Archive of SID

Plant Prod., 42(3) (2019) 333-344 ISSN (P): 2538-543x
DOI: 10.22055/ppd.2019.26457.1626 ISSN (E): 2588-5979

Evaluation of the Accumulation of Nitrate and Nitrite in Vegetables Grown in Different Regions of Ahvaz

Naser Alemzadeh Ansari[1]*, Dariush Sharifmanesh[2] and Sadegh Mosavifard[3]

1- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (alemzadehansari@gmail.com)
2- M.Sc. Student of Horticultural Science- Olericulture, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorram Abad, Iran

Received: 7 July, 2018 Accepted: 31 October, 2018

Abstract

Background and Objectives
Khuzestan Province is one of the most important areas that provide vegetables throughout winter and spring in Iran. The vegetables are mainly picked up in the afternoon, so it cannot be supplied to the market. In this time of the day, the minimum amount of nitrate is accumulated in leafy vegetables, with a gradual increase throughout the night. On the other hand, its highest level is in the early hours in the morning. The purpose of this study is to evaluate nitrate and nitrite accumulation in vegetables produced in different areas of Ahwaz during winter and spring.

Materials and Methods
This experiment was conducted in a randomized complete block design arranged in a split-split-plot design with three replications in the Department of Horticulture, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. In the treatments viz. first to third harvest dates (1): February 6, 2016, (2):March 4, 2016 and (3): April 7, 2016 respectively were the main factors and nine vegetable species (including coriander, parsley, mint, fenugreek, chard, spinach, leeks, dill and watercress) kept in sub plot, three vegetable production areas in Ahvaz were arranged in sub plot in sub plots and three fields were selected in each of these areas. Before and after cultivation, all planting, harvesting and harvesting operations were carried out on the same field in the selected fields. The concentration of nitrate was measured by the method introduced by Cataldo et al. (1975) and the nitrite concentation was measured via the method of Abu-Dayeh (2009). The data were analyzed using SAS software and the mean comparison was calculated using Duncan's multiple range tests at a probability level of 5%.

Results
Nitrate and nitrite contents of the produced vegetables were different depending on various regions, harvesting time and vegetable species. The highest nitrate content was observed in parsley fromthe first harvest in the southern region of Ahwaz (4.4 mg/kg^{-1} dry matter) and the lowest amount of nitrate was recorded in watercress from the third harvest in the northern region of Ahvaz (1.4 mg/kg^{-1} dry matter). Also, the highest nitrite content was observed at the first harvest in the westhern region of Ahwaz in mint and the lowest amount of nitrate was recorded in the second harvest in the northern region of Ahvaz in chard. In winter, the environmental conditions in Ahwaz are suitable for the growth and development of leafy vegetables (Boroujerdnia et al., 2007); however, soil conditions provide manganese uptake by plants. Moreover, high light intensity is another factor which can decrease nitrate in leafy vegetables. The number

www.SID.ir

Archive of SID

of cloudy days in Ahwaz is very low; therefore, the number of sunny days with high radiation intensity is high in winter. This phenomenon greatly reduces the content of nitrate in leafy vegetables.

Discussion

The amounts of nitrate and nitrite content in various species of vegetables produced in three regions of Ahvaz during the cold season were much lower than the standard figures. Therefore, we can conclude that the quality of vegetables produced in Ahvaz is very high in terms of nitrite and nitrate contents.

Keywords: Dill, Mint, Parsley, Watercress

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌های تولیدشده در مناطق مختلف اهواز

ناصر عالم‌زاده انصاری[1]*، داریوش شریف‌منش[2] و صادق موسوی‌فرد[3]

۱-***نویسنده مسئول:** دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (alemzadehansari@gmail.com)
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی-سبزی‌کاری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۰۹

چکیده

سبزی‌ها نقش مهمی در سلامتی جامعه دارند. یکی از مشکلات موجود در سبزی‌ها مقدار بالای نیترات آن‌ها در فصل سرد است. جهت شناخت مقدار نیترات و نیتریت سبزی های تولیدی در اهواز آزمایشی در قالب طرح کرت های دوبار خردشده به شکل کاملاً تصادفی در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. دراین طرح تاریخ برداشت (اول (۱۶ بهمن ۱۳۹۴، دوم (۱۴ اسفند ۱۳۹۴) و سوم (۱۹ فروردین ۱۳۹۵)) بود. در این آزمایش تاریخ برداشت به‌عنوان فاکتور اصلی و ۹ گونه سبزی (گشنیز، جعفری، نعناع، شنبلیله، برگ چغندر، اسفناج، تره، شوید و شاهی) به‌عنوان فاکتور فرعی و سه منطقه تولید در اهواز به عنوان فاکتور فرعی فرعی تعیین و از هر منطقه، سه مزرعه انتخاب شد. اطلاعات به دست آمده با کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که مقدار نیترات و نیتریت سبزی های تولیدی در مناطق مختلف اهواز با توجه به منطقه، تاریخ برداشت و نوع سبزی متفاوت بود. بیش ترین میزان نیترات در فصل اول، در منطقه جنوب اهواز، و در سبزی جعفری و کم‌ترین میزان نیترات در فصل سوم در منطقه شمال اهواز و در سبزی شاهی وجود داشت. همچنین بیش ترین میزان نیتریت در تیمار فصل اول، منطقه غرب اهواز و در سبزی نعناع؛ و کم ترین آن در فصل دوم، در منطقه شمال اهواز؛ و در سبزی چغندر برگی مشاهده شد. مقدار نیترات و نیتریت گونه های مورد بررسی در هر سه منطقهٔ اهواز طی فصول سرد حاوی مقدار بسیار کم تر از حدود استاندارد کشورهای اروپایی بودند. بنابراین می‌توان گفت کیفیت سبزی‌های تولیدشده در اهواز از نظر میزان نیترات و نیتریت از کیفیت خوبی برخودار است.

کلیدواژه‌ها: شاهی، شوید، جعفری، نعنا

مقدمه

استان خوزستان یکی از مهم ترین قطب های تولید سبزی در فصول پاییز، زمستان و بهار ایران به شمار می‌رود. سبزی‌های برگی را که صبح برداشت می‌شوند نیاز عصر بازار و آن‌هایی که بعد ار ظهر برداشت می شوند فردا به فروش می رسند. میزان نیترات سبزی های برگی در صبح حداکثر مقدار ممکن بوده و در طول روز کاهش می یابد، به‌طوری‌که اختلاف زمان برداشت کاهو، صبح و بعد از ظهر دارای تفاوت معنی داری در برگ‌های کاهو گردید. حداکثر میزان تجمع نیترات در صبح به‌دست آمد (Boroujerdnia and Alemzadeh Ansari, 2007).

نیتروژن برای رشد و تولیدمثل تمامی گیاهان و جانوران ضروری بوده و یکی از اجزاء اصلی و اساسی تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها می‌باشد (Lundberg *et al.*, 2004; Correia *et al.*, 2010). جذب نیتروژن در گیاهان عمدتاً به‌صورت نیترات (NO_3^-)، آمونیوم (NH_4^+) و اوره صورت می گیرد. نیترات و نیتریت در طیف گسترده‌ای از مواد غذایی وجود دارد. این ترکیبات به صورت طبیعی در گیاهان و نباتات سبز یافت می‌شوند. اما مقدار آن‌ها می‌تواند تحت تأثیر کودهای شیمیایی قرار گرفته و تا حد زیادی بالا

www.SID.ir

Archive of SID

برود (Mersui *et al.*, 2010). نیترات عمدتاً از طریق آب آشامیدنی، سبزی‌ها و سایر مواد غذایی وارد بدن انسان می‌شود ولی به مقدار کمی نیز در داخل بدن تولید می گردد (Lundberg *et al.*, 2010). با وجود این‌که نیترات برای انسان سمی نمی‌باشد ولی در شرایط خاص به ترکیبات سمی نیتریت و سایر ترکیبات N-نیتروز تبدیل می شود (Santamaria, 2006). مواد حاصل از متابولیسم نیترات شامل نیتریت، اکسید نیتریک (Nitric oxide) و نیتروزآمین (Nitrosamine) می‌باشد (Alexander *et al.*, 2008).

نگرانی قابل توجهی در مورد بروز بیماری های ناشی از مصرف سبزی های حاوی نیترات و نیتریت زیاد وجود دارد (Eftekhari and Heidari, 2014). امروزه با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به تولید بیشتر سبزی‌ها استفاده از کودهای شیمیایی مخصوصاً نیتراته در پرورش سبزی‌ها رایج شده است که اغلب مازاد نیترات در برگ‌ها تجمع می‌یابد (Vojodi Mehrabani et al., 2018). بر اساس مطالعات انجام‌شده، سبزی‌های تازه بخصوص سبزی‌های برگی به دلیل قابلیت تجمع نیترات از منابع عمده دریافت نیترات در رژیم غذایی انسان به حساب می‌آیند. مقدار نیتریت مواد فوق در مقایسه با نیترات معمولاً خیلی کم‌تر هستند (Leszczynska *et al.*, 2009). میزان نیترات و نیتریت در رژیم غذایی از یک منطقه تا منطقه دیگر به شدت متفاوت بوده و این موضوع تابع عواملی مانند تکرار کشت، وضع آب و هوا، کیفیت خاک، فرآیندهای تولید مواد غذایی، نوع و مقدار کود شیمیایی مصرفی و قوانین آن منطقه هستند (Hsu *et al.*, 2009). نوع رقم و تاریخ برداشت نیز بر میزان نیترات و نیتریت سبزی‌ها تأثیر می گذارد (Amr and Hadidi, 2001). با توجه به این‌که سبزی‌ها برای تأمین سلامت، پیشگیری از کمبود برخی ویتامین ها و همچنین تأمین فیبر غذایی در برنامه روزانه افراد استفاده می‌شوند، بنابراین بایستی از لحاظ نیترات و سایر آلودگی‌ها ایمن باشد تا بتوان به هدف اصلی که تأمین سلامت افراد هست دست یافت.

در یک آزمایش طی سال ۲۰۰۶ مشخص شد که سبزی ها در بازار اهواز طی فصول زمستان و بهار از نظر محتوای نیترات و نیتریت آن‌ها دارای اختلاف معنی‌دارای هستند. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نیترات به‌ترتیب در دمبرگ کرفس (۳۰۱۵/۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) و غده سیب‌زمینی (۱۸۴/۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) مشاهده شد. بیش ترین و کم ترین میزان نیتریت نیز به‌ترتیب در گوجه فرنگی (۹/۴۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) و نعنا (۱/۵۱ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) مشاهده شد (Shahlaei *et al.*, 2007). همچنین در تحقیق دیگر ثابت شد که مقدار نیترات در گونه های مختلف سبزی با هم تفاوت داشته و اندام های مختلف یک سبزی از نظر تجمع نیترات با هم اختلاف دارند (Lorenz, 1978). در بین سبزی‌های استرالیا، چغندر برگی بالاترین محتوای نیترات (۴۸۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) را نسبت به سایر سبزی‌ها داشت (Hsu *et al.*, 2009). در اصفهان میانگین میزان نیترات و نیتریت برخی سبزی‌ها طی فصل پاییز ۱۹۹۸ و تابستان ۱۹۹۹ میانگین نیترات ۲۸۷/۹ پی‌پی‌ام در وزن تازه بود (Jafari *et al.*, 2000). بررسی نیترات و نیتریت در بخش‌های مختلف انواع سبزی ها نشان داد که بیش‌ترین محتوای نیترات ممکن است در یک نمونه جعفری (۲۴۴۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه) تجمع پیدا کند (Correia *et al.*, 2013). همچنین بررسی‌های Pirsaheb *et al.* (2012) نشان داد که میزان نیتریت و نیترات صیفی‌جات و سبزی‌ها در دشت‌های جنوب و شرق کرمانشاه مقدار نیترات در سبزی های برگی نسبت به دیگر گروه‌های سبزی بیش‌تر بوده و حداکثر میزان نیترات در برگ تربچه و کرفس گزارش گردید. با اندازه‌گیری نیترات در تره ایرانی کشت‌شده در مناطق مختلف همدان مشخص شد که در فصل بهار و تابستان سطح تجمع نیترات در تره ایرانی بالاتر از فصل پاییز است (Jalali, 2005).

چون سبزی‌های برگی در برنامه های مختلف غذایی انسان قرار دارند و خطر میزان تجمع نیترات و نیتریت در بدن از طریق آن ها نسبت به سایر مواد بیش‌تر است، از طرف دیگر تجمع نیترات و نیتریت بستگی به گونه سبزی و فصل برداشت آن دارد (Shahlaei *et al.*, 2007; Jalali, 2005). همچنین اهواز یکی از قطب‌های تولید سبزی‌های برگی در

www.SID.ir

Archive of SID

فصول زمستان و بهار به شمار می‌رود. از طرفی نقش محل تولید سبزی در اهواز کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف این مقاله مشخص کردن میزان تجمع نیترات و نیتریت سبزی های تولیدشده در مناطق مختلف اهواز، طی فصول زمستان و بهار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی نیترات و نیتریت ۹ گونه سبزی، در پاسخ به تاریخ برداشت و منطقه تولید در اهواز انجام گرفت. طرح آزمایشی مورد استفاده اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. دراین طرح تاریخ برداشت (اول (۱۶ بهمن‌ماه ۱۳۹۴، دوم (۱۴ اسفندماه ۱۳۹۴) و سوم (۱۹ فروردین‌ماه ۱۳۹۵)) به‌عنوان فاکتور اصلی و ۹ گونه سبزی (گشنیز، جعفری، نعناع، شنبلیله، برگ چغندر، اسفناج، تره، شوید و شاهی) به‌عنوان فاکتور فرعی، سه منطقه تولید سبزیی در اهواز به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی بوده و در هر کدام از این مناطق سه مزرعه انتخاب شد. اطلاعات حاصل از پژوهش روی سبزی‌های سه منطقه (شمال، اهواز–ملاثانی، غرب، اهواز–حمیدیه و جنوب اهواز به سمت آبادان) با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شدند. قبل از کاشت سبزی‌های مورد نظر هماهنگی‌هایی با کشاورزان آن مزارع انجام شد تا میزان کود مصرفی (۳-۲ تن در هکتار کود حیوانی و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته برای هر هکتار قبل از کشت و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره قبل و بعد از کاشت (۵۰ کیلو گرم قبل از کشت، ۷۵ کیلوگرم بعد از چین اول، ۷۵ بعد از چین دوم)، نوع بذر مورد استفاده، برای مزارع هر سه منطقه یکسان انتخاب شد. همچنین آزمون آب و خاک برای همه مزارع قبل از کشت در تاریخ آبان‌ماه ۱۳۹۴ انجام شد که در جدول‌های ۱ و ۲ مشخص شدند (آنالیز آب، با توجه به اینکه دو منطقه شمال و جنوب از آب رودخانه کارون و غرب رودخانه کرخه استفاده می‌شود برای هر منطقه یک نمونه آب در اواسط فصل رشد آنالیز شد). بعد از رسیدن سبزی‌ها به مرحله بلوغ تجاری برداشت انجام گردید. همه نمونه‌ها در اواسط روز جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری، نمونه‌ها به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل‌شده و در ابتدا قسمت‌های اضافی و آلوده سبزی‌ها دور ریخته ، سپس به قطعات کوچک‌تر تقسیم شدند. پس از شستشو با آب مقطر، با قرار دادن کل قسمت‌های هر نمونه در پاکت مخصوص و گذاشتن آن‌ها در آون دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اقدام به خشک کردن نمونه‌ها گردید. پس از خشک شدن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آسیاب برقی عمل پودر شدن آن‌ها صورت گرفت و تا زمان انجام آزمایش نمونه‌ها درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان تجمع نیترات به روش پیشنهادی Cataldo *et al.* (1975) و برای اندازه‌گیری تجمع نیتریت از روش پیشنهادی Abu-Dayeh (2009) استفاده شد.

نتایج و بحث

نیترات

نتایج حاصل از تجزیه گونه‌های مختلف سبزی نشان داد که نیترات در مناطق مختلف، گونه سبزی مورد آزمایش، تاریخ برداشت و اثر متقابل منطقه و گونه سبزی، تاریخ برداشت و گونه سبزی، تاریخ برداشت و منطقه و اثر سه‌گانه تاریخ برداشت و منطقه و سبزی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری شدند. بررسی برهمکنش فصل برداشت، منطقه و سبزی بر میزان نیترات نشان داد بیش‌ترین میزان نیترات در تاریخ برداشت اول در منطقه جنوب اهواز و در سبزی جعفری وجود داشت (۴/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) که با میزان نیترات در تاریخ برداشت اول در منطقه اهواز–حمیدیه و سبزی‌های نعناع (۴/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). کم‌ترین میزان نیترات در تاریخ برداشت سوم در منطقه اهواز–ملاثانی و در سبزی شاهی وجود داشت (۱/۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) که با میزان نیترات در تاریخ برداشت سوم در منطقه اهواز–ملاثانی و سبزی جعفری (۱/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آنالیز آب مناطق مورد آزمایش
Table 1. The results of water analysis test areas

منطقه مورد نظر Target area	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر) EC (µ mho/cm)	نیترات (میلی‌گرم بر لیتر) Nitrate (mg/lit)
اهواز- ملاثانی Ahvaz-Molassani	7.63	2014	0.70
اهواز- حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	6.91	1801	0.65
جنوب اهواز South of Ahvaz	7.09	2037	0.65

جدول ۲- نتایج آنالیز خاک مزارع مناطق مورد آزمایش
Table 2. The results of soil analysis fields tested areas

منطقه Area	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	فسفر P	پتاسیم K	نیتروژن کل N Total	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay
	دسی‌زیمنس بر متر (dS/m)		میلی‌گرم بر کیلوگرم mg/kg^{-1}			درصد %		
اهواز- ملاثانی ۱ Ahvaz-Molassani 1	2.73	7.39	9.4	188	0.066	23.5	42.5	34
اهواز- ملاثانی ۲ Ahvaz-Molassani 2	2.49	7.85	14.2	310	0.092	27.5	36	36.5
اهواز- ملاثانی ۳ Ahvaz-Molassani 3	3.75	7.64	22.5	285	0.137	29	41	30
اهواز- حمیدیه ۱ Ahvaz-Hamidieh 1	6.25	7.53	10.2	251	0.068	34.5	35	30.5
اهواز- حمیدیه ۲ Ahvaz-Hamidieh 2	5.29	7.64	11.1	287	0.066	37.5	33.5	29
اهواز- حمیدیه ۳ Ahvaz-Hamidieh 3	2.55	7.73	11.7	261	0.070	40.5	25	34.5
جنوب اهواز ۱ South of Ahvaz 1	3.48	7.73	33.8	362	0.125	27	38	35
جنوب اهواز ۲ South of Ahvaz 2	2.64	7.84	28.6	325	0.119	32.5	35.5	32
جنوب اهواز ۳ South of Ahvaz 3	5.22	7.87	20.1	314	0.107	23.5	38.5	38

تغییرات میزان نیترات در نقاط مختلف کشور و جهان نشان می‌دهد که میزان کود مصرفی متفاوت می‌تواند بر میزان تجمع نیترات نیز مؤثر باشد و سبب تغییراتی درون آن‌ها گردد. گستردگی محدوده میزان تجمع نیترات در سبزی‌ها، ناشی از عوامل دیگری مانند گونه و سن گیاه، میزان نیترات و pH خاک، تنش رطوبتی، نوع کود، میزان کود، تعداد دفعات پخش آن، ، نحوه کشت، زمان برداشت محصول و شرایط آب و هوایی می‌باشد (Pirsaheb *et al.*, 2012). از طرفی دیگر در خوزستان دمای هوا برای رشد و توسعه سبزی‌های برگی به‌ویژه برای سبزی‌های فصل سرد در زمستان و بهار مناسب است، اما شرایط خاک باعث محدود کردن جذب نیتروژن می‌شود. شدت نور یکی دیگر از عوامل کاهش نیترات در سبزی‌ها است. تعداد روزهای ابری در استان خوزستان بسیار کم است؛ درنتیجه شدت نور بالا باعث افزایش جذب نیترات و درنتیجه کاهش نیترات گیاه می‌شود (Boroujerdnia *et al.*, 2007). بالا بودن نسبی pH در خاک‌های خوزستان سبب جذب بیش‌تر مولیبدن‌شده که خود عامل کوآنزیم نیترات ردکتاز بوده و فعالیت این آنزیم سبب کاهش غلظت نیترات در سبزی‌های برگی می‌شود (Kaiser *et al.*, 2005) همچنین مشخص‌شده که محتوای نیترات سبزی‌ها در فصل زمستان بیش‌تر از محتوای نیترات سبزی‌ها در فصل بهار بود (Shahlaei *et al.*, 2007).

www.SID.ir

جدول ۳- اثرات متقابل بین منطقه و زمان برداشت بر میزان نیترات (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) ۹ گونه سبزی در اهواز

Table 3. The interaction effects between regional, harvest season nitrate levels (mg per kg dry matter) nine species of vegetables in Ahvaz

زمان برداشت H.T.**	منطقه Area	گونه سبزی Vegetable species								
		گشنیز Coriander	جعفری Parsley	تره Dill	شنبلیله Fenug	نعناع Mint	اسفناج Spanish	چغندر برگی Chard	شوید Dill	شاهی Watercress
اول	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	2.33^{u-z*}	2.52^{u-w}	2.93^{i-q}	3.70^{b-e}	4.15^{ab}	6.11$^{ae–aj}$	2.66^{m-u}	3.63^{b-f}	3.57^{c-g}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	2.52^{u-w}	4.4^{a}	1.27^{ai-aj}	1.64^{ae-aj}	3.03^{g-o}	2.35^{o-w}	2.30^{r-aa}	1.67^{ad-aj}	2.82^{j-r}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	1.59^{ae-aj}	1.81$^{z–ah}$	1.81$^{z–ah}$	1.90^{y-ah}	2.10^{v-ae}	2.19^{u-ad}	1.40^{ah-aj}	2.94^{h-q}	2.51^{o-w}
دوم	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	3.45^{e-h}	3.26^{e-j}	2.71^{l-u}	1.71$^{ac–al}$	3.70^{b-e}	2.42^{q-y}	3.53^{c-g}	3.11^{f-n}	3.15^{f-m}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	1.88$^{z–ah}$	2.63^{m-u}	2.73^{k-t}	2.67^{m-u}	3.31^{e-j}	2.42^{q-y}	2.45^{q-x}	2.79^{j-s}	2.69^{m-u}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	1.72$^{ac–al}$	1.46$^{ag–aj}$	3.02^{g-p}	3.22^{e-l}	1.62^{ae-aj}	3.98^{a-d}	1.77^{ab-al}	3.42^{e-i}	2.86^{j-q}
سوم	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	1.59^{ae-aj}	1.49$^{ag–aj}$	3.47^{d-g}	2.81^{j-r}	2.51^{p-w}	2.79^{j-s}	4.14^{ab}	2.92^{i-q}	1.27^{al-aj}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	2.21^{u-ac}	2.62^{n-u}	2.28^{s-ab}	3.99^{a-c}	2.82^{j-r}	1.88$^{z–ah}$	1.93^{x-ag}	2.06^{v-ae}	2.93^{i-q}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	1.91$^{yz–ah}$	1.44$^{ag–aj}$	2.57^{o-v}	3.24^{e-k}	2.02^{w-af}	2.09^{v-ae}	2.27^{s-ab}	2.28^{s-ab}	1.17^{aj}
	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)					13.16				

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

*: Average of at least one common letter, no significant difference in the level of 5% Duncan test.
**: H.T. harvesting time

www.SID.ir

Archive of SID

علی‌رغم این‌که انتظار می‌رفت میزان نیترات سبزی‌های مناطق مختلف اهواز زیاد باشد اما نتایج آزمایش نشان داد که میزان نیترات ذخیره‌شده در اندام‌های گیاه کم‌تر از حدود تعیین‌شده در سبزی‌های استاندارد کشورهای اروپایی است به‌عنوان نمونه حد مجاز در سبزی اسفناج ۳۵۰۰ پی‌پی‌ام در کیلوگرم وزن تازه ذکر کرده‌اند (Colla *et al.*, 2018). مقدار متوسط نیترات اسفناج در هر سه منطقه طی سه زمان برداشت آن ۲/۴۳ گرم در کیلو گرم ماده خشک می‌باشد به عبارت دیگر مقدار آن چند هزارم وزن تازه اسفناج یا حد مجاز آن در اسفناج می‌باشد. مهم‌ترین دلیل آن را می‌توان آسمان روشن و بدون ابر در بیش‌تر فصل رشد و نمو این گیاهان در منطقه دانست (Boroujerdnia *et al.*, 2007). طبق استاندارد کشورهای اروپایی اگر یک کیلوگرم وزن زنده ۳/۷ میلی‌گرم در روز نیترات دریافت کند خطری برای سلامتی وی به‌وجود نمی‌آید. یعنی اگر فردی که ۶۰ کیلوگرم وزن دارد ۲۲۲ میلی‌گرم در روز نیترات دریافت کند مشکلی از نظر سلامتی نخواهد داشت. چنانچه میزان نیترات دریافتی از طریق آب و گوشت سالم ۳۴-۴۴ میلی‌گرم باشد پس حدود ۴۰۰ گرم سبزی تازه نیز نیازهای فرد را می‌تواند برطرف می‌کند (EU Scientific Committee for Food, 1995; EFSA, 2008). این مقدار سبزی حدود ۱۵۷ میلی‌گرم نیترات وارد بدن می‌کند، میوه‌ها عمدتاً مقدار کمی نیترات دارند. یعنی ۱۰ میلی‌گرم نیترات را در روز وارد بدن می‌کنند بنابراین تهدیدی برای سلامتی فرد محسوب نمی‌شوند اما تهدید اصلی نیترات زیادی فقط در سبزی‌های برگی هستند که مقدار زیادی نیترات وارد بدن می‌کنند (Alexander *et al.*, 2008). این در حالی است که میزان نیترات سبزی‌های تولیدی در اهواز به‌طور متوسط ۰/۸±۲/۵ میلی‌گرم در یک کیلوگرم ماده خشک است. به عبارت دیگر چنانچه استاندارد کشورهای اروپایی قابل قبول باشد. ۱۵۷ میلی‌گرم نیترات برای فردی در روز برای این‌که خطری ندارد این مقدار نیترات در ۶۰ کیلوگرم سبزی خشک تولیدشده در اهواز می‌باشد یا وزن سبزی مصرفی باید معادل وزن فرد مصرف‌کننده باشد تا میزان نیترات دریافتی از طریق سبزی‌های تولیدشده در اهواز در حد استاندارد باشد. بنابراین سبزی‌های تولیدشده در اهواز در فصل زمستان و بهار که اکثر سبزی‌های برگی در نقاط دیگر مشکلاتی از نظر نیترات دارند. برای مصرف‌کنندگان آن‌ها هیچ گونه آلودگی از نظر نیترات ندارند.

نیتریت

نتایج حاصل از تجزیه اطلاعات نشان داد نیتریت در مناطق، گونه سبزی‌های مورد آزمایش، زمان برداشت و اثر متقابل منطقه و سبزی، زمان برداشت و سبزی، زمان برداشت و منطقه و اثر سه‌گانه زمان برداشت، منطقه و سبزی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری بودند. بررسی اثرات متقابل زمان برداشت، منطقه و گونه سبزی بر میانگین نیتریت نشان داد که بیش‌ترین میزان نیتریت در زمان برداشت اول، در منطقه اهواز-حمیدیه و در سبزی نعناع (۱/۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) وجود داشته که با میزان نیتریت در زمان برداشت اول در منطقه اهواز-حمیدیه و سبزی‌های شوید و جعفری (به‌ترتیب ۱/۵۰ و ۱/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین میزان نیتریت در زمان برداشت دوم در منطقه اهواز-ملاثانی و در سبزی چغندر برگی وجود داشت (۰/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) که با میزان نیتریت در زمان برداشت دوم در منطقه اهواز-ملاثانی و سبزی گشنیز (۰/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). غلظت نیترات به فعالیت نیترات ردوکتاز، شدت نور، سرعت فتوسنتز، میزان دما، مقدار اکسیژن، زمان و تاریخ برداشت بستگی دارد. نوع، میزان کود نیتروژنه و نور بیش‌ترین تأثیر را از میان عوامل مدیریتی و محیطی بر تجمع نیترات در گیاهان دارند. تجزیه نیترات در گیاه به پیروی از شدت نور انجام می‌شود. هنگامی که مقدار نور پایین باشد نظیر زمستان، هوای ابری و تاریکی سرعت فتوسنتز و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز کاهش و درنتیجه تجمع نیترات در بافت‌ها صورت می‌گیرد (Malakouti, 2010). تأثیر فصل بر میزان تجمع نیترات در سبزی‌های گوناگون به علت تفاوت دمای محیط،

www.SID.ir

جدول ۴- اثرات متقابل منطقه، تاریخ برداشت بر میزان نیتریت (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) نه گونه سبزی در اهواز

Table 4. The interaction effects between regional, harvest season nitrite levels (mg per kg dry matter) nine species of vegetables in Ahvaz

زمان برداشت H.T.**	منطقه Area	گونه سبزی Vegetable species								
		گشنیز Coriander	جعفری Parsley	تره Dill	شنبلیله Fenug	نعناع Mint	اسفناج Spanish	چغندر برگی Chard	شوید Dill	شاهی Watercress
اول	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	1.00^{j-x*}	1.54^{ab}	1.06^{i-u}	1.06^{i-t}	1.64^{a}	1.03^{i-t}	1.31^{b-j}	1.50^{a-c}	0.59^{aa-ad}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	1.23^{b-m}	1.49^{a-d}	1.06^{i-t}	0.99^{j-t}	0.93^{l-x}	1.10^{g-s}	1.23^{b-m}	1.05^{i-t}	1.32^{b-i}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	$0.45^{ac–ad}$	0.89^{o-aa}	1.54^{ab}	0.91^{n-x}	1.19^{d-o}	1.14^{f-p}	0.99^{k-t}	1.00^{j-t}	1.04^{i-t}
دوم	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	0.96^{l-x}	1.46^{a-e}	$0.65^{aa–ad}$	1.04^{i-t}	1.40^{a-g}	1.42^{a-f}	0.80^{r-t}	1.19^{d-o}	0.87^{p-aa}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	0.89^{n-aa}	0.46^{ac-ad}	1.16^{e-p}	0.82^{q-ab}	0.98^{l-x}	0.74^{a-u}	1.24^{b-l}	1.11^{f-r}	0.82^{q-ad}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	$0.63^{z–ad}$	1.04^{i-t}	0.53^{ab-ad}	0.75^{t-ac}	1.11^{f-r}	0.79^{st}	0.38^{ad}	1.04^{i-t}	0.92^{m-x}
سوم	اهواز–حمیدیه Ahvaz-Hamidieh	1.21^{c-n}	0.85^{p-aa}	0.90^{n-aa}	0.73^{w-ac}	0.82^{q-ab}	1.15^{f-p}	1.07^{h-s}	1.20^{c-o}	0.92^{m-x}
	جنوب اهواز South of Ahvaz	0.74^{u-ac}	0.70^{x-ac}	0.74^{u-ac}	1.05^{i-t}	0.69^{x-ad}	0.69^{x-aa}	$0.59^{aa–ad}$	0.62^{z-ad}	1.00^{j-t}
	اهواز–ملاثانی Ahvaz-Molassani	1.14^{f-p}	0.70^{x-ac}	1.30^{b-k}	1.00^{j-t}	0.89^{o-aa}	0.70^{x-ac}	1.02^{i-w}	1.39^{a-h}	1.13^{f-q}
	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	20								

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

*: Average of at least one common letter, no significant difference in the level of 5% Duncan test.

**: H.T. harvesting time

www.SID.ir

Archive of SID

طول دوره نوری و تابش خورشید در فصول مختلف است (Pavlou *et al.*, 2007; Holland *et al.*, 1991). میزان نیتریت نعناع نشان داده شد که تجمع نیتریت در نمونه‌های زمستان بیش‌تر از نمونه‌های بهار است. علت این تفاوت را می‌توان به عواملی مانند منطقه کشت، واریته و سن گیاه، شرایط آب و هوایی، نوع و میزان کوددهی، نحوه کشت، زمان برداشت و نحوه نگهداری محصول پس از برداشت نسبت داد.

تحقیقات میدانی دیگر نیز صحت این گزارشات را تأیید می‌کنند زیرا مقدار نیتریت سبزی‌های بازار شهرکرد در فصل تابستان کم‌تر از زمستان بود (Kiani and Gheytasim, 2016). کلاً مقدار نیتریت سبزی‌های تولیدشده در اهواز کم بوده و این‌ها مدیون وجود دمای ملایم و روزهای نورانی زمستان دانست شرایط حاکم بر آب و هوا نشان از فتوسنتز بالا را داشته که خود عامل کاهش نیترات در سبزی‌های تولید شده است، بنابراین سبزی‌های تولیدشده در استان از نظر نیترات و نیتریت سالم هستند.

نتیجه‌گیری

انواع سبزی‌های تولیدشده در اهواز پاسخ‌های متفاوتی را در مقابله با تاریخ برداشت و منطقه از خود نشان دادند. به نحوی که بیش‌ترین میزان نیترات و نیتریت در سبزی‌های نعناع و شوید مشاهده گردید. همچنین تغییر تاریخ برداشت بر میزان تجمع نیترات و نیتریت در سبزی‌ها تأثیرگذار بود. تاریخ برداشت دوم و سوم در منطقه ملاثانی و جنوب اهواز می‌تواند سبب کاهش میزان نیترات و نیتریت گردد. سبزی‌های مناطق مختلف اهواز دارای مقادیر متفاوتی از نیترات و نیتریت بودند. منطقه حمیدیه به سمت جنوب اهواز و ملاثانی دارای کم‌ترین مقدار نیترات در سبزی‌ها بودند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه و دانشکده شهید چمران اهواز که هزینه انجام این تحقیق را متقبل‌شده و کشاورزانی که در اجرای طرح همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Abu-Dayeh A. G. (2009). *Determination of nitrate and nitrite content in several vegetables in tulkarm district.* M.Sc thesis of Environmental Sciences, An-Najah National University, Palestinian.

Alexander RB, Smith RA, Schwarz GE, Boyer EW, Nolan JV, Brakebill JW (2008) Differences in phosphorus and nitrogen delivery to the Gulf of Mexico from the Mississippi River Basin. Environment Science Technology Journal, 42(2):822–830

Amr, A. and Hadidi, N. (2001). Effect of cultivar and harvest date on nitrate (NO_3) and nitrite (NO_2) content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(1), 59-67.

Boroujerdnia, M. and Alemzadeh Ansari, N. (2007). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and cultivars on growth, yield and yield components of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(2), 47-53.

Cataldo, D. A., Maroon, M., Schrader, L. E. and Youngs, V. L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6(1), 71-80.

Colla, G., Kim, H. J., Kyriacou, M. C. and Rouphael, Y. (2018). Nitrate in fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 237, 221-238.

Correia, M., Barroso, A., Barroso, M. F., Soares, D., Oliveira, M. B. P. P. and Delerue-Matos, C. (2010). Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure. *Food Chemistry*, 120(4), 960-966.

www.SID.ir

Archive of SID

Eftekhari, S. A. and Heidari, M. (2014). Nitrate and Nitrite Accumulation in Iranian Spinach (Spinacia oleracea L.) Landraces. *Plant Productions*, 37(2), 89-98. [In Farsi]

EU Scientific Committee for Food. (1995). Opinion on nitrate and nitrite expressed on 22 september 1995. Annex 4 to document III/56/95, CS/CNTM/NO3/20-FINAL. Brussels: European Commission DG III.

European Food Safety Authority (EFSA). (2008). Nitrate in vegetables-scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal*, *6*(6), 689-768.

Holland, B., Unwin, I. D. and Buss, D. H. (1991). Vegetables, Herbs and spices: The fifth supplement to mccance & widdowson's the composition of foods (4th Edition). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Hsu, J., Arcot, J. and Lee N. A. (2009). Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chemistry*, 115(1), 334-9.

Jafari, R., Farzan, A. and Aziz Zadeh, A. (2000). The amount of nitrate and nitrite in some vegetables produced in Esfahan city. *Research in Medical Sciences*, 6(2), 123-126. [In Farsi]

Jalali, M. (2005). Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan, western Iran. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 110(3), 210-8. [In Farsi]

Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Brady, J. N., Phillips, T. and Tyerman, S. D. (2005). The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of Botany*, 96(5), 745-754.

Kiani, S. H. and Gheytasim, M. (2016). Evaluation of nitrate and nitrite accumulation in vegetables exposed on ShahreKord's markets. *Journal of Food Hygiene*, 4(20), 67-79. [In Farsi]

Leszczynska, T., Filipiak-Florkiewicz, A., Cieslik, E., Sikora, E. and Pisulewski, P. M. (2009). Effects of some processing methods on nitrate and nitrite changes in cruciferous vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(4), 315-321.

Lorenz, O. A. (1978). *Potential nitrate levels in edible plant parts [Vegetables]*. Retrieved from http/www.agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19780340390.

Lundberg, J. O., Weitzberg, E., Cole, J. A. and Benjamin, N. (2004). Nitrate, bacteria and human health. *Nature Reviews Microbiology*, *2*(7), 593-602.

Malakouti, M. J. (2010). *Sustainable agriculture and increase performance by optimizing the use of fertilizers in Iran.* Tehran*:* Sana Press. [In Farsi]

Pavlou, G. C., Ehaliotis, C. D. and Kavvadias, V. A. (2007). Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Scientia Horticulturae*, *111*(4), 319-325.

Pirsaheb, M., Sharafi, K. and Moradi, D. (2012). A survey on nitrite and nitrate levels in vegetables and cucurbits cultivated in northern and western plains of Kermanshah city in 2012. *Journal of Food Hygiene*, 3(1), 77-78. [In Farsi]

Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 7-10.

Shahlaei, A., Alemzadeh Ansari, N. and Dehkordie, F. S. (2007). Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran Southern (Ahvaz) vegetables during winter and spring of 2006. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(8), 1197-203.

www.SID.ir

Archive of SID

Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R., Soltanighralar, Z., Emanizeraatcar, Z. and Masoumpoor, Z. (2018). The Effects of urea and organic fertilizers on nitrate accumulation and some physiological traits of spinach (Spinacia oleraceae). *Plant Productions*, 41(3), 83-94. [In Farsi]

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

www.SID.ir