



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی

(آبیاری و زهکشی)

اثر زهکشی کنترل شده بر شوری و نیترات در زهاب

به کوشش

محمدجواد قلندری

استاد راهنما

دکتر مسعود نوشادی

شهریور ماه ۱۳۹۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب محمدجواد قلندری (۹۰۰۱۲۴) دانشجوی رشته مهندسی کشاورزی گرایش آبیاری و زہکشی دانشکدهی کشاورزی دانشگاه شیراز اظہار می‌کنم کہ این پایان‌نامہ حاصل پژوهش خودم بودہ و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفادہ کردہ‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشتہ‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان‌نامہ‌ام تکراری نیست و تعہد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننمودہ و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : محمدجواد قلندری

تاریخ و امضاء: شهریور ۱۳۹۳

به نام خدا

اثر زهکشی کنترل شده بر شوری و نیترات در زهاب

به کوشش

محمدجواد قلندری

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

مهندسی آبیاری و زهکشی

دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته پایان نامه، با درجه: عالی

دکتر مسعود نوشادی، دانشیار بخش مهندسی آب (استاد راهنما).....

دکتر علیرضا سپاسخواه، استاد بخش مهندسی آب (مشاور).....

دکتر شاهرخ زندپارسا، دانشیار بخش مهندسی آب (مشاور).....

دکتر علی اصغر قائمی، دانشیار بخش مهندسی آب (داور داخلی).....

شهریورماه ۱۳۹۳

تقدیم بہ

مادر عزیزتر از جانم:

مادم ہستی من، ز ہستی تو ست، تا ہستم و ہستی دارم دست دوست

نگار جاودانی مادراست

چشم سارمہ بانی مادراست

پر دم کہ یادش ہمیشہ در قلم می ماند:

بی تو منتاب شبی باز آن کوچہ گذشتم

بہ تن چشم شدم خیرہ بہ دنبال تو گشتم

شوق دیدار تو لیریز شد از جام وجودم

شدم آن عاشق دیوانہ کہ بودم

پاسکزاری

و کلمة الله هي العليا والله عز وجل حكيم

این فیض تو را چگونگی من یاد کنم

بی پند عمر خویش بر باد کنم

یک قطره ز بحر عشق مولانا را

تقدیم به آستان استاد کنم

استاد فہیم و فرزندہ جناب آقای دکتر محمود نوٹادی

از اسکتب ادایت و بصیرت کامل و جامع در مدار علم و معرفت و با پر تو دانش و معنویت جہت ایجاد کار آبی در پیمان نامہ ایجناب نقش ممتاز و برجستہ ای ایفا نمودید و با اقدامات خلاقانہ و مدبرانہ بہ سہولتی و ہمہوایی فرمودید؛ این تقدیر نامہ تقدیم حضور عمر خویش حضرت عالی می گردد. از خالق علیم و حکیم، ہموارہ صحت، عظمت و پیشرفت تمنا دارم.

استاد بزرگوار

جناب آقای دکتر سپاسخواہ و جناب آقای دکتر زندہ پارسا کہ بار اہنہائی ہای ارزندہ، سہ صدر و ہمراہی بی دریغ تان مرا یاری کردید، از شما بسیار سپاسگزارم. جناب آقای دکتر قاضی و جناب آقای دکتر نصیری کہ زحمت داری و باز خوانی پیمان نامہ ایجناب را بر عمدہ گرفتید، از شما صمیمانہ شکر می نمایم.

خواهران و برادران عزیزم

از شما عزیزان کہ صیمازہ در طول دوران تحصیل مرا یاری نمودید و ہمیشہ موجب دلگرمی ایجناب بودید بسیار سپاسگزارم.

دوستان عزیز و ارجمند

جناب آقایان مهندس سلمان زارع، مهندس علیرضائی زادہ، مهندس ناصر انتہائی، مهندس محمد آقارضائی، مهندس حمید مصفا، مهندس توحید شہبازیان و مهندس محمد میر صفی

عزیز کہ در انجام امور مربوط بہ پیمان نامہ مرا یاری نمودید کمال شکر و سپاسگزاری را دارم. در پیمان از ہمہ دوستان و بہکلاسی ہای عزیزم بسیار سپاسگزارم.

چکیده

اثر زهکشی کنترل شده بر شوری و نیترات در زه آب

به کوشش:

محمدجوادقلندری

زهکشی کنترل شده یکی از راهکارهای کاهش اثرات منفی زیست محیطی سیستم‌های زهکشی مرسوم بوده و می‌تواند گام منطقی جهت بهبود مدیریت آب در اراضی کشاورزی فاریاب باشد. تحقیق حاضر بر روی گندم رقم پیش‌تاز به منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده و شوری آب آبیاری بر کمیت و کیفیت (شوری و نیترات) زه آب، عملکرد گندم و کارایی مصرف آب، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام گردید. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تیمار شامل کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ (CD60) و ۸۰ (CD80) سانتی‌متری و زهکشی آزاد (FD)، و دو تیمار شوری آب آبیاری ۴ (EC4) و ۸ (EC8) دسی‌زیمنس بر متر در سه تکرار انجام شد. به منظور اعمال تیمارها ۱۸ لایسیمتر (از جنس پلی اتیلن به قطر ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر) مورد استفاده قرار گرفت. در هر لایسیمتر یک زهکش در عمق ۱۰۰ سانتی متری سطح خاک قرار گرفت. زمان آبیاری با توجه به تخلیه رطوبتی ۶۰ درصد در تیمار FD تعیین شد. مقدار آبیاری تمام تیمارها، براساس جبران کمبود رطوبتی برای رسیدن به حد ظرفیت زراعی و با اعمال راندمان ۸۰ درصد صورت پذیرفت. نتایج تحقیق نشان داد، میانگین عمق آب آبیاری CD80 و CD60 بترتیب ۱۷/۴ و ۳۵/۵ درصد نسبت به تیمار FD کاهش یافت. همچنین، میانگین عمق آب آبیاری در تیمار EC8، ۱۱/۳۷ درصد نسبت به تیمار EC4 کاهش یافت. کل عمق زه آب خروجی در تیمارهای CD60 و CD80 به ترتیب ۵۹ و ۴۴/۳ درصد نسبت به تیمار FD در طی دوره اعمال تیمار کاهش یافته است. در نتیجه مقدار نیترات خروجی در تیمارهای CD80 و CD60 به ترتیب به میزان ۶۰/۷ و ۷۳/۱۲ درصد نسبت به تیمار FD کاهش داشته است. همچنین مقدار نیترات خروجی در تیمار شوری EC4 به میزان ۲۰/۶۵ درصد نسبت به تیمار EC8 کاهش یافت. همچنین مقدار نمک خروجی در تیمارهای CD80 و CD60 بترتیب به

میزان ۵۷/۶۱ و ۷۰/۷۸ درصد در مقایسه با تیمار FD در طی دوره اعمال تیمار کاهش یافته است. غلظت نیترات در زه آب خروجی در تیمارهای CD60 و CD80 به ترتیب به میزان ۱۹/۱۱ و ۳۳/۶۲ درصد در مقایسه با تیمار FD در طی دوره اعمال تیمار کاهش یافته است. غلظت نیترات در زه آب خروجی در تیمار EC8، ۱۹/۱۱ درصد نسبت به تیمار EC4 افزایش یافت. در نهایت تأثیر زهکشی کنترل شده و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه گندم در سطح ۱ درصد معنی دار بود به طوری که تیمار CD80 ، با افزایش ۱۷/۸۱ درصدی نسبت به تیمار FD بیشترین و تیمار CD60، با کاهش ۱۴/۲۵ درصدی نسبت به تیمار FD کمترین عملکرد دانه گندم را داشت. عملکرد گندم در تیمار EC8، ۲۵/۷۶ درصد نسبت به تیمار EC4 کاهش یافت. بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای CD80 و CD60 بترتیب ۴۲/۰ و ۳۳/۳ درصد نسبت به تیمار FD افزایش یافت. همچنین بهره‌وری آب آبیاری در تیمار EC8 ۱۶/۲۷ درصد نسبت به تیمار EC4 کاهش یافت. نتایج تحقیق نشان داد که در تیمارهای زهکشی کنترل شده با توجه به امکان تأمین رطوبت خاک از طریق نیروی موئینگی، نیاز آبی گیاه به طور کامل تأمین شده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد در تیمار CD80 شد. اثر همزمان زهکشی کنترل شده و شوری آب آبیاری نشان داد که شرایط رطوبتی بالاتر در تیمار CD80 اثر تجمع املاح را در مقایسه با شرایط زهکشی بدون کنترل سطح ایستابی تقلیل داد. اما در تیمار CD60 کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار FD می‌تواند بدلیل تهویه نامناسب خاک باشد. بنابراین عمق مناسب کنترل سطح ایستابی در زهکشی کنترل شده می‌تواند موجب افزایش عملکرد محصول گردد.

کلمات کلیدی: زهکشی کنترل شده، سطح ایستابی، شوری، نیترات، گندم زمستانه

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه.....	۲
۱-۱- کلیات.....	۲
۱-۲- زهکشی کنترل شده.....	۴
۱-۳- اهمیت مطالعه آبیاری با آب شور.....	۸
۱-۴- منابع شوری آب و خاک.....	۹
۱-۵- واکنش گیاهان به شوری.....	۱۰
۱-۶- گیاه استراتژیک گندم.....	۱۱
۱-۷- چرخه نیتروژن در خاک.....	۱۲
۱-۷-۱- نیتریفیکاسیون.....	۱۳
۱-۷-۲- دنیتریفیکاسیون.....	۱۳
۱-۸- اهداف تحقیق.....	۱۴
فصل دوم.....	۱۵
۲- مروری بر تحقیقات گذشته.....	۱۶
۲-۱- تجربیات و پژوهش‌های پیشین در ایران.....	۱۶
۲-۲- پژوهش‌های پیشین در جهان.....	۱۹
فصل سوم.....	۲۷
۳- مواد و روش‌ها.....	۲۸
۳-۱- مشخصات محل پژوهش.....	۲۸
۳-۲- مشخصات خاک منطقه مورد استفاده.....	۲۸
۳-۳- طرح آزمایشی مورد استفاده.....	۳۰
۳-۴- عملیات زراعی.....	۳۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۰	۳-۴-۱- آماده کردن لایسیمترها
۳۰	۳-۴-۲- کاشت
۳۱	۳-۵- کنترل سطح ایستابی و تعیین آب مورد نیاز
۳۴	۳-۶- عمق ریشه در طول دوره رشد
۳۴	۳-۷- انعکاس سنج زمانی (TDR)
۳۵	۳-۸- تهیه آب شور
۳۵	۳-۹- اندازه‌گیری سطح ایستابی
۳۶	۳-۱۰- کمیت و کیفیت زه‌آب خروجی
۳۶	۳-۱۱- برداشت و تعیین وزن ماده خشک
۳۶	۳-۱۲- تعیین وزن هزار دانه
۳۶	۳-۱۳- تعداد خوشه در واحد سطح
۳۷	۳-۱۴- تعداد دانه در خوشه
۳۷	۳-۱۵- تعیین بهره‌وری آب (WP)
۳۷	۳-۱۶- محاسبات آماری
۳۸	فصل چهارم
۳۹	۴- نتایج و بحث
۳۹	۴-۱- کاربرد آب آبیاری
۴۳	۴-۲- جریان خروجی زهکش
۴۷	۴-۳- نیترات در زه‌آب خروجی
۵۶	۴-۴- شوری زه‌آب خروجی
۶۴	۴-۵- عملکرد دانه
۶۷	۴-۶- عملکرد ماده خشک

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۰	۷-۴- تعداد سنبله در واحد سطح.....
۷۳	۸-۴- تعداد دانه در سنبله.....
۷۷	۹-۴- وزن هزار دانه.....
۸۰	۱۰-۴- شاخص برداشت.....
۸۳	۱۲-۴- بهره‌وری آب آبیاری.....
۸۶	۱۳-۴- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک.....
۹۲	فصل پنجم.....
۹۳	۵- نتیجه‌گیری.....
۹۵	فصل ششم.....
۹۶	۶- فهرست منابع.....
۱۱۱	پیوست.....

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش	۲۹
جدول ۲-۳- عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف در طول دوره رشد در هر نوبت آبیاری (mm).....	۳۳
جدول ۳-۳- خصوصیات شیمیایی آب چاه مورد استفاده برای آبیاری.....	۳۳
جدول ۱-۴- مقایسه عمق آب آبیاری (میلی متر).....	۴۰
جدول ۲-۴- مقادیر و زمان وقوع بارندگی در طول دوره کشت	۴۲
جدول ۳-۴- مقدار کل زه آب خروجی تیمارهای مختلف (میلی متر).....	۴۴
جدول ۴-۴- مقایسه عمق زه آب خروجی تیمارهای مختلف در طول دوره اعمال تیمار (میلی متر).....	۴۴
جدول ۵-۴- میانگین غلظت نیترات خروجی در تیمارهای مختلف در طول دوره اعمال تیمار (میلی گرم بر لیتر).....	۴۷
جدول ۶-۴- مقایسه میانگین غلظت نیترات در زه آب خروجی در طول دوره اعمال تیمار (میلی گرم بر لیتر).....	۴۸
جدول ۷-۴- مقدار کل نیترات خروجی تیمارهای مختلف (میلی گرم).....	۵۴
جدول ۸-۴- مقایسه میانگین مقدار کل نیترات خروجی تیمارهای مختلف (کیلوگرم در هکتار).....	۵۴
جدول ۹-۴- میانگین شوری زه آب خروجی تیمارهای مختلف (دسی زیمنس بر متر).....	۵۸
جدول ۱۰-۴- مقایسه میانگین شوری زه آب خروجی تیمارهای مختلف (دسی زیمنس بر متر).....	۵۹
جدول ۱۱-۴- مقدار نمک خروجی از نیمرخ خاک در تیمارهای مختلف (گرم).....	۶۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱۲-۴- مقایسه میانگین مقدار نمک خروجی از نیمرخ خاک در تیمارهای مختلف (گرم)	۶۲
جدول ۱۳-۴- مقدار نمک ورودی و خروجی در نیمرخ خاک به وسیله آب آبیاری در تیمارهای مختلف شوری و زهکشی	۶۳
جدول ۱۴-۴- عملکرد دانه ($Mg ha^{-1}$) برای تیمار های مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۶۴
جدول ۱۵-۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه ($Mg ha^{-1}$) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی کنترل شده	۶۶
جدول ۱۶-۴- عملکرد ماده خشک ($Mg ha^{-1}$) برای تیمار های مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۶۸
جدول ۱۷-۴- مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک گندم ($Mg ha^{-1}$) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی کنترل شده	۶۹
جدول ۱۸-۴- تعداد سنبله در متر مربع برای تیمار های مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۷۱
جدول ۱۹-۴- مقایسه میانگین تعداد سنبله گندم در متر مربع در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی کنترل شده	۷۲
جدول ۲۰-۴- تعداد دانه در سنبله گندم برای تیمار های مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۷۴
جدول ۲۱-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله گندم در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی کنترل شده	۷۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲۲-۴- وزن هزار دانه گندم (گرم) برای تیمارهای مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۷۷
جدول ۲۳-۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه گندم (گرم) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی کنترل شده.....	۷۸
جدول ۲۴-۴- شاخص برداشت (درصد) برای تیمارهای مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری	۸۱
جدول ۲۵-۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت گندم (درصد) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۸۲
جدول ۲۶-۴- بهره‌وری آب آبیاری (kg m^{-3}) برای تیمارهای مختلف زهکشی و EC آب آبیاری.....	۸۳
جدول ۲۷-۴- مقایسه میانگین بهره‌وری آب آبیاری (kg m^{-3}) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۸۴
جدول ۲۸-۴- میانگین شوری عصاره اشباع خاک (dS/m) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۸۷
جدول ۲۹-۴- مقایسه میانگین شوری عصاره اشباع ستون خاک (dS/m) در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۸۸
جدول ۳۰-۴- میانگین نسبت نمک باقیمانده در خاک به نمک وارد شده به خاک در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۹۱
۱- جدول تجزیه واریانس مقدار کل زه آب خروجی.....	۱۱۲
۲- جدول تجزیه واریانس میانگین غلظت نیترات.....	۱۱۲
۳- جدول تجزیه واریانس میانگین مقدار کل نیترات خروجی.....	۱۱۲

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱۲.....	۴پ- جدول تجزیه واریانس میانگین شوری زه آب خروجی (دسی‌زیمنس بر متر).....
۱۱۳.....	۵پ- جدول تجزیه واریانس میانگین مقدار نمک خروجی (گرم).....
۱۱۳.....	۶پ- جدول تجزیه واریانس میانگین عملکرد دانه (تن بر هکتار).....
۱۱۳.....	۷پ- جدول تجزیه واریانس میانگین عملکرد ماده خشک (تن بر هکتار).....
۱۱۳.....	۸پ- جدول تجزیه واریانس میانگین تعداد سنبله در واحد سطح.....
۱۱۴.....	۹پ- جدول تجزیه واریانس میانگین تعداد دانه سنبله.....
۱۱۴.....	۱۰پ- جدول تجزیه واریانس میانگین وزن هزار دانه.....
۱۱۴.....	۱۱پ- جدول تجزیه واریانس میانگین شاخص برداشت.....
۱۱۴.....	۱۲پ- جدول تجزیه واریانس میانگین بهره‌وری آب آبیاری (kg m^{-3}).....
۱۱۵...	۱۳پ- جدول تجزیه واریانس میانگین شوری عصاره اشباع خاک انتهایی فصل (dS/m) ...

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- شکل شماتیک زهکشی معمولی و کنترل شده.....	۶
شکل ۱-۲- چرخه نیتروژن در خاک.....	۱۳
شکل ۱-۳- نمای شماتیک لایسیمترها: الف) زهکشی آزاد ب) کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ سانتی متری ج) کنترل سطح ایستابی در عمق ۸۰ سانتی متری.....	۳۲
شکل ۲-۲- نحوه کنترل سطح ایستابی، استقرار لایسیمترها و کشت گیاه گندم.....	۳۲
شکل ۱-۴- عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف زهکشی و شوری.....	۴۱
شکل ۲-۴- عمق باران و آب آبیاری در طول دوره فصل کاشت در تیمارهای مختلف زهکشی و شوری EC4.....	۴۱
شکل ۳-۴- عمق باران و آب آبیاری در طول دوره فصل کاشت در تیمارهای مختلف زهکشی و شوری EC8.....	۴۲
شکل ۴-۴- میانگین زه آب خارج شده در تیمارهای شوری و زهکشی.....	۴۵
شکل ۵-۴- عمق باران، آب آبیاری و زه آب خروجی در حد فاصل دو آبیاری متوالی در تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC4.....	۴۵
شکل ۶-۴- عمق باران، آب آبیاری و زه آب خروجی در حد فاصل دو آبیاری متوالی در تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC8.....	۴۶
شکل ۷-۴- میانگین غلظت نترات در زه آب خروجی در تیمارهای مختلف شوری و زهکشی.....	۴۹
شکل ۸-۴- عمق باران، آب آبیاری و غلظت نترات در زه آب خروجی تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC4.....	۵۰

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۹-۴- عمق باران، آب آبیاری و غلظت نیترات در زه آب خروجی تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC8.....	۵۱
شکل ۱۰-۴- عمق باران، آب آبیاری و مقدار نیترات در زه آب خروجی تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC4.....	۵۲
شکل ۱۱-۴- عمق باران، آب آبیاری و مقدار نیترات در زه آب خروجی تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC8.....	۵۲
شکل ۱۲-۴- میانگین مقادیر نیترات خارج شده در تیمار های مختلف در طول دوره اعمال تیمار.....	۵۵
شکل ۱۳-۴- عمق باران ، آب آبیاری و شوری زه آب خروجی در طول فصل کاشت در تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC4.....	۵۶
شکل ۱۴-۴- عمق باران ، آب آبیاری و شوری زه آب خروجی در طول فصل کاشت در تیمارهای مختلف زهکشی در تیمار شوری EC8.....	۵۷
شکل ۱۵-۴- میانگین شوری زه آب خروجی در طول دوره اعمال تیمار.....	۵۹
شکل ۱۶-۴- مقدار نمک در زه آب خروجی در تیمارهی مختلف زهکشی در طول فصل کاشت در تیمار شوری EC4.....	۶۰
شکل ۱۷-۴- مقدار نمک در زه آب خروجی در تیمارهی مختلف زهکشی در طول فصل کاشت در تیمار شوری EC8.....	۶۰
شکل ۱۸-۴- مقدار نمک خروجی از نیمرخ خاک در طول دوره اعمال تیمار.....	۶۲
شکل ۱۹-۴- مقادیر عملکرد دانه در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی	۶۶
شکل ۲۰-۴- مقادیر عملکرد ماده خشک در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۶۹

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۲۱- تعداد سنبله گندم در متر مربع در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی	۷۲.....
شکل ۴-۲۲- تعداد دانه در سنبله گندم در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.	۷۶.....
شکل ۴-۲۳- وزن هزار دانه گندم در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۷۹.....
شکل ۴-۲۴- شاخص برداشت گندم در تیمارهای مختلف زهکشی و EC آب آبیاری	۸۲.....
شکل ۴-۲۵- بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی.....	۸۵.....
شکل ۴-۲۶- مقادیر شوری عصاره اشباع خاک اندازه گیری شده در ابتدا و انتهای فصل رشد	۸۶.....
شکل ۴-۲۷- مقادیر شوری عصاره اشباع خاک اندازه گیری شده در ابتدا و انتهای فصل رشد	۸۷.....
شکل ۴-۲۸- میانگین شوری عصاره اشباع در تیمارهای مختلف EC آب آبیاری و زهکشی	۸۹.....
شکل ۴-۲۹- بیلان نمک در تیمارهای مختلف زهکشی و شوری آب آبیاری.....	۹۰.....
شکل ۴-۳۰- نسبت مقدار نمک باقیمانده در خاک به مقدار نمک ورودی به وسیله آب آبیاری	۹۰.....

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱- کلیات

نیاز فزاینده به غذا و افزایش تولید محصولات کشاورزی و در نتیجه آن افزایش تقاضا برای آب از یک سو و اثرات زیانبار زیست محیطی زه‌آب کشاورزی بر زیست بوم طبیعی و منابع آبی از سوی دیگر، جهانیان را بر آن داشته است که در جستجوی روشها و فنونی باشند که علاوه بر کاهش پیامدهای زیانبار و ناگوار زه‌آب‌ها، امکان استفاده مجدد از آنها را برای تامین بخشی از نیازهای انسانی فراهم آورند. سیستم‌های زهکشی سنتی، چه از نوع سطحی و چه از نوع زیرسطحی، برای مواردی اجرا می‌گردند که بخواهیم آب اضافی را در مدت معینی از زمین خارج کرده و از ماندابی و شور شدن اراضی جلوگیری کنیم. در حالی که با توجه به کمبود آب و مسائل زیست محیطی ممکن است شرایطی وجود داشته باشد که بخواهیم خارج شدن آب از زمین، فقط در مواقع لزوم اجرا گردد (Abdel Dayem et al., 2005). زهکشی زیر زمینی در نواحی مرطوب و خشک با هدف جلوگیری از غرقاب شدن اراضی، ایجاد تهویه مناسب جهت اطمینان از رشد گیاه و تدارک قابلیت عبور و مرور در مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرد، که متعاقباً آماده سازی به موقع خاک را برای کاشت و برداشت فراهم می‌نماید. علاوه بر موارد ذکر شده، لزوم زهکشی زیر زمینی در نواحی خشک به قابلیت آبخویی املاح و کنترل شوری در ناحیه ریشه گیاه نیز بر می‌گردد. در گذشته، سیستم‌های زهکشی زیر زمینی عموماً جهت تخلیه مداوم زه‌آب‌ها، بدون توجه به عواقب زیست محیطی و پی‌آمدهای خشکسالی بر روی تولید محصول طراحی می‌شدند. اما این نگرش در حال حاضر در جهان تغییر یافته، به گونه‌ای که طی دهه اخیر تحقیقات گسترده‌ای در زمینه پی‌آمدهای زیست محیطی و اثرات خشکسالی در شرایط زهکشی آزاد، بر تولید محصول انجام پذیرفته است (Ayars et al., 2006).