

تأثیر منبع کود نیتراتی و دور آبیاری بر آبشویی نیترات و توزیع آن در نیمرخ خاک

محترم نبی پور^۱، حجت امامی^۲ و علیرضا آستارایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

hemami@um.ac.ir

چکیده

کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی از منابع آلاینده محیط زیست (به خصوص آب‌های زیرزمینی و منابع خاک) می‌باشند. شناخت عوامل مؤثر بر حرکت املاح و آب در پروفیل خاک کمک مؤثری در مدیریت صحیح و کاهش آبشویی نیترات از منطقه رشد ریشه می‌نماید. در این تحقیق آزمایشی برای بررسی آبشویی نیترات از ناحیه رشد ریشه انجام شد. بدین منظور ستون‌های PVC از خاک دست خورده با بافت لوم سیلتی پر گردیدند. سپس تیمارهای مختلف کودی شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (U)، ۵۰ تن در هکتار کود گاوی (W) و ۵۰ تن در هکتار لجن فاضلاب شهری (S) و مخلوط سه کود یعنی ۲۵ تن در هکتار کود گاوی، ۱۵ تن در هکتار لجن فاضلاب شهری و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (T) به سطح هر ستون خاک اضافه و ستون‌ها در پنج مرحله، آبشویی شدند. در هر دوره آبیاری، زه‌آب خروجی پس از عبور ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ حجم منفذی در هر نوبت آبیاری جمع‌آوری و غلظت نیترات آنها اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش مقادیر نیترات در اعماق مختلف خاک تعیین شد. نتایج نشان داد که در آبیاری اول غلظت نیترات بطور معنی‌داری بیشتر از سایر دوره‌های آبیاری بود و بیشترین میزان نیترات نیز مربوط به تیمار کود اوره بود. همچنین بیشترین میزان نیترات بعد از عبور ۰/۵ حجم منفذی از جریان آب مشاهده شد. علاوه بر این توزیع نیترات در ستون خاک نشان داد که از سطح تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک مقدار نیترات افزایش و پس از آن کاهش یافت.

کلمات کلیدی: آبیاری، آلودگی، حجم منفذی، نیترات

تأثیر منبع کود نیتراتی و دور آبیاری بر آتشویی نیترات و توزیع آن در نیمرخ خاک

محترم نبی پور^۱ - حجت امامی^{۲*} - علیرضا آستارایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده رابط Email: hemami@um.ac.ir

چکیده

کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی از منابع آلاینده محیط زیست (به خصوص آب‌های زیرزمینی و منابع خاک) می‌باشند. شناخت عوامل موثر بر حرکت املاح و آب در پروفیل خاک کمک موثری در مدیریت صحیح و کاهش آتشویی نیترات از منطقه رشد ریشه می‌نماید. در این تحقیق آزمایشی برای بررسی آتشویی نیترات از ناحیه رشد ریشه انجام شد. بدین منظور ستون‌های PVC از خاک دست خورده با بافت لوم سیلتی پر گردیدند. سپس تیمارهای مختلف کودی شامل بر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (U)، ۵۰ تن در هکتار گاوی (W) و ۵۰ تن در هکتار لجن فاضلاب شهری (S) و مخلوط سه کود یعنی ۲۵ تن در هکتار کود گاوی، ۱۵ تن در هکتار لجن فاضلاب شهری و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (T) به سطح هر ستون خاک اضافه و ستون‌ها در پنج مرحله، آتشویی شدند. در هر دوره آبیاری، زه‌آب خروجی پس از عبور ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ حجم منفذی در هر نوبت آبیاری جمع‌آوری و غلظت نیترات آنها اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش مقادیر نیترات در اعماق مختلف خاک تعیین شد. نتایج نشان داد که در آبیاری اول غلظت نیترات به طور معنی‌داری بیشتر از سایر دوره‌های آبیاری بود و بیشترین میزان نیترات نیز مربوط به تیمار کود اوره بود. همچنین بیشترین میزان نیترات بعد از عبور ۰/۵ حجم منفذی از جریان آب مشاهده شد. علاوه بر این توزیع نیترات در ستون خاک نشان داد که از سطح تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک مقدار نیترات افزایش و پس از آن کاهش یافت.

واژگان کلیدی: آبیاری، آلودگی، حجم منفذی، نیترات

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان و نیاز به تامین غذا، امروزه کشاورزان به استفاده از انواع کودهای شیمیایی، آلی و آفت‌کش‌ها روی آورده‌اند. کاربرد بی رویه این نهاده‌ها بدون در نظر گرفتن اثرات جانبی آن، مشکلات فراوانی چه از نظر زیست محیطی و چه از نظر سلامتی انسان‌ها، به همراه می‌آورد. کودها ضمن اضافه نمودن عناصر مغذی و مورد نیاز گیاه به خاک، اثراتی را نیز بر سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر جای می‌گذارند. از جمله مواردی که ممکن است در نتیجه کاربرد کودهای آلی و لجن فاضلاب واقع شود، انتقال برخی آلاینده‌ها در نیمرخ خاک (آلاینده‌های میکروبی، نیترات و فسفات) و یا شستشوی آنها به همراه رواناب سطحی می‌باشد که می‌تواند موجبات آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی را فراهم آورد.

یکی از شاخص‌های مهم آلودگی منابع سطحی، زیرزمینی و زه‌آب جاری در شبکه‌های زهکشی کشاورزی، حضور نیتрат می‌باشد که بر اثر کاربرد انواع کودهای شیمیایی، آلی (دامی و انسانی)، تجزیه گیاهان و دیگر باقی مانده‌های آلی در خاک و تخلیه نامناسب فاضلاب به وجود می‌آید. گاهی اوقات باران این عنصر کودی را به طرف آب‌های سطحی و زیرزمینی حرکت می‌دهد (۱۰). آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات یک مشکل گسترده برای اقتصاد، اکوسیستم و سلامتی انسان است (۱۳،۹،۴).

نیترات (NO_3^-) یک آلاینده آشنا در آب زیرزمینی است. نیترات می‌تواند به نیتريت (NO_2^-) تبدیل شود. نیترات به مقدار کم توسط گیاه جذب می‌شود و به علت دارا بودن بار منفی جذب کلونیدهای خاک نمی‌شود و می‌تواند به زیر منطقه ریشه به آب زیرزمینی یا زه‌آب به آب سطحی آبخویی شود که به لحاظ زیست محیطی مسئله‌ساز است. زیرا غلظت نیترات اغلب از حدود قابل قبول آلودگی تجاوز می‌کند (۱۴،۵).

غلظت نیترات مجاز در آب شرب بین $10 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$ تا $50 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$ است (۱۷). مقادیر بالای نیترات در آب شرب یکی از دلایل بیماری متهموگلوبینمیا (مختل شدن خون در نوزادان) است. سطوح بالای نیترات در آب شرب ممکن است باعث بروز سرطان روده در انسان و نیز سقط جنین در انسان و دام شود. غلظت بالای نیترات در آب همچنین باعث ایجاد پدیده غنی شدن (eutrophication) می‌شود و اغلب منجر به رشد بالای جلبک می‌شود که سرانجام اثرهای منفی روی سیستم آبی از جمله کاهش تنوع زیستی دارد (۱۰،۸،۶). بنابراین غلظت نیترات یک معیار مهم از کیفیت آب زیرزمینی است و آگاهی از میزان غلظت این عنصر در منابع آب و خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۶،۱۵،۱۱).

مستوفی (۱۲) آبخویی نیترات در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب، کود گاوی و کودهای شیمیایی را در دو نوع خاک لوم رسی و لوم شنی بررسی نمود و به این نتیجه رسید که آبخویی نیترات از لجن فاضلاب و کود آلی در خاک لوم شنی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. بین تمام تیمارها، کود آلی در خاک لوم رسی بیشترین و کود شیمیایی در خاک لوم شنی کمترین تجمع نیترات در خاک را داشت. نتایج آزمایشگاهی همچنین نشان داد که کاربرد کود آلی در مقایسه با کود معدنی و فاضلاب باعث افزایش تجمع نیترات در پروفیل عمیق خاک می‌شود. نتایج وی نشان داد که در اثر کاربرد لجن فاضلاب و کود شیمیایی در مقایسه با کود آلی، انتقال نیترات در عمق بیشتر از ۷۵ سانتی‌متری خاک صورت می‌گیرد و تجمع ماده آلی اغلب در عمق ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متری از سطح خاک است.

فرایند حرکت آب و آبخویی نیترات در پروفیل خاک بسیار پیچیده است. ولی شناخت چگونگی حرکت نیترات در پروفیل خاک و عوامل موثر بر حرکت آن کمک موثری در جلوگیری از تلفات عناصر غذایی، جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی و خاک و به طور کلی مدیریت صحیح و کاهش آبخویی نیترات از منطقه رشد ریشه می‌نماید (۱).

با توجه به اینکه اضافه کردن کودهای آلی همانند لجن حاصل از تصفیه فاضلاب و کود گاوی به زمین‌های کشاورزی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و با توجه به سطح وسیع اراضی کشاورزی و مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی، آبخویی نیترات به یک مشکل زیست محیطی مهم تبدیل شده است، لذا بررسی میزان انتقال برخی عناصر موجود در این کودها در پروفیل خاک همانند کودهای شیمیایی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق سعی شده است میزان انتقال نیترات در عمق‌های مختلف خاک همچنین انتقال نیترات در دوره‌های مختلف آبیاری با هم مقایسه شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی قابلیت آبخویی نیترات در پروفیل خاک و انتقال نیترات از منابع مختلف کودی (لجن فاضلاب، کود شیمیایی و کود گاوی) آزمایشی در شرایط گلخانه و با استفاده از ستون‌های PVC با قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. قبل از پر کردن لوله‌ها در ته ستون و همچنین سطح خاک لایه‌ای از شن درشت به ضخامت ۲ سانتی‌متر استفاده گردید. سپس ستون‌ها از خاک (عبور داده از شده الک ۲ میلی‌متر) و با در نظر گرفتن جرم مخصوص ظاهری پر شدند. بافت خاک مورد استفاده در این تحقیق لوم سیلتی بود که مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۱ ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی در این طرح جهت بررسی روند آبخویی نیترات شامل ۴ تیمار کودی (۱) تیمار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار (U)، (۲) ۵۰ تن در هکتار کود گاوی (W)، (۳) ۵۰ تن در هکتار لجن فاضلاب شهری (S) و (۴) مخلوط ۲۵ تن کود

گاوی، ۱۵ تن لجن فاضلاب شهری و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار (T) بودند که کودهای آلی به سطح خاک در لوله‌ها اضافه شد. در هر دوره آبیاری، زه‌آب خروجی پس از عبور ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حجم منفذی جمع‌آوری و غلظت نترات توسط روش اسپکتروفتومتری با سالیسیلیک اسید (۷) اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار آماری MSTATC آنالیز و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

OM (%)	K (ppm)	P (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	N (%)	EC (dSm ⁻¹)	pH	بافت	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)
1.55	285.88	32.33	17.61	0.0665	2.08	7.88	Silt loam	55.94	14.5	29.54

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کودهای مورد استفاده

کود	pH	EC (dSm ⁻¹)	N (%)	NO ₃ ⁻ (ppm)	P (%)	K (%)
کود گاوی	8.45	10.6	3.45	36.06	0.5246	1.4293
لجن فاضلاب	4.74	2.7	0.11	15.43	0.2746	0.1947

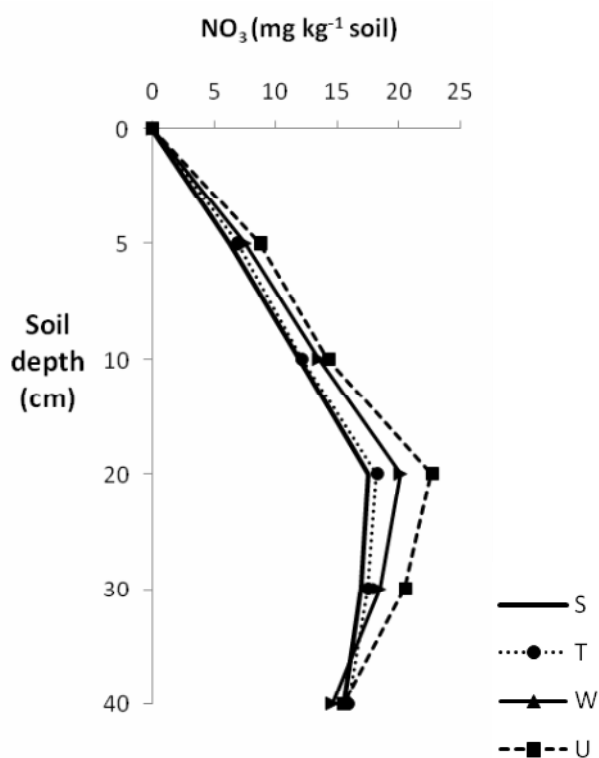
نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر آماری در سطح ۵ درصد، بین تیمارهای کودی، دور آبیاری و حجم منفذی و اثر متقابل هر سه فاکتور، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. از آنجایی که اثرات تمام فاکتورها همچنین اثرات متقابل آنها، همگی معنی‌دار گردید، تنها مقایسه میانگین فاکتورها بررسی شد که در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین مقدار آبشویی نترات در تیمار کود شیمیایی (اوره) مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با سه تیمار دیگر بود و بعد از آن بیشترین مقدار نترات به ترتیب در سه تیمار کود گاوی، مخلوط سه کود و لجن فاضلاب حاصل شد، اما اختلاف معنی‌داری بین این سه تیمار وجود نداشت (شکل ۱). همچنین در مورد دور آبیاری مشاهده می‌شود که میزان آبشویی نترات به طور معنی‌داری در دور اول آبیاری بیشتر از سایر دوره‌های آبیاری بود که می‌توان آن را به حضور نترات بیشتر در ابتدای دوره آزمایش نسبت داد. در مورد حجم منفذی نیز بیشترین میزان نترات در حجم منفذی برابر ۵/۰ مشاهده گردید.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کودی، دور آبیاری و حجم منفذی بر میزان نیترات آبشویی شده در زه آب

فاکتورها	نوع نمونه	میانگین نیترات در نمونه (ppm)
	کود اوره (U)	۳۴/۵۶ ^a
	کود گاوی (W)	۲۸/۶۲ ^b
تیمارهای کودی	مخلوط سه کود (U+S+W)	۲۷/۵۹ ^b
(فاکتور اصلی)	لجن فاضلاب (S)	۲۶/۹۶ ^b
	شاهد (C)	۱۴/۳۸ ^c
	آبیاری اول	۳۸/۹۰ ^a
دور آبیاری (فاکتور فرعی)	آبیاری دوم	۱۳/۹۴ ^b
	P _v =0.25	۲۵/۳۶ ^b
	P _v =0.5	۳۴/۷۸ ^a
	P _v =0.75	۲۴/۶۰ ^b
حجم منفذی (فاکتور فرعی)	P _v =1	۲۰/۹۵ ^c

همچنین الگوی توزیع نیترات در ستون خاک به این صورت بود که در سطح خاک غلظت نیترات تقریباً صفر بود و با افزایش عمق خاک غلظت نیترات افزایش یافت که بیشترین تجمع نیترات در عمق ۲۰ سانتی متری بود. روند تغییر غلظت در عمق خاک در تیمارهای مختلف کودی روند یکسانی داشت (شکل ۱).



شکل ۲- توزیع نیترات در اعماق مختلف پروفیل خاک در تیمارهای مختلف کودی

بحث

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین مقدار آبخوبی نیترات در تیمار کود شیمیایی (اوره) مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با سه تیمار دیگر بود علت این امر حلالیت بیشتر نیترات با توجه به ترکیب کود می‌باشد که می‌تواند موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی، آب‌های جاری و نهایتاً باعث افزایش غلظت نیترات در محصولات کشاورزی گردد. همچنین در مورد دور آبیاری مشاهده می‌شود که میزان آبخوبی نیترات به طور معنی‌داری در دور اول آبیاری بیشتر از دور دوم است که می‌توان آن را به حضور نیترات بیشتر در ابتدای دوره آزمایش نسبت داد.

همان‌طور که مشاهده شد غلظت نیترات با افزایش عمق ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرد و به نظر می‌رسد با افزایش دورهای آبیاری عمق تجمع نیترات افزایش پیدا می‌کند که به تدریج نیترات از دسترس گیاه خارج می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تدریجی رطوبت خاک و سرعت حرکت آب در خاک، دفع نیترات توسط ذرات خاک که عمدتاً دارای بار منفی هستند افزایش می‌یابد و این امر باعث انتقال نیترات از سطح خاک به اعماق پایین‌تر و حتی رسیدن آن به آب‌های زیرزمینی می‌شود. البته با افزایش رطوبت خاک در حجم‌های منفذی بالاتر ۰/۵ غلظت نیترات در زه‌آب کاهش یافته است، زیرا با خروج نیترات از خاک به تدریج غلظت آن کاهش می‌یابد در نتیجه در زه‌آب خروجی نیز غلظت آن کاهش یافته است.

این نتایج با نتایج معتمدی (۱۳۸۷) و لاریجانی (۱۳۸۸) مطابقت دارد. معتمدی و همکاران (۳) آزمایشی جهت تعیین اثرات کاربرد لجن فاضلاب به عنوان کود آلی در مقایسه با کود شیمیایی در آبخوبی نیترات و فسفات ستون‌های خاک کشت شده با گندم انجام دادند. نتایج نشان داد کود شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت نیترات در زه‌آبهای خروجی در مقایسه با دو سطح لجن شد. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که بعد از هر بار اضافه کردن کود شیمیایی (زمان پنجه زنی و ساقه دهی) مقدار نیترات در زه‌آب افزایش یافت. لاریجانی و همکاران (۲) با بررسی انتقال نیترات از طریق زه‌آب در نتیجه کاربرد کودهای آلی در خاک لومی به این نتیجه رسیدند که میزان آلودگی نیترات در خاک لومی، در تیمار شاهد کمترین آلودگی و در تیمارهای کود گاوی بیشترین آلودگی را داشته و لجن فاضلاب و کود مرغی به ترتیب مابین این دو سطح قرار گرفته است. همچنین در مورد تعداد دفعات آبیاری، هفته اول بالاترین میزان آلودگی و هفته سوم کمترین میزان آلودگی نیترات مشاهده شد. که می‌توان آن را به آبخوبی نیترات در طول آبیاری نسبت داد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگر چه کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی باعث آلودگی کمتر نیترات شده‌اند، اما با توجه به ضرورت تامین به موقع نیتروژن در طول دوره رشد گیاه، توصیه می‌شود از تیمار مخلوط سه کود برای گیاه استفاده شود که این تیمار تقریباً دارای میزان آبخوبی کمتر نیترات است. همچنین توصیه می‌شود از کاربرد یک‌باره کودهای معدنی و حتی آلی اجتناب شود.

فهرست منابع

- ۱- رهبری، پ؛ جبلی، س.ج؛ لیاقت، ع. ۱۳۸۵. شبیه سازی انتقال نیترات توسط مدل DRAINMOD-N. مجله کشاورزی، ۸، شماره ۱، صفحه ۲۱-۳۲.
- ۲- لاریجانی ن، حسن اقلی ع، مشعل م و لیاقت ع. ۱۳۸۸. تعیین میزان انتقال نیترات از طریق زه‌آب در نتیجه کاربرد کودهای آلی در خاک لومی. اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت منابع آب.شاهرود
- ۳- معتمدی ح، چرم م و سایما ه. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد لجن فاضلاب بر تجمع بر تجمع عناصر سنگین و کم مصرف در خاک، گیاه گندم و انتقال آن به زه‌آب. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه گرگان. گرگان.
- ۴- وهاب زاده، ع. ۱۳۷۸. شناخت محیط زیست. ترجمه. دانیل بوتکین و ادوار کلر. انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش. فصل ۱۹، ص ۳۸۱-۴۰۹.

- 5- Bengtson, G. and Annadotter, H. 1989. Nitrate reduction in a ground water microcosm determined by ^{15}N gas chromatograph mass spectrometry. *Applied and Environmental Microbiology*. 55 (11), P. 2861-2870.
- 6- Carpenter, S.R. Caraco, N.F. Correll, D.L. Howarth, R.W. Sharpley, A.N. and Smith, V.H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Applic.* 8 (3), P. 559-568.
- 7- Cataldo, D.A. Haroon, M. Schrader, L.E. and Youngs, V.L. 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant-Tissue by Nitration of Salicylic-Acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 6, P. 71-80.
- 8- Chen, X.M. Wu, H.S. and Wo, F. 2007. Nitrate vertical transport in the main paddy soils of Tai Lake region, China. *Geoderma*. 142, P. 136-141.
- 9- Goolsby, D.A. 2000. Mississippi basin nitrogen flux believed to cause Gulf hypoxia: EOS. *Trans. Am. Geophys. Union*. 81, P. 321-327.
- 10- Hamilton, P.A. and Helsel D.A. 1995. Effect of agriculture on ground-water quality in five regions of the United States. *Ground water*. 33, P. 217-226.
- 11- Jia, X. Larson, D. Slack, D. and Walworth, J. 2005. Electrokinetic control of nitrate movement in soil. *Engineering geology*. 77, P. 273-283.
- 12- Mostofi, N. 2009. Nitrate leaching in soils treated with active sludge, cattle manure and chemical fertilizers. Master thesis, University Putra Malaysia.
- 13- O'Neil, W.B. and Raucher, R.S. 1990. The costs of groundwater contamination. *J. Soil water conserve.* 45, P. 180-183.
- 14- Strebel, O. Duynisveld, W.H.M. and Bottcher, J. 1989. Nitrate pollution of ground water in Western Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 26, P. 189-214.
- 15- Wang, C. 1997. Experimental study of nitrogen transport and transformation in soils. *Advances in Water Science*. 8 (2), P. 116-182.
- 16- Wang, C. Jian, D. Hui, J. and Juan, R. 2003. Optimum nitrogen rate for a high productive rice-wheat system and its impact on the ground water in the Taihu Lake area. *Acta Pedologica Sinica*. 40 (3), P. 426-432.
- 17- WHO, 1998. Guidelines for Drinking-water Quality 2nd Edn. World Health Organization, Geneva.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.