١١٥٤١٨

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

مقایسه تأثیر زهکشی آزاد و کنترل‌شده بر عملکرد سویا و آبشویی نیترات

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب

فرشته حسین‌پور

اساتید راهنما:

دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی

دکتر محمد شایان‌نژاد

استاد مشاور:

دکتر محمود خدامباشی‌امامی

۱۳۸۸/۴/۳۰

۱۳۸۷

تهیه مدارک

۱۱۵۴۱۸

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی خانم فرشته حسین‌پور

تحت عنوان

مقایسه تأثیر زهکشی آزاد و کنترل‌شده بر عملکرد سویا و آبشویی نیترات

در تاریخ ۸۷/۱۲/۱۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- اساتید راهنمای پایان‌نامه — دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی

دکتر محمد شایان‌نژاد

۲- استاد مشاور پایان‌نامه — دکتر محمود خدامباشی‌امامی

۳- استاد داور — دکتر بهزاد قربانی

۴- استاد داور — دکتر حبیب ا... بیگی‌هرچگانی

رئیس تحصیلات تکمیلی دانشکده — دکتر مجید اولیاء

تشکر و قدردانی

سپاس، یگانه‌ای که آموختن را آموخت تا از آموخته‌هایمان راز آفرینش را فراگیریم.

سپاس، آفریننده عشق را و سپاس، کسانی که آموختن را عشق می‌دانند.

سپاس، آنان را که روشنای رای علمشان نردبان ناجی نادانی است.

اکنون که به یاری ایزد منان این پژوهش پایان یافته است، بر من واجب است تا نام اساتید فاضل خود را که امروز در سایه رهنمودهای دلسوزانه و عالمانه‌شان توانستم گامی کوچک در پهنه دشت علم و معرفت بردارم، زینت‌بخش این مقدمه نمایم.

از استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای **دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی** که با ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزشمند خویش لحظه به لحظه، منجر به استوار شدن قدم‌های من در این راه شدند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم. ایشان همواره در کلیه مراحل انجام پایان‌نامه در نهایت صبر و حوصله همواره یاریگر و پشتیبانم بوده، به من درس علم و اخلاق و پشتکار داده و با رهنمودهای خویش چراغ راهم گشتند.

قدردانم از جناب آقای **دکتر محمد شایان‌نژاد** که راهنمایی این پایان‌نامه را به عهده داشتند و در مراحل انجام این تحقیق از هم‌فکری‌های ارزشمندشان بهره بردم.

از استاد مشاور بزرگوار جناب آقای **دکتر محمود خدامباشی** که با ارایه نظراتشان کمک شایانی به بنده مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از اساتید محترم داور جناب آقای **دکتر بهزاد قربانی** و جناب آقای **دکتر حبیب الله بیگی هرچگانی** که زحمت بازخوانی این پایان‌نامه را به عهده داشتند سپاسگزارم.

از رئیس محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای **دکتر مجید اولیاء** کمال تشکر را دارم. از تمامی اساتیدم در دانشگاه شهرکرد که افتخار شاگردیشان را داشته‌ام قدردانی می‌کنم.

در پایان سپاسگزار همه دوستان عزیز و مهربانم می‌باشم که هریک به نحوی مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند.

فرشته حسین‌پور

اسفند ماه ۱۳۸۷

با استعانت از خداوند متعال، خالق خاطرات خوب زندگی‌ام، **تقدیم به:**

پدرم

کوشید تا بیاسایم، رنج کشید تا بیارامم

صبر و بردباریش تکیه‌گاهم، وجود و ایمانش افتخارم

و تداوم سایه‌اش آرزویم

مادرم

یگانه دریای عطوفت، مظهر الطاف خدا

آن اسوه صداقت و یگانه سرچشمه جوشان محبت

تنها مونسی که دعای خیرش همواره بدرقه راهم است

محمد عزیزم

که محبتش را کرانی نیست

گل واژه‌های زبانش عشق است و ایثار

و در سفر زندگی بهترین همراهم خواهد بود

خواهرانم

که اسوه‌های پاکی و صمیمیت‌اند

قلبشان لبریز از محبت و صداقت

و فکرشان همواره شکفتن و بخشش است

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	**و**
فصل اول	
مقدمه	**۱**
۱-۱ مقدمه	و
۱-۱-۱ گیاه زراعی سویا	٤
۱-۱-۲ انواع زهکشی	٥
الف) زهکشی آزاد	٥
ب) زهکشی کنترل (تنظیم) شده	٥
۱-۲ اهمیت پروژه حاضر	۷
فصل دوم	
بررسی منابع	**۸**
۲-۱ اهمیت نیترات	۸
۲-۲ تاثیر زهکشی کنترل شده بر کمیت وکیفیت زه آب	۱۰
۲-۳ زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی	۱۷
۲-۴ تاثیر زهکشی کنترل شده بر عملکرد محصول	۲۲
۲-۵ شبیه‌سازی عملکرد زهکشی کنترل شده با مدل DRAINMOD	۲٤
۲-۶ اهداف مطالعه	۲۸
فصل سوم	
مواد و روشها	**۳۲**
۳-۱ مشخصات کلی محل اجرای طرح	۳۲
۳-۲ مقدمات اجرای طرح	۳۲
۳-۲-۱ تهیه محیط کشت	۳۲
۳-۲-۲ تعیین خصوصیات خاک و آب مورد مطالعه	۳۲
۳-۲-۳ تعیین نیاز آبی گیاه	۳۲
۳-۳ اجرای طرح	۳۲
۳-۳-۱ کاشت بذر	۳۲
۳-۳-۲ اعمال تیمارها	۳۲
۳-۳-۳ مراحل کاشت و داشت	۳٤
الف) آبیاری و کنترل سطح ایستابی	۳٤
ب) کود دهی	۳٥
ج) سمپاشی و کنترل علف‌های هرز	۳٥
۳-۴ صفات و خصوصیات مورد بررسی	۳٥

۳-۴-۱ تعداد غلاف و دانه در بوته ۳۵
۳-۴-۲ ارتفاع گیاه ۳۶
۳-۴-۳ تعداد گره و فاصله میان‌گره ۳۶
۳-۴-۴ سطح برگ ۳۶
۳-۴-۵ تعداد شاخه جانبی در هر بوته ۳۶
۳-۴-۶ وزن صد دانه ۳۶
۳-۴-۷ وزن خشک ریشه ۳۷
۳-۴-۸ طول بلندترین تار ریشه ۳۷
۳-۴-۹ وزن خشک اندام هوایی ۳۷
۳-۴-۱۰ راندمان مصرف آب ۳۷
۳-۴-۱۱ تعیین درصد ازت خاک ۳۸
۳-۴-۱۲ تعیین درصد پروتئین در دانه، اندام هوائی و ریشه ۳۸
۳-۴-۱۳ تعیین درصد چربی در دانه ۳۸
۳-۴-۱۴ تعیین میزان نیترات آبشوئی شده ۳۸
۳-۴-۱۵ تعیین حجم زه‌آب ۳۸
۳-۵ تجزیه و تحلیل نتایج ۳۸

فصل چهارم

نتایج و بحث ۴۰
۴-۱ بررسی صفات رشدی و موفولوژیکی ۴۰
۴-۱-۱ ارتفاع گیاه ۴۰
۴-۱-۲ تعداد گره در ساقه اصلی ۴۲
۴-۱-۳ متوسط فاصله میانگره ۴۲
۴-۱-۴ سطح برگ ۴۳
۴-۱-۵ تعداد شاخه‌های جانبی در هر بوته ۴۴
۴-۱-۶ تعداد غلاف در بوته ۴۵
۴-۱-۷ تعداد دانه در بوته ۴۶
۴-۱-۸ میانگین دانه در غلاف ۴۶
۴-۱-۹ وزن ۱۰۰ دانه ۴۶
۴-۱-۱۰ عملکرد دانه ۴۷
۴-۱-۱۱ راندمان مصرف آب ۵۰
۴-۱-۱۲ طول بلندترین تار ریشه ۵۰
۴-۱-۱۳ وزن خشک ریشه ۵۱
۴-۱-۱۴ وزن خشک اندام هوایی ۵۱
۴-۲ صفات کیفی دانه ۵۳

۴-۲-۱ درصد پروتئین دانه ۵۳
۴-۲-۲ درصد چربی دانه ۵٤
۴-۳ میزان پروتئین مانده در بقایای گیاهی و خاک پس از برداشت ۵٦
۴-۳-۱ درصد پروتئین در اندام هوائی ۵٦
۴-۳-۲ درصد پروتئین در ریشه ۵٦
۴-۳-۳ درصد ازت باقیمانده در خاک ۵۷
۴-۴ کمیت و کیفیت زه‌آب ۵۸
۴-۴-۱ حجم زه‌آب ۵۸
۴-۴-۲ میزان نیترات خروجی از زه‌آب ۵۹
۴-۵ همبستگی صفات ٦۰
۴-۶ نتیجه‌گیری ٦٤
۴-۷ پیشنهادات ٦۵
منابع ٦٦

فهرست جداول

فصل دوم

جدول ۲-۱ تأثیر تیمارهای زهکشی بر کمیت و کیفیت زه‌آب ۱۶
جدول ۲-۲ نتایج تاثیر اعمال روش زهکشی کنترل شده بر کل جریان خروجی و شوری زه‌آب ۱۷
جدول ۲-۳ میزان زهکشی و آبشوئی نیترات در تیمارهای زهکشی ۲۱

فصل سوم

جدول ۳-۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک مورد مطالعه ۳۰
جدول ۳-۲ خصوصیات آب آبیاری ۳۱
جدول ۳-۳ میزان تحمل سویا به شوری خاک (**ECe**) و شوری آب آبیاری (**ECw**) بر اساس منابع مختلف ۳۱

فصل چهارم

جدول ۴-۱ تجزیه واریانس ارتفاع بوته‌های سویا در مراحل اندازه‌گیری ۴۱
جدول ۴-۲ مقایسه میانگین ارتفاع بوته‌ها (سانتیمتر) در زمان‌های مختلف ۴۱
جدول ۴-۳ تجزیه واریانس برخی از صفات رویشی بوته سویا ۴۳
جدول ۴-۴ مقایسه میانگین برخی از صفات رویشی بوته سویا ۴۴
جدول ۴-۵ تجزیه واریانس صفت‌های تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف، تعداد دانه و میانگین دانه در غلاف ۴۵
جدول ۴-۶ مقایسه میانگین تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف، تعداد دانه و میانگین دانه در غلاف ۴۵
جدول ۴-۷ تجزیه واریانس صفت‌های وزن ۱۰۰دانه، عملکرد و راندمان مصرف آب ۴۹
جدول ۴-۸ مقایسه میانگین صفت‌های وزن ۱۰۰دانه، عملکرد و راندمان مصرف آب ۴۹
جدول ۴-۹ تجزیه واریانس صفت‌های طول ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی ۵۲
جدول ۴-۱۰ مقایسه میانگین صفت‌های طول ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی ۵۲
جدول ۴-۱۱ تجزیه واریانس درصد پروتئین و چربی دانه ۵۵
جدول ۴-۱۲ مقایسه میانگین درصد پروتئین و چربی دانه ۵۵
جدول ۴-۱۳ تجزیه واریانس درصد پروتئین در بقایای گیاهی و ازت در خاک ۵۷
جدول ۴-۱۴ مقایسه میانگین درصد پروتئین در بقایای گیاهی و ازت در خاک ۵۷
جدول ۴-۱۵کدگذاری صفات برای استفاده در جدول همبستگی ۶۰
جدول ۴-۱۶ ضریب همبستگی صفات ۶۲

فهرست اشکال

فصل دوم

شکل ۲-۱ نمایی از یک سامانه مدیریت آب زیرزمینی ۱۸
شکل ۲-۲ تصویر اجمالی زهکشی و وضعیت آب خاک و فرآیندهای مدیریت مرتبط با آن که در مدل DRAINMOD مورد نظر بوده اند ۲۵
شکل ۲-۳ نتایج شبیه سازی DRAINMOD بر عملکرد، عمق زهکشی زیرزمینی و رواناب سطحی در زهکشی آزاد و کنترل‌شده ۲۶
شکل ۲-۴ نتایج شبیه‌سازی DRAINMOD بر اثرات بالقوه زهکشی کنترل‌شده بر رواناب سطحی، میزان زهکشی زیرزمینی و عملکرد محصول ۲۷

فصل سوم

شکل ۳-۱ نمایی از لایسیمترها ۳۰
شکل ۳-۲ نمائی از مراحل مختلف رشد سویا در داخل لایسیمترها ۳۳
شکل ۳-۳ نمایی از دانه‌های سویا ۳۶
شکل ۳-۴ ریشه‌های شسته شده ۳۷

فصل چهارم

شکل ۴-۱ ارتفاع نهایی بوته در تیمارهای زهکشی ۴۲
شکل ۴-۲ میزان سطح برگ در تیمارهای زهکشی ۴۴
شکل ۴-۳ مقدار عملکرد دانه در تیمارهای زهکشی ۵۰
شکل ۴-۴ میزان درصد پروتئین و چربی دانه در تیمارهای زهکشی ۵۶
شکل ۴-۵ حجم زه‌آب (لیتر) در تیمارهای زهکشی ۵۸
شکل ۴-۶ مقدار ازت آبشوئی شده (میلی‌گرم) و بار نیترات (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای زهکشی ۵۹

چکیده

یکی از عوامل آلوده‌کننده منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی است. آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی بر اثر آبشویی مواد شیمیایی، تهدید جدی برای سلامتی انسان، حیات‌وحش و محیط زیست می‌باشد. خروج این مواد از طریق زه‌آب نه تنها فرصت استفاده گیاه را محدود می‌کند بلکه با پیوستن به منابع آب‌های زیرزمینی شرایط آلودگی آن را فراهم ساخته و تهدیدات زیست محیطی به دنبال می‌آورد. اتخاذ تمهیداتی که بتواند ضمن در اختیار گذاشتن فرصت بیشتر برای گیاه جهت استفاده از این مواد مغذی، موجبات کاهش آلودگی را نیز فراهم آورد، بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، تحقیقی با استفاده از لایسیمتر به منظور مقایسه اثرات زهکشی آزاد و زهکشی کنترل‌شده بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا و همچنین میزان جذب نیتروژن توسط گیاه و مقدار آبشوئی نیترات، در سال ۱۳۸۶ در دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. کشت در داخل لایسیمترهایی به ارتفاع یک متر و قطر ۴۰ سانتیمتر انجام گرفت. خاک داخل لایسیمتر ها دارای بافت لوم بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار صورت گرفت. در طول دوره کشت، تیمارهای زهکشی در چهار سطح شامل: زهکشی آزاد (FD)، کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۵-۶۰ سانتیمتری از سطح خاک (CD1)، کنترل سطح ایستابی در عمق ۴۵-۴۰ سانتیمتری از سطح خاک (CD2) و کنترل سطح ایستابی در عمق ۲۵-۲۰ سانتیمتری از سطح خاک (CD3) اعمال گردیدند. در هر لایسیمتر ۲۵ بذر کاشته شد و پس از تنک کردن تعداد ۳ بوته در هر لایسیمتر حفظ گردید. آبیاری در تمام تیمارها به یک مقدار و از سطح صورت می‌گرفت. در انتهای فصل عملکرد و اجزای آن، درصد جذب ازت توسط گیاه و مقدار باقیمانده آن در خاک اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرارگرفته و از لحاظ آماری تأثیر تیمارهای مختلف ارزیابی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمارهای زهکشی روی بسیاری از اجزای عملکرد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار CD1 مشاهده شد (۱۸/۱۴ گرم در بوته). به نظر می‌رسد عدم تخلیه سریع آب در این تیمار زهکشی کنترل‌شده موجب دسترسی بیشتر گیاه به آب و مواد مغذی محلول گردید. در نتیجه عملکرد و بسیاری از اجزای آن نسبت به تیمار زهکشی آزاد افزایش یافت. حداقل عملکرد در تیمار CD3 با میانگین ۱۱/۷۶ گرم در بوته به دست آمد. این موضوع احتمالاً به این دلیل است که با غرقاب شدن قسمت اعظم ریشه و کمبود اکسیژن و نیز ایجاد شرایط جهت دنیتریفیکاسیون، با وجود آب و مواد مغذی بیشتر، استفاده مفید از آن‌ها برای گیاه محدود شده است. بیشترین درصد پروتئین دانه (۳۵/۶ درصد) متعلق به تیمار CD1 بود و بین سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. کمترین درصد ازت در خاک در انتهای فصل رشد نیز در تیمار CD1 حاصل گردید. با صعود سطح ایستابی میزان نیترات آبشوئی‌شده کاهش یافت به طوری‌که بیشترین مقدار در تیمار زهکشی آزاد و کمترین مقدار در تیمار CD3 به دست آمد. همچنین حجم زه‌آب نیز در تیمارهای زهکشی کنترل‌شده کاهش یافت. در تیمار زهکشی آزاد به دلیل افزایش حجم زه‌آب، نیترات بیشتری نیز آبشوئی شد.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

پدران ما طی قرون گذشته در خصوص تأمین آب و ایجاد قنات به ویژه در مناطق کویری زحمات بسیار کشیده و دستاوردهای عجیبی داشته‌اند، به طوری‌که امروزه این دستاوردها در دنیا نیز مطرح است. نکته دیگر اینکه " آب مایه حیات است " اما کمتر به آن توجه می‌شود. فراموش کردن این حقیقت و استفاده نادرست و بدون برنامه از منابع آب، یکی از عوامل بازدارنده توسعه پایدار است و این مسئله با افزایش جمعیت حادتر می‌شود. پس بر ماست که با دارا بودن اصالت و فرهنگ کهن ایرانی با دیدگانی باز، آینده را پیش روی خود مجسم نموده، آنچه را که بر ما گذشته به فراموشی نسپرده بلکه به عنوان تجربه، توشه راه تحصیل فرهنگ استفاده صحیح و حفاظت از منابع آب قرار دهیم، باشد که استفاده درست از منابع آب به معارف عمومی و همه‌گیر مبدل شود.

بر اساس آمارهای صادره، بخش کشاورزی با ۹۲ درصد مصرف از میزان ۹۳/۱ میلیارد متر مکعب آب استحصالی کشور به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده معرفی می‌گردد و بزرگ‌ترین متقاضی آب نیز این بخش است. بنابراین هر چه رقابت، کمبود، ضایعات، مصرف بی‌رویه و کاهش کیفیت آب بیشتر شود سیاستگذاران بیشتر و بیشتر بخش کشاورزی را به عنوان دریچه جهت مفر خود برمی‌گزینند (سیار ایرانی، ۱۳۸۳).

۴۰ درصد از تولید غذای جهان از مناطق تحت آبیاری تأمین می‌شود. تولید محصول در این مناطق باید بیش از ۸۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد تا تقاضای غذا در کشورهای در حال توسعه را تأمین کند. این مهم نمی‌تواند با افزایش ۸۰ درصدی در منابع آب تحقق یابد و پیش‌بینی می‌شود که فقط ۱۲ درصد آب

بیشتر می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ در دسترس قرار بگیرد (ولتمن و جنسن، ۲۰۰۳). برای اینکه کمیابی و محدودیت منابع آب مانعی در رشد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه مانند ایران ایجاد ننماید ضرورت دارد که راندمان بهره‌وری از آب بهبود و افزایش یابد.

متأسفانه در سیستم‌های آبیاری سطحی رایج در ایران اتلاف آب به حدی است که بیش از دو برابر مورد نیاز گیاه، آب مصرف می‌شود و این در حالی است که به سیستم‌های زهکشی نیز چندان توجهی نشده است. اتلاف آب آبیاری معمولاً به دلیل طراحی و مدیریت ناقص و در نتیجه عملکرد نادرست سیستم‌های آبیاری و زهکشی صورت می‌گیرد (نوری، ۱۳۷۶).

علاوه بر اینکه توسعه کشاورزی برای پاسخگویی به نیاز روز افزون غذا امری اجتناب ناپذیر است، در کنار آن، پیامدهای ناخواسته و نامطلوب برای زندگی انسان‌ها و محیط زیست رخ می‌دهد که نیازمند چاره‌جویی و اصلاح می‌باشد. از جمله مهمترین پیامدهای نامطلوب توسعه کشاورزی، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی است. چنان‌چه راه‌کارهای مناسب مدیریتی اجرا نشود در آینده شاهد معضلات بزرگ‌تر و پیچیده‌تری همچون مرگ آبزیان، گسترش بیماری‌های ناشی از آب آلوده و تخریب تالاب‌ها و رودخانه‌ها خواهیم بود (شریعتی، ۱۳۸۱). برنامه‌ریزی منابع آب فرایندی برای پاسخ‌گویی به نیازهای کلیه بخش‌های مصرف‌کننده آب است که می‌بایستی با توجه به جنبه‌های زیست محیطی انجام پذیرد (کالکاگنو، ۱۹۸۷).

قسمت وسیعی از اراضی کشور ما به دلیل شرایط اقلیمی، بارندگی ناچیز و تبخیر زیاد از یک طرف و اعمال آبیاری با مدیریت نامناسب از طرف دیگر در معرض شوری و ماندابی شدن است. متأسفانه آن‌چنان که به مسائل آبیاری و آبرسانی توجه شده به مسئله زهکشی و مسائل و مشکلات آن اهمیت داده نشده است. امروزه ضرورت توجه به مسائل زهکشی و برنامه‌ریزی انجام پژوهش‌های علمی و تحقیقاتی در این خصوص بیش از پیش احساس می‌شود (حقایقی مقدم و همکاران، ۱۳۸۵).

در اغلب نقاط دنیا برای نمک‌زدایی و بهسازی اراضی به شبکه زهکشی زیرزمینی روی آورده‌اند و با آنکه در حدود ۱۵۰ میلیون هکتار از اراضی فاریاب دارای شبکه زهکشی می‌باشند ولی بخش اعظم آن در نقاط مرطوب برای خروج آب اضافی از خاک بوده نه شوری‌زدایی. ولی با افزایش جمعیت و الزام به تولید بیشتر محصولات کشاورزی، زهکشی به منظور کنترل شوری در کلیه نقاط دنیا که مبتلا به آن هستند در حال افزایش است. در کشور ایران از ۵ میلیون هکتار کشت آبی، کمتر از ۲۰۰ هزار هکتار شبکه زهکشی

زیرزمینی دارند. پیدایش و زوال تمدن‌های ایران و بین‌النهرین در خوزستان و فارس با آبیاری بی‌رویه آغاز و با انباشتن املاح و نبود شبکه زهکشی به پایان آمده است. چنین روند و الگویی در تمدن‌های هندوستان و چین و مایاها نیز عیناً مشاهده می‌شود (بای بوردی، ۱۳۷۳).

با وجود اینکه در نواحی مرطوب برای خارج کردن آب اضافی خاک از محدوده ریشه گیاه، به زهکشی اراضی کشاورزی نیاز است و در کشت آبی، زهکشی از اهمیت ژرف در مهار و تنظیم شوری و ماندابی شدن خاک برخوردار است، اما گاهی به دنبال این منافع، شبکه‌های زهکشی به سمت و سوی بر جا گذاشتن اثرات منفی زیست محیطی سوق پیدا می‌کنند. به ویژه تخلیه زه‌آب خروجی با کیفیت پایین به آب‌های موجود در طبیعت، برخی از زیست بوم‌های آبی را تخریب کرده و از کاربری‌های مفید آب‌های پذیرنده جلوگیری کرده‌است. شناخت و به تبع آن انتظار افکار عمومی برای آن‌که شبکه‌های زهکشی به گونه‌ای طراحی شوند که حفظ حیات ساکنین زیست بوم‌ها تضمین شده و فعالیت‌های کشاورزی، کیفیت آب را زایل نکنند، در حال افزایش است (مهردادی و همکاران، ۱۳۸۰).

از طرفی کشاورزی نوین شدیداً وابسته به استفاده از مواد شیمیایی است. آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی بر اثر آبشویی این مواد شیمیایی، تهدید جدی برای سلامتی انسان، حیات وحش و محیط زیست می‌باشد (سرور و کانوار، ۱۹۹۶). خصوصاً یون نیترات که ضمن تحلیل سریع در آب، به سرعت در خاک انتقال و انتشار می‌یابد. نیترات موجود در خاک اگر به مصرف گیاه نرسد به طرق مختلف از دست می‌رود (تغییر فرم قابل مصرف طی عمل دینیتریفیکاسیون یا آبشویی و خروج از طریق زه‌آب). آبشویی نیترات موجبات آلودگی منابع آب به خصوص منابع زیرزمینی را فراهم می‌کند (وان دگراف، ۱۹۹۵). به طوری‌که نیترات مازاد در اراضی کشاورزی که از کودهای ازته ناشی می‌شود به عنوان یکی از رایج‌ترین عوامل آلوده کننده منابع آب شناخته شده‌است (نگ و همکاران، ۲۰۰۲). امروزه ثابت شده است که یکی از علل سرطان‌ها و همچنین عامل خیلی از بیماری‌های دیگر از جمله متوگلوبینما و سیانوسیس می‌تواند ناشی از آلودگی نیترات آب‌ها باشد (نیکوخواه، ۱۳۷۷).

به نظر می‌رسد که توجه جهانی به زهکشی اراضی کشاورزی در حال کاهش است. اعتبارات پرداختی بانک جهانی به کشورهای مختلف برای پروژه‌های زهکشی در سال ۱۹۸۵ حدود ۱/۵ میلیارد دلار بود که در سال ۲۰۰۱ به ۸۸ میلیون دلار رسید. به عبارت دیگر اعتبارات پرداختی در مدت ۱۶ سال حدود ۹۷ برابر

کاهش یافته است. پرسش این است که آیا نیاز به زهکشی کشاورزی در جهان کاهش یافته است؟ پاسخ بدون شک، منفی است. چرا که امروزه با خوش بینانه‌ترین برآوردها، جهان با تخریب سالانه ۰/۵ تا ۱ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی مبتلا به مشکلات زهکشی روبروست. در حال حاضر ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیون هکتار از زمین‌های فاریاب با مشکل زهکشی دست و پنجه نرم می‌کنند. عقیده بر این است که باید سالانه ۳ تا ۴ میلیون هکتار نیز به اراضی فاریاب جهان اضافه شود تا بتوان دهان‌های تازه باز شده را سیر نگه‌دارد. بدون شک بخشی از این زمین‌ها نیز به زهکشی نیاز دارند. پس چرا توجه جهانی به زهکشی در حال کاهش است؟ باید پذیرفت که دنیای پیشرفته امروز، زهکشی به شیوه متداول و مرسوم را در بیشتر موارد با محیط زیست سازگار نمی‌داند. به نظر می‌رسد که باید در اندیشه تغییر تدریجی از شیوه‌های معمول زهکشی به روش‌های دوستدار محیط زیست بود. سال‌هاست که در ایالات متحده تالاب‌هایی که ده‌ها سال پیش با کمک زهکشی خشک شده‌اند، دوباره به حالت اولیه خود بازگردانده می‌شوند. روش‌های دیگر زهکشی سازگار با محیط زیست نیز در حال تکامل هستند که یکی از آن‌ها زهکشی کنترل‌شده می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳).

۱-۱-۱ گیاه زراعی سویا

احتمال می‌رود که سویا یا لوبیا روغنی با نام علمی گلایسین ماکس(Glycine max (L.) Merrill) از اهلی سازی Glycine ussuriensis (G.soja and zucc) (که در آسیای شرقی رشد می‌کند) و ظاهراً در شمال شرقی چین حاصل گردیده باشد. سویا در قرن هجدهم به اروپا و در اوائل قرن نوزدهم به آمریکا برده‌شد. امروزه ایالات متحده آمریکا بزرگ‌ترین اصلاح و تولیدکننده سویا در جهان به شمار می‌رود. بر اساس گزارش فائو مقدار تولید سویا در جهان در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۶۱۳۸۱۵۷۰ تن با میانگین عملکرد ۲۱۷۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. با این‌که این گیاه از لحاظ تولید پروتئین و روغن بسیار با ارزش است و تنوع زیادی از نظر ارقام و طیف وسیعی از لحاظ سازگاری اقلیمی- خاکی دارد، اما سطح زیر کشت آن در ایران به دلیل پایین بودن کیفیت بذر تولیدی و حساسیت شدید فرآیند استقرار گیاه به کیفیت بستر و شوری خاک، توسعه زیادی نیافته‌است. سطح زیر کشت سویا در ایران در سال ۲۰۰۰ حدود ۹۰۰۰ هکتار با میانگین عملکرد حدود ۱/۰۵ تن در هکتار بوده است (خواجه پور، ۱۳۸۵).

دفتر آمار وزارت کشاورزی امریکا طی گزارشی پیش بینی کرد تولید سویا در ایران بدون تغییر در سال ۲۰۰۹-۲۰۰۸ نسبت به سال قبل در سطح ۲۴۰ هزار تن باقی می‌ماند. سطح زیر کشت این محصول و میزان برداشت آن نیز به ترتیب بدون تغییر در سطح، ۱۰۰ هزار هکتار و ۲/۴ تن در هکتار باقی می‌ماند. میزان تولید

جهانی سویا در سال ۲۰۰۹-۲۰۰۸ با کاهش نسبت به سال قبل به ۲۱۹ میلیون تن می‌رسد. تولید جهانی سویا در سال قبل ۲۳۷ میلیون تن گزارش شده بود[1].

۱-۱-۲ انواع زهکشی

زهکشی دو هدف را دنبال می‌نماید، اول ایجاد وضعیت مناسب برای رشد گیاه و دوم ایجاد شرایط لازم برای کاربرد ماشین‌آلات کشاورزی. زه‌دار بودن اراضی و شرایط ماندابی علاوه بر محدود نمودن کاربرد ماشین‌آلات و جلوگیری از عملیات کاشت و داشت، شرایط نامساعدی را برای رشد گیاه به وجود می‌آورد که منجر به کاهش محصول می‌شود.

با توجه به پیامدهای زیست محیطی و لزوم استفاده بیشتر گیاه از آب و مواد مغذی موجود در خاک، باید با به کارگیری روش‌های تکاملی و مدیریتی، جهت باروری بلند مدت پروژه‌های زهکشی و پایداری اراضی گام برداشته شود.

الف) زهکشی آزاد

زهکشی اراضی کشاورزی به معنی خارج نمودن آب و املاح اضافی از پروفیل خاک می‌باشد. در اینجا منظور از پروفیل خاک، محدوده توسعه ریشه گیاه است. آب مازاد بخشی از منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه است که سبب زه‌دار شدن اراضی می‌شود و باید از طریق زهکشی تخلیه گردد. از فوائد زهکشی می‌توان به حفظ ساختمان خاک، تسریع در جوانه‌زنی و افزایش دوره رشد، گسترش عمق توسعه گیاه و کنترل علف‌های هرز اشاره نمود (دانش‌کار و شکوهی، ۱۳۸۲). در زهکشی آزاد، برای تعیین عمق زهکش‌ها، علاوه بر در نظرگرفتن موقعیت خروجی سیستم، توپوگرافی سطحی، اقلیم منطقه و خصوصیات خاک، خارج نمودن سریع آب از کل محدوده توسعه ریشه گیاه مدنظر قرار می‌گیرد.

ب) زهکشی کنترل (تنظیم) شده

وقتی سطح آب زیرزمینی در مزرعه صعود کند شدت زهکشی کاهش می‌یابد و قسمت بیشتری از خاک زیرسطحی مرطوب مانده و زمان موجودیت آب در خاک افزایش می‌یابد. بنابراین آب بیشتری برای تبخیر و تعرق و ذخیره مواد غذایی محلول باقی می‌ماند و به عنوان یک استراتژی مهم برای پیشگیری از خروج سریع نیترات از طریق فرصت بیشتر گیاه برای جذب آن می‌باشد (وستروم و مسینگ، ۲۰۰۳).

---

[1] - www.farsnews.net

در زهکشی کنترل‌شده سعی بر این است که حجم زه‌آب به کمترین مقدار ممکن برسد. با کنترل خروجی زهکش می‌توان سطح آب را در خاک در حد مطلوبی حفظ کرد و از خروج ناخواسته زه‌آب تا حدی که بتواند مورد استفاده گیاه قرارگیرد، خودداری کرد. به این ترتیب نه تنها می‌توان حجم زه‌آب خروجی را کاهش داد، بلکه به بالا بردن راندمان آبیاری، حفظ مواد غذایی و کاهش تخریب پایین دست نیز کمک کرد (بی نام، ۱۳۸۳).

زهکشی کنترل‌شده یکی از اجزای اصلی مدیریت منابع آب و مدیریت تقاضای آب می‌باشد و می‌تواند نقش مهمی در ذخیره آب و مواد غذایی و همچنین بهبود و بهینه‌سازی کیفیت و کمیت آب در پایین‌دست داشته باشد. با توجه به اهمیت روز افزون مسائل زیست محیطی، ضمن توجه به هدف اصلی زهکشی جنبه‌های بیشتری باید در فرآیندهای برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریتی در نظر گرفته‌شود تا سیستم‌های زهکشی موجود به سیستم‌های کنترل مدیریت آب تبدیل شوند. بدین منظور مفاهیم جدیدی وارد اصول کلی طراحی و کاربرد شبکه‌های زهکشی می‌شود که شامل "عدم زهکشی مگر در مواقع کاملاً ضروری"[1] در زمینه زهکشی کنترل شده و "فرصت دادن به آبهای سیلابی"[2] در زمینه کنترل سیلاب می‌باشد (ولتمن و جنسن، ۲۰۰۳).

زهکش‌هایی که در عمق بیشتری نصب شده‌اند دارای زه‌آب خروجی بیشتری نیز خواهند بود و زمانی که خروج زه‌آب از زهکش‌های کم عمق متوقف می‌شود، خروج آن از زهکش‌های عمیق‌تر ادامه دارد. زهکش‌های عمیق‌تر نسبت به زهکش‌هایی که در عمق کمتری نصب شده‌اند آب با کیفیت پایین‌تری خارج می‌نمایند (آذری و همکاران، ۱۳۸۱).

کنترل مؤثر سیستم‌های زهکشی در مناطق خشک تحت آبیاری یک روش در حال توسعه می‌باشد که امروزه در دنیا در حال ارزیابی است. در این زمینه از جمله تغییراتی که در طراحی زهکشی آزاد برای تبدیل به زهکشی کنترل‌شده صورت گرفته شامل کاهش عمق نصب لاترال‌ها بر اساس تأمین نیاز آبی گیاه از عمق کمتر سطح ایستابی می‌باشد (آیارز و همکاران، ۲۰۰۶). در سیستم‌های زهکشی موجود می‌توان با تعبیه شیر در مسیر لاترال‌ها، خروج زه‌آب را محدود نموده و بدین ترتیب سطح ایستابی را در عمقی که گیاه بتواند از

---

[1] - Do not drain unless absolutely necessary
[2] - Give room to flood waters

آن استفاده نماید تثبیت نمود (فوس و همکاران، ۱۹۹۰). این روش همچنین می‌تواند از طریق استفاده از ارتفاع‌های مختلف یک رایزر در خروجی زهکش عملی گردد. در طول دوره‌هایی با حداکثر نیازهای زهکشی سطح آب ممکن است تا همان سطح اولیه رایزر صعود کند. مفهوم زهکشی کنترل‌شده شامل امکان تغییر شدت زهکشی با تغییر در نیازهای زهکشی می‌باشد و به تبع آن میزان جریان خروجی از سیستم زهکشی، کنترل شده و بنابراین مقدار آبشویی نیترات محلول در آب کاهش می‌یابد (وستروم و مسینگ، ۲۰۰۷).

۱-۲ اهمیت پروژه حاضر

مصرف بی‌رویه و روزافزون کودهای شیمیایی به خصوص کودهای نیتروژن‌دار و ماهیت انحلال و انتقال و انتشار سریع آن‌ها از یک طرف و نگرانی‌های زیست محیطی از طرف دیگر ایجاب می‌نماید تدابیری اندیشیده شود تا علاوه برافزایش راندمان مصرف این کودها، موجبات تقلیل اثرات مخرب زیست محیطی و آلودگی منابع آب و خاک حاصل از مصرف آن ها نیز فراهم گردد.

به لحاظ اینکه کنترل میزان جریان خروجی از سیستم زهکشی می‌تواند فرصت استفاده گیاه از آب و عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن را افزایش دهد، لذا در این تحقیق روش زهکشی کنترل‌شده در مورد گیاه سویا مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

سویا از لحاظ مواد غذایی قابل هضم، کلسیم، آهن و ویتامین‌ها غنی می‌باشد و ارزش بالایی در تغذیه انسان دارد. وجود ماده فیتو استروژن در پروتئین حاصل از سویا نقش قابل‌توجهی در کاهش کلسترول خون دارد. دانه خشک سویا دارای ۱۸ تا ۲۵ درصد روغن و ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۸۵).

با این وجود با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالا و موارد مصرف متعدد، سطح زیر کشت سویا در ایران به دلیل حساسیت شدید فرایند استقرار به ویژه به کیفیت بستر، توسعه زیادی نیافته است و دارای میانگین عملکرد پایینی نیز می‌باشد. بنابراین ضرورت پژوهش‌های علمی و تحقیقاتی به منظور فراهم کردن شرایط مساعد جهت دستیابی به تولید و عملکرد بالای این محصول بیش از پیش احساس می‌گردد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ اهمیت نیترات

دانسته‌های موجود نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی عامل اصلی تقلیل کیفیت آب است که عموماً از طریق ریختن چندین‌گونه مواد مختلف به درون آب رخ می‌دهد (رسوبات، آفت‌کش‌ها، کودها و دیگر مواد آلی و معدنی). بسیاری از این مواد آلاینده از رواناب سطحی و نفوذ گسترده به درون آب‌های سطحی و زیرزمینی منتقل می‌گردند. کشاورزی هم عامل و هم قربانی آلودگی آب است (شریعتی، ۱۳۸۱).

از دهه ۱۹۷۰ در اروپا نگرانی فزاینده‌ای در مورد ازدیاد نیتروژن، فسفات و ترکیبات آفت‌کش‌ها در آب‌های سطحی و زیرزمینی شکل گرفته‌است. جامعه اروپا به وسیله بخشنامه (91/676/EEC) در مورد "حفاظت از آب‌ها در برابر آلودگی با نیترات‌های حاصل از کشاورزی" نسبت به موضوع واکنش نشان داد. این وضعیت در فرانسه نیز منجر به تشکیل یک کمیته مشاوره‌ای به منظور کاهش آلودگی ناشی از ترکیبات نیترات و فسفات ناشی از کشاورزی گردید. این کمیته تحت نظر مقامات وزارت کشاورزی و وزارت محیط زیست عمل می‌کند. کشاورزی همچنین به عنوان عامل منجر به آلودگی منابع آب زیرزمینی در ایالات متحده ذکر شده است و در سال ۱۹۹۲ ، چهل و نه ایالت از پنجاه ایالت آمریکا، نیترات را به عنوان آلاینده عمده منابع آب زیرزمینی خود تشخیص دادند (شریعتی، ۱۳۸۱).

سازمان سلامت جهانی، حد مجاز نیترات در آب‌های روان را ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۱میلی‌گرم در لیتر نیتروژن) تعیین کرده است. آژانس حفاظت از محیط زیست در آمریکا و مرکز کیفیت آب در کانادا حداکثر مجاز نیترات را در آب آشامیدنی ۴۴ میلی‌گرم در لیتر (۱۰میلی‌گرم در لیتر نیتروژن) تعیین کردند (انگ و