

کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه

۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

ارزیابی کود آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی

فریبرز عباسی، فرحناز سهراب، مهرانوش ایلانلو^۱

چکیده

امروزه در کشاورزی نوین کاربرد توأم کودهای ازته و آب تحت عنوان کودآبیاری در روشهای آبیاری تحت فشار عمومیت پیدا کرده است. در این روش از کاربرد کود، امکان مصرف کم، مکرر و تقسیطی عناصر غذایی در طول دوره رشد مطابق با نیاز گیاه وجود دارد. همچنین پخش یکنواخت کود در خاک و توزیع یکنواخت آن در طول دوره رشد امکان‌پذیر است. علی‌رغم مزایای ذکر شده متاسفانه تاکنون مسئله کود آبیاری در روشهای آبیاری سطحی که در بسیاری از مناطق جهان بیش از ۹۰ درصد اراضی آبی با آن روش آبیاری می‌شوند، مورد کم توجهی قرار گرفته است. هدف از این مقاله ارزیابی و بررسی مسائل فنی کود آبیاری در روشهای آبیاری سطحی شامل یکنواختی توزیع روی و زیر سطح خاک، بهترین زمان تزریق کود و مدت زمان تزریق کود به سیستم آبیاری است. در این مقاله، نتایج یکسری آزمایش‌های مزرعه‌ای در رژیم‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای (انتها باز، کاهش جریان و انتها بسته) و نواری ارائه و مقایسه گردیده است. نتایج نشان دادند که تزریق کود در تمام مدت زمان آبیاری و یا تزریق کود در نیمه دوم آبیاری و یا در زمان‌های انتهایی آبیاری یکنواختی بیشتری را ایجاد می‌نماید. نتایج همچنین نشان می‌دهد که تزریق کود در پالس‌های کوتاه مدت (short pulse) یکنواختی توزیع کود را کاهش می‌دهد.

مقدمه

شیمآبیاری (Chemigation) کاربرد هر ماده شیمیایی همراه آب را گویند. این مواد شامل حشره‌کش‌ها، ضد عفونی کننده‌ها، نماتد کش‌ها و کودها می‌باشند. متداولترین کاربرد شیمآبیاری، کود آبیاری است که

۱- به ترتیب عضو هیأت علمی (استادیار)، کارشناس ارشد و کارشناس مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

استفاده از کودها از طریق سیستم‌های آبیاری است. شیمایابی بیش از ۴۰ سال قدمت دارد و همراه با آبیاری بارانی مطرح گردید. کود آبیاری در دهه‌های اخیر بویژه در آبیاری بارانی و قطره‌ای پیشرفت چشمگیری داشته است. کود آبیاری نیازمند آگاهی از خصوصیات گیاه نظیر مصرف روزانه مواد غذایی و توزیع ریشه در خاک، خصوصیات کود (درجه حلالیت و قابلیت حرکت در خاک)، خصوصیات شیمیایی خاک (pH و ظرفیت تبادل کاتیونی) و کیفیت آب آبیاری (pH و EC) است. در روشهای آبیاری تحت فشار بدلیل کنترل و مدیریت راحت‌تر، سالهاست که کاربرد کودها همراه آب آبیاری متداول است. اما در روشهای آبیاری سطحی، کود آبیاری بدلیل کافی نبودن روابط طراحی و دستورالعمل‌های مدیریتی چندان گسترش نیافته است. تلفات بصورت رواناب سطحی و نفوذ عمقی و نبود یک مدل ریاضی مناسب برای بررسی حرکت توأم آب و املاح روی و زیر سطح خاک از دیگر مشکلات کود آبیاری در روشهای آبیاری سطحی است (عباسی و همکاران، ۲۰۰۳). تریدگیل (۱۹۸۵) در یک مطالعه موردی در ایالات متحده نشان داد در حالیکه ۶۱ درصد سیستم‌های قطره‌ای و ۴۳ درصد سیستم‌های بارانی از کود آبیاری استفاده می‌کنند، تنها ۳/۵ درصد از روشهای آبیاری سطحی از این روش استفاده می‌کنند. دلیل این امر یکنواختی توزیع کمتر و تلفات از طریق رواناب سطحی ذکر گردید. بولت و همکاران (۱۹۹۴) نیز کود آبیاری در آبیاری موجی را با استفاده از یک مدل ریاضی بررسی نمودند. نتایج شبیه سازی‌های آنها نشان داد که استفاده از کود در سیکل نهایی بالاترین یکنواختی توزیع را دارد. نتایج آزمایشات جینز و همکاران (۱۹۹۲) در آبیاری کرتی نشان داد که کود آبیاری پتانسیل افزایش نفوذ عمقی کود را به همراه دارد. نتایج آزمایشات کود آبیاری قبلی جینز و همکاران (۱۹۸۸) نیز نشان از آشفته‌ی سریع کود از طریق جریان ترجیحی را دارد. پلایان و فاسی (۱۹۹۷) یکنواختی کود آبیاری را در آبیاری نواری ارزیابی نمودند. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که ضریب توزیع یکنواختی نیمه پایین بین ۳ تا ۵۲ درصد متغیر بود. نتایج آنها همچنین نشان داد که تزریق کود در تمام مدت زمان آبیاری بیشترین یکنواختی توزیع و تزریق بصورت پالس‌های کوتاه (Short pulse) کمترین یکنواختی را داشت.

هدف از این مقاله بررسی مسائل فنی کود آبیاری شامل یکنواختی توزیع، زمان تزریق کود به سیستم آبیاری و مدت زمان تزریق در روشهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و نواری است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، برای بررسی و ارزیابی مسائل فنی کود آبیاری از داده‌های پلایان و فاسی (۱۹۹۷) برای آبیاری نواری و در آبیاری جویچه‌ای آزمایش‌های مزرعه‌ای در دو بافت خاک لوم ماسه‌ای و لومی به ترتیب در مرکز تحقیقات کشاورزی ماریکوپا (آریزونا) و مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) اجرا گردید. در خاک لوم ماسه‌ای یک آزمایش روی جویچه‌های با جریان آزاد و سه آزمایش روی جویچه‌های با انتهای بسته انجام شد. (عباسی و همکاران، ۲۰۰۳) طول جویچه‌ها ۱۱۵ متر و فواصل آنها مطابق عرف منطقه یک متر انتخاب گردید. در این آزمایش‌ها برای ارزیابی یکنواختی

توزیع املاح در طول جویچه‌ها از بروماید کلسیم استفاده بعمل آمد. در آزمایش جویچه با انتهای باز (FD) و یکی از آزمایش‌های با انتهای بسته (%۱۰۰) بروماید کلسیم در تمام مدت زمان آبیاری همراه آب آبیاری به سیستم تزریق شد. در حالیکه در دو آزمایش دیگر روی جویچه‌های با انتهای بسته، بروماید کلسیم به ترتیب در نیمه اول (FH) و نیمه دوم (SH) آبیاری به آب آبیاری اضافه گردید. در خاک لومی (مزرعه ۴۰۰ هکتاری) آزمایش‌ها روی دو رژیم آبیاری جویچه‌ای (انتها باز و بسته با کاهش جریان) و سه تیمار تزریق کود نترات پتاسیم شامل تزریق در تمام مدت زمان آبیاری، تزریق در نیمه اول آبیاری و تزریق در نیمه دوم آبیاری در دو تکرار (در مجموع ۱۲ آزمایش) اجرا شد. طول جویچه‌ها بین ۱۶۰ تا ۱۷۵ متر و فواصل آنها ۰/۷۵ متر انتخاب گردید. در این آزمایش‌ها آبیاری اول و دوم به منظور یکنواخت کردن زبری سطح و نفوذپذیری جویچه‌ها با آب معمولی و آبیاری سوم با تزریق کود و اعمال تیمارهای کودی اجرا گردید. نتایج این آزمایش‌ها در حال تجزیه و تحلیل بوده و بعداً ارائه خواهد شد.

برای تعیین یکنواختی توزیع املاح در طول جویچه‌ها، نمونه‌های آب حاوی کود در زمان‌ها و ایستگاه‌های مختلف در طول جویچه‌ها برداشت و تا زمان آنالیز در سردخانه نگهداری شدند. سپس، یکنواختی توزیع کود در جویچه‌ها با استفاده از مقدار آب نفوذ یافته و غلظت املاح در هر ایستگاه و شاخص‌های ضریب توزیع یکنواختی نیمه^۱ (DU_{LH}) و چارک^۲ (DU_{LQ}) پایین تعیین گردید. ضرایب توزیع یکنواختی نیمه و چارک پایین در آزمایش‌های آبیاری نواری با استفاده از مدل پلایان و فاسی (۱۹۹۷) و در آبیاری جویچه‌ای با استفاده از مدل ریاضی عباسی و همکاران (۲۰۰۳) نیز برآورد و با مقادیر اندازه‌گیری شده مقایسه گردید.

بحث و نتایج

مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده ضرائب توزیع یکنواختی نیمه و چارک پایین آب و کود در آزمایش‌های آبیاری جویچه‌ای در خاک لوم ماسه‌ای در جدول (۱) ارائه شده است. آزمایش‌های %۱۰۰ و FH بیشترین ضرائب توزیع یکنواختی آبیاری و آزمایش‌های %۱۰۰ و SH بیشترین ضرائب توزیع یکنواختی کود را دارند. این بدان معنی است که تزریق کود در تمام مدت زمان آبیاری و یا تزریق در نیمه دوم آبیاری مناسبترین گزینه برای آبیاری جویچه‌ای در خاک مورد مطالعه بودند.

پایین بودن ضرائب یکنواختی توزیع کود در آزمایش SH در مقایسه با مقادیر به دست آمده برای آزمایش %۱۰۰ جای تأمل دارد. دلیل اصلی این امر بالا بودن ضریب مانینگ و متفاوت بودن خصوصیات نفوذپذیری جویچه‌ها در این آزمایش بود (عباسی و همکاران، ۲۰۰۳). تفاوت ضریب زبری و

1- Distribution uniformity of low half

2- Distribution uniformity of low quarter

خصوصیات نفوذپذیری خاک در این آزمایش به حدی بود که علی‌رغم دبی ورودی تقریباً یکسان در سه آزمایش انجام شده روی جویچه‌های با انتهای بسته، جبهه پیشروی در آزمایش SH هرگز به انتهای مزرعه نرسید.

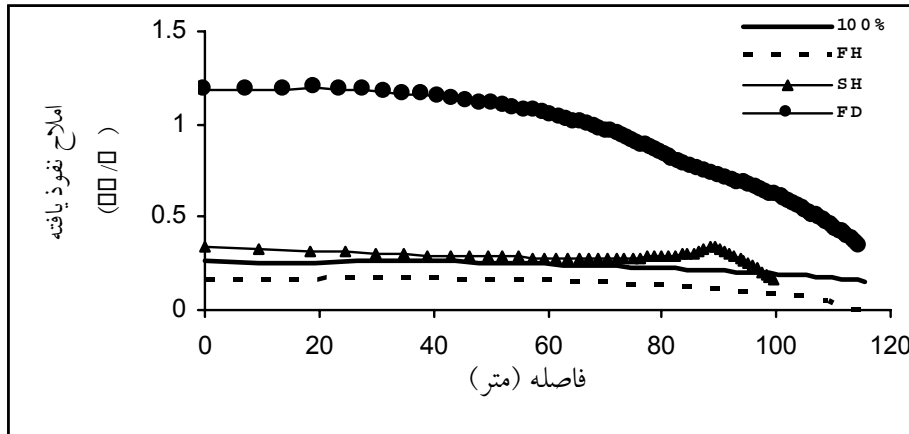
کمترین ضرائب توزیع یکنواختی کود در آزمایش FH که تزریق در نیمه اول آبیاری بود، حاصل شد. این بدان دلیل است که بخش عمده کود در قسمت‌های ابتدائی جویچه که شدت نفوذپذیری نیز در ابتدای آبیاری زیاد است نفوذ نموده و به قسمت‌های پایینی جویچه نخواهد رسید. در مجموع مقایسه نتایج چهار آزمایش فوق نشان می‌دهد که ضریب یکنواختی توزیع کود به عوامل مختلفی نظیر دبی ورودی، خصوصیات نفوذپذیری، زبری سطح خاک و زمان تزریق کود به سیستم دارد. دبی ورودی در آزمایش‌های ۱۰۰٪، FH، SH و FD به ترتیب ۱/۱، ۳۲/۲۹، ۱/۲۸ و ۱/۰۷ لیتر بر ثانیه بود. دلیل اصلی پایین بودن ضرائب یکنواختی توزیع در آزمایش FD در مقایسه با آزمایش ۱۰۰٪ دبی ورودی کمتر بود.

در اغلب آزمایش‌ها مطابقت خوبی بین ضرایب یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده در مزرعه و پیش‌بینی شده به وسیله مدل ریاضی عباسی و همکاران (۲۰۰۳) وجود داشت. در آزمایش‌های FH، SH و FD تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده DU_{LQ} نسبتاً زیاد است. دلیل اصلی این اختلاف به تعداد نقاطی که در محاسبه یکنواختی توزیع دخالت داده شده‌اند، بر می‌گردد. مقادیر اندازه‌گیری شده یکنواختی توزیع بر اساس چهار نقطه به فواصل ۲۵ متر در طول جویچه‌ها محاسبه لیکن مقادیر پیش‌بینی شده بسته به اندازه گام زمانی (Δt) که توسط کاربر تعریف می‌شود، در این آزمایش‌ها حدود ۳۰ نقطه بوده است. مقادیر پیش‌بینی شده کود نفوذ یافته در هر یک از آزمایش‌های فوق در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. مقادیر کود نفوذ یافته در آزمایش FD به دلیل طولانی بودن زمان آبیاری در مقایسه با ۳ آزمایش دیگر نسبتاً بیشتر است.

جدول ۱- مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده ضرائب توزیع یکنواختی نیمه و چارک پایین آب و کود (بر حسب درصد) در آزمایش‌های آبیاری جویچه‌ای در خاک بافت لومی ماسه‌ای

(عباسی و همکاران، ۲۰۰۳)

توزیع یکنواختی کود (اندازه‌گیری)		توزیع یکنواختی کود (مدل)		توزیع یکنواختی آب (مدل)		آزمایش
DU_{LH}	DU_{LQ}	DU_{LH}	DU_{LQ}	DU_{LH}	DU_{LQ}	
۸۷/۴	۷۵/۶	۸۵/۳	۷۷/۸	۸۵/۳	۷۷/۸	٪ ۱۰۰
۶۱/۸	۲۰/۶	۶۲/۲	۳۲/۲	۸۳/۵	۷۴/۶	FH
۷۳/۹	۳۸/۷	۸۳	۷۰/۸	۷۰/۸	۵۲/۸	SH
۷۱/۹	۳۴/۵	۷۳/۳	۵۷/۸	۷۳/۳	۵۷/۸	FD



شکل ۱- مقادیر پیش‌بینی شده املاح نفوذ یافته در طول جویچه‌های آزمایشی خاک لوم ماسه‌ای (عباسی و همکاران، ۲۰۰۳)

نتایج ضرائب یکنواختی توزیع کود در آزمایش‌های پلایان و فاسی (۱۹۹۷) روی نوارهای با انتهای بسته در جدول ۲ ارائه گردیده است. این آزمایش‌ها با استفاده از کود نیترات آمونیوم برای ۳ دبی ورودی $Q_1=۲/۳۶$ ، $Q_2=۴/۹۴$ و $Q_3=۷/۸۲$ لیتر بر ثانیه و ۳ تیمار تزریق کود شامل $A_1=۰$ ، $A_2=۳۳$ و $A_3=۵۰$ درصد تکمیل فاصله پیشروی اجرا شدند. طول نوارهای آزمایشی ۲۸۰ متر، عرض آنها بین ۲/۵۵ - ۲/۹ متر، شیب آنها ۰/۰۰۱ و در هر آزمایش ۱۰۰ کیلو گرم کود نیترات آمونیوم در مدت زمان ۵ دقیقه به سیستم تزریق شد.

علی‌رغم بالا بودن نسبی یکنواختی توزیع آب در اغلب آزمایش‌ها، یکنواختی توزیع کود در همه آزمایش‌های انجام شده نسبتاً پایین است. یکی از دلایل اصلی پایین بودن یکنواختی توزیع کود در این آزمایش‌ها کوتاه بودن مدت زمان تزریق کود (۵ دقیقه) به سیستم آبیاری بوده است. تزریق پالس‌های کوتاه مدت بخصوص در اوایل آبیاری موجب می‌شود که کود تزریق شده به سیستم در آب آبیاری رقیق و بخش عمده آن در قسمت‌های ابتدائی نوار نفوذ نماید. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تزریق کود پس از تکمیل ۳۳ درصد و یا ۵۰ درصد فاصله پیشروی یکنواختی توزیع بیشتری را در مقایسه با تزریق در ابتدای آبیاری ایجاد نماید. نتایج شبیه‌سازی‌های پلایان و فاسی (۱۹۹۷) با استفاده از یک مدل ریاضی ساده برای بررسی گزینه‌های مختلف کوددهی نشان می‌دهد که در صورت عدم مدیریت صحیح تزریق کود در آبیاری نواری با انتهای باز می‌تواند تا ۶۰ درصد کود تزریق شده را به صورت رواناب از انتهای مزرعه تلف نماید. در کرت‌های مسطح تزریق کود در اواخر زمان پیشروی کمترین یکنواختی توزیع و تزریق در تمام مدت زمان آبیاری بالاترین یکنواختی توزیع را خواهد داشت. برای کاهش تلفات کود به صورت نفوذ عمقی مناسبترین گزینه تزریق کود به سیستم آبیاری در دیرترین زمان ممکن است. در این

حالت نفوذ عمقی به حداقل ممکن خواهد رسید. هر چند این گزینه ممکن است موجب افزایش تلفات به صورت رواناب از انتهای مزرعه و کاهش یکنواختی توزیع را در رژیم‌های انتها بسته به دنبال داشته باشد.

جدول ۲- مقادیر ضرائب یکنواختی توزیع آب و کود در آزمایش‌های آبیاری نواری با انتهای بسته (پلایان و فاسی، ۱۹۹۷)

یکنواختی توزیع کود (%)		یکنواختی توزیع آب (%)		آزمایش
DU _{LH}	DU _{LQ}	DU _{LH}	DU _{LQ}	
۶/۰۶	۴/۳۸	۹۶/۲۸	۹۲/۵۶	A ₁ Q ₁
۲/۸۸	۱/۶۵	۹۶/۸۸	۹۲/۴۳	A ₁ Q ₂
۳۰/۷۸	۱۹/۹۸	۷۶/۳۴	۷۳/۲	A ₁ Q ₃
۳۳/۵۹	۲۵/۷۹	۷۱/۳۸	۶۶/۹۱	A ₂ Q ₁
۵۱/۵۸	۴۱/۵۸	۹۱/۳۴	۹۰/۰۳	A ₂ Q ₂
۱۱/۱۰	۹/۷۹	۳۸/۴۹	۳۴/۱۱	A ₂ Q ₃
۱۹/۳۸	۱۳/۸۸	۹۲/۵۸	۹۰/۶۶	A ₃ Q ₁
۳۹/۹۴	۳۰/۰۶	۹۶/۷۳	۹۲/۴۱	A ₃ Q ₂
۲۸/۵۵	۲۱/۳۶	۶۳/۵	۵۹/۳۹	A ₃ Q ₃

نتیجه‌گیری

کود آبیاری نسبت به روشهای مرسوم وسنتی دارای مزایای فراوانی از جمله عدم فشردگی خاک، عدم آسیب دیدگی گیاه، کاهش انرژی، استفاده تقسیطی و مکرر از کود ها، کاهش مصرف کود و آلودگی‌های زیست محیطی است. این روش کوددهی به خاطر کنترل و مدیریت راحت‌تر سالهاست که در روشهای آبیاری تحت فشار استفاده می‌شود. لیکن در آبیاری سطحی بدلیل مشکلات خاص کمتر توسعه یافته است. در این مقاله، مسائل فنی کود آبیاری شامل یکنواختی توزیع، زمان شروع تزریق و مدت زمان تزریق کود به سیستم در روشهای آبیاری جویچه‌ای و نواری ارزیابی گردید. نتایج نشان دادند که محدودیت اصلی کود آبیاری در روشهای آبیاری سطحی مشکل یکنواختی توزیع آن است. کارائی این روش کوددهی در روشهای آبیاری سطحی به شدت تحت تاثیر معیارهای طراحی و مسائل مدیریتی است که کمبود آنها به دلیل نو بودن ایده در روشها و رژیم‌های مختلف آبیاری سطحی احساس می‌شود.

نتایج همچنین نشان داد که تزریق کود در تمام مدت زمان آبیاری و یا تزریق در نیمه دوم آبیاری و یا در زمانهای انتهائی آبیاری (مثلا $\frac{1}{3}$ آخر) و یا هنگام تکمیل ۵۰-۳۰ درصد فاصله پیشروی یکنواختی توزیع را بیشتر و تزریق در نیمه اول آبیاری و یا تزریق بصورت پالس‌های کوتاه مدت یکنواختی توزیع را کاهش

می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که یکنواختی توزیع به عوامل مختلفی از جمله دبی ورودی، نفوذپذیری، ضریب زبری سطح خاک، زمان شروع تزریق کود به سیستم آبیاری و مدت زمان تزریق بستگی دارد.

منابع

- 1- Abbasi, F., J. Simunek, M. Th. van Genuchten, J. Feyen, F. J. Adamsen, D. J. Hunsaker, T. S. Strelkoff and P. Shouse, 2003. "Overland water flow and solute transport: Model development and field data analysis." *J. Irrig. Drain. Eng.*, 129(2): 71-81.
- 2- Boldt, A. L., Watts, D. G., Eisenhauer, D. E., and Schepers, J. S. (1994). "Simulation of water applied nitrogen distribution under surge irrigation." *Trans. ASAE*, 37(4): 1157-1165.
- 3- Jaynes, D. B., Bowman, R. S., and Rice, R. C., (1988). "Transport of conservative tracers in the field under continuous flood irrigation." *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52: 618-624.
- 4- Jaynes, D. B., Rice, R. C., and Hunsaker, D. J. (1992). "Solute transport during chemigation of a level basin." *Trans. ASAE*, 35 (6): 1809-1815.
- 5- Playan, E. and Faci, J. M. (1997). "Border irrigation: Field experiment and a simple model." *Irrig. Sci.*, 17(4):163-171.
- 6- Threadgill, E. D. (1985). "Chemigation via sprinkler irrigation: Current status and future development." *Applied Eng. In Agriculture* 1(1): 16-23.

