

Study of nitrate concentration in Varamin plain leafy vegetables and evaluation of its risk for human

Mohsen Seilsepour^{1*}

1- Corresponding Author and Assistant Professor of Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran.

mseilsep@yahoo.com

Received Date: 2019/11/23

Accepted Date: 2020/04/29

Abstract

Introduction: Among the plant nutrients required, nitrogen is the most limiting plant growth factor and the key nutrient for achieving optimum yield in most crops, especially in arid regions (Seilsepour and Momayezi, 2005). Therefore, the most widely used fertilizer among the fertilizers is nitrogen-containing fertilizers. Nitrogen is present in the structure of amino acids, nucleic acids, purine bases, alkaloids and chlorophylls. The amount of nitrogen needed by plant depends on the species of plant and soil. It is absorbed by the plant in the form of ammonium and nitrate. Plants mainly prefer nitrate ions for uptake (Dordas and Sioulas, 2008). Nitrate in the human body is converted to nitrite and, in combination with amines, is converted to nitrosamine, which is one of the main causes of cancer. In the neonatal stomach, nitrate is resuscitated to nitrite and, in the bloodstream, oxidizes hemoglobin iron and converts divalent iron to trivalent iron. Thus, hemoglobin pigments disrupt oxygen delivery to the infant's body and eventually lead to choking and death of the infant (Fewtrell, 2004). Nitrate accumulation in vegetables is often dependent on the amount and type of nutrients in the soil and is closely related to the amount and timing of fertilizer use, so that the amount of chemical fertilizer applied is one of the factors affecting it. Vegetable and vegetable products, including leafy vegetables, are of great importance in many countries because of their high nutritional value (Menard, 2008). Vegetables have been suggested by the World Health Organization to prevent no communicable diseases such as cardiovascular disease, cancer, obesity, and type 2 diabetes (FAO / WHO, 2003). However, despite the importance and nutritional value of vegetables, research has shown that about 80% of the nitrates that enter the human body are from vegetables and fruits (Kiani and Gheytsi, 2016). Due to the adverse effects of nitrate on human health, much attention has now been paid to the accumulation of this ion in vegetables and has been considered as a qualitative biological indicator in vegetables (Chen et al., 2004). Due to the lack of information on the nitrate concentration of leafy vegetables produced in the major vegetable production areas of Varamin plain, this study was conducted to determine of nitrate concentration in leafy vegetable and evaluation of nitrate risk assessment for vegetables consumers.

Material and methods: To investigate the nitrate concentration in leafy vegetables, this study was conducted in 2014 in the agricultural lands of Varamin district (Varamin, Pishva, Pakdasht), which are the hub of vegetable production in Tehran province. The leafy vegetables studied were savory, parsley, coriander, fenugreek, leek, cress, dill, mint, cabbage, celery, spinach and lettuce. Sampling was done for each crop from 30 different farms.. Di azo method (Emami, 1996) was used to determine nitrate concentration. The mean nitrate concentration in each leafy vegetable (at 30 field level) was compared with the maximum permissible nitrate level (National Standard No. 16596) by means of T-test. According to the World Health Organization (Human Health Fact Sheet, 2005) guidelines, which set the daily nitrate uptake for humans to be 3.6 mg.kg⁻¹ body weight, the maximum daily allowable nitrate uptake through each leafy vegetable for a person with 80 kg weight was calculated.

Results and discussion: Among the leafy vegetables, lettuce with average 3909 mg/kg fresh weight had the highest accumulation of nitrate and fenugreek with an average of 641 mg/kg fresh weight had the lowest nitrate accumulation per kg. The mean nitrate concentration of each vegetable was compared by T-test with maximum nitrate concentration for each vegetable. In all samples of lettuce, spinach and celery studied, nitrate concentration was significantly higher than the maximum, while in all fenugreek and coriander samples, nitrate concentration was significantly lower than Maximum allowed. Considering the maximum allowable daily intake of nitrate for humans (3.86 mg/kg body weight) and the average nitrate content in the studied vegetables, the maximum daily intake of each vegetable species were calculated. The results showed that daily consuming of 76 grams of lettuce or 94 grams of spinach by a person with 80 kg weight, would maximize the amount of nitrate in the body and increase the risk to health.

Conclusions: The results of this study showed that some of the leafy vegetables such as lettuce and spinach contained high levels of nitrate base on the national standard of Iran. The average nitrate concentration in the leafy vegetables was 1458 mg/kg fresh weight. Maximum daily uptake of nitrate for adults is about 190 mg and more uptake, can cause harmful on the body. It is worth noting that this issue is more important for children. Therefore, it seems that the use of nitrogen fertilizers should be revised in the leafy vegetables fields. In this regard, nitrogen fertilizer application based on soil test and soil nitrate is recommended.

Keywords: Celery, Lettuce, Maximum permitted consumption, Spinach.

مطالعه غلظت نیترات در سبزی‌های برگ‌دشت ورامین و ارزیابی ریسک خطرپذیری آن برای انسان

*^۱
محسن سیل‌سپور

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهش بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران.
mseilsep@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۲

چکیده

محتوای نیترات یکی از مهمترین فاکتورها برای تعیین کیفیت سبزی‌ها است که رعایت حد مجاز آن برای سلامت محصول و انسان مهم است. در همین راستا، طی یک مطالعه مزرعه‌ای یک‌ساله در سال ۱۳۹۳، غلظت نیترات در ۱۲ سبزی مهم برگ‌دشت شامل کاهو، اسفناج، کرفس، کلم، نعناع، شوید، شاهی، شنبلیله، تره، گشنیز، جعفری و مرزه مناطق عمده تولید سبزی‌های برگ‌دشت ورامین اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت نیترات در سبزی‌های برگ‌دشت مطالعه شده ۱۴۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر بود که در بین سبزی‌های برگ‌دشت، کاهو با میانگین ۳۹۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه، بیشترین میزان تجمع نیترات و شنبلیله با میانگین ۶۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه کم‌ترین میزان تجمع نیترات را داشت. میانگین غلظت نیترات نمونه‌های هر سبزی با آزمون T-test با حداکثر غلظت مجاز نیترات برای هر سبزی مقایسه آماری شد. در تمامی نمونه‌های کاهو، اسفناج و کرفس مورد مطالعه، غلظت نیترات به‌طور معنی‌داری، فراتر از حداکثر مجاز بود، درحالی‌که در تمامی نمونه‌های شنبلیله و گشنیز، غلظت نیترات به‌طور معنی‌داری کم‌تر از حداکثر مجاز بود. با در نظر گرفتن حداکثر مجاز مقدار جذب روزانه نیترات برای انسان (۳/۸۶ میلی‌گرم در روز به ازای کیلوگرم وزن بدن) و میانگین میزان نیترات در سبزی‌های مورد مطالعه، حداکثر مجاز مصرف روزانه هر یک از گونه‌های مختلف سبزی‌های برگ‌دشت محاسبه شد. نتایج نشان داد که تنها با مصرف روزانه ۷۶ گرم کاهو یا ۹۴ گرم اسفناج توسط یک فرد ۸۰ کیلوگرمی، حداکثر مجاز نیترات وارد بدن مصرف‌کننده می‌شود و مصرف بیشتر از این مقدار موجب افزایش ریسک خطر برای سلامتی می‌گردد.

کلمات کلیدی: اسفناج، حداکثر مجاز مصرف، کاهو، کرفس.

مقدمه

نیترژن محدودکننده‌ترین عامل رشد گیاه و عنصر غذایی کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در بیشتر محصولات زراعی، به‌ویژه در مناطق خشک است (سیلسپور و ممیزی، ۱۳۸۴). این عنصر در ساختمان اسیدهای آمینه، بازهای پورینی، آلکالوئیدها و کلروفیل وجود دارد. این عنصر به دو شکل آمونیم و نیترات جذب گیاه می‌شود. گیاهان عمدتاً یون نیترات را جهت جذب ترجیح می‌دهند (Dordas and Sioulas, 2008). عموماً آلودگی نیتراتی بر اثر استفاده بی‌رویه و غیرعلمی نیترژن به‌وجود می‌آید (Yeganeh and Bazargan, 2016; Noguero and Lacombe, 2016; Weitzberg and Lundberg, 2013). هم‌چنین نتایج تحقیقات نشان داده است که غالباً تجمع نیترات در سبزی‌ها وابسته به مقدار و نوع مواد غذایی موجود در خاک بوده و ارتباط نزدیکی با مقدار و زمان مصرف کودهای شیمیایی دارد، به گونه‌ای که مقدار کودهای شیمیایی به‌کار برده شده، به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر تجمع نیترات شناخته شده است (Fewtrell, 2004).

سبزی‌های برگی، در بسیاری از کشورهای جهان به دلیل ارزش غذایی فراوانی که دارند، از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشند (Menard et al., 2008)، به گونه‌ای که مصرف روزانه ۴۴۰ گرم انواع میوه و سبزی توسط سازمان بهداشت جهانی برای جلوگیری از بیماری‌های غیرواگیردار مانند بیماری‌های قلبی-عروقی پیشنهاد شده است (FAO/WHO, 2003). با این وصف، طبق تحقیقات صورت‌گرفته، حدود ۸۰ درصد از نیتراتی که وارد بدن انسان می‌شود، از طریق سبزی‌ها و میوه‌ها است (کیانی و قیطاسی، ۱۳۹۴) و به دلیل اثرات سوء نیترات بر سلامتی انسان، امروزه توجه زیادی به تجمع این یون در سبزی‌ها شده است (Chen et al., 2004). نیترات اغلب منبع اصلی نیترژن قابل دسترس بیشتر گیاهان مخصوصاً سبزی‌ها است و یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر به منظور

تشخیص میزان سلامت سبزی‌های برگی، عدم تجمع نیترات در آنها است (فلاح مرتضایی نژاد لیالستانی و همکاران، ۱۳۹۱)

اگر چه نیترات به تنهایی یک ماده سمی برای انسان محسوب نمی‌شود، اما پس از ورود به بدن، به نیتريت تبدیل می‌شود (کیانی و قیطاسی، ۱۳۹۴). نیتريت (-NO₂) می‌تواند با آمین‌ها ترکیب شده و تشکیل نیتروزآمین را دهد که یک ماده سرطان‌زا برای بدن محسوب می‌شود (طباطبائی و همکاران، ۱۳۸۲). تجمع نیترات در سبزی‌ها تحت تاثیر عوامل محیطی و ژنتیکی است. در این میان، عدم رعایت اصول صحیح مدیریت زراعی ممکن است منجر به آلودگی خاک‌های زراعی، آب آبیاری و نهایتاً محصولات کشاورزی به نیترات گردد (Kladivko et al., 2004).

امروزه به‌دلیل افزایش کاربرد کودهای نیترژن‌دار، غلظت نیترات در سبزی‌ها و آب‌های آشامیدنی به شدت افزایش یافته است (Santamaria, 2006). نتایج تحقیقات نشان داده است که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی حاوی نیترژن با هدف تسریع رشد رویشی، موجب افزایش غلظت نیترات در سبزی‌ها، به‌ویژه سبزی‌های برگی شده است (طباطبائی و همکاران، ۱۳۸۲). با وجود نقش کودهای نیترژنی به عنوان ابزاری برای نیل به بیشینه تولید در واحد سطح، مدیریت مصرف کود باید به‌نحوی باشد که موجب انباشتگی مواد آلاینده نظیر نیترات در اندام‌های مصرفی محصولات نشود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). تحت شرایطی که مقدار زیادی کود نیترژنی مصرف شود، ظرفیت احیای نیترات کاهش می‌یابد و در نهایت مقادیر مازاد نیترات به برگ‌ها انتقال می‌یابد (Malakouti et al., 2013) و در این بین، بعضی از گیاهان مانند اسفناج (*Spinacea oleracea L.*) بزرگترین پاسخ به کودهای نیترژنی داشته و می‌تواند مقادیر زیادی نیترات را در خود تجمع نمایند (Merusi et al., 2010).

بود که در هیچ یک از مزارع مورد مطالعه، کوددهی بر اساس آزمون خاک صورت نگرفته بود و کلیه کودهای مصرفی شامل منابع حاوی نیتروژن به صورت سستی و بر مبنای تجربیات شخصی زارع انجام شده بود. منبع کود نیتروژن مصرفی نیز کود اوره با ۳۸ درصد نیتروژن خالص بود. دامنه استفاده از کود اوره در مزارع از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. سبزی‌های برگی مورد مطالعه شامل ۱۲ گونه سبزی مختلف به شرح زیر بود:

- مرزه (*Satureja hortensis*)
- جعفری (*Petroselinum crispum*)
- گشنیز (*Coriandrum sativum*)
- شنبلیله (*Trigonella foenum*)
- تره (*Allium porrum*)
- شاهی (*Lepidium sativum*)
- شوید (*Anethum graveolens*)
- نعناع (*Moluccella laevis*)
- کلم (*Brassera oleracea*)
- کرفس (*Apium graveolens*)
- اسفناج (*Spinacea oleracea L.*)
- و کاهو (*Lactuca sativa L.*)

نمونه‌برداری برای هر محصول از ۳۰ مزرعه مختلف انجام شد. در هر مزرعه، نمونه‌گیری از هر گیاه به صورت مرکب با سه تکرار از اندام مصرفی گیاه در زمان صبح انجام شد. نمونه‌های گیاه بعد از برداشت، به منظور جلوگیری از کاهش وزن و از دست دادن آب بافت، داخل یخدان‌های قابل حمل قرار گرفته و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و در آزمایشگاه، ۱۰۰ گرم از نمونه تازه سبزی (Wf) داخل آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه را مجدداً وزن کرده (Wd) و با استفاده از رابطه ۱، درصد ماده خشک نمونه محاسبه شد.

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{wf - wd}{wf} * 100$$

از هر نمونه خشک، ۰/۲ گرم توزین و ۵۰ میلی‌لیتر

نتایج پژوهش‌های صورت گرفته نشان داده است که بین غلظت نیترات در محیط و مقدار تجمع نیترات گیاهی رابطه مستقیمی وجود دارد و مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر تجمع نیترات مقدار یون نیترات قابل دسترس گیاهی است (Darnell and Stutte, 2001). محققان نشان دادند با افزایش کاربرد کود اوره، میزان باقیمانده نیترات در گیاهان روند افزایشی نشان داده است (جلینی و دوستی، ۱۳۹۰، ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). محققان در بررسی غلظت نیترات در گیاهانی از قبیل کلم، اسفناج و شلغم نشان دادند که در غلظت‌های زیاد یون نیترات، مقدار تجمع نیترات تحت تأثیر مقدار نیترات خارجی بوده است و نقش عوامل ژنتیکی در تجمع نیترات در غلظت‌های کم نیترات محسوس و قابل اغماض است (Chen et al., 2004).

هم‌چنین، محققان مشاهده کردند که بین غلظت نیترات در محلول غذایی و غلظت آن در اندام هوایی سبزی‌ها از جمله کاهو و اسفناج رابطه مستقیمی وجود دارد. به‌طوری‌که با گذشت زمان، تجمع بیشتر نیترات گیاهی صورت می‌گیرد (قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۳). اطلاع از وضعیت غلظت نیترات در محصولات کشاورزی، به‌ویژه محصولات سبزی و صیفی برای حفظ سلامتی جامعه مصرف‌کننده ضروری است. در مورد وضعیت غلظت نیترات در محصولات سبزی و صیفی، به‌ویژه سبزی‌های برگی تولیدی مزارع جنوب شرق استان تهران اطلاعات جامعی در دست نیست. این پژوهش با هدف مطالعه غلظت نیترات سبزی‌های برگی تولیدی دشت ورامین و ارزیابی ریسک خطر برای مصرف‌کننده اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی غلظت نیترات در سبزی‌های برگی دشت ورامین (شهرستان‌های ورامین، پیشوا، پاکدشت)، این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در اراضی کشاورزی دشت ورامین که قطب تولید محصولات سبزی و صیفی استان تهران است، به اجرا درآمد. تحقیقات میدانی موید این مطلب

کیلوگرمی محاسبه شد و با توجه به حداکثر مجاز جذب روزانه نیترات و متوسط غلظت نیترات در سبزی‌های برگی مورد مطالعه، حداکثر مقدار مصرف مجاز روزانه سبزی‌های برگی برای یک فرد بالغ به وزن ۸۰ کیلوگرم برای پیشگیری از مصرف بیش از حد نیترات و ریسک خطر آن محاسبه شد.

نتایج

برای هر یک از سبزی‌های برگی، میانگین غلظت نیترات، انحراف معیار، حداکثر و حداقل غلظت نیترات محاسبه شد. سپس میانگین غلظت نیترات هر سبزی با حداکثر مجاز غلظت نیترات مقایسه آماری گردید و ذیلاً نتایج آن ارائه گردید (جدول ۱).

کاهو

حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده در کاهو ۵۳۰۰ و حداقل آن ۲۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۳۹۰۹ بود. به طوری که ملاحظه می‌شود، میانگین نیترات در مزارع کاهو نسبت به میزان استاندارد ملی ایران (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) برای کاهو (۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، ۱۶۰ درصد بیشتر بود (جدول ۱). سایر محققان نیز حداکثر مجاز میزان نیترات در کاهو را ۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام نموده‌اند (Wiera et al., 2007). با در نظر گرفتن این استاندارد نیز، میزان نیترات در کاهو به طور میانگین، ۳۰ درصد بیشتر از حد مجاز بود. نتایج آزمون آماری (T-test) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌های کاهوی اخذ شده از مزارع و حداکثر مجاز نیترات کاهو (۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) وجود دارد. همان‌گونه که مشخص است در تمامی نمونه‌های اخذ شده، میزان نیترات کاهو از حد مجاز استاندارد ملی ایران فراتر بوده است (شکل ۱).

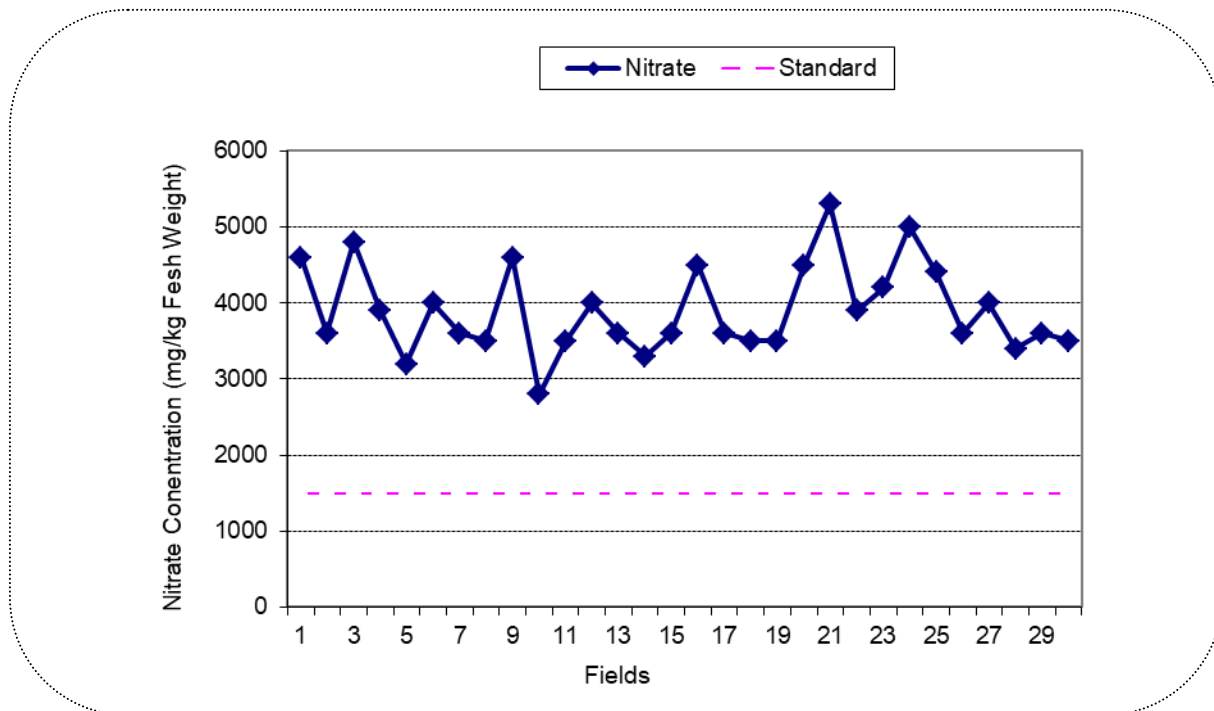
اسید استیک ۲ درصد به آنها اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در شیکر دورانی تکان داده شد و محلول حاصله از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس میزان ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره و ۱۰ میلی‌لیتر از سری محلول‌های استاندارد را پیت کرده و به لوله آزمایش درب دار منتقل شد سپس، میزان ۰/۵ گرم از پودر مخلوط (۳۷ گرم اسید سیتریک $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ و ۵ گرم سولفات منگنز مونوهیدرات و ۲ گرم سولفانیل‌آمید $C_6H_8N_2O_2$ و یک گرم ان - ۱ - نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدروکلراید $C_{12}H_{16}Cl_2N_2$ و یک گرم پودر روی را جداگانه با هاون چینی کوبیده و اضافه کرده و مدت ۳۰ ثانیه به شدت به هم زده شد و محلول رنگی ایجاد شده بلافاصله صاف شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیترات توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، دستگاه بر روی طول موج ۵۴۰ نانومتر تنظیم شد و نمونه‌ها یک‌بار بدون معرف نیترات و بار دوم پس از اضافه نمودن معرف نیترات اندازه‌گیری شدند. سپس اختلاف این دو عدد را به دست آورده و آن را در معادله‌ای که از منحنی استاندارد عبور نور از محلول نیترات پتاسیم در غلظت‌های مختلف به دست آمده بود، قرار داده و به این ترتیب، میزان نیترات هر یک از نمونه‌ها تعیین گردید. سپس با استفاده از اعداد درصد ماده خشک هر نمونه، اعداد قرائت شده به میزان نیترات در ماده تر تبدیل گردید (امامی، ۱۳۷۵).

میانگین غلظت نیترات در هر سبزی برگی (در سطح ۳۰ مزرعه)، با مقدار حداکثر مجاز نیترات (استاندارد ملی شماره ۱۶۵۹۶) با استفاده از آزمون آماری T-test مورد مقایسه آماری قرار گرفت. با توجه به رهنمود سازمان بهداشت جهانی (Human Health Fact Sheet, 2005) که حد مجاز مصرف روزانه نیترات برای انسان را کم‌تر ۳/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن مشخص کرده است، حداکثر مجاز جذب روزانه مجاز نیترات یک فرد ۸۰

جدول ۱- میانگین غلظت نیترات و سایر داده‌های آماری سبزی‌های مورد مطالعه
Table1- Mean of nitrate concentration and other statistical data of vegetables

Vegetable	Mean of nitrate concentration (mg.kg-1 in Fresh Weight)	Standard Deviation	Maximum nitrate concentration (mg.kg-1 in Fresh Weight)	Minimum nitrate concentration (mg.kg-1 in Fresh Weight)	Standard value for nitrate* (mg.kg-1 in Fresh Weight)	Sample above standard (%)
Lettuce	3909	581	5300	2800	1500	100
Spinach	3173	1024	6500	2100	2000	100
Celery	1393	425	2100	600	400	100
Cabbage	775	201	1290	390	500	90
Pepper	1008	268	1500	110	1000	40
Dill	778	180	1250	445	1000	3.3
Cress	1481	315	2000	700	1000	90
Fenugreek	641	154	890	369	1000	0
Leek	807	173	1250	500	1000	10
Coriander	736	111	1000	550	1000	0
Parsley	1465	305	2250	950	1000	93.3
Savory	1340	395	2250	700	1000	80

*Iranian National Standard No.16596



شکل ۱- تغییرات مقدار نیترات موجود در کاهو در مزارع مختلف
Figure 1- Variation of nitrate concentration in lettuce in different fields

بود (جدول ۱). میانگین غلظت نیترات نسبت به میزان استاندارد ملی ایران (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) برای اسفناج که ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم است، ۵۷

اسفناج حداکثر میزان نیترات ملاحظه شده ۶۵۰۰ و حداقل آن ۲۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با میانگین ۳۱۷۳

نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌های کرفس و مقدار استاندارد نیترات وجود دارد. شکل ۳ تغییرات نیترات موجود در کرفس را در مقایسه با میزان استاندارد نشان می‌دهد.

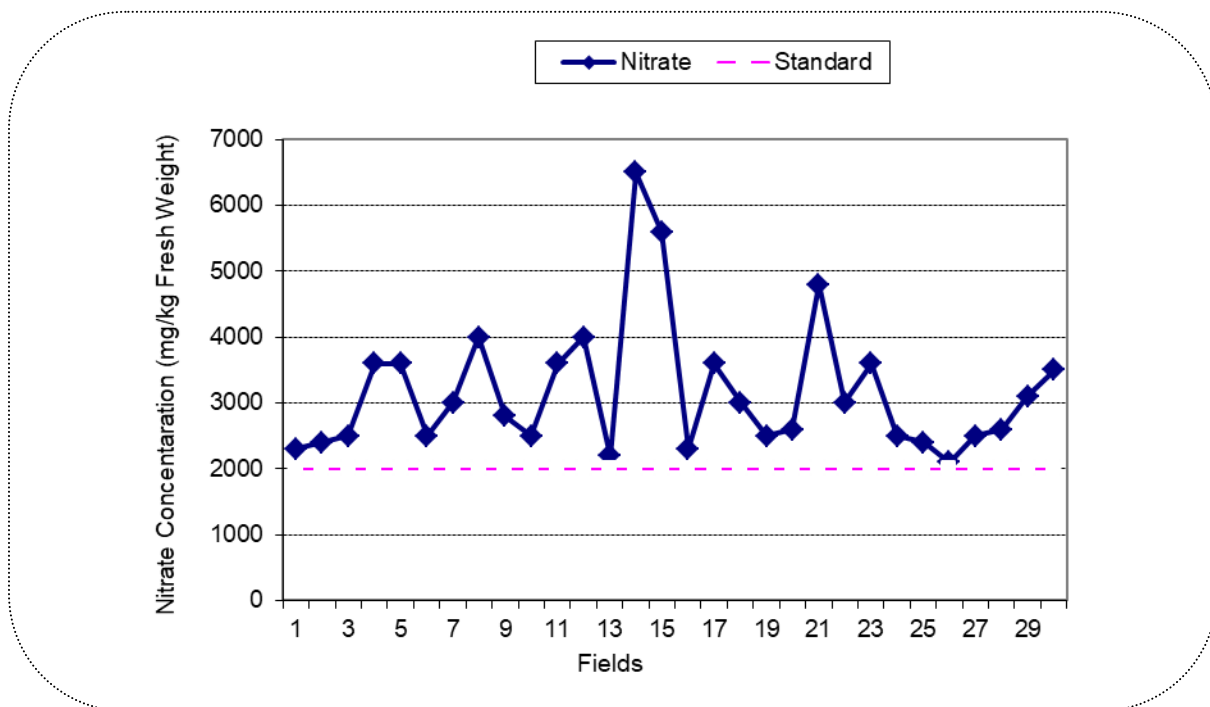
کلم

در کلم، حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده ۱۲۹۰ و حداقل آن ۳۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۷۷۵ بود (جدول ۱). میانگین غلظت نیترات نسبت به میزان استاندارد آن (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲)، ۵۵ درصد بیشتر بود. نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌ها و مقدار استاندارد نیترات کلم وجود دارد. در ۹۰ درصد مزارع مورد مطالعه، میزان نیترات از حد مجاز فراتر بود (شکل ۴).

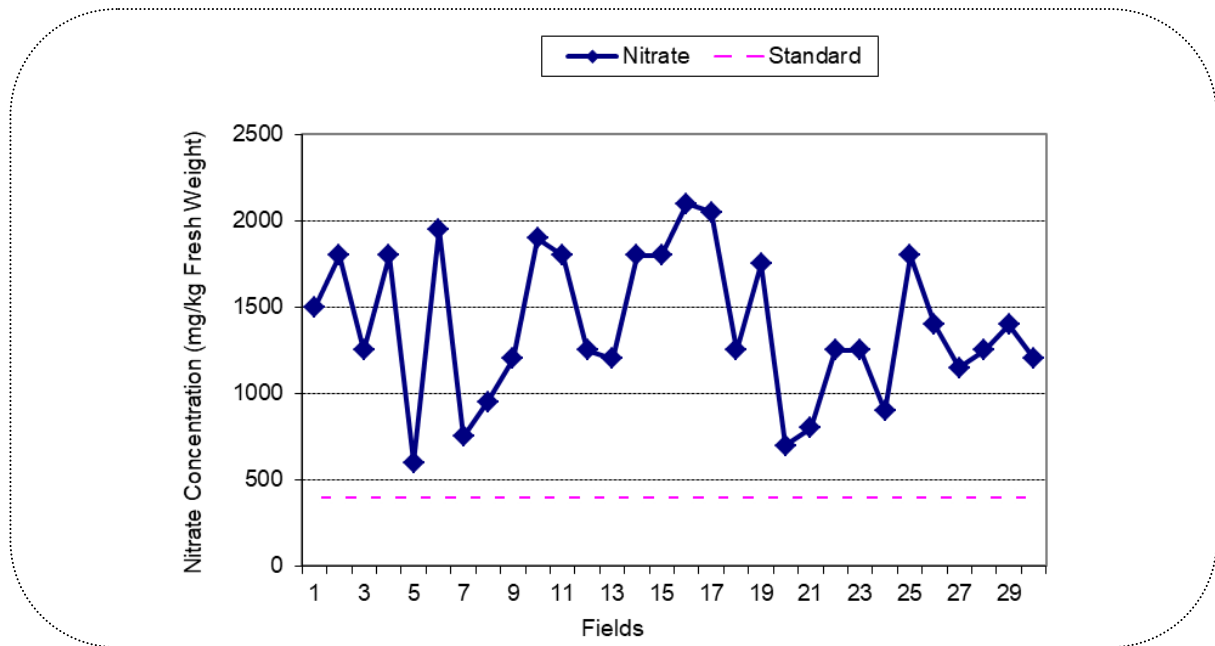
درصد بیشتر بود. سایر محققین نیز، حداکثر مجاز میزان نیترات در اسفناج را ۲۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام نموده‌اند (Wiera et al., 2007). نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌ها و حداکثر مجاز نیترات در اسفناج (۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) وجود دارد. همان‌گونه مشخص است، در تمامی مزارع مورد مطالعه میزان نیترات از حد مجاز فراتر بوده است (شکل ۲).

کرفس

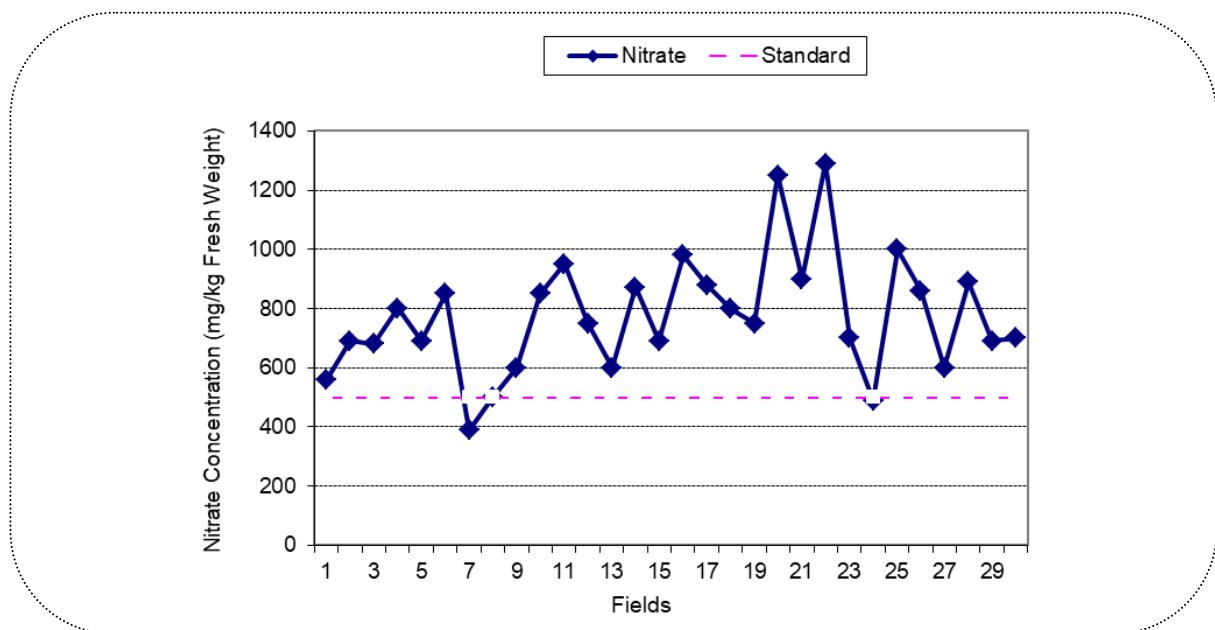
در کرفس حداکثر میزان نیترات ملاحظه شده ۲۱۰۰ و حداقل آن ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۱۳۹۳ بود (جدول ۱). استاندارد ملی ایران (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) برای کرفس ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. با در نظر گرفتن این استاندارد، میانگین میزان نیترات در نمونه‌های برداشت شده ۲۴۸ درصد بیشتر از حداکثر مجاز میزان نیترات اعلام شده توسط سازمان ملی استاندارد بود.



شکل ۲- تغییرات مقدار نیترات موجود در اسفناج در مزارع مختلف
Figure 2- Variation of nitrate concentration in spinach in different fields



شکل ۳- تغییرات مقدار نیترات موجود در کرفس در مزارع مختلف
 Figure 3- Variation of nitrate concentration in celery in different fields



شکل ۴- تغییرات مقدار نیترات موجود در کلم در مزارع مختلف
 Figure 4- Variation of nitrate concentration in cabbage in different fields

(WHO, 1978، تازه، میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه، ۳۰۰۰) کمتر و تقریباً معادل حداکثر مجاز نیترات سازمان ملی استاندارد (۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) بود. نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری

نعناع

در نعناع، حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده، ۱۵۰۰ و حداقل آن ۱۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۱۰۰۸ بود (جدول ۱). میزان میانگین نیترات نمونه‌های نعناع، از میزان استاندارد اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی

با میزان استاندارد نشان می‌دهد.

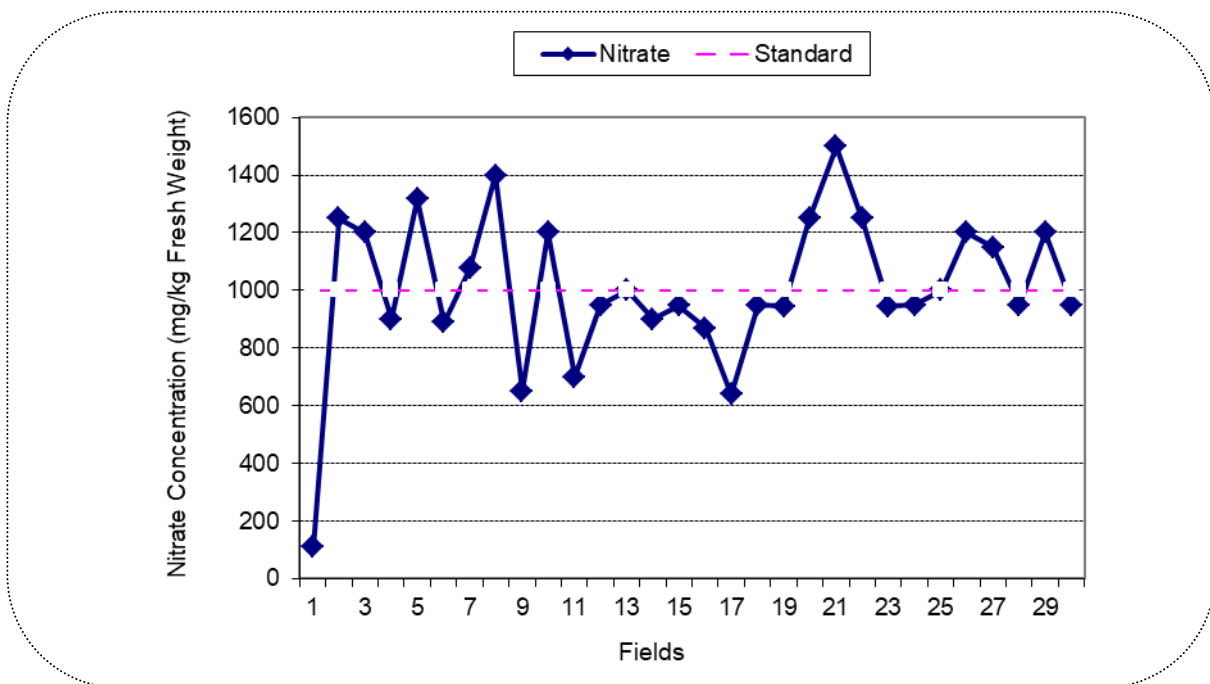
شاهی

همان‌گونه که از نتایج جدول ۱ مشخص است، حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده در شاهی ۲۰۰۰ و حداقل آن ۷۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۱۴۸۱ بوده است. میانگین غلظت نیترات در نمونه‌های شاهی از میزان استاندارد اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) نیز حداکثر میزان مجاز نیترات را در شاهی، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. با این وصف، میانگین نیترات در نمونه‌های شاهی، ۴۸ درصد بیشتر از حداکثر مجاز نیترات بود. نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌های شاهی و مقدار استاندارد نیترات وجود دارد. تغییرات نیترات موجود در شاهی در مقایسه با میزان استاندارد در شکل ۷ نشان داده شده است.

بین میانگین نیترات نمونه‌ها و مقدار استاندارد نیترات (۱۰۰۰) وجود ندارد. در ۴۰ درصد مزارع مورد مطالعه، غلظت نیترات نفع از حد اکثر مجاز بود (شکل ۵).

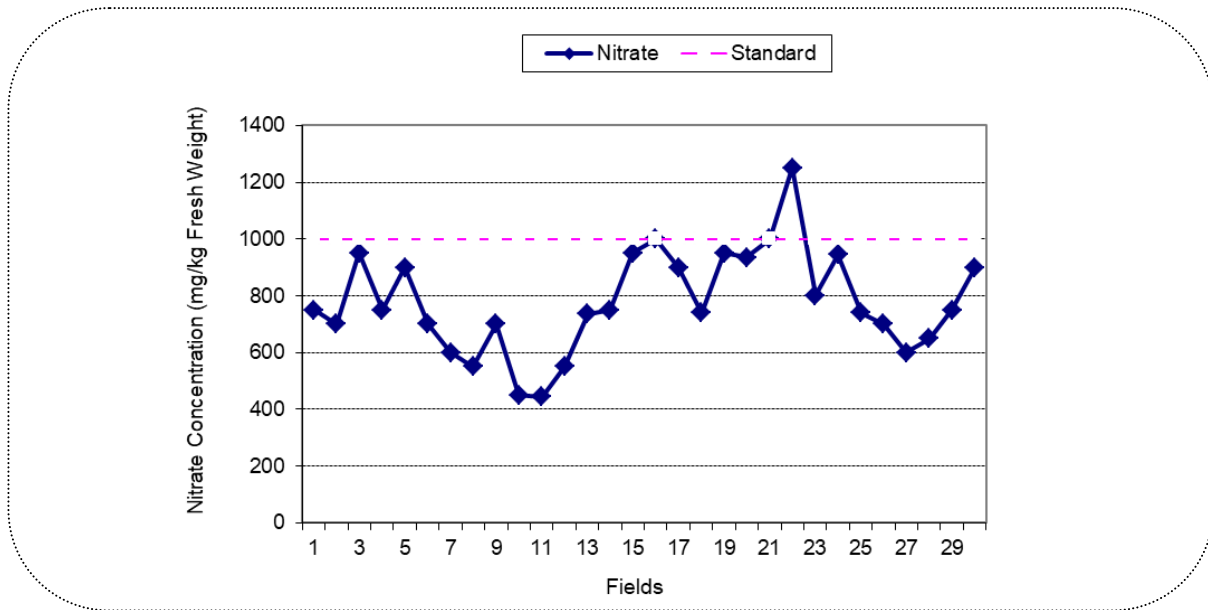
شوید

در شوید، حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده ۱۲۵۰ و حداقل آن ۴۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۷۷۸ بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیترات نمونه‌های شوید از میزان حداکثر مجاز اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر است. سازمان ملی استاندارد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) نیز حداکثر میزان مجاز نیترات را در سبزیجات برگی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. با این وصف میانگین نیترات در شوید، کمتر از حداکثر مجاز اعلام شده بود. نتایج آزمون آماری (آزمون T) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌های شوید و مقدار استاندارد نیترات وجود ندارد. شکل ۶ تغییرات نیترات موجود در نمونه‌های شوید را در مقایسه

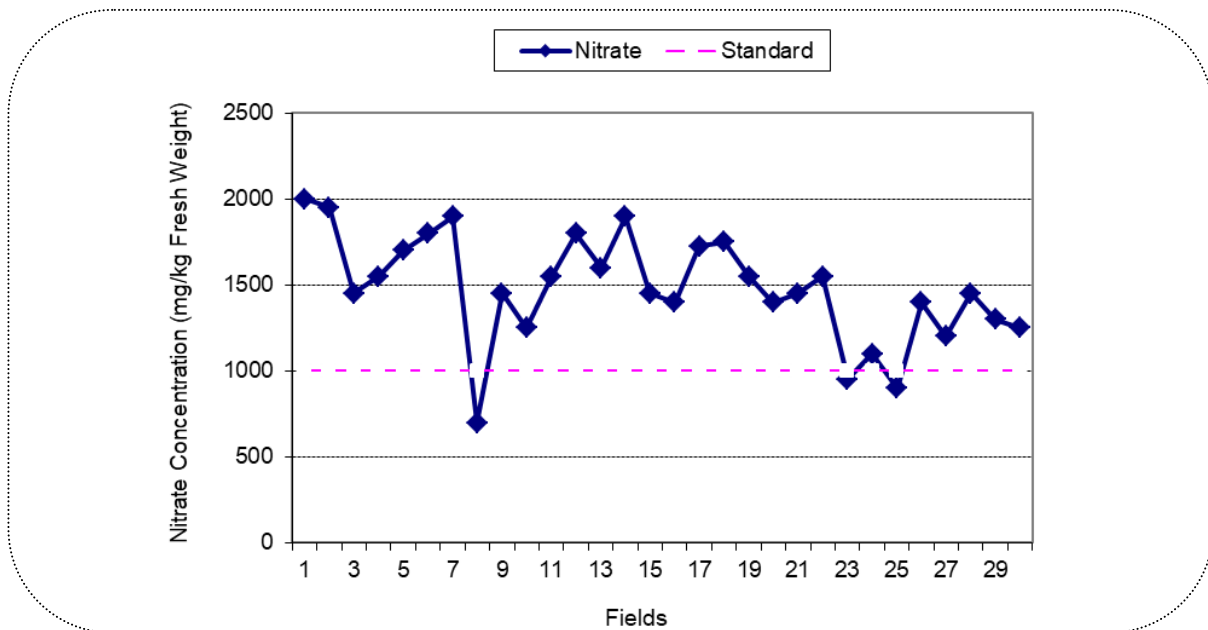


شکل ۵- تغییرات مقدار نیترات موجود در نعنای مختلف

Figure 5- Variation of nitrate concentration in mint in different fields



شکل ۶- تغییرات مقدار نیترات موجود در شوید در مزارع مختلف
Figure 6- Variation of nitrate concentration in dill in different fields



شکل ۷- تغییرات غلظت نیترات موجود در شاهی در مزارع مختلف
Figure 7- Variation of nitrate concentration in cress in different fields

شنبليله

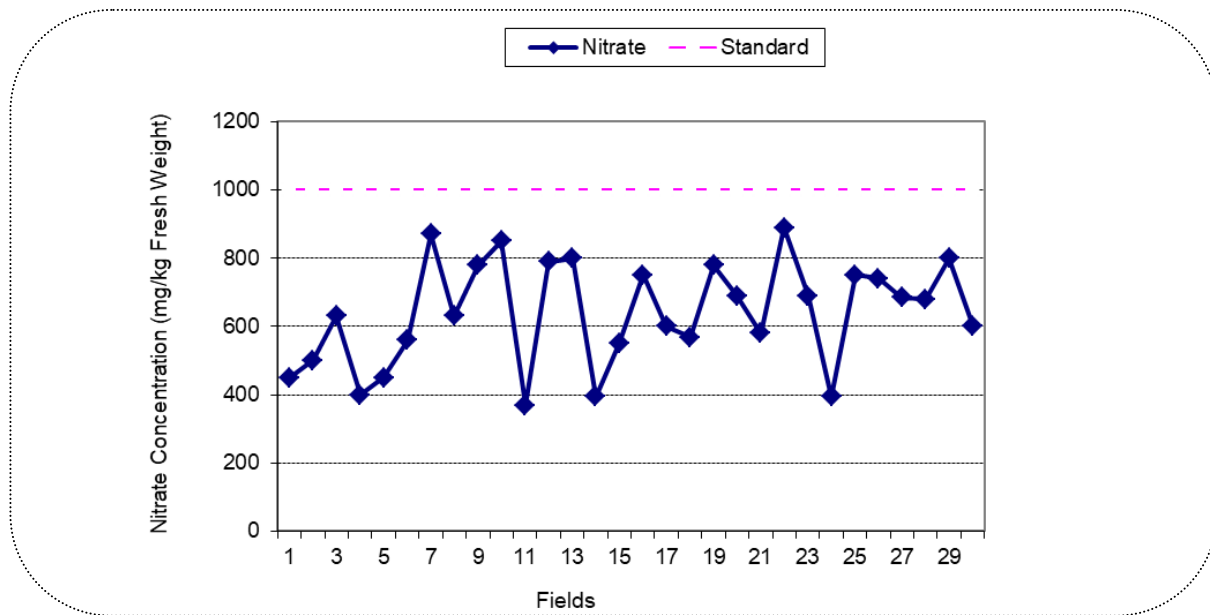
۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲). با این وصف، میانگین نیترات در شنبليله با در نظر گرفتن این استاندارد نیز کمتر از حداکثر مجاز بود. تغییرات غلظت نیترات موجود در نمونه‌های شنبليله در مقایسه با میزان استاندارد نیترات در شکل ۸ نشان داده شده است. در هیچ یک از نمونه‌های شنبليله، غلظت نیترات فراتر از میزان استاندارد نبود.

حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده در شنبليله ۸۹۰ و حداقل آن ۳۶۹ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۶۴۱ بود (جدول ۱). میانگین غلظت نیترات نمونه‌های شنبليله از میزان استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد نیز حداکثر میزان غلظت مجاز در شنبليله را

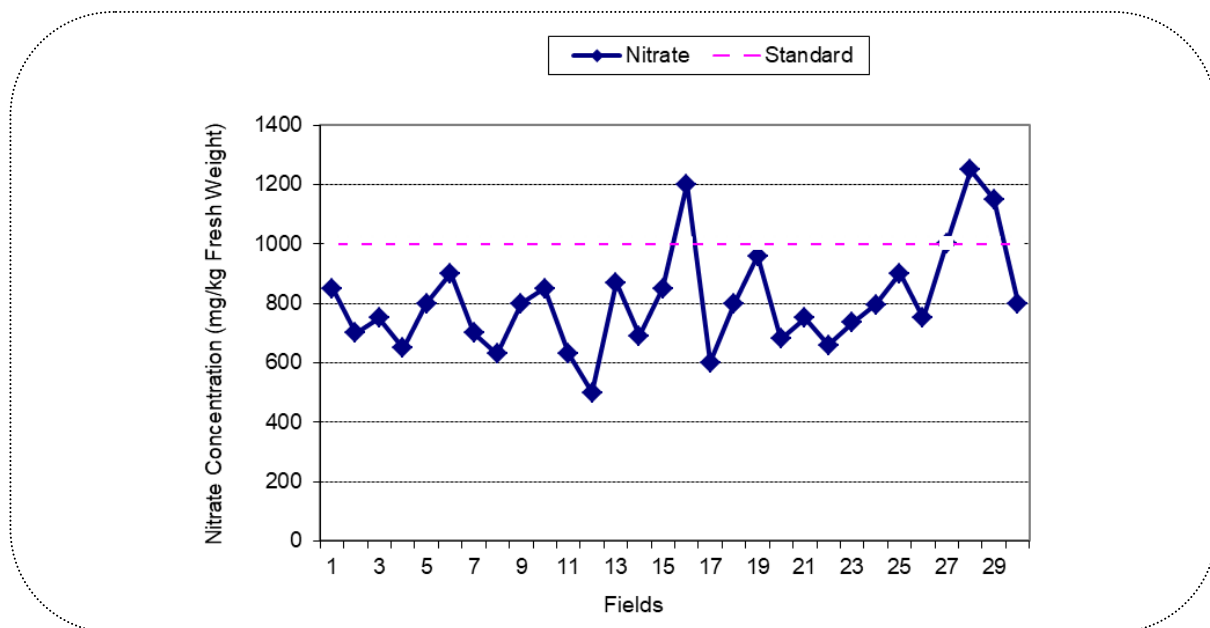
تره

میزان مجاز نیترات را در تره ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. با این وصف، میانگین نیترات در تره با در نظر گرفتن این استاندارد نیز کمتر از حداکثر مجاز بود. تغییرات نیترات موجود در تره در مقایسه با میزان استاندارد در شکل ۹ نشان داده شده است. در ۱۰ درصد نمونه‌های مورد مطالعه، غلظت نیترات بیش از حداکثر مجاز بوده است.

حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری شده در تره، ۱۲۵۰ و حداقل آن ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با میانگین ۸۰۷ بود (جدول ۱). میانگین غلظت نیترات نسبت به استاندارد اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) نیز حداکثر



شکل ۸- تغییرات غلظت نیترات موجود در شنبلیله در مزارع مختلف
 Figure 8- Variation of nitrate concentration in fenugreek different fields

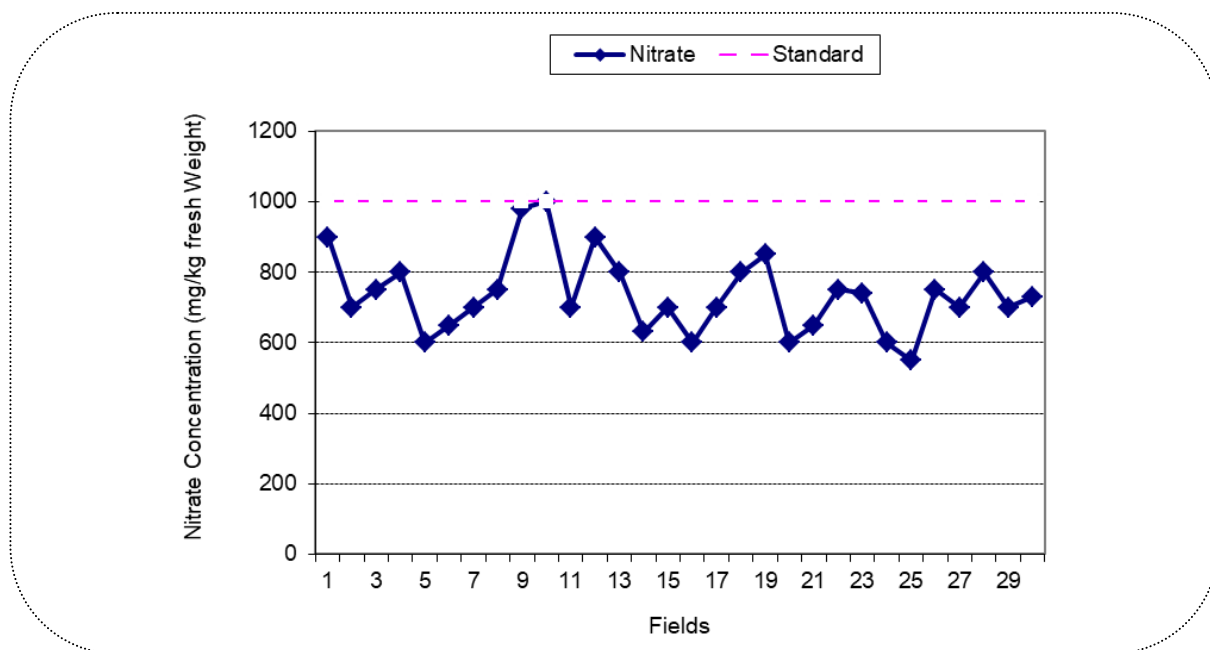


شکل ۹- تغییرات غلظت نیترات موجود در تره در مزارع مختلف
 Figure 9- Variation of nitrate concentration in leek in different fields

گشنیز

مجاز نیترات را در گشنیز، ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. با این وصف میانگین نیترات در گشنیز با در نظر گرفتن این استاندارد نیز به طور معنی‌داری کمتر از حداکثر مجاز می‌باشد. تغییرات نیترات موجود در گشنیز در مقایسه با میزان استاندارد در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

حداکثر میزان نیترات اندازه گیری شده در گشنیز ۱۰۰۰ و حداقل آن ۵۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۷۳۶ بود (جدول ۱). میانگین نیترات از میزان اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) نیز حداکثر میزان



شکل ۱۰- تغییرات غلظت نیترات موجود در گشنیز در مزارع مختلف
Figure 10- Variation of nitrate concentration in coriander in different fields

میانگین نیترات نمونه‌ها و غلظت استاندارد نیترات وجود دارد. شکل ۱۱ تغییرات نیترات موجود در جعفری را در مقایسه با میزان استاندارد نشان می‌دهد.

مرزه

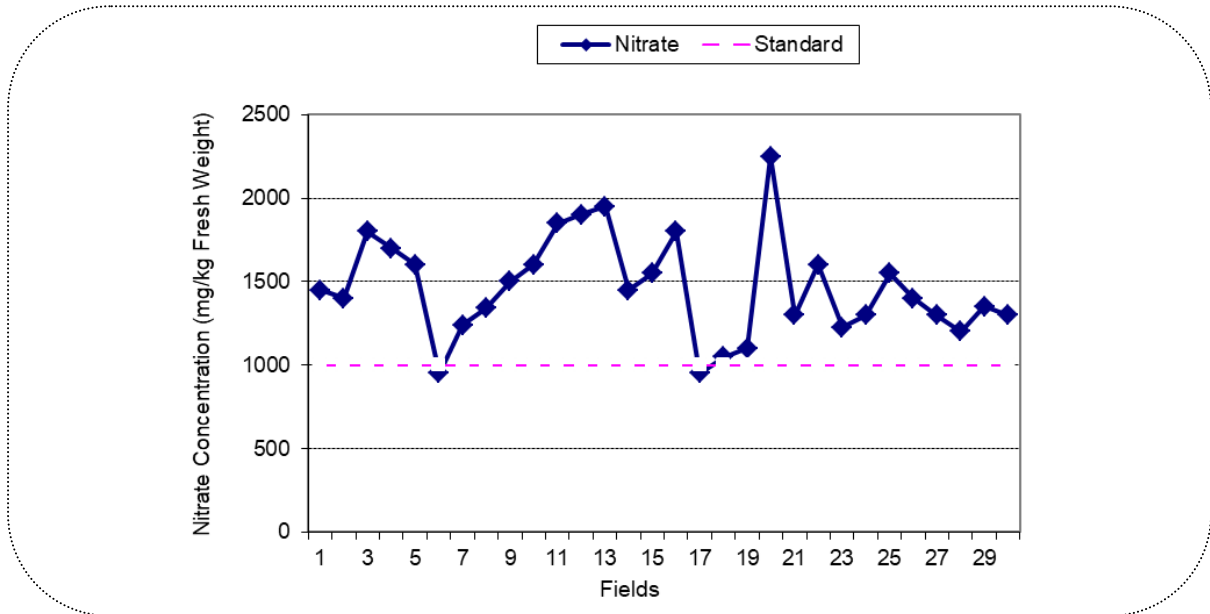
حداکثر میزان نیترات اندازه گیری شده در مرزه، ۲۲۵۰ و حداقل آن ۷۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با میانگین ۱۳۴۰ بوده است (جدول ۱). میانگین نیترات از میزان استاندارد اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد نیز حداکثر میزان مجاز نیترات را در مرزه ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است (سازمان

جعفری

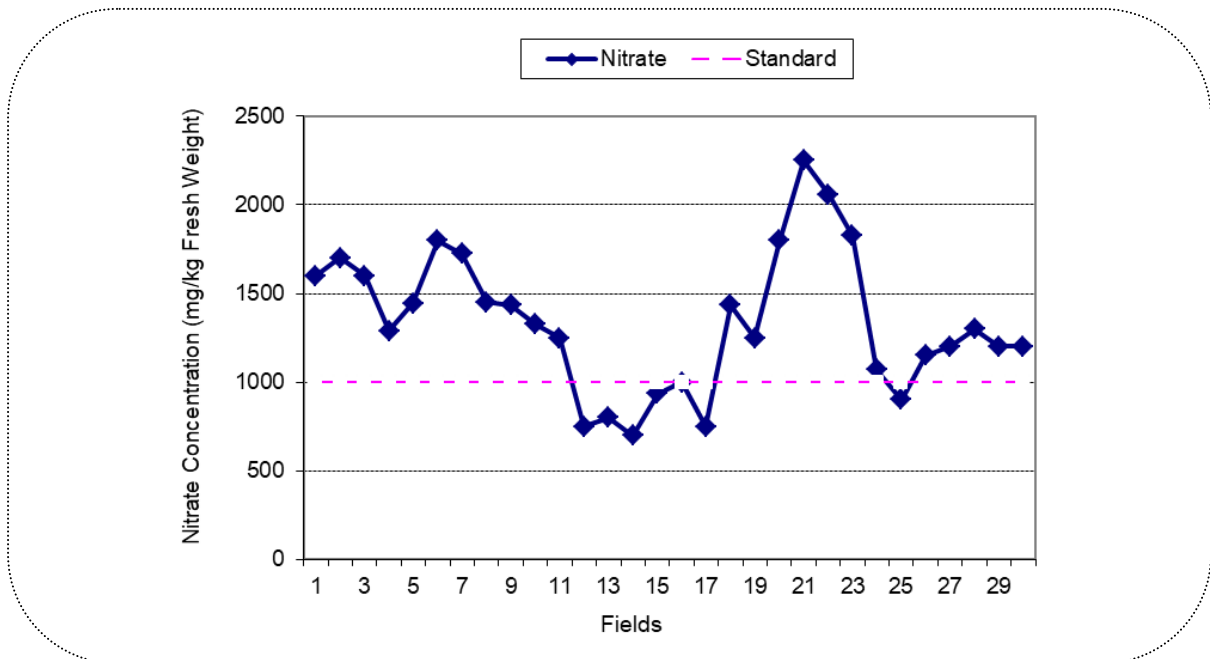
حداکثر میزان نیترات اندازه گیری شده در جعفری، ۲۲۵۰ و حداقل آن ۹۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۱۴۶۵ بوده است (جدول ۱). میانگین نیترات از میزان استاندارد اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه) (WHO, 1978) کمتر بود. سازمان ملی استاندارد نیز حداکثر میزان مجاز نیترات را در جعفری ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است (سازمان ملی استاندارد ایران ۱۳۹۲). با این وصف، میانگین نیترات در جعفری با در نظر گرفتن این استاندارد، ۳۱ درصد بیشتر از حداکثر مجاز می‌باشد. نتایج آزمون T نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری معنی‌داری بین

معنی‌داری بین میانگین نیترات نمونه‌ها و غلظت استاندارد نیترات وجود دارد. شکل ۱۲ تغییرات نیترات موجود در مرزه را در مقایسه با میزان استاندارد نشان می‌دهد.

ملی استاندارد ایران (۱۳۹۲). با این وصف، میانگین نیترات در نمونه‌های مرزه با در نظر گرفتن این استاندارد، ۳۴ درصد بیشتر از حداکثر مجاز است. نتایج آزمون آماری (T-test) نشان داد که به احتمال ۹۹ درصد، تفاوت آماری



شکل ۱۱- تغییرات غلظت نیترات موجود در جعفری در مزارع مختلف
Figure11- Variation of nitrate concentration in parsley in different fields



شکل ۱۲- تغییرات غلظت نیترات موجود در مرزه در مزارع مختلف
Figure12- Variation of nitrate concentration in savory in different fields

تعیین حداکثر مجاز مصرف سبزی‌ها

با توجه به رهنمود سازمان بهداشت جهانی (Human Health Fact Sheet, 2005) که حد مجاز مصرف روزانه نیترات برای انسان را کم‌تر از ۳/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن مشخص کرده است، یک فرد ۸۰ کیلوگرمی در هر روز نباید بیش از ۲۹۶ میلی‌گرم نیترات مصرف کند. بنابراین، با توجه به حداکثر مجاز جذب روزانه نیترات و متوسط غلظت نیترات در سبزی‌های برگی مورد مطالعه،

حداکثر مقدار مصرف مجاز روزانه سبزی‌های برگی برای یک فرد بالغ به وزن ۸۰ کیلوگرم برای پیشگیری از مصرف بیش از حد نیترات و ریسک خطر آن محاسبه شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تنها با مصرف ۷۶ گرم کاهو در روز، حداکثر میزان مجاز جذب نیترات در بدن یک فرد ۸۰ کیلوگرمی تامین می‌شود و مصرف بیشتر از این مقدار کاهو، موجب افزایش ریسک خطر برای مصرف‌کننده می‌گردد.

جدول ۲- محاسبه حداکثر مقدار مجاز مصرف روزانه سبزی‌های برگی برای یک فرد ۸۰ کیلوگرمی

Table2- Calculation of maximum permitted level for daily consumption of leafy vegetables for a person with 80 kg weight*

Leafy vegetable	Mean of nitrate concentration (mg.kg-1)	Maximum daily consumption (g)
Lettuce	3909	76
Spinach	3173	94
Celery	1393	215
Cabbage	775	387
Pepper	1008	297
Dill	778	385
Cress	1481	202
Fenugreek	641	468
Leek	807	371
Coriander	736	407
Parsley	1465	204
Savory	3909	223
Mean	1458	187

*Human Health Fact Sheet, 2005

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که سبزی‌های برگی مطالعه شده حاوی مقادیر متفاوت نیترات می‌باشند که در مواردی بیش از حداکثر مجاز توصیه شده و در مواردی کم‌تر از حداکثر مجاز توصیه شده می‌باشد. این موضوع به گونه سبزی برگی و محتوای نیترات محیط کشت در نتیجه مدیریت متفاوت مصرف کودهای حاوی نیتروژن بستگی دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهو و اسفناج به ترتیب با ۳۹۰۹ و ۳۱۷۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر،

بیشترین غلظت نیترات و شنبلیله با ۶۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر کمترین غلظت نیترات را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. نتایج تحقیقات در خصوص بررسی میزان نیترات در سبزی‌های میدان مادر میوه و تره بار تهران نشان می‌دهد که کاهو بیشترین غلظت نیترات به میزان ۱۱۲۳ را به خود اختصاص داده است (پورمقیم و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج تحقیقات در بلژیک روی ۱۹ نوع سبزی و میوه در دو فصل تابستان و زمستان نشان داد که

که در غلظت‌های زیاد یون نیترات، مقدار تجمع نیترات تحت تأثیر مقدار نیترات خارجی بوده است و نقش عوامل ژنتیکی در تجمع نیترات در غلظت‌های کم نیترات محسوس و قابل اغماض است (Chen et al., 2004). در بررسی نیترات سبزیجات برگی در منطقه برآن اصفهان نیز نتایج نشان داد که کلیه سبزی‌های برگی به استثنای اسفناج، دارای غلظت فراتر از حد معمول نیترات در گیاه بودند (رحمانی، ۱۳۸۵). طی تحقیق دیگری، غلظت نیترات در سبزی‌های دو شهرستان خرم آباد و پلدختر مطالعه شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر نوع سبزی‌ها بر میزان نیترات تجمع یافته در دو منطقه خرم‌آباد و پلدختر به همراه تیمار شاهد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیشترین غلظت نیترات در سبزی‌های مورد مطالعه در شهرستان خرم‌آباد مربوط به تره با میانگین ۸۴۰۸ و در شهرستان پلدختر، مربوط ریحان با میانگین ۹۰۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (حسینی مقدم و همکاران، ۱۳۹۸). سازمان بهداشت جهانی حداکثر جذب روزانه نیترات را به ازای هر کیلوگرم وزن ۳/۶۵ میلی‌گرم مشخص نموده است (WHO, 1978). بنابراین این عدد برای یک فرد ۷۵ کیلوگرمی، ۲۷۴ میلی‌گرم نیترات در روز است. چنانچه فردی از سبزیجات برگی در رژیم غذایی خود استفاده نماید، با توجه به متوسط نیترات در این گروه (۱۴۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) نباید بیشتر از ۱۸۷ گرم مصرف نماید، چرا که با مصرف این مقدار سبزی برگی، مقدار مجاز نیترات در بدن فرد تامین شده و در صورت مصرف بیشتر سبب بروز اختلالات و اثرات مضر ناشی از نیترات در بدن می‌گردد. قابل ذکر است که این موضوع برای کودکان از اهمیت بیشتری برخوردار است. به عنوان مثال، مقدار مصرف سبزی برای یک کودک ۲۵ کیلوگرمی، به ۶۲ گرم در روز کاهش می‌یابد که خود بیانگر تأثیر و اهمیت بیشتر مصرف سبزی در رژیم غذایی کودکان نسبت به بزرگسالان است.

نتایج نشان می‌دهد که با توجه به غلظت بالای نیترات

در بین سبزیجات مورد بررسی، کاهو بیشترین تجمع نیترات به میزان ۳۱۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه را داشته است (Dejon and Stekbaut, 1995). همچنین، اندازه‌گیری میزان نیترات در ۱۴ نوع سبزی و میوه کشت شده در مزارع اسلوونی بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۲ نشان داد که کاهو بالاترین غلظت نیترات را به میزان ۱۰۷۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تازه در بین سبزیجات مورد بررسی دارد (Susin et al., 2006).

محققین تجمع نیترات در سبزی‌ها را تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی مانند مدیریت متفاوت زراعی (مقدار، نوع، دفعات کوددهی، سیستم آبیاری)، شرایط اقلیمی (مقدار و شدت تابش نور) و رقم، جنس و گونه گیاه می‌دانند (Kladivko et al., 2004). در این میان، عدم رعایت اصول صحیح مدیریت زراعی ممکن است منجر به آلودگی خاک‌های زراعی، آب آبیاری و نهایتاً سبزی‌های تولیدی گردد. در بسیاری از تحقیقات پیشین، در اکثر مزارع سبزی‌کاری، مقدار مصرف کودهای نیتروژنی را بیشتر از مقدار توصیه کودی گزارش کرده‌اند (Chung et al., 2003). محققین همچنین در بررسی مقدار تجمع نیترات در سبزی و صیفی‌جات شهر کرمانشاه، به این نتیجه رسیدند که تفاوت در میزان تجمع نیترات در محصولات مختلف، ناشی از عواملی مانند نوع گونه سبزی و محتوای نیترات خاک بوده است (پیرصاحب و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین مشخص شده است که بین غلظت نیترات در محیط و مقدار تجمع نیترات در محصولات رابطه مستقیمی وجود دارد و مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر تجمع نیترات در محصول، مقدار یون نیترات قابل دسترس گیاه است (Darnell and Stutte, 2001).

از طرف دیگر، محققان نشان دادند که با افزایش میزان آب مصرفی و کاربرد کود اوره، میزان باقیمانده نیترات در گیاهان به ترتیب روند کاهشی و افزایشی نشان داده است (جلینسی و دوستی، ۱۳۹۰). محققان در بررسی غلظت نیترات در گیاهانی از قبیل کلم، اسفناج و شلغم نشان دادند

حاوی نیتروژن باز می‌گشت. میانگین غلظت نیترات در سبزی‌های برگ‌ی مورد مطالعه ۱۴۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. بنابراین چنان‌چه فردی ۱۸۷ گرم از سبزی‌های برگ‌ی در رژیم غذایی خود استفاده نماید، با توجه به متوسط نیترات در این گروه، مقدار مجاز نیترات در بدن فرد تامین شده و در صورت مصرف بیشتر سبب بروز اختلالات و اثرات مضر ناشی از نیترات در بدن می‌گردد. قابل ذکر است که این موضوع برای کودکان از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین به نظر می‌رسد می‌بایست در مزارع تولید سبزیجات برگ‌ی نسبت به مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن تجدید نظر نمود و نسبت به بهینه‌سازی مصرف این نوع کود اقدام نمود. در این راستا مصرف کودهای حاوی نیتروژن بر اساس آزمون خاک و موجودی نیترات خاک توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله، بخش از نتایج پروژه تحقیقاتی با عنوان "بررسی وضعیت نیترات در محصولات عمده سبزی و صیفی دشت ورامین" است که گزارش نهایی آن به شماره ۴۴۶۴۵ در تاریخ ۱۳۹۳/۱/۱۶ در مرکز اطلاعات و اسناد علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ثبت شده است. نگارنده بدین وسیله مراتب تشکر خود را از سارمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (www.areeo.ac.ir) و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران (Tehran.areeo.ac.ir) اعلام می‌دارد.

در کاهو و با در نظر گرفتن حداکثر مجاز مقدار جذب روزانه نیترات، تنها با مصرف روزانه ۷۶ گرم کاهو، حداکثر مجاز نیترات وارد بدن مصرف‌کننده می‌شود و در خصوص اسفناج نیز حداکثر مجاز مصرف روزانه ۹۴ گرم است. این اعداد در مورد کلم ۳۸۷ و در مورد شنبلله ۴۶۸ گرم می‌باشد. سبحان اردکانی و همکاران (۱۳۸۴)، حداکثر مجاز مصرف روزانه کاهو را ۹۰۴ گرم، برای اسفناج ۱۰۳ گرم، برای کلم، ۶۵۸ گرم و برای شنبلله ۴۴۰ گرم در منطقه اصفهان گزارش کرده‌اند. نتیجه به دست آمده از این پژوهش با نتایج سایر محققان مطابقت داشت. نتایج یک تحقیق در خصوص ارزیابی وضعیت نیترات در یکی از شهرهای آذربایجان شرقی در خصوص ۷۴ نوع سبزی مختلف نشان داد که گشیز بیشترین مقدار نیترات را به میزان ۸۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم داراست و جذب روزانه نیترات در مردم این شهر، ۱۶۴ میلی‌گرم در فرد بالغ بود که بیشتر از استاندارد جذب روزانه طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی می‌باشد (Taghipour et al., 2020). بنابراین باید نهایت تلاش را اعمال نمود تا غلظت و جذب روزانه نیترات در سبزی‌ها، مخصوصاً برای افرادی که در رژیم غذایی آنها مصرف سبزی زیاد است، به حداقل مقدار ممکن کاهش داده شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که برخی از سبزی‌های برگ‌ی مطالعه شده حاوی مقادیر بالایی از نیترات بودند که بیش از حداکثر مجاز توصیه شده استاندارد ملی ایران بود. این موضوع به گونه سبزی برگ‌ی و مدیریت مصرف کودهای

منابع

- امامی، آ.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه شیمیایی گیاه (جلد اول)، وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۹۱۲
- پورمقیم، م.، خوش‌نیت، خ.، صادقی‌مکی، ا.، کمیلی فنود، ر.، گلستان، ب.، و پیرعلی، م.، ۱۳۸۹. تعیین میزان نیترات در کاهو، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی عرضه شده در میدان تره بار تهران به روش HPLC. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*. سال پنجم، شماره ۱

پیرصاحب، م.، رحیمیان، س.، و پاسدار خشکناز، ی.، ۱۳۹۱. مقدار نیترات و نیتريت در سبزیجات و صیفیجات مصرفی شهر کرمانشاه. *مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه*، دوره ۱۶، شماره ۱

جلینى، م.، و دوستى، ف.، ۱۳۹۰. بررسی میزان تجمع نیترات در محصول سیبزمینی و گوجه فرنگی. *فصلنامه علمی محیط زیست*. شماره ۵۰.

حسنی مقدم، ا.، بازدار، ع.، و شعبان، م.، ۱۳۹۸. بررسی میزان نیترات در برخی از سبزیهای کشت شده در شهرستان های پلدختر و خرم آباد در استان لرستان. *مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه علمی پژوهشی. انجمن علمی بهداشت محیط ایران*. دوره دوازدهم، شماره اول، ۱۱۲-۱۰۱

رحمانی، ح. ر.، ۱۳۸۵. بررسی وضعیت نیترات در خاک، آب و گیاه در اراضی سبزیکاری منطقه برآآن اصفهان. *مجله علوم محیطی*. شماره ۱۱

سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی. (چاپ اول)، شماره ۹۶۱۶۵

سبحان اردکانی. س.، شایسته. ک.، افیونی. م.، و محبوبی صوفیانی، ن.، ۱۳۸۴. غلظت نیترات در برخی از فراورده های گیاهی اصفهان. *مجله محیط شناسی* شماره ۳۷.

سیلِسپور م.، و ممیزی م. ر.، ۱۳۸۴. مدیریت مصرف نیتروژن در محصولات سبزی و صیفی. *نشر مرز دانش*. چاپ اول. ۳۸ صفحه.

طباطبائی، س. ج.،، ملکوتی، م. ج.، و بای بوردی. ا.، ۱۳۸۲. اثر طیف نورهای مختلف روی غلظت نیترات و رشد و نمو کاهو در روش آبکشت. *مجله علوم خاک و آب*.

عامریان، م.، علی محمدیان، ل.، و ملک حسینی، ا.، ۱۳۹۶. ارزیابی دلایل بی توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی (به ویژه کود ازته) به روش بحث متمرکز گروهی. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*. جلد نوزدهم. شماره ۴، ۳۵-۴۶

فلاح مرتضایی نژاد لیالستانی، م.، پیوست، غ.، الفتی، ج. و سماک محمدی، ب.، ۱۳۹۱. اثر کود رایج و آلی (کمپوست زباله شهری) بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه اسفناج (*Spinacia oleracea L*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

قشلاقی، ز.، خراسانی، ر.، و حق نیا، غ. ح.، ۱۳۹۲. اثر نیترات و زمان برداشت بر عملکرد و غلظت عناصر آهن، روی و مس در گیاه کاهو با استفاده از کشت هیدروپونیک، ششمین همایش یافته های پژوهشی کشاورزی، سنج، دانشگاه کردستان

کیانی، ش.، و قیطاسی، م.، ۱۳۹۴. بررسی تجمع میزان نیترات و نیتريت در سبزی های عرضه شده در بازار شهرکرد. *مجله بهداشت مواد غذایی*. شماره ۲۰

ملکوتی، م. ج.، نوری، ا.، سماوات س.، و بصیرت، م.، ۱۳۸۴. علل تجمع نیترات در سبزی‌های میوه‌ای (خیار، گوجه فرنگی و روش‌های کنترل آن. نشریه فنی شماره ۴۱۴، انتشارات سنا، وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران

Chen, B. M., Wang, Z. H., Li, S. X., Wang, G. X., Song, H. X., and X. N. Wang. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Science*. 167(3): 635-643.

Chung, S. Y., Kim, J. S., Kim, M., Hong, M. K., Lee, J. O., Kim, C. M., and I. S. Song. 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives & Contaminants*, 20(7): 621-628.

Darnell, R. L., and G. W. Stutte. 2001. Nitrite concentration effects on NO₃-N uptake and reduction, growth, and fruit yield in strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 126(5): 560-563.

Dejon, C. W and W. Stekbaat. 1995. Nitrate in food commodities vegetable origin and the total diet in Belgium, University of Ghent, FLTBW;

Dordas, C. A., and C. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*. 27(1), pp.75-85.

FAO/WHO. 2003. Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Geneva: World Health Organisation. WHO Food Additive series 50.

Fewtrell, L., 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion. *Environmental health perspectives*. 112(14): 1371-1374

Human Health Fact Sheet. 2005. EVS Chicago, Illinois. Argonne National Laboratory (Abstract)

Kladivko, E. J., Frankenberger, J. R., Jaynes, D. B., Meek, D. W., Jenkinson, B. J., and N. R. Fausey. 2004. Nitrate leaching to subsurface drains as affected by drain spacing and changes in crop production system. *Journal of Environmental Quality*. 33(5): 1803-1813.

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

Menard, C., Heraud, F., Volatier, J. L., and J. C. Leblanc. 2008. Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. *Food Additives and Contaminants*. 25(8):971-988.

Menard, C., Merusi, C., Corradini, C., Cavazza, A., Borromei, C., and P. Salvadeo. 2010. Determination of nitrates, nitrites and oxalates in food products by capillary electrophoresis with pH-dependent electroosmotic flow reversal. *Food chemistry*, 120(2), 615-620.

Noguero, M., and B. Lacombe. 2016. Transporters Involved in Root Nitrate Uptake and Sensing by Arabidopsis. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 7, pp. 1-7.

Santamaria., P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(1): 10-17.

Susin, J., Kmecl, V and A. Gregorcic. 2006. A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996-2002., *Food Additives and Contaminants* 23(4):385-390.

Taghipour, H., Hemmati, S., Faramarzi, E., Somi, M. H., Dastgiri, S. and P. Nowrouze. 2019. Determination of nitrate concentration in consumed vegetables and estimation of that's dietary intake in Shabestar and Khameneh City, northwest of Iran: Azar Cohort study. *Progress in Nutrition*. 21, 336-340.

Weitzberg, E., and J. O. Lundberg. 2013. Novel aspects of dietary nitrate and human health. *Nutrition*, Vol. 33, pp. 129-159.

WHO. 1978. Nitrates, Nitrites and N-Nitroso Compounds. Geneva, Environmental Health Criteria 5.

Wiera, S., C.Zotnowski and K. Przekwas. 2007. Effects of various fertilization systems on the dynamics of nitrate concentration in potato tubers after harvest and during storage. *Polish Journal of Natural Sciences*, Vol 22(1): 15-22

Yeganeh, M., and K. Bazargan. 2016. 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*, Vol. 22 (3), pp. 817-824.