

استفاده از روش ایزوتوپی ازت-۱۵ در بررسی کارایی سطوح مختلف اوره تحت سیستم کود-آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش شیاری در گیاه گوجه فرنگی

میر احمد موسوی شلمانی^{*}، نصرت اله ثاقب، محمد صادق حبیبی، سعد اله تیموری، علی خراسانی، نجات پیرولی بیرانوند
مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۱۴۸۵-۴۹۸، ایران - کرج

چکیده: برای تعیین سطح مقدار مناسب اوره به منظور افزایش کارایی مصرف ازت و میزان تولید محصول در سیستم کود-آبیاری قطره‌ای^(۱) و مقایسه آن با "روش شیاری" کود و آب‌دهی سنتی، آزمایشی به صورت طرح قطعه‌های کاملاً تصادفی در پنج تیمار و چهار تکرار در کرت‌های ۳۵ متر مربعی به اجرا درآمد. تیمارهای N_0 ، N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب با مقادیر ۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم ازت در لیتر (بصورت کود اوره) و همراه با آب در سیستم کود-آبیاری قطره‌ای به عمل آمد. در تیمار شیاری (NS)، از معادل سطح کودی تیمار N_2 به صورت کاشت ردیفی استفاده شد. شش گیاه در وسط هر کرت انتخاب و کود اوره نشاندار شده با ازت - ۱۵ به آنها داده شد. کنترل رطوبت ناحیه ریشه گیاه و برنامه ریزی آبیاری، به وسیله دستگاه نوترون سنج صورت گرفت. نتایج حاصل نشان می‌دهند که با وجود افزایش مقادیر کود در سیستم کود-آبیاری، سهم گیاه در جذب عنصر ازت تقریباً ثابت می‌ماند و در نتیجه به مقدار اتلاف افزوده می‌شود. بر این اساس، تیمار N_1 با استحصال ۵۴٪ ازت از کود، بیشترین کارایی مصرف کود اوره را در شرایط بکار رفته داشته است. تیمارهای N_2 و N_3 به ترتیب مقادیر ۳۹٪ و ۳۱٪ ازت دریافت کرده‌اند، و سیستم آبیاری شیاری با اتلاف ۸۳٪ از ازت کود، کمترین بازدهی را داشته است.

واژه‌های کلیدی: ازت-۱۵، آبیاری شیاری، کود-آبیاری قطره‌ای، کارایی مصرف اوره، سطوح ازت، گوجه فرنگی

Use of ¹⁵N Methodology to Assess Urea Use Efficiency under Different Nitrogen Levels in Fertigation System and Comparison with Furrow Irrigation on Tomato

M.A. Mousavi Shalmani*, N. Sagheb, M.S. Hobbi, S. Teimoori, A. Khorasani, N. Piervali

Nuclear Research Center for Agriculture and Medicine, AEOI, P. O. Box: 31485-498, Karaj -Iran

Abstract: In order to determine a suitable level of nitrogen fertilizer for simultaneous increasing the nitrogen fertilizer use efficiency and the yield production under the trickle fertigation system in comparison with the furrow irrigation, an experimental design was conducted in a randomized complete block (RCB) with five treatments and four replications in plots of 35 square meters area. The treatments of N_0 , N_1 , N_2 and N_3 received 0, 100, 150 and 200 mgN/lit, respectively under the trickle fertigation, and for the treatment of N_s the amount of fertilizer were equal to N_2 but under the furrow irrigation system. Fertilization and irrigation were performed by means of two fertigator pumps (one for urea and the other for ammonium phosphate and potassium sulfate). In order to determine the nitrogen fertilizer use efficiency, six plants in the middle of each plot received ¹⁵N labeled urea (isotopic form of ¹⁴N) through plastic containers. Irrigation schedule and soil moisture monitoring were performed by means of a neutron gauge. The results showed that in spite of increasing the nitrogen levels in the fertigation system, the nitrogen fertilizer use efficiency decreases. In this respect, the treatment of N_1 could absorb % 54 of nitrogen fertilizer which indicated that the highest fertilizer use efficiency under the current design condition and the final nitrogen fertilizer use efficiency for N_2 and N_3 treatments are %39 and %31, respectively. In addition, the traditional treatment (N_s), with %83 losses of nitrogen had the lowest rate of fertilizer use efficiency.

Keywords: ¹⁵N, trickle fertigation, furrow irrigation, nitrogen fertilizer use efficiency, nitrogen levels, tomato

* email: mmousavi@seai.neda.net.ir

کرت به گیاهان ایزوتوبی اختصاص داده شد. تغذیه کودی گیاهان ایزوتوبی در هر تیمار همانند گیاهان غیر ایزوتوبی آن تیمار بود، با این تفاوت که ازت دریافتی این گیاهان، ۱/۸ اتم درصد اضافه ازت-۱۵ را دربرداشت. برای کنترل رطوبت ناحیه ریشه گیاه و برنامه‌ریزی آبیاری، از دستگاه نوترون‌سنج استفاده شد [۳]. نمونه‌های گیاهی، پس از برداشت محصول، به اندامهای میوه و رویشی تفکیک شدند و نمونه‌گیری فرعی ایزوتوبی بر روی هر اندام صورت گرفت. سپس درصد ازت کل به روش "کج‌دال" (۳) معین شد و پس از آماده‌سازی لامپهای ازت، با استفاده از "طیف‌سنج نثری" (۴) نسبت ایزوتوبی $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ تعیین گردید [۳] و در نهایت، با استفاده از معادلات ۱ و ۲ کارایی مصرف اوره حساب شد.

$$\%NdfF = \frac{\%15\text{-Na.e.PlantSample}}{\%15\text{-Na.e.LabelledFertilizer}} \times 100 \quad (1)$$

$\%NdfF$ = درصد جذب ازت کود

گیاه ^{15}N a.e. = اتم درصد اضافه ازت - ۱۵ در نمونه گیاهی

کود نشاندار شده ^{15}N a.e. = اتم درصد اضافه ازت - ۱۵ در کود
ازت دار مورد مصرف

$$\%NUE = \%NdfF \times \frac{D.M.Y}{R.N.A} \times \frac{\%N}{100} \quad (2)$$

$\%NUE$ = درصد کارایی مصرف کود ازت دار

D.M.Y = محصول خشک اندام گیاهی (Kg/ha)

$\%N$ = درصد ازت موجود در بافت گیاهی

R.N.A = میزان کود ازت دار مورد مصرف (KgN/ha)

۳- یافته‌ها

در تیمارهای کود-آبیاری، تفاوت معنی‌داری در محصول تر، محصول خشک و محصول ازت کود در میوه گیاه مشاهده نمی‌شود (جدول ۱). بیشترین استحصال ازت از منبع کود اوره در تیمار N_1 به میزان ۳۵٪ بوده است و تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارهای کود-آبیاری مشاهده نمی‌شود. بر این اساس، تیمار سنتی با بازیافت ۱۰٪ از عناصر کودی، کمترین استحصال کود در اندام میوه را داشته است. در مورد اندام رویشی گیاه، در تیمار N_2 بیشترین میزان

عدم قابلیت توزیع یکنواخت زمانی و مکانی کود و پخش غیریکنواخت آب در خاک، عواملی هستند که سبب کاهش کارایی کود ازت دار در روش شیاری می‌شوند [۴]. بررسی کاربرد ایزوتوب ازت-۱۵ در سیستم کود-آبیاری قطره‌ای نشان داده است که بازدهی مصرف ازت تا ۸۵٪ ممکن است افزایش یابد و در نتیجه، افزایش تولید محصول در واحد سطح را در پی داشته باشد [۱]. هر چند فن کود-آبیاری قطره‌ای از ۱۹۶۰ کاربرد روز افزون جهانی یافته است، اما به علت وجود متغیرهای متعدد، رسیدن به هدفها، آن طور که مورد نظر بوده میسر نشده است. بدین جهت در سال ۱۳۷۳ (۱۹۹۴) در قالب فراخوان، پروژه موازنه آب و مواد غذایی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار به توسط شاخه همکاری‌های فنی FAO/IAEA به چند کشور مدیترانه‌ای و غرب آسیایی (از جمله ایران) پیشنهاد شد. در واقع، نتایج حاصل از این طرح، دسترسی به اهداف زیر بوده است:

- ارزیابی میزان تولید محصول و استحصال ازت کود، تحت سیستم کود-آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با کاربرد سنتی کود و آب.
- تعیین مقدار مناسب کود اوره به منظور افزایش کارایی مصرف کود ازت دار و میزان تولید محصول.

۲- روش کار

این طرح در سال ۱۳۷۶ به صورت قطعه‌های کاملاً تصادفی در پنج تیمار و چهار تکرار در کرت‌های ۳۵ مترمربعی به اجرا درآمد. با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل خاک، نیاز پایه گیاه به مواد غذایی، سطح خیس شده خاک، ارزش تغذیه حاشیه‌ای خاک (۲) و کارایی مصرفی نظری مواد (تحت سیستم آبیاری قطره‌ای و روش شیاری)، سطح کودی مناسب برای تیمار N_2 برابر با ۳۰۰ کیلوگرم ازت در هر هکتار (KgN/ha) در نظر گرفته شد [۴] و درست همین مقدار نیز برای تیمار سنتی شیاری به کار رفت. برای تعیین مناسب‌ترین سطح اوره به روش کود-آبیاری، سطوح ۰/۶۷ برابر و ۱/۳۳ برابر تیمار N_2 ، به ترتیب در تیمارهای N_1 و N_3 اعمال شد. در طراحی سیستم کود-آبیاری قطره‌ای هر کرت شامل ۵ خط آبیاری هر یک به طول ۷ متر و به فاصله یک متر از یکدیگر تنظیم و فواصل قطره چکانها از هم ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. شش بوته در وسط هر

جدول ۱- تجزیه و تحلیل ایزوتوپی بازیافت سطوح مختلف اوره در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی در گیاه گوجه فرنگی

اندام گیاهی	نیمار	محصول تر Ton/ha	محصول خشک Ton/ha	ازت کل %	جذب ازت کود %	محصول ازت کود KgN/ha	بازدهی مصرف ازت %
میوه	N ₀	50 ± 12 ^B	37.0 ± 1.3 ^B	37.3 ± 0.10 ^{NS}	0	0	0
	N ₁	85 ± 17 ^A	50.1 ± 0.8 ^A	37.8 ± 0.1 ^{NS}	36 ± 12 ^A	70 ± 21 ^A	35 ± 7 ^A
	N ₂	86 ± 21 ^A	50.2 ± 0.8 ^A	37.7 ± 0.1 ^{NS}	35 ± 8 ^A	67 ± 24 ^A	22 ± 4 ^B
	N _r	77 ± 14 ^A	47.6 ± 1.1 ^{AB}	37.0 ± 0.1 ^{NS}	39 ± 6 ^A	63 ± 17 ^A	16 ± 7 ^B
	N _s	55 ± 13 ^B	37.3 ± 1.0 ^B	37.2 ± 0.3 ^{NS}	28 ± 11 ^B	30 ± 18 ^B	10 ± 3 ^C
رویشی	N ₀	18 ± 3 ^B	47.3 ± 1.4 ^{AB}	27.2 ± 0.1 ^{NS}	0	0	0
	N ₁	23 ± 5 ^A	50.2 ± 0.8 ^{AB}	27.4 ± 0.2 ^{NS}	30 ± 7 ^B	38 ± 7 ^A	19 ± 3 ^A
	N ₂	27 ± 5 ^A	67.2 ± 1.3 ^A	27.3 ± 0.2 ^{NS}	36 ± 7 ^B	51 ± 8 ^A	17 ± 2 ^A
	N _r	22 ± 4 ^A	47.7 ± 1.6 ^{AB}	27.7 ± 0.10 ^{NS}	48 ± 14 ^A	61 ± 13 ^A	15 ± 2 ^A
	N _s	13 ± 3 ^B	37.2 ± 1.0 ^B	27.3 ± 0.2 ^{NS}	30 ± 13 ^B	22 ± 13 ^B	7 ± 3 ^B

- داده‌ها: میانگین چهار تکرار

- حروف مشابه A و B در هر ستون نشانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح 5% (آزمون دانکن) است.

- NS: بدون معنی

تأمین گردیده است و افزایش سطح کود ازت‌دار، به علت عدم وجود عاملهای مؤثر در جذب کود، سبب افزایش %NdfF نشده است (شکل ۲).

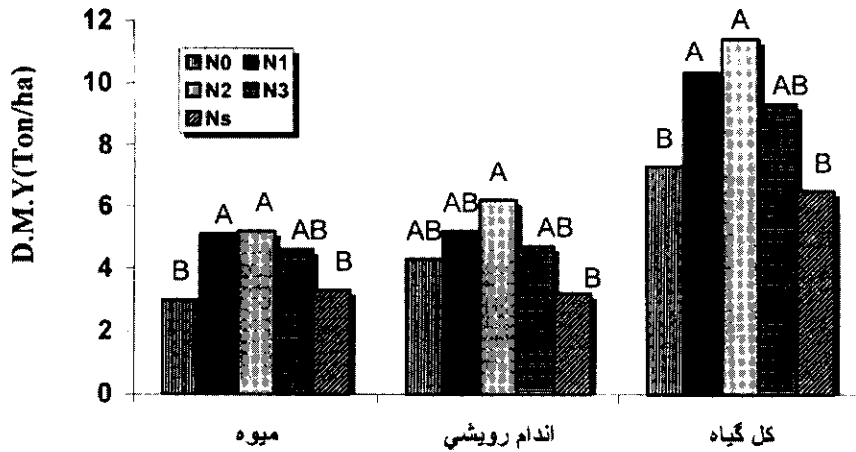
با افزایش سطوح کودی، سهم میوه و کل گیاه در استحصال عنصر ازت "تقریباً ثابت باقی مانده و در نتیجه، میزان اتلاف آن افزایش یافته است. بنابراین بیشترین استحصال کود ازت‌دار را می‌توان به تیمار N₁ نسبت داد که مؤید بیشترین کارایی مصرف کود در شرایط بکار رفته در طرح می‌باشد. تیمارهای N₂ و N_r با بازدهی به ترتیب ۳۹ و ۳۱ درصد، در درجه دوم اهمیت قرار گرفته‌اند. با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در تولید میوه و به سبب بازدهی بیشتر مصرف کود در تیمار N₁، به نظر می‌رسد که سطح بهینه کود ازت‌دار (در شرایط اجرای طرح) تا ۲۰۰ کیلو گرم ازت در هکتار باشد و محتمل است که در صورت رساندن این شرایط به شرایط ایده‌ال، با در نظر گرفتن عاملهای مؤثر در جذب (در نتیجه افزایش تولید گیاهی) نیاز پایه گیاه به عنصر ازت در سطح بالاتر از ۲۰۰ قرار گیرد (شکل ۳).

محصول ماده خشک تولید شده است (۶/۲ تن در هکتار)، اما با وجود مقادیر تقریباً مساوی ازت کل (۲/۴ %)، تفاوت معنی‌داری در محصول ازت کود در تیمارهای کود- آبیاری مشاهده نمی‌شود. درصد جذب ازت کود نیز در این اندام به میزان ۱/۵ درصد بیشتر از میوه گیاه گوجه فرنگی بوده است. بنابراین از هر ۱۰۰ اتم ازت وارد شده به اندام رویشی، می‌توان ۳۶ اتم را به منبع کود اوره نسبت داد.

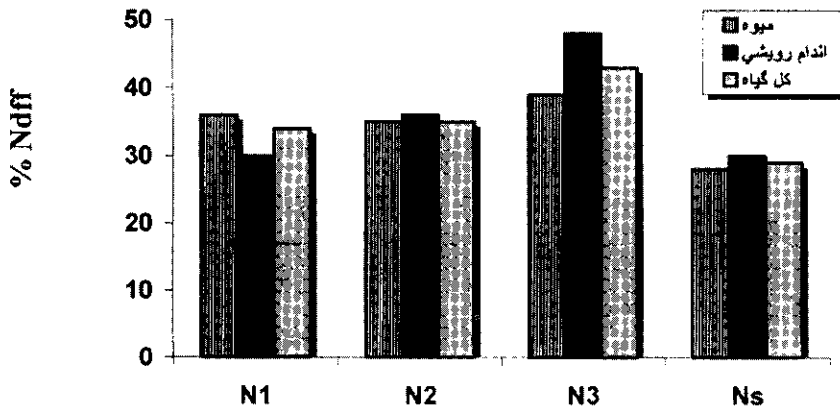
۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این کار پژوهشی، عدم استفاده از کود ازت‌دار، در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای کاهش محصول خشک چشمگیری را بدنبال داشته است (N₀=۳ Ton/ha). پس از بکار بردن ۲۰۰ کیلو گرم ازت در هکتار، افزایش تولید میوه نسبت به روش سنتی به میزان ۲/۱ تن در هکتار رسیده است (N₁ = 50.1 Ton/ha) که مؤید لزوم استفاده از کود، در شرایط بکار رفته در طرح می‌باشد. در این طرح، افزایش سطوح ازت در سیستم کود- آبیاری بر میزان محصول اثر محسوسی نداشته است (شکل ۱).

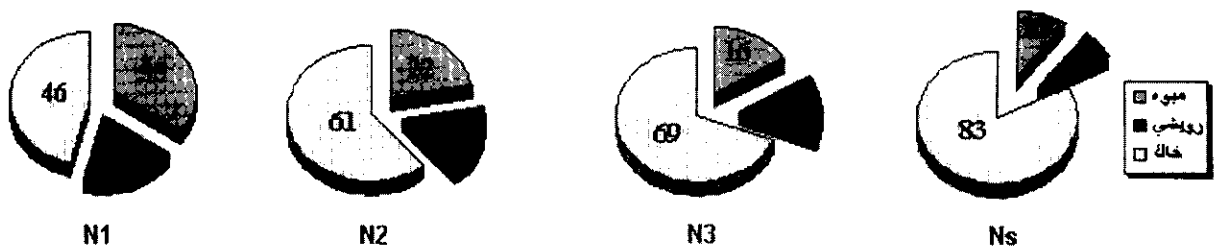
در تیمارهای کود- آبیاری، به طور متوسط ۳۶/۷ درصد از اتمهای ازت وارد شده به بوته گیاه گوجه فرنگی، از منبع کود



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف کود ازت دار در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی در تولید محصول خشک گیاه گوجه فرنگی



شکل ۲- بررسی و مقایسه درصد جذب ازت کود (Ndff) تحت تأثیر سطوح مختلف کود اوره در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی



شکل ۳- توزیع ازت نشاندار شده کود اوره در اندامهای مختلف گیاه گوجه‌فرنگی تحت سطوح مختلف کودی در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی



تشکر و قدر دانی

وظیفه خود می‌دانیم بدین وسیله از مساعدت‌های ریاست محترم وقت مرکز، جناب آقای دکتر حسین آفریده و سرپرست محترم بخش کشاورزی هسته‌ای جناب آقای دکتر فرامرز مجد سپاسگزاری و از سایر اعضای گروه خاک و آب به ویژه آقای رحمان رحمتی به سبب همکاری صمیمانه در اجرای طرح تشکر نمایم.

مقایسه نتایج تیمارهای Ns (سستی) و N_p مؤید این نکته می‌باشند که به رغم بکار بردن سطح کودی یکسان در این دو تیمار، میزان اتلاف ازت در روش شیاری ۲۲ درصد بیشتر از حالتی است که کود درون سیستم آبیاری تزریق شود. در روش سستی تنها ۱۷ درصد ازت کود مورد استفاده گیاه قرار گرفته (شکل ۳)، که نشانگر ضعف این روش در تأمین عناصر مورد نیاز گیاه است.

پی‌نوشت‌ها:

- ۱- trickle fertigation - تزیق کود و مواد شیمیایی دیگر در سیستم آبیاری تحت فشار و انتقال آن به محدوده توزیع ریشه گیاه
- ۲-soil nutrition marginal value
- ۳-kjeldahl
- ۴-emission spectrometer

References:

۱. ن. ثاقب و همکاران، "استفاده از روش ایزوتوپی ازت - ۱۵ برای تعیین کارایی اوره در کود- آبیاری گوجه فرنگی"، مجموعه مقالات کوتاه هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد، صفحات ۴۲۰-۴۱۹ (۱۳۸۰).
۲. م. ا. موسوی شلمانی و همکاران، "برآورد و مقایسه کارایی مصرف اوره طبق روشهای تفاضلی و ایزوتوپی در گیاه گوجه فرنگی تحت سیستم کود- آبیاری قطره‌ای"، نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران، شماره ۲۴، صفحات ۵۵-۴۷ (۱۳۸۰).
3. IAEA, "Use of nuclear techniques in studies of soil - plant relationships," Training Course Series, No. 2, 26-34 (1990).
4. I. Papadopoulos, "Fertilizer in irrigated agriculture and potential pollution impact (step by step)," Technical Report, Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus (1995).