



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

میر احمد موسوی شلمانی*، نصرت اله ثاقب، محمد صادق حبّی، 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 آوره 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 آوره) 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 آوره 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 آوره 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 آوره، سطوح ازت، گوجه فرنگی

Use of ^{15}N 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 Ns 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 ^{15}N labeled urea (isotopic form of ^{14}N) 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 (Ns), with 83% losses of nitrogen had the lowest rate of fertilizer use efficiency.

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



۱- مقدمه

عدم قابلیت توزیع یکنواخت ۴۴ زمانی و مکانی کود و پخش غیریکنواخت آب در خاک، عواملی هستند که سبب کاهش کارایی کود ازت در روش شیار می‌شوند [۴]. بررسی کاربرد ایزوتوپ 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 فنّ کود- آبیاری قطره‌ای از ۱۹۶۰ کاربرد روز افزون جهانی یافته است، اما به علت وجود متغیرهای متعدّد، 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 موادّ غذایی در سیستم های 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 در 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 موادّ غذایی، سطح خیس‌شده، خاک، ارزش تغذیه، حاشیه‌ای خاک^(۲) و کارایی مصرفی نظری مواد (تحت سیستم آبیاری قطره‌ای و روش شیار)، سطح کودی مناسب برای تیمار N_p برابر با ۳۰۰ کیلوگرم

ازت در هر هکتار (KgN/ha) در نظر گرفته شد [۴] و درست همین مقدار نیز برای تیمار سنتی شیار به کار رفت. برای تعیین مناسبترین سطح اوره به روش کود- آبیاری، سطوح ۰/۶۷ برابر و ۱/۳۳ برابر تیمار N_p، به ترتیب در تیمارهای N_۱ و N_۲ 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

۴۵

کرت به گیاهان ایزوتوپی اختصاص داده شد. تغذیه کودی گیاهان ایزوتوپی در هر تیمار همانند گیاهان غیر ایزوتوپی آن تیمار بود، با این تفاوت که ازت دریافتی این گیاهان، ۱/۸ اتم درصد اضافه ازت- ۱۵ را در برداشت. 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 ایزوتوپی 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 نشری"^(۴) نسبت ایزوتوپی $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ تعیین گردید [۳] و در نهایت، با استفاده از معادلات ۱ و ۲ کارایی مصرف اوره حساب شد.

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

% NdfF = در صد جذب ازت کود گیاه ^{15}N a.e. = اتم درصد اضافه ازت - ۱۵ در نمونه گیاهی



کود نشاندار شده $10\text{N a.e.} = \%$ اتم درصد
اضافه ازت - ۱۵ در کود ازت دار
مورد مصرف

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_0 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 مختلف اوره در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی در گیاه گوجه فرنگی

$$\% N.U.E = \% N d f F \times \frac{D.M.Y}{R.N.A} \times \frac{\% N}{100} \quad (2)$$

$\% N.U.E$ = 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)

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

بازدهی مصرف ازت %	محصول ازت کود KgN/ha	جذب ازت کود %	ازت کل %	محصول خشک Ton/ha	محصول تر Ton/ha	تیمار	اندام گیاهی
۰	۰	۰	$2/3 \pm 0/5^{ns}$	$3/0 \pm 1/3^B$	50 ± 12^B	N_0	میوه
35 ± 7^A	70 ± 21^A	36 ± 12^A	$3/8 \pm 0/4^{ns}$	$5/1 \pm 0/8^A$	85 ± 17^A	N_1	
22 ± 4^B	67 ± 24^A	35 ± 8^A	$3/7 \pm 0/2^{ns}$	$5/2 \pm 0/8^A$	86 ± 21^A	N_2	
16 ± 2^B	63 ± 17^A	39 ± 6^A	$3/5 \pm 0/1^{ns}$	$4/6 \pm 1/1^{AB}$	77 ± 14^A	N_3	
10 ± 3^C	30 ± 18^B	28 ± 11^B	$3/2 \pm 0/3^{ns}$	$3/3 \pm 1/5^B$	55 ± 13^B	N_s	
۰	۰	۰	$2/2 \pm 0/1^{ns}$	$4/3 \pm 1/4^{AB}$	18 ± 3^B	N_0	رویشی
19 ± 3^A	38 ± 7^A	30 ± 6^B	$2/4 \pm 0/2^{ns}$	$5/2 \pm 0/8^{AB}$	23 ± 5^A	N_1	
17 ± 2^A	51 ± 8^A	36 ± 7^B	$2/3 \pm 0/2^{ns}$	$6/2 \pm 1/3^A$	27 ± 5^A	N_2	
15 ± 2^A	61 ± 13^A	48 ± 14^A	$2/7 \pm 0/5^{ns}$	$4/7 \pm 1/6^{AB}$	22 ± 4^A	N_3	
7 ± 3^B	22 ± 13^B	30 ± 13^B	$2/3 \pm 0/2^{ns}$	$3/2 \pm 1/0^B$	13 ± 3^B	N_s	

- داده‌ها: میانگین چهار تکرار

- حروف مشابه A و B در هر ستون نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ (آزمون دانکن) است.
- ns: بدون معنی

میزان $2/1$ تن در هکتار رسیده است ($N_1 = 5/1 \text{ Ton/ha}$) 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 $36/7$ درصد از اتمهای ازت وارد شده به بوته گیاه گوجه فرنگی، از منبع کود 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

محصول ماده خشک تولید شده است ($6/2$ تن در هکتار)، اما با وجود مقادیر تقریباً مساوی ازت کل ($2/4$ %)، تفاوت معنی‌داری در محصول ازت کود در تیمارهای کود- آبیاری مشاهده نمی‌شود. درصد جذب ازت کود نیز در این اندام به میزان $1/5$ درصد بیشتر از میوه گیاه گوجه فرنگی بوده است. بنابراین از هر 100 اتم ازت وارد شده به اندام رویشی، می‌توان 36 اتم را به منبع کود اوره نسبت داد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

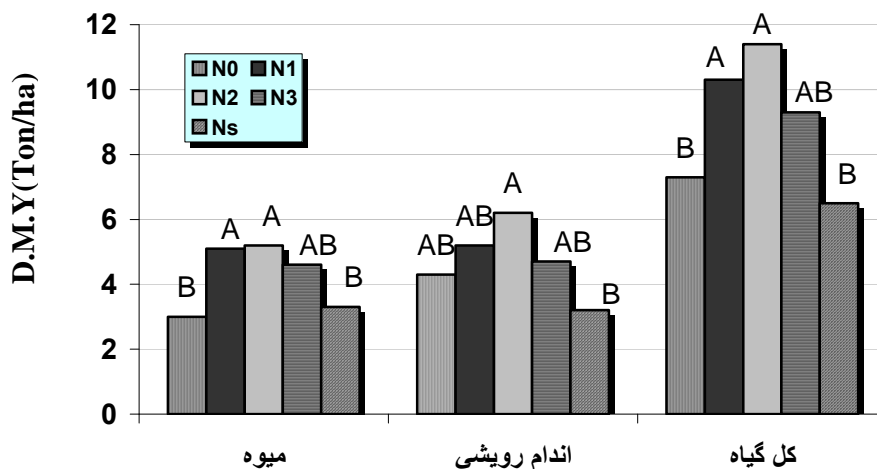
در این کار پژوهشی، عدم استفاده از کود ازت‌دار، در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای کاهش محصول خشک چشمگیری را بدنبال داشته است ($N_0 = 3 \text{ Ton/ha}$). پس از بکار بردن 200 کیلو گرم ازت در هکتار، افزایش تولید میوه نسبت به روش سنتی به



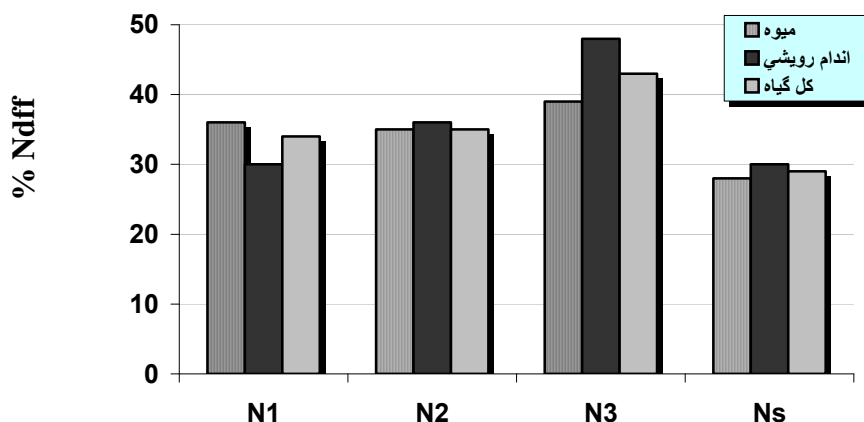
کود در تیمار N_1 ، به نظر می‌رسد که سطح بهینه کود ازتدار (در شرایط اجرای طرح) تا ۲۰۰ کیلو گرم ازت در هکتار باشد و محتمل است که در صورت رساندن این شرایط به شرایط ایده‌آل، با در نظر گرفتن عامل‌های مؤثر در جذب (در نتیجه افزایش تولید گیاهی) نیاز پایه گیاه به عنصر ازت در سطح بالاتر از ۲۰۰ قرار گیرد (شکل ۳).

استحصال کود ازتدار را می‌توان به تیمار N_1 نسبت داد که مؤید بیشترین کارایی مصرف کود در شرایط بکار رفته در طرح می‌باشد. تیمارهای N_2 و N_3 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

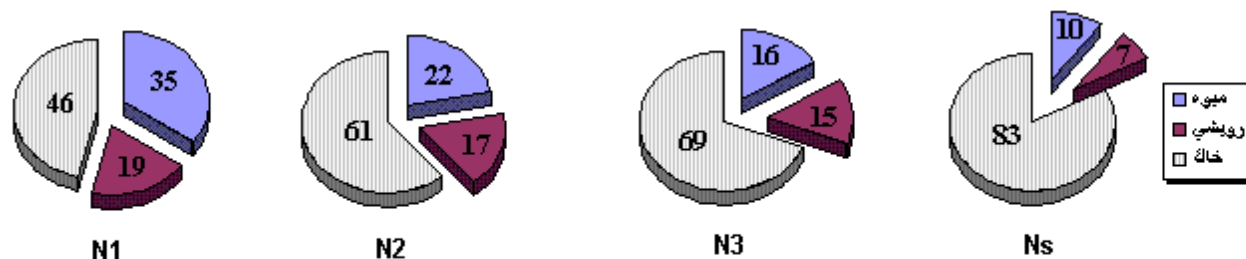
۴۶



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف کود ازتدار در سیستم کود- آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی در تولید محصول خشک گیاه گوجه‌فرنگی



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

مقایسه نتایج تیمارهای Ns (سنتی) و N۲ مؤید این نکته می‌باشند که به رغم بکار بردن سطح کودی یکسان در

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 هسته ای 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 نماییم.

۴۷

این دو تیمار، میزان اتلاف ازت در روش شیار ۲۲ درصد بیشتر از حالتی است که کود درون سیستم آبیاری تزیق شود. در روش سنتی تنها ۱۷ درصد از ازت کود مورد استفاده گیاه قرار گرفته (شکل ۳)، که نشانگر ضعف این روش در تأمین عناصر مورد نیاز گیاه است.

پی‌نوشت‌ها :



- تزریق کود و مواد شیمیایی دیگر در سیستم آبیاری تحت فشار و انتقال
۱ - trickle fertigation 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).