای کاهش خطرات بهداشتی ناشی از مصرف محصولات کشاورزی با نیترات بالا، به ویژه در گروه‌های آسیب‌پذیر، برجسته می‌سازد (۲۱). این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک بهداشتی سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی ناشی از نیترات موجود در میوه‌ها و سبزیجات عرضه شده در میادین شهر ری انجام شده است. غلظت‌های اندازه‌گیری شده برای برآورد میزان مواجهه و تحلیل پیامدهای احتمالی بر سلامت عمومی به کار رفته و نتایج آن می‌تواند مبنایی برای کاهش آلودگی، بهبود کیفیت محصولات و ارتقای آگاهی مصرف‌کنندگان فراهم کند.

## مواد و روش‌ها

*طرح مطالعه و جمع‌آوری نمونه‌ها*

این مطالعه به‌صورت مقطعی در شهرستان ری، واقع در جنوب تهران، طراحی و اجرا شد. هدف از مطالعه، اندازه‌گیری غلظت نیترات در میوه‌ها و سبزیجات عرضه شده در بازار و ارزیابی مواجهه غذایی و ریسک سرطان کولورکتال مرتبط با آن بود. نمونه‌ها به‌صورت تصادفی از میادین میوه و تره‌بار منتخب در چهار فصل سال (پاییز و زمستان ۱۴۰۲ و بهار و تابستان ۱۴۰۳) جمع‌آوری شدند تا نماینده تنوع زمانی عرضه محصولات در طول سال باشند. شایان ذکر است که هدف از این طراحی، پوشش تغییرات فصلی عرضه بود و مقایسه مستقیم بین فصول به دلیل تفاوت در منشاء تولید و الگوی عرضه محصولات امکان‌پذیر نبود.

برای هر محصول، تعداد نمونه‌ها بر اساس نمایندگی بازار و حفظ تنوع عرضه تعیین شد، به‌طوری که حداقل ۱۲ و حداکثر ۲۲ نمونه از هر محصول برداشت شد. این تعداد نمونه بر اساس نتایج مطالعات مشابه و امکان دسترسی میدانی انتخاب شد و امکان برآورد میانگین و پراکندگی غلظت نیترات را به‌طور قابل اعتماد فراهم می‌کرد. محاسبات توان آماری نشان داد که با حجم نمونه انتخاب شده، امکان تشخیص تغییرات معنادار در غلظت نیترات برای هر محصول وجود دارد و برآورد کلی غلظت نیترات بر اساس مجموع نمونه‌های هر محصول گزارش شده است.

تمام نمونه‌ها در کیسه‌های کاغذی قرار داده شدند و بلافاصله (کمتر از h ۱ پس از خرید) به آزمایشگاه همکار سازمان غذا و دارو منتقل شدند. نمونه‌ها تا زمان آنالیز در آزمایشگاه در دمای ۴ °C نگهداری شدند تا از تغییر غلظت نیترات جلوگیری شود. حداقل وزن هر نمونه kg ۱ درنظر گرفته شد تا امکان انجام تحلیل‌های شیمیایی دقیق و قابل اعتماد فراهم شود (۱۰، ۱۲).

*اندازه‌گیری غلظت نیترات*

پس از شستشوی نمونه‌ها با آب شیر و سپس آب مقطر، قسمت‌های خوراکی جدا، خرد و در آون با دمای ۶۵–۷۰ °C تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. نمونه‌های خشک شده پودر شده از الک ۴۰ مش عبور داده شده و تا زمان آنالیز در فریزر نگهداری گردیدند. درصد ماده خشک با توزین نمونه‌ها قبل و بعد از خشک‌سازی محاسبه شد. غلظت نیترات بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۰۶ (ISIRI4106) و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری تعیین شد. در این روش، عصاره آبی نمونه



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

پس از حذف پروتئین‌ها توسط محلول پتاسیم هگزاسیانوفرات (II) و استات روی از ستون احیاکننده حاوی کادمیم فلزی عبور داده شد تا نیترات به نیتریت تبدیل شود. سپس با افزودن معرف‌های کلرور سولفانیل‌آمید و ان-(۱-نفتیل) اتیلن‌دی‌آمین، کمپلکس رنگی صورتی تشکیل و میزان جذب آن در طول موج ۵۳۸ nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. برای اطمینان از صحت نتایج از نمونه شاهد، استانداردهای مرجع و کنترل‌های کیفی استفاده شد و کلیه آنالیزها در سه تکرار انجام گردید. نتایج غلظت نیترات با حدود مجاز اعلام‌شده در استاندارد ملی ایران تحت عنوان «محصولات کشاورزی - مرز بیشینه مانده نیترات و روش آزمون» مقایسه شد (۲۲، ۲۳).

*ارزیابی ریسک غیرسرطان‌زایی*

برای ارزیابی ریسک غیرسرطان‌زایی ناشی از مصرف سبزیجات، از روش پیشنهادی سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده (USEPA) استفاده شد. در این روش، ابتدا میزان جذب روزانه مزمن (Chronic Daily Intake: CDI) بر حسب mg/kg.day با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$CDI = \frac{C_{\text{medium}} \times \text{IngR}}{\text{BW}} \qquad (۱)$$

که در این رابطه $C_{medium}$ غلظت نیترات در ماده غذایی(mg/kg)، IngR میزان مصرف روزانه (kg/day) و BW وزن بدن (۶۸/۷۲ kg) است. میزان سرانه مصرف روزانه میوه و سبزیجات در ایران برای سیب، پرتقال، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه و خیار به ترتیب برابر با ۰/۰۶۵، ۰/۰۷۵، ۰/۱۰۰، ۰/۰۷۶، ۰/۰۶۰ و ۰/۰۰۹۵ kg/day درنظر گرفته شد (۲۴، ۲۵).

با محاسبه میانگین دوز روزانه دریافتی و در اختیار داشتن دوز مرجع خوراکی (RfD) آلاینده، ریسک غیرسرطان‌زایی آن از طریق رابطه ۲ قابل محاسبه است.

$$HQ = \frac{CDI}{Rfd_{ing}} \qquad (۲)$$

در این رابطه، Rfd نشان‌دهنده دوز مرجع خوراکی (Reference Dose) است که برای نیترات mg/kg.day ۱/۶ است. در صورتی‌که مقدار HQ از عدد ۱ فراتر رود، نشان‌دهنده احتمال بروز اثرات مزمن غیرسرطان‌زایی در اثر مصرف مداوم آن آلاینده از طریق خوراک است. تحلیل‌های آماری و مقایسه‌ای به تفکیک گروه‌های سنی برای بررسی شدت مواجهه انجام شد (۲۴).

شاخص مخاطره (Hazard Index: HI) برای برآورد ریسک تجمعی ناشی از مواجهه با چند ماده غیرسرطانی به‌کار می‌رود. در این روش، ریسک قابل قبول زمانی تعریف می‌شود که HI کمتر از ۱ باشد. شاخص HI از جمع مقادیر HQ هر ماده محاسبه می‌شود (رابطه ۳):

$$HI = \sum_i HQ_i \qquad (۳)$$

که در آن HQi شاخص مخاطره مربوط به ماده iام است (۲۶).

*برآورد بار بیماری سرطان کولورکتال*

برای محاسبه بار بیماری ناشی از سرطان کولورکتال، ابتدا با استفاده از داده‌های جهانی بار بیماری‌ها (Global Burden of Disease: GBD)، نرخ بروز، مرگ، سال‌های از دست رفته به دلیل مرگ زودرس (Years of life lost: YLL)، سال‌های سپری شده با ناتوانی (Years lived with disability: YLD) و سال‌های از دست رفته به‌واسطه مرگ یا ناتوانی (Disability-adjusted life years: DALY) برای این سرطان و در گروه بزرگسالان استخراج شد (۱۴، ۲۴).

برای محاسبه بار بیماری ناشی از سرطان کولورکتال، ابتدا شاخص‌های اپیدمیولوژیک مرتبط با این بیماری از مطالعه جهانی بار بیماری‌ها (GBD) برای ایران در سال ۲۰۲۱ به شرح زیر استخراج شد (۲۷) که عبارت از نرخ بروز (۱۹/۳۲ در هر ۱۰۰ هزار نفر؛ بازه ۲۴/۰۲-۱۵/۱۷)، نرخ مرگ (۹/۰۸ در هر ۱۰۰ هزار نفر؛ بازه ۱۱/۰۱-۶/۹۸)، نرخ YLL (۲۱۱/۲۸ در هر



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

۱۰۰ هزار نفر؛ بازه ۲۶۳/۶۵-۱۶۳/۵۵)، نرخ YLD (۱۰/۴۱ در هر ۱۰۰ هزار نفر؛ بازه ۱۴/۵۹-۷/۲۱) و نرخ DALY (۲۲۱/۶۹ در هر ۱۰۰ هزار نفر؛ بازه ۲۷۶/۹۳-۱۷۱/۲۹) هستند. در ادامه تعداد موارد بروز، مرگ، YLL، YLD و DALY در منطقه مورد مطالعه از رابطه ۴ محاسبه شد (۲۴):

$$I = IR \times \frac{P}{100{,}000} \qquad (۴)$$

که در آن به‌ترتیب I تعداد موارد بروز، مرگ، YLL، YLD و DALY، IR نرخ موارد پارامترهای متناظر و P جمعیت منطقه مورد مطالعه (۴۶۳۹۰۱ نفر در سال ۱۴۰۳) هستند. ریسک نسبی (Relative risk: RR) مواد غذایی مختلف از رابطه ۵ به‌صورت تابعی از دوز مواجهه (mg/kg.day) محاسبه می‌شود و نوع ماده غذایی در محاسبه RR تنها از طریق دوز مواجهه تاثیر دارد (۲۸):

$$RR = 1 + a \times CDI \qquad (۵)$$

که در آن a ثابت ریسک نسبی (با مقدار مرکزی ۰/۳۱۶، حد پایین فاصله اطمینان ۹۵ درصد به میزان ۰/۰۷۱ و حد بالای فاصله اطمینان ۹۵ درصد به میزان ۰/۵۶۹) است (۲۸). سپس با بهره‌گیری از RR مواجهه با نیترات و نسبت جمعیت در معرض، از فرمول سهم قابل انتساب (Population Attributable Fraction: PAF) مطابق رابطه ۶، محاسبه گردید:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i RR_i - 1}{\sum_{i=1}^{n} P_i RR_i} \qquad (۶)$$

در آن RR، ریسک نسبی بروز سرطان کولورکتال در اثر مواجهه با نیترات و P نسبت جمعیت در معرض مواجهه با نیترات در سطحی بالاتر از مقدار بی خطر است (۲۴).

تعداد و نرخ موارد بار بیماری (بروز، مرگ، YLL، YLD و DALY) منتسب به مواجهه غذایی با نیترات با استفاده از تعداد و نرخ موارد کل و PAF محاسبه شد. در این راستا، تعداد موارد منتسب (Attributable Incidence: AI) از حاصل‌ضرب PAF مواجهه غذایی با نیترات در تعداد کل موارد سرطان کولورکتال (Total Incidence: TI) به دست آمد (۲۸). سپس نرخ بروز موارد منتسب (Attributable Incidence Rate: AIR) بر اساس جمعیت مورد مطالعه به صورت زیر محاسبه گردید. علاوه بر آن مقادیر و نرخ مرگ‌های قابل‌انتساب (Attributable Death: AD) و مقادیر و نرخ بیماری قابل‌انتساب (Attributable Burden of Disease: AB) بر اساس روابط ۷ تا ۱۲ محاسبه شدند که در این روابط (Total Disease: TD) و (Total Burden of disease: TB) هستند (۲۹):

$$AI = PAF \times TI \qquad (۷)$$

$$AIR = \frac{\mathrm{AI}}{P} \times 100{,}000 \qquad (۸)$$

$$AD = PAF \times TD \qquad (۹)$$

$$ADR = \frac{\mathrm{AD}}{P} \times 100{,}000 \qquad (۱۰)$$

$$AB = PAF \times TB \qquad (۱۱)$$

$$ABR = \frac{\mathrm{AB}}{P} \times 100{,}000 \qquad (۱۲)$$

با در اختیار داشتن تعداد موارد منتسب به نیترات، محاسبه بار بیماری سرطان کولورکتال (DALY) با استفاده از رابطه ۱۳، انجام شد. برای این منظور، نرخ YLD، نرخ YLL و در نهایت مقدار کل DALY محاسبه گردید (۶، ۱۴).



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

$$DALY = YLL + YLD \quad (۱۳)$$

برای انجام برآوردهای مربوط به ارزیابی ریسک بهداشتی و تعیین سهم نیترات در بروز سرطان کولورکتال، از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## یافته‌ها

میانگین غلظت نیترات در محصولات مختلف کشاورزی مورد بررسی (جدول ۱)، دارای تنوع قابل توجهی بود. بیشترین میانگین نیترات مربوط به خیار بوته‌ای (۲۹۴/۰۶ mg/kg) و کمترین آن مربوط به سیب (۵۱/۹۹ mg/kg) بود. انحراف معیار نیز در برخی محصولات مانند خیار گلخانه‌ای (۱۸۸/۸۲ mg/kg) و پرتقال (۱۴۸/۳۲ mg/kg) نسبتاً بالا گزارش شد که نشان‌دهنده پراکندگی قابل توجه در نمونه‌هاست. بر اساس حدود مجاز اعلام شده در استاندارد ملی ایران، غلظت نیترات در محصولات دارای استاندارد از مقادیر مجاز فراتر رفته است.

**جدول ۱- غلظت نیترات (mg/kg) در نمونه میوه و سبزیجات نمونه‌برداری شده از بازارهای تره‌بار**

| متغیر | تعداد نمونه | میانگین | انحراف معیار | حداقل | حداکثر | استاندارد* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سیب | ۱۳ | ۵۱/۹۹ | ۳٤/۷٤ | ۱۰/۹۰ | ۱۳۳/۱٤ | – |
| پرتقال | ۱۲ | ۱۵۸/۳٦ | ۱٤۸/۳۲ | ۱۲/۵۰ | ۳٤۹/۰۵ | – |
| سیب زمینی | ۲۲ | ۲۵۳/۵٦ | ۹۹/٤۹ | ۹۸/۰۰ | ٤۲۳/٦۱ | ۲۵۰ |
| پیاز | ۱۸ | ۲۹۰/۸۱ | ۱۱۹/۳۸ | ۷۱/۰۰ | ٤۳٦/۵۷ | ۹۰ |
| گوجه گلخانه‌ای | ۱۲ | ۱۷۱/۹۰ | ٤۱/۱۱ | ۱۲۹/٤۰ | ۲۱۱/۸۰ | ۱۵۰ |
| گوجه بوته‌ای | ۱۲ | ۲۰۸/۷۸ | ۱٦۳/۲۸ | ۲۲/۳۰ | ۵٤۵/۰۵ | ۱۵۰ |
| خیار گلخانه‌ای | ۱٦ | ۲۷۲/۵۹ | ۱۸۸/۸۲ | ۱۱۳/۰۷ | ۷۵۷/۷۰ | ۳۰۰ |
| خیار بوته‌ای | ۱٦ | ۲۹٤/۰٦ | ۷۹/۸۳ | ۱۵۳/۵٤ | ۳۵۲/۳٦ | ۳۰۰ |

*استاندارد ملی ایران تحت عنوان «محصولات کشاورزی – مرز بیشینه مانده نیترات و روش آزمون»



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

شکل ۱، مقادیر میانگین شاخص مخاطره (HQ) و حد بالای صدک ۹۵ مواجهه غذایی بزرگسالان با نیترات از طریق مصرف گروه‌های مختلف میوه و سبزیجات را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین شاخص مخاطره (HQ) برای سیب‌زمینی با مقدار ۰/۲۳۱، بیشترین سطح مواجهه را به خود اختصاص داده است؛ در حالی که حد بالای صدک ۹۵ این شاخص برای سیب‌زمینی برابر با ۰/۳۵۶ بوده که بیانگر مواجهه بالاتر در برخی زیرگروه‌های جمعیت است. پس از سیب‌زمینی، پیاز، گوجه بوته‌ای و پرتقال به ترتیب با میانگین HQ برابر با ۰/۲۰۱، ۰/۱۱۴ و ۰/۱۰۸ و صدک ۹۵ به میزان ۰/۲۸۸، ۰/۲۶۷ و ۰/۲۳۸ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. سایر گروه‌ها شامل گوجه گلخانه‌ای، سیب، خیار بوته‌ای و خیار گلخانه‌ای مقادیر کمتری از مواجهه را نشان دادند که میانگین HQ آنها در بازه ۰/۰۲۴ تا ۰/۰۹۴ و صدک ۹۵ در دامنه ۰/۰۳۰ تا ۰/۱۱۵ متغیر بود. این نتایج نشان می‌دهد که سبزیجات ریشه‌ای به ویژه سیب‌زمینی و پیاز نقش برجسته‌ای در مواجهه غذایی با نیترات دارند و توجه ویژه در ارزیابی و مدیریت ریسک سلامت عمومی ضروری است. مجموع شاخص مخاطره (Hazard Index: HI) برای بزرگسالان، با جمع کردن مقادیر HQ مربوط به هر گروه میوه و سبزی، برابر با ۰/۸۲۷ محاسبه شد؛ در حالی که مجموع HI در صدک ۹۵ برابر با ۱/۴۰۴ بود که نشان‌دهنده مواجهه بالاتر در برخی زیرگروه‌های جمعیت است. بیشترین سهم از HI مربوط به سبزیجات ریشه‌ای بود؛ به‌طوری که سیب‌زمینی و پیاز با HQ میانگین ۰/۲۳۱ و ۰/۲۰۱ و HQ صدک ۹۵ برابر با ۰/۳۵۶ و ۰/۲۸۸ بیشترین نقش را در مواجهه غذایی با نیترات داشتند.

**شکل ۱- ریسک‌های غیرسرطان‌زای مواجهه غذایی با نیترات موجود در گروه‌های مختلف میوه و سبزیجات در شهر ری: الف) مقدار متوسط شاخص مخاطره (HQ)؛ ب) حد بالای بازه اطمینان ۹۵ درصد شاخص مخاطره**



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

**جدول ۲- تعداد و نرخ موارد سرطان کولورکتال و شاخص‌های بار بیماری مرتبط با مواجهه غذایی با نیترات موجود در گروه‌های مختلف میوه و سبزیجات در شهر ری، بر اساس داده‌های محاسبه شده برای همه گروه‌های سنی**

| گروه مواد | سرطان کولورکتال | | Death Rate for All Age GBD | | YLL Rate for All Age GBD | | YLD Rate for All Age GBD | | DALY | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غذایی | تعداد | نرخ | تعداد | نرخ | تعداد | نرخ | تعداد | نرخ | تعداد | نرخ |
| سیب | ۱/۳۷ (۰/۲۴-۳/۰۳) | ۰/۳۰ (۰/۰۵-۰/۶۵) | ۰/۶۴ (۰/۱۱-۱/۳۹) | ۰/۱۴ (۰/۰۲-۰/۳۰) | ۱۵/۰۰ (۲/۶۴-۳۳/۲۹) | ۳/۲۳ (۰/۵۷-۷/۱۸) | ۰/۷۴ (۰/۱۲-۱/۸۴) | ۰/۱۶ (۰/۰۳-۰/۴۰) | ۱۵/۷۳ (۲/۷۶-۳۴/۹۶) | ۳/۳۹ (۰/۶۰-۷/۵۴) |
| پرتقال | ۴/۶۴ (۰/۸۵-۹/۹۸) | ۱/۰۰ (۰/۱۸-۲/۱۵) | ۲/۱۸ (۰/۳۹-۴/۵۷) | ۰/۴۷ (۰/۰۸-۰/۹۹) | ۵۰/۷۵ (۹/۲۰-۱۰۹/۵۰) | ۱۰/۹۴ (۱/۹۸-۲۳/۶۰) | ۲/۵۰ (۰/۴۱-۶/۰۶) | ۰/۵۴ (۰/۰۹-۱/۳۱) | ۵۳/۲۵ (۹/۶۳-۱۱۵/۰۲) | ۱۱/۴۸ (۲/۰۸-۲۴/۷۹) |
| سیب زمینی | ۹/۳۶ (۱/۸۰-۱۹/۳۳) | ۲/۰۲ (۰/۳۹-۴/۱۷) | ۴/۴۰ (۰/۸۳-۸/۸۶) | ۰/۹۵ (۰/۱۸-۱/۹۱) | ۱۰۲/۳۴ (۱۹/۳۷-۲۱۲/۲۱) | ۲۲/۰۶ (۴/۱۷-۴۵/۷۴) | ۵/۰۴ (۰/۸۵-۱۱/۷۴) | ۱/۰۹ (۰/۱۸-۲/۵۳) | ۱۰۷/۳۸ (۲۰/۲۸-۲۲۲/۹۰) | ۲۳/۱۵ (۴/۳۷-۴۸/۰۵) |
| پیاز | ۸/۲۷ (۱/۵۷-۱۷/۲۴) | ۱/۷۸ (۰/۳۴-۳/۷۲) | ۳/۸۹ (۰/۷۲-۷/۹۰) | ۰/۸۴ (۰/۱۶-۱/۷۰) | ۹۰/۴۱ (۱۶/۹۴-۱۸۹/۱۸) | ۱۹/۴۹ (۳/۶۵-۴۰/۷۸) | ۴/۴۵ (۰/۷۵-۱۰/۴۷) | ۰/۹۶ (۰/۱۶-۲/۲۶) | ۹۴/۸۷ (۱۷/۷۴-۱۹۸/۷۱) | ۲۰/۴۵ (۳/۸۲-۴۲/۸۴) |
| گوجه گلخانه‌ای | ۴/۰۶ (۰/۷۴-۸/۷۷) | ۰/۸۷ (۰/۱۶-۱/۸۹) | ۱/۹۱ (۰/۳۴-۴/۰۲) | ۰/۴۱ (۰/۰۷-۰/۸۷) | ۴۴/۳۸ (۸/۰۰-۹۶/۲۲) | ۹/۵۷ (۱/۷۲-۲۰/۷۴) | ۲/۱۹ (۰/۳۵-۵/۳۲) | ۰/۴۷ (۰/۰۸-۱/۱۵) | ۴۶/۵۶ (۸/۳۸-۱۰۱/۰۷) | ۱۰/۰۴ (۱/۸۱-۲۱/۷۹) |
| گوجه بوته‌ای | ۴/۸۸ (۰/۹۰-۱۰/۴۷) | ۱/۰۵ (۰/۱۹-۲/۲۶) | ۲/۲۹ (۰/۴۱-۴/۸۰) | ۰/۴۹ (۰/۰۹-۱/۰۳) | ۵۳/۳۸ (۹/۹۶-۱۱۴/۹۳) | ۱۱/۵۱ (۲/۰۹-۲۴/۷۷) | ۲/۶۳ (۰/۴۳-۶/۳۶) | ۰/۵۷ (۰/۰۹-۱/۳۷) | ۵۶/۰۱ (۱۰/۱۵-۱۲۰/۷۲) | ۱۲/۰۷ (۲/۱۹-۲۶/۰۲) |
| خیار گلخانه‌ای | ۱/۰۵ (۰/۱۹-۲/۳۴) | ۰/۲۳ (۰/۰۴-۰/۵) | ۰/۵۰ (۰/۰۹-۱/۰۷) | ۰/۱۱ (۰/۰۲-۰/۲۳) | ۱۱/۵۳ (۲/۰۲-۲۵/۶۷) | ۲/۴۹ (۰/۴۴-۵/۵۳) | ۰/۵۷ (۰/۰۹-۱/۴۲) | ۰/۱۲ (۰/۰۲-۰/۳۱) | ۱۲/۱۰ (۲/۱۲-۲۶/۹۷) | ۲/۶۱ (۰/۴۶-۵/۸۱) |
| خیار بوته‌ای | ۱/۱۴ (۰/۲۰-۲/۵۲) | ۰/۲۵ (۰/۰۴-۰/۵۴) | ۰/۵۳ (۰/۰۹-۱/۱۵) | ۰/۱۲ (۰/۰۲-۰/۲۵) | ۱۲/۴۳ (۲/۱۸-۲۷/۶۵) | ۲/۶۸ (۰/۴۷-۵/۹۶) | ۰/۶۱ (۰/۱۰-۱/۵۳) | ۰/۱۳ (۰/۰۲-۰/۳۳) | ۱۳/۰۴ (۲/۲۹-۲۹/۰۴) | ۲/۸۱ (۰/۴۹-۶/۲۶) |





سلامت و محیط زیست
دوره هجدهم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۴۰۴
فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
ijhe.tums.ac.ir

جدول ۲، تعداد و نرخ موارد سرطان کولورکتال و شاخص‌های بار بیماری مرتبط با مواجهه غذایی نیترات در گروه‌های مختلف میوه و سبزیجات شهر ری را نشان می‌دهد. بیشترین نرخ موارد سرطان کولورکتال مربوط به مصرف سیب‌زمینی با ۲/۰۲ در هر ۱۰۰ هزار نفر، بالاترین میزان مشاهده شده است. نرخ موارد سرطان کولورکتال به‌ترتیب در پیاز، گوجه بوته‌ای، پرتقال، گوجه گلخانه‌ای، سیب، خیار بوته‌ای و گلخانه‌ایی برابر با ۱/۷۸، ۱/۰۵، ۱/۰۰، ۰/۸۷، ۰/۳۰، ۰/۲۵ و ۰/۲۳ بدست آمد. مجموع نرخ موارد سرطان کولورکتال ناشی از مصرف میوه و سبزیجات این مطالعه برابر ۷/۴۹ در هر ۱۰۰ هزار نفر بود. نرخ DALY در سیب‌زمینی بالاترین و برابر ۲۳/۱۵ در هر ۱۰۰ هزار نفر بود. این نرخ در پیاز، گوجه بوته‌ای، پرتقال، گوجه گلخانه‌ای، سیب، خیار بوته‌ای و گلخانه‌ای به ترتیب برابر ۲۰/۴۵، ۱۲/۰۷، ۱۱/۴۸، ۱۰/۰۴، ۳/۳۹، ۲/۸۱ و ۲/۶۱ تعیین شد و مجموع برای همه میوه و سبزیجات موردمطالعه ۸۶/۰۰ بدست آمد. بیشترین و کمترین تعداد مرگ ناشی از مواجهه با نیترات نیز مربوط به سیب‌زمینی (۴/۴۰) و خیار گلخانه‌ای (۰/۵۰) تعیین شد، به عبارتی نرخ مرگ ناشی از مواجهه مرتبط با سیب‌زمینی ۹ برابر این خطر مرتبط با خیار گلخانه‌ای بود؛ درحالی که مجموع تعداد مرگ ناشی از مواجهه با نیترات از طریق میوه و سبزیجات مورد مطالعه برابر با ۱۶/۳۴ محاسبه شد.

با نگاهی به میزان سال‌های از دست رفته در نتیجه مرگ و بیماری مشاهده می‌شود که افراد جامعه شهر ری در نتیجه مواجهه با نیترات از طریق خوردن سیب‌زمینی بین ۱۹/۳۷ تا ۲۱۲/۲۱ سال را در نتیجه رخداد مرگ و بین ۰/۸۵ تا ۱۱/۷۴ سال را بواسطه بیماری از دست می‌دهند؛ همچنین میانگین DALY ناشی از مواجهه با نیترات سیب‌زمینی برابر ۱۰۷/۳۸ سال است؛ این عدد برای پیاز ۹۴/۸۷ و برای خیار گلخانه‌ای ۱۲/۱۰ (کمترین مقدار) است. مجموع DALY برای مواجهه غذایی با نیترات در میوه‌ها و سبزیجات مصرفی در جمعیت مورد مطالعه برابر ۳۹۸/۹۵ شد.

## بحث

نتایج حاصل از سنجش نیترات در نمونه‌های جمع‌آوری شده از بازارهای شهر ری نشان‌دهنده تنوع قابل توجهی در میزان نیترات موجود در میوه‌ها و سبزیجات مورد بررسی بود. این تفاوت هم در میانگین غلظت‌ها و هم در دامنه تغییرات آنها قابل مشاهده است. در میان محصولات مورد بررسی، خیار بوته‌ای با میانگین غلظت ۲۹۴/۰۶ mg/kg، بالاترین سطح نیترات را داشت و پس از آن پیاز (۲۹۰/۸۱ mg/kg)، خیار گلخانه‌ای (۲۷۲/۵۹ mg/kg) و سیب‌زمینی (۲۵۳/۵۶ mg/kg) قرار گرفتند. این در حالی است که کمترین غلظت نیترات در سیب با میانگین ۵۱/۹۹ mg/kg مشاهده شد.

مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات پیشین از جمله مطالعه مروری Cheraghi و همکاران، نشان‌دهنده تفاوت‌هایی در میزان نیترات موجود در محصولات کشاورزی است. در مطالعه یاد شده، میانگین غلظت نیترات در خیار برابر با ۱۲۰/۹ mg/kg (بین ۷/۵ تا ۶۶۸/۳ mg/kg) گزارش شد که بر اساس اندازه‌گیری در ۱۸۲۱ نمونه به‌دست آمده است. این نمونه‌ها از منابع مختلفی همچون مزرعه، گلخانه، انبار، میدان تره‌بار یا فروشگاه برداشت شده و نمونه‌برداری در دو یا سه فصل مختلف انجام شده بود. بر اساس همان مطالعه، سیب‌زمینی با میانگین و انحراف معیار ۹۸/۷ و ۴۸/۸ mg/kg، دومین محصول با نیترات بالا بوده است، پس از آن گوجه‌فرنگی (میانگین و انحراف معیار ۴۵/۲ mg/kg ± ۴۰/۷) و پیاز (میانگین و انحراف معیار ۱۶/۴ mg/kg ± ۳۹/۶) قرار داشتند (۱۵). همچنین، یافته‌های حاضر با نتایج مطالعه Hassani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۹) در استان لرستان همسو است که بالا بودن معنادار غلظت نیترات را در سبزی‌های محلی مانند تره، ریحان، نعنا و تربچه تأیید کرده و بر ضرورت احتیاط در مصرف و پایش مستمر این محصولات تأکید نموده‌اند. این تشابه یافته‌ها در مناطق مختلف، حاکی از گستردگی چالش



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

غلظت نیترات در محصولات کشاورزی ایران است (۱۹).
در مطالعه‌ای دیگر توسط Colla و همکاران، مشخص شد که جذب نیترات در محصولاتی مانند گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و پیاز به دلیل نوع گیاه و اندام مصرفی بیشتر است، در حالی‌که میوه‌هایی نظیر سیب و پرتقال دارای میزان نیترات بسیار پایین‌تری نسبت به صیفی‌جات هستند (۳۰). تفاوت در نتایج این مطالعه با مطالعات پیشین ممکن است ناشی از عوامل گوناگونی از جمله ویژگی‌های ژنتیکی گیاهان، سن و مرحله رشدی آنها، نوع اندام خوراکی مورد بررسی، شرایط نوری و دمایی محیط رشد، فصل و زمان برداشت محصول، نوع و میزان کودهای نیتروژنه مصرفی، کیفیت مدیریت زراعی و نحوه نگهداری پس از برداشت باشد. این متغیرها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر ظرفیت گیاه برای جذب، تبدیل و تجمع نیترات تأثیر گذاشته و می‌توانند موجب تفاوت‌های قابل توجه در مقادیر اندازه‌گیری شده بین مطالعات مختلف شوند (۱۵). غلظت نیترات در نمونه‌های خیار این مطالعه بین ۲۹۴/۰۶ و ۲۷۲/۵۹ mg/kg بود. این مقدار در مطالعه‌ای در بنگلادش ۲۱۴/۶ mg/kg (۳۱)، چین ۱۰۴/۷ mg/kg (۳۲) و در روسیه ۲۱۶ mg/kg (۳۳) گزارش شد. همچنین مقایسه این مقادیر با استاندارد غلظت نیترات، نشان‌دهنده وضعیت مخاطره‌آمیز میانگین غلظت نیترات در نمونه‌های تره‌بار شهر ری است. در مطالعه حاضر، مشاهده شد که خیار بوته‌ای دارای غلظت نیترات بالاتری نسبت به خیار گلخانه‌ای است؛ این امر می‌تواند ناشی از مصرف بی‌رویه و غیراصولی کودهای حاوی نیترات در کشت‌های فضای باز، نبود نظارت کافی، استفاده از منابع آبی آلوده به نیترات و ویژگی‌های خاک باشد. همچنین، عدم کنترل دقیق تغذیه‌ای در کشاورزی سنتی در مقایسه با سامانه‌های گلخانه‌ای از دیگر عوامل مؤثر در این افزایش است؛ نتایج مطالعات نیز تأکید دارند که مدیریت نیتروژن و استفاده از کودهای آلی به‌ویژه در محیط‌های کنترل شده گلخانه‌ای می‌تواند به‌طور قابل توجهی تجمع نیترات را کاهش دهد (۳۴).

مقایسه میانگین نیترات در نمونه‌های پیاز (۲۹۰/۸۱ mg/kg) با دیگر مطالعات در عراق ۸۲/۷۷ mg/kg (۳۵) و زنجان در ایران ۶۹/۳۵ mg/kg (۳۶) و همچنین مقایسه با استاندارد نیترات در پیاز (۹۰ mg/kg) نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب پیازهای نمونه‌برداری شده در این میادین تره‌بار است و لزوم توجه ویژه بر ایمنی غذایی، علاوه بر امنیت غذایی است.
میزان نیترات در گوجه فرنگی‌های بوته‌ای و گلخانه‌ای نمونه‌برداری شده در این مطالعه به ترتیب ۲۰۸/۷۸ و ۱۷۱/۹۰ mg/kg بود. این نتایج همانند نتایج مربوط به خیار، افزایش غلظت نیترات در محصولات بوته‌ای نسبت به محصولات گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. در حالی که مطالعه مروری Cheraghi و همکاران، غلظت میانگین نیترات در گوجه برداشت شده در ایران را ۴۰/۷ mg/kg نشان داد (۱۵)، نتایج مطالعات در کشورهای بنگلادش (۳۱)، روسیه، مغولستان (۳۳)، چین (۳۲)، عراق (۳۵) و ایران (۳۷) به‌ترتیب ۴۳/۲، ۱۷۹، ۲۰۳، ۱۰۵/۵، ۱۴/۸ و ۷۵/۵۲ mg/kg گزارش شده است.
میانگین نیترات سیب‌زمینی در مطالعه حاضر ۲۵۳/۵۶ mg/kg بدست آمد. این میانگین در مطالعه Cheraghi و همکاران برای ایران ۹۸/۷ mg/kg (۱۵) گزارش شد. مطالعه Yeganeh و همکاران (۳۸) در میادین تره‌بار شهر تهران میزان نیترات در وزن تر غده سیب‌زمینی را ۱۶۳/۵ mg/kg گزارش کردند. میانگین مقدار نیترات در مطالعه Jannat و همکاران (۳۷)، برابر ۲۱۶/۲۴ mg/kg گزارش شد. میانگین نیترات در سیب‌زمینی در مطالعاتی در بنگلادش (۳۱)، مصر (۳۹)، مغولستان، روسیه (۳۳) و چین (۳۲)، به‌ترتیب ۳۰۷/۲، ۶۵/۵، ۱۳۷/۵، ۱۴۵/۷ و ۱۵۶/۳ mg/kg گزارش شده است. غلظت میانگین نیترات در پرتقال و سیب به‌ترتیب ۱۵۸/۳۶ و ۵۱/۹۹ mg/kg تعیین شد که در مقایسه با مطالعات دیگر در بنگلادش به‌ترتیب ۱۷/۹۰ و ۱۷/۹۲ mg/kg (۳۱)، در مطالعه‌ای در ایران به‌ترتیب ۴۰/۹۳ و ۵۳/۱۶ mg/kg (۴۰)، در مطالعه دیگری



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

در ایران ۱۳۲ و ۱۰۳ mg/kg (۴۱) در دامنه مقادیر گزارش شده و در برخی موارد بالاتر از آنها قرار می‌گیرد.

مقایسه میانگین نیترات اندازه‌گیری شده در محصولات کشاورزی با مقادیر مجاز مندرج در استاندارد ملی ایران نشان داد که در تمامی محصولات دارای استاندارد، میانگین غلظت نیترات بالاتر از حد مجاز بوده است. تنها سیب و پرتقال که فاقد حدود مجاز مشخص در استاندارد ملی هستند، از این قاعده مستثنا بودند. برای نمونه، میانگین نیترات در خیار بوته‌ای (۲۹۴/۰۶ mg/kg)، خیار گلخانه‌ای (۲۷۲/۵۹ mg/kg) و گوجه‌فرنگی بوته‌ای (۲۰۸/۷۸ mg/kg) به‌طور قابل توجهی از مقادیر مجاز تعیین شده به‌ترتیب ۳۰۰، ۳۰۰ و ۱۵۰ mg/kg فراتر رفته‌اند (۲۳). این یافته‌ها از منظر سلامت عمومی حائز اهمیت‌اند، چراکه مصرف مستمر این محصولات با غلظت‌های بالا می‌تواند منجر به انباشت مزمن نیترات در بدن و افزایش احتمال پیامدهای خطرناک، از جمله اثرات سرطان‌زای بلندمدت گردد و این امر، لزوم نظارت مؤثرتر بر مصرف کودهای نیتروژنه، پایش دوره‌ای محصولات و ترویج کشاورزی ایمن‌تر را برجسته می‌سازد. علاوه بر آن، همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، عوامل متعددی از جمله زمان برداشت، شدت تابش نور، دمای هوا و شرایط فیزیولوژیکی گیاه در هنگام برداشت از عوامل کلیدی هستند که در تعیین سطح نهایی نیترات در محصول نقش دارند. مدیریت مؤثر این شرایط نه‌تنها به کاهش غلظت نیترات در محصولات کمک می‌کند، بلکه می‌تواند در کنترل ریسک‌های بهداشتی ناشی از مصرف آنها مؤثر واقع شود. از این‌رو، ارائه اطلاعات دقیق درباره فصل و ساعت نمونه‌برداری، محل برداشت و شرایط محیطی مرتبط در گزارش‌های علمی، نه‌تنها برای امکان مقایسه بین مطالعاتی ضروری است، بلکه می‌تواند به تدوین راهبردهای مؤثر برای ایمنی غذایی نیز کمک کند (۱۵, ۴۲). تفاوت در میزان نیترات بین این مطالعه و برخی مطالعات پیشین، می‌تواند ناشی از عوامل مدیریتی و محیطی متعددی باشد؛ از جمله تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی گیاه، سن و مرحله رشدی آن، نوع اندام خوراکی، شرایط نوری و دمایی رشد، فصل و زمان برداشت، میزان و نوع مصرف کودهای نیتروژنه، کیفیت مدیریت زراعی و نحوه نگهداری پس از برداشت. این عوامل به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر جذب، تبدیل و تجمع نیترات در گیاه تأثیرگذارند و شناسایی و کنترل آنها می‌تواند به کاهش غلظت نیترات در محصولات کشاورزی کمک کند (۱۲).

بر اساس داده‌های جدول ۱، میانگین غلظت نیترات در محصولات مختلف کشاورزی مورد بررسی از بیشترین به کمترین به‌ترتیب به صورت زیر بود: خیار بوته‌ای > خیار گلخانه‌ای > پیاز > سیب‌زمینی > گوجه‌فرنگی بوته‌ای > گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای > پرتقال > سیب. این ترتیب نشان‌دهنده آن است که صیفی‌جات به‌ویژه خیار و گوجه‌فرنگی، به‌ویژه در کشت‌های گلخانه‌ای، غلظت‌های بالاتری از نیترات را در بافت خود تجمع می‌دهند. در مقابل، میوه‌هایی مانند سیب و پرتقال، کمترین میزان تجمع نیترات را نشان دادند. این یافته‌ها می‌تواند در تحلیل الگوی مواجهه غذایی با نیترات در جامعه و اولویت‌بندی مداخلات کنترلی و آموزشی مورد توجه قرار گیرد. همچنین اشاره به این مطلب مفید به‌نظر می‌رسد که تجمع نیترات در محصولاتی مانند خیار و سیب‌زمینی بالاست و جداکردن پوست آن قبل از استفاده، می‌تواند به مقدار قابل توجهی مواجهه با نیترات از طریق مواد غذایی را کاهش دهد (۴۳).

در مطالعه حاضر، مقادیر شاخص مخاطره غیرسرطان‌زایی (HQ) برای مواجهه غذایی با نیترات در گروه‌های مختلف میوه و سبزیجات مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هیچ‌یک از گروه‌های غذایی HQ از عدد یک تجاوز نکرده و در نتیجه خطر غیرسرطان‌زایی مصرف این محصولات در حد مجاز ارزیابی می‌شود. بالاترین مقدار HQ مربوط به سیب‌زمینی با مقدار متوسط ۰/۲۳۱ و صدک ۹۵ برابر با ۰/۳۵۶ بود و پس از آن پیاز (۰/۲۰۱ و ۰/۲۲۸) قرار داشت. در مقابل، کمترین مقدار HQ به خیار گلخانه‌ای و بوته‌ای (به



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

ترتیب ۰/۰۲۴ و ۰/۰۲۵ برای میانگین) اختصاص داشت که در هر دو حالت بسیار کمتر از یک گزارش شد. مقایسه نتایج این مطالعه با سایر مطالعات ملی، دید روشنی از میزان ریسک در مناطق مختلف کشور ارائه می‌دهد. در مطالعه‌ای توسط Yeganeh و همکاران (۱۴۰۲) بر روی خیار، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی تولیدی در شهرستان جیرفت، شاخص HQ در تمامی محصولات کمتر از یک گزارش شد و کم خطر ارزیابی گردید (۴۴). نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Nezami و همکار (۲۰۲۴) برای سیب‌زمینی (۴۳) و Salehzadeh و همکاران (۲۰۲۰) برای گوجه‌فرنگی (۱۸) که هر دو HQ کمتر از یک را گزارش کرده‌اند، هم‌راستا است و نشان‌دهنده ریسک پایین مصرف این محصولات بود. همچنین در پژوهش Ram و همکاران (۲۰۲۲)، مقدار HQ برای بزرگسالان بر اساس میانگین غلظت نیترات در سه سال اندازه‌گیری، برای پیاز، خیار و گوجه‌فرنگی به‌ترتیب ۰/۰۲، ۰/۰۲ و ۰/۰۹ برآورد شد، در حالی که این مقدار برای کاهو ۰/۹۵ گزارش گردید (۴۵). در مطالعه Qasemi و همکاران (۲۰۲۴) در گناباد، مقدار HQ برای پیاز و سیب‌زمینی بیش از یک گزارش شد و نشان‌دهنده پتانسیل خطر برای جمعیت مصرف‌کننده آن منطقه تلقی شد (۴۶). این تفاوت‌ها بیانگر اثرپذیری شاخص HQ از عوامل منطقه‌ای مانند نوع کشت، کاربرد کودها و کیفیت آب آبیاری است. با وجود این، یافته‌های مطالعه حاضر سطح مواجهه‌ای ایمن را نشان می‌دهد، هرچند در مورد محصولاتی مانند سیب‌زمینی و پیاز نیاز به پایش مستمر باقی است.

بر اساس نتایج ارائه شده در تحلیل بار بیماری‌های مواجهه غذایی با نیترات، برخی محصولات کشاورزی سهم بیشتری در بروز و مرگ ناشی از سرطان کولورکتال داشته‌اند (جدول ۲). در این میان، سیب‌زمینی با نرخ بروز ۲/۰۲ در هر ۱۰۰ هزار نفر، بیشترین نرخ بروز را به خود اختصاص داد و پس از آن پیاز (۱/۷۸؛ ۸/۲۷ مورد) و گوجه بوته‌ای (۱/۰۵؛ ۴/۸۸ مورد) قرار دارند. کمترین نرخ‌های بروز مربوط به خیارهای گلخانه‌ای (۰/۲۳؛ ۱/۰۵ مورد) و بوته‌ای (۰/۲۵؛ ۱/۱۴ مورد) بود. روند نرخ مرگ نیز با این یافته‌ها همخوانی دارد؛ به‌طوری‌که سیب‌زمینی (۰/۹۵؛ ۴/۴۰ مورد) و سپس پیاز (۰/۸۴؛ ۳/۸۹ مورد) بالاترین نرخ مرگ را نشان دادند.

در مطالعات متعدد اپیدمیولوژیک، مصرف مزمن نیترات، به‌ویژه از طریق منابع غذایی و آب آشامیدنی، با افزایش خطر ابتلا به سرطان‌های دستگاه گوارش، از جمله کولورکتال، معده و مری مرتبط دانسته شده است. نیترات پس از ورود به بدن، تحت تأثیر باکتری‌های هم‌زیست دهانی به نیتریت تبدیل می‌شود و نیتریت حاصل در واکنش با آمین‌ها و آمیدها، ترکیبات سرطان‌زای N-نیتروزو (NOCs) را در دستگاه گوارش تشکیل می‌دهد. افزون بر این، نیتریت از طریق تولید نیتریک‌اکسید و سایر مشتقات فعال نیتروژن، می‌تواند رشد و تکثیر سلول‌های توموری را تسهیل کند (۴۷, ۴۸). در سال ۲۰۲۰، سرطان‌های دستگاه گوارش نیمی از بار جهانی سرطان را به خود اختصاص دادند. سرطان کولورکتال با نرخ بروز ۱۹/۵ و مرگ ۹/۷ در هر ۱۰۰ هزار نفر، یکی از شایع‌ترین سرطان‌ها در سطح جهان بود. این بار بالای بیماری اهمیت شناسایی و کنترل عوامل خطر تغذیه‌ای مانند نیترات را دوچندان می‌سازد (۴۹). بر اساس مطالعه‌ای که با استفاده از داده‌های شاخص محیط غذایی شهرستان‌ها (Food Environment Index) در ایالات متحده انجام شد، میانگین نرخ بروز سرطان کولورکتال ۴۳/۱ و نرخ مرگ ۱۶/۰ در هر ۱۰۰ هزار نفر گزارش شد و این نرخ‌ها در مناطق با دسترسی بهتر به غذای سالم به ترتیب به ۴۱/۳ و ۱۴/۹ کاهش یافته‌اند. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر محیط و تغذیه بر کاهش بار سرطان کولورکتال و اهمیت بهبود دسترسی به غذای سالم در کاهش بروز و مرگ‌ومیر آن است (۵۰).

بر اساس داده‌های ارائه شده، مواجهه با نیترات از طریق مصرف میوه‌ها و سبزیجات متنوع، بار قابل توجهی از بیماری‌های مرتبط با سرطان کولورکتال را به همراه دارد. نرخ DALY، YLD و YLL مرتبط با مصرف سیب‌زمینی و



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

پیاز به ترتیب با بیشترین میزان مواجهه مشخص شده‌اند که نشان‌دهنده سهم بالای این محصولات در بار بیماری است. به‌ویژه سیب‌زمینی با نرخ DALY حدود ۲۳/۱۵ و تعداد موارد بالای ۱۰۷/۳۸ و پیاز با نرخ DALY حدود ۲۰/۴۵ و تعداد نزدیک به ۹۴/۸۷، بیشترین بار بیماری را در میان میوه‌ها و سبزیجات دارد. این یافته‌ها تأکید می‌کند که مصرف محصولات با غلظت بالاتر نیترات، به‌ویژه در شرایطی که میزان مصرف بالا است، می‌تواند ریسک بروز و پیشرفت سرطان کولورکتال را افزایش دهد. از سوی دیگر، میوه‌هایی مانند سیب و پرتقال نیز با وجود نرخ‌های پایین‌تر نسبت به سبزیجات ریشه‌ای، بار قابل توجهی از بار بیماری را به خود اختصاص داده‌اند که نشان‌دهنده نیاز به کنترل دقیق غلظت نیترات در تمامی محصولات کشاورزی است. بر اساس مطالعه Amerian و همکاران (۲۰۲۳)، ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از نیترات در بامیه گلخانه‌ای شهرستان کرمانشاه بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش میزان رشد گیاه و تعداد برداشت، غلظت نیترات در محصولات کاهش داشت. همچنین شاخص HQ برآورد ریسک مواجهه با نیترات در این محصول کمتر از ۱ گزارش شد (۵۱).

بر اساس داده‌های ارائه شده در مطالعه Grinsven و همکاران (۲۰۱۰)، مواجهه با نیترات بالاتر از ۲۵ mg/L در آب آشامیدنی با بروز سالانه حدود ۵۰۰۰ مورد جدید سرطان کولون مرتبط بوده است. این موارد اضافی منجر به از دست رفتن تقریبی ۲۳۰۰۰ سال زندگی سالم (DALY) و ۱۸۰۰۰ سال عمر به دلیل مرگ زودرس (YLL) شده‌اند. کشورهایی مانند آلمان (DALY برابر ۹۱۰۰) و فرانسه و ایتالیا (هر یک DALY برابر ۴۷۰۰) بیشترین سهم را در این بار بیماری داشته‌اند. این ارقام نشان‌دهنده تأثیر قابل‌توجه مواجهه با نیترات بر سلامت جمعیت در کشورهای اتحادیه اروپا است (۵۲). طبق مطالعه Nezami و همکار (۲۰۲۱) در ۱۲۰ نمونه سبزی جمع‌آوری شده از میدان تره‌بار کرمانشاه، غلظت نیترات تمام سبزیجات در زمستان زیر حد استاندارد بود؛ اما در تابستان در کرفس، شاهی و برگ چغندر از حد مجاز فراتر رفت. بااین‌حال، در هر دو فصل، شاخص (HQ) برای همه سبزیجات کمتر از ۱ گزارش شد؛ بیشترین HQ تابستان به‌ترتیب در شاهی (۰/۴۲۵)، برگ چغندر (۰/۳۶۳) و کرفس (۰/۱۳۵) و در زمستان در شاهی (۰/۱۹۰) مشاهده شد (۵۳). با توجه به شواهد علمی و نتایج حاصل از مطالعات اپیدمیولوژیک مختلف، آشکار است که مواجهه مزمن با نیترات از طریق منابع غذایی و آب آشامیدنی نقش قابل توجهی در افزایش بار بیماری سرطان کولورکتال ایفا می‌کند. لذا ضرورت دارد سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران بهداشت محیط ضمن بهبود کیفیت منابع آب و کنترل مصرف کودهای شیمیایی، به ارتقاء دسترسی به غذای سالم و اجرای برنامه‌های پیشگیری و آموزش عمومی توجه ویژه‌ای داشته باشند تا بار بیماری ناشی از سرطان‌های مرتبط با نیترات به حداقل ممکن کاهش یابد. این رویکرد چندجانبه می‌تواند ضمن حفظ سلامت جمعیت، هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از این بیماری‌ها را نیز کاهش دهد.

این مطالعه با محدودیت‌هایی نیز همراه بود؛ یکی از محدودیت‌ها، استفاده از دوز مرجع خوراکی (RfD) به مقدار ۱/۶ mg/kg.day بر اساس مطالعات متهموگلوبینمی در نوزادان بوده است. اگرچه این مقدار در پایگاه IRIS به‌عنوان RfD رسمی برای نیترات در جمعیت عمومی نیز پذیرفته شده است، اما به‌دلیل مبنای محافظه‌کارانه آن، احتمال برآورد بالاتر ریسک در گروه‌های سنی بزرگسال وجود دارد. از این‌رو نتایج HQ باید با درنظرگرفتن این محدودیت تفسیر شوند؛ در همین راستا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی و نیز در چارچوب تحلیل‌های حساسیت، از پارامترهای دز-پاسخ اختصاصی گروه‌های سنی یا مدل‌های پیشرفته‌تر ارزیابی مواجهه بهره گرفته شود تا برآوردهای مرتبط با اثرات مزمن با دقت و اعتبار بیشتری انجام گیرد. از دیگر محدودیت‌ها، محدود بودن تنوع محصولات نمونه‌برداری شده و تمرکز مکانی نمونه‌ها تنها در میادین تره‌بار شهر ری است که



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

می‌تواند تعمیم نتایج به سایر مناطق کشور را با احتیاط مواجه سازد. از این‌رو، تعمیم کامل نتایج به سطح ملی نیازمند انجام مطالعات گسترده‌تر و فراگیرتر در مناطق مختلف و در فصول گوناگون است. در کنار اقدامات مدیریتی برای کاهش نیترات، یکی از مهم‌ترین نیازهای حال حاضر، طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه پایش ملی از مزرعه تا سفره برای کنترل نیترات در زنجیره غذایی است. این سامانه می‌تواند با بهره‌گیری از اینترنت اشیا (IoT) برای ثبت و انتقال داده‌های محیطی و کشاورزی به‌صورت بلادرنگ و همچنین فناوری بلاک‌چین برای ثبت ایمن و غیرقابل‌تحریف داده‌ها در طول زنجیره تأمین، امکان پایش دقیق، شفاف و قابل‌اعتماد را فراهم آورد. چنین رویکردی، نه‌تنها به بهبود ایمنی غذایی و کاهش ریسک‌های بهداشتی مرتبط با نیترات کمک می‌کند، بلکه می‌تواند ابزار قدرتمندی برای سیاست‌گذاران در جهت ارتقای سلامت جامعه و کاهش هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از بیماری‌های غیرواگیر باشد.

## نتیجه‌گیری

مصرف میوه‌ها و سبزیجات از ارکان اساسی سلامت تغذیه‌ای است؛ با این حال، انباشت نیترات در برخی محصولات می‌تواند پیامدهای بلندمدت بر سلامت عمومی، ایجاد کند. از این‌رو، پایش نظام‌مند نیترات در محصولات پرمصرف و انجام ارزیابی‌های کمی ریسک و بار بیماری برای ارائه تصویری دقیق از وضعیت مواجهه غذایی ضرورت دارد. این مطالعه با ارائه برآورد کمی از ریسک و بار بیماری ناشی از مواجهه غذایی با نیترات، تصویری روشن‌تر از وضعیت مواجهه در شهر ری ارائه می‌دهد. همچنین یافته‌های این مطالعه، با ارائه یک ارزیابی محلی از بار بیماری ناشی از نیترات در میوه و سبزیجات، به فهم بهتر وضعیت مواجهه غذایی کمک کرده و می‌تواند مبنایی برای مطالعات گسترده‌تر در سایر مناطق کشور باشد.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهند که مصرف مستمر برخی صیفی‌جات با غلظت بالای نیترات می‌تواند ریسک مواجهه با عوامل سرطان‌زا و بار بیماری مرتبط با سرطان کولورکتال را افزایش دهد، در حالی که شاخص HQ نشان‌دهنده سطح مواجهه غیرسرطان‌زایی قابل قبول در جمعیت مصرف‌کننده است.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بخشی از جمعیت شهر ری در معرض مقادیر قابل‌توجهی از نیترات قرار دارد که می‌تواند در بلندمدت به افزایش بار سرطان کولورکتال منجر شود. این یافته‌ها می‌توانند در بازنگری برنامه‌های نظارت بهداشتی، بهبود مدیریت کودهای نیتروژنه در مزارع و طراحی مداخلات مبتنی بر شواهد برای کاهش مواجهه غذایی با نیترات در محصولات پرمصرف مورد استفاده قرار گیرند. این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که می‌توان به استفاده از داده‌های مصرف در سطح ملی به دلیل نبود داده‌های محلی، محدودیت‌های فنی روش آزمایشگاهی در غلظت‌های نزدیک به حد تشخیص و پوشش ناکامل فصلی و مکانی نمونه‌برداری اشاره کرد. این موارد می‌توانند بر دقت برآورد مواجهه و بار بیماری اثرگذار باشند و باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. با توجه به این محدودیت‌ها، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی یک مطالعه چندمرکزی و مبتنی بر پایش دوره‌ای طراحی شود تا امکان ارزیابی نوسانات فصلی و مکانی فراهم گردد. همچنین به‌کارگیری مدل‌سازی کمی بار بیماری در سناریوهای مختلف کاهش نیترات در زنجیره تولید می‌تواند شواهد لازم برای سیاست‌گذاری و مداخله‌های کارآمد در سطح تولید و توزیع را فراهم کند.

## ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. این پژوهش دارای کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1404.113 است.



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان "ارزیابی کمی ریسک مواجهه تغذیه‌ای با نیترات سبزی و میوه در جامعه شهری ری در سال ۱۴۰۳" مصوب مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم، در سال ۱۴۰۴ با کد ۴۳۰۱۶۹۶۵ است که با حمایت پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری تمام عزیزانی که در انجام این مطالعه همکاری نموده اند، تشکر و قدردانی نمایند.

## References

1. Hosseini MJ, Dezhangah S, Esmi F, S Gharavi Nakhjavani M, Hashempour baltork F, Mirza Alizadeh A. A worldwide systematic review, meta-analysis and meta-regression of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2023;257:114934.

2. Behnamipour S, Ghafuri Y, Yari AR, Ebrahimi A, Arast Y. Monitoring and assessing health risk of exposure to nitrate residues in agricultural products; case study in Qom Province, Iran. Journal of Chemical Health Risks. 2022;12(3): 465-71.

3. Apte M, Nadavade N, Sheikh SS. A review on nitrates' health benefits and disease prevention. Nitric Oxide. 2024;142:1-15.

4. Cheng CJ, Kuo YT, Chen JW, Wei GJ, Lin YJ. Probabilistic risk and benefit assessment of nitrates and nitrites by integrating total diet study-based exogenous dietary exposure with endogenous nitrite formation using toxicokinetic modeling. Environment International. 2021;157:106807.

5. Gholami Z, Abtahi M, Golbini M, Parseh I, Alinejad A, Avazpour M, et al. The concentration and probabilistic health risk assessment of nitrate in Iranian drinking water: a case study of Ilam city. Toxin Reviews. 2021;40(4):1048-57.

6. Abtahi M, Alimohammadi M, Saeedi R, Nabizadeh R, Askari M, Mahmoudi B, et al. Evaluation of chemical and microbial quality of bottled water in Iran and calculation of water quality index. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(2):225-46 (in Persian).

7. Roshandel G, Ghasemi Kebria F, Malekzadeh R. Colorectal cancer: epidemiology, risk factors, and prevention. Cancers. 2024;16(8):1530.

8. Vernia F, Longo S, Stefanelli G, Viscido A, Latella G. Dietary factors modulating colorectal carcinogenesis. Nutrients. 2021;13(1):1-13.

9. Fan CC, Lin TF. N-nitrosamines in drinking water and beer: Detection and risk assessment. Chemosphere. 2018;200:48-56.

10. Ghaffari HR, Nasseri S, Yunesian M, Nabizadeh R, Pourfarzi F, Poustchi H, et al. Monitoring and exposure assessment of nitrate intake via fruits and vegetables in high and low risk areas for gastric cancer. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2019;17:445-56.

11. Egbuchiem AN, Okobi OE, Odutola OD, Igbenabor CA, Okey Ndeche UN, Omotunde O, et



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

al. Evaluation of the relationship between nitrate use and the prevalence of colorectal cancers in the United States. Cureus. 2025;17(5):e84530.

12. Ebadi N, Mohseni Bandpey A, Shahsavani A, Seilsepour M, Abtahi M. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of heavy metals in lettuce in Varamin plain region in 2022. Journal of Behdasht dar Arseh (i.e., Health in the Field). 2024;12(1):1-10 (in Persian).

13. Mohammadpour A, Motamed Jahromi M, Abbasi F, Allahdinian Hesaruiyeh F, Shahsavani E, Mousavi Khaneghah A. Evaluation of the concentration and human health risk of nitrate and potentially toxic elements (PTEs) in melons from a southern region of Iran: identification of pollution sources. Science of the Total Environment. 2024;926:171702.

14. Naddafi K, Mesdaghinia A, Abtahi M, Hassanvand M, Saeedi R. A review of studies on burden of disease attributable to environmental risk factors in Iran: achievements, limitations and future plans. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(2):319-50 (in Persian).

15. Cheraghi M, Shahbazi K, Fathi Gerdelidani A, Bazargan K, Marzi M, Hasheminasab Zavareh Ks, et al. Investigation of nitrate status in agricultural products of Iran and criticism of published studies – a review study. Iranian Journal of Soil and Water Research. 2024;54(11):1779-820 (in Persian).

16. Chazelas E, Pierre F, Druesne Pecollo N, Esseddik Y, Szabo De Edelenyi F, Agaesse C, et al. Nitrites and nitrates from food additives and natural sources and cancer risk: results from the NutriNet-Sante cohort. International Journal of Epidemiology. 2022;51(4):1106-19.

17. Luetic S, Knezovic Z, Jurcic K, Perasovic ML, Sutlovic D. Nitrates and nitrites in leafy vegetables: The influence of culinary processing on concentration levels and possible impact on health. International Journal of Molecular Sciences. 2025;26(7):3018.

18. Salehzadeh H, Maleki A, Rezaee R, Shahmoradi B, Ponnet K. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. PloS One. 2020;15(1):e0227551.

19. Hassani Moghaddam E, Bazdar A, Shaaban M. Study of nitrate rate in some vegetables cultivated in Poldokhtar and Khorramabad, Lorestan province. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(1):101-12 (in Persian).

20. Eslami A, Ghadimi M. Study of five years nitrite and nitrate content trends of Zanjan groundwater resources using GIS from 2006 to 2010. Journal of Health in the Field. 2013;1(1):30-36 (in Persian).

21. Gharibi s, Foroughi A, Pouyanmehr M, Hashemian A. Knowledge, attitude and practice of students of Kermanshah University of Medical Sciences about food hygiene and safety. Journal of Behdasht dar Arseh (i.e., Health in the Field). 2021;8(4):23-33 (in Persian).

22. Jamshidi B, Seilsepoor M. Guide to Nitrate Assessment and Management in Leafy Vegetables. Tehran, Iran: Agricultural Education Publishing, Agricultural Extension and Education Deputy, Agricultural Research, Education and Extension Organization; 2022 (in Persian).

23. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Agricultural products – Maximum residue limit for nitrate and test method. Tehran:



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2021. Report No.: INSO 16596 (in Persian).

24. Abtahi M, Dobaradaran S, Koolivand A, Jorfi S, Saeedi R. Assessment of cause-specific mortality and disability-adjusted life years (DALYs) induced by exposure to inorganic arsenic through drinking water and foodstuffs in Iran. Science of the Total Environment. 2023;856:159118.

25. Soltani A, Alimagham S, Nehbandani A, Torabi B, Zeinali E, Zand E, et al. Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. Global Food Security. 2020;24:100351.

26. Bleam WF. Risk assessment. In: Bleam WF, editor. Soil and environmental chemistry. Boston: Academic Press; 2012. p. 409-47.

27. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global burden of disease study 2021 (GBD 2021) results. Seattle: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME); 2022.

28. Richards J, Chambers T, Hales S, Joy M, Radu T, Woodward A, et al. Nitrate contamination in drinking water and colorectal cancer: Exposure assessment and estimated health burden in New Zealand. Environmental Research. 2022;204:112322.

29. Abtahi M, Dobaradaran S, Koolivand A, Jorfi S, Saeedi R. Burden of disease induced by public overexposure to solar ultraviolet radiation (SUVR) at the national and subnational levels in Iran, 2005–2019. Environmental Pollution. 2022;292:118411.

30. Colla G, Kim HJ, Kyriacou MC, Rouphael Y. Nitrate in fruits and vegetables. Scientia Horticulturae. 2018;237:221-38.

31. Uddin R, Thakur MU, Uddin MZ, Islam GR. Study of nitrate levels in fruits and vegetables to assess the potential health risks in Bangladesh. Scientific Reports. 2021;11(1):4704.

32. Luo F, Yan XJ, Hu XF, Yan LJ, Cao MY, Zhang WJ. Nitrate quantification in fresh vegetables in shanghai: its dietary risks and preventive measures. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(21):14487.

33. Smyatskay Y, Pankina I, Kulikova L, Sobgaida D. Nitrate content in vegetables and fruits in Russia and Mongolia. E3S Web of Conferences; Poland: EDP Sciences; 2020. p. 01066.

34. Swanson EO, Carlson JL, Perkus LA, Grossman J, Rogers MA, Erwin JE, et al. Nutrient and nitrate composition of greenhouse-grown leafy greens: A trial comparison between conventional and organic fertility treatments. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2022;6:811995.

35. Akram Ali R, Muhammad KA, Qadir OK. A survey of nitrate and nitrite contents in vegetables to assess the potential health risks in Kurdistan, Iraq. Fourth International Conference for Agricultural and Sustainability Sciences; Surakarta, Indonesia: IOP Publishing; 2021. p. 012065.

36. Tabande L, Zarei M. Overview of nitrate concentration in some vegetables produced in Zanjan Province. Iranian Journal of Soil Research. 2018;32(3):373-81 (in Persian).

37. Jannat B, Mohamadi S, Abdoli N, Zienali T, Sadighara P. The nitrate content of commonly consumed agricultural products including vegetables, cereals, and legumes in Iran. Journal of Chemical Health Risks. 2022;12(2):293-303.

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

38. 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.

39. Sebaei AS, Refai HM. Hazard index: probabilistic risk exposure of nitrate and nitrite in Egyptian fruits and vegetables. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2021;101(10):1477-84.

40. Zendehbad M, Mostaghelchi M, Mojganfar M, Cepuder P, Loiskandl W. Nitrate in groundwater and agricultural products: intake and risk assessment in Northeastern Iran. Environmental Science and Pollution Research. 2022;29(52):78603-19.

41. Bahadoran Z, Mirmiran P, Jeddi S, Azizi F, Ghasemi A, Hadaegh F. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. Journal of Food Composition and Analysis. 2016;51:93-105.

42. Fatemi Ghomsheh A, Nezami S. Study of nitrate status in some vegetables collected from Kermanshah vegetables markets. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(1):77-86 (in Persian).

43. Nezami S, Fatemi A. Nitrate content in potato (Solanum tuberosum L.) and onion (Allium cepa L.) and its human health risk assessment in the fields with the highest cultivated area in Kermanshah Province, Iran. Agrotechniques in Industrial Crops. 2024;4(2):56-64.

44. Yeganeh M, Toopalnia R, Kamali A, Shekofteh H, Ahmadi H. Human health risk assessment caused by nitrate in cucumbers, tomatoes and strawberries produced in Jiroft city. Iranian Journal of Soil and Water Research. 2023;54(9):1251-68 (in Persian).

45. Ram M, Afshari A, Tavakoly Sany SB, Jamshidi A. Health risk assessment and evaluation of nitrate and nitrite in salad vegetables of Mashhad City. Journal of Nutrition, Fasting and Health. 2022;10(4):252-57.

46. Qasemi M, Ghorbani M, Salehi R, Attari SM, Afsharnia M, Dehghani MH, et al. Human health risk associated with nitrates in some vegetables: a case study in Gonabad. Food Chemistry Advances. 2024;4:100721.

47. Lowe C, Kurscheid J, Lal A, Sadler R, Kelly M, Stewart D, et al. Health risk assessment for exposure to nitrate in drinking water in Central Java, Indonesia. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(5):2368.

48. Yousefi H, Karimi Douna B. Risk of nitrate residues in food products and drinking water. Asian Pacific Journal of Environment and Cancer. 2023;6(1):69-79.

49. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2021;71(3):209-49.

50. Mo J, Luo J, Hendryx M. Food environment and colorectal cancer incidence and mortality rates. Journal of Hunger & Environmental Nutrition. 2022;17(3):397-408.

51. Amerian M. Health risk assessment due to heavy metals and nitrates in greenhouse okra of Kermanshah county. Journal of Research in Environmental Health. 2023;8(4):406-18 (in Persian).



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

52. Van Grinsven HJ, Rabl A, De Kok TM. Estimation of incidence and social cost of colon cancer due to nitrate in drinking water in the EU: a tentative cost-benefit assessment. Environmental Health. 2010;9:1-12.

53. Nezami S, Fatemi A. Human health risk assessment of exposure to nitrate from vegetables distributed in Kermanshah. Journal of Research in Environmental Health. 2021;7(2):164-74 (in Persian).

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

# Risk assessment and disease burden of colorectal cancer attributable to dietary nitrate exposure from fruits and vegetables in Shahre-Rey market of fruits and vegetables

Mehrdad Salami[1,2], Reza Saeedi[3], Ahmadreza Yazdanbakhsh[3], Maryam Heydari[3], Azita Mohagheghian[4], Mehrnoosh Abtahi[1,3,*]

1- Air Quality and Climate Change Research Center, Research Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- MPH Department, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Gilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

**ARTICLE INFORMATION:**

**Received:** 3 December 2025
**Revised:** 18 February 2026
**Accepted:** 24 February 2026
**Published:** 10 March 2026

**Keywords:** Nitrate, Dietary exposure, Colorectal cancer, Disease burden (DALY)

***Corresponding Author:**
mehrabtahi@sbmu.ac.ir

**ABSTRACT**

**Background and Objective:** Despite their high nutritional value, fruits and vegetables may pose a risk to public health due to nitrate accumulation. This study aimed to assess the health risks associated with dietary exposure to nitrates present in fruits and vegetables sold in produce markets of Shahre-Rey.

**Materials and Methods:** In this cross-sectional study, samples of apples, oranges, potatoes, onions, and both greenhouse- and field-grown tomatoes and cucumbers (n = 13, 12, 22, 18, 24, and 32, respectively) were collected during autumn and winter 2023 and spring and summer 2024. Nitrate concentrations were measured using a spectrophotometric method. The non-carcinogenic hazard quotient (HQ) was calculated based on the measured nitrate levels. In addition, using GBD data, the contribution of nitrate to the disease burden of colorectal cancer was estimated through YLL (Years of Life Lost), YLD (Years Lived with Disability), and DALY (Disability-Adjusted Life Years) indices.

**Results:** The mean nitrate concentration varied significantly across the products, with the highest level found in field cucumbers (294.06 mg/kg) and the lowest in apples (51.99 mg/kg). In some products, nitrate levels exceeded the permissible limits set by the Iranian national standard. The highest non-carcinogenic risk was observed in potatoes, with a mean HQ of 0.231. Potatoes also had the highest incidence rate of colorectal cancer (2.02 per 100,000 population), the greatest DALY (23.15), and the highest nitrate-related mortality. The mean DALY attributed to nitrate exposure was estimated at 107.38 for potatoes, 94.87 for onions, and 12.10 for greenhouse cucumbers.

**Conclusion:** Certain agricultural products, particularly potatoes and onions, are significant sources of dietary nitrate exposure and may contribute to an increased risk of colorectal cancer. Continuous monitoring and management of nitrate levels in these products are essential.

*Please cite this article as: Salami M, Saeedi R, Yazdanbakhsh A, Heydari M, Mohagheghian A, Abtahi M. Risk assessment and disease burden of colorectal cancer attributable to dietary nitrate exposure from fruits and vegetables in Shahre-Rey market of fruits and vegetables. Iranian Journal of Health and Environment. 2026;18(4):745-64.*

Copyright © 2026 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10 ]