Archive of SID

بررسی آلودگی خاک به نیترات و تجمع نیترات در محصول سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی در مزارع کشاورزان دشت مشهد

محمد جلینی[1]، محمد کریمی، اردلان ذوالفقاران و سید فاضل فاضلی کاخکی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ mjolaini_re@yahoo.com

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ mohammad_2203@yahoo.com

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ azolfagharan@yahoo.com

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ sf_fazeli@yahoo.com

دریافت: 99/6/22 و پذیرش: 1400/4/20

چکیده

آب و نیتروژن دو عامل مهم محدود کننده رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. از طرفی استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی به خصوص کودهایی با ترکیبات نیتروژنی که در دهه‌های اخیر به‌منظور تولید بیشتر محصولات کشاورزی رایج شده‌است باعث آلودگی نیتراتی خاک و آب و محیط زیست شده‌است. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر استفاده از مقادیر مختلف آب و کودهای نیتروژنه روی تجمع نیترات در خاک و گیاهان گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی اجرا شد. تحقیق در مزارع دشت مشهد انجام گردید. تعداد مزارع انتخابی سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی هر کدام 15 مزرعه بود. روش آبیاری در تمام مزارع روش آبیاری شیاری (نشتی) بود. در طول فصل رشد میزان آب و کود نیتروژنی کاربردی در تمام مزارع اندازه‌گیری گردید. در ابتدا و انتهای فصل رشد میزان نیترات در خاک (دو عمق صفر تا 30 و 30 تا 60 سانتی‌متری) و در انتهای فصل رشد باقیمانده نیترات در دو محصول سیب‌زمینی و گوجه فرنگی اندازه‌گیری شد. روش اندازه‌گیری اسپکتروفتومتری (طیف سنجی) در طول موج 540 نانومتر بود. نتایج نشان داد که در تمام مزارع سیب‌زمینی میزان آب و کود کاربردی بیش از حد نیاز بود. در مزارع گوجه‌فرنگی آب کاربردی بیش از حد نیاز ولی کود مصرفی در برخی مزارع بیشتر و در برخی کمتر از میزان توصیه شده بود. با افزایش میزان آب مصرفی مقدار باقی‌مانده نیترات در دو عمق 30-0 و 60-30 سانتی‌متری خاک کاهش یافت، در صورتی که با افزایش میزان مصرف کود اوره، مقدار باقی‌مانده نیترات در خاک در انتهای فصل افزایش یافت. افزایش کاربرد کود، باقیمانده نیترات در گیاه را افزایش داد. نتیجه نهایی آنکه تأثیر میزان آب مصرفی روی آبشویی نیترات و ایجاد مشکلات زیست محیطی جدی می‌باشد، لذا باید در برآورد میزان آب مورد نیاز گیاه نهایت دقت انجام گیرد و کاربرد کود باید متعادل و متناسب با نوع گیاه و عملکرد آن باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت آب و کود، ، آبشویی کود، آب مورد نیاز گیاه

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: مشهد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب و نیتروژن دو عامل مهم محدودکننده رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. در گذشته تحقیقات متعددی در رابطه با اثر میزان آب و نیتروژن بر عملکرد محصولات مختلف انجام شده است (سینگاندوپه و همکاران، 2003؛ زگبه و همکاران، 2003؛ مالک و آل کثیر، 2007؛ زوتالی و همکاران، 2009). از طرفی مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی در بخش کشاورزی باعث افزایش غلظت یون نیترات در ناحیه ریشه گیاه شده و سپس آبشویی آن به سمت سفره‌های آب زیرزمینی سبب افزایش غلظت نیترات در آب زیرزمینی می‌شود (بختیار، 2004 و کلادیوکو، 2004). بنابراین باید در رابطه با مصرف کودهای شیمیایی، مدیریت صحیح و کنترل علمی و عملی صورت پذیرد تا بدین وسیله از افزایش غیر مجاز غلظت این یون در خاک و حرکت آن به طرف سفره آب زیرزمینی، که در نهایت آلودگی آبها را به همراه دارد، جلوگیری شود.

در ایران به دلایل متعدد از جمله عدم در نظر گرفتن مبنای صحیح تغذیه گیاهی و حاکمیت غلط نحوه مصرف کود نیتروژن و نیز مدیریت آب آبیاری، راندمان مصرف آب و کود نیتروژن پایین است. مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی باعث افزایش غلظت نیترات در اندام‌های قابل مصرف محصولات می‌شود. بسیاری از سبزی‌ها نیتروژن نیتراتی را در خود تجمع می‌نمایند. نیتروژن نیتراتی برای گیاهان سمی نبوده ولی برای اشخاصی که از این گونه سبزی‌ها مصرف می‌کنند مضر می‌باشد. طباطبایی و ملکوتی (1376) و ملکوتی و طباطبائی (1377) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که مصرف زیاد کودهای نیتروژنی (بیش از 400 کیلوگرم اوره در هکتار) سبب تجمع نیترات در سیب‌زمینی بیش از حد نرمال می‌گردد. یزداندوست همدانی (1379) با انجام تحقیقی با عنوان بررسی ارتباط مقدار مصرف نیتروژن با تجمع نیترات در ارقام سیب‌زمینی نتیجه گرفت که مقدار نیترات تجمع یافته تحت تأثیر رقم (دیامانت و مارفونا) قرار نگرفت، اما در مقادیر مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری را نشان داد. نتایج بررسی های لشکری پور و غفوری (1381) روی نمونه های آب‌های زیرزمینی در نقاط مختلف شهر مشهد نشان داد که غلظت نیترات در چاه‌های آب افزایش یافته و در برخی نقاط به بیش از 50 میلی‌گرم در لیتر رسیده است. این افزایش بیشتر مربوط به نشت فاضلاب‌های خانگی به داخل آب‌های زیرزمینی می‌باشد. علاوه بر این، در چاه‌هایی که در حاشیه آنها فعالیت‌های کشاورزی انجام می‌شد، میزان غلظت نیترات زیاد بود که منبع آلودگی آن، کودهای شیمیایی است. ملکوتی و همکاران (1383) بیان داشتند که تجمع نیترات در اندام‌های قابل مصرف سبزیجات و محصولات زراعی رابطه تنگاتنگی با مقدار کودهای نیتروژنی و نحوه مصرف آنها دارد، به طوری که اگر میزان کود نیتروژنی در مزارع سیب‌زمینی از 90 به 120 کیلوگرم در هکتار برسد، مقدار نیترات در سیب‌زمینی 5 برابر بیش از میزان مطلوب آن می‌شود. لطیف و همکاران (1384) نشان داند که غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی برخی مناطق مورد مطالعه مشهد از حد استاندارد (45 میلی گرم بر لیتر) بیشتر است.

ملکوتی و همکاران (1384) بیان کردند که مقدار نیترات در میوه گوجه‌فرنگی با میزان کودهای نیتروژنی مصرف شده رابطه مستقیم وجود دارد. سیلسپور و ممیزی (1385) بیان داشتند که آلودگی خاک پدیده‌ای نامطلوب بوده و در نهایت زندگی انسان را به مخاطره می‌افکند. رضائیان باجگیران (1385) به بررسی وضعیت تجمع نیترات در سبزی و صیفی‌جات شهرستان‌های مشهد، نیشابور و سبزوار پرداخت. نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیترات در گوجه‌فرنگی، خیار، بادمجان، هندوانه، فلفل سبز و فلفل قرمز به ترتیب حدود 36، 8، 25، 6، 46 و 2 میلی گرم در کیلوگرم ماده تر بود که همگی از حد بحرانی پایین‌تر است. عباسیان و ظریفیان سبحانی (1387) در بررسی تجمع نیترات در محصول گوجه‌فرنگی مزارع استان خراسان رضوی در شهرستانهای

www.SID.ir

Archive of SID

مشهد، نیشابور، کاشمر، تربت جام، فریمان، چناران، درگز، خواف، تایباد، سرخس، خلیل آباد و گناباد نتیجه گرفتند که در مزارعی که مصرف کود نیتروژنی در حد متعارف و مطابق با نیاز واقعی و آزمون خاک مصرف شده است، تجمع نیترات کمتر از 150 و مزارعی که مصرف کود نیتروژنی بیشتر از 400 کیلو گرم بوده تجمع نیترات تا چند برابر افزایش نشان داده است. کمترین میزان نیترات تجمع یافته در میوه تازه 54 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر (با مصرف 250 کیلو گرم کود اوره) و بیشترین آن 487 میلی‌گرم بر کیلوگرم بر اساس وزن تر (با مصرف 450 کیلو گرم کود اوره) گزارش شده است. نیک عمل لاریجانی و همکاران (1390) در تحقیقی تعیین میزان انتقال نیترات در دو بافت خاک در نتیجه کاربرد کودهای آلی را بررسی کردند. نتایج نشان داد میزان نیترات انتقال یافته به عمق، در خاک لومی بیشتر از خاک لوم سیلتی بود. با توجه به اینکه دور آبیاری یک هفته بود و 3 آبیاری متوالی انجام شد، میزان آلودگی در هر دو خاک، در هفته اول بیشترین و در هفته سوم کمترین مقدار بود که می توان آن را به آبشویی نیترات با هر بار آبیاری نسبت داد. برزگری باروق و گرانمایه (1393) تجمع نیترات در محصول خیار را بررسی نمودند.

نتایج نشان داد که در تمام مزارع میزان آب کاربردی و کود بیشتر از مقدار نیاز گیاه بود. با افزایش میزان آب کاربردی مقدار نیترات در عمق‌های 0 تا 30 و 30 تا 60 سانتی‌متری کاهش یافت، در صورتی که با افزایش میزان مصرف کود اوره، مقدار نیترات باقی‌مانده در این دو عمق در انتهای فصل رشد افزایش یافت. هر چقدر میزان آب مصرفی افزایش یافت غلظت نیترات در گیاه کاهش یافت در صورتی که با افزایش میزان کاربرد کود باقی‌مانده نیترات در گیاه افزایش یافت. دهقانی و مشایخی (1397) تأثیر دو نوع کود اوره (اوره معمولی و اوره با پوشش گوگردی) و دور آبیاری مرسوم و دور آبیاری 30 درصد بیشتر از روش مرسوم منطقه را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که حداقل و حداکثر مقدار نیتروژن نیتراتی خارج شده از زهکش‌ها، در طول فصل رشد به ترتیب 19204 و 3194 میلی گرم بر کیلوگرم بود. یگانه و همکاران (1397) میزان باقی‌مانده نیترات در سیب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان مرکزی میوه و تره بار تهران را بررسی کردند. به مدت یک سال، هر هفته از میدان اصلی میوه و تره بار تهران نمونه‌های سیب‌زمینی تهیه گردید. نمونه هایی نیز از سطح مزارع در 9 منطقه عمده سیب‌زمینی کاری کشور (اصفهان، چهارمحال و بختیاری، همدان، آذربایجان شرقی، اردبیل، تهران، خوزستان، فارس و کرمان) گرفته شد. نتایج نشان داد محتوی نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی کشور در محدوده میانگین جهانی (از 10 تا 541 با میانگین 163 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر غده) می‌باشد. با فرض 200 میلی‌گرم برکیلوگرم به‌عنوان حد مجاز معرفی شده توسط برخی کشورهای اروپایی و 246 میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌عنوان حد مجاز پیشنهادی برای ایران، بترتیب غلظت نیترات در 30 و 20 درصد نمونه‌ها از حد مجاز تجاوز کرد. نتایج نشان داد که فصل برداشت می‌تواند در محتوی نیترات غده‌های سیب‌زمینی تأثیرگذار باشد. میانگین غلظت نیترات در سیب‌زمینی‌های برداشت شده از میدان میوه و تره بار در دوره بهار- تابستان 216 و پاییز- زمستان 131 میلی‌گرم برکیلوگرم وزن تر بدست آمد.

زلفی باوریانی و همکاران (1398) اثرات متقابل نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب و نیتروژن گوجه‌فرنگی در استان بوشهر را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تأثیر هرکدام از فاکتورها بر عملکرد و بهره‌وری آب و نیتروژن معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری بر اساس 75، 100 و 125 درصد نیاز آبی و به ترتیب 75، 150 و 225 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تأثیر را بر عملکرد محصول و بهره‌وری آب و نیتروژن داشت. روبرت و همکاران (1982) نشان دادند که کاربرد آب در مقادیر کمتر علاوه بر این که سبب کاهش تلفات آب به صورت نفوذ عمقی می‌گردد، مقدار هدررفت نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد. اریبهی و همکاران (1998) بیان داشتند

www.SID.ir

Archive of SID

که کاهش کاربرد نیتروژن شاید تولید را محدود کند، اما اضافه آن سبب آلودگی زیست محیطی می‌گردد. درویش و همکاران (2002) بیان کردند که کاربرد آب و کود اضافی در شرایط و روش‌های سنتی و آبیاری اضافی می‌تواند یکی از دلایل اصلی آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی از نظر نیترات باشد. ونگ و همکاران (2012) بیان داشتند همچنان که کمبود نیتروژن کاهش تولید را در پی دارد، مصرف اضافی آن علاوه بر افزایش هزینه، کاهش تولید و کیفیت محصول و نیز افزایش آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. تجمع نیترات در گیاه و شستشوی نیتروژن نیتراتی به آب‌های زیرزمینی از مهمترین آلودگی‌های محیطی حاصل از مصرف نیتروژن اضافی می باشد. برین و همکاران (2019) در آزمایشی تأثیر مقادیر نیتروژن و مدیریت آبیاری بر شستشوی نیترات در بافت خاک لومی و در محصول سیب‌زمینی بررسی کردند. آزمایش بصورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. آبیاری در پلات اصلی (آبیاری کامل و 15 درصد کاهش) و نیتروژن در پلات قرعی (180 و 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) قرار گرفت.

نتایج نشان داد که مقادیر نیتروژن تأثیری روی آبشویی نیترات نداشت ولی با کاهش 15 درصد در میزان آب کاربردی، مقدار آبشویی نیترات 17 درصد کاهش یافت. خان و همکاران (2019) در تحقیقی برآورد آبشویی نیترات در محصول گوجه فرنگی را با استفاده از مدل هایدروس تحت شرایط محتلف آبیاری و مقادیر نیتروژن بررسی کردند. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل، 15، 30 و 45 درصد کاهش نسبت به آبیاری کامل بود و تیمارهای نیتروژن نیز برابر با توصیه کودی (120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، 85، 70 و 55 درصد توصیه کودی بود. نتایج شبیه سازی نشان داد که آبشویی نیترات بیشتر به مقادیر آب حساس است تا مقادیر نیتروژن، با کاهش میزان آب کاربردی، میزان آبشویی نیز کاهش یافت.

با بررسی منابع می‌توان به این نتیجه رسید که فعالیت های بخش کشاورزی، به خصوص کاربرد بی رویه آب و کود، از عوامل آلودگی آب، خاک و نیز تجمع نیترات در گیاه می‌باشد که باید با تحقیق و مطالعه تأثیر مدیریت های مختلف روی این آلودگی‌ها را بررسی نمود. لذا هدف از این مطالعه بررسی تأثیر استفاده از کودهای نیتروژنی و مقادیر آب مصرفی بر تجمع نیترات در خاک و تجمع آن در دو محصول سیب زمینی و گوجه‌فرنگی تحت مدیریت زارعین بود.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزارع بخش شمال غربی دشت مشهد بین طول جغرافیایی 58/54 تا 59/07 شرقی و عرض جغرافیایی 36/63 تا 37/09 درجه شمالی در مساحت تقریبی 167 کیلومترمربع انجام شد. محصولات انتخابی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum L.*) و سیب‌زمینی (*Tuberosum L. Solanum*) بود. بعد از انتخاب نوع محصول، فهرستی از کشاورزانی که این دو محصول را زیرکشت داشتند از سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی تهیه شد. سپس برای هر محصول 15 نمونه (مزرعه) در محدوده مورد نظر بصورت تصادفی انتخاب گردید. روش آبیاری در تمام مزارع روش آبیاری شیاری (نشتی) بود و همچنین اطمینان کامل از عدم کاربرد فاضلاب و یا پساب حاصل گردید. در جدول 1 مساحت هر مزرعه بر حسب هکتار مشخص شده است.

جدول 1- مساحت مزارع انتخابی (بر حسب هکتار)

شماره مزرعه	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
مزارع سیب زمینی	2	1	10	8	10	2	0/4	15	7	2	10	10	1	20	7
مزارع گوجه فرنگی	13	3	6	6	20	2	1	1/5	0/8	1/3	1/5	1	2	0/4	7

www.SID.ir

Archive of SID

میزان آب آبیاری و کود نیتروژنی کاربردی در هر 30 مزرعه در طول فصل رشد اندازه گیری و یادداشت گردید. حجم آب کاربردی (در هر آبیاری) با استفاده از دستگاه فلوم و میزان کود نیتروژن نیز با توزین در هر بار استفاده توسط کشاورز مشخص شد.

برای بررسی و آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از شروع آزمایش از لایه های صفر تا 30 و 30 تا 60 سانتی‌متری در نقاط مختلف هر مزرعه نمونه برداری (مرکب) با استفاده از اگر (مته نمونه برداری) برداشت شد. بعد از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه خصوصیات آن از قبیل بافت خاک، پ‌هاش خاک، درصد کربن آلی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، مقادیر نیتروژن و نیترات خاک اندازه‌گیری گردید. همچنین میزان نیترات آب آبیاری هر مزرعه در اول فصل اندازه‌گیری شد (جدول‌های 2 و 3). در انتهای فصل رشد نیز نمونه‌برداری (مرکب) برای اندازه‌گیری میزان باقی‌مانده نیترات خاک در دو عمق مذکور در هر 30 مزرعه برداشت شد. همچنین نمونه برداری از محصول نهایی (غده سیب زمینی و میوه گوجه فرنگی) انجام گردید.

نمونه برداری در صبح زود انجام و پس از آن بلافاصله نمونه ها به آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان منتقل و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی روی نمونه‌ها صورت گرفت. برای هر نمونه وزن تر، وزن خشک، درصد رطوبت، میزان نیتروژن کل و نیترات اندازه‌گیری شد. میزان نیترات در خاک و گیاه با روش دی‌آزو با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. به این صورت که پس از خشک کردن نمونه ها و پودر کردن آنها، از هر نمونه 0/1 تا 0/5 (بسته به نوع نمونه) توزین و به ارلن مایر 100 میلیمتر منتقل گردید و به روش کالریمتری بعد از احیا (روش دی‌آزو)، به آن 50 میلی لیتر اسید استیک دو درصد اضافه و به مدت نیم ساعت با دستگاه شیکر تکان داده‌شد. برای از بین بردن رنگ عصاره و داشتن عصاره شفاف، 0/2 گرم کربن اکتیو به هر یک از نمونه ها در 5 دقیقه پایانی زمان تکان خوردن، اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی 10 میلیلیتر از عصاره بدست آمده داخل لوله آزمایش ریخته و به آن 0/5 گرم از پودر (مخلوط اسید استیک، سولفات منگنز مونو هیدرات، سولفانیل امید، نفتیل اتیلن دی هیدروکلراید و روی) اضافه و در لوله آزمایشگاه به مدت 30 ثانیه به هم زده شد. پس از عبور از کاغذ صافی واتمن 42 و تنظیم دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 540 نانومتر، غلظت نیترات، اندازه گیری گردید (امامی و بهبانی، 1372؛ امامی، 1375 و علی احیائی، 1376). حد تشخیص[1] برابر با 0/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم، درصد ریکاوری[2] برابر با 95 درصد و عدم قطعیت[3] برابر با 3± بود. مقدار تئوری دریافتی روزانه ملی، تخمینی از مقدار قابل قبول دریافت روزانه نیترات در مدت طولانی می‌باشد که از مجموع حاصل ضرب مرز بیشینه مانده نیترات برای هر محصول، در مقدار متوسط مصرف روزانه محصول کشاورزی مورد نظر به دست می آید (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران، 1392). بعبارت دیگر:

$$NTMDI=\Sigma\ MRLi \times Fi$$

MRLi = مرز بیشینه مانده نیترات برای هر محصول، بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

Fi = سرانه مصرف ملی آن محصول بر حسب کیلوگرم در روز

بیشینه مقدار تئوری دریافتی روزانه ملی که بر حسب میلی‌گرم مانده نیترات در بدن هر فرد بالغ محاسبه میشود، به عنوان درصدی از مقدار قابل قبول دریافت روزانه نیترات بیان می‌شود. در این روش، مرجع اصلی برای انتخاب مرز بیشینه مانده نیترات، استانداردهای اتحادیه اروپا بوده است. همچنین مرجع اصلی برای سرانه مصرف

1. Detection limit
2. %Recovery
3. uncertainty

www.SID.ir

Archive of SID

ملی هر محصول، اطلاعات انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای ایران است. بر این اساس، کمیته مشورتی JECFA[1] و کمیته ملی غذا در کمسیون اروپا، مقدار ADI[2] برای نیترات را صفر الی 3/7 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان تعیین نموده است. در پایان فصل رشد و بعد از جمع‌آوری داده ها و نیز اندازه‌گیری‌هایی که در مزارع انجام شده بود، از قبیل میزان آب و کود کاربردی، رابطه بین میزان باقی‌مانده نیترات در خاک و گیاه با میزان آب و کود بررسی شد. تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده‌ها پس از نرمال نمودن داده‌های غیر نرمال با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و آزمون T-test جفتی انجام شد.

نتایج و بحث

میزان آب مصرفی در مزارع سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی

میزان نیاز خالص آب آبیاری سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی بر اساس سند ملی آب کشور در دشت مشهد به ترتیب 8820 و 8110 مترمکعب در هکتار می باشد که به عنوان مبنای محاسبات و مقایسه با میزان آب کاربردی در مزارع انتخاب گردید. برای بررسی این که کشاورزان در مزارع انتخابی چه میزان آب مصرف می‌کنند تا بتوان از آن در تجزیه و تحلیل میزان باقی‌مانده نیترات استفاده نمود، میزان آب آبیاری کاربردی در این مزارع در طول فصل رشد با استفاده از فلوم اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول 4 ارائه گردیده است. ملاحظه می‌گردد که در تمام مزارع انتخابی میزان آب مصرفی به مراتب بیشتر از میزان نیاز خالص آبی مورد نیاز بوده است. همچنین با آزمون تی تست نمونه‌ای مشخص شد که اختلاف بین میزان آب کاربردی و نیاز خالص آبی در هر دو محصول سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود.

میزان کاربرد کود نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی

توصیه کودی برای نیتروژن مورد نیاز گیاهان بر اساس درصد کربن آلی در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک (جدول 5) صورت گرفت. متوسط میزان کود اوره کاربردی در مزارع انتخابی سیب‌زمینی برابر با 453 کیلوگرم در هکتار و میانگین میزان توصیه کودی در این مزارع برابر با 337 کیلوگرم در هکتار بود، به عبارتی اختلاف برابر با 116 کیلوگرم در هکتار می‌باشد. با انجام آزمون تی تست مشخص گردید که این میانگین‌ها در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0/01$). متوسط میزان کود اوره مصرفی در مزارع انتخابی گوجه‌فرنگی نیز برابر با 468 کیلوگرم در هکتار و میانگین میزان توصیه کودی در این مزارع برابر با 407 کیلوگرم در هکتار بود. به عبارتی، اختلافی برابر با 61 کیلوگرم در هکتار می باشد (جدول 6). با انجام آزمون تی مشخص گردید که این میانگین ها با هم اختلاف معنی داری نداشتند بعبارتی در مزارع گوجه‌فرنگی میزان کود نیتروژنی کاربردی تقریبا برابر با میزان توصیه کودی بوده است.

[1] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA)
[2] Acceptable Daily Intake

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- مشخصات خاک مزارع سیب زمینی

صفت	شماره مزارع انتخابی														
اندازه گیری شده	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
عمق 0 تا 30 سانتیمتری خاک															
بافت خاک	لوم	Clay loam	Loam	Loam	Silty loam	Silty clay loam	Clay loam	Loam	Loam	Clay loam	Loam	loam	Loam	Clay loam	Clay loam
پ- هاش	7/7	7/8	7/6	7/6	8/0	7/6	7/5	7/4	7/4	7/8	7/4	7/8	7/5	7/6	7/4
کربن آلی (درصد)	0/56	0/58	0/84	0/54	0/39	1/13	0/78	2/5	0/84	0/55	0/55	0/75	0/86	0/84	0/80
هدایت الکتریکی (ds/m)	2/96	2/66	12/52	9/35	7/06	0/92	0/85	1/83	1/63	3/10	0/93	2/75	6/81	4/71	7/31
نیتروژن (درصد)	0/053	0/070	0/062	0/067	0/053	0/121	0/081	0/121	0/045	0/032	0/042	0/052	0/071	0/053	0/064
نیترات خاک (ppm)	98	187	201	212	217	122	97	112	123	97	94	113	117	132	169
نیترات آب(ppm)	2/4	2/4	7/4	7/4	2/4	2/6	4/0	6/0	3/0	10/4	9/8	12/2	4/1	16/1	16/1
عمق 30 تا 60 سانتیمتری خاک															
بافت خاک	Loam	Clay loam	loam	loam	Silty clay loam	Clay loam	Clay loam	Clay loam	Clay loam	Clay loam	loam	Clay loam	Clay loam	Clay loam	Clay loam
پ- هاش	7/8	7/8	7/7	7/7	7/8	7/5	7/9	8/1	8/2	8/3	7/8	8/1	7/7	7/9	7/9
کربن آلی (درصد)	0/41	0/62	0/52	0/37	1/92	0/73	0/36	0/61	0/48	0/25	0/29	0/33	0/42	0/44	0/31
هدایت الکتریکی (ds/m)	2/00	1/59	5/28	5/36	10/58	0/93	0/93	1/87	1/76	3/20	1/20	3/20	6/40	5/11	7/21
نیتروژن (درصد)	0/044	0/063	0/070	0/053	0/189	0/121	0/076	0/087	0/034	0/043	0/053	0/056	0/086	0/045	0/034
نیترات خاک (ppm)	76	165	113	154	165	87	104	132	143	104	78	123	112	132	134
نیترات آب(ppm)	2/4	2/4	7/4	7/4	2/4	2/6	4/0	6/0	3/0	10/4	9/8	12/2	4/1	16/1	16/1

جدول 3- مشخصات خاک مزارع گوجه فرنگی

صفت	شماره مزارع انتخابی														
اندازه گیری شده	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
عمق 0 تا 30 سانتیمتری خاک															
بافت خاک	loam	loam	loam	loam	Silty loam	loam	Silty loam	loam	Silty loam	loam	Silty loam	Clay loam	Silty loam	loam	loam
پ- هاش	7/5	7/7	7/5	7/5	7/5	7/7	7/6	7/9	7/8	7/4	8/1	8/0	7/2	7/6	7/7
کربن آلی (درصد)	1/01	0/45	0/73	0/45	0/71	0/58	1/89	1/49	1/47	1/24	1/45	0/99	0/59	0/98	1/32
هدایت الکتریکی (ds/m)	10/50	1/57	5/26	15/00	6/16	2/96	0/77	0/81	0/76	0/81	0/83	0/85	0/85	0/79	0/87
نیتروژن (درصد)	0/112	0/063	0/085	0/137	0/090	0/054	0/089	0/123	0/154	0/071	0/097	0/095	0/072	0/128	0/123
نیترات خاک (ppm)	143	99	218	132	211	98	121	121	133	232	432	123	87	276	103
نیترات آب(ppm)	12/8	8/0	7/8	15/7	7/4	2/4	2/1	2/1	2/1	3/0	3/0	2/4	2/4	2/4	2/3
عمق 30 تا 60 سانتیمتری خاک															
بافت خاک	Clay loam	loam	Loam	loam	loam	loam	Clay loam	Silty loam	Clay loam	Silty clay loam	loam	Silty clay loam	loam	loam	loam
پ- هاش	7/7	7/7	7/8	7/7	7/6	7/8	8/2	8/3	7/9	7/8	8/0	8/0	7/1	7/4	7/6
کربن آلی (درصد)	1/74	0/89	1/03	1/51	1/00	0/68	2/10	2/24	1/84	1/62	2/20	0/95	0/26	0/69	0/69
هدایت الکتریکی (ds/m)	5/32	2/28	2/68	6/55	5/00	2/00	0/87	0/87	0/86	0/82	0/78	0/83	0/85	0/81	0/89
نیتروژن (درصد)	0/081	0/068	0/083	0/123	0/066	0/043	0/045	0/078	0/096	0/065	0/065	0/065	0/073	0/123	0/097
نیترات خاک (ppm)	87	101	174	98	132	120	131	143	167	213	322	154	201	231	98
نیترات آب(ppm)	12/8	8/0	7/8	15/7	7/4	2/4	2/1	2/1	2/1	3/0	3/0	2/4	2/4	2/4	2/3

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- میزان آب مصرفی در مزارع سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی (در هکتار)

شماره مزرعه	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	میانگین	اختلاف
آب مصرفی در مزارع سیب زمینی	14528	11920	12913	14528	13038	13344	14456	14234	13553	13900	14456	15058	14123	13765	13768	13839	5172**
نیاز خالص آب مصرفی سیب زمینی	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	8667	
اب مصرفی در مطارع گوجه فرنگی	14625	13542	13542	13000	14432	14896	12075	14950	12075	12267	13417	13455	14350	11960	14536	13541	5581**
نیاز خاصل آب مصرفی گوجه فرنگی	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	7960	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- توصیه کودی (اوره) برای کشت سیب زمینی و گوجه فرنگی بر اساس درصد کربن آلی خاک (ملکوتی و غیبی، 1379)

سیب زمینی		گوجه فرنگی	
کربن آلی (درصد)	اوره (کیلوگرم در هکتار)	کربن آلی (درصد)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
<0/5	400	<0/5	500
0/5-1/0	350	0/5-1/0	450
1/0-1/5	250	1/0-1/5	350
>1/5	200	>1/5	250

جدول 6- میزان توصیه کودی و کود مصرفی در مزارع سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی (کیلوگرم در هکتار)

شماره مزرعه	میزان کود اوره مزارع سیب زمینی (کیلوگرم در هکتاری)			میزان کود اوره مزارع گوجه فرنگی (کیلوگرم در هکتار)		
	کاربردی	نوصیه شده	اختلاف	کاربردی	توصیه شده	اختلاف
1	400	350	50	450	450	0
2	600	350	250	400	500	-100
3	450	350	100	450	450	0
4	450	350	100	300	450	-150
5	500	400	100	300	450	-150
6	500	250	250	300	450	-150
7	450	350	100	600	250	350
8	400	200	200	500	350	150
9	350	350	0	500	350	150
10	450	350	100	500	350	150
11	400	350	50	500	350	150
12	450	350	100	550	450	100
13	500	350	150	450	450	0
14	400	350	50	625	450	175
15	500	350	150	600	350	250
میانگین	453	337	116**	468	407	61 Ns

میزان نیترات موجود در خاک قبل و بعد از فصل رشد در مزارع سیب‌زمینی

میزان نیترات خاک قبل و بعد از اجرای پروژه (قبل از کاشت، حدودا اردیبهشت تا خرداد و بعد از برداشت، حدود مهر تا آبان ماه) در مزارع سیب‌زمینی در دو عمق صفر تا 30 و 30 تا 60 سانتی‌متری به ترتیب در شکل های 1 و 2 ارائه شده است. در تمام مزارع میزان نیترات خاک بعد از آزمایش (بعد از برداشت محصول) بیشتر از میزان نیترات خاک قبل از کاشت بود، به عبارتی، مقداری از نیترات در انتهای فصل رشد در خاک باقی‌مانده است. متوسط میزان نیترات قبل از کاشت در عمق 30 سانتی-متری در تمام مزارع سیب‌زمینی برابر با 138 میلی‌گرم بر کیلوگرم و بعد از فصل رشد برابر با 306 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که به لحاظ آماری در سطح یک درصد ($P<0/01$) تفاوت آن‌ها معنی‌دار بود. این میزان نیترات باقی‌مانده در خاک ممکن است به صورت آبشویی و یا تصعید از بین برود.

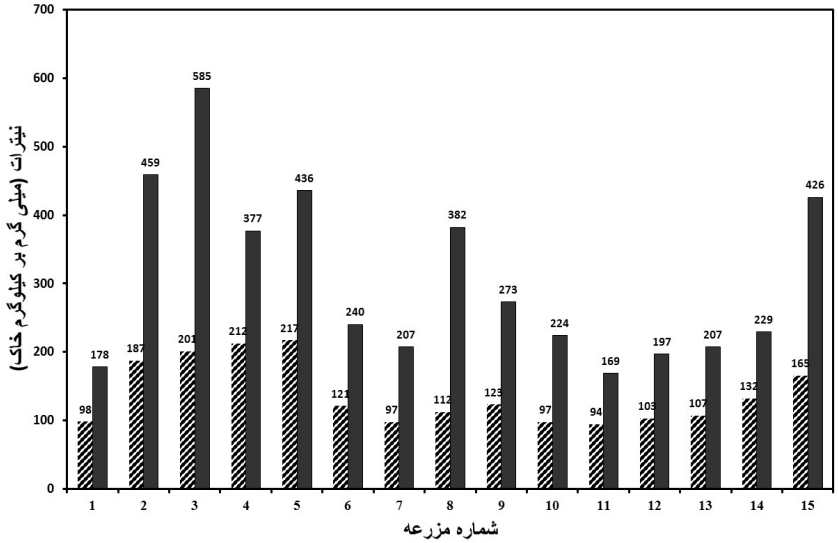
در شکل 2 نیز میزان نیترات قبل و بعد از فصل رشد در عمق 30 تا 60 سانتی‌متری نشان داده شده است. همانند عمق صفر تا 30 سانتی‌متری در این عمق نیز بین میزان نیترات قبل و بعد از فصل رشد در تمام مزارع تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود داشت. به عبارتی تفاوت میزان نیترات در عمق 30 تا 60 سانتی‌متری قبل از کاشت و بعد از برداشت مثبت بوده است، یعنی بعد از برداشت

www.SID.ir

Archive of SID

میزان نیترات در این عمق نسبت به قبل از کاشت افزایش یافته است. متوسط میزان نیترات قبل از کاشت در عمق 30 تا 60 سانتی‌متری در تمام مزارع برابر با 122 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و بعد از فصل رشد برابر با 199 میلی گرم بر کیلوگرم بود که به لحاظ آماری در سطح یک درصد ($p<0/01$) معنی دار بود. نتایج بیانگر غلظت بالای نیترات خاک و عدم نیاز به افزایش بیش از اندازه کود نیتروژنی در بسیاری از مزارع است. لازم به ذکر است میزان مصرف کود اوره در مزارع سیب زمینی مورد بررسی بین 350 تا 600 کیلو گرم در هکتار در سال بود که اکثرا از حد توصیه کودی بیشتر بود (جدول 6). نیتروژن به دلیل تغییر شکل و انتقال در سیستم ناهمگن خاک، یکی از فعال ترین عناصر در طبیعت به شمار می رود. نیترات آنیون بوده و به علت دارا بودن بار منفی جذب کلوئیدهای خاک نمی شود بنابراین می تواند به زیر منطقه ریشه آبشویی شده و در عمق های پایین خاک تجمع یابد. با توجه به نقش نیتروژن بر افزایش عملکرد، سهولت نسبی تهیه کودهای نیتروژنی و پویایی نیتروژن، مصرف کودهای نیتروژنی بالا می‌باشد. از طرفی غلظت نیترات در خاک بسیار متغیر است و بستگی به زمان کوددهی، نوع کود، مقدار کود، زمان آبیاری و میزان جذب نیترات توسط گیاه دارد. به‌نظر می‌رسد با توجه به برداشت نیترات توسط گیاه و آبشویی آسان آن نتوان نتیجه‌گیری مشخص نمود اما آنچه مسلم است این است که کود شیمیایی نیتروژنه اضافه شده به خاک، بخشی از آن جذب گیاه شده و بخش اعظم آن از دسترس گیاه خارج و به لایه‌های زیرین خاک آبشویی شده است

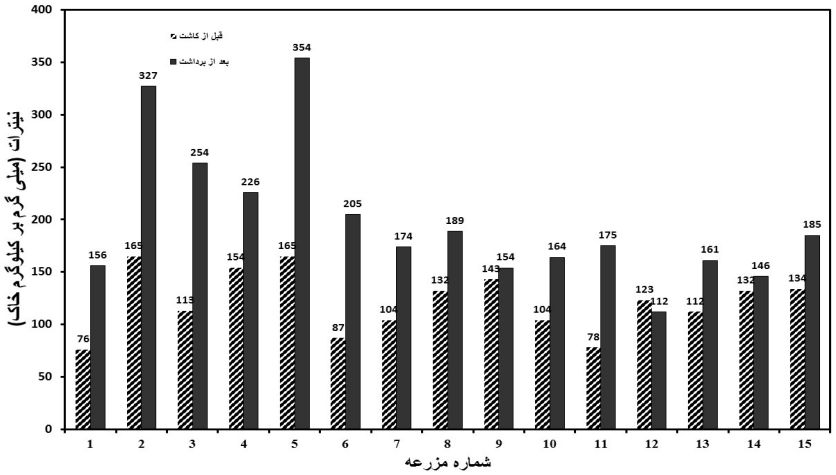
لذا مقدار کم یا زیاد نیترات در خاک مزارع در پایان فصل رشد بیانگر این می‌تواند باشد که باید با احتیاط و با توجه به میزان نیاز گیاه توصیه کودهی صورت پذیرد. بازدیدهای مزرعه‌ای نیز تأیید کننده این مطلب است. بنابراین عدم مدیریت زراعی صحیح در مصرف کود می‌تواند به آلودگی آب و خاک و گیاه و تهدید سلامتی انسان و جانداران منجر شود. همچنین افزایش مقدار نیترات بعد از آزمایش ممکن است به این دلیل باشد که معمولاً کارایی جذب نیتروژن در خاک‌های کشور پایین است از طرفی بر اثر نیتریفیکاسیون مقداری از نیتروژن آلی به معدنی تبدیل می‌شود. مقدار این تبادلات بستگی به درصد مواد آلی خاک، بافت خاک، رطوبت خاک و نیز شرایط آب و هوایی هر منطقه متفاوت است. با توجه به این که معمولا بعد از کاشت سیب‌زمینی، مزارع به صورت آیش می‌ماند، میزان نیترات باقی‌مانده در نیمرخ خاک توسط بارندگی زمستانه آبشویی خواهد شد.



شکل 1- میزان نیترات موجود در عمق 30-0 سانتی‌متری خاک در مزارع سیب‌زمینی

www.SID.ir

Archive of SID



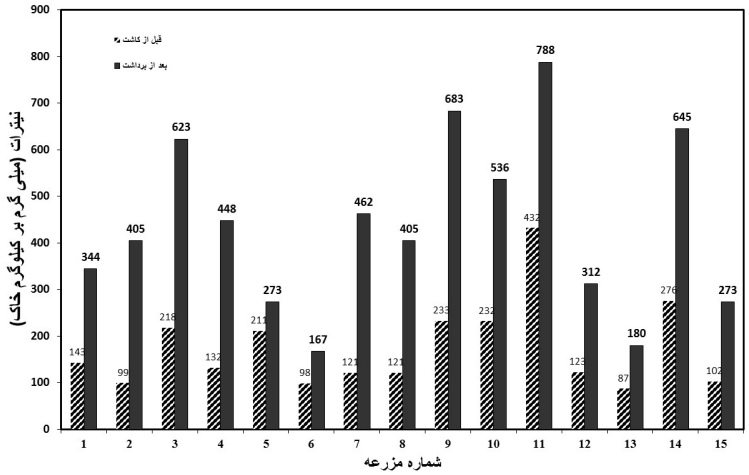
شکل 2- میزان نیترات موجود در عمق 60-30 سانتی‌متری خاک در مزارع سیب‌زمینی

میزان نیترات موجود در خاک قبل و بعد از فصل رشد در مزارع گوجه‌فرنگی

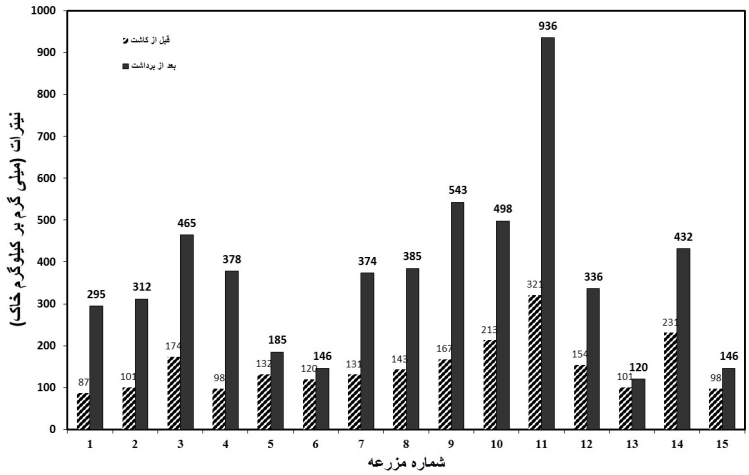
میزان نیترات خاک قبل و بعد از اجرای پروژه (قبل از کاشت، حدوداً اردیبهشت تا خرداد و بعد از برداشت، حدود مهر تا آبان ماه) در مزارع انتخابی گوجه‌فرنگی اندازه‌گیری گردید. نتایج این اندازه‌گیری ها در دو عمق 30-0 و 60-30 سانتی‌متری به ترتیب در شکل های 3 و 4 ارائه شده است. در تمام مزارع میزان نیترات خاک بعد از آزمایش (بعد از برداشت) بیشتر از میزان نیترات خاک قبل از کاشت بود. متوسط غلظت نیترات خاک در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری در تمام مزارع گوجه‌فرنگی قبل از کاشت برابر با 175 میلی‌گرم بر کیلوگرم و بعد از برداشت برابر با 436 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با هم اختلافی برابر با 261 میلی گرم بر کیلوگرم داشتند. با آزمون مشخص گردید که این اختلاف در سطح یک درصد معنی دار می باشد ($p < 0/01$). همانند عمق 30-0 سانتی‌متری، در عمق 60-30 سانتی‌متری نیز بین میزان نیترات قبل و بعد از فصل رشد در تمام مزارع تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد، متوسط غلظت نیترات خاک در عمق 30 تا 60 سانتی‌متری در تمام مزارع گوجه‌فرنگی قبل از کاشت برابر با 151 میلی‌گرم بر کیلوگرم و بعد از برداشت برابر با 370 میلی گرم بر کیلوگرم بود که با هم اختلافی برابر با 219 میلی گرم بر کیلوگرم داشتند. با آزمون مشخص گردید که این اختلاف در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد ($p < 0/01$). کودهای نیتروژنی که در کشاورزی استفاده می‌شوند شامل ترکیبی از نیترات و آمونیوم می‌باشند. زمانی که این کودها در خاک استفاده می‌شوند، به فرم نیترات فعال تبدیل می‌گردند که به آسانی در ناحیه بالای پروفیل خاک توسط ریشه جذب می‌شوند. اگر مقدار اضافه شده بیشتر از جذب گیاه باشد، نیترات باقی‌مانده به خارج از این ناحیه شسته شده و به تدریج به لایه‌های دیگر نفوذ می‌کند و سرانجام به سفره آب زیرزمینی شسته می‌شود. نتایج تحقیق رنجبر و همکاران (1396) نشان داد که با افزایش 67 درصدی کاربرد کود، مقدار جذب نیتروژن ذرت حدود 21 درصد افزایش و تجمع نیترات در انتهای فصل کشت نسبت به ابتدای فصل، در عمق 60 سانتی متری خاک زیر جویچه و پشته‌ها به ترتیب بیش از 3 و 7 برابر افزایش داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 3- میزان نیترات موجود در عمق 30-0 سانتی‌متری خاک در مزارع گوجه‌فرنگی



شکل 4- میزان نیترات موجود در عمق 60-30 سانتی‌متری خاک در مزارع گوجه‌فرنگی

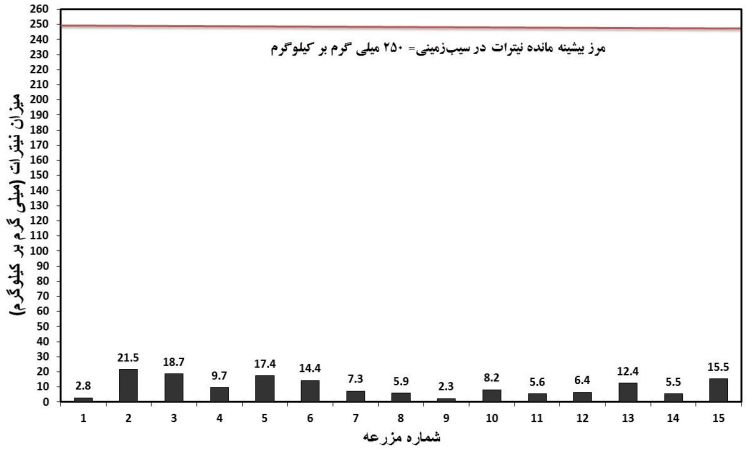
میزان باقی‌مانده نیترات در غده سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی و رابطه آن با آب و کود مصرفی

میزان باقی‌مانده نیترات غده سیب‌زمینی در شکل 5 ارائه شده‌است. حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار غلظت نیترات در گیاه سیب‌زمینی به‌ترتیب 2/3، 21/5، 10/2 و 6/0 میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست‌آمد.کمترین میزان باقی‌مانده نیترات سیب‌زمینی به میزان 2/3 میلی‌گرم بر کیلوگرم در مزرعه شماره 9 به دست آمد. بیشترین آن نیز در مزرعه شماره 2 به میزان 21/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد. رابطه بین باقی‌مانده نیترات در غده سیب‌زمینی (به عنوان پارامتر وابسته) و آب و کود اوره مصرفی (به عنوان پارامترهای مستقل)، رابطه خطی با ضریب همبستگی بالا بود. این رابطه در شکل 6 ارائه شده‌است. با افزایش میزان آب مصرفی مقدار تجمع نیترات در غده سیب‌زمینی کاهش ولی با افزایش مقدار کود اوره مصرفی مقدار تجمع نیترات افزایش یافت. ضریب همبستگی هر دو رابطه در سطح 1 درصد معنی‌دار شد. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران (1400) مرز بشینه مانده نیترات در محصول سیب‌زمینی را 250 میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر اعلام نموده است. مشاهده می‌گردد که میزان نیترات باقی‌مانده در غده‌های سیب‌زمینی در مزارع انتخابی بر مبنای

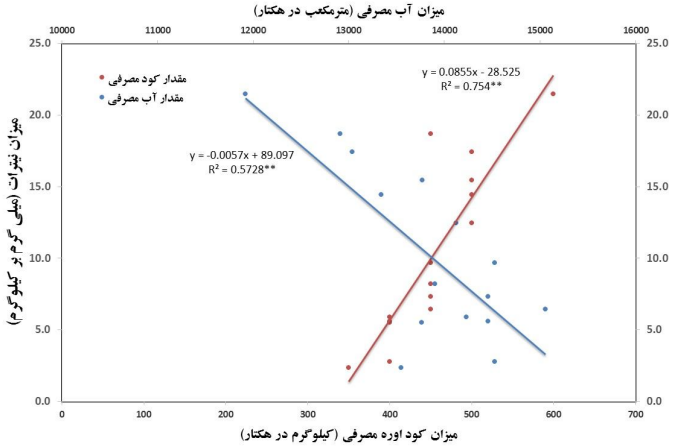
www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد ملی ایران کمتر از مرز بیشینه نیترات می باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات بختیار (2004)؛ اریبهی و همکاران (1998) و برزگری باروق و گرانمایه (1393) مطابقت داشت. تجمع نیترات در گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی مانند، مدیریت متفاوت زراعی (مقدار، نوع، دفعات کوددهی، سامانه آبیاری)، شرایط اقلیمی (مقدار و شدت تابش نور)، رقم، جنس، نوع و سن گیاه، نوع خاک و پ‌هاش آن، تنش رطوبتی، زمان برداشت محصول(صبح یا عصر)، فصل برداشت، نحوه نگهداری محصول پس از برداشت می‌باشد. (کلادیوکو، 2004). بین غلظت نیترات در محیط و مقدار تجمع نیترات گیاهی رابطه مستقیمی وجود دارد و مهم ترین عامل محیطی مؤثر بر تجمع نیترات مقدار یون نیترات قابل دسترس می‌باشد (پیرصاحب و همکاران، 1391).



شکل 5- میزان باقی‌مانده نیترات در غده سیب‌زمینی



شکل 6- رابطه رگرسیونی بین باقی‌مانده نیترات در غده سیب‌زمینی با مقادیر آب و کود مصرفی

میزان باقی‌مانده نیترات در میوه گوجه‌فرنگی در شکل 7 ارائه شده است. حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار غلظت نیترات در گیاه گوجه‌فرنگی به‌ترتیب 16/0، 77/8، 45/1 و 22/6 میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. کمترین میزان باقی‌مانده نیترات گوجه‌فرنگی به میزان 16/0 میلی‌گرم بر کیلوگرم در مزرعه شماره 2 به دست آمد و بیشترین آن نیز در مزرعه شماره 7 به میزان 77/8 میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد. رابطه بین باقی‌مانده نیترات در میوه گوجه‌فرنگی (به عنوان پارامتر وابسته) و آب و کود اوره مصرفی (به عنوان پارامترهای مستقل) در

www.SID.ir

Archive of SID

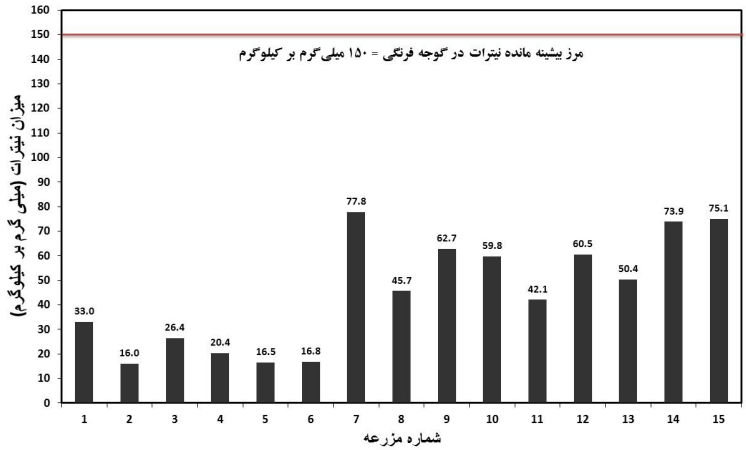
شکل 8 ارائه شده است. مشاهده می‌گردد که با افزایش میزان کود اوره مصرفی، میزان باقی‌مانده نیترات در گوجه‌فرنگی افزایش یافته است. مقدار ضریب همبستگی برابر با 0/877 بود که در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بود ولی رابطه میزان باقی‌مانده نیترات گوجه‌فرنگی با میزان آب مصرفی از نظر آماری معنی‌دار نگردید (شکل 8). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران (1400) مرز بشینه مانده نیترات در محصول گوجه‌فرنگی را 150 میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر اعلام نموده است. ملاحظه می‌گردد که میزان نیترات باقی‌مانده در گوجه فرنگی در مزارع انتخابی بر مبنای استاندارد ملی ایران کمتر از مرز بیشینه نیترات می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات ملکوتی و همکاران (1384)، رضائیان (1385) و عباسی و ظریفیان سبحانی (1387) مطابقت داشت. درویش و همکاران (2002) کاربرد کود و آب اضافی را دلیل اصلی آلودگی آب و خاک بیان نمودند. میانگین سطوح نیترات در محصولات مختلف مصرفی کشورهای مختلف، روند متفاوتی نشان داده‌است (چونگ و همکاران، 2003). به منظور انجام رگرسیون گام به گام، باقی‌مانده نیترات به عنوان متغیر وابسته و مقادیر آب و کود به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. نتایج در جدول 7 حاکی از آنست که مقدار کود اوره مصرفی اثر مستقیم و بیشترین سهم را در باقی‌مانده نیترات در دو محصول سیب‌زمینی و گوجه فرنگی داشته است ولی میزان آب مصرفی اثر عکس داشته است.

جدول 7- نتایج رگرسیونی بین باقی‌مانده نیترات در غده سیب زمینی و گوجه فرنگی با مثادیر آب و کود مصرفی

ضریب تبیین	ضرایب استاندار شده	معادله رگرسیونی
$R^2= 0.573^{**}$	$X_1= -0.748$	$No_{3\text{-Potato}}= 89.097-0.006\ X_1$
$R^2= 0.754^{**}$	$X_2= 0.868$	$No_{3\text{-Potato}}= -28.555+0.086\ X_2$
$R^2= 0.852^{**}$	$X_1= -0.384\ ,\ X_2= 0.647$	$No_{3\text{-Potato}}= 21.368-0.003\ X_1+0.064\ X_2$
$R^2= 0.242^{ns}$	$X_1= -0.492$	$No_{3\text{-Tomato}}= 185.36-0.01\ X_1$
$R^2= 0.843^{**}$	$X_2= 0.918$	$No_{3\text{-Tomato}}= -45.698+0.194\ X_2$
$R^2= 0.854^{**}$	$X_1= -0.124\ ,\ X_2= 0.885$	$No_{3\text{-Tomato}}= -5.015-0.003\ X_1+0.183\ X_2$

X1 و X2 بترتیب میزان آب و کود مصرفی می باشد.

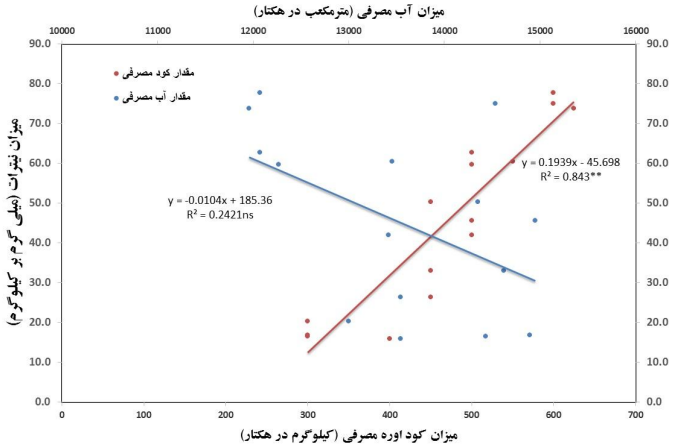
** و ns به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال 1 درصد و عدم اختلاف معنی دار می باشد



شکل 7- میزان باقی‌مانده نیترات در میوه گوجه‌فرنگی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 8- رابطه رگرسیونی بین باقی‌مانده نیترات در گوجه‌فرنگی با مقادیر آب و کود مصرفی

نتیجه‌گیری

مصرف آب آبیاری در اکثر مزارع زیاد بود و باید کاهش داده شود. این کاهش می تواند با طراحی مناسب و بهینه سامانه های آبیاری سطحی موجود و یا تغییر روش آبیاری سطحی به سامانه های آبیاری نوین (به خصوص آبیاری قطره ای) اتفاق افتد. به دلیل پویایی بسیار زیاد کودهای نیتروژنی، مصرف آنها حتما به صورت چند باره (تقسیط) مطابق با حداکثر زمان نیاز گیاه انجام گیرد تا ضمن حفظ محیط زیست، کارایی جذب آنها افزایش و اثر بخشی نیز بیشتر شود. تقسیط می‌تواند به این صورت باشد که یک چهارم تا یک سوم همزمان با کاشت و مابقی به صورت سرک در خاک های سنگین در دو نوبت، در خاک های متوسط در سه نوبت و در خاک های شنی تا چهار نوبت مصرف شود. ضمنا میزان مصرف کود با توجه به میزان ماده آلی خاک باید تعیین و از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی که باعث تجمع نیترات در محصولات زراعی و به ویژه سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی می‌شود خودداری گردد. مصرف کودها بایستی متعادل و مطابق با میزان برداشت، نوع محصولات و عملکرد آنها باشد. به طور کلی با اضافه کردن تعداد دفعات تقسیط کودهای نیتروژنی و مصرف کودهایی نظیر اوره با پوشش گوگردی، کارایی استفاده از نیتروژن و کیفیت محصولات تولیدی افزایش یافته و نهایتاً از میزان آلودگی آب های زیرزمینی به نیترات (به خصوص در مناطقی که سطح آب های زیرزمینی بالاست) و تجمع نیترات در محصولاتی مانند سیب‌زمینی و گوجه فرنگی کاسته شود و این امر در ارتقاء سلامت جامعه نقش بسیار مثبتی خواهد داشت.

فهرست منابع:

1. امامی, ع. 1375. روشهای تجزیه شیمیایی گیاه (جلد1). نشریه فنی شماره 982، وزارت جهادکشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب.
2. برزگری باروق، ق و گرانمایه،ج .1393. بررسی میزان تجمع نیترات در محصول خیار. سومین کنکره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، دانشگاه محقق اردبیلی. 5 صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

3. پیرصاحب، م .رحیمیان، س و پاسدار خشکناب، ی .1391. مقدار نیترات و نیتریت در سبزیجات و صیفی‌جات مصرفی شهر کرمانشاه. مجله دانش علوم پزشکی کرمانشاه، دوره 16، شماره 1، صفحات 76 تا 83.
4. دهقانی، م و مشایخی، پ. 1397. بررسی تاثیرآبشوئی نیترات از منابع کودی بر آبهای زیرزمینی تحت رژیم‌های آبیاری. هفتمین کنفرانس ملی مدیریت آب ایران، دانشگاه یزد. 6 صفحه.
5. رضائیان باجگبران، س. 1385. بررسی وضعیت تجمع نیترات در سبزی و صیفی شهرستانهای مشهد، نیشابور و سبزوار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی. 26 صفحه.
6. رنجبر، الف.، رحیمی خوب ،ع. وراوی پور، م و ابراهیمیان طالشی، ح . 1396. بررسی توزیع نیترات و آمونیوم در زیر جویچه و پشته و جذب نیتروژن توسط ذرت در شرایط کاربرد مقادیر مختلف کود اوره .تحقیقات آب و خاک ایران، جلد 48، شماره 4، صفحات 891 الی 904.
7. زلفی باوریانی، م. رشیدی، ن. نوروزی، م . بیات، پ. 1398. اثرات متقابل نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب و نیتروژن در گوجه فرنگی در استان بوشهر. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، شماره 35، بهار 1398. 168 الی 181.
8. سلیسپور، م و م. ر، ممیزی. 1385. مدیریت مصرف نیتروژن در محصولات سبزی و صیفی. انتشارات مرز دانش، 183 صفحه.
9. طباطبایی، س. ج و م. ج. ملکوتی. 1376. اثر مقادیر مختلف اوره و تاثیر متقابل آن با فسفر و پتاسیم بر عملکرد و تجمع نیترات در سیب‌زمینی. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد 11، شماره 1، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
10. عباس زاده، م و ظریفیان سبحانی، ر. 1387. بررسی تجمع نیترات در گوجه فرنگی بر اثر مصرف کودهای ازته. اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه فرنگی، مشهد، 6 صفحه.
11. علی احیائی، م و بهبهانی، ع. آ. 1372. روشهای تجزیه شیمیایی خاک و آب (جلد اول). نشریه فنی شماره 893، وزارت جهادکشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
12. علی احیائی، م. 1376. روشهای تجزیه شیمیایی خاک (جلد دو). نشریه فنی شماره 1024، وزارت جهادکشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
13. لشکری پور، غ و م. غفوری. 1381. بررسی وضعیت نیترات در آبهای زیرزمینی مشهد، مجله آب و فاضلاب، شماره 41، صفحات 2 تا 7.
14. لطیف، م.، س. ف. موسوی، م. افیونی و س. ولایتی. 1384. بررسی آلودگی نیترات و منشایابی آن در آبهای زیرزمینی دشت مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 2، خرداد- تیر 1384، صفحات 21 تا 31.
15. ملکوتی، م. ج و س. ج. طباطبایی. 1377. استفاده از کودهای آلی و شیمیایی برای افزایش تولید و کنترل غلظت نیترات در غده های سیب‌زمینی در ایران. شورای عالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی، نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.
16. ملکوتی، م. ج و م. ن. غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه. نشر آموزش کشاورزی. 92 صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

17. ملکوتی، م.ج.، الف. بای بوردی، و س.ج. طباطبایی. 1383. مصرف بهینه کود گامی موثر در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقای سطح سلامت جامعه. نشر علوم کشاورزی، چاپ اول، 338 صفحه.

18. ملکوتی، م.ج.، الف. نوری، س. سماواتی و م. بصیرت. 1384. علل تجمع نیترات در سبزیهای میوه ای (خیار، گوجه‌فرنگی و ...) و روشهای کنترل آن. نشریه فنی شماره 414، انتشارات سینا، وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

19. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران. 1400. مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی ، شماره 16596.

20. نیک عمل لاریجانی، ن. حسن اقلی، ع. مشعل، م, و لیاقت ع. 1390. تعیین میزان انتقال نیترات در دو بافت خاک در نتیجه کاربرد کودهای آلی (مرغی، گاوی و لجن فاضلاب). نشریه آب و خاک، دوره 25، شماره 4، صفحات 708 الی 718.

21. یزداندوست همدانی، م. 1379. بررسی ارتباط مقدار مصرف ازت با تجمع نیترات در ارقام سیب‌زمینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، 19 صفحه.

22. یگانه، م.، ک. بازرگان، م. سمائی، م. فیض اله زراده امینی و ش. طباخیان. 1397. بررسی میزان باقی‌مانده نیترات در سیب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان مرکزی میوه و تره بار تهران. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد 32، شماره 4، صفحات 471 تا 483.

23. Babiker, I. S.2004. "Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system", Environment International, 2004, 29 (8): 1009- 1017.
24. Brian, J., Bohman Carl, J. Rosen David, J. Mulla. 2019. Impact of variable rate nitrogen and reduced irrigation management on nitrate leaching for potato. J. Environ. Qual, 49:281–291.
25. Chung, S.Y., J.S. Kim, M. Kim, M.K. Hong, J.O. Lee, C.M. Kim, and I.S. Song. 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. Food Additives & Contaminants, 20(7): 621-628.
26. Darwish. T., T. Atallah, M. Elkhatb, and S. Hajasan. 2002. Impact of irrigation and fertigation on No3 leaching and soil-griound water contamination in Lebanon. 17th WCSS, 14-21 Agaust 2002, Thailand.
27. Errebhi, M., C.J. Rosen, S.C. Gupta, and D.E. Birong. 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influnced by nitrogen management. Agron.J. 90: 10-15.
28. Khan, M., Khani, M.J. Sarwar1, T. and Khan, M.J. 2019. Simulation of Nitrate Leaching under Different Irrigation Deficit and Nitrogen Levels in Tomato Crop using HYDRUS 1-D. Sarhad Journal of Agriculture. 35(1): 126-133.
29. Kladivko, E.J. 2004." Nitrate leaching to subsurface drains as affected by drain spacing and changes in crop production system", Journal of Environmental Quality, 2004, 33(5): 1803- 1813.
30. Malak A.E.R. and E.A. Al-Ashkar. 2007."The Effect of Different Fertilizers on the Heavy Metals in Soil and Tomato Plant", Australian Journal of Basic and Applied Sciences,1(3): 300-306.
31. Roberts, S., W.H. Weaver, J.P. Phelps. 1982. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes in a sandy soil. Agron. J. 69: 251-257.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Singandhupe, R.B., G.G.S.N. Rao, N.G. Patial and P.S. Brahmanand. 2003. "Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (Lycopersicon esculentum L.)", Europ. J.Agronomy 19, 327-340.
33. Wang Q, F. Li, E. Zhang, G. Li, and M. Vance. 2012. The effects of irrigation and nitrogen application rates on yield of spring wheat (longfu-920), and water use efficiency and nitrate nitrogen accumulation in soil. Austr J Crop Sci., 6:662-672.
34. Zegbe-Dominguez, J.A., M.H. Behboudian, A. Lang and B.E. Clothier. 2003." Water relation, growth, and yield of processing tomatoes under partial rootzone drying", Scientia Hort, 98: 505-510.
35. Zotarelli, L., J.M. Scholberg, M.D. Dukes, R.M. Carpena, and J. Icerman. 2009. " Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation cheduling", Agricultural Water Management 96, 23 – 34.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on Soil Nitrate Pollution and Nitrate Accumulation in Potato and Tomato of Farmers' Fields in Mashhad Plain

M. Joleini[1], M. Karimi, A. Zolfagharan, and S. F. Fazeli Kakhki

Scientific member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); E-mail: mjolaini_re@yahoo.com
Scientific member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO; E-mail: mohammad_2203@yahoo.com
Scientific member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO; E-mail: azolfagharan@yahoo.com
Scientific member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO; E-mail; lsf_fazeli@yahoo.com

Received: September, 2020 and Accepted: July, 2020

Abstracts

Water and nitrogen are two important factors that affect yield and plant growth. Excessive use of chemical fertilizers in recent decades, especially nitrogen fertilizer, has caused to nitrate pollution in soil, water and environment. This study was carried out to investigate the effects of different amounts of water and nitrogen fertilizers on the accumulation of nitrate in soil, tomato and potato plants. Research was performed on farms of Mashhad plain. Selected farms included 15 tomato and 15 potatoes fields. Irrigation method in all fields was furrow irrigation. During the growing season, the amount of water and nitrogen were measured in all fields. At the beginning and end of the growing season, the amount of nitrate in the soil (two depths of zero to 30 and 30 to 60 cm) and at the end of the growing season, the content of nitrate in both potato and tomato crops were measured. The measurement method was spectrophotometry (spectroscopy) at 540 nm. Results showed that the amount of water and fertilizer consumed in potato fields were higher than required. But, in tomato fields, water consumption was more than the required amount and, in some fields, the fertilizer was higher, and in some less than the recommended amount. With increasing water, nitrate decreased in two depth 0-30 and 60-30 cm whereas with the increase in fertilizer urea, soil residual nitrate increased at the end of the season. With increase in fertilizer application, nitrate residue in the plants increased. Thus, effects of excessive water on nitrate leaching and creating environmental problems are serious. To avoid such problems, crops water requirement must be estimated with great care. Also, fertilizer application should be balanced and in accordance with the type of plant and its yield.

Keywords: Water and fertilizer management, Crop water requirement, Fertilizer leaching

[1]. Corresponding author: Scientific member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization

www.SID.ir