پنجمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست
۱۶ آبان ماه ۱۳۸۷

بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی در اراضی شالیزاری
(مطالعه موردی:کاپیک)

حدیثه نوری[۱]، حمید زارع ابیانه[۲]، عبدالمجید لیاقت[۳]، حمیده نوری[۴]

چکیده

برنج از مهمترین غلات در دنیا بوده و پس از گندم مقام دوم را دارد و در ایران نیز برنج از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. برای داشتن عملکرد محصول بالا در اراضی شالیزاری استفاده از عناصر غذایی یا کودهای شیمیایی ضروری می‌باشد. استفاده از کودهای شیمیایی در اراضی شالیزاری و آبشویی این کودها با آب آبیاری و باران منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی در این اراضی می‌گردد. با توجه به اینکه در اراضی شالیزاری آبیاری بصورت غرقابی یا متناوب با دور آبیاری کوتاه انجام می‌گیرد، مقدار تلفات کود به صورت عمقی در اثر انجام آبیاری به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد که خود سبب افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و کاهش بهره‌وری مصرف کود می‌شود.

این تحقیق در اراضی شالیزاری واقع در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز در شهرستان آمل انجام گرفت. نمونه‌برداری از آب زیرزمینی قبل و بعد از انجام عملیات کوددهی در اراضی شالیزاری توسط پیزومترهای نصب شده در این اراضی در فواصل زمانی مختلف انجام شد و آزمایشات کیفیت آب بر روی نمونه‌ها با اندازه‌گیری عناصر و ترکیباتی مانند نیترات، فسفات و تعدادی از کاتیونها و آنیون‌ها انجام گرفت. نتایج حاکی از مقدار قابل توجهی از نیترات در آب‌های زیرزمینی کم‌عمق این اراضی می‌باشد. غلظت نیترات در پایان دوره اندازه‌گیری مربوط به کوددهی اول ۷ درصد و در پایان دوره اندازه‌گیری مربوط به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی داشگاه بوعلی سینا همدان، Hadiseh_noori@yahoo.com
۲- گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه بوعلی سینا همدان، Zare_h2000@yahoo.com
۳- دانشیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران aliaghat@ut.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران، hnoory@ut.ac.ir

کوددهی دوم ۱۲ درصد نسبت به مقدار اولیه قبل از شروع عملیات کوددهی افزایش یافت. مقادیر غلظت فسفر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب زیرزمینی کم‌عمق پس از عملیات کوددهی افزایش معنی‌داری را نسبت به مقدار اولیه آن نشان نداد.

کلمات کلیدی: اراضی شالیزاری، آلودگی آب‌های زیرزمینی، فسفات، نیترات.

مقدمه:

برنج از مهمترین غلات در دنیا بوده و پس از گندم مقام دوم را دارد و در ایران نیز برنج از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در سال‌های اخیر برای داشتن عملکرد بالای محصول در اراضی شالیزاری اقداماتی چون اصلاح بذر و استفاده از عناصر غذایی یا کودهای شیمیایی به شدت افزایش یافته است. مصرف کودهای شیمیایی بدون توجه به آثار سوء بر خصوصیات خاک، محصولات کشاورزی و بویژه محیط زیست بطور قابل توجهی افزایش یافته است. در سال‌های دور محققین و کشاورزان بر این تصور بودند که بقایای کودها و سموم در خاک باقی مانده و آسیبی به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی نمی‌رساند. اما کشف بقایای کودها (مثل نیترات) و سموم (ددت) در آب‌های سطحی و زیرزمینی نادرستی این طرز تفکر را به اثبات رساند. بررسیهای بعدی نشان داد آلودگی‌های آب‌های سطحی و زیرزمینی علاوه بر نیترات شامل فسفات، فلزات سنگین و سموم نباتی نیزمی‌باشد (مدراموتو[1] و همکاران، ۱۹۹٤).

استامپلی[2] و همکاران (۲۰۰٦) به بررسی کاهش اثرات زیست محیطی حاصل از آلودگی‌های نیترات اراضی کوبس کانادا در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که زهکشی زیرزمینی با مدیریت سطح ایستابی در عمق ۰/۸ متری پایین‌تر از سطح زمین عملکرد محصول ذرت را در حدود ۳۵ درصد در مقایسه با زهکشی آزاد افزایش داده است. این افزایش عملکرد خود سبب افزایش کارایی مصرف آب در حدود ۵/۱ و ۷/۱ کیلوگرم در مترمکعب به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ گردید.

ریتزما[3] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود بر روی ۵/۵ میلیون هکتار از اراضی هندوستان که دارای مشکل شوری، قلیایی و غرقابی بودند به این نتیجه رسیدند که با اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی در این اراضی سطح ایستابی و شوری خاک هر کدام به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد نسبت به اراضی که فاقد زهکش زیرزمینی بود کاهش پیدا نمود.

داتا[4] و همکاران (۲۰۰٤) در مطالعات خود در اراضی شمال غربی هند که مشکل شوری داشتند به این نتیجه رسیدند که زهکشی زیرزمینی علاوه بر بهبود شوری خاک و زهاب خروجی سبب کاهش آلودگی منابع آبی گردیده است. علاوه بر این ایجاد زهکشی زیرزمینی درآمد کشاورزان را افزایش داده، عملکرد محصول را به مقدار قابل توجهی افزایش داده است و ایجاد اشتغال نموده است.

1- Madramootoo
2- Sstampfli
3-Ritzema
4 -Data

ماتیو[1] (۲۰۰٤) در مطالعات خود به بررسی اثرات زهکشی زیرزمینی در قسمتی از اراضی شالیزاری هند که مشکل اسید سولفاته دارند پرداخت و به این نتیجه رسید که با احداث زهکشهای زیرزمینی در مدت ۲ سال مشکل اسیدی بودن این اراضی برطرف شد و عملکرد محصول برنج به مقدار ٤۳ درصد یا ۱/۱ تن در هکتار افزایش پیدا کرد. آنالیز اقتصادی این طرح نشان داد که نسبت سود بر هزینه در این طرح ۲/٤٥ بوده است.

استوارت[2] و همکاران (۲۰۰٥) در مطالعات خود دریافتند که مقادیر زیاد نیترات در زهآبها نشان دهنده کاربرد نامناسب کود و راندمان پایین کوددهی بوده که علاوه بر افزایش هزینهها، سبب آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی شده و رشد جلبکها را در دریاچهها و تالآبها افزایش میدهد.

اسکاویا[3] و همکاران (۲۰۰۳) در بررسیهای خود بر روی آلودگی رودخانه میسیسیپی دریافتند که اراضی کشاورزی غربی و میانی آمریکا منبع اصلی آلودگی نیترات در این رودخانه هستند.

ویلیز[4] و همکاران (۱۹۹۸) کنترل سطح ایستابی را ابزار مناسبی برای مدیریت رطوبت خاک و کاهش تجمع نیترات در آبهای سطحی و زیرزمینی در خاکهای با سطح ایستابی بالا معرفی میکند.

برو[5] و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقات متعددی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که زهکشی زیرزمینی آلودگی و تلفات نیترات را افزایش داده و آلودگی عناصر دیگر مانند فسفات را در آبهای زیرزمینی کاهش داده است.

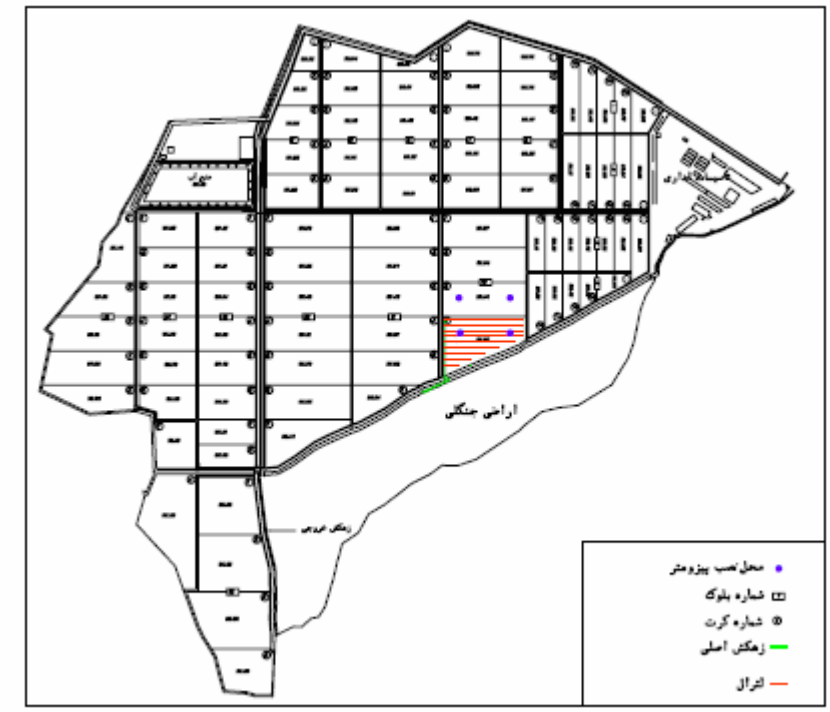
با توجه به اینکه در اراضی شالیزاری آبیاری اغلب بصورت غرقابی یا متناوب با دور کوتاه آبیاری انجام میگیرد و مقدار زیادی آب در هر آبیاری وارد زمین میگردد، میزان تلفات کود به صورت عمقی در اثر انجام آبیاری به مقدار قابل توجهی افزایش مییابد که خود سبب افزایش آلودگی آبهای زیرزمینی و کاهش بهرهوری مصرف کود میشود. هدف این مقاله بررسی آلودگی آبهای زیرزمینی کمعمق تحت اراضی شالیزاری در اثر آبیاری و کوددهی میباشد.

مواد و روشها:

این تحقیق در سال ۱۳۸۷ در اراضی شالیزاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در ۱۰ کیلومتری جاده آمل- محمودآباد در استان مازندران انجام شد. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۸۸۲/٦ میلیمتر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱٦ درجه سانتیگراد میباشد. طول و عرض جغرافیایی منطقه به ترتیب $52°17'$ و $36°58'$ بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ٥/٥ متر میباشد. نوع بافت خاک سیلتی رسی میباشد. این منطقه دارای ۸۹ کرت شالیزاری جمعاً به مساحت ٦۰ هکتار و مجهز به زهکشهای سطحی با فاصله ۲۰۰ تا ٤۰۰ متر میباشد و تعداد ٤ کرت مجهز به سیستم زهکشی زیرزمینی میباشند.

1- mathew
2- Stewart
3- scavia
4- Willis
5- Breve

این تحقیق در دو کرت، یکی فاقد زهکش زیرزمینی و دیگری دارای زهکش زیرزمینی واقع در بلوک ۱۰ اراضی شالیزاری کاپیک انجام شده است (شکل ۱).



شکل ۱- اراضی شالیزاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (کاپیک)

لوله‌های زهکش زیرزمینی استفاده شده از جنس پلی‌اتیلن و بصورت موجدار سوراخدار بوده که قطر آن ۱۰۰ میلیمتر، فاصله آنها از یکریگر ۱۰ متر و عمق کارگذاری آنها از ۷۰ تا ۹۳ سانتی‌متر (با توجه به شیب) می‌باشد. زهکش جمع‌کننده زیرزمینی دارای سازه کنترل در قسمت خروجی می‌باشد که این سازه به منظور ایجاد حالت غرقابی در اراضی شالیزاری و جلوگیری از خروج آب زهکش در فصل کشت برنج بسته می‌باشد و در زمان زهکشی میان فصل و قبل از برداشت محصول که جهت تسریع خروج آب از خاک و در فصل دوم زراعی برای انجام کشت دوم باز می‌باشد. واریته برنج کاشته شده، تاریخ کاشت، نوع آب مصرفی، نوع آبیاری، میزان کود مصرفی و ماشین آلات مورد استفاده در این دو کرت یکسان می-باشد. آب مورد استفاده در این دو کرت از چاه‌های عمیقی که در منطقه موجود می‌باشد تأمین شده و توسط پمپ به کانالهای انتقال بتنی بالای این اراضی وارد شده و در میان اراضی توزیع می‌شود. آبیاری به روش غرقابی و به صورت متناوب با دور آبیاری کوتاه انجام می‌شود. کودهای مصرفی در فصل کشت برنج شامل اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات دو پتاس به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سوپر فسفات تیریبل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

مشخصات کیفی آب آبیاری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انتقال نشأ در جداول ۱ و ۲ نشان داده دشده است. قبل و بعد از انجام عملیات کوددهی در اراضی شالیزاری، نمونه‌برداری از آب زیرزمینی توسط پیزومترهای نصب شده در این اراضی در فواصل زمانی مختلف انجام شده و آزمایشات کیفیت آب بر روی نمونه‌ها با اندازه‌گیری عناصر و ترکیباتی مانند نیترات، فسفات و تعدادی از کاتیون‌ها و آنیون‌ها انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصات کیفی آب آبیاری

$Mg^{2+}+Ca^{2+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Hco_3^-	Co_3^{2-}	Cl^-	سختی کل	قلیائیت	$N\text{-}NO3^-$	pH	EC
me/l						mg/l				ds/m
۱۳/۵	۳	۱۰/۵	۵	۰	۱	٦۷۵	۲۵۰	۷/۳۳	۷/۹۸	۰/٦۵

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از نشأکاری

(Caco3) قلیایت (mg/l)	SP (درصد اشباع)	%Sand	%Silt	%Clay	نوع بافت	pH	EC (dS/m)	N-NO3 (mg/l)	عمق خاک
۲۵۰	٦٦/٤۲	۱۱/۷۱	٤٦/٤۲	٤۱/۸۷	Silty Clay	۸/۲۸	۰/۸	۷/۵۸	۰-۳۰
۲۲۰	٦۹/۹۵	۸/۷۱	٤۷/۰۹	٤٤/۲۰	Silty Clay	۸/۲٦	۰/٦۹	۱۲/۲	۳۰-٦۰
۲۲۰	٦۵/٦۱	۹/۹٦	٤۸/۱۷	٤۱/۸۷	Silty Clay	۸/۲٦	۰/٦٤	۸/۲۵	٦۰-۹۰

نتایج:

غلظت نیترات $N-NO_3^-$، فسفر محلول، و سایر آنیون‌ها و کاتیونها در آب زیرزمینی کم عمق اراضی شالیزاری کاپیک قبل و بعد از عملیات کوددهی اندازه‌گیری شد. در جدول ۳ خلاصه‌ای از مقادیر پارامترهای کیفی در آب زیرزمینی کم‌عمق تحت اراضی شالیزاری مورد مطالعه قبل و بعد از کوددهی ارائه شده است.

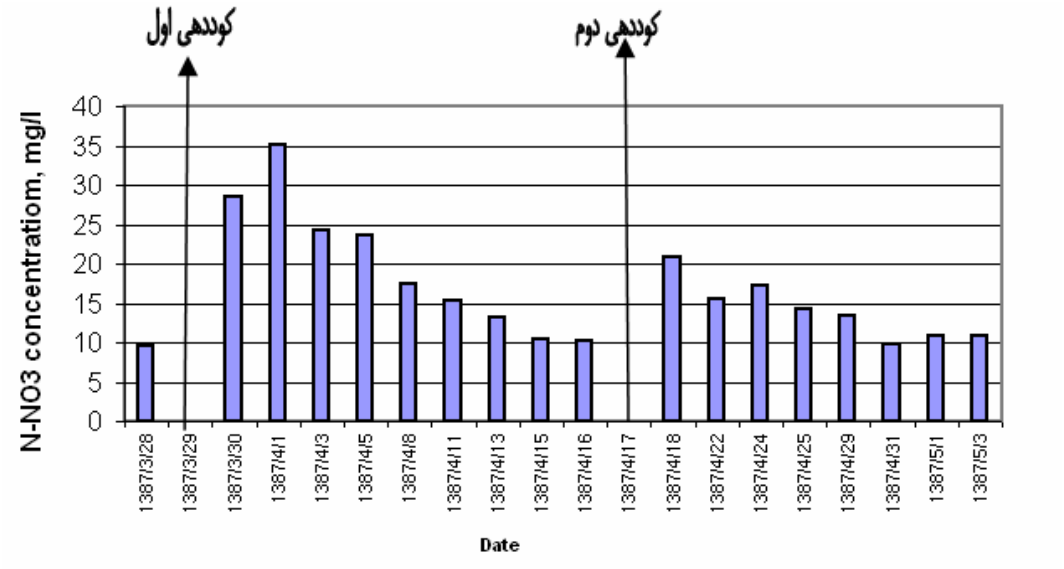
جدول ۳- پارامترهای کیفی در آب زیرزمینی کم‌عمق تحت اراضی شالیزاری مورد مطالعه قبل و بعداز کوددهی

پارامترهای کیفی آب	قبل از کوددهی			بعد از کوددهی			محدوده مجاز
	میانگین	S.D.	بازه تغییرات	میانگین	S.D.	بازه تغییرات	
pH	۸/۱۳	۰/۰۹	۸/۰۵ – ۸/۲٤	۸/۲۳	۰/۲	۷/۷ – ۸/۵	٦/۵-۸/۵
EC (dS/m)	۰/٦۷	۰/۰۷	۰/٦ -۰/۷۵	۰/٦٦	۰/۱	۰/۵۵ -۰/۹۲	۳
Mg^{2+} (me/l)	۹	۲/۸۵	٦/٦ – ۱۳	۸/٤	۱/۸	٤ -۱۲/۲	۱۰۰
Ca^{2+} (me/l)	۲/۸	۱/۹۳	۱ – ۵/۵	۱/۷	۰/۵۹	۱-۳	۷۵
TDS (mg/l)	٤۲۷	٤۷/٤۳	۳۸٤ – ٤۸۰	٤۲۰	٤۲/۳	۳۹۲-٤۳۵	۵۰۰
قلیائیت (mg/l)	۱۹٦	۷۷/۸۲	۱۲۵ – ۳۰۰	۲۵٦	۵۵/۳۳	۱۹۰-۳۵۰	۵۰۰
سختی کل (mg/l)	۷۸۷/۵	۱۸۳/۸۷	۵۹۵ – ۱۰۰۰	۷٦۲	۱۱۷/۳	٤۵۰-۹۱۵	۵۰۰
نیترات (mg/l)	۹/۵۳	۰/۸٤	۸/۵ – ۱۰/۵	۱۷/۱۱	۷/۲	۹/۸ – ۳۵/۲	۱۰
فسفر محلول (mg/l)	۰/۱۷۳	۰/۰۲	۰/۱۵۷ – ۰/۱۸۹	۰/۱٦۲	۰/۰٦	۰/۱۵٦ -۰/۱۸۲	٤

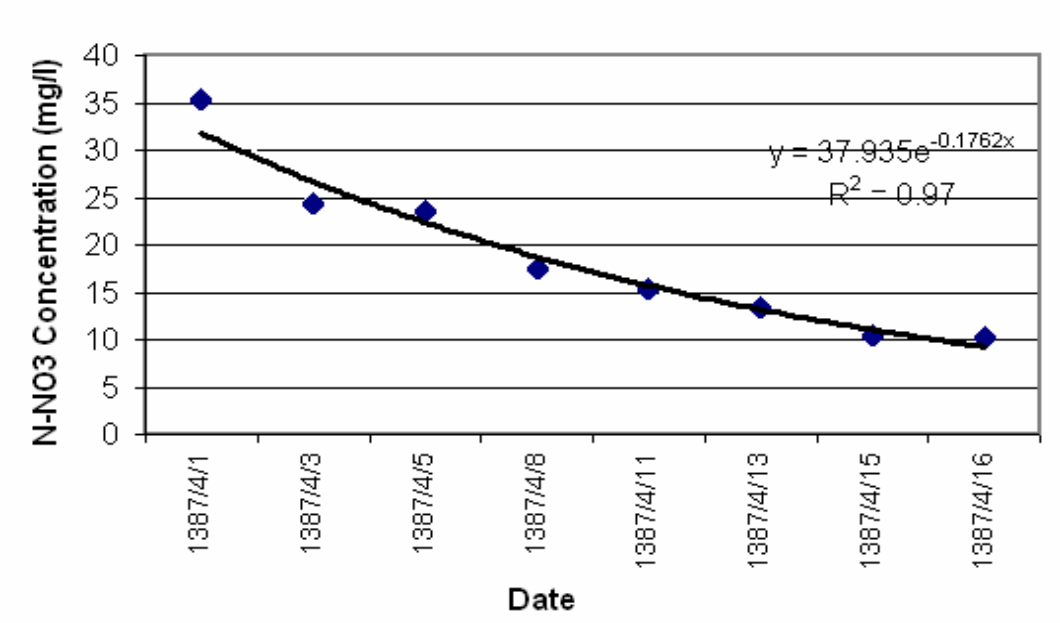
نمونه‌گیری از آب زیرزمینی کم عمق ۱۵ روز پس از نشأکاری در تاریخ ٤ تیرماه، پنج روز پس از اولین دوز کوددهی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات دو پتاس و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تیریبل) آغاز گردید و در روزهای پس از کوددهی ادامه یافت. در این حد فاصل آبیاری نیز در زمان‌های مشخصی انجام شده است.

مقادیر غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب زیرزمینی کم عمق در تاریخ‌های قبل و بعد از عملیات کوددهی در شکل ۲ نشان داده شده است. غلظت نیترات در آب زیرزمینی کم عمق قبل از کوددهی اول (دوز اول) به عنوان غلظت اولیه نیترات در نظر گرفته می‌شود و به طور متوسط برابر با ۹/۵۳ میلی‌گرم در لیتر بود که در مقایسه با غلظت مجاز نیترات $N-NO_3^-$ (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) بیانگر وضعیت نامناسب است. غلظت نیترات در ۱ تیرماه یعنی ۳ روز پس از کوددهی حداکثر مقدار را داشت و از آن تاریخ به بعد روند کاهش تدریجی تا قبل از کوددهی دوم (دوز دوم) مشاهده گرید. غلظت نیترات در تاریخ ۱۵ و ۱٦ تیرماه غلظت نیترات به حدوداً ۳۰ درصد مقدار پیک تنزیل یافت ولی این مقدار نسبت به غلظت اولیه (قبل از کوددهی اول) هنوز ۷ درصد بیشتر بود. روند کاهش غلظت نیترات بعد از کوددهی یک روند نمایی است (شکل ۳).

بهبود رژیم رطوبتی خاک از طریق تر و خشک شدن پیوسته خاک در اثر انجام آبیاری متناوب برنج و همچنین شرایط مناسب خاک از نظر شوری و pH (جدول۲)، انجام فرایندهای نیتروژن‌زایی (نیتریفیکاسیون) و نیتروژن‌زدایی (دنیتریفیکاسیون، جذب توسط گیاه) و همچنین فرآیند جذب سطحی توسط ترکیبات رس خاک را بهبود بخشیده است. در این شرایط نیترات $N-NO_3^-$ تشکیل شده است و علاوه بر جذب توسط گیاه، وارد آب زیرزمینی کم عمق در تحت اراضی شالیزاری مورد مطالعه شده است و مقادیر پیک آن در روزهای پس از کوددهی دیده می‌شود.



شکل ۲- غلظت نیترات در آب زیرزمینی کم عمق در اراضی شالیزاری کاپیک قبل و بعد از عملیات کوددهی



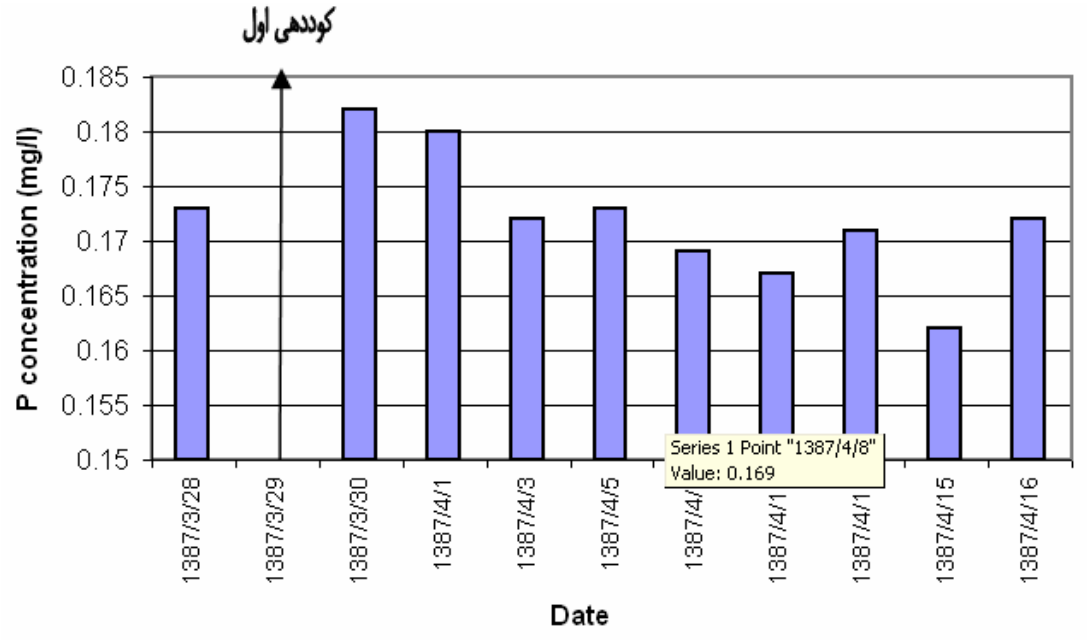
شکل ۳- روند کاهشی نمایی غلظت نیترات در آب زیرزمینی کم عمق در اراضی شالیزاری کاپیک بعد از عملیات کوددهی

با گذشت زمان و انجام آبیاری متعدد و در نتیجه بالا آمدن سطح ایستابی کم‌عمق و غرقاب شدن متعدد خاک در بازه اندازه‌گیری‌ها، علاوه بر جذب نیترات توسط گیاه، تغییر فرم نیترات به نیتروژن آزاد انجام شده است و در نتیجه با ادامه روند نزولی، غلظت نیترات در آب زیرزمینی کم‌عمق به مقدار معینی کاهش می‌یابد. در شرایطی که سطح ایستابی در بازه‌های زمانی معینی در رقوم بالا قرار داشته باشد اثرات دنیتریفیکاسیون افزایش یافته و در کاهش آلودگی نیتروژن ـ نیترات بسیار اساسی است. در وضعیت سطح ایستابی بالا، شرایط غیرهوازی ایجاد می‌شود و میکروارگانیسم‌های موجود در خاک در غیاب اکسیژن نیترات را آزاد می‌کنند.

غلظت نیترات در پایان دوره اندازه‌گیری مربوط به کوددهی اول ۷ درصد و در پایان دوره اندازه‌گیری مربوط به کوددهی دوم ۱۲ درصد نسبت به مقدار اولیه قبل از شروع عملیات کوددهی (۹/۵۳ میلی‌گرم در لیتر) افزایش یافت. متأسفانه به علت عدم برداشت کیفیت آب زیرزمینی در سال‌های مختلف، بررسی بلندمدت تغییرات غلظت نیترات در این مقاله ممکن نمی‌باشد، لیکن با توجه به اینکه در سال‌های مختلف مدیریت نسبتاً یکسانی از نظر کوددهی و آبیاری در اراضی مورد مطالعه وجود دارد و منطقه به طور عمده فاقد سیستم زهکشی زیرزمینی است پیش‌بینی می‌گردد که در سال‌های آینده با مشکل آلودگی نیتراتی شدید آب‌های زیرزمینی تحت اراضی شالیزاری در این منطقه مواجه شویم.

مقادیر غلظت فسفر محلول اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب زیرزمینی کم عمق در تاریخ‌های قبل و بعد از عملیات کوددهی در شکل ٤ نشان داده شده است.

غلظت فسفر محلول در آب زیرزمینی کم عمق اراضی شالیزاری کاپیک قبل از کوددهی اول (دوز اول) به عنوان غلظت اولیه فسفر در نظر گرفته می‌شود و به طور متوسط برابر با ۰/۱۷ میلی‌گرم در لیتر است که در مقایسه با غلظت مجاز فسفر محلول (جدول۳) بیانگر وضعیت مناسب است. مقادیر غلظت فسفر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب زیرزمینی کم‌عمق پس از عملیات کوددهی افزایش معنی‌داری (سطح اطمینان ۹۵٪) را نسبت به مقدار اولیه آن نشان نداد. ترکیبات فسفر در مقایسه با نیترات قابلیت انحلال و جابجایی بسیار کمتری در محیط خاک دارند و در اثر آبشویی و یا نفوذ عمقی مقادیر کمتری از آن از محیط خاک شسته شده و وارد آب زیرزمینی می‌شود.



شکل ٤- غلظت فسفر محلول در آب زیرزمینی کم عمق در اراضی شالیزاری کاپیک قبل و بعد از عملیات کوددهی

اراضی شالیزاری مورد مطالعه بیش از ٢٤ سال است که تحت کشت برنج هستند و سالانه حداقل مقادیر کود برابر۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات دو پتاس و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تیریبل مورد استفاده قرار می‌گیرد. یافته‌های این مطالعه تجمع نیترات قابل‌ملاحظه‌ای در آب زیرزمینی تحت این اراضی در اثر زیرکشت بردن و استفاده از کودها به صورت مداوم نشان می‌دهد و خطر آلودگی شدیدتری را نیز برای سال‌های آینده پیش‌بینی می‌کند. البته حضور سطح ایستابی کم‌عمق در این اراضی نقش مهمی را در بهبود فرایند نیترات زدایی و کنترل آلودگی نیتراتی آب‌های زیرزمینی تحت این اراضی تا به امروز داشته است.

در اراضی شالیزاری کاپیک تاکنون تعداد ٤ کرت از ۸۹ کرت تحت بهره‌برداری (٤٪ مساحت کل اراضی شالیزاری مورد مطالعه)، مجهز به سیستم زهکشی زیرزمینی شده‌اند که خروجی زهکش‌های زیرزمینی در

طول فصل کشت برنج بسته است و در زمان زهکشی میان‌فصل و روزهای قبل از برداشت محصول باز تا امکان تخلیه زه‌آب میسر گردد. البته در ماههای پس از برداشت محصول برنج (فصل دوم زراعی) نیز در صورت داشتن یا نداشتن کشت دوم خروجی زهکش زیرزمینی باز است و تخلیه رطوبت خاک و کنترل سطح آب زیرزمینی انجام می‌شود. احداث زهکش زیرزمینی در کل اراضی شالیزاری این منطقه علاوه بر تأثیر مثبتی که در افزایش محصول برنج و امکان کشت دوم در این اراضی دارد نقش بسیار مهمی در تخلیه نیترات و سایر آلاینده‌ها (از طریق حائل کردن و جمع آوری کردن جریانات رو به پایین از منطقه توسعه ریشه) که در اثر آبشویی وارد آب زیرزمینی خواهند شد، دارد. به عبارتی زهکشی زیرزمینی این قابلیت را دارد که در اراضی شالیزاری به خصوص در فصل دوم کشت (که معمولاً مقادیر بارش و آبشویی خاک قابل‌ملاحظه است) کیفیت آب زیرزمینی را حفظ و کنترل کند. تحقیقات انجام شده توسط سین و همکاران (۲۰۰۲) در اراضی شالیزاری مجهز به سیستم زهکشی زیرزمینی در هند نیز نشان دهنده نقش مثبت زهکشی زیرزمینی در کنترل آلودگی آب‌های زیرزمینی تحت این اراضی می‌باشد.

منابع:

1- Datta, K. K., Tewari, L. and Joshi, P. K., (2004). Impact of subsurface drainage on improvement of Crop production and farm income in north-westIndia. Irrigation and Drainage Systems 18: 43–55.
2- Breve, M. A., Skaggs, R. W., Parsons, J. A. and Gilliam., J. W., (1998). Using the DRAINMOD-N model to study effects of drainage system design and management on crop productivity, profitability and NO_3-N losses in drainage water. Agricultural water management 35. PP.227-243.
3- Mathew, e. k., (2004). Adaptability constraints of a technically and economically feasible subsurface drainage system in the low-lying acid sulphate soils of Kerala,Indi. Irrigation and Drainage Systems 18: 329–346.
4- Ritzema, H.P., Satyanarayana, T. V., Raman, S. and Boonstra. J., (2008). Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: Lessons learned in farmers' fields. Agricultural water management. P179-189.
5- Breve, M., Skaggs, R., Parsons, J. and Gilliam, J., (1998). Using the DRAINMOD-N model to study effects of drainage system design and management on crop productivity,Profitability and NO3-N losses in drainage water. Agricultural water management 35: 227-243.
6- Willis, G. H., Southwick, L. M., Fouss, J.L. and Brown, L.C., (1998). Nitrates in runoff and leachate from controlled water table plots on a Mississippi river alluvial soil. Drainage in the 21 st century: food production and the environment, proceedings of the seventh international drainage symposium, Orlando. Florida. USA. 8-10.559-566.
7- Madramootoo, C.A., Dodds, G.T. and Alikhani, Z., (1994). Proceedings of a national policy workshop on sustainable land and water resources management. Agricultural and biosystems department of Mcgill University, Macdonald Campus,

21111 Lakeshore Road, Sainte Anne-de-Bellevue, Quebec, H9X 3V9, Canada. PP. 65.

8- Singh, M., Bhattacharya, A.K., Nair, T.V.R. and Singh, A.K., (2002). Nitrogen loss through subsurface drainage effluent in coastal rice field from India. Agricultural water management 52. PP.249-260.

9- Stampfli, N., Madramootoo, CH., (2006). Water table management: A technology for achieving more crop per drop. Irrigation and Drainage Systems 20: 41-55.

10- Stewart, L., Charlesworth P., Bristow K., Thorburn P., 2005, Estimating deep drainage and nitrate leaching from the root zone under sugarcane using APSIM-SWIM. Agricultural Water Management.