

DOI: 10.22070/HPN.2021.14751.1146

Evaluation of Nitrate Status in Some Highly Consumed Vegetables of Kermanshah City in winter

Sareh Nezami¹, Akram Fatemi^{2*}

1- Assistant Professor, Soil Science Department, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

s.nezami1981@gmail.com

2- Corresponding Author, Assistant Professor, Soil Science Department, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

a.fatemi@razi.ac.ir

Received Date: 2021/07/11

Accepted Date: 2021/11/15

Abstract

Introduction: Nitrogen is essential for plant growth. Excessive use of nitrogen fertilizers causes nitrate uptake and accumulation in edible parts of plants. This study was conducted to evaluate the nitrate concentration in some vegetables collected from the Kermanshah vegetable market in winter 2020.

Material and methods: vegetable samples include leafy, fruit-bearing, and tuberous vegetables were collected from the main vegetable market in Kermanshah city four times. Leafy samples were cress, lettuce, spinach, and celery. Fruit-bearing samples included cucumber and tomato. Tuberous samples included red and yellow onions and potatoes. The sampling times were January, early and mid-February, and March. Our previous study showed that vegetables in the main vegetable market of Kermanshah have been provided by different cities of Iran. Therefore, if there was one vegetable type has been supplied from different locations or different cultivation methods (i.e. traditionally vs. in greenhouse conditions), individual samples were collected. The nitrate concentration of vegetable samples was determined by the colorimetric method (Cataldo et al., 1975) after their preparation and extraction (Jones, 2001). The results were analyzed via SPSS v.26 by one-way ANOVA after testing the normal distribution. The means were compared by Duncan's test ($P < 0.05$). However, to determine the health status of vegetables, their concentrations were compared with the nitrate limit defined by the World Health Organization (WHO) (WHO, 1978) and the Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI) (ISIIR, 2013). The differences in nitrate concentration of crops were also compared according to the time of sampling, the place (i.e. city that crops were grown), and the cultivation methods.

Results and discussion: The results showed that nitrate concentration in lettuce, celery, cucumber, tomato, yellow onion, and potato was significantly lower than the ISIRI nitrate limit ($P < 0.001$). Also, the nitrate concentration in cress samples in last February and March, spinach samples in mid-and las-February, and red onion samples in January and mid-February were lower than the permissible nitrate limit. However, nitrate concentration in cress and red onion (in January and mid-February) and spinach (in January and March) was higher than the WHO and ISIRI nitrate limit. ANOVA results revealed significant differences in vegetable nitrate concentration between months ($P < 0.001$). The results also indicated that the variances of nitrate concentration in cress, cucumber, and tomato samples were highly influenced by place ($P < 0.01$). Moreover, nitrate concentration in the above-mentioned samples traditionally cultivated was found to be not significantly different from those grown in the greenhouse.

Conclusions: The results of this study showed that the time of sampling and the place where vegetables are grown affects the variation of nitrate concentration. However, the cultivation method showed no significant impact. However, the number of samples in this study was less than the amount to conclude this result certainly. Therefore, it is recommended that the nitrate concentration of the vegetables be measured at different sampling times as well as for vegetables grown in different places with more samples to assess the status of nitrate more confidently. This would help to have a reasonable allowable nitrate concentration limit for vegetables in comparison with the WHO standard.

Keywords: Leafy vegetables, Tuberous vegetables, Fruit-bearing vegetables.

بررسی وضعیت نیترات برخی صیفی و سبزیجات پر مصرف شهر کرمانشاه در زمستان

ساره نظامی^۱، اکرم فاطمی^{*۲}

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

s.nezami1981@gmail.com

۲- نویسنده مسئول و استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

a.fatemi@razi.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۰

چکیده

نیترژن پرمصرف‌ترین عنصر مورد نیاز گیاه است. استفاده بی رویه از کودهای نیتروژنی باعث جذب زیاد و تجمع نیترات در اندام‌های خوراکی گیاه می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی غلظت نیترات برخی صیفی و سبزیجات بازار اصلی تره بار شهر کرمانشاه در فصل زمستان ۱۳۹۸ انجام شد. غلظت نیترات نمونه‌ها با روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری و براساس ماه، مکان (شهر تأمین‌کننده) و روش تولید (سنتی یا گلخانه‌ای) مقایسه شدند. تجزیه واریانس نشان داد که غلظت نیترات نمونه‌ها در ماه‌های زمستان با هم اختلاف معنی‌دار ($P < 0.001$) داشتند. نتایج نشان داد که غلظت نیترات کاهو، کرفس، خیار، گوجه‌فرنگی، پیاز زرد و سیب زمینی به طور معنی‌داری ($P < 0.001$) از حد مجاز نیترات استاندارد ملی کمتر بود. غلظت نیترات نمونه‌های شاهی و پیاز قرمز در دی و نیمه بهمن و اسفناج در دی و اسفند از حد مجاز نیترات استانداردهای ملی و یا سازمان بهداشت جهانی بیشتر بود. نتایج نشان داد که زمان نمونه‌برداری بر تغییرات غلظت نیترات نمونه‌ها اثر معنی‌دار داشت ($P < 0.001$). همچنین اثر مکان بر تغییرات غلظت نیترات شاهی، خیار و گوجه‌فرنگی مورد بررسی معنی‌دار ($P < 0.01$) بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین غلظت نیترات نمونه‌های خیار، گوجه‌فرنگی و شاهی گلخانه‌ای با نمونه‌هایی که به روش سنتی کشت می‌شوند اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تعداد نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق برای گرفتن نتیجه قطعی برای مقایسه بین مکان‌ها و روش‌های کشت گلخانه‌ای و سنتی کافی نیست و به تعداد نمونه‌های بیشتری نیاز است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که پژوهشی برای بررسی اثر مکان و روش‌های کشت با نمونه‌گیری‌های بیشتر انجام شود تا با اطمینان بیشتری از وضعیت سلامت نیترات محصولات اطلاع حاصل نمود.

کلمات کلیدی: سبزیجات برگی، سبزیجات غده‌ای، سبزیجات میوه‌ای.

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و تأمین غذای مورد نیاز آنها، کاهش حاصلخیزی خاک و سطح زیر کشت محصولات به دلیل فعالیت‌های کشاورزی نامناسب، کشاورزان را به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی سوق داده است. براساس اطلاعات موجود، در سال ۱۳۹۸ بیش از ۷۶ درصد از کودهای شیمیایی مصرفی کشور را کودهای نیتروژنی تشکیل می‌دهد (Agricultural statistical report, 2020). کاربرد بیش از حد کودهای نیتروژنی که گاهی از یک تن در هکتار اوره تجاوز می‌نماید (Malakouti, 2011)، نه تنها سبب کاهش بیشتر حاصلخیزی خاک و آلودگی آب و محیط زیست می‌شود، محصولات تولید شده حاوی مقدار زیادی نیترات خواهند بود. در حدود ۷۲ تا ۹۴ درصد نیترات جذب شده توسط بدن با خوردن سبزیجات وارد می‌شود (Awaad et al., 2016). با توجه به حجم و دفعات زیاد مصرف سبزیجات حاوی نیترات زیاد سلامت انسان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Haftbaradaran et al., 2018).

پور مقیم و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که میانگین نیترات در نمونه های کاهو عرضه شده در میدان تره بار تهران در هر دو فصل تابستان و زمستان در محدوده مجاز بین المللی بود (Pourmoghim et al., 2010). نتایج پژوهش پیرصاحب و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که غلظت نیترات کرفس در بین سبزیجات برگی، غده‌ای و میوه‌ای مورد مطالعه شهر کرمانشاه در سال ۱۳۹۸ بیش از حد مجاز بود. مقایسه میانگین غلظت نیترات سبزیجات برگی شهر کرمانشاه با نتایج شهر اصفهان نشان داد که میانگین نیترات سبزیجات برگی شهر کرمانشاه (۶۲۷/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بسیار بیشتر از میانگین اصفهان (۲۷۸/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر) بود (Pirsaheb et al., 2012). در پژوهشی دیگر گزارش شد که بیشترین غلظت نیترات بین صیفی و سبزیجات دشت‌های ماهیدشت و درود و فرامان استان کرمانشاه مربوط به اسفناج بود (Pirsaheb et al., 2013). نتایج پژوهش بررسی غلظت

نیترات برخی محصولات صفهان نشان داد که در بین نمونه‌های مورد مطالعه، اسفناج بیشترین غلظت نیترات را داشت ولی غلظت نیترات کاهو در شهرهای مختلف استان اصفهان کمتر از حد مجاز استاندارد بود (Ardakani et al., 2006). نتایج مشابهی نیز توسط بقایی و عقیلی (۲۰۱۹) گزارش شده است (Baghaie and Aghili, 2019). در حدود ۱۴/۳ درصد نعناع و برگ چغندر و ۲۸/۶ درصد شوید و گشنیز تولید شده در سبزیکاری‌های استان زنجان آلوده به نیترات گزارش شده است (Tabande and Safarzadeh Shirazi, 2018). همچنین، در پژوهشی دیگر میانگین غلظت نیترات در همه نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد ملی ایران (۱۳۹۲) (ISIRI) Iranian National Standardization Organization, 2013) و بیشترین غلظت نیترات به ترتیب در شاهی، اسفناج و شوید بین صیفی و سبزیجات تولید شده در استان زنجان گزارش شد (Tabande and Zarei, 2018). حسنی مقدم و همکاران (۲۰۱۹) غلظت نیترات تره ایرانی، ریحان، نعنا، تربچه (غده و برگ) کاشته شده در مزارع سبزی‌کاری شهرستان های خرم آباد و پلدختر را بالاتر از حد مجاز توصیه شده برای مصرف گزارش کردند (Hassani Moghaddam et al., 2019). این در حالی است که جلالی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که تقریباً غلظت نیترات سبزی‌های کشت شده در شهرستان پلدختر در محدوده سالم بود (Jalali et al., 2021). صالح زاده و همکاران (۲۰۲۰) غلظت نیترات سبزیجات شهر سنندج را کمتر از حد مجاز نیترات استاندارد ملی ایران گزارش کردند.

میانگین غلظت نیترات سیب زمینی شهر کرمانشاه در سال ۱۳۸۹ بیشتر از حد مجاز استاندارد WHO (WHO, 1978) گزارش شد (Pirsaheb et al., 2012). غلظت نیترات نمونه‌های سیب زمینی میدان تره بار تهران در فصل زمستان بیشتر از حد مجاز گزارش شد (Pourmoghim et al., 2010). نتیجه پژوهشی دیگر نشان داد که غلظت نیترات سیب زمینی و پیاز بیش از حد استاندارد بود

دو محصول سیب زمینی و پیاز کشت شده در مزارع استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۸ نگرانی‌هایی ایجاد نمود. بنابراین برای بررسی غلظت نیترات سیب زمینی و پیاز و برخی صیفی و سبزیجاتی که بیشترین مقدار مصرف را در سبد غذایی خانوار دارند (Pirsahab et al., 2012; Pourmoghim et al., 2010) پژوهشی در تابستان ۱۳۹۸ انجام شد. غلظت نیترات برخی صیفی و سبزیجات پرمصرف بازارهای اصلی تره‌بار شهر کرمانشاه (آزادی، مسکن، دولت‌آباد و توپخانه) بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در کرفس بازار آزادی و شاهی (بازارهای آزادی، مسکن و توپخانه) بیشتر بوده و در سایر نمونه‌ها کمتر از حد مجاز نیترات استاندارد WHO به دست آمد. غلظت نیترات کرفس و پیاز قرمز بازار آزادی، برگ چغندر و سیب‌زمینی بازار توپخانه بیش از حد مجاز ISIRI تشخیص داده شد (Fatemi Ghomsheh and Nezami, 2020). همچنین مشخص شد که صیفی و سبزیجات مصرفی مردم شهر کرمانشاه تنها در این استان تأمین نمی‌شوند و از شهرهای دیگر نیز وارد میدان اصلی تره‌بار شهر کرمانشاه می‌شوند. نتایج نشان داده بود که غلظت نیترات سبزیجات و محصولات میادین تره‌بار عمده شهر کرمانشاه بسته به شهر تأمین‌کننده آنها متفاوت است. روش کشت، زمان برداشت در طول روز و فصل برداشت محصول نیز بر غلظت نیترات محصولات اثر می‌گذارد (Pirsahab et al., 2012; Vojodi Mehrabani et al., 2018). یافته‌های پورمقیم و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که غلظت نیترات کاهو در زمستان کمتر از تابستان بوده است. در حالی که غلظت نیترات گوجه‌فرنگی و سیب زمینی در فصل زمستان بیشتر از تابستان گزارش شد (Pourmoghim et al., 2010). بقایی و عقیلی (۲۰۱۹) گزارش کردند که غلظت نیترات اسفناج و گوجه‌فرنگی در زمستان بیشتر از تابستان بود (Baghaie and Aghili, 2019). صالح زاده و همکاران (۲۰۲۰) رابطه معنی‌داری را بین غلظت نیترات سبزیجات شهر سنندج و فصل گزارش

(Ardakani et al., 2006). غلظت نیترات سیب زمینی در ۴۹ درصد از مزارع کوچک، ۲۶ درصد از مزارع متوسط و ۱۷ درصد از مزارع بزرگ شهرستان فریدن استان اصفهان از حد بحرانی بیشتر گزارش شده است (Mehri et al., 2017). این نتایج در مقابل یافته‌های پژوهش دیگری است که میانگین غلظت نیترات سیب زمینی در تمام شهرستان های استان اصفهان کمتر از حد مجاز نیترات گزارش شده بود (Haftbaradaran et al., 2018). بیشترین انباشتگی نیترات در نمونه‌های سیب زمینی‌های نمونه‌برداری شده از نه استان کشور در سیب زمینی‌های استان کرمان گزارش شد (Yeganeh and Bazargan, 2016). یافته‌های پژوهشگران دیگر نشان داد که غلظت نیترات نمونه‌های سیب زمینی کمتر از حد مجاز بوده است (Asadi and Fazeli, 2020; Ebrahimi et al., 2020; Mehri et al., 2019). میانگین غلظت نیترات پیازهای تولید شده در شهر اردبیل (Shahbazzadegan et al., 2010) و غلظت نیترات در پیاز قرمز در اردیبهشت و پیازهای سفید و قرمز در بهمن ماه در شهرستان همدان بیشتر از حد مجاز WHO گزارش شده است (Mousavi Moayed et al., 2017). مهری و همکاران (۲۰۱۹) همچنین اسدی و فاضلی (۲۰۲۰) غلظت نیترات نمونه‌های پیاز را کمتر از حد مجاز گزارش کردند (Asadi and Fazeli, 2020; Mehri et al., 2019).

به طور معمول نیترات بیشتر در برگ انباشته شده و کمتر به میوه منتقل می‌شود. یافته‌های پژوهش‌های پیشین نشان داد که غلظت نیترات گوجه‌فرنگی (Ardakani et al., 2006; Fatemi Ghomsheh and Nezami, 2020; Pirsahab et al., 2012; Pirsahab et al., 2013; Asadi and Fazeli, 2020; Baghaie and Aghili, 2019; Mehri et al., 2019) و خیار (Pourmoghim et al., 2010; Haftbaradaran et al., 2018; Baghaie and Aghili, 2019) کمتر از حد مجاز بوده و غلظت نیترات گوجه‌فرنگی (Pourmoghim et al., 2010) و خیار (Ardakani et al., 2006) در برخی منابع بیشتر از حد مجاز گزارش شده است. انتشار خبر غلظت زیاد نیترات در

پودر شده تا زمان انجام آزمایش در فریزر نگهداری شدند (Pourmoghim et al., 2010).

عصاره‌گیری و تعیین غلظت نیترات عصاره‌ها

به ۰/۴ گرم از هر نمونه (در سه تکرار) ۰/۵ گرم کربن اکتیو (Merck, Germany) و ۴۰ میلی‌لیتر سولفات آلومینیوم (Al₂SO₄.18H₂O) ۰/۰۲۵ مولار (Merck, Germany) اضافه شد. نمونه‌ها با شیکر با ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت نیم ساعت تکان داده شد. سپس با کاغذ صافی واتمن ۴۲ عصاره‌گیری شدند (Jones Jr, 2001). به ۱/۵ میلی‌لیتر عصاره ۰/۸ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۵ درصد (Merck, Germany) اضافه شد. از آنجایی که واکنش گرمازا بوده ۲۰ دقیقه اجازه داده شد تا خنک شود. سپس ۱۷/۷ میلی‌لیتر سود (NaOH) ۲ مولار (Merck, Germany) اضافه و ۲۰ دقیقه اجازه داده شد تا محلول خنک شود. مقدار جذب نور کمپلکس تشکیل شده با اسپکتروفتومتر (Cary 100 UV-Visible Spectrophotometer from Agilent Technologies) در طول موج ۴۱۰ نانومتر در آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه رازی تعیین شد (Cataldo et al., 1975). غلظت نیترات نمونه‌ها بر اساس واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک به میلی‌گرم بر کیلوگرم تر تبدیل واحد شدند (رابطه ۱):

$$NO_3^-(mgkg^{-1}FW) = NO_3^-(mgkg^{-1}Dw) \times \left(\frac{100 - moisture\ content}{100} \right) \quad \text{رابطه ۱}$$

میانگین غلظت نیترات محصولات بر اساس زمان نمونه‌برداری، روش کشت و مکان (شهر تأمین‌کننده) مقایسه شدند. از آنجا که تعداد نمونه‌ها برای این مقایسه کم بودند، از اثر اندازه نمونه‌ها (ی نمونه‌برداری شده در زمان‌های مختلف کشت شده در مکان‌های مختلف و با روش‌های متفاوت) بر تغییرات غلظت نیترات محصولات با در نظر گرفتن مقدار Eta بررسی شدند (Tomczak and Tomczak, 2014). برخلاف آزمون‌های معنی‌داری، اثر

کردند. یافته‌های آنها نشان داد که غلظت نیترات سبزیجات در پاییز بیشتر از بهار بود. یافته‌های اسدی و فاضلی (۲۰۲۰) نیز نشان داد که غلظت نیترات گوجه‌فرنگی، سیب زمینی و پیاز مورد مطالعه آنها در شهر تهران در دو فصل تابستان و زمستان با هم اختلاف معنی‌دار داشت. بنابراین، در ادامه پژوهش پیشین و با هدف بررسی غلظت نیترات صیفی و سبزیجات پر مصرف مردم کرمانشاه و در فصل زمستان پژوهش حاضر انجام شد.

مواد و روشها

نمونه برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

در دی، نیمه و آخر بهمن و اسفند ماه ۱۳۹۸ از بازار اصلی تره‌بار شهر کرمانشاه نمونه‌برداری انجام شد. ۴۰ نمونه شامل گوجه‌فرنگی، خیار، سیب زمینی، پیاز زرد، پیاز قرمز، کاهو، کرفس، شاهی و اسفناج بودند. از هر محصول نمونه‌های پنج کیلوگرمی تهیه شد. در صورت وجود یک محصول از چند شهر یا روش تولید (سستی یا گلخانه‌ای) مختلف، نمونه‌های جداگانه‌ای تهیه شد. نمونه‌ها با آب معمولی و آب مقطر شسته شدند. برای تعیین درصد وزن خشک بلافاصله از هر محصول، نمونه‌ای در آون در دمای ۷۰ °C به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شد. بقیه نمونه‌ها، برش زده و در دمای آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و آون خشک (۷۰ °C) شدند. نمونه‌های

تجزیه و تحلیل‌های آماری

برای هر نوع محصول (برگی، میوه‌ای و غده‌ای) به طور جداگانه ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی گردید. برای هر نوع محصول داده‌ها توزیع نرمال داشتند. طرح مورد آزمایش طرح کاملاً تصادفی بود و برای تجزیه واریانس از آزمون One-way ANOVA و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن با سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

ماه‌های زمستان سالم بوده و مشکلی از نظر غلظت نیترات نداشتند. نمونه‌های خیار و گوجه فرنگی از نظر غلظت نیترات از نظر استانداردهای WHO و ISIRI سالم تشخیص داده شدند. با مقایسه غلظت نیترات نمونه‌های سیب زمینی و پیاز زرد در ماه‌های زمستان با غلظت مجاز نیترات استانداردهای WHO و ISIRI می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های سالمی بودند نمونه‌های پیاز قرمز در دی و نیمه بهمن ماه از نظر استاندارد ISIRI نا سالم ولی بر اساس استاندارد WHO همه نمونه‌های پیاز قرمز در ماه‌های زمستان سالم بودند (جدول ۱).

مقایسه حدود مجاز نیترات استاندارد ISIRI با استاندارد WHO (جدول ۱) نشان می‌دهد که استاندارد ISIRI به مراتب از استاندارد WHO سختگیرانه‌تر می‌باشد. وجود اختلاف معنی‌دار ($P < 0.001$) غلظت نیترات کرفس، کاهو، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی و پیاز زرد با حد مجاز نیترات استاندارد ISIRI نشان داد که غلظت نیترات این محصولات بسیار کمتر از حد مجاز نیترات این استاندارد می‌باشد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که غلظت نیترات شاهی با حد مجاز نیترات استاندارد WHO اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). غلظت نیترات شاهی و پیاز قرمز با حدود مجاز نیترات استاندارد ISIRI اختلاف معنی‌داری نداشت که باز هم تأییدی است بر اینکه این محصولات از نظر نیترات در وضعیت سالم نیستند.

غلظت نیترات محصولات برگی

کمترین و بیشترین میانگین غلظت نیترات شاهی به ترتیب در ماه‌های اسفند و نیمه بهمن دیده شد. کمترین بیشترین میانگین غلظت نیترات اسفناج ۹۱/۲ و ۱۱۹۲/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر به ترتیب در نمونه‌های آخر بهمن و دی ماه به دست آمد. میانگین غلظت نیترات کرفس از ۲۵/۳ تا ۳۹۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تغییر کرد. میانگین غلظت نیترات کاهو در محدوده ۱۲۲/۹-۳۲/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر به دست آمد (شکل ۱).

اندازه مستقل از تعداد نمونه است (Sullivan and Feinn, 2012). یکی از کاربردهای اندازه اثر بررسی همبستگی دو متغیر می‌باشد. به عبارت دیگر، Eta سهم متغیر مستقل در تغییرات متغیر وابسته را اندازه‌گیری می‌کند (Lakens, 2013). برای این منظور، از آنجایی که به دلیل تنوع محصولات و محدوده پراکنده غلظت نیترات آنها (Pirsahab et al., 2012) داده‌ها نرمال نبودند، برای نرمال کردن داده‌ها از روش Box-Cox استفاده شد (Sakia, 1992). برای مقایسه غلظت نیترات نمونه‌ها با استاندارد-های WHO و ISIRI از آزمون تست تک نمونه‌ای (One-sample T test) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

نتایج

بررسی غلظت نیترات محصولات براساس استانداردهای WHO و ISIRI

میانگین، کمترین و بیشترین غلظت نیترات در محصولات برگی، میوه‌ای و غده‌ای و همچنین استانداردهای WHO و ISIRI در جدول یک گزارش شده است. در برخی نمونه‌ها، میانگین بیشترین غلظت نیترات بیشتر از حد مجاز نیترات استاندارد WHO (شاهی و کرفس) یا استاندارد ISIRI (شاهی، اسفناج، کرفس، سیب‌زمینی، پیاز زرد و پیاز قرمز) به دست آمد. غلظت نیترات شاهی آخر بهمن و اسفند ماه کمتر از حد مجاز نیترات (هر دو استاندارد) بوده و محصولات سالمی بودند. نمونه‌های شاهی دی ماه با استاندارد ISIRI و شاهی نیمه بهمن ماه با هر دو استاندارد WHO و ISIRI ناسالم تشخیص داده شدند. غلظت نیترات اسفناج در نمونه‌های دی و اسفند ماه از حد مجاز نیترات استانداردهای WHO و ISIRI بیشتر بوده و در سایر ماه‌های نمونه‌برداری کمتر از حد مجاز نیترات بود. با مقایسه غلظت نیترات نمونه‌های کرفس و کاهو با حد مجاز نیترات استانداردهای WHO و ISIRI می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های کرفس در

۱۳۶/۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به ترتیب در اسفند و آخر بهمن ماه دیده شد. میانگین غلظت نیترات پیاز زرد از ۴۰/۸ تا ۷۲/۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر تغییر کرد. غلظت نیترات پیاز زرد در دی، نیمه و آخر بهمن و اسفند ماه به ترتیب ۷۲/۱، ۴۰/۸، ۵۲/۴ و ۴۶/۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به دست آمد. میانگین غلظت نیترات نمونه‌های پیاز قرمز در دی، نیمه و آخر بهمن و اسفند ماه به ترتیب ۹۷/۲، ۱۸۱/۲، ۳۱/۳ و ۲۹/۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به دست آمد.

غلظت نیترات محصولات میوه‌ای

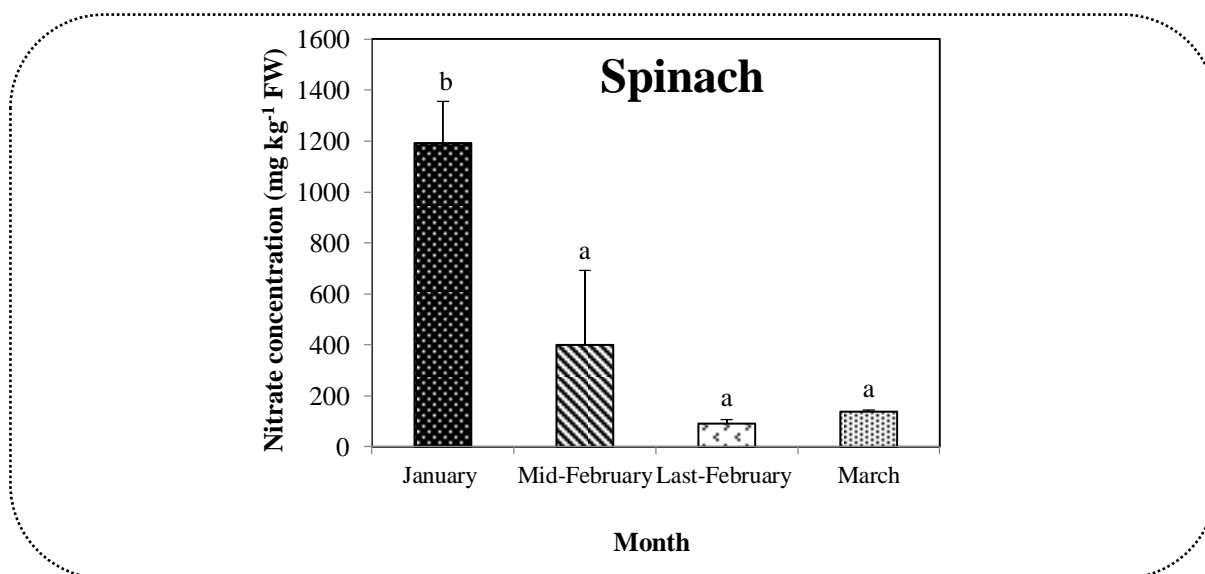
کمترین و بیشترین میانگین غلظت نیترات خیار ۸/۶ و ۳۰/۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به ترتیب در نمونه‌های اسفند و نیمه بهمن ماه دیده شد. کمترین (۶/۴) میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و بیشترین (۲۸/۰) میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) غلظت نیترات گوجه فرنگی به ترتیب در نمونه‌های اواخر بهمن و دی ماه به دست آمد (شکل ۲).

غلظت نیترات محصولات غده‌ای

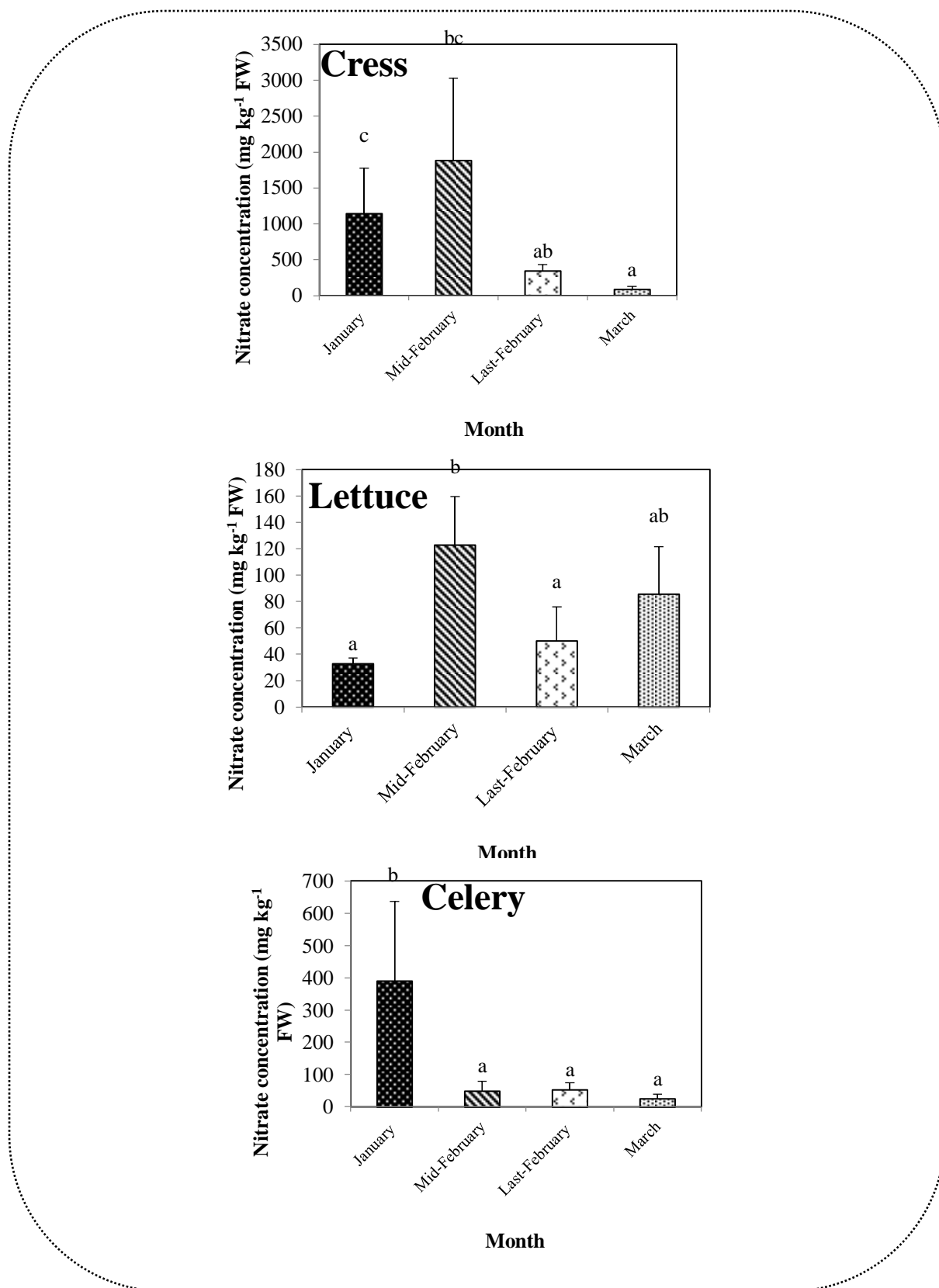
کمترین و بیشترین غلظت نیترات سیب‌زمینی ۴۹/۱ و

جدول ۱. غلظت نیترات براساس نوع محصول (برگی، میوه‌ای و غده‌ای) و مقادیر حد مجاز استانداردهای WHO و ISIRI
Table 1. Nitrate concentration based on crop types (leafy, fruit-bearing, and tuberous) and permissible limits for WHO and ISIRI standards

Crop	Nitrate concentration mg kg ⁻¹ FW				Permissible limits of nitrate concentration (mg kg ⁻¹ FW) for		
	Min	Max	Mean	Standard deviation	WHO standard (1978)	standard ISIRI (2013)	
Leafy	Cress	37.56	3071.27	919.03	910.72	1500	1000
	Spinach	76.46	1342.06	455.47	482.76	-	1000
	Celery	15.87	665.21	129.47	190.30	500	400
	Lettuce	28.63	154.43	72.87	43.66	382-3620	1000
Fruit-Bearing	Cucumber	1.99	42.96	22.92	11.11	150	90
	Tomato	3.61	37.55	19.94	10.50	300	120
Tuberous	Potato	25.64	201.76	107.34	50.61	250	170
	Yellow Onion	24.24	98.07	52.89	18.33	1000	90
	Red Onion	26.50	217.80	89.87	67.60	1000	90



شکل ۱. غلظت نیترات بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر در محصولات برگ‌ری در ماه‌های زمستان ۱۳۹۸



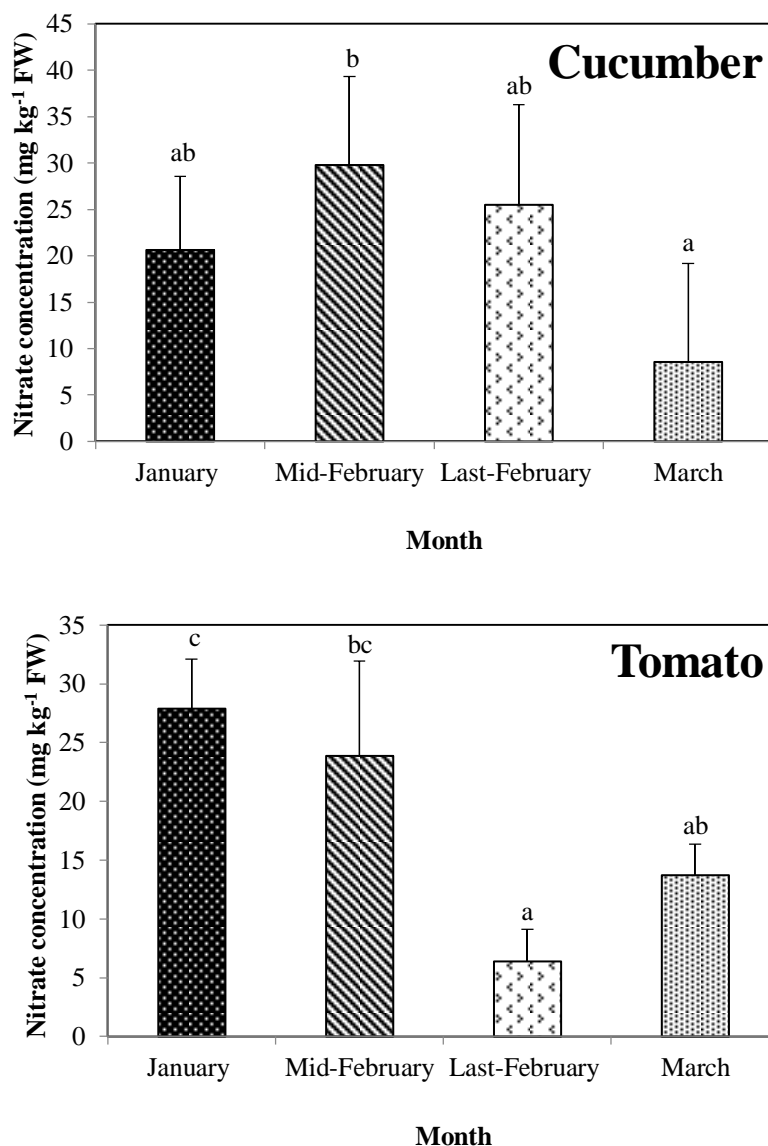
ادامه شکل ۱. غلظت نیترات بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر در محصولات برگی در ماه‌های زمستان ۱۳۹۸

Figure 1. Nitrate concentration in mg kg⁻¹ FW for leafy crops in winter months 2020
The means with common letters have not had a significant difference by Duncan's test (P<0.05)

ماهها اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.001$). مقدار Eta برابر با ۰/۶۶ به دست آمد. مقدار به دست آمده برای تخمین اثر اندازه مشابه ضریب همبستگی پیرسون (r) تفسیر می‌شود (Tomczak and Tomczak, 2014). بنابر این نتایج، زمان نمونه برداری بر تغییرات غلظت نیترات نمونه‌ها اثر نسبتاً زیادی داشته است.

بررسی اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات محصولات نمونه برداری شده در زمان‌های مختلف

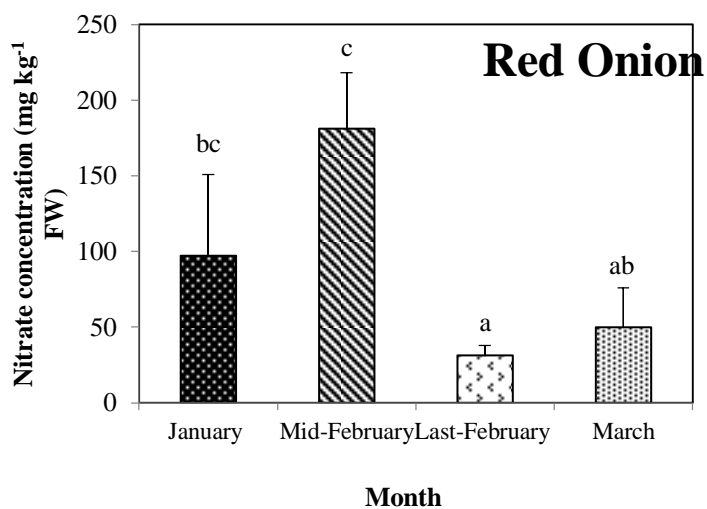
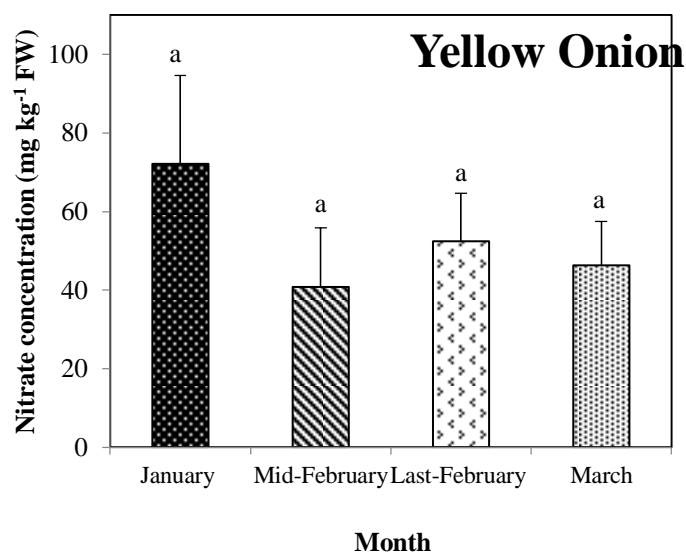
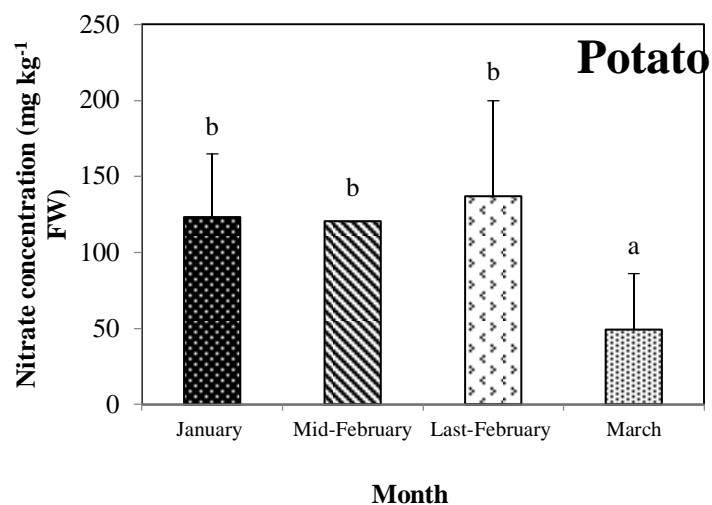
اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات تمامی محصولات (برگی، میوه‌ای و غده‌ای) نمونه برداری شده در زمان‌های مختلف نشان داد که نتایج مقایسه میانگین نشان داد که به طور کلی غلظت نیترات همه محصولات بین



شکل ۲. غلظت نیترات بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در محصولات میوه‌ای در ماه‌های زمستان ۱۳۹۸

Figure 2. Nitrate concentration in mg kg⁻¹ FW for fruit-bearing in winter months 2020

The means with common letters have not had a significant difference by Duncan's test ($P < 0.05$)



شکل ۳. غلظت نیترات بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در محصولات غده‌ای در ماه‌های زمستان ۱۳۹۸

Figure 3. Nitrate concentration in mg kg⁻¹ FW for tuberous crops in winter months 2020

The means with common letters have not had a significant difference by Duncan's test ($P < 0.05$).

بررسی اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات محصولات تأمین شده از شهرهای مختلف

از آنجایی که خیار، گوجه فرنگی و شاهی وارد شده به بازار اصلی تره‌بار کرمانشاه در زمستان ۱۳۹۸ از شهرهای مختلف و با روش‌های کشت متفاوت تأمین شده بود (شکل ۴)، این امکان فراهم شد که اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات این سه محصول نیز بررسی شود. برای علل تغییرات نیترات این محصولات ناشی از مکان‌های مختلف کشت، مقدار Eta به دست آمده برابر با ۰/۵۸ بود. این نتیجه نشان داد که مکان بر تغییرات نیترات این محصولات اثر نسبتاً زیادی داشته است. به طور کلی، غلظت نیترات این سه محصول در جیرفت، کرمانشاه، کهنوج و جنوب ($P > 0.05$) کمترین مقدار را داشتند. نیترات نمونه‌های شاهی پلدختر و اصفهان ($P > 0.05$) به طور معنی‌داری از نیترات شهرهای دیگر بیشتر بود. از آنجایی که در این مقایسه نوع محصول در نظر گرفته نشده است این نتیجه به دست آمده است. نمونه‌های کهنوج، جیرفت و جنوب خیار و گوجه‌فرنگی بودند که هم به دلیل میوه‌ای بودن غلظت نیترات آنها کمتر است و هم اینکه در این مطالعه نمونه‌های سالمی بودند. در حالی که نمونه‌های پلدختر و اصفهان شاهی بودند که به دلیل برگی بودن به طور طبیعی غلظت نیترات بیشتری دارند. بنابراین، درباره شاهی اثر اندازه نمونه به طور جداگانه بررسی شد. مقدار Eta برابر ۰/۴۵ به دست آمد که باز هم نشان دهنده این است که اگرچه غلظت نیترات شاهی بین سه شهر کرمانشاه، پلدختر و اصفهان معنی‌دار نبود، مکان اثر داشته است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین غلظت نیترات شاهی کرمانشاه و پلدختر (که از نظر هر دو استاندارد ISIRI و WHO سالم به نظر می‌رسیدند) و نمونه شاهی گلخانه اصفهان (نمونه ناسالم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. عدم وجود این اختلاف معنی‌دار دور از انتظار بود. یکی از دلایل معنی‌دار نشدن اختلاف میانگین نیترات نمونه‌های شاهی ممکن است ناشی از مقدار زیاد ضریب

تغییرات باشد (شکل ۴). میانگین غلظت نیترات نمونه‌های شاهی کرمانشاه در نیمه بهمن، اواخر بهمن و اسفند به ترتیب ۱۸۸۰، ۳۴۲ و ۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تغییر کرد که نشان دهنده تغییرات زیاد غلظت نیترات بسته به زمان نمونه‌برداری می‌باشد که بیشتر نیز به آن پرداخته شد. گفتنی است که نمونه‌های شاهی پلدختر و اصفهان در دی ماه تهیه شده بودند؛ ولی از سوی دیگر در مکان‌های مختلف تولید شده بودند که به دلیل اثر معنی‌دار مکان تغییرات غلظت نیترات آنها قابل انتظار است.

به طور مشابهی، اثر اندازه نمونه برای خیار و گوجه‌فرنگی بررسی شد. برای خیار مقدار Eta برابر با ۰/۵۷ به دست آمد. اگرچه بین نیترات خیار تولید شده در شهرهای مختلف اختلاف معنی‌داری ($P > 0.05$) دیده نشد که می‌تواند به دلیل نزدیک بودن تاریخ‌های نمونه‌برداری باشد. برای گوجه‌فرنگی مقدار Eta برابر با ۰/۹۲ به دست آمد. بین نیترات گوجه‌فرنگی تولید شده اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) دیده شد که دلیل اختلاف می‌تواند ناشی از اختلاف زمان نمونه‌برداری باشد (شکل ۴).

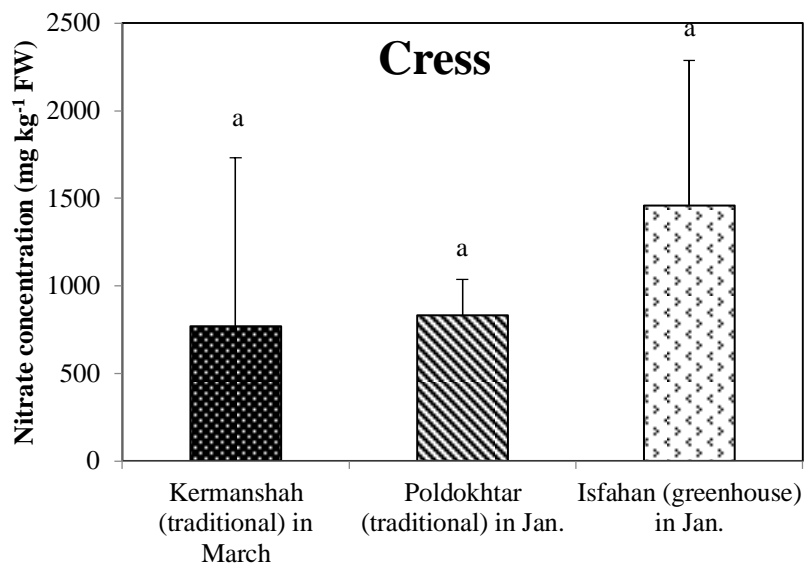
نتایج همچنین نشان داد که اثر روش کشت معنی‌دار نبوده ($P > 0.05$) و مقدار Eta به دست آمده بسیار کم بود. (۰/۰۶)

بحث

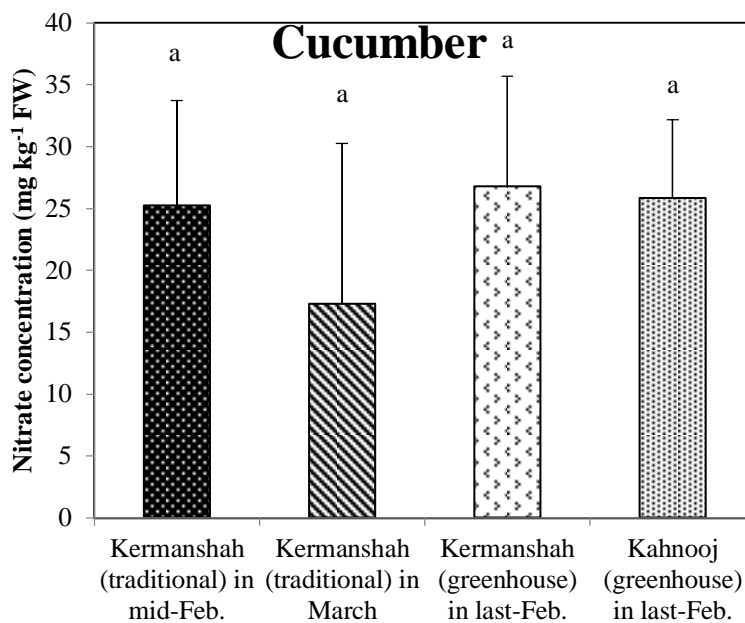
نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیترات کاهو، کرفس، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی و پیاز زرد از حد مجاز نیترات استاندارد ISIRI بسیار کمتر بوده و محصولات سالمی بودند. این نتیجه با یافته‌های پیشین مطابقت داشت (Ardakani et al., 2006; Fatemi, Ghomsheh and Nezami, 2020; Haftbaradaran et al., 2018; Pirsaeheb et al., 2012; Pirsaeheb et al., 2013; Pourmoghim et al., 2010; Mehri et al., 2019). نتایج همچنین نشان داد که غلظت نیترات برخی محصولات برگی مثل اسفناج و شاهی بیشتر از حد مجاز نیترات بود که با یافته‌های (Tabande and Zarei, 2018) همخوانی

Shahbazzadegan et al., 2010; Mousavi Moayed et al., 2017) همخوانی داشت.

داشت. غلظت نیترات پیاز قرمز بیشتر از حد مجاز نیترات بوده و با یافته‌های (Ardakani et al., 2006;



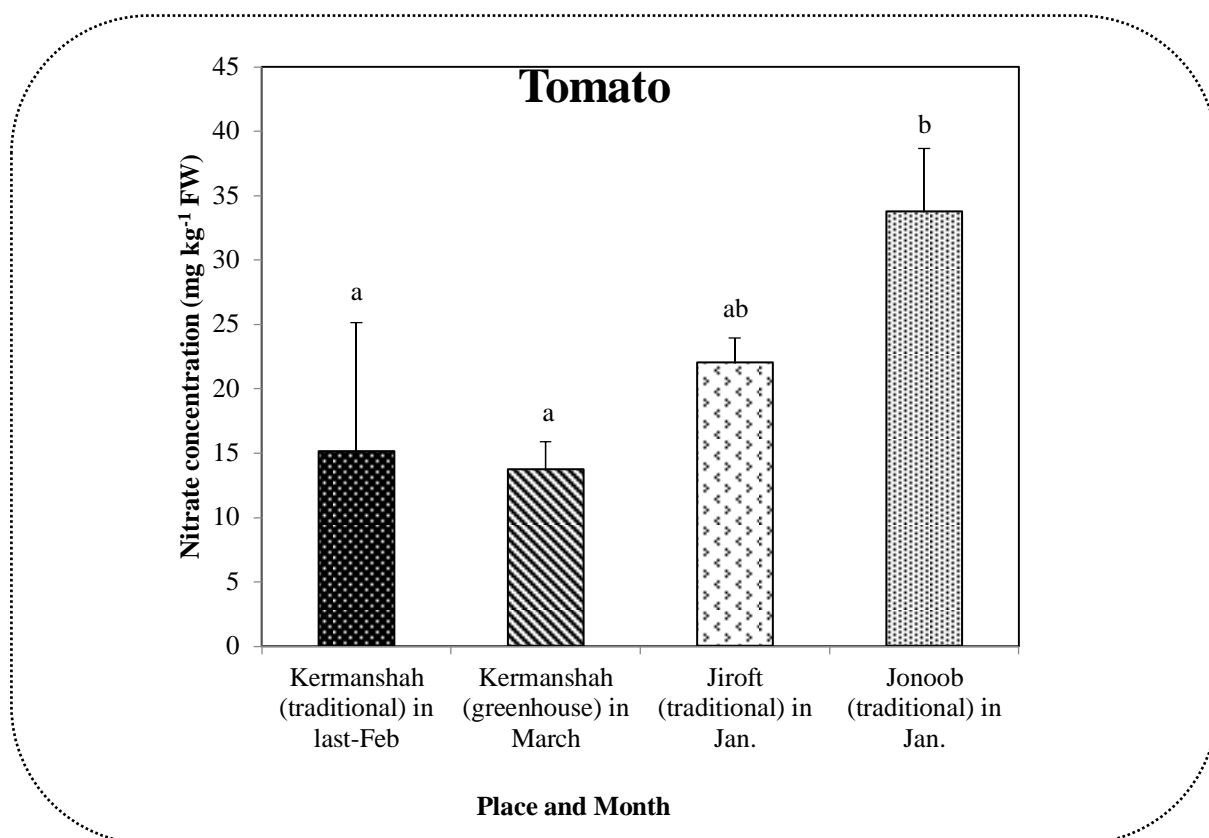
Place and Month



Place and Month

شکل ۴. مقایسه میانگین غلظت نیترات محصولاتی که از شهرهای مختلف تأمین و در ماه‌های متفاوت نمونه‌برداری شده‌اند.

Figure 4. Compare means of nitrate concentration for different crops cultivated in different cities and sampled in different winter months 2020. The means with common letters has not a significant difference by Duncan's test ($P < 0.05$).



ادامه شکل ۴. مقایسه میانگین غلظت نیترات محصولاتی که از شهرهای مختلف تأمین و در ماه‌های متفاوت نمونه برداری شده‌اند.

Figure 4. Compare means of nitrate concentration for different crops cultivated in different cities and sampled in different winter months 2020. The means with common letters has not a significant difference by Duncan's test ($P < 0.05$).

محصول پس از برداشت نیز بر غلظت نیترات محصولات اثر می‌گذارند (Pirsaheb et al., 2012). از آنجایی که این عوامل ثابت نبوده و تغییرات زیادی دارند، ضرورت دارد که غلظت نیترات محصولات مصرفی توسط شهروندان به طور مستمر در فواصل زمانی معین و در فصول مختلف سال مورد پایش قرار گیرد (Fatemi Ghomsheh and Nezami, 2020; Pirsaheb et al., 2012).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که نمونه‌های کاهو، کرفس، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی و پیاز زرد در ماه‌های زمستان از نظر نیترات در وضعیت سالم بودند. همچنین، نمونه‌های شاهی آخر بهمن و اسفند، اسفناج نیمه و آخر بهمن و پیاز قرمز دی و نیمه بهمن سالم تشخیص داده

تجمع نیترات در گیاه به عوامل گیاهی همچون گونه، رقم، قسمت‌های مختلف گیاه و سن آن نیز بستگی دارد (Malakouti, 2011). عوامل دیگر نیز بر غلظت نیترات در محصولات اثر می‌گذارد. علاوه بر مقدار مصرف کودهای شیمیایی، مقدار کود، نوع کود، سرعت آزاد شدن و روش کاربرد کود نیتروژنی نیز اهمیت دارند (Malakouti, 2011). عوامل خاکی همچون pH خاک و غلظت نیترات خاک (Malakouti et al., 2013) و عوامل محیطی بر جذب نیترات اثر می‌گذارند (Tabande and Safarzadeh Shirazi, 2018). در نور کم، دمای زیاد و تنش‌های رطوبتی فعالیت آنزیم کاهش دهنده نیترات کاهش و تجمع نیترات افزایش می‌یابد (Malakouti, 2011). روش کشت (سستی و گلخانه‌ای)، فصل و زمان برداشت محصول در روز (صبح یا عصر) و روش نگهداری

بدین منظور پیشنهاد می‌شود که پژوهشی برای بررسی اثر مکان و روش‌های کشت با نمونه‌گیری‌های بیشتر انجام شود تا با اطمینان بیشتری از وضعیت سلامت نیترات محصولات اطلاع حاصل نمود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان «بررسی وضعیت نیترات در برخی سبزیجات جمع-آوری شده از بازارهای تره‌بار شهر کرمانشاه» مصوب دانشگاه رازی در سال ۱۳۹۸ است که با حمایت گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی انجام شد.

شدند. نتایج نشان داد که اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات نمونه‌ها در زمان نمونه‌برداری اثر داشته است. به طور کلی، غلظت نیترات محصولات مورد بررسی به ترتیب زیر افزایش یافت: دی-نیمه بهمن-اواخر بهمن-اسفند. همچنین اثر اندازه نمونه بر تغییرات غلظت نیترات نمونه‌ها در شهرهای مختلف تأمین کننده برخی محصولات مورد بررسی اثر داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین غلظت نیترات نمونه‌های خیار، گوجه فرنگی و شاهی گلخانه‌ای با نمونه‌هایی که به روش سنتی کشت می‌شوند اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تعداد نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق برای گرفتن نتیجه قطعی برای مقایسه بین مکان‌ها و روش‌های کشت گلخانه‌ای و سنتی کافی نیست و به تعداد نمونه‌های بیشتر نیاز است.

منابع

- Agricultural statistical report. *The first volume: agricultural productions* 2020 Available from https://www.maj.ir/Index.aspx?page_=form&lang=1&sub=65&tempname=amar&PageID=11583.
- Ardakani, S. S., K. Shayesteh, M. Afyouni, and N. Mahboobi Suphiani. 2006. Nitrate concentration in some vegetative products in Isfahan. *Journal of Environmental Studies* 37:69-76.
- Asadi, S., and F. Fazeli. 2020. Nitrate Contents of Some Highly Consumed Products on Sale in Wholesale Fruit and Vegetable Markets in Spring and Winter in District 4, Tehran, Iran. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research* 18 (1):111-120.
- Awaad, M. S., R. A. Badr, M. A. Badr, and A. H. Abd-elrahman. 2016. Effects of different nitrogen and potassium sources on lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield in a sandy soil. *Eurasian Journal of Soil Science* 5 (4):299-306.
- Baghaie, A. H., and F. Aghili. 2019. Determination of the content and evaluation of the non-cancerous risk of nitrate absorption due to consumption of vegetables distributed at the Central Fruit and Vegetable Square of Isfahan. *Health and Development Journal* 8 (1):100-113.
- Cataldo, D., M. Maroon, L. Schrader, and V. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 6 (1):71-80.
- Ebrahimi, R., A. Ahmadian, A. Ferdousi, S. Zandi, B. Shahmoradi, R. Ghanbari, S. Mohammadi, R. Rezaee, M. Safari, H. Daraei, A. Maleki, and K. Yetilmezsoy. 2020. Effect of Washing and Cooking on Nitrate Content of Potatoes (cv. Diamant) and Implications for Mitigating Human Health Risk in Iran. *Potato Research* 63 (3):449-462.
- Fatemi Ghomsheh, A., and S. Nezami. 2020. Study of nitrate status in some vegetables collected from Kermanshah vegetables markets. *Iranian Journal of Health and Environment* 13 (1):75-84.
- Haftbaradaran, S., M. J. Malakouti, and A. H. Khoshgoftarmanesh. 2018. Investigation of nitrate risk assessment in edible parts of some crops grown in Isfahan province. *Applied Soil Research* 6 (1):1-12.
- Hassani Moghaddam, E., A. R. Bazdar, and M. Shaaban. 2019. Study of nitrate rate in some vegetables cultivated in Poldokhtar and Khorramabad, Lorestan province. *Iranian Journal of Health and Environment* 12 (1):101-112.
- Iranian National Standardization Organization. 2013. Maximum levels for nitrate in agricultural products. 1st Edition. Report No: INSO 16596.

- Jalali, M., Z. Amini Farsani, M. H. Ghaffarian Mogharab, and M. Feyzian. 2021. Potential Health Risk of Nitrate Accumulation in Vegetables Grown in Pol-e Dokhtar County. *Journal of Chemical Health Risks* 11 (1):99-111.
- Jones Jr, J. B. 2001. *Laboratory guide for conducting soil test and plant analysis*. New York: CRC press.
- Lakens, D. 2013. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology* 4 (863).
- Malakouti, M. J. 2011. Relationship between balanced fertilization and healthy agricultural products (A Review). *Journal of Crop and Weed Ecophysiology*. 4(4(16) 152-133.
- Malakouti, M. J., S. Ladan, and S. J. Tabatabaee. 2013. Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures. In *New content in the edible parts of vegetables: Origin, safety, toxicity limits and the prevalence of cancer in Iran*, eds. S. Umar, N. A. Anjum and N. A. Khan. Delhi: International Publishing House.
- Mehrabi, Z., H. R. Eshghizadeh, and A. Nematpoor. 2017. Evaluation of nitrate concentration in soil, groundwater and potato tubers on different farm sizes in fereidan city ,Isfahan province. *Journal of Water and Soil Science (Science & Technology Agriculture & Natural Resources)* 21 (1):1-12.
- Mehri, F., A. Heshmati, M. Moradi, and A. M. Khaneghah. 2019. The concentration and health risk assessment of nitrate in vegetables and fruits samples of Iran. *Toxin Reviews*:1-8.
- Mousavi Moayed, F., M. Cheraghi, and B. Lorestani. 2017. Investigation of the amount of phosphate and nitrate accumulation in consumable onion in Hamedan city. *Journal of Neyshabur University of Medical Sciences*. 82-89: (4) 4.
- Pirsaheb, M., S. Rahimian, and Y. Khashkonab. 2012. Amount of nitrate and nitrite in vegetable and vegetable consumption in Kermanshah, 2010. *Bimonthly Journal of Kermanshah University of Medical Science* 16 (1):76-83.
- Pirsaheb, M., K. Sharafi, and M. Moradi. 2013. Evaluation of nitrate and nitrit amonts of vegetables planted in sothern and eastern plains of Kermanshah, 2011 *Food Hygen* 3 (1) (9):77-87.
- Pourmoghim, M., K. Khoshtinat, A. Sadeghi Makkei, R. Komeili Fonod, B. Golestan, and M. Pirali. 2010. Determination of nitrate contents of lettuce, tomatoes and potatoes on sale in Tehran central fruit and vegetable market by HPLC. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* 5 (1):63-70.
- Sakia, R. M. 1992. The Box-Cox transformation technique: a review. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)* 41 (2):169-178.
- Shahbazzadegan, S., K. Hashemimajd, and B. Shahbazi. 2010. Determination of nitrate concentration of consumed vegetables and fruits in Ardabil. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences* 10 (1):38-47.
- Sullivan, G. M., and R. Feinn. 2012. Using effect size—or why the P value is not enough. *Journal of graduate medical education* 4 (3):279-282.
- Tabande, L., and S. Safarzadeh Shirazi. 2018. Evaluation of nitrate accumulation and factors affecting it in some leafy vegetables in Zanjan province *Iranian Journal of Soil Research* 32 (2):189-202.
- Tabande, L., and M. Zarei. 2018. Overview of nitrate concentration in some vegetables produced in Zanjan province. *Iranian Journal of Soil Research* 32 (3):373-382.
- Tomczak, M., and E. Tomczak. 2014. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in sport sciences* 1 (21):19-25.
- Vojodi Mehrabani ,L., R. Valizadeh Kamran, Z. Soltanighralar, Z. Emanizeraatcar, and Z. Masoumpoor. 2018. The Effects of Urea and Organic Fertilizers on Nitrate Accumulation and Some Physiological Traits of Spinach (*Spinacia oleraceae*). *Journal of Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture)* 41 (3):83-94.
- WHO. 1978. *Nitrates, nitrites and N-nitrozo compounds*. Geneva: Environmental Health Criteria 5.
- 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: An International Journal* 22 (3):817-824.