دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده مهندسی زراعی
گروه مهندسی آب

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی

موضوع:

ارزیابی کارایی مدل‌های DRAINMOD-N و LEACHN برای شبیه‌سازی آبشویی نیترات از اراضی شالیزاری

استادان راهنما:

دکتر علی شاهنظری دکتر رمضان طهماسبی

استاد مشاور

مهندس علی‌اصغر مطلوبی

دانشجو:

حسن علی‌بخشی

زمستان ۱۳۹۱

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده مهندسی زراعی
گروه مهندسی آب

پایان نامه دوره کارشناسی‌ارشد در رشته آبیاری و زهکشی

موضوع :

ارزیابی کارایی مدل‌های DRAINMOD-N و LEACHN برای شبیه‌سازی آبشویی نیترات از اراضی شالیزاری

استادان راهنما :
دکتر علی شاهنظری
دکتر رمضان طهماسبی
استاد مشاور :
مهندس علی اصغر مطلوبی
استادان داور :
دکتر میرخالق ضیاتبار احمدی - دکتر رامین فضل‌اولی

دانشجو :
حسن علی بخشی

شهریور ۱۳۹۱

چکیده

به منظور بررسی اثر آب و همچنین شیوه‌های مدیریت زراعی بر انتقال نیترات، اندازه‌گیری‌های میدانی می‌بایست انجام گیرد. اما چنین اقداماتی علاوه بر زمان‌بر بودن دارای هزینه بالایی می‌باشند. مدل‌های کامپیوتری با استفاده از معادلات انتقال نیترات و الگوریتم‌های شبیه‌ساز کیفیت آب را بدون اندازه‌گیری‌های میدانی پر هزینه ارزیابی می‌کنند. این مدل‌ها بر پایه معادلات تئوری هستند و به منظور تأیید دقت ارزیابی آن‌ها می‌بایست داده برداری میدانی نیز انجام شود. در این مطالعه قابلیت دو مدل DRAINMOD–N و LEACHM برای شبیه‌سازی انتقال نیترات در اراضی شالیزاری در فصل کشت دوم ارزیابی شد. این تحقیق در اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در طول فصل کشت کلزا از آبان ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از: سه تیمار زهکشی زیرزمینی معمولی با پوشش معدنی با عمق ۰/۹ متر با فاصله زهکش ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30}$)، عمق ۰/۶۵ متر با فاصله زهکش ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}$) و عمق ۰/۶۵ متر با فاصله زهکش ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}$)، و یک تیمار زهکشی زیرزمینی معمولی با پوشش مصنوعی با عمق ۰/۶۵ متر با فاصله زهکش ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15F}$). غلظت نیترات زه‌آب زهکش‌های زیر زمینی، عصاره اشباع خاک، خاک، باران و پارامترهای مورد نیاز دو مدل برای شبیه‌سازی در زمان‌های مورد نظر در مطالعه اندازه‌گیری شد. عمق سطح ایستابی و دبی زهکش‌ها در طول فصل کلزا به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. واسنجی مدل DRAINMOD-N با استفاده از پارامترهای ذخیره سطحی، ذخیره ماکرو، هدایت هیدرولیکی، ضریب نیتریفیکاسیون، ضریب دنیتریفیکاسیون و مدل LEACHM با استفاده از پارامترهای هدایت هیدرولیکی، ضرایب معادله کمپل، ضریب نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسون انجام شد. مقایسه غلظت نیترات زه‌آب اندازه‌گیری شده با نتایج شبیه‌سازی‌های مدل DRAINMOD-N نشان داد که مدل علی‌رغم پیش‌بینی مطلوب روند تغییر پارامتر مورد نظر، از کارآیی لازم برای پیش‌بینی دقیق مقادیر غلظت نیترات زه‌آب زهکش‌های زیرزمینی برخوردار نبود. همچنین این مدل کارایی مناسبی از شبیه‌سازی غلظت نیترات لایه‌خاک انجام نداد. مقایسه مقدار غلظت نیترات لایه‌های خاک اندازه‌گیری شده با نتایج شبیه‌سازی‌های مدل LEACHM نشان داد که مدل نتوانست پیش‌بینی مطلوبی از مقدار و روند تغییرات غلظت نیترات لایه‌های خاک انجام دهد و از کارآیی لازم برای پیش‌بینی دقیق میزان نیترات لایه‌های خاک برخوردار نبود.

کلمات کلیدی: اراضی شالیزار، زهکشی زیرزمینی، مدل DRAINMOD-N، مدل LEACHM،

نیتروژن

فهرست مطالب

فهرست شکل‌ها ..... د

فهرست جدول‌ها ..... ز

فصل اول ۱

مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ بیان مسأله ۳

۱-۳ ضرورت انجام تحقیق ۴

۱-۴ اهداف تحقیق ۶

فصل دوم کلیات و بررسی منابع ۷

۲-۱ زهکشی اراضی شالیزار ۸

۲-۱-۱ زهکشی برای کشت دوم ۸

۲-۱-۲ سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری ۸

۲-۲ چرخه نیتروژن در خاک ۱۰

۲-۲-۱ معدنی شدن ۱۰

۲-۲-۲ عوامل موثر بر معدنی شدن ۱۱

۲-۲-۳ نیتریفیکاسیون ۱۱

۲-۲-۴ عوامل موثر بر نیتریفیکاسیون ۱۲

۲-۲-۵ دنیتریفیکاسیون ۱۲

۲-۲-۶ عوامل مؤثر بر دنیتریفیکاسیون ۱۳

۲-۲-۷ جذب نیتروژن ۱۴

۲-۳ مدل *DRAINMOD* ۱۴

۲-۳-۱ کاربردهای مدل ۱۴
۲-۳-۲ زهکشی معمولی ۱۵
۲-۳-۳ زهکشی کنترل شده ۱۵
۲-۳-۴ آبیاری زیرزمینی ۱۶
۲-۳-۵ تجزیه و تحلیل نیتروژن ۱۷
۲-۳-۶ اساس کار مدل ۱۷
۲-۳-۷ توصیف مدل ۱۹
۲-۳-۸ بارندگی ۱۹
۲-۳-۹ نفوذ ۱۹
۲-۳-۱۰ زهکشی سطحی ۲۱
۲-۳-۱۱ زهکشی زیرزمینی ۲۲
۲-۳-۱۲ تبخیر- تعرق ۲۵
۲-۳-۱۳ عمق توسعه ریشه ۲۵
۲-۳-۱۴ عملکرد محصول ۲۶
۲-۳-۱۵ مدلسازی انتقال نیتروژن ۲۷
۲-۳-۱۶ مولفه‌های انتقال N در *DRAINMOD-N* ۲۸
۲-۳-۱۷ نیتریفیکاسیون ۲۸
۲-۳-۱۸ دنیتریفیکاسیون ۲۹
۲-۳-۱۹ محدودیت‌های مدل ۲۹
۲-۴ مدل *LEACHM (Leaching Estimation And Chemistry Model)* ۳۰
۲-۴-۱ مدل انتقال نیتروژن *LEACHN* ۳۱
۲-۴-۲ انتقال نیتروژن و جذب آن توسط گیاه ۳۵
۲-۴-۳ محاسبه تبخیر و تعرق ۳۶
۲-۴-۴ ورودیهای مدل *LEACHM* ۳۷
۲-۴-۵ شرایط مرزی ۳۸

۲-۶ مروری بر تحقیقات گذشته ۴۱
فصل سوم مواد و روشها ۴۴
۲-۶ منطقه مورد مطالعه ۴۵
۳-۲ تعیین خواص خاک ۴۸
۳-۳ عملیات زراعی در فصل کشت کلزا ۵۲
۳-۴ نمونه‌برداری‌ها ۵۳
۳-۵ تهیه داده‌های مدل *DRAINMOD-N* ۵۴
۳-۵-۱ داده‌های هواشناسی ۵۴
۳-۵-۲ داده‌های خاک ۵۵
۳-۵-۳ عمق لایه نفوذناپذیر ۵۵
۳-۵-۴ رابطه حجم آب زهکشی شده با عمق سطح ایستابی ۵۶
۳-۵-۵ مقادیر صعود مویینگی به ازای اعماق سطح ایستابی ۵۶
۳-۵-۶ پارامترهای معادله نفوذ گرین – امپت ۵۶
۳-۵-۷ داده‌های زهکشی ۵۶
۳-۵-۸ داده‌های گیاه ۵۸
۳-۵-۹ داده‌های نیترات ۵۹
۳-۵-۱۰ واسنجی مدل *DRAINMOD-N* ۶۰
۳-۶ مدل *LEACHM* ۶۱
۳-۶-۱ تهیه داده‌های *LEACHM* ۶۲
۳-۶-۲ گام‌های زمانی ۶۲
۳-۶-۳ واسنجی مدل *LEACHM* ۶۳
۳-۷ ارزیابی مدل‌های *DRAINMOD-N* و *LEACHM* ۶۵
۴-۱ واسنجی و ارزیابی مدل *DRAINMOD-N* ۶۹
شبیه‌سازی تغییرات عمق سطح ایستابی ۶۹
۴-۲ شبیه‌سازی دبی زهکشها ۷۲

۴-۳ شبیه سازی غلظت نیترات زه‌آب خروجی ۷۵
۴-۴ شبیه سازی غلظت نیترات لایه‌های خاک ۷۷
۴-۵ ارزیابی مدل *LEACHM* ۷۹
فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۲
۵-۱ نتیجه‌گیری ۸۳
۵-۲ پیشنهادات ۸۳
منابع ۸۵

فهرست شکل‌ها

شکل (۲-۱) کرت استاندارد مزرعه شالیزاری و آرایش زهکش‌ها ۹

شکل (۲-۲) زهکش زیرزمینی نوع ترانشه‌ای در مزرعه شالیزاری ۹

شکل (۲-۳) الگوی جریان در زهکشی زیرزمینی نوع ترانشه‌ای ۱۰

شکل (۲-۴) شماتیک سیستم مدیریت آب با زهکش‌های زیرزمینی که ممکن است برای زهکشی یا آبیاری زیرزمینی بکار رود. ۱۵

شکل (۲-۵) گزینه‌های مختلف مدیریت سطح ایستابی ۱۷

شکل (۲-۶) بیلان آب در پروفیل خاک ۱۸

شکل (۲-۷) روش تعریف شده برای بدست آوردن ضرایب معادله گرین- امپت ۲۰

شکل (۲-۸) پارامترهای مختلف مورد استفاده در معادله هوخهات ۲۳

شکل (۲-۹) شماتیک زهکشی از سطح غرقابی. تا زمانی که عمق غرقابی بیشتر از S_1 است آب از روی سطح زمین به سمت زهکش‌ها حرکت میکند. حداکثر ذخیره سطحی S میباشد. ۲۴

شکل (۲-۱۰) چرخه نیتروژن در نظر گرفته شده در مدل *DRAINMOD-N* ۲۷

شکل (۲-۱۲) تکنیک مدیریت کاهش ریسک در آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل *LEACHM* ۳۲

شکل (۲-۱۳) فلوچارت مدل *LEACHM* ۴۰

شکل (۳-۱) میزان بارندگیها در طول مدت تحقیق ۴۶

شکل (۳-۲) تصویر شماتیک نحوه آرایش سیستم‌های زهکشی ۴۷

شکل (۳-۴) ۴۸

شکل (۳-۵) ۴۸

شکل (۳-۶) ۴۸

شکل (۳-۷) منحنی های مشخصه رطوبتی خاک لایه‌های مختلف کرت ۲ ..... ۵۱

شکل (۳-۸) منحنی های مشخصه رطوبتی خاک لایه های مختلف کرت ۶ ..... ۵۱

شکل (۳-۹) منحنی های مشخصه رطوبتی خاک لایه های مختلف کرت ۷ ..... ۵۲

شکل (۳-۱۰) منحنی های مشخصه رطوبتی خاک لایه های مختلف کرت ۸ ..... ۵۲

شکل ۳-۱۱ تصویری از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل *HACHDR-4000* ۵۳

شکل (۴-۱) مقادیر عمق سطح ایستابی اندازهگیری و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ ۶۹

شکل (۴-۲) مقادیر عمق سطح ایستابی اندازهگیری و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15}$ ۷۰

شکل (۴-۳) مقادیر عمق سطح ایستابی اندازهگیری و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ۷۰

شکل (۴-۴) مقادیر عمق سطح ایستابی اندازهگیری و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.9}L_{30}$ ۷۰

شکل (۴-۵) مقادیر دبی اندازهگیری شده و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ ۷۲

شکل (۴-۶) مقادیر دبی اندازهگیری شده و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15}$ ۷۳

شکل (۴-۸) مقادیر دبی اندازهگیری شده و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.9}L_{30}$ ۷۳

شکل (۴-۷) مقادیر دبی اندازهگیری شده و شبیهسازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ۷۳

شکل (۴-۹) روند تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری شده و شبیه سازی شده زهآب تیمار ($D_{0.65}L_{30}$) ۷۵

شکل (۴-۱۰) روند تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری شده و شبیه سازی شده زهآب تیمار ($D_{0.9}L_{30}$) ۷۶

شکل (۴-۱۱) روند تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری شده و شبیه سازی شده زهآب تیمار ($D_{0.65}L_{15}$) ۷۶

شکل (۴-۱۲)روند تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری شده و شبیه سازی شده زهآب تیمار ($D_{0.65}L_{30F}$) ۷۶

شکل (۴-۱۳) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{30}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۴) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{30}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۵) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۶) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۷) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ، عمق ۳۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۸) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ، عمق ۶۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۱۹) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.9}L_{30}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۲۰) تغییرهای غلظت نیترات اندازهگیری و شبیه سازی شده در تیمار $D_{0.9}L_{30}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۷۸

شکل (۴-۲۱) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{30}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۲) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{30}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۳) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{15}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۴) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{15}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۵) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ، عمق ۳۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۶) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.65}L_{15F}$ ، عمق ۶۰ سانتیمتر ۸۰

شکل (۴-۲۷) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.9}L_{30}$، عمق ۳۰ سانتیمتر ۸۱

شکل (۴-۲۸) تغییرهای غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل $LEACHM$ در تیمار $D_{0.9}L_{30}$، عمق ۶۰ سانتیمتر ۸۱

فهرست جدول‌ها

جدول (۲-۱) مقادیر حداکثر ظرفیت ذخیره سطحی *(Skaggs,1980)*..... ۲۲

جدول (۲-۲) خلاصه ویژگی‌های مدل *(Desmond, 2003)* ۳۰

جدول (۳-۱)خلاصه‌ای از میانگین اطلاعات اقلیمی ماهانه منطقه مورد مطالعه ۴۵

جدول (۳-۲)مشخصات سیستم‌های مختلف زهکشی مورد مطالعه ۴۶

جدول (۳-۳)بافت خاک لایه های مختلف کرت ۲ و ضریب آب‌گذری هر لایه ۴۹

جدول (۳-۴)بافت خاک لایه های مختلف کرت ۶ و ضریب آب‌گذری هر لایه ۴۹

جدول (۳-۵)بافت خاک لایه های مختلف کرت ۷ و ضریب آب‌گذری هر لایه ۵۰

جدول (۳-۶)بافت خاک لایه های مختلف کرت ۸ و ضریب آب‌گذری هر لایه ۵۰

جدول (۳-۷)خلاصه‌ای از فعالیت های زراعی انجام شده در طول دو فصل کشت برنج و کلزا..... ۵۳

جدول (۳-۸)داده‌های زهکشی استفاده شده در مدل ۵۸

جدول (۳-۹)مقادیر عمق موثر ریشه گیاه کلزا در زمان‌های مختلف تقویم کشت..... ۵۹

جدول (۳-۱۰)پارامترهای انتقال نیترات در مدل *DRAINMOD*..... ۶۰

جدول (۳-۱۱)ضرایب استفاده شده در مدل *DRAINMOD-N* ۶۱

جدول (۳-۱۲)ثابت‌های استفاده شده در مدل *LEACHM* ۶۴

جدول (۳-۱۳)مقادیر ثابت انتقال نیتروژن مورد استفاده در مدل *LEACHM* ۶۵

جدول (۳-۱۴)محدوده تغییرات و نحوه تفسیر آماره‌های مورد استفاده برای ارزیابی نتایج شبیه‌سازی ۶۷

جدول (۴-۱) متوسط مقادیر عمق سطح ایستابی اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده (سانتی‌متر) و آماره‌های ارزیابی مدل..... ۷۱

جدول (۴-۲) متوسط مقادیر دبی اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده (سانتی‌متر در روز) و آماره‌های ارزیابی مدل ۷۵

جدول (۴-۳) متوسط مقادیر نیترات زه‌آب اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده (میلی‌گرم بر لیتر) و آماره‌های ارزیابی مدل ۷۷

جدول (۴-۴) متوسط مقادیر نیترات لایه خاک اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده (میلی‌گرم بر لیتر) و آماره‌های ارزیابی مدل ۷۹

جدول (۴-۵) متوسط مقادیر نیترات لایه خاک اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده (میلی‌گرم بر لیتر) و آماره‌های ارزیابی مدل ۸۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

با توجه به روند رشد جمعیت، تامین امنیت غذایی برای همه که دسترسی منظم به غذای کافی و با کیفیت بالا برای برقراری زندگی پویا و سالم است (FAO, 2012) ، یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی جوامع بشری در سال‌های اخیر می‌باشد. توسعه کشاورزی پایدار جدای از نقش اساسی آن در تامین امنیت غذایی، راهکاری اساسی برای ریشه‌کنی فقر و رشد اقتصادی می‌باشد. علاوه بر این، کشاورزی می‌تواند کلید رفع مسائل چالشی این دوران مانند تغییر اقلیم، کمبود آب، آلودگی محیط زیست و نابودی زمین باشد. کشاورزی نقش آشکاری در بهبود خدمات اکوسیستمی برای حفظ محیط زیست و منابع طبیعی اساسی دارد.

با گسترش کشاورزی نیاز به زهکشی یک مسأله ضروری است زیرا خواه یا ناخواه برخی اراضی نیاز به زهکشی پیدا خواهد کرد. آمار موجود نشان می‌دهد که در مقیاس جهانی حدود دو-سوم اراضی دیم دارای زهکشی طبیعی بوده و احتیاج به پیاده کردن طرح‌های زهکشی در آن‌ها نیست ولی یک سوم این اراضی به طور مفرط نیاز به زهکشی دارند (Semedema, 2000). در اراضی آبی نسبت زمین‌هایی که نیاز به زهکشی دارند در مقایسه با اراضی دیم به مراتب بیشتر است. زیرا تنها ۱۰ تا ۲۰ درصد از این اراضی زهکشی می‌شوند که این مقدار بسیار کمتر از حد نیاز است(علیزاده، ۱۳۸۵).

زهکشی فرآیند خارج کردن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق از طریق نگهداشت به‌موقع آب و دفع به‌موقع آن و مدیریت کیفیت آب برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی و حفظ محیط زیست است (بانک جهانی، ۲۰۰۵ , .Abdel Daiem et al) زهکشی تاریخچه‌ای سه هزار ساله دارد ولی شاید بتوان گفت از عمر زهکشی به شیوه امروزی حدود ۱۹۰ سال می‌گذرد. عقیده بر این است که هوخهات اولین کسی بود که در سال ۱۹۴۰ زهکشی مبتنی بر شیوه‌های علمی را پایه گذاری کرد از آن پس تحولات علمی زهکشی ابتدا به آزمایش‌های زهکشی معطوف شد و همزمان با آن، اصول و مبانی زهکشی در تعیین فاصله و عمق زهکش‌ها توسعه یافت و روابط ریاضی بسیاری ارائه شد. پیدایش لوله‌های پلاستیکی در دهه ۱۹۶۰ و رواج استفاده از ماشین‌های زهکشی در دهه ۱۹۷۰ شتابی چشمگیر به توسعه زهکش‌های زیرزمینی داد اما در این چند دهه نیز توجه دانشمندان به طور عمده هنوز به ابداع و ارائه روابط مربوط به تعیین فاصله زهکش‌ها معطوف بود در دهه ۱۹۷۰ همزمان با پیشرفت بشر در زمینه کامپیوتر، حل عددی روابط ریاضی بیش از پیش مرسوم شد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ اولین مدل‌های زهکشی

ابداع شد و در دهه ۱۹۹۰ توسعه بیشتری یافت به طوری که شاید بتوان این دهه را دوره تدوین و پردازش مدل‌های ریاضی زهکشی به حساب آورد (حقایقی و اخوان، ۱۳۸۳).

امروزه کامپیوتر در تمام ابعاد و جنبه‌های مختلف سیستم‌های زهکشی وارد شده است. با استفاده از کامپیوتر ومدل‌های کامپیوتری حتی نیاز به کارهای مرسوم آزمایشگاهی نیز نمی‌باشد. ورود کامپیوتر به مباحث زهکشی مفاهیم و روش‌های جدیدی را باعث شده است.

۱-۲ بیان مسأله

حاصلخیزی کافی خاک یکی از ضرورت‌های اصلی برای افزایش تولید محصولات کشاورزی است (Davise et all, 2002). استفاده از کودهای شیمیایی یکی از راه‌های بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش محصولات کشاورزی است(Townsend and Young, 1995). از کودهای شیمیایی پر کاربرد در کشاورزی می‌توان به کودهای نیتروژنه (N)، فسفر(P)، پتاسیم(K) و سولفور(S) اشاره کرد. اما غلظت بالای یون‌های NO_3، PO_4، SO_4 و K در این کودها باعث آلودگی منابع آب می‌گردد(Bohlke, 2002).

نیتروژن به عنوان پرمصرف‌ترین ماده غذایی مورد استفاده در کشاورزی، علی‌رغم اهمیت قابل توجه آن در تولید محصولات کشاورزی، اثرات زیست محیطی زیادی به دنبال دارد (*Mosier et al, 2004*). در حال حاضر، نیتروژن تقریباً به طور مساوی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مصرف می‌شود. بر اساس پیش بینی‌های انجام شده، در سطح دنیا، استفاده از کودهای نیتروژن تا سال ۲۰۲۵ حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد افزایش خواهد یافت که حدود ۶۵ درصد از این مقدار در کشورهای در حال توسعه به کار خواهد رفت (Galloway et al.,1995). استفاده از کودهای نیتروژنه در بیشتر خاک‌ها، در جهت رفع کمبود مواد مغذی برای رشد گیاهان صورت می‌گیرد. در مناطق مرطوب، مانند نواحی شمالی ایران، به دلایل گوناگون از جمله آب‌شویی و تصعید، استفاده این کودها کاربرد بیشتری دارد (ابیانه و همکاران، ۱۳۸۹). از طرف دیگر، با توجه به تراکم کشت و خرده مالکی شالیکاران، برای دستیابی به حداکثر عملکرد در واحد سطح (نجفی،۱۳۸۷)، مقدار قابل توجهی از کود در این اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کودهای نیتراته به دلیل عدم جذب مناسب توسط گیاه و خاک و شسته شدن این کودها توسط آب بیشترین آلودگی منابع آب را سبب می‌شوند(Shamrukh and Coropciogles , 2001).

بررسی الگوی رفتار نیتروژن در خاک به چند دلیل حائز اهمیت است؛ اول این که بخش عظیمی از کودهای نیتروژنه شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌گردند و نیترات و نیتریت وارد شده به منابع آب می‌تواند

روی سلامتی انسان و دام تأثیرگذار باشد (Mansouri and Lurie,1993; NRC,1978) . دوم این که افزایش کاربرد نیتروژن سبب تغییراتی در تعادل عناصر مغذی و عملیات اکولوژیکی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود که به‌طور بالقوه سبب پدیده تغذیه‌گرایی[1] می‌گردد (NRC, 1978)، که نتیجه آن کاهش میزان اکسیژن در اعماق آب‌ها خواهد بود (Justicand Rabalais,1995). سوم اینکه شستشوی نیتروژن باعث کاهش معنی‌داری در تولید و اقتصاد کشاورزی می‌گردد (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۰). در نهایت بیان اثرات دیگر زیست محیطی نیتروژن در کشاورزی نیازمند شناخت فاکتورهای مختلفی است که هر کدام می‌توانند به نحوی در کنترل سطح نیتروژن خاک موثر باشند.

سیستم‌های زهکشی زیرزمینی نقش مهمی در انتقال مواد شیمیایی محلول کشاورزی مانند نیترات دارند (کالیتا و همکاران، ۲۰۰۶). عمق و فاصله زهکش‌های زیرزمینی دو پارامتر مهم در طراحی سیستم‌های زهکشی می‌باشند که نقش تعیین کننده‌ای در مقدار و کیفیت زه‌آب‌های خارج شده از لوله های زهکشی دارند.

۱-۳ ضرورت انجام تحقیق

در سال‌های اخیر، به منظور بهره‌برداری بهتر از منابع محدود آب و خاک حاصلخیز و پتانسیل‌های اقلیمی استان مازندران و ایجاد شرایط مناسب جهت کشت دوم، نصب سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در شالیزارهای یکپارچه‌سازی شده این استان، علاوه بر زهکش سطحی که به عنوان جزء لاینفک طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری است، در حال گسترش می‌باشد (درزی و همکاران، ۲۰۱۲) . زهکشی زیرزمینی ضمن کنترل سطح ایستابی، از شور شدن خاک به دلیل جریان کاپیلاری از آب زیرزمینی شور جلوگیری می‌کند و آبشویی املاح از ناحیه ریشه پروفیل خاک را تسهیل می‌نماید. با این وجود، سیستم‌های زهکشی زیرزمینی مقداری مواد غذایی را از ناحیه ریشه خارج می‌سازند. بدون توجه به این مسائل، آگاهی از ترکیب شیمیایی پساب زهکشی برای فهم اثرات زیست محیطی طولانی مدت کارهای زهکشی ضروری می‌باشد. به منظور بررسی اثر آب و همچنین شیوه‌های مدیریت زراعی بر انتقال نیترات، اندازه‌گیری‌های میدانی می‌بایست انجام گیرد. اما چنین اقداماتی علاوه بر زمان‌بر بودن دارای هزینه بالایی می‌باشند (Helwing et all. ,2002) . مدل‌های ریاضی در برآورد آلودگی در منابع آب زیرزمینی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. این مدل‌ها ابزاری ضروری برای برون یابی مکانی و زمانی بین اندازه‌گیری‌های انجام شده هستند، همچنین برای ارزیابی سناریوهای مختلف (Kersebaum.,1999). مدل‌های کامپیوتری با استفاده از معادلات انتقال نیترات و الگوریتم‌ها شبیه ساز کیفیت آب را بدون اندازه‌گیری‌های میدانی پر هزینه ارزیابی می‌کنند.

[1] *Eutrophication*

این مدل‌ها بر پایه معادلات تئوری هستند و به منظور تأیید دقت ارزیابی آن‌ها می‌بایست داده برداری میدانی نیز انجام شود (Helwing et all.,2002). مدل‌های نیتروژن ترکیبی از فرمول‌های ساده تجربی و تبدیل آن‌ها به مدل‌های پیچیده کامپیوتری هستند. مدل‌های مختلفی جهت شبیه سازی رفتار و انتقال نیتروژن در خاک مانند:

GLEAMS(Leonard et all.,1987)، MINERVA(Kersebaum.,1989)، SOIL-N(Jansson.,1991)، LEACHM-N(HutsonandWagenet.,1992)، DAISY(Svendsen et all.,1993) و (Breve' DRAINMOD-N(etall.,1997 ارائه شده است.

بیشتر این مدل‌ها ابزاری جهت تحقیق بوده‌اند و در اهداف مدیریتی نمی‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و تعدادی نیز نیازمند پارامترهای ورودی زیادی می‌باشند که نمی‌توان به وسیله روش‌های ساده مدیریتی تعیین نمود و اعتبار این مدل‌ها بستگی به شرایط محیطی و نوع خاک خاصی است. بیشتر این مدل‌ها نتیجه مطالعات مزرع‌های می‌باشند و قادرند در شبیه سازی سرنوشت نیتروژن در عمق ریشه به کار برده شوند. هر چند برخی از این مدل‌ها توانایی نشان دادن میزان NO_3-N در زیر منطقه ریشه را نیز دارند.

در بین مدل‌های ارائه شده مدل DRAINMOD -N و مدل LEACHM بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است. مدل نرم افزار DRAINMOD -N به عنوان ابزاری مناسب برای توصیف حرکت و واکنش‌های نیتروژن در نیم رخ خاک، زهکشی مصنوعی و پیش بینی سطح ایستابی است (Wang et all. ,2005) . در طول سال‌های گذشته مدل DRAINMOD-N به طور گسترده برای طیف گسترده‌ای از خاک‌ها، محصولات کشاورزی و شرایط اقلیمی متفاوت آزمایش شده است و نشان داده است توانایی بالایی در پیش بینی انتقال نیتروژن در خاک دارد. مدل LEACHM که LEACHN یکی از زیر مدل‌های آن است توسط هاتسون و واگنت[2] (۱۹۸۹) تهیه شده است یک مدل معین و یک بعدی است که حرکت آب و املاح و همچنین مواد بیولوژیکی و شیمیایی را در محیط غیر اشباع شبیه سازی می کند. مدل LEACHM دارای بهترین الگوریتم شبیه‌سازی نیتروژن است(Donald and Gillian,2004 ، Alan et all,1999) و در بسیاری از مناطق جهان مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته است(Ramos and Carbonell, 1991، Jemison et all, 1994).

در تحقیقات متعدد انجام شده، تا کنون تحقیقی در رابطه با شبیه سازی انتقال نیترات در اراضی شالیزاری تحت سیستم های زهکشی در فصل کشت دوم مطالعه نشده است. با توجه به وجود حدود ۲۱۰ هزار هکتار

[2] Hutson and Wagenet

(بانک کشاورزی، ۱۳۸۸) شالیزار برنج در استان و اهمیت کنترل و کاهش اثرات زیست‌محیطی دفع مواد غذایی از این اراضی، انجام چنین مطالعه‌ای ضروری می‌باشد.

۱-۴ اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱. بررسی شبیه‌سازی سطح ایستابی در سیستم‌های مختلف زهکشی با استفاده از مدل DRAINMOD-N
۲. بررسی شبیه‌سازی دبی سیستم‌های مختلف زهکشی با استفاده از مدل DRAINMOD-N
۳. بررسی شبیه‌سازی نیترات زه‌آب خروجی از سیستم‌های مختلف زهکشی با استفاده از مدل DRAINMOD-N
۴. بررسی شبیه‌سازی نیترات پروفیل خاک در سیستم‌های مختلف زهکشی با استفاده از مدل DRAINMOD-N
۵. بررسی شبیه‌سازی نیترات پروفیل خاک در سیستم‌های مختلف زهکشی با استفاده از مدل LEACHM

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱ زهکشی اراضی شالیزار

اصولا وظیفه سیستم زهکشی در نواحی مرطوب، تخلیه آب مازاد سطحی و زیرسطحی از زمین و انتقال آن به زهکش‌های اصلی از طریق شبکه‌ای از کانال‌ها، لوله‌های اصلی و فرعی می‌باشد. احداث سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری جدا از وظایف اصلی‌اش که همان انتقال آب مازاد و کاهش سطح ایستابی می‌باشد، باعث کاهش هدر رفت این اراضی به‌دلیل عدم احداث زهکش‌های مازاد سطحی و نیز استفاده از مزارع شالیزاری برای کشت محصولات خشکه‌زاری می‌شود. از طرفی به استثنای آب ماندگی‌های ناشی از آبیاری یا بارندگی که به‌وسیله زهکش‌های سطحی تخلیه می‌شود، آب موجود در گودی‌های سطح زمین باید با استفاده از زهکش های زیرزمینی تخلیه شود (کیاء، ۱۳۸۴) . به‌طورکلی، اهداف ایجاد سیستم زهکشی در اراضی شالیزاری عبارتند از:

- خارج ساختن آب زیرزمینی از یک حوضه زهکشی
- خارج ساختن رطوبت اضافی خاک و افزایش درجه حرارت آن
- رفع شوری خاک
- بهبود وضعیت تهویه در منطقه توسعه ریشه‌ها
- فراهم نمودن هر چه زودتر امکان کار در روی زمین پس از بارندگی‌ها

۲-۱-۱ زهکشی برای کشت دوم

برای مهیا کردن شرایط کشت دوم در اراضی شالیزاری، بهبود وضعیت زهکشی بسیار حیاتی است. زیرا وضعیت غرقابی در ناحیه ریشه سبب تاخیر رشد ریشه و ممانعت از جذب مواد غذایی به وسیله ریشه‌ها شده و در نتیجه صدماتی بر رشد و عملکرد گیاه وارد می شود. برای جلوگیری از این مشکلات، باید با استفاده از زهکشی زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی تا تراز مطلوب پایین برده شود.

۲-۱-۲ سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری

معمولا مساحت استاندارد هر کرت در اراضی تجهیز و نوسازی شده شالیزاری ۰/۳ هکتار می باشد (۱۰۰ متر طول و ۳۰ متر عرض) . در امتداد یکی از این اضلاع ۳۰ متری، جاده مزرعه و نهر آبیاری قرار داشته و در طرف مقابل آن نهر زهکش مزرعه قرار می گیرد. رایج ترین سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در این نوع اراضی شالیزاری سه الگوی زیر می‌باشند (Ogino and Ota, 2007).