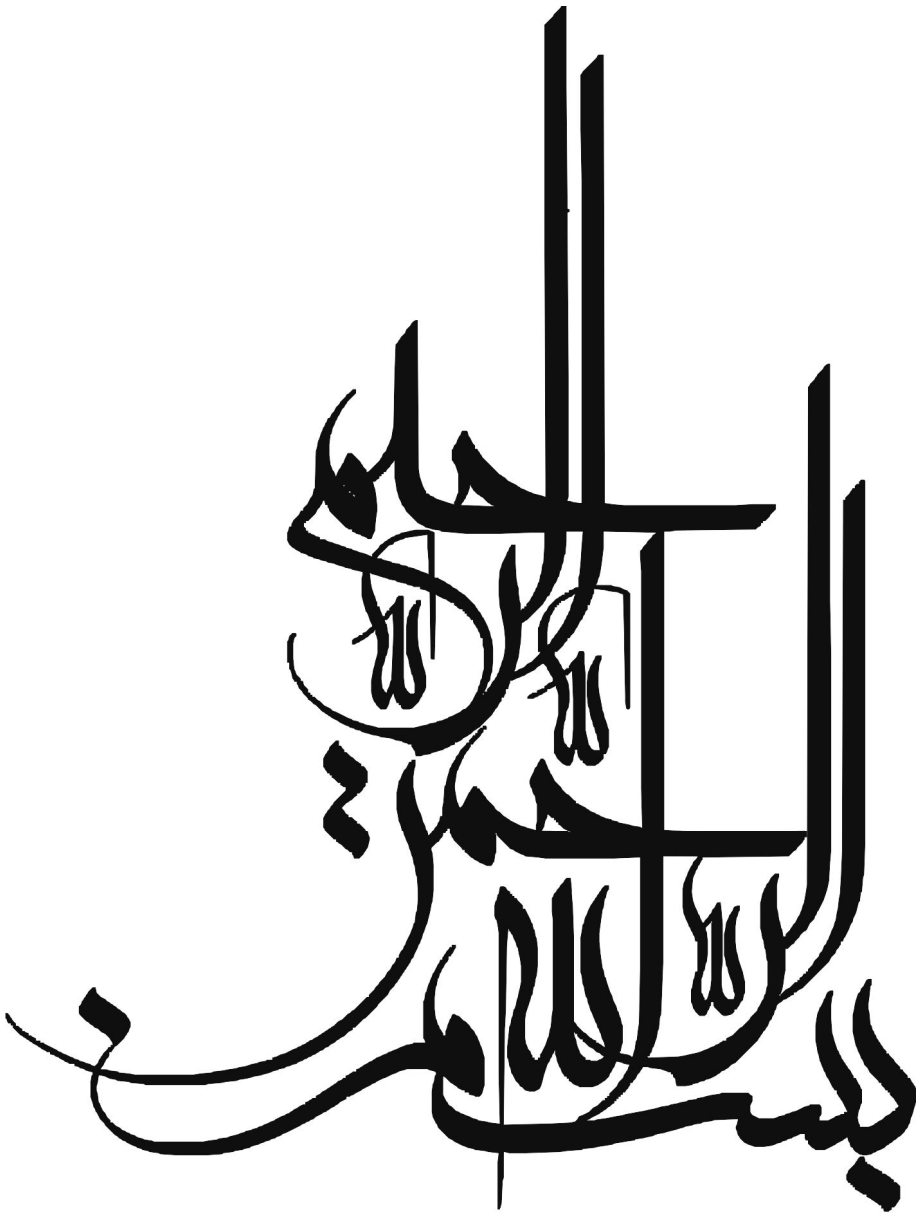
بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به :

کسانی که به من آموختند چگونه بیاموزم

پدر و مادر ارجمندم

کسانی که همراه من بودند در این آموختن

خواهران و برادر گرامیم

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم که از زحمات و حمایت تمام کسانی که در انجام این رساله مرا یاری نمودند کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم.

باسپاس از:

آقای دکتر سعید برومند نسب استاد راهنمای بزرگواری که صادقانه و خالصانه راهنمائی این رساله را بر عهده داشتند و الگوی شایسته ای از علم و اخلاق در طول این دوره برای اینجانب بودند.

آقای دکتر بهزاد که با هدایت این رساله و اشاره به نکات کاربردی، همواره دید وسیع تری جهت آگاهی بهتر به وجود می آورند.

آقای دکتر عبد علی ناصری استاد مشاور محترم که تمهیدات و حمایت خاصی در بسترسازی انجام رساله به عهده داشتند.

مدیریت محترم مرکز تحقیقات بیشکر جناب آقای دکتر حسن حمدی که امکانات و تسهیلات لازم جهت انجام این رساله را فراهم نمودند.

پرسنل محترم مرکز تحقیقات بیشکر. بخصوص بخش آب و خاک که در طول انجام کارهای صحرایی و آزمایشگاهی، همکاری و مساعدت لازم را مبذول داشتند. آقایان مهندس علی شینی، مهندس مهران الهامی فرد، مهندس حسین زاده، محمود علی حسینی، علی بدری، سرکار خانم پورکیهان و سایر پرسنل این بخش.

چکیده

نام خانوادگی: بهمنی	**نام:** امید
عنوان پایان نامه: بررسی حرکت و تجمع نیترات در خاک تحت تنش آبی با استفاده از مدل LEACHM و شرایط مزرعه‌ای در گیاه نیشکر	
اساتید راهنما: دکتر سعید برومندنسب و دکتر مجید بهزاد	**استاد مشاور:** دکتر عبدعلی ناصری
درجه تحصیلی: دکتری تخصصی **رشته:** مهندسی علوم آب	**گرایش:** آبیاری و زهکشی
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	**دانشکده:** مهندسی علوم آب
تاریخ فارغ التحصیلی: تیر ماه ۱۳۸۸	**تعداد صفحه:** ۱۳۰
واژه‌های کلیدی: آبیاری، نیتروژن، نیترات، آمونیوم، نیشکر، LEACHM .	

نیشکر از جمله گیاهانی است که ماده تر زیادی تولید می‌کند و برای نیل به این هدف نیازمند مقادیر قابل توجهی آب و کود ازته می‌باشد. مصرف کود و آب آبیاری زیاد ممکن است منجر به شستشوی نیترات و آمونیوم از زمینهای کشاورزی و کاهش قابل توجه کود نیتروژن گردد، تغییرات زیادی در این کاهش مشاهده و گزارش شده است. نیاز به استفاده موثر از کودهای شیمیایی با توجه به اثرات مضر آنها بر منابع آب سبب شده است که کاربرد مدلهای شبیه‌سازی در سیستم آب، خاک و گیاه افزایش یابد. در این تحقیق به ارزیابی اثر هم‌زمان کاربرد مقادیر مختلف آب و ازت بر تجمع و حرکت نیترات و آمونیوم در پروفیل خاک، ارزیابی رطوبت در منطقه گسترش ریشه، تخمین میزان شستشو، دنیتریفیکاسیون و جذب نیتروژن توسط نیشکر و همچنین تعیین اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب نیشکر مورد پرداخته شد. این پژوهش در سال ۸۶ - ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان صورت پذیرفت. سه تیمار آبی در نظر گرفته شد، تیمار اول I1 آبیاری کامل و بر حسب تبخیر از تشتک کلاس A تعیین شد و تیمارهای بعدی (I2 و I3) که به ترتیب ۸۵ و ۷۰ درصد تیمار I1 منظور گردیدند. دور آبیاری، دور معمول در منطقه بود. تیمار اول کوددهی مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (N1) ، تیمارهای دوم (N2) و سوم (N3) به ترتیب ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شدند. کودهای ازته به صورت محلول و در دو مرحله به زمین داده شدند. نوع طرح آزمایشی کرتهای خرد شده و در قالب بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. سطوح آبیاری به عنوان عامل اصلی و سطوح کود اوره به عنوان عامل فرعی انتخاب شد.

از مدل LEACHM جهت شبیه‌سازی مقادیر نیترات، آمونیوم و رطوبت در لایه‌های مختلف خاک و مقایسه آن با مقادیر مشاهده‌ای استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان سطوح کود و آب کاربردی تاثیر بسزایی در تغییرات غلظت آمونیوم و نیترات داشتند. بیشترین مقدار نیترات در تیمار I3N3 و در آمونیوم در تیمارهای I3N3 و I3N2 در طول مطالعه به ثبت رسید. در طول زمان، نیترات به اعماق پایین‌تر شسته شد و در آخرین نمونه‌گیری در شهریور غلظت آن در همه تیمارها و در عمق ۳۰-۰ به صفر رسید. با تغییر مقادیر نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون و تصعید، واسنجی مدل LEACHM برای سه سطح ازت انجام شد و کارایی مدل بعد از واسنجی به طور محسوسی افزایش یافت و ضریب ویلموت بعد از شبیه سازی و واسنجی در نیترات و آمونیوم به ترتیب در محدوده ۰/۵۶ تا ۰/۹۸ و ۰/۷۶ تا ۰/۹۶ به دست آمد. ضریب ویلموت مدل در شبیه-سازی میزان رطوبت از ۰/۱۳ تا ۰/۸۲ متغیر بود. مدل مقادیر نیترات و آمونیوم در پروفیل خاک را کمتر از میزان اندازه‌گیری شده برآورد کرد. میانگین بیشترین و کمترین شستشوی نیترات به ترتیب در تیمارهای I1 با ۱۷ درصد و I3 با ۸ درصد به وقوع پیوست. حداکثر تلفات گازی اوره در تیمار I1N3 با ۳۸ درصد و حداقل آن در تیمار I3N1 با ۱۹ درصد رخ داد. بیشترین مقدار جذب نیترات مربوط به تیمارهای I2N1 و I1N1 با ۶۳ و ۵۶ درصد و کمترین مقدار در تیمارهای I1N3 و I3N3 با ۳۵ و ۳۷ درصد بود که نشان می‌دهد تیمار آبیاری کامل در سطوح بالای کود ازته با شستشوی نیترات و تیمار کم آبیاری با ایجاد تنش مانع جذب ازت توسط گیاه شدند. میزان نیترات در پروفیل خاک با توجه به افزایش مقدار کود مصرفی و کاهش سطوح آبیاری افزایش یافت که این امر وابسته به تغییرات لحظه ای و موقت در غلظت آمونیوم در پروفیل خاک به جهت کاربرد مقادیر مختلف کود و رژیم‌های آبیاری اعمال شده بود. کاربرد سطوح مختلف آب سبب اختلاف معنی‌دار و کاهش ۲۲ و ۲۱ درصدی عملکرد نی و شکر در تیمار I3 نسبت به تیمار I1 گردید. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای I1 و I2 مشاهده نشد. واکنش گیاه به سطوح ازت بیشتر از تیمارهای آبی بود. در تیمار N3 نسبت به N1 افزایش عملکرد نی و عملکرد شکر به ترتیب میزان ۲۶ و ۲۰ درصد مشاهده شد. ارتفاع ساقه، سطح برگ و کارایی مصرف آب نیز پارامترهایی بودند که تحت سطوح کود ازته به میزان معنی‌داری افزایش یافتند به طوری که کارایی مصرف آب در تیمار N3 نسبت به N1 افزایش ۲۹ درصدی را از خود نشان داد. بیشترین مقدار کارایی مصرف آب به میزان ۰/۸۱۷ کیلوگرم شکر در متر مکعب در تیمار I3N3 مشاهده شد. کاهش سطح آب مورد نیاز نیز باعث افزایش کارایی مصرف آب گردید ولی این تاثیر معنی‌دار نبود و می‌توان گفت چون تنش آبی به میزان معنی‌داری بر کاهش عملکرد محصول تاثیر داشت بنابراین علی‌رغم کاهش سطح آب و افزایش درجه خلوص شکر، کارایی مصرف آب روند معنی‌داری به همراه نداشت. افزایش سطوح ازت به طرز معنی‌داری افزایش کارایی مصرف آب را به همراه داشت که اهمیت ویژه کاربرد ازت را در کنار آب آبیاری جهت ارتقاء سطح عملکرد می‌رساند.

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و هدف

۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ اهداف ۱

فصل دوم: مروری بر منابع

۲-۱ تاریخچه نیتروژن ۶
۲-۲ اطلاعات کلی درباره نیتروژن ۶
۲-۳ کاربردهای نیتروژن ۶
۲-۴ نیتروژن و گیاهان ۷
۲-۵ کودهای ازته ۷
۲-۵-۱ اوره ۷
۲-۶ نیشکر ۸
۲-۶-۱ ریشه نیشکر ۹
۲-۷ حرکت آب در خاک ۱۰
۲-۷-۱ معادلات جریان و انتقال املاح ۱۰
۲-۸ پیشینه‌ای از مدلهای انتقال املاح ۱۲
۲-۹ مدلهای شستشوی نیترات ۱۳
۲-۱۰ چرخه نیتروژن در خاک ۱۳
۲-۱۰-۱ معدنی شدن ۱۳
۲-۱۰-۲ عوامل موثر بر معدنی شدن ۱۴
۲-۱۰-۳ نیتریفیکاسیون ۱۴
۲-۱۰-۴ عوامل موثر بر نیتریفیکاسیون ۱۴
۲-۱۰-۵ دنیتریفیکاسیون ۱۵
۲-۱۰-۶ عوامل مؤثر بر دنیتریفیکاسیون ۱۵
۲-۱۱ جذب نیتروژن ۱۸

۲-۱۲ مدل LEACHM ۱۸
۲-۱۲-۱ مدل انتقال نیتروژن LEACHN ۱۹
۲-۱۲-۲ محدودیتهای مدل LEACHM ۲۱
۲-۱۲-۳ توابع هدایت هیدرولیکی و نگه‌داری آب ۲۲
۲-۱۲-۴ ورودی‌های مدل LEACHM ۲۳
۲-۱۲-۵ شرایط مرزی ۲۴
۲-۱۳ تاثیر محیط بر مصرف کودهای نیتروژنه ۲۷
۲-۱۳-۱ تخمین میزان تلفات نیتروژن به محیط ۲۷
۲-۱۳-۲ تلفات گازی ۲۷
۲-۱۳-۳ تلفات شستشو ۲۹
۲-۱۳-۴ شبیه‌سازی تلفات نیتروژن ۳۶
۲-۱۴ پیشرفتهای جدید در توصیه‌های مدیریتی کود نیتروژن ۳۷
۲-۱۵ توصیه‌های ویژه خاک ۳۷

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ مشخصات منطقه ۳۹
۳-۲ وضعیت آب و هوائی منطقه ۴۰
۳-۳ وضعیت آب آبیاری منطقه ۴۰
۳-۴ بافت خاک ۴۲
۳-۵ نحوه اجرای طرح ۴۲
۳-۵-۱ کوددهی مزارع ۴۵
۳-۶ تعیین پروفیل ریشه ۴۶
۳-۷ آماده نمودن و نگه داری نمونه خاک برای اندازه گیری نیتروژن نیتراته و آمونیاکی ۴۶
۳-۷-۱ آماده کردن نمونه‌ها ۴۷
۳-۷-۲ اندازه‌گیری ازت آمونیاکی ۴۷
۳-۷-۳ اندازه‌گیری ازت نیتراته ۴۸
۳-۸ اندازه‌گیری کربن آلی ۴۹
۳-۹ اندازه‌گیری نیتروژن گیاه ۵۰
۳-۱۰ تعیین رطوبت خاک ۵۰
۳-۱۱ تعیین میزان خلوص شکر ۵۰

۳-۱۲ تعیین منحنی نگه‌داری آب و ضرایب کمپل ۵۱
۳-۱۳ گام‌های زمانی ۵۴
۳-۱۴ انتقال نیتروژن و جذب آن توسط گیاه ۵۵
۳-۱۴-۱ جذب توسط ریشه ۵۵
۳-۱۴-۲ رشد ریشه ۵۶
۳-۱۵ محاسبه تبخیر و تعرق ۵۶
۳-۱۶ واسنجی مدل ۵۷
۳-۱۷ بررسی و مقایسه داده‌های شبیه سازی مدل با اندازه‌گیریهای مزرعه‌ای ۵۹
۳-۱۷-۱ روش میانگین خطا ۶۰
۳-۱۷-۲ روش جذر میانگین مجذور خطا (RMSE) ۶۰
۳-۱۷-۳ روش شاخص ویلموت ۶۰

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ بررسی نیترات و آمونیوم اندازه‌گیری شده ۶۱
۴-۲ مقایسه مدل واسنجی شده با داده‌های مزرعه به روش آماری ۶۵
۴-۳ ارزیابی مدل ۶۹
۴-۴ ارزیابی میزان نیترات و آمونیوم با روش گرافیکی ۷۰
۴-۵ اندازه‌گیری و شبیه‌سازی رطوبت خاک به روش گرافیکی ۷۷
۴-۶ اندازه‌گیری و شبیه‌سازی رطوبت خاک به روش آماری ۸۱
۴-۷ تلفات شستشو ۸۲
۴-۸ جذب توسط ریشه ۸۴
۴-۹ تلفات دنیتریفیکاسیون ۸۵
۴-۱۰ بررسی روند شستشو، جذب و تلفات گازی ۸۶
۴-۱۱ بررسی خصوصیات کمی و کیفی نیشکر ۸۸
۴-۱۲ تابع عملکرد نیشکر ۹۴

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱ نتیجه‌گیری ۹۷
۵-۲ پیشنهادها ۱۰۱

فصل ششم: منابع

منابع ۱۰۲

عنوان **صفحه**

فصل دوم: مروری بر منابع

جدول (۲-۱)- میزان کود نیتروزنه پیشنهادی (kg/ha) در استرالیا برای عملکرد پتانسیل ۱۲۰ تن درهکتار (وود و همکاران ۲۰۰۳) ۳۷

جدول (۲-۲) - میزان نیتروژن کاربردی بر پایه عملکرد هدف (کیتینگ و همکاران ۱۹۹۷) و پتانسیل معدنی شدن نیتروژن ۳۸

فصل سوم: مواد و روش‌ها

جدول (۳-۱)- مشخصات آب و هوای منطقه در سال ۱۳۸۶ ..... ۴۰

جدول (۳-۲)- مشخصات آب آبیاری در سال ۱۳۸۶ ..... ۴۱

جدول (۳-۳)- مشخصات خاک منطقه مورد مطالعه برای اعماق مختلف ۴۲

جدول (۳-۴)- مقادیر ثابت استفاده شده در شبیه‌سازی ۵۸

جدول (۳-۵)- مقادیر ثابت انتقال نیتروژن مورد استفاده در واسنجی مدل LEACHMN ۵۹

فصل چهارم: نتایج و بحث

جدول (۴-۱)- بررسی آماری شبیه سازی نیترات توسط مدل LEACHM در پروفیل خاک برای تیمارهای مختلف ازت ۶۷

جدول (۴-۲)- بررسی آماری شبیه سازی آمونیوم توسط مدل LEACHM در پروفیل خاک برای تیمارهای مختلف ازت ۶۸

جدول (۴-۳)- ارزیابی آماری شبیه سازی نیترات توسط مدل LEACHM در پروفیل خاک برای تیمار N3 ..... ۶۹

جدول (۴-۴)- ارزیابی آماری شبیه سازی آمونیوم توسط مدل LEACHM در پروفیل خاک برای

فهرست جداول

تیمار N3 ..... ۶۹

جدول (۴-۵)- ارزیابی آماری شبیه سازی رطوبت خاک توسط مدل LEACHM در اعماق مختلف پروفیل خاک برای تیمارهای آبیاری. ۸۱

جدول (۴-۶) - تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ۸۸

جدول (۴-۷) - بررسی تاثیر تیمارهای آبیاری و سطوح مختلف ازت بر اجزاء عملکرد نیشکر ۸۹

جدول (۴-۸) - اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و ازت بر اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب نیشکر ۹۰

جدول (۴-۹)- میزان همبستگی بین صفات مختلف تحت اثر تیمارهای تنش آبی و ازت ۹۴

عنوان **صفحه**

فصل دوم: مروری بر منابع

شکل(۲-۱)- سیستم ریشه در گیاه نیشکر ۹

شکل(۲-۲) - چرخه نیتروژن در مدل LEACHM ۲۰

شکل (۲-۳)- تکنیک مدیریت کاهش ریسک در آلودگی آبهای زیرزمینی با استفاده از مدل LEACHM ۲۵

شکل (۲-۴) - فلوچارت مدل LEACHN ۲۵

شکل (۲-۵)- تغییرات شیبه‌سازی شده: a) میزان متوسط نیترات شستشو یافته، b) میزان ضریب همبستگی بین نیترات شستشو یافته و بارندگی با افزایش مقدار کود نیتروژنه کاربردی ۳۱

شکل (۲-۶) - مقدار NO3-N شستشو یافته شبیه‌سازی شده در اعماق مختلف خاک با کاربرد غلظتهای کم (a)، متوسط (b) و زیاد (c) پساب در مقادیر مختلف جریان. ۳۳

شکل (۲-۷)- تغییرات بلند مدت میانگین عملکرد، میزان نیتروژن نی، تلفات محیطی نیتروژن و تولید ناخالص شکر شبیه‌سازی شده توسط مدل شبیه‌ساز سیستمهای کشت نیشکر APSIM. ۳۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

شکل (۳-۱) - کشت و صنعت امیرکبیر و نمایی از وضعیت منطقه ۳۹

شگل (۳-۲)- نحوه آبیاری کرتهای آزمایشی بوسیله هیدروفلوم ۴۳

شکل (۳-۳)- نقشه شماتیک تیمارهای اصلی و فرعی به صورت طرح آزمایشی ۴۴

شکل (۳-۴) - نمایی از منبع پخش کود مایع همراه با آب آبیاری و درام جهت حل کردن کود اوره ۴۵

شکل (۳-۵)- نحوه کوددهی تنظیم شده به مزرعه با استفاده از درام و نیم درام ۴۵

شکل (۳-۶) - گسترش ریشه نیشکر در خاک ۴۶
شکل (۳-۷) - مراحل شیکر و صاف کردن نمونه‌ها ۴۷
شکل (۳-۸)- عمل تقطیر با دستگاه کجلدال و تیتراسیون نمونه‌ها ۴۸
شکل (۳-۹) - دستگاه ساکاریمتر برای اندازه گیری pol و دستگاه پلاریمتر برای اندازه گیری Brix ۵۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

شکل (۴-۱)- میزان نیترات مشاهده شده دراعماق مختلف پروفیل خاک طی زمان نمونه‌گیری از مزرعه برای تیمارهای ازت و آبیاری ۶۲
شکل (۴-۲)- میزان آمونیوم مشاهده شده دراعماق مختلف پروفیل خاک طی زمان نمونه‌گیری از مزرعه برای تیمارهای ازت و آبیاری ۶۳
شکل (۴-۳)- میانگین غلظت NO3-N در کل عمق خاک (۱۲۰-۰) و در طول کل دوره، (حروف غیر مشابه بیانگر معنی‌دار بودن بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن) ۶۴
شکل (۴-۴)- میانگین غلظت NH4-N در کل عمق خاک (۱۲۰-۰) و در طول کل دوره (حروف غیر مشابه بیانگر معنی‌دار بودن بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن) ۶۵
شکل (۴-۵)- مقایسه غلظت نیترات شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N1 و در اعماق مختلف خاک. ۷۰
شکل (۴-۶)- مقایسه غلظت نیترات شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N2 و در اعماق مختلف خاک. ۷۱
شکل (۴-۷)- مقایسه غلظت نیترات شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N3 و در اعماق مختلف خاک. ۷۲
شکل (۴-۸)- مقایسه غلظت آمومنیوم شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N1 و در اعماق مختلف خاک. ۷۳
شکل (۴-۹)- مقایسه غلظت آمومنیوم شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N2 و در اعماق مختلف خاک. ۷۴

شکل (۴-۱۰)- مقایسه غلظت آمومنیوم شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده بر حسب میلیگرم در کیلوگرم در تیمار N3 و در اعماق مختلف خاک. ۷۵
شکل (۴-۱۱) - مقایسه مقادیر رطوبت شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده در طول دوره رشد در اعماق مختلف نیمرخ خاک در تیمار I1. ..... ۷۷
شکل (۴-۱۲) - مقایسه مقادیر رطوبت شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده در طول دوره رشد در اعماق مختلف نیمرخ خاک در تیمار I2. ..... ۷۸
شکل (۴-۱۳) - مقایسه مقادیر رطوبت شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده در طول دوره رشد در اعماق مختلف نیمرخ خاک در تیمار I3. ..... ۷۹
شکل (۴-۱۴)- میزان شستشوی نیترات شبیه سازی شده توسط مدل LEACHM طی زمان نمونه‌گیری در تیمارهای مختلف ۸۲
شکل (۴-۱۵)- میزان جذب شبیه سازی شده توسط مدل LEACHM طی زمان نمونه‌گیری در تیمارهای مختلف ۸۳
شکل (۴-۱۶)- میزان تلفات گازی شبیه سازی شده توسط مدل LEACHM طی زمان نمونه‌گیری در تیمارهای مختلف ۸۴
شکل (۴-۱۷)- مقایسه مقادیر کل شستشو، جذب و تلفات گازی ازت در تیمارهای مختلف در طول کل دوره مطالعه بوسیله مدل LEACHM ۸۵
شکل (۴-۱۸)- اثر متقابل آب و ازت بر کارایی مصرف آب ۹۰
شکل (۴-۱۹)- اثر متقابل آب و ازت بر روی سطح برگ ۹۰
شکل (۴-۲۰)- اثر متقابل آب و ازت بر درجه خلوص شکر (٪)..... ۹۱
شکل (۴-۲۱)- اثر متقابل آب و ازت بر ارتفاع نی ۹۱
شکل (۴-۲۲)- اثر متقابل آب و ازت بر عملکرد شکر ۹۲
شکل (۴-۲۳)- اثر متقابل آب و ازت بر عملکرد نی ۹۲
شکل (۴-۲۴) - تابع عملکرد برای مقادیر مختلف N با توجه به مقادیر تبخیر و تعرق ۹۴
شکل (۴-۲۵) - رابطه بین (Y/Ymax)-1 و (ET/ETmax)-1 برای محاسبه Ky ۹۴

فصل اول

مقدمه و هدف

۱-۱ مقدمه

افزایش روز افزون نیترات در آب‌های سطحی و زیرزمینی برای سلامتی انسان نگران کننده است. اشکال مختلف نیتروژن مانند نیترات و نیتریت از نظر محیط زیست حائز اهمیت است. افزایش این مواد در آبهای طبیعی باعث ایجاد نگرانی‌هایی شده است.

آب‌های سطحی در بسیاری از مناطق به عنوان اصلی ترین منبع آب آشامیدنی به حساب می آید. وجود نیترات زیاد در آب باعث افزایش بالقوه بروز بیماری‌ها در افراد جامعه بخصوص نوزادان می‌شود. حذف نیترات در آبهای سطحی بوسیله روشهای شیمیایی و فیزیکی و همچنین استفاده از باکتری ها که باعث جذب این ماده می‌شود یک جریان هزینه بر و وقت گیر می باشد.

نیترات منبع اولیه نیتروژن است که برای ادامه حیات گیاهان ضروری است، به همین دلیل کودهای شیمیایی نیتروژن دار برای بهبود رشد گیاهان مصرف می‌شوند. آلودگی نیترات زمانی رخ می‌دهد که این ترکیب بیشتر از مقدار قابل جذب توسط گیاهان در خاک وجود داشته باشد. امروزه مصرف بیش از اندازه کودهای ازته بخصوص از منابع محلول‌تر مثل اوره در بین کشاورزان رایج گردیده است، از طرفی نیز میزان آب مصرفی از میزان توصیه شده بیشتر است و بعلاوه در بعضی از مناطق به دلیل شوری خاک مجبور به استفاده بیشتر از آب برای جلوگیری از تجمع نمک در منطقه ریشه می‌باشند که این عوامل منجر به کاهش راندمان کود مصرفی و در نهایت آلودگی آبهای زیرزمینی خواهد شد. این مازاد نیترات می‌تواند به راحتی به وسیله آبیاری، بارش باران یا ذوب شدن برف و یخ از خاک‌ها و صخره‌ها عبور کرده و نهایتاً به آب‌های زیرزمینی برسد. منابع دیگر آلودگی نیترات در آبهای زیرزمینی شامل پساب‌ها، فاضلاب‌ها و فضولات حیوانی می‌باشند. وجود نیترات در آب‌های زیرزمینی (چاهها) وقتی خطرناک که غلظت آن بالاتر از حد مجاز و قابل قبول توسط سازمان بهداشت جهانی باشد. فاکتور اصلی در تعیین سطح مجاز نیترات سلامتی انسان می‌باشد که از طرف سازمان بهداشت جهانی(WHO) این میزان ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب نیترات و از طرف سازمان محیط زیست آمریکا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب نیتروژن اعلام شده است. فرایند حرکت و شستشوی نیترات از میان پروفیل خاک بسیار پیچیده است. این عنصر از تحرک و پویایی زیادی برخوردار است و همین امر سبب شستشو و حرکت آن به لایه‌های زیرین خاک می‌شود.

بخش قابل توجهی از کود نیتروژن که به خاک افزوده می‌شود به طـور معمـول در محـیط بوسـیله شستـشو، دنیتریفیکاسیون و رواناب از دسترس گیاه خارج می‌گردد (کروز و همکاران[1] ۲۰۰۳).

از طریق هرز آب کشاورزی و نیتریفیکاسـیون در زمـین هـای کـشاورزی، کودهـای کـشاورزی، تخلیـه زه‌آب کشاورزی، شستشوی زمین های کشاورزی که با کودهای معدنی فسفر و نیتروژن تغذیه شده اند، مواد مغذی به اکوسیستم های آبی وارد می شوند و جدی ترین تهدیدهای زیست محیطی را ایجاد می‌کنند که می تـوان به پدیده سرشار سازی (یوتروفیکاسیون) اشاره نمود که سبب کمبود اکسیژن در مناطق وسـیع مـی گـردد و این مسأله می تواند شکلهای دیگر حیات آبی که به اکسیژن محلول در آب وابسته هستند را بـا خطـر مواجـه کند.

مصرف سالیانه کودهای نیتروژنی در دنیا از ۱۱/۵ میلیون تن در سـال ۱۹۶۱ بـه ۸۴/۴ میلیـون تـن در سـال ۲۰۰۲ رسیده است (اسدی [2] ۲۰۰۴ ، موزیر و همکاران[3] ۲۰۰۴). در این خـصوص اثبـات شـده کـه کمتـر از ۵۰ درصد کود نیتروژنی به کار رفته مورد استفاده قرار می‌گیرد و بقیه از طریق آبشویی، فرسایش و تلفات گـازی از دسترس گیاه خارج می‌گردد (اسدی ۲۰۰۴، باکن[4] ۱۹۹۵ ، وایسلر[5] ۱۹۹۸).

گالووی و همکاران[6] ۱۹۹۵ تخمین زدند که استفاده جهانی از کودهای نیتروژن تا سال ۲۰۲۵ حدود ۶۰ تـا ۹۰ درصد افزایش خواهد یافت و حدود ۶۵ درصد از این مقدار در کشورهای در حال توسعه به کار خواهـد رفـت. شناخت مسائل پیرامون شستشوی نیتروژن به چند دلیل حـائز اهمیـت اسـت. اول اینکـه بخـش عظیمـی از کودهای نیتروژنه شسته می‌شوند و از دسترس خارج می‌گردند، نیترات و نیتریت وارد شده به منابع آب مـی-تواند روی سلامتی انسان و دام تاثیرگذار باشد(منـصوری و لوریـه[7] ۱۹۹۳ ، NRC ۱۹۷۸). دوم اینکـه افـزایش کاربرد نیتروژن سبب تغییراتی در تعادل مواد مغذی و عملیات اکولوژیکی در رودخانه ها و دریاچه ها می‌شود که به طور بالقوه سبب یتروفیکاسیون می‌گردد (NRC ۱۹۷۸)، که نتیجه آن کاهش میزان اکسیژن در اعماق آبها خواهد بود (جاستیک و همکاران[8] ۱۹۹۵، رابالیس و همکاران[9] ۱۹۹۶). سوم اینکه شستـشوی نیتـروژن مـی-تواند بیانگر کاهش معنی‌داری در تولید و اقتصاد کشاورزی باشد. در نهایت، بیان اثرات دیگر زیـست محیطـی

[1] Kroeze
[2] Asadi
[3] Mosier
[4] Bacon
[5] Wiesler
[6] Galloway
[7] Mansouri and Lurie
[8] Justic
[9] Rabalais

نیتروژن در کشاورزی نیازمند شناخت فاکتورهای مختلفی است که هر کدام می‌توانند به نحوی در کنترل سطح نیتروژن خاک موثر باشند. شستشوی نیترات یکی از عوامل کاهش آن است که حجم شستشو یافته می‌تواند به پارامترهای مختلفی از قبیل نوع خاک، سیستم کشت، وضعیت آب و هوایی و رژیم کوددهی وابسته باشد (دی و کامرون[1] ۲۰۰۲ ، هوگارد نیلسون[2] ۲۰۰۳ورلوپ و همکاران[3] ۲۰۰۶).

با توجه به کارهای صورت گرفته در زمینه آلودگی نیترات در رودخانه‌ها، مزارع و آبهای زیرزمینی، هنوز اطلاعات کمی در این زمینه وجود دارد و در واقع می‌توان گفت تا به حال روش مفید و قابل ملاحظه‌ای جهت کاهش نیترات در زمینهای کشاورزی بیان نگردیده است. بنابراین باید به سمت شناخت روشهایی رفت که قابلیت اجرا و انعطاف مدیریتی را داشته باشند.

کاهش زیاد نیتروژن در زمینهای کشاورزی به علت شستشو می‌تواند یکی از علل غلظت زیاد در آبهای زیرزمینی باشد که به صورت بالقوه افزایش ریسک در سلامتی را به دنبال دارد. اندازه‌گیری نیترات شستشو یافته از منابع غیر نقطه‌ای امری پیچیده است و نیازمند زمینهای وسیع و امکانات آزمایشگاهی است بنابراین استفاده از مدل‌های کامپیوتری در کشاورزی که به سرعت در حال افزایش است به یک امر اجتناب ناپذیر تبدیل شده است. مدل‌های زیادی در زمینه شبیه‌سازی حرکت نیتروژن ارائه شده‌اند که بعضی از آنها جنبه محلی دارند و برخی نیز پیچیدگیهای خاص خود را دارا می‌باشند. مدلهای نیتروژن ترکیبی از فرمولهای ساده تجربی و تبدیل آنها به مدلهای پیچیده کامپیوتری هستند. چندین مدل جهت شبیه سازی رفتار و انتقال نیتروژن در خاک وجود دارد. طبق مطالعات انجام شده توسط دونالد و گیلیان [4] (۲۰۰۴) نزدیک به ۲۰ مدل در این زمینه در دسترس است.

چندین مدل مشخصه توصیفی با درجات مختلفی از پیچیدگی توسط EPIC (ولیامز و همکاران ۱۹۹۴) GLEAMS (کینزل ۱۹۹۳)، NTRM (شافر و همکاران ۱۹۸۷) مورد اشاره واقع شده‌اند که 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 بوسیله 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

[1] Di and Cameron
[2] Hauggaard-Nielsen
[3] Verloop
[4] Donald and Gillian

مدلها توانایی نشان دادن میزان NO_3-N در زیر منطقه ریشه را نیز دارند. مدل LEACHM که LEACHMN یکی از زیر مدلهای آن است توسط هاتسون و واگنت [1](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 می‌کند. در این مدل از تکنیک حل عددی معادله ریچاردز استفاده شده است و معادله انتشارپذیری عمودی را بوسیله روش تفاضلات محدود حل نموده است. این مدل می‌تواند در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه-ای مورد استفاده قرار گیرد و سرنوشت نیتروژن را در حالتهای مختلف جریان آب از قبیل حالت یکنواخت، متناوب و ناپایدار شبیه سازی کند، جریان آب در این مدل از سه روش ریچاردز، ادیسکات و جریان یکنواخت پیروی می‌کند. به نظر می‌رسد که مدل LEACHMN نسبت به مدلهای مشابه قوی تر است چون دارای بهترین الگوریتم شبیه سازی نیتروژن است (آلن و همکاران ۱۹۹۹[2]، دونالد و گیلیان ۲۰۰۴) و در بسیاری از مناطق جهان مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته است (راموس و کاربونل ۱۹۹۱[3]، جمیسون و همکاران[4] ۱۹۹۴).

نیشکر در دنیا مهمترین گیاهی است که از آن شکر استحصال می‌کنند و یکی از گیاهان استراتژیک منطقه خوزستان می‌باشد بنابراین در این تحقیق شبیه‌سازی حرکت و انتقال نیتروژن در محدوده ریشه آن صورت گرفت. بر اساس اطلاعات موجود سطح زیر کشت نیشکر در ایران در سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ برابر ۲۷۹۹۰ هکتار بوده است. کشت این محصول در استانهای خوزستان و مازندران انجام می‌گیرد. بیشترین سطح زیر کشت در استان خوزستان با ۲۷۸۸۵ هکتار (۹۹/۶ درصد) و استان مازندران با ۱۰۵ هکتار (۰/۴ درصد) مابقی را در اختیار دارد که در سال‌های اخیر سطح قابل برداشت نیشکر به حدود بیش از ۷۰ هزار هکتار رسیده است.

نیشکر در مقایسه با سایر گیاهان احتیاج به نیترات بیشتری جهت رشد و نمو دارد. مطالعه‌ای که در سال ۸۳ توسط مرکز تحقیقات نیشکر در مورد میزان آبشویی نیترات در مزارع ARC2 کشت وصنعت امیرکبیر به عمل آمد نشان داد که میزان نیترات اضافه شده در ۵ ماه ابتدای سال ۸۳ حدود ۳۳۶ کیلوگرم در هکتار و مقدار نیتراتی که طی این مدت از طریق زهکشی از هر هکتار خارج شده ۴۵/۱ کیلوگرم بوده است که بیانگر شستشوی بیش از ۱۳ درصدی نیترات در این زمینها می‌باشد.

[1] Hutson and Wagenet
[2] Alan
[3] Ramos and Carbonell
[4] Jemison

۱-۲ - اهداف

به طور کلی اهدافی که از انجام این پژوهش دنبال گردیده است به صورت زیر بیان می‌شود:

۱- شبیه سازی غلظت NO_3-N و NH_4-N در حالت‌های مختلف رطوبتی و کودی

۲- ارزیابی قابلیت مدل LEACHM در پیش بینی حرکت رطوبت و تجمع نیترات و آمونیوم در خاک

۳- مقایسه آنالیزهای مزرعه‌ای با خروجی‌های مدل و واسنجی مدل برای خاک‌های غالب منطقه و گیاه نیشکر

۴- بررسی اثرات تنش در سطوح مختلف نیترات بر میزان آبشویی و عمل دنیتریفیکاسیون و میزان هدررفت کود

۵- بررسی عملکرد شکر و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف تنش آبی و تیمارهای نیتروژن