

تعیین غلظت نیتрат آب زیرزمینی، خاک و کاهو در مزارع منتخب شهر ورامین در سال ۱۳۹۶

امیرمحمد فرهودی^۱، گیتی کاشی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، گرایش آب و فاضلاب، گروه آب و فاضلاب، دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
^۲ دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات پالایش آب، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی تهران دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

نام نویسنده مسئول:

گیتی کاشی

چکیده

مطالعات اخیر تجمع نیترات در بافت های گیاهان از قبیل برگ، ریشه و ساقه را نشان می دهند. مصرف سبزیجات خام (۸۰٪)، آب آشامیدنی (۱۵٪) و حبوبات (۵٪) از جمله راه های مواجهه انسان با نیترات محسوب می شوند. نیترات نسبتاً بی ضرر تلقی می شود. هدف در این تحقیق کاربردی-تحلیلی بررسی غلظت نیترات آب زیرزمینی، خاک و کاهو مزارع کشاورزی شهرستان ورامین در سال ۱۳۹۶ می باشد. ۳۰ نمونه آب چاه، ۳۰ نمونه خاک و ۳۰ نمونه سبزی برگی (کاهو) مزارع در ۵ منطقه شهرستان ورامین در سال ۱۳۹۶ براساس استاندارد ملی مورد بررسی قرار گرفتند. تعیین غلظت نیترات آب، خاک و کاهو به ترتیب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Unico UV2100)، اسپکتروفتومتر (مدل DR/2010 HACH) و اسپکتروفتومتر (مدل Unico UV2100) انجام و پس از مقایسه نتایج با استانداردهای ملی و بین المللی، با نرم افزارهای SPSS نسخه ۱۸ و سامانه اطلاعات جغرافیایی Arcview GIS 10.1 تحلیل گردید. میانگین غلظت نیترات ۳۰ نمونه آب، خاک و کاهو به ترتیب ۸۷ میلی گرم در لیتر، ۱۵/۳ میلی گرم در کیلوگرم و ۱۳۷۵/۳ میلی گرم در کیلوگرم بدست آمد. بیش ترین غلظت نیترات در ایستگاه ۵ مشاهده گردید. میانگین غلظت نیترات نمونه های آب، خاک و کاهو در فصل تابستان (به ترتیب ۹۰/۱ میلی گرم در لیتر، ۱۸/۴ میلی گرم در کیلوگرم و ۱۵۲۵/۳ میلی گرم در کیلوگرم) بیش از زمستان (به ترتیب ۸۳/۹ میلی گرم در لیتر، ۱۲/۳ میلی گرم در کیلوگرم و ۱۲۲۵/۳ میلی گرم در کیلوگرم) بدست آمد. میانگین غلظت نیترات نمونه های کاهو بیش از استاندارد بین المللی بدست نیامد. براساس نتایج بدست آمده، مهم ترین دلیل تغییرات غلظت نیترات مربوط به فصل برداشت و غلظت نیترات آب برای آبیاری می باشد.

واژگان کلیدی: آب، خاک، کاهو، نیترات، ورامین.

مقدمه

نیتрат، مهم ترین فرم نیتروژن، از توانایی سرعت جذب بالا به ویژه در سبزیجات برگی برخوردار می باشد (۱). مصرف سبزیجات خام (۸۰٪)، آب آشامیدنی (۱۵٪) و حیوانات (۵٪) از جمله راه های مواجهه انسان با نیترات محسوب می شوند (۲). نیترات نسبتاً بی ضرر است و دوز کشندگی برای بالغین ۳۵-۷ گرم، حدود ۱۰۰ برابر بیش از جذب قابل قبول روزانه (۳/۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن بر روز) تلقی می شود. مصرف آب آشامیدنی دارای غلظت نیترات بیش از رهنمود قانون آب آشامیدنی، $10 \text{ mgN-NO}_3/\text{L}$ ، اختلال در عملکرد تیروئید، سرطان مثانه، سرطان معده و بیماری متهموگلوبینیمیا به علت تولید نیتروزامین های ناشی از احیای نیترات به نیتريت در ائوفاژها منجر می شود (۳). مصرف ویتامین C به زودودن نیترات هنگام تهیه غذا از قبیل جوشاندن سبزیجات منجر می شود. مخاطرات بهداشتی ناشی از مصرف سبزیجات نظیر سرطان پیشرونده به ویژه در گروه های جمعیت هدف پرخطر (گیاهخواران، کودکان و سالمندان) به وضع مقررات سخت در مورد تولید و تجار سازی گیاهان برگی غنی از نیترات و مواد غذایی ذرت فرآیند شده منجر می شود (۴). براساس مقررات کمیسیون اروپا، مقدار غلظت نیترات در کاهوی تازه ۵۰۰-۳۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تازه تدوین شده است (۵). مرحله برداشت، زمان برداشت هنگام روز، شرایط محیطی (از قبیل شدت نور، کیفیت طیف، دمای هوا، غلظت دی اکسید کربن و دوره تناوب نور)، عوامل کشاورزی (زمان بندی، غلظت و نوع نیتروژن مصرفی) و گونه/ژنوتایپ گیاه از جمله عوامل موثر بر تجمع نیترات در سبزیجات خام محسوب می شوند (۶). کاهش غلظت نیترات در کود آبیاری، کاربرد کودهای نیتروژنه آمونیوم و اوره، کاربرد آب سالم بدون نیترات ۵-۱ روز قبل از برداشت، کاربرد کلورر کلسیم به جای نیترات کلسیم، مدوله کردن ترکیب طیف نوری و انتخاب گونه دارای ظرفیت تجمع کم تر نیترات از جمله روش های کاهش غلظت نیترات در گیاهان برگی شکل محسوب می شوند (۷). نیترات عمدتاً از طریق آب آشامیدنی، سبزی ها و سایر مواد غذایی وارد بدن شده و حدود ۶۲ میلی گرم در روز در داخل بدن تولید می شود (۸). کاهو، هویج و پیاز به ترتیب از بیش ترین، متوسط و کم ترین توانایی ذخیره سازی نیترات برخوردار هستند. گستره نیاز نیتروژن برای کشت پیاز ۳۲۰-۸۰ کیلوگرم در هکتار است که ۲۵٪ آن به فرم نیترات می باشد (۹). مصرف بیش از ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به افزایش تجمع نیترات در پیاز (۲۹۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) منجر می شود. مدیریت نامطلوب به اختلال در متابولیسم گیاهان منجر می شود (۱۰). تنش آبی مهم ترین عامل موثر بر عملکرد گیاهان زراعی به ویژه در زراعت های آبی واقع در منطقه خشک و نیمه خشک است. مدیریت بهینه سازی آبیاری گیاهان، شرایط خاک و آب به افزایش راندمان کشت منجر می شود (۱۱). غلظت بهینه نیتروژن به فرم نیترات به رشد بهینه فرآورده های کشاورزی منجر می شود. ۵-۲ درصد وزن خشک گیاهان را نیتروژن تشکیل می دهد. نیترات پس از ورود به گیاه در واکوئول های ریشه، ساقه و اندام ذخیره ای ذخیره می شود و کمبود آن به زرد رنگ شدن برگ ها به خصوص برگ های پایین منجر می شود (پیاز). براساس آمار کشوری، مصرف روزانه گوجه فرنگی، سیب زمینی و کاهو برحسب گرم به ترتیب ۵۲، ۵۹ و ۲۸ است (۱۲). بسیاری از محققان در مورد غلظت نیترات در منابع آب و مواد غذایی از قبیل سبزیجات تحقیق نموده اند. برای مثال میرزایی و همکاران در سال ۱۳۹۴ میانگین غلظت نیترات در چاه های شهری، روستایی و دشتی را برحسب میلی گرم در لیتر به ترتیب ۱۸/۲۹، ۵۸/۱۱ و ۱۰/۴۰ در منطقه شاهرود و دامغان اعلام نمودند (۱۳). مهربانی و همکاران میانگین غلظت نیترات در خاک، آب آبیاری و سیب زمینی را به ترتیب ۱۶/۳ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، ۳۶/۳ میلی گرم بر لیتر و ۲۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم سیب زمینی در مزارع کوچک فریدونکنار اعلام نمودند (۱۴). البته غلظت زیاد نیترات را در تعدادی از نمونه نان های بررسی شده، تمام نمونه های میوه، سبزیجات و آب را بیش از گستره مجاز اعلام نمود (۱۵). کاهو معمولاً به صورت خام مصرف می شود و احتمال آلودگی به نیترات در آن بالا می باشد. هدف در این تحقیق تعیین غلظت نیترات در خاک، آب آبیاری و کاهو برگی تولیدی در مزارع منتخب شهرستان ورامین می باشد.

روش های تنوری

۱-۱ توصیف مکان نمونه برداری

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی خوشه ای تصادفی است. جامعه آماری این پژوهش را ۵ مزرعه کوچک در ۵ جهت جغرافیایی شمال، جنوب، غرب، شرق و مرکز شهرستان ورامین در سال ۱۳۹۶ تشکیل می دهند. شکل ۱ موقعیت مکان نمونه برداری را نشان می دهد. مساحت شهرستان ورامین ۲۴۳۱ کیلومتر مربع است که از نظر مختصات جغرافیایی در $28^{\circ} 51'$ تا $4^{\circ} 52'$ طول شمالی و $53^{\circ} 34'$ تا $28^{\circ} 35'$ عرض شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). اقلیم ورامین خشک و میانگین بارش سالیانه و بیشینه بارش به ترتیب ۱۷۳ و ۳۵/۲ میلی متر است. تشکیلات زمین شناسی آن آبرفتی با ساختارهای آنتی کلینال و سیکلینال است. قسمت هایی از دشت ورامین به ویژه در غرب مواد آذرین قلیای کم و بیش بصورت چینه ها به چشم می خورند. تعداد کل چاه های موجود و قنات ها به ترتیب ۲۰۳۸ حلقه و ۱۶ رشته است که ۷۰ حلقه چاه مصرف آب شرب دارد. زمین کشاورزی درجه ۱ با توانایی کشت و آبیاری خوب ۵۸۱۵ هکتار

۱-۲ نمونه برداری

۱-۳ روش های آنالیتیکی

۱-۴ آنالیز آماری

آزمایشات ۳ بار تکرار و مقدار متوسط آن‌ها گزارش گردید آزمون آماری ANOVA در اختلاف سطح معنادار ($P_{\text{Value}} \leq 0/05$) (SPSS نسخه ۱۸) برای تجزیه و تحلیل متغیرها استفاده گردید (۲۰). تهیه نقشه کیفیت مکان مزارع در شهرستان ورامین با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (Arc GIS, 10.1) تعیین گردید (۲۱).

نتایج و بحث

۲-۱ ارزیابی نیترات آب آبیاری

۴ نمونه (۱۳٪) از ۳۰ آب آبیاری چاه بررسی شده دارای نیترات بیش از گستره استاندارد کشوری (۵۰ میلی گرم در لیتر) بودند. میانگین غلظت نیترات در ۳۰ نمونه آب در فصل تابستان و زمستان برحسب میلی گرم در لیتر به ترتیب $90/1 \pm 139/2$ (۳۳۶-۱۱/۴) و $83/9 \pm 140/3$ (۳۳۱/۵-۶/۵) بدست آمد (جدول ۱). برطبق نتایج حاصل از بررسی نمونه های آب آبیاری چاه می توان نتیجه گیری نمود که غلظت نیترات در فصل کم بارش تابستان بیش از فصل پر بارش زمستان است. بدیعی نژاد و همکاران نشان دادند که غلظت نیترات ۵۵ حلقه چاه بررسی شده در فصل کم بارش تابستان $31/7 \pm 8/2$ بیش از فصل پر بارش زمستان $31/6 \pm 9/3$ در شهر شیراز است (۲۲). جهت غلظت نیترات از روند افزایشی از شمال به جنوب منطقه و از شرق به غرب منطقه برخوردار می باشد. به عبارت دیگر نوسانات غلظت نیترات از چاهی به چاه دیگر را می توان به عملیات کشاورزی نسبت داد. استواری و همکاران روند افزایشی غلظت نیترات را در جنوبی- شمالی در آب زیرزمینی دشت لردگان توصیف نمودند (۲۳). پیش آزمون ها در مورد جهت آلودگی نیترات نشان دادند که مدل کروی بهترین مدل برای توصیف نوسانات مکانی نیترات محسوب می شود. پیش آزمون ها نشان دادند که تأثیرپذیری بیش تر نیترات آب زیرزمینی از عوامل خارجی به کاهش متوسط دامنه نوسانات غلظت نیترات آب زیرزمینی در مقایسه با سایر متغیرهای کیفیت آب زیرزمینی منجر می شود. میانگین غلظت زیاد نیترات چاه آب کشاورزی در ایستگاه جنوب ورامین را می توان به عوامل خارجی از قبیل کاربری کشاورزی، شستشوی نیترات از سطح خاک و حرکت آن به طرف آب زیرزمینی نسبت داد. میتواند عامل خارجی افزایش نیترات به آب زیرزمینی باشد.

جدول ۱. غلظت نیترات آب آبیاری در شهرستان ورامین ۱۳۹۶

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	غلظت نیترات (میلی گرم بر لیتر)	زمستان	تابستان
۱	شمال	۱۱/۴	۶/۵	
۲	جنوب	۳۳۶	۳۳۱/۵	
۳	شرق	۱۷/۱	۱۲/۵	
۴	غرب	۶۶/۷	۶۱/۵	
۵	مرکز	۱۹/۴	۱۴/۵	
	میانگین	۹۰/۱	۸۳/۹	
	انحراف معیار	۱۳۹/۲	۱۴۰/۳	
	کمینه	۱۱/۴	۶/۵	
	بیشینه	۳۳۶	۳۳۱/۵	
	گستره استاندارد	۵۰	۵۰	

۲-۲ ارزیابی نیترات خاک پس از کشت

۳ نمونه (۱۰٪) از ۳۰ خاک بررسی شده دارای نیترات بیش از گستره استاندارد (۲۲-۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) بودند (جدول ۲). میانگین غلظت نیترات در ۳۰ نمونه خاک در فصل تابستان و زمستان برحسب میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب $18/4 \pm 8/1$ (۳۰/۶-۱۰/۲) و $12/3 \pm 7/8$ (۵/۱-۲۵/۵) بدست آمد (جدول ۲). برطبق نتایج حاصل از بررسی نمونه های خاک کشاورزی می توان نتیجه گیری نمود که غلظت نیترات در فصل کم بارش تابستان بیش از فصل پر بارش زمستان است. مهرابی و همکاران نشان دادند که غلظت میانگین نیترات خاک مزارع کوچک قبل و بعد از کشت به ترتیب $16/3$ و $10/3$ میلی گرم در کیلوگرم در فریدونکنار است (۱۴). جهت غلظت نیترات از روند افزایشی از شمال به جنوب منطقه و از شرق به غرب منطقه برخوردار است. به عبارت دیگر نوسانات غلظت نیترات از مزرعه ای به مزرعه دیگر را می توان به افزایش مصرف کود نیتروژنه و شستشوی نیترات به علت افزایش سطح ایستایی آب زیرزمینی نسبت داد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط قشلاقی و همکاران مطابقت دارد (۲۴). پیش آزمون ها نشان دادند که غلظت میانگین نیترات خاک قبل و بعد از کشت به ترتیب $23/4$ و بعد از کشت $18/4$ میلی گرم بر کیلوگرم در فصل کم بارش تابستان می باشد. بنابراین می توان کاهش غلظت نیترات خاک را به جذب نیترات توسط کاهو برگی و شستشوی نیترات به عمق پایین تر خاک نسبت داد. نتایج نشان دادند که غلظت نیترات در ۳۰ نمونه خاک در مناطق مختلف شهر ورامین اختلاف زیادی با هم به علت تفاوت در زمان کوددهی، نوع کود مصرفی، مقدار کود مصرفی،

مقاومت ذاتی واریته کاهو کاشته شده در برابر جذب نیترات، زمان و مقدار آبیاری دارند. میانگین غلظت زیاد نیترات خاک کشاورزی در ایستگاه جنوب ورامین را می توان به عوامل خارجی از قبیل کاربری کشاورزی نسبت داد.

جدول ۲. غلظت نیترات خاک شهرستان ورامین سال ۱۳۹۶

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	غلظت نیترات (میلی گرم بر کیلوگرم)	
		تابستان	زمستان
۱	شمال	۱۰/۲	۵/۱
۲	جنوب	۳۰/۶	۲۵/۵
۳	شرق	۱۳/۳	۸/۲
۴	غرب	۲۲/۵	۱۲/۴
۵	مرکز	۱۵/۴	۱۰/۳
	میانگین	۱۸/۴	۱۲/۳
	انحراف معیار	۸/۱	۷/۸
	کمینه	۱۰/۲	۵/۱
	بیشینه	۳۰/۶	۲۵/۵
	گستره استاندارد	۲۰-۲۲	۲۰-۲۲

۳-۲ ارزیابی نیترات کاهو

هیچ یک (٪۰) از ۳۰ نمونه کاهو بررسی شده دارای نیترات بیش از گستره استاندارد (۳۵۰۰-۲۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) نبودند (جدول ۳). میانگین غلظت نیترات در ۳۰ نمونه کاهو در فصل تابستان و زمستان برحسب میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب $158/6 \pm 1225/3$ و $1072/1 - 1492$ و $1525/3 \pm 158/3$ (۱۳۷۲/۵-۱۷۹۱/۵) بدست آمد. برطبق نتایج حاصل از بررسی نمونه کاهو می توان نتیجه گیری نمود که غلظت نیترات در فصل کم بارش تابستان بیش از فصل پر بارش زمستان است. نونز و همکاران غلظت میانگین نیترات را ۴۱۸ میلی گرم در کیلوگرم تازه کاهو در ایالات متحده است (۲۵). جهت غلظت نیترات از روند افزایشی از شمال به جنوب منطقه و از شرق به غرب منطقه برخوردار است. به عبارت دیگر نوسانات غلظت نیترات از مزرعه ای به مزرعه دیگر را می توان به افزایش مصرف کود نیتروژنه و مقاومت ذاتی واریته کاهو نسبت داد. پیش آزمون ها نشان دادند که مصرف کود نیتروژنه مهم ترین عامل تاثیرگذار (۴۱٪) در تجمع نیترات در میوه و سبزی محسوب می شود. جانا و موکتان میانگین غلظت نیترات در بگی قرمز رنگ را $1521/13$ میلی گرم در کیلوگرم در ایالت سینگ کشور هند اعلام نمودند (۲۶). پیش آزمون ها نشان دادند که افزایش مدت رشد و کاهش مدت دریافت نور در جنوب ورامین به افزایش ذخیره سازی نیترات در کاهو منجر می شود. بنابراین کاربرد نادرست کودهای نیتروژنه به کاهش ماده آلی خاک، تضعیف میکروارگانیسم ها، تجمع نیترات در کاهو، تاثیر بر سلامت مصرف کننده و آلوده نمودن سفره آب زیرزمینی می شود. نتایج نشان دادند که غلظت نیترات در ۳۰ نمونه کاهو بررسی شده در مناطق مختلف شهر ورامین اختلاف زیادی با هم به علت تفاوت در مقدار کود مصرفی، مقاومت ذاتی واریته کاهو کاشته شده در برابر جذب نیترات، زمان و مقدار آبیاری دارند. میانگین غلظت زیاد نیترات کاهو در ایستگاه جنوب ورامین را می توان به عوامل خارجی از قبیل کاربری کشاورزی نسبت داد. پیش آزمون ها نشان دادند که عدم کاربرد کودهای نیتروژنه در روش کشت ارگانیک به تامین سلامت مصرف کننده به علت عدم تجمع نیترات در کاهو منجر می شود. برای برون رفت از ایجاد تنش آبی در سال های آینده باید بر روی مصرف بهینه آب، کیفیت آب و حذف آلاینده ها از آب براساس دسترسی پایدار به منابع آبی بهیژه در بخش کشاورزی تأکید نمود (۲۷).

جدول ۳. غلظت نیترات کاهو شهرستان ورامین سال ۱۳۹۶

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	غلظت نیترات (میلی گرم بر کیلوگرم)	
		تابستان	زمستان
۱	شمال	۱۰۷۲/۱	۱۳۷۲/۵
۲	جنوب	۱۴۹۲	۱۷۹۱/۵
۳	شرق	۱۱۶۶/۴	۱۴۶۶/۵

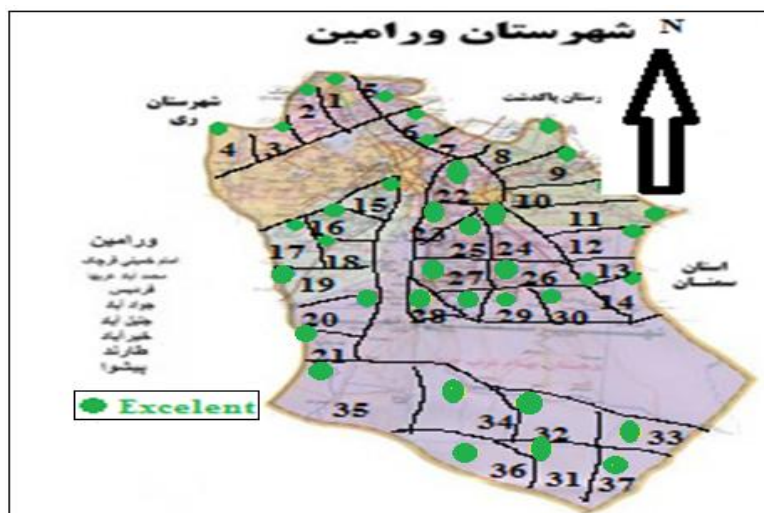
۱۵۲۱/۵	۱۲۲۱/۷	غرب	۴
۱۴۷۴/۵	۱۱۷۴/۴	مرکز	۵
۱۵۲۵/۳	۱۲۲۵/۳	میانگین	
۱۵۸/۳	۱۵۸/۶	انحراف معیار	
۱۳۷۲/۵	۱۰۷۲/۱	کمینه	
۱۷۹۱/۵	۱۴۹۲	بیشینه	
۲۵۰۰-۳۵۰۰	۲۵۰۰-۳۵۰۰	گستره استاندارد	

۲-۴ مقایسه آماری

مقایسه آماری متغیر غلظت نیترات کاهو و متغیرهای مورد بررسی نظیر موقعیت مزرعه، غلظت نیترات خاک و غلظت نیترات کاهو در جدول ۴ نشان داده شده است. همان طوری که در جدول ۴ مشاهده می شود، اختلاف معنی دار آماری بین غلظت نیترات کاهو با متغیرهای غلظت نیترات آب و فصل سال بدست آمد ($P < 0.05$). بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که ارتباط مثبت قوی بین غلظت نیترات کاهو با غلظت نیترات آب و فصل سال وجود دارد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ویک و همکاران همخوانی دارد (۲۴). شناسایی منابع خارجی موثر بر نشر آلاینده نیترات در کاهو از جمله نقاط قوت تحقیق محسوب می شوند. عدم اندازه گیری آلاینده های دیگر از قبیل ترکیبات آلی از جمله محدودیت های این تحقیق محسوب می شود. بنابراین برای مطالعات آینده پیشنهاد می شود باقی مانده آلاینده های دیگر در سبزیجات و میوه ها نیز بررسی گردد.

جدول ۴. مقایسه آماری متغیر امتیاز میکروبی و اطلاعات آلودگی مواد غذایی مصرفی رستوران ها در شهرستان ورامین

شماره	نام متغیر	نشر (%)	F	R ²	ANOVA (P-Value)
۱	فصل	۵۶/۵	۸/۹۵۷	۰/۵۲۸	(S) ۰/۰۱۷
۲	موقعیت جغرافیایی مزرعه	۰/۱	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	(NS) ۰/۹۰۱
۳	غلظت نیترات خاک	۶/۲	۰/۹۸۶	۰/۱۱۰	(NS) ۰/۳۵۰
۴	غلظت نیترات آب	۳۷/۲	۵/۹	۰/۴۲۴	(S) ۰/۰۴۱



شکل ۲. نقشه پراکنش نیترات کاهو در محل ایستگاه های نمونه برداری

نتیجه گیری

نتایج نشان دادند که اجرای مصرف مقدار کود بهینه روش سودمند به علت کاهش غلظت نیترات کاهو و صرفه جویی در هزینه ها محسوب می شود. مهم ترین دلیل تغییرات غلظت نیترات مربوط به فصل برداشت و غلظت نیترات آب برای آبیاری می باشد.

سپاسگذاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی مهندسی بهداشت محیط با عنوان تعیین غلظت نیترات آب زیرزمینی، خاک و کاهو در مزارع منتخب شهر ورامین در سال ۱۳۹۶ می باشد. نویسندگان مقاله از حمایت آزمایشگاهی گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات پالایش آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع و مراجع

- [1] Colla, G., Rouphael, Y., Mirabelli, C., Cardarelli, M. (2011) "Nitrogen-use efficiency traits of mini-watermelon in response to grafting and nitrogen-fertilization doses." *Journal Plant Nutr. Soil Sciences*. Vol. 174, pp. 933-941.
- [2] Rathod, KS., Velmurugan, S., Ahluwalia, A. (2016) "A green diet-based approach to cardiovascular health? Is inorganic nitrate the answer?" *Molecular Nutr. Food Research*. Vol. 60, pp. 185-202.
- [3] Loganathan, P., Vigneswaran, S., Kandasamy, J. (2013) "Enhanced removal of nitrate from water using surface modification of adsorbents- A review." *Journal of Environmental Management*. Vol. 131, pp. 363-374.
- [4] Cavauiolo, M., Ferrante, A. (2014) "Nitrates and glucosinolates as strong determinants of the nutritional quality in rocket leafy salads." *Nutrients*. Vol. 6, pp. 1519-1538.
- [5] Colla, G., Kim, H., C. Kyriacouc, M., Rouphael Y. (2018) "Nitrate in fruits and vegetables," *Scientia Horticulturae*. Vol. 237, pp. 221-238.
- [6] Andrews, M., Raven, JA., Lea, PJ. (2013) "Do plants need nitrate? The mechanisms by which nitrogen form affects plants." *Ann. Applied Biology*. Vol. 163, 174-199.
- [7] Borgognone, D., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Lucin, L., Colla G. (2016) "Changes in biomass, mineral composition, and quality of cardoon in response to $\text{NO}_3^-:\text{Cl}^-$ ratio and nitrate deprivation from the nutrient solution. *Front." Plant Sciences*. Vol. 7, 978-988.
- [8] Akhavan, S., Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi M. (2014) "A systematic review on nitrate concentration in water resources of Iran. Iran." *Iranian Journal of Health & Environmen*. Vol. 7, No. 2, pp. 205-228.
- [9] Basirat, M., Shahabe, M., Molahosaine, AA., Rajae, H., Zolfe, M., Silispor, MM., Sadeghepoor Marve, M. (2011) "Fertilizer usage management for producing safe production and nitrate free." *Soil & Water Institute*.
- [10] Zerae, M., Kazemini Abdul, R., Bohrane MJ. (2015) "Effect of embankment and water tension systems on growing and efficiency wheat." *Iranian Journal of Field Crops Research*. Vol. 12, No. 2, pp. 793-804.
- [11] Heydarizadeh, M., Elmi, S. (2015) "A Study on irrigation efficiency in the Dasht-Sefidrud basin. *Iranian Journal of River-basin Level System*." Vol. 3, No. 8, pp. 27-36.
- [12] Poor Moghem, M., Khosh Tinat, K., Sadeghe Make, A., Komaile Phanod, R., Golestan, B., Pir Ali, M. (2010) "Nitrate level measurement in cabbage, tomato, and potato by using HPLC method in Tehran." *Journal Iranian Nutrition & Food Industries*. Vol. 5, No. 1, pp. 63-70.
- [13] Mirzaei, R., Sakizadeh, M., Ghorbani, H. (2015) "Nitrate contamination of drinking and agricultural groundwater resources in Shahrood and Damghan. Iran." *Mazandaran University Medical Sciences*. Vol. 25, No. 131, pp. 117-127 (Persian).
- [14] Mehrabi, Z., Eshghizadeh, HR., Nematpoor, A. (2017) "Evaluation of nitrate concentration in soil, groundwater and Potato tubers on different farm sizes in Fereidan city, Isfahan province." *Journal Water and Soil Sciences (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)*. Vol. 21, No. 1, pp. 1-12.
- [15] El-Nahal, Y. (2018) "Nitrate residues in fruits, vegetables and bread samples and their health consequences." *Health*. Vol. 10, pp. 487-501.
- [16] Iranian Statistical Center, 2016.
- [17] Standard methods for the examination of water and wastewater, 2017. 23th edn, American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environmental Federation, Washington DC, USA.

- [18] Mohammad Moradi, B., Sobhanardakani, S., Cheraghi, M. (2018) "Ecological risk of heavy metals in surface soils of urban parks." *Iranian Journal of Health & Environ.* Vol. 10, No. 4, pp. 429-442.
- [19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 4016.
- [20] Kashi, G., Karim-Doost, K. (2015) "Comparison of the effect of lecture and video projector teaching methods on students' attitude, knowledge and practice." *International Research Journal of Teacher Education.* Vol. 2, No. 3, pp. 030-035.
- [21] Kashi, G., Khoshab, F. (2015) "An investigation of the chemical quality of groundwater sources." *Donnish Journal of Research in Environmental Studies.* Vol. 2, No. 3, pp. 018-027.
- [22] Badeenezhad, A., Gholami, M., Jonidi Jafari, A., Ameri, A. (2011) "Factors affecting nitrate concentrations in Shiraz groundwater using geographical information system." *Health Rising.* Vol, 11, No. 2, pp. 47-56.
- [23] Ostovari, Y., Beigi Harchegani, H., Davoodian, AR. (2012) "Spatial variation of nitrate in the Lordegan aquifer." *Water and Irrigation Management.* Vol. 2, No. 1, pp. 55-67.
- [24] Wick, K., Heumesser, C., Schmid, E. (2012) "Groundwater nitrate contamination: Factors and indicators." *Journal of Environmental Management.* Vol. 111, pp. 178-186.
- [25] Nuñez de González, MT., Osburn, WN., Hardin, MD., Longnecker, M., Garg, HK., Bryan, NS., Keeton, JT. (2015) "A survey of nitrate and nitrite concentrations in conventional and organic-labeled raw vegetables at retail." *Journal of Food Science.* Vol. 80, No. 5, pp. C942-C949.
- [26] Jana, JC., Moktan, P. (2013) "Nitrate concentration of leafy vegetables: A survey of nitrite concentrations in retail fresh leafy vegetables from daily markets of different locations." *ISABB Journal of Food and agriculture Science.* Vol. 3, No. 1, pp. 1-5.
- [27] Kashi, G., Potkee, M. (2016) "Investigation electro-photocatalytic removal of acetaminophen from drinking water." *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention.* Vol. 4, No. 3, pp. 175-82.