اولین کارگاه فنی خودکارسازی سامانه های آبیاری تحت فشار
۳ خردادماه ۱۳۸٦

یکنواختی توزیع نیترات در آبیاری عقربه‌ای تحت مدیریت کودآبیاری گندم و مقایسه با آبیاری جویچه_ای در منطقه باجگاه شیراز[۱]

یاسر چغا و علی‌اصغر قائمی[۲]

چکیده

از پنج دهه گذشته که مصرف کودهای شیمیایی و سموم بطور گسترده‌ای وارد فعالیت‌های کشاورزی گردیده است، افزایش غلظت املاح زیان‌آور از جمله نیترات‌ها در آبهای زیر زمینی و سطحی در نقاط مختلف رو به تزاید گذاشته و مصرف آنها را دچار مخاطره ساخته است. مدیریت آب و کود نیتروژنی برای افزایش عملکرد و کاهش آلودگی منابع آب، ضروری است. اعمال چنین مدیریتی مستلزم شناخت عوامل موثر بر چرخه نیتروژن خاک می باشد. از جمله عوامل موثر بر این چرخه، اثر یکنواختی توزیع نیتروژن در پروفیل خاک می باشد. هدف از این تحقیق بررسی یکنواختی توزیع نیترات در سیستم آبیاری عقربه ای (Center pivot) تحت مدیریت کود آبیاری گندم می باشد. به همین منظور تحقیقی در مزرعه ای به مساحت ۳۲/۱ هکتار در شمال غرب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه تحت سیستم آبیاری بارانی عقربه ای (کم فشار) و در قطعه ای همجوار با آبیاری بارانی به مساحت ۱۲ هکتار تحت آبیاری جوی و پشته ای انجام شد. به منظور بررسی توزیع یکنواختی کود در سطح مزرعه در چهار ردیف شعاعی با زاویه ۳ درجه (دو دردیف بر روی شیب حداکثر و دو ردیف بر روی شیب حداقل) و به فواصل ٦ متر میخکوبی صورت گرفت. در کنار هر یک از میخها یک عدد قوطی نمونه برداری آب قرار دادیم. غلظت نیتروژن نیتراتی در ردیفهای شعاعی مبنای سنجش و ارزیابی قرار گرفت. برای مشخص نمودن نیتروژن نیتراتی خاک، ٢٤ ساعت پس از آبیاری از هر شعاع ٦ عدد نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی متر گرفته شد. از مقایسه غلظت نیتروژن نیتراتی در نیمرخ خاک و در داخل قوطی های نمونه برداری، می توان به همخوانی میزان کودی که در داخل قوطی های نمونه برداری قرار دارد با کودی که در نیمرخ خاک ذخیره گردیده است، پی برد. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع کودی اوره (46% N) تامین گردید. این مقدار در سیستم عقربه ای تحت مدیریت کود آبیاری برابر ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار در طول دوره رشد و به ترتیب با مقادیر $N_{7.8}$، $N_{9.4}$، N_{11}، $N_{12.5}$،

۱- برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

$N_{12.5}$، $N_{15.6}$، $N_{15.6}$، $N_{15.6}$ و $N_{15.6}$ کیلوگرم در هکتار و برای سیستم آبیاری جوی و پشته ای برابر ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بود، که طی دو مرحله با مقادیر N_{200} و N_{150} کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. میزان عملکرد محصول در سیستم آبیاری عقربه ای و جوی و پشته ای به ترتیب ٤٨٠٠ و ٥٨٠٠ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. نتایج نشان داد توزیع یکنواختی کود در سطوح کودی $N_{7.8}$ و $N_{15.6}$ در امتداد هر شعاع در پروفیل خاک و در داخل قوطی های نمونه برداری به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار بوده است.

کلمات کلیدی: آبیاری عقربه ای ، نیترات، کود آبیاری، گندم و آبیاری جویچه_ای

مقدمه

تقریبا ٦٠ درصد جمعیت کشورهای در حال توسعه از راه کشاورزی امرار معاش می کنند. بهره برداری فشرده، از منابع آب و خاک و افزایش روزافزون مصرف کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی، این دو منبع حیاتی را تهدید می کند. از پنج دهه گذشته که مصرف کودهای شیمیایی و سموم بطور گسترده‌ای وارد فعالیت‌های کشاورزی گردیده است، افزایش غلظت املاح زیان‌آور از جمله نیترات در آبهای زیر زمینی و سطحی در نقاط مختلف رو به افزایش گذاشته و مصرف آنها را دچار مخاطره ساخته است. غلظت نیترات بیش از ده میلی‌گرم بر لیتر در آب شرب موجب بروز امراض از جمله Methemologbinemia،Blue-baby Byndrome و نیز مظنون به بروز عوامل بیماری زایی مثل Nitrosamides و Carcinogenic Nitrosamines می باشد. وجود نیترات در آب زیر زمینی علاوه بر اینکه از طریق آبشویی (Leaching) نیتروژن از منطقه ریشه صورت می گیرد، می تواند ناشی از شکسته شدن ملکول های طبیعی نیتروژن موجود در محیط خاک و کودهای حیوانی نیز باشد. روش کود دهی، نقشی اساسی در کارآیی مصرف کود و عملکرد گیاه دارد. کارآیی مصرف آب نیز تحت تأثیر عملکرد و مقدار آب مصرفی است. با مصرف بهینه کود، می‌توان همراه با افزایش کارآیی مصرف کود، عملکرد و کارآیی مصرف آب را نیز بالا برد. کودهای شیمیایی در کشور عمدتاً به روش پخش سطحی مصرف می‌گردد. به این دلیل کارآیی مصرف کود پایین است.

در کشاورزی افزودن کود به خاک را میتوان به روش‌های مختلف انجام داد که عبارتند از: پخش کود در تمام سطح زمین، نواری و خطی، کپه‌ای، چال کود، محلول‌پاشی، تزریق محلول کودی به داخل تنه، تزریق کود به داخل خاک و کود آبیاری. کودآبیاری عبارتست از مصرف کودهای شیمیایی همراه با آب آبیاری. در این روش محلول کودی (کود محلول)، همراه با آب آبیاری در سیستم آبیاری تزریق و در سطح مزرعه پخش می‌شود. کودآبیاری ممکن است در سیستمهای مختلف آبیاری مثل آبیاری سطحی و یا آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار گیرد. معمولاً سیستم‌های آبیاری تحت فشار که تأسیسات مجهزتری نسبت به آبیاری سطحی دارند، برای کودآبیاری مناسب‌تر هستند. توزیع کود و یا هر مواد شیمیایی دیگر در سطح مزرعه از موارد مهمی است که بر عملکرد محصول تاثیر مستقیم می گذارد و لذا بررسی یکنواختی توزیع آب و کود را در سطح مزرعه بعنوان یک اصل مهم بطور مستمر بایستی مورد ارزیابی قرار داد. روش آبیاری بارانی عقربه ای با آبفشان دوار یکی از انواع آبیاری بارانی است که علاوه بر آبیاری میتواند برای کود آبیاری و یا سم آبیاری محصولات مختلف کشاورزی مورد استفاده قرار

گیرد. از آنجایی که با استفاده از سیستمهای تزریق کود مثل پمپ تزریق، ونتوری و یا تانک کود میتوان در سیستم آبیاری بارانی اقدام به کود آبیاری نمود، بررسی یکنواختی توزیع کود در سطح خاک و عمق ریشه و در سطح مزرعه از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق به بررسی یکنواختی توزیع نیترات در سیستم آبیاری عقربه ای تحت مدیریت کود آبیاری گندم می پردازیم.

کودهای نیتروژنی، بخاطر آبشویی سریع یون نیترات (NO_3^-) در خاک و همچنین استفاده بیش از حد نیاز آنها، به عنوان یکی از عوامل اصلی آلوده کننده منابع آب شناخته شده اند. به دلیل حلالیت و قابلیت انتقال بالای یون نیترات، آبهای زیرزمینی که تنها منبع آب آشامیدنی بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه است، دایم در معرض تهدید آلودگی به یون نیترات می باشند. از این رو غلظت یون نیترات در آب و حد مجاز آن مورد توجه بسیاری از دانشمندان و محققان در بسیاری از نقاط جهان قرار گرفته است. اگر غلظت نیتروژن نیتراتی در آب آشامیدنی بیشتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر باشد، مصرف آن برای حیوانات کوچک و نوزادان خطرناک می باشد (ماتئوز و همکاران[3]، ۱۹۹۷ و تایسون و همکاران[4]، ۱۹۹۲). همچنین، آبهای زیرزمینی بدون توجه به شرایط اقلیمی در معرض تهدید آلودگی یون نیترات می باشند. در مناطق خشک و نیمه خشک عمق آبیاری به خاطر آبشویی املاح و جلوگیری از تجمع آنها در نیمرخ خاک همواره مقدار بیشتری از تبخیر- تعرق گیاه در نظر گرفته میشود که این پدیده می تواند سبب آبشویی نیترات شود (جلالی و راول[5]، ۲۰۰۳). از سیستم های آبیاری بارانی برای کاربرد کود نیتروژن تحت عنوان کود- آبیاری استفاده میشود. کود- آبیاری سبب یکنواختی پخش کود و افزایش راندمان مصرف آن میگردد (اسدی، ۲۰۰٤ و پاتل[6] و راجپوت[7]، ۲۰۰۰). در سالهای اخیر استفاده از کود- آبیاری در سیستم آبیاری بارانی متداول گردیده و مطالعات زیادی پیرامون آن انجام شده است. لی و همکاران[8]، ۲۰۰۵ تاثیر یکنواختی کود- آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی بر نفوذ عمقی، توزیع نیتروژن در خاک، جذب نیتروژن توسط گیاه و عملکرد محصول را بررسی نمودند و اظهار داشتند که استفاده از سیستم آبیاری بارانی برای پخش کود موجب افزایش یکنواختی پخش کود می شود.

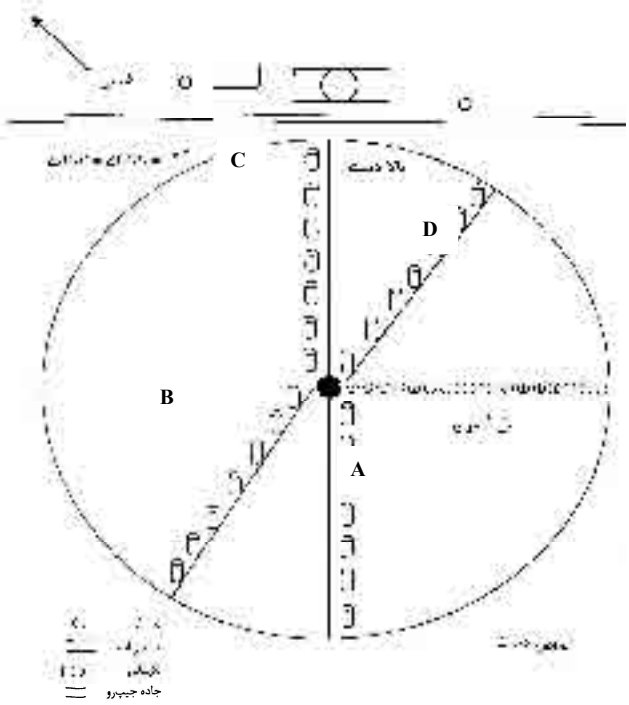
مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه ای به مساحت ۳۲/۱ هکتار در شمال غرب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه (عرض جغرافیایی ´۳٦ °۲٦ و طول جغرافیایی ´۳۲ °۵۲) و ارتفاع از سطح دریا (۱۸۱۰ متر) تحت سیستم آبیاری بارانی عقربه ای (کم فشار) و در قطعه ای همجوار با آبیاری بارانی به مساحت ۱۲ هکتار تحت آبیاری جویچه ای انجام شد. در این مزرعه گندم پاییزه (رقم ۳۰۷۳۲۰) کشت می شد. به منظور بررسی توزیع یکنواختی کود در سطح مزرعه مطابق شکل ۱ در چهار ردیف شعاعی با زاویه ۳ درجه (دو ردیف بر روی شیب حداکثر و دو ردیف بر روی شیب حداقل) و به فواصل ٦ متر میخکوبی صورت گرفت. در کنار هر یک از میخها

[3]- Mateos et. al
[4]- Tyson et. al
[5]- Rowell
[6]- Patel
[7]- Rajput
[8]- Li et. al

یک عدد قوطی نمونه برداری آب قرار گرفت. اختلاف ارتفاع بین ابتدا و انتهای ردیف های شعاعی با ترازیابی تعیین شد و غلظت نیتروژن نیتراتی در ردیفهای شعاعی مبنای سنجش و ارزیابی قرار گرفت. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع کودی اوره (46% N) تامین می گردد. به منظور کود- آبیاری، اوره به همراه آب با مقادیر مختلف اوره در یک تانک کوچک که در محل استخر تامین آب دستگاه قرار داشت، مخلوط شد و در طی دوره رشد از طریق دستگاه ونچوری به دستگاه عقربه ای تزریق گردید. دستگاه ونچوری قبل از تزریق کود کالیبره گشت تا دبی تزریق کود محلول در آب همواره ثابت باشد. مقدار کود در سیستم عقربه ای تحت مدیریت کود آبیاری برابر ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار، که در طول دوره رشد به ترتیب با مقادیر $N_{7.8}$، $N_{9.4}$، N_{11}، $N_{12.5}$، $N_{12.5}$، $N_{15.6}$، $N_{15.6}$، $N_{15.6}$ و $N_{15.6}$ کیلوگرم در هکتار و برای سیستم آبیاری جوی و پشته ای برابر ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بود، که طی دو مرحله با مقادیر N_{200} و N_{150} کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد.

در این تحقیق نیتروژن خاک به صورت نیتروژن نیتراتی (NO3-N) گزارش می شود. برای مشخص نمودن نیتروژن نیتراتی خاک ٢٤ ساعت پس از آبیاری از هر شعاع ٦ عدد نمونه ازعمق ۰-۳۰ سانتی متر گرفته شد و به روش اسید فنل دی سولفونیک (چپمن[9]، ١٩٦١) نیتروژن نیتراتی خاک مشخص شد. در طول انجام عمل کود- آبیاری از تانک کود، استخر آب، لوله اصلی دستگاه عقربه ای و قوطی های نمونه برداری نمونه آب گرفته شد و غلظت نیتروژن نیتراتی در آزمایشگاه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مشخص گردید.



شکل ۱: *نحوه آرایش قوطی های جمع آوری آب در شبکه اندازه گیری*

[9]- Champman

از مقایسه مقدار نیتروژن نیتراتی در نیمرخ خاک و در داخل قوطی های نمونه برداری، می توان به همخوانی میزان کودی که در داخل قوطی های نمونه برداری قرار داشت با کودی که در نیمرخ خاک ذخیره می گردید، پی برد و با استفاده از معادلات موجود به مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در داخل قوطی های نمونه برداری و نیمرخ خاک در هر شعاع پرداخت. برای نمونه، مطابق با اطلاعات مندرج در جدول شماره ۱ در یکی از مراحل آزمایش $N_{15.6}$ ضریب یکنواختی نیتروژن نیتراتی در آزمایش مورخ ۸۵/۲/۱۹ در داخل قوطی های نمونه برداری ردیف A برابر با ۸۳/۱ درصد و در نیمرخ خاک در عمق ۳۰-۰ برابر با ۸۰/۹ درصد بود.

جدول ۱: *مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری و سطح خاک در مورخ ۸۵/۲/۱۹*

ردیف	شماره محل	نمونه آب (cc)	نیترات آب (mg)	نیترات خاک (kg/ha)	ضریب یکنواختی آب (٪)	ضریب یکنواختی خاک (٪)
A	3	144	1.519	35.9	83.1	80.9
	13	100	1.148	26.0		
	23	164	1.686	41.9		
	33	102	1.165	31.9		
	43	59	0.993	24.0		
	50	100	1.162	24.6		
B	3	151	1.444	29.3	92.1	88.1
	13	138	1.433	24.0		
	23	122	1.587	29.9		
	33	92	1.325	24.6		
	43	63	1.233	20.6		
	50	92	1.256	28.6		
C	3	133	1.203	26.0	86.1	83.3
	13	156	1.175	26.0		
	23	122	1.376	31.3		
	33	66	1.136	24.6		
	43	54	0.789	15.3		
	50	72	0.965	20.6		
D	3	151	1.286	26.0	86.1	84.4
	13	93	1.275	21.3		
	23	123	1.355	32.6		
	33	87	1.193	22.6		
	43	61	0.865	19.3		
	50	103	0.966	20.6		

دستگاه آبیاری بارانی که از قبل در مزرعه نصب شده است دارای شش قطعه (Span) و پنج برج بود. طول کل لوله آبیاری ۳۲۱ متر، شعاع آبیاری ۳۲۳/۵ متر، فشار ورودی ۲٤۰ کیلو پاسکال، دبی ورودی دستگاه ۵۲/۸ لیتر در ثانیه و سطح آبیاری شده ۳۲/۸ هکتار بود. نقشه توپوگرافی زمین از قبل مشخص شده بود لذا شیب زمین در جهات مختلف مشخص گردید. متوسط شیب برای ظرفهای ردیف A و B که روی کمترین شیب و در جنوب غرب مزرعه قرار داشتند برابر ۰/۱٦ – درصد (که از مرکز مزرعه به سمت بیرون مقدار شیب افزایش می یافت) و برای ظرفها

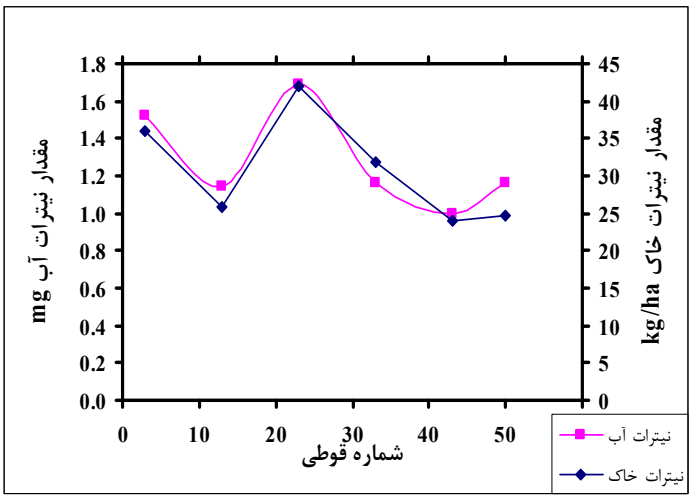
ردیف C و D که روی بیشترین شیب قرار داشتند برابر ۱/۳ – درصد (که از مرکز مزرعه به سمت بیرون مقدار شیب افزایش می یافت) بود. برای تعیین بافت خاک از عمق ۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی متری نمونه برداری صورت گرفت و بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین شد که در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: *مشخصات فیزیکی خاک مزرعه*

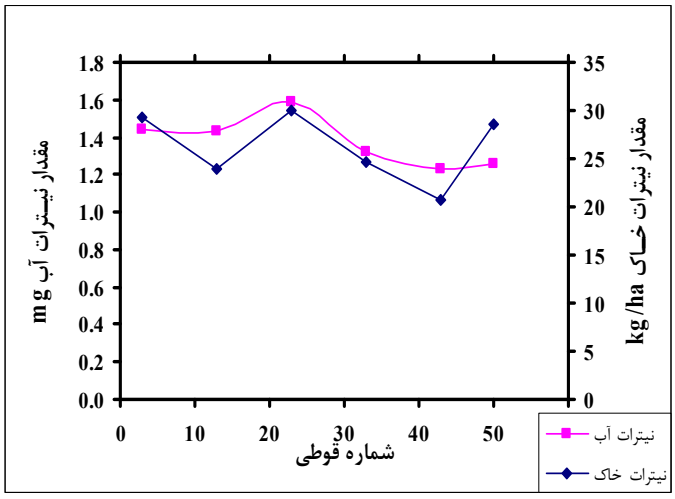
عمق خاک (سانتیمتر)	بافت خاک
۰-۳۰	رسی و شنی
۳۰-۶۰	رسی و شنی سیلت دار
۶۰-۹۰	رسی و شنی سیلت دار
۹۰-۱۲۰	رسی و شنی سیلت دار

بحث و نتیجه‌گیری

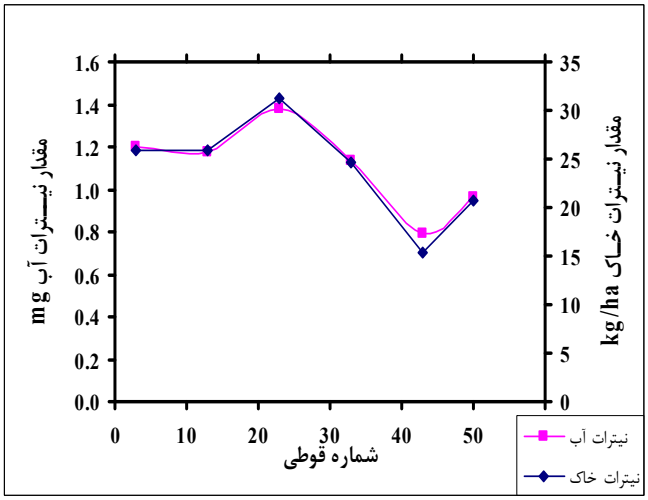
با توجه به اندازه گیریهای انجام شده در مزرعه، به عنوان نمونه منحنی توزیع یکنواختی پخش کود در داخل قوطی های نمونه برداری و نیمرخ خاک در چهار ردیف در اشکال ۲، ۳، ٤ و ٥ در یکی از مراحل آزمایش $N_{15.6}$ در مورخ ۸۵/۲/۱۹ نشان داده شده است. با توجه به نمودارهای رسم شده، میتوان به همخوانی یکنواختی پخش کود در داخل قوطی های نمونه برداری و سطح خاک پی برد. این نتیجه در سایر آزمایشات در طول دوره رشد نیز مشاهده گردید. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد، ضریب یکنواختی پخش کود در ردیف هایی که در شیب کمتر قرار دارند(A, B) بزرگتر از ردیفهایی می باشند که در شیب بیشتر(C, D) قرار گرفته اند. میانگین ضریب یکنواختی پخش کود در آزمایشات مختلف در طی دوره رشد در داخل قوطی های نمونه برداری و نیمرخ خاک در عمق ۳۰-۰ در جدول شماره ۳ بیان گردیده است.



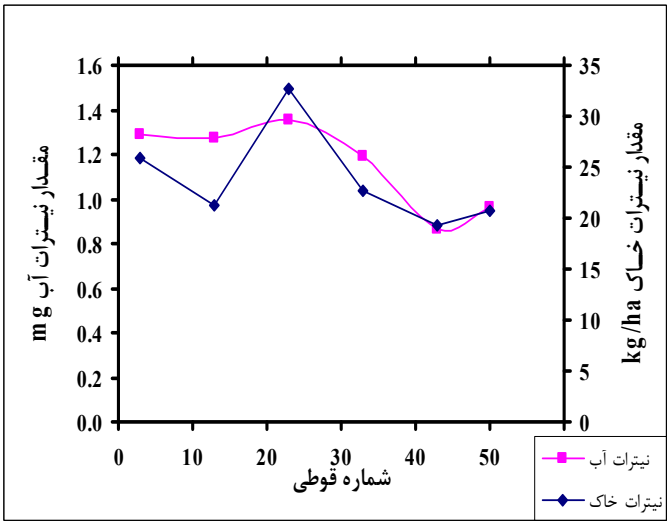
شکل ۲: *مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری و سطح خاک در مورخ ۸۵/۲/۱۹ ردیف A*



شکل ۳: *مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری و سطح خاک در مورخ ۸۵/۲/۱۹ ردیف B*



شکل ٤: *مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری و سطح خاک در مورخ ۸۵/۲/۱۹ ردیف C*



شکل ۵: *مقایسه توزیع یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری و سطح خاک در مورخ ۸۵/۲/۱۹ ردیف D*

جدول ۳. *مقایسه میانگین ضریب یکنواختی پخش کود در قوطی‌های نمونه برداری و نیمرخ خاک در عمق ۳۰-۰ در طی دوره رشد*

کود مصرفی (*kg/ha*)	میانگین ضریب یکنواختی پخش کود در قوطی نمونه برداری (٪)	میانگین ضریب یکنواختی پخش کود در نیمرخ خاک (٪)
7.8	73.6	71.2
9.4	75.4	73.9
11	80.3	77.4
12.5	83.5	80.7
15.6	86.9	84.2

نتایج جدول شماره ۳ نشان می‌دهد، میانگین ضریب یکنواختی پخش کود در قوطی های نمونه برداری در طی دوره رشد از نیمرخ خاک بیشتر است. نتایج جدول شماره ۳ نشان داد توزیع یکنواختی کود در سطوح کودی $N_{7.8}$ و $N_{15.6}$ در امتداد هر شعاع در نیمرخ خاک و در داخل قوطی های نمونه برداری به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار بوده است. نتایج جدول شماره ٤ نشان می دهد میانگین تولید محصول در سیستم آبیاری بارانی عقربه ای ٤/٨ تن در هکتار و در سیستم آبیاری جویچه ای ۵/۸ تن در هکتار بوده است.

جدول ٤: *مقادیر عملکرد در انتهای فصل رشد در چهار ردیف در سیستم آبیاری بارانی و مقایسه آن با سیستم آبیاری جویچه ای*

ردیف	شماره محل	تعداد دانه در سنبله	عملکرد کاه و دانه کیلوگرم در هکتار	عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار	میانگین عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار
A	3	39	17200	7290	5390
	13	30	13350	4700	
	23	43	16300	6860	
	33	30	14000	5100	
	43	31	14800	5540	
	50	22	13000	2850	
B	3	35	17000	7490	5010
	13	26	14250	5600	
	23	42	13850	2660	
	33	24	15000	5620	
	43	26	12900	4320	
	50	33	15500	4400	
C	3	22	16100	5440	4320
	13	24	11000	3420	
	23	24	14400	5150	
	33	29	12400	4280	
	43	25	8600	2690	
	50	33	12400	4910	
D	3	27	16000	4480	4340
	13	24	13310	4850	
	23	26	13400	5260	
	33	25	11700	4100	
	43	15	12000	4010	
	50	25	10000	3360	
جویچه ای	1	25	17100	7190	5830
	2	35	17300	7390	
	3	23	16220	4640	
	4	25	16700	5880	
	5	21	13370	4040	

میانگین تولید محصول در واحد حجم آب مصرفی (کارآیی مصرف آب) در سیستم آبیاری بارانی عقربه ای ۰/٦۷کیلوگرم بر متر مکعب و در سیستم آبیاری جویچه ای ۰/٤۸ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد گردید. این مقادیر نشان میدهد در سیستم آبیاری بارانی عقربه ای ۳۰٪ میانگین تولید محصول در واحد حجم آب مصرفی بیشتر از سیستم آبیاری جویچه ای می باشد. همچنین، میزان کود مصرفی در سیستم آبیاری بارانی عقربه ای در طول فصل رشد ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار و در سیستم آبیاری جویچه ای ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. این مقادیر نشان می دهد در سیستم آبیاری بارانی عقربه ای با انجام عمل کود آبیاری میتوان ۷۰٪ در مصرف کود صرفه جویی کرد.

توصیه و پیشنهاد

از آنجائیکه با انجام عمل کود آبیاری در هزینه و وقت میتوان صرفه جویی کرد، لذا آموزش مسائل فنی، مدیریتی، بهره برداری و برنامه ریزی کود آبیاری و دیگر موارد ضروری در ارتباط با سیستم آبیاری عقربه ای به زارعین از طریق کارخانه سازنده یا دفتر بهبود و توسعه روشهای آبیاری، الزامی می باشد.

منابع

۱. بی نام، کاتالوگ دستگاه آبیاری بارانی عقربه ای، شرکت کشت گستر تبریز.

۲. سپاسخواه، علیرضا. ۱۳۸۵. درسنامه طراحی سیستمهای آبیاری تکمیلی کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. ۲۱٤ صفحه.

3. Asadi , M.E., Clement, R.S., Gupta, A.D., Loof, R. and Hansen, G.K., 2002. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid-sulphate soil in Thailand. Agricultural Water Management, 52: 197-213.
4. Asadi, M.E., 2004a. Effect of irrigation and tillage practices on nitrate leaching. Programme and Abstracts N2004. The third international nitrogen conference, Nanting, China, 12-16 October 2004, P 149.
5. Champman, H.D., P.F. Prati. 1961. Method of analysis for soil plant and water. pp: 105-153.
6. Jalali, M., Rowell, D.L., 2003. The role of calcite and gypsum in the leaching of potassium in a sandy soil. Expl. Agric., 39: 379-394.
7. Li, J., Li, B., Rao, M., 2005. Spatial and temporal distributions of nitrogen and crop yield as affected by no nonuniformity of sprinkler fertigation. Agricultural Water Management, 76: 160-180.
8. Mateos, L., Mantovani, E.C., Villalobos, F.J., 1997. Cotton response to non-uniformity of conventional sprinkler irrigation. Irrigation science, 17: 47-52.
9. Patel, N., Rajput, T.B.s., 2000. Effect of fertigation on growth and yield of onion. In: Micro irrigation, CBIP publication no. 282, pp. 451-454.
10. Tyson, A., Dixon, M.L., Segars, W., 1992. Your drinking Water: Nitrates Ext. Publ. 819-5/ Univ. of Georgia, Athens, GA, USA.