

غلظت نیترات در برخی از فرآورده های گیاهی اصفهان^(۱)

- * مهندس سهیل سبحان اردکانی
- ** مهندس کامران شایسته
- *** دکتر مجید افیونی
- **** دکتر نصراله محبوبی صوفیانی

چکیده

در چند سال اخیر در کشورهای مختلف توجه زیادی به جذب نیترات توسط سبزی شده است. برخی از کشورها نیز حدود مجاز برای غلظت نیترات در گیاهان خوراکی مخصوصاً سبزی ها تعیین کرده اند. در ایران تحقیقات انجام گرفته در این مورد بسیار اندک بوده و به دلیل بالا بودن مصرف سبزی ها در کشور ما نیاز است این مسئله مورد توجه قرار گیرد. بنابراین هدف اولیه این طرح تعیین غلظت نیترات در قسمت خوراکی سبزی ها مختلف و سپس معرفی گیاهانی است که دارای بیشترین قدرت جذب نیترات بودند. برای انجام این تحقیق نمونه هایی از گونه های اسفناج (*Spinacea oleracea*)، تره فرنگی (*Allium porrum*)، ریحان (*Ocimum basilicum*)، شنبلیله (*Trigonella foenum*)، پیاز (*Allium cepa*)، کلم (*Brasica deracea*)، کاهو (*Lactuca sativa*)، ترب (*Ruphanus sativens*)، خیار (*Cucumis sativa*)، گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum*)، سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) و هویج (*Daucus carota*) از مزارع شهرهای درجه، دشتی، زیار، فلاورجان، خمینی شهر، نجف آباد و خوراسگان (از هر منطقه ۳۰ نمونه) در ماه های مرداد، شهریور و آذر ۱۳۷۸ و اردیبهشت و خرداد ۱۳۷۹ جمع آوری شد. سپس غلظت نیترات در قسمتهای خوراکی هر یک از نمونه ها اندازه گیری شد. میانگین غلظت نیترات در اسفناج، تره فرنگی، ریحان، شنبلیله، پیاز، کلم، کاهو، ترب، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی و هویج به ترتیب ۲۸۶۵، ۴۱۲، ۶۳۹، ۶۷۳، ۴۲۸، ۴۵۰، ۳۲۸، ۸۱۹، ۳۰، ۱۴، ۱۷۱ و ۷۳۶ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر بود. در بین نمونه های مورد مطالعه اسفناج دارای بیشترین و گوجه فرنگی دارای کمترین غلظت نیترات در گیاهان بودند. با توجه به نتایج تحقیق و با استفاده از آزمون One-Sample T Test توسط نرم افزار SPSS مشخص گردید که میانگین غلظت نیترات در اسفناج در برخی از مناطق نمونه برداری شده بیش از غلظت مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی برای این گیاه بود، از این رو توصیه می شود که در رژیم غذایی کودکان زیر یک سال به منظور جلوگیری از ابتلا به بیماری متهموگلوبینی از اسفناج استفاده نشود.

کلیدواژه

نیترات، سبزی، صیفی، اصفهان.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۶/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۸۲/۱۰/۲۴

(۱) این مقاله در آبان ماه سال ۱۳۸۱ در پنجمین همایش کشوری بهداشت محیط در دانشگاه علوم پزشکی ایران ارائه گردیده است.

- * عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان
- ** دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست دانشگاه تهران.
- ** دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ** دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

سرآغاز

با توجه به رشد روز افزون جمعیت در ایران، تقاضا برای مواد غذایی روز به روز افزایش می‌یابد. به همین دلیل در بسیاری از نقاط برای تولید بیشتر در واحد سطح استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و آلی بسیار رایج است. در برخی از مناطق استان اصفهان مقدار کود مصرفی برای هر گیاه حدود پنج تا هشت برابر نیاز واقعی گیاه است (ملکوتی، ۱۳۷۵). استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی می‌تواند از نظر اقتصادی و همچنین از نظر زیست محیطی مشکلات فراوانی ایجاد کند.

ازت پر مصرف‌ترین عنصر مورد نیاز گیاه است که در کشاورزی از آن به مقدار زیاد استفاده می‌شود. استفاده بی‌رویه از کودهای ازته ممکن است باعث آلودگی آبهای زیرزمینی و جذب زیاد نیترات به وسیله گیاه شود. مصرف این آبها و گیاهان باعث ورود مقادیر زیاد نیترات به بدن شده و مسبب بروز بیماری‌های متعددی در انسان می‌شود. یکی از این بیماری‌ها متهموگلوبینی (Methemoglobinemia) است که بیشتر در کودکان شایع است و باعث مرگ آنها می‌شود (Graun, et al., 1981).

با وجود اهمیت بسیار زیادی که غلظت بیش از حد استاندارد نیترات بر سلامتی انسان دارد، مطالعات در این زمینه در کشور ما بسیار محدود است. در سایر کشورها در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته که چند مورد از آنها تحقیقاتی است که توسط Foilet و Delgado در سال ۱۹۹۸، Sow و همکاران در سال ۱۹۹۸، Artiola در سال ۱۹۹۸، Westcott و همکاران در سال ۱۹۹۸، Dorsch و همکاران در سال ۱۹۸۴ و MAFF در سال ۱۹۹۷، انجام شده است.

ازت علاوه بر شرکت در ساختمان پروتئین‌ها، قسمتی از کلروفیل را هم تشکیل می‌دهد. به همین دلیل کمبود ازت سبب زرد شدن برگ‌ها و در نتیجه توقف رشد گیاه می‌شود (ملکوتی، ۱۳۷۵). پیامد مصرف زیاد ازت، رشد بیش از حد گیاه و رنگ سبز تیره برگ‌هاست. مقدار زیاد نیتروژن خاک در صورت کم بودن سایر عناصر غذایی، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و رسیدن محصول را به تأخیر می‌اندازد. غلظت نیتروژن در گیاهان و اندام‌های مختلف آن متفاوت ولی میانگین آن در ماده خشک گیاه حدود ۲٪ است. همچنین غلظت نیتروژن در گیاه بستگی به عوامل متعددی از جمله نیتروژن موجود در خاک، نوع گیاه، اندام گیاه و مرحله رشد گیاه دارد (ملکوتی، ۱۳۷۵). نیترات برای انسان سمی نیست اما وقتی که در بدن و بیشتر

به وسیله باکتری‌ها به نیتريت تبدیل و جذب می‌شود باعث بروز بیماری متهموگلوبینی و در نتیجه کمبود اکسیژن در بدن می‌شود. در این ارتباط شیرخواران در معرض خطر بیشتری قرار دارند زیرا بالا بودن pH شیره معده آنها محیط مناسبی را برای رشد باکتری‌های تبدیل‌کننده نیترات به نیتريت فراهم می‌کند (Muramoto, 1999). همچنین نیترات ممکن است با آمین‌های آلی ثانویه ترکیب شده و نیتروزآمین‌ها را تشکیل دهد که در مطالعات بر روی حیوانات سرطانزایی آن به اثبات رسیده است (Graun et al., 1981 & Moramoto, 1999). بعضی مطالعات نیز خطر ناهنجاری‌های مادرزادی در کودکانی را که غلظت نیترات آب آشامیدنی مصرفی مادرانشان در دوران بارداری بیش از پنج میلی‌گرم در لیتر بوده است نشان داده است (Dorsch, et al., 1984).

مواد و روش‌ها

با مراجعه به مناطق انتخابی برای مطالعه (شهرهای درچه، دشتی، زیار، فلاورجان، خمینی شهر، نجف‌آباد و خوراسگان) در ماه‌های مرداد، شهریور و آذر ۱۳۷۸ و اردیبهشت و خرداد ۱۳۷۹ از هر منطقه ۳۰ نمونه از گونه‌های مورد نظر برداشت شد. تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت و قسمت‌های خوراکی جدا و قطعاتی از آنها به طوری که یک نمونه کامل از هر گیاه تهیه شود، انتخاب شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک شد (MAFF, 1997) و در نهایت نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه مولینکس به صورت پودر درآمد.

آنالیز نمونه‌ها

نیم گرم نمونه خشک شده گیاه با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۴۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن (Shaker) و با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه عصاره‌گیری گردید. در این مرحله باید به این نکته توجه شود که بعد از عصاره‌گیری سرعت غلظت نیترات در نمونه‌ها تعیین شود تا از رشد میکروارگانیسم‌ها در عصاره جلوگیری گردد. پس از عبور دادن مخلوط آب و گیاه از کاغذ صافی واتمن ۴۲، غلظت نیترات نمونه‌ها با استفاده از دستگاه یون آنالیزر (Ion Analyzer) مدل ۳۰۴۰ تعیین شد (WHO, 1978).

یافته‌ها

میانگین غلظت نیترات در گونه‌های اسفناج، تره فرنگی،

تره فرنگی برداشت شده از نقاط فوق، به ترتیب ۴۳۶، ۲۳۹، ۳۷۵، ۵۴۱ و ۴۷۱ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی در نظر گرفته شده برای تره فرنگی ۳۰۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978)، که با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، میانگین غلظت نیترات در نمونه های تره فرنگی کلیه مناطق از حد بحرانی پایین تر بود.

جدول شماره (۲): میانگین غلظت نیترات در تره فرنگی برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
ابر	۴۳۶۰
خوراسگان	۲۳۹۰
دشتی	۳۷۵۰
زیار	۵۴۱۰
هنشویه	۴۷۱۰
تعداد نمونه	۱۵۰
میانگین غلظت	۴۱۲۴

ریحان

میانگین تجمع نیترات در ریحان برداشت شده از مناطق خوراسگان و دستگرد، به ترتیب ۷۰۳۳ و ۵۴۱۵ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر ریحان در این مناطق، به ترتیب ۷۰۳ و ۵۴۱ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی در نظر گرفته شده برای ریحان ۳۰۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، میانگین غلظت نیترات در نمونه های ریحان از حد بحرانی آن بسیار پایین تر بود.

جدول شماره (۳): میانگین غلظت نیترات در ریحان برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
خوراسگان	۷۶۹۵
دستگرد	۵۵۱۳
تعداد نمونه	۶۰
میانگین غلظت	۶۶۰۴

شنبلیله

میانگین تجمع نیترات در شنبلیله برداشت شده از مناطق برآن، جرقویه، زیار، فریدن، گورت و ورسیان، به ترتیب ۱۵۶۰۰، ۷۳۷۰،

ریحان، شنبلیله، پیاز، کلم، کاهو، ترب، خیار، گوجه فرنگی، سیب زمینی و هویج به ترتیب در جداول یک تا ۱۲ نشان داده شده است. در این جداول میزان غلظت نیترات در هر گیاه در منطقه نمونه برداری به صورت جداگانه بیان شده است، زیرا یکی از عواملی که تأثیر زیادی بر جذب نیترات توسط گیاه می گذارد، مدیریت اعمال شده در مزرعه است. همچنین مقایسه میانگین مقادیر غلظت نیترات در نمونه های مورد مطالعه هر منطقه با مقادیر استاندارد ارائه شده توسط WHO با استفاده از آزمون One-Sample T Test توسط نرم افزار SPSS صورت پذیرفت، که نتایج این محاسبات در ذیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

اسفناج

با توجه به میانگین تجمع نیترات در اسفناج برداشت شده از مناطق خوراسگان و گورت که به ترتیب برابر با ۱۶۲۶۰ و ۴۷۲۳۵ قسمت در میلیون (میلی گرم بر کیلوگرم) وزن خشک گیاه بود، مشاهده می شود که میزان تجمع نیترات بسیار زیاد است.

طبق محاسبات انجام شده به طور متوسط ۹۰ درصد از وزن نمونه های برداشت شده را آب تشکیل می داد، بنابراین در هر کیلوگرم وزن تر اسفناج برداشت شده از نقاط فوق، به ترتیب ۱۶۲۶ و ۴۷۲۳ میلی گرم نیترات وجود داشت. با توجه به حد مجاز نیترات در اسفناج که ۳۴۵ تا ۳۸۹۰ لی گرم در هر کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978)، و با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، میانگین غلظت نیترات در نمونه های اسفناج منطقه گورت، افزایش معنی داری نسبت به حد استاندارد نشان می دهد ($p < 0/01$ و $t_{30} = 14/212$).

جدول شماره (۱): میانگین غلظت نیترات در اسفناج برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
خوراسگان	۱۶۲۶۰
گورت	۴۷۲۳۵
تعداد نمونه	۶۰
میانگین غلظت	۳۱۷۴۷/۵

تره فرنگی

میانگین تجمع نیترات در تره فرنگی برداشت شده از مناطق ابر، خوراسگان، دشتی، زیار و هنشویه، به ترتیب برابر با ۴۳۶۰، ۲۳۹۰، ۳۷۵۰، ۵۴۱۰ و ۴۷۱۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه بود و با احتساب ۹۰ صد آب موجود در نمونه در هر کیلوگرم وزن تر

آماري، میانگین غلظت نیترات در نمونه‌های کلم منطقه باغ پرندگان افزایش معنی‌داری نسبت به حد استاندارد نشان می‌دهد ($t_{30} = 10/531$ و $p < 0/05$).

جدول شماره (۵): میانگین غلظت نیترات در پیاز برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
ابن آباد	۵۴۲۰
اسفینا	۲۴۴۰
اصغر آباد	۴۷۰۰
باغ پرندگان	۳۷۳۰
جوزدان	۴۹۶۰
خوراسگان	۴۶۰۰
دشتی	۲۱۳۵
درچه	۳۳۲۰
زیار	۷۳۳۵
فلاورجان	۸۴۴۰
مینادشت	۲۴۱۳
تعداد نمونه	۳۳۰
میانگین غلظت	۴۴۹۹/۴

جدول شماره (۶): میانگین غلظت نیترات در کلم برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
باغ پرندگان	۵۵۵۰
قهدریجان	۳۳۳۵
مینادشت	۳۶۵۰
تعداد نمونه	۹۰
میانگین غلظت	۴۱۷۸/۳

کاهو

میانگین تجمع نیترات در کاهوی برداشت شده از مناطق باغ پرندگان، درچه و زیار به ترتیب ۳۶۴۰، ۲۲۱۰ و ۲۸۸۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر کاهو در این مناطق، به ترتیب ۳۶۴، ۲۲۱ و ۲۸۸ میلی‌گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در کاهو ۳۸۲ تا ۳۶۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری در کلیه مناطق فوق، میانگین غلظت نیترات در کاهو از حد استاندارد آن پایین تر بود.

۹۰۹، ۱۵۸۰۰، ۱۹۲۵ و ۳۵۹۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر شنبليله در این مناطق، به ترتیب ۱۵۶۰، ۷۳۷، ۹۱، ۱۵۸۰، ۱۹۲ و ۳۵۹ میلی‌گرم نیترات وجود داشت که در مقایسه با حد بحرانی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر (WHO, 1978) و با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در مناطق فوق، تجمع بالای از نیترات در گیاه شنبليله وجود نداشت.

جدول شماره (۴): میانگین غلظت نیترات در شنبليله برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
برآن	۱۵۶۰۰
جرقویه	۷۳۷۰
زیار	۹۰۹
فریدن	۱۵۸۰۰
گورت	۱۹۲۵
ورسیان	۳۵۹۰
تعداد نمونه	۱۸۰
میانگین غلظت	۷۵۳۲/۳

پیاز

میانگین تجمع نیترات در پیاز برداشت شده از مناطق ابن‌آباد، اسفینا، اصغر آباد، باغ پرندگان، جوزدان، خوراسگان، دشتی، درچه، زیار، فلاورجان و مینادشت، به ترتیب برابر با ۵۴۲۰، ۲۴۴۰، ۴۷۰۰، ۳۷۳۰، ۴۹۶۰، ۴۶۰۰، ۲۱۳۵، ۳۳۲۰، ۷۳۳۵، ۸۴۴۰ و ۲۴۱۳ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر پیاز در این مناطق، به ترتیب ۵۴۲، ۲۴۴، ۴۷۰، ۳۷۳، ۴۹۶، ۴۶۰، ۲۱۳، ۳۳۲، ۷۳۳، ۸۴۴ و ۲۴۱ میلی‌گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در پیاز ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در تمام مناطق فوق میانگین غلظت نیترات در پیاز از حد استاندارد آن پایین تر بود.

کلم

میانگین تجمع نیترات در کلم برداشت شده از مناطق باغ پرندگان، قهدریجان و مینادشت، به ترتیب ۵۵۵۰، ۳۳۳۵ و ۳۶۵۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر کلم در این مناطق، به ترتیب ۵۵۵، ۳۳۳ و ۳۶۵ میلی‌گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در کلم ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل

ترب

میانگین تجمع نیترات در ترب برداشت شده از مناطق دستگرد، درچه، یزدآباد، خوراسگان و فلاورجان، به ترتیب ۵۸۳۰، ۷۸۱۰، ۱۳۳۰۰، ۳۴۶۰ و ۱۲۹۰۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر ترب در این مناطق، به ترتیب ۵۸۳، ۷۸۱، ۱۳۳۰، ۳۴۶ و ۱۲۹۰ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در ترب ۳۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در کلیه مناطق فوق، میانگین غلظت نیترات در ترب از حد استاندارد آن پایین تر بود.

جدول شماره (۷): میانگین غلظت نیترات در کاهو برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
باغ پرندگان	۳۶۴۰
درچه	۲۲۱۰
زیار	۲۸۸۰
تعداد نمونه	۹۰
میانگین	۲۹۱۰

جدول شماره (۸): میانگین غلظت نیترات در ترب برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
دستگرد	۵۸۳۰
درچه	۷۸۱۰
یزدآباد	۱۳۳۰۰
خوراسگان	۳۴۶۰
فلاورجان	۱۲۹۰۰
تعداد نمونه	۱۵۰
میانگین	۸۶۶۰

گوجه فرنگی

میانگین تجمع نیترات در گوجه فرنگی برداشت شده از مناطق اصغر آباد، جوزدان، فلاورجان و باغ پرندگان، به ترتیب ۱۶۱، ۱۳۵، ۱۵۲ و ۱۰۴ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر گوجه فرنگی در این مناطق، به ترتیب ۱۶، ۱۳، ۱۵ و ۱۰ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در گوجه فرنگی ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در کلیه مناطق فوق میانگین غلظت نیترات در گوجه فرنگی از حد استاندارد آن پایین تر بود.

جدول شماره (۹): میانگین غلظت نیترات در خیار برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
اصغراباد	۲۷۰
جوزدان	۳۳۰
زیار	۲۵۵
تعداد نمونه	۹۰
میانگین	۲۸۵

جدول شماره (۱۰): میانگین غلظت نیترات در گوجه فرنگی برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
اصغراباد	۱۶۱
جوزدان	۱۳۵
فلاورجان	۱۵۲
باغ پرندگان	۱۰۴
تعداد نمونه	۱۲۰
میانگین	۱۳۸

سیب زمینی

میانگین تجمع نیترات در سیب زمینی برداشت شده از مناطق اصغراباد، باغ پرندگان، جوزدان، دشتی، مینادشت و فلاورجان، به ترتیب برابر با ۷۰۱، ۱۵۳۲، ۴۴۵۰، ۲۶۶۰، ۵۶۹ و ۱۰۱۲ و ۳۳۰۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر سیب زمینی در این مناطق، به ترتیب ۷۰، ۱۵۳، ۴۴۵، ۲۶۶، ۵۷ و ۱۰۱ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در سیب زمینی ۲۵۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه

خیار

میانگین تجمع نیترات در خیار برداشت شده از مناطق اصغراباد، جوزدان و زیار، به ترتیب ۲۷۰، ۳۳۰ و ۲۵۵ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر خیار در این مناطق، به ترتیب ۲۷، ۳۳ و ۲۵ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در خیار ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری در کلیه مناطق فوق، میانگین غلظت نیترات در خیار از حد استاندارد آن پایین تر بود.

همچنین در بین گیاهان مورد مطالعه، میانگین غلظت نیترات در اسفناج، سیب زمینی، کلم و هویج در بعضی از مناطق نمونه برداری شده از حد بحرانی تعیین شده برای این گیاهان بیشتر بود. سازمان بهداشت جهانی، استاندارد مصرف روزانه نیترات برای انسان را ۳/۷ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین کرده است (WHO, 1978). بدین ترتیب که یک فرد ۸۰ کیلوگرمی در هر روز نباید بیش از ۲۹۶ میلی گرم نیترات مصرف کند. با توجه به استاندارد فوق و میانگین غلظت نیترات در گیاهان مختلف می توان مقدار مصرف مجاز هر یک از سبزی ها را برای پیشگیری از مصرف بیش از حد نیترات محاسبه کرد (جدول ۱۳).

جدول شماره (۱۳): مقدار مصرف روزانه هر یک از سبزی ها قبل از رسیدن به حد مجاز ۳/۷ میلی گرم در روز تعیین شده توسط WHO

گیاه	مقدار مصرف روزانه (g)
اسفناج	۱۰۳
تره فرنگی	۷۱۸
ریحان	۴۶۳
شنبلیله	۴۴۰
پیاز	۶۹۱
کلم	۶۵۸
کاهو	۹۰۴
ترب	۳۶۱
خیار	۹۹۴۰
گوجه فرنگی	۲۰۹۳۳
سیب زمینی	۱۷۳۰
هویج	۴۰۲

اعداد این جدول با فرض اینکه فرد موردنظر از منابع دیگر دارای نیترات استفاده نکند، محاسبه شده اند.

ماکزیمم غلظت نیترات در بین ۳۰ نمونه از هر کدام از ۱۲ گونه گیاهی مورد مطالعه در نمودار ۲ نشان داده شده است. اسفناج حدود ۷۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر نیترات جذب کرده بود که حدود دو برابر غلظت استاندارد بود. هویج با ماکزیمم غلظت ۲۳۴۰ میلی گرم نیترات در هر کیلوگرم وزن تر در رتبه دوم قرار داشت که این غلظت حدود سه برابر غلظت استاندارد تعیین شده برای این گیاه بود. ماکزیمم غلظت نیترات در کلم، سیب زمینی، پیاز، ترب و خیار به ترتیب ۸۱۲، ۴۴۵، ۱۳۳۰، ۱۱۶۰ و ۵۷۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر بود که این غلظت ها بیش از استانداردهای تعیین شده برای این گیاهان بودند. همچنین ماکزیمم غلظت نیترات در گوجه فرنگی، کاهو، شنبلیله، ریحان و تره، به ترتیب ۲۳، ۴۵۳، ۱۵۸۰، ۸۲۷ و ۵۴۱ میلی

به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در مناطق جوزدان، دشتی و فلاورجان، میانگین غلظت نیترات در سیب زمینی از حد بحرانی گذشته بود ($t_{30}=6/221$, $t_{30}=4/375$, $t_{30}=4/019$, $p < 0/01$).

جدول شماره (۱۱): میانگین غلظت نیترات در سیب زمینی برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
اصغرآباد	۷۰۱
باغ پرندگان	۱۵۳۲
جوزدان	۴۴۵۰
دشتی	۲۶۶۰
گلستانه دشتی	۵۶۹
مینادشت	۱۰۱۲
فلاورجان	۳۳۰۰
تعداد نمونه	۲۱۰
میانگین غلظت	۲۰۳۲

هویج

میانگین تجمع نیترات در هویج برداشت شده از مناطق باغ پرندگان، درچه و زیار، به ترتیب ۹۸۷، ۵۱۲۰ و ۱۲۷۰۰ قسمت در میلیون وزن خشک گیاه و در هر کیلوگرم وزن تر هویج در این مناطق، به ترتیب ۹۹، ۵۱۲ و ۱۲۷۰ میلی گرم نیترات وجود داشت. حد بحرانی سمیت نیترات در هویج ۳۰ تا ۸۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن تر است (WHO, 1978). با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، در منطقه زیار میانگین غلظت نیترات در هویج از حد بحرانی گذشته بود ($t_{30} = -2/785$ و $p < 0/05$).

جدول شماره (۱۲): میانگین غلظت نیترات در هویج برداشت شده از مناطق مختلف اصفهان

منطقه برداشت	غلظت نیترات بر حسب mg/kg وزن خشک گیاه
باغ پرندگان	۶۵۹۱
درچه	۵۱۲۰
زیار	۱۲۷۰۰
تعداد نمونه	۹۰
میانگین غلظت	۸۱۳۷

بحث و نتیجه گیری

در بین گیاهان مورد مطالعه، میانگین غلظت نیترات در اسفناج دارای بیشترین و در گوجه فرنگی دارای کمترین مقدار بود (نمودار ۱).

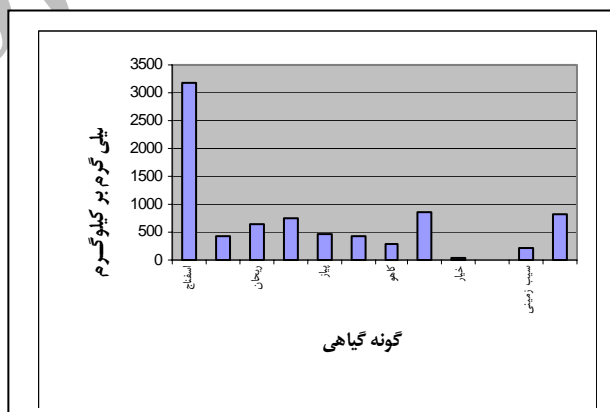
گرم در هر کیلوگرم وزن تر بود که پایین تر از غلظت های استاندارد برای این گیاهان بوده است. با توجه به یافته های تحقیق، نتایج زیر حاصل می گردد:

۱- در بین گیاهان مورد بررسی اسفناج دارای بیشترین غلظت نیترات بود که با نتایج تحقیقی که توسط MAFF در سال ۱۹۹۷ در کشور انگلستان انجام شد، مطابقت دارد.

۲- میانگین غلظت نیترات در اسفناج، هویج، کلم و سیب زمینی در برخی از مناطق نمونه برداری شده بیش از حد استاندارد تعیین شده برای این گیاهان بود.

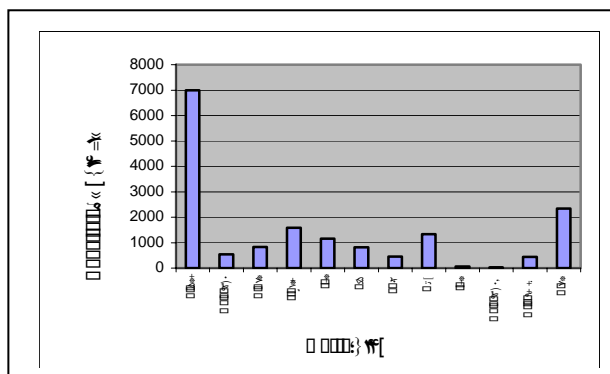
۳- در بین گیاهان مورد مطالعه کمترین مقدار نیترات جذب شده در گوجه فرنگی مشاهده شد.

۴- هنگامی که ماکزیمم غلظت نیترات در گیاهان در نظر گرفته شد، غلظت نیترات در پیاز و ترب نیز به بیش از حد استاندارد تعیین شده برای این گیاهان رسید.



نمودار شماره (۱): میانگین غلظت $\text{NO}_3 - \text{N}$ (mg / kg)

در نمونه های مورد مطالعه



نمودار شماره (۲): ماکزیمم غلظت $\text{NO}_3 - \text{N}$ (mg / kg) در نمونه های

مورد مطالعه

سیاسکزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان که هزینه انجام این تحقیق را تقبل کرده و همچنین از آقای مهندس خسروی کارشناس محترم آزمایشگاه محیط زیست دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل یاری شان در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

منابع مورد استفاده

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۲۷۹ صفحه.

Artiola, J.F. 1998. Temporal and spatial distributions of nitrate-N in two furrow irrigated semiarid soils amended with sludge and fertilizer. Dept. of soil, water and Environmental science University of Arizona.

Delgado, J.A. and Follett, R.F. 1998. Sap test for determination of Nitrate-Nitrogen concentration in above ground biomass of winter cover crops. U.S. Department of Agriculture.

Dorsch, M. M, et al., 1984. Congenital malformations and maternal drinking water supply in rural south Australia: A case control study. journal of Epidemiology. 119: 473-486.

Graun, G.F. and Greathous, D.G. and Gundersan, D.H. 1981. Methemoglobin levels in young children consuming high nitrate well water in the U.S. International journal of Epidemiology No.4:309-317.

MAFF uk. 1997/1998. UK monitoring program for nitrate in lettuce and spinach. In food surveillance information sheet No.154. Ed. By joint food safety and standards Group. <http://www.maff.gov.uk/food/inf sheet/1998>.

Muramoto ,J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farmers in california. Center for Agro ecology and sustainable food system. univ. of. califor. santacruz.

Sow, A.A., Hossner, L.R. Unger, P.W. and Stewart, B.A. 1998. Effect of cultural practices on nitrate in soil and nitrogen in grain sorghum. Texas A and M University.

Westcott, M.P. and Cash, S.D. and Jacobsen, J.S. 1998. Sap analysis for diagnosis of nitrate accumulation in cereal forages. Montana state university.

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

Archive of SID