بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی آبیاری و زهکشی

عنوان

شبیه‌سازی کیفیت و کمیت زه‌آب خروجی زهکش‌های زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل پویایی سیستم

دکتر امیر حسین ناظمی

دکتر سید علی اشرف صدرالدینی

استاد مشاور

دکتر حامد نوذری

پژوهشگر

جواد جعفری

بهمن ۹۰

نام خانوادگی دانشجو : جعفری **نام :** جواد

عنوان پایان‌نامه : شبیه‌سازی کیفیت و کمیت زه‌آب خروجی زهکش‌های زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل پویایی سیستم

استادان راهنما : دکتر امیر حسین ناظمی، دکتر سید علی اشرف صدرالدینی

استاد مشاور : دکتر حامد نوذری

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته :** مهندسی کشاورزی **گرایش :** آبیاری و زهکشی

دانشگاه : تبریز **دانشکده :** کشاورزی

تاریخ فارغ‌التحصیلی : **تعداد صفحه :**

کلید واژه‌ها :زهکشی زیرزمینی، کیفیت و کمیت زه‌آب، مدل، شبیه سازی، تحلیل پویایی سیستم، Vensim

چکیده : در بسیاری از مناطق تحت آبیاری، سطح ایستابی کم عمق باعث ایجاد مشکلات ماندابی و شوری می شود که برای کنترل این وضعیت از سامانه زهکش‌های زیرزمینی استفاده می گردد. در اکثر مواقع این زهکش‌ها مقدار زیادی از آب و نمک را به محیط تخلیه می کنند که برای جلوگیری از این حالت لازم است زه آب‌ها را مدیریت نمود. به منظور اعمال مدیریت صحیح روی زه آبهای تولید شده باید کمیت و کیفیت آنها در طول بازه ی مدیریتی تعیین گردد. تحقیق حاضر بر روی مدل فیزیکی آزمایشگاه منابع آب دانشگاه تبریز و برای دو وضعیت آزاد (زهکشی هم‌زمان با آبیاری) و کنترل شده (زهکشی بعد از عمل آبیاری) در فواصل و اعماق مختلف زهکش‌ها که عبارتند از: ۱،۱/۴ و ۰/۶ متر برای فواصل و ۰/۴، ۰/۳ و ۰/۲ متر برای عمق لوله‌ها، انجام گرفت. نمونه برداری‌ها از دبی خروجی، شوری زه‌آب، شوری آب زیرزمینی و تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برداشته شد. سپس با استفاده از روش تحلیل پویایی سیستم و نرم افزار vensim که یک روش شبیه سازی به صورت شی گرا و مبتنی بر روابط بازخورد است، کیفیت و کمیت زه آب خروجی، کیفیت آب زیرزمینی و تراز سطح ایستابی نسبت به زمان شبیه سازی شد. نتایج نشان داد که با افزایش عمق و فاصله زهکش‌ها دبی خروجی افزایش و شوری زه‌آب افزایش می‌یابند همچنین در وضعیت آزاد زهکش‌ها شوری آب زیرزمینی در طول زمان کاهش یافته و به شوری آب آبیاری نزدیک می‌شود. در وضعیت کنترل شده با افزایش عمق سطح ایستابی شوری زه‌آب خروجی روند افزایشی داشت.

فهرست

۱-فصل اول؛مقدمه و بررسی منابع..... ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت و اهداف تحقیق.....۳

۱-۲-۱- تعریف زهکشی ۵

۱-۲-۲- تاریخچه زهکشی ۷

۱-۲-۳- وضعیت زهکشی در جهان و ایران ۸

۱-۲-۴- انواع روشهای زهکشی ۱۲

۱-۳-مدیریت زه‌آب ۱۳

۱-۳-۱- مسائل زیست‌محیطی طرحهای زهکشی.....۱۴

۱-۳-۲- بازنگری در معیارهای طراحی زهکش‌های زیرزمینی ۱۵

۱-۴- مطالعات انجام شده در زمینه عمق و فاصله زهکش‌ها ۱۶

۱-۵- مدل و مدل‌سازی ۲۲

۱-۵-۱- مدل‌های تخمین آب به سمت زهکش‌های زیرزمینی ۲۵

۱-۵-۲- مدل‌های شبیه‌سازی کیفیت آب‌های زیرزمینی.....۲۶

۱-۵-۳- مدل‌های شبیه‌سازی پویایی سیستم ۲۷

۲-فصل دوم؛ مواد روش‌ها ۳۰

۲-۱- مقدمه ۳۰

۲-۲- مدل فیزیکی ۳۰

۲-۲-۱- لوله‌های زهکش ۳۳

۲-۲-۲- موقعیت قرارگیری لوله‌های زهکش ۳۵

۲-۳- مشخصات خاک.....۳۵

۲-۴- آبیاری.....۳۶

۲-۵- آب زیرزمینی.....۳۶

۲-۶- مراحل انجام آزمایشات ۳۶

۲-۷- پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایشات ۳۸
۲-۷-۱- کیفیت آب ۳۸
۲-۷-۲- جریان زهکشی ۳۹
۲-۷-۳- موقعیت سطح ایستابی ۳۹
۲-۸- رویکرد پویایی سیستم‌ها ۳۹
۲-۸-۱- بازخورد ۴۰
۲-۸-۲- اصول مدل‌سازی با روش پویایی سیستم ۴۰
۲-۸-۲-۱- تعریف مسئله ۴۱
۲-۸-۲-۲- متغیرهای کلیدی ۴۳
۲-۸-۲-۳- رفتار مرجع ۴۳
۲-۸-۲-۴- شبیه‌سازی مدل ۴۳
۲-۸-۲-۵- نمودارهای علی و معلولی ۴۳
۲-۸-۲-۶- نمودارهای حالت و جریان ۴۴
۲-۸-۲-۷- مقایسه رفتار مدل با رفتار مرجع ۴۵
۲-۸-۲-۸- محیط برنامه نویسی ۴۶
۲-۸-۲-۸-۱- مراحل ساخت نمودار علی و معلولی ۴۷
۲-۸-۲-۸-۲- مراحل ساخت نمودار حالت-جریان ۴۸
۲-۸-۲-۸-۳- وارد کردن معادلات در مدل ۴۹
۳- فصل سوم؛ نتایج و بحث ۴۹
۳-۱- وضعیت یک (زهکشی بعد از آبیاری) ۴۹
۳-۲- وضعیت دو (زهکشی هم‌زمان با آبیاری) ۵۰
۳-۳- نتایج مدل آزمایشگاهی ۵۰
۳-۳-۱- کیفیت زه‌آب خروجی ۵۱
۳-۳-۲- کمیت زه آب خروجی ۵۵
۳-۳-۳- تراز سطح ایستابی ۵۷
۳-۳-۴- حجم زه‌آب خروجی ۵۹

۳-۳-۵- مقدار نمک خروجی ۵۹
۳-۴- نتایج شبیه‌سازی مدل Vensim ۶۰
۳-۴-۱- نفوذ ۶۰
۳-۴-۲- رطوبت و شوری خاک در ناحیه غیر اشباع ۶۱
۳-۴-۳- زهکشی ۶۳
۳-۵- بررسی نتایج مدل فیزیکی و شبیه‌سازی ۷۵
۳-۶- نتیجه‌گیری ۷۷
۳-۷- پیشنهادات ۷۸
منابع مورد استفاده ۸۰

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- نمایی کلی از مدل آزمایشگاهی ۳۰
شکل ۲-۲- صفحه مدرج پیزومترها ۳۱
شکل ۲-۳- موقعیت پیزومترها و لوله‌های زهکش ۳۱
شکل ۲-۴- وضعیت قرارگیری آبپاش‌ها ۳۲
شکل ۲-۵- لوله‌های تغذیه و تخلیه مخازن جانبی ۳۲
شکل ۲-۶- مخازن مربوط به تغذیه آب زیرزمینی (مخزن بزرگ) و آب آبیاری (مخزن کوچک) ۳۳
شکل ۲-۷- پمپ و دبی‌سنج‌های مدل ۳۳
شکل ۲-۸- لوله زهکشی و عملیات حفر ترانشه برای تنظیم ارتفاع ۳۴
شکل ۲-۹- مخزن جمع‌آوری زه‌آب ۳۴
شکل ۲-۱۰- شیر فلکه‌های مرتبط با لوله‌های زهکش ۳۵
شکل ۲-۱۱- منحنی دانه‌بندی خاک ۳۶
شکل ۲-۱۲- سطح ایستابی اولیه آب زیرزمینی ۳۷
شکل ۲-۱۳- صعود سطح ایستابی توسط آب آبیاری ۳۷
۲-۱۴-دستگاه EC متر ۳۸
شکل ۲-۱۵- مدل حاکم بر تفکر خطی ۳۹
شکل ۲-۱۶- مدل حاکم بر تفکر سیستمی ۳۹
شکل ۲-۱۷-حلقه بازخورد برای مخزن آب ۴۰
شکل ۲-۱۸- متدولوژی مدل‌سازی با رویکرد پویایی سیستم ۴۱
شکل ۲-۱۹- طرح شماتیک نمودار حالت و جریان ۴۴
شکل ۲-۲۰- رفتار تراز سطح آب ۴۵
شکل ۲-۲۱- رفتار دبی خروجی زه‌آب ۴۵
شکل ۲-۲۲- رفتار شوری زه‌آب ۴۶
شکل ۲-۲۳- رفتار شوری آب زیرزمینی ۴۶
شکل ۲-۲۴- پنجره اصلی نرم‌افزار Vensim ۴۷
شکل ۲-۲۵- نمودار علی و معلولی رطوبت خاک ۴۸
شکل ۲-۲۶- نمودار حالت-جریان شوری ۴۹

شکل ۲-۲۷- پنجره تعریف معادله در Vensim ۴۹
شکل ۲-۲۸- تعریف معدله برای متغیر حالت ۵۰
شکل ۳-۱- تغییرات شوری زه‌آب در اثر تغییر عمق سطح ایستابی (عمق نصب ۰/۲ متری) ۵۱
شکل ۳-۲- تغییرات شوری زه‌آب در اثر تغییر عمق سطح ایستابی (عمق نصب ۰/۳ متری) ۵۱
شکل ۳-۳- تغییرات شوری زه‌آب در اثر تغییر عمق سطح ایستابی (عمق نصب ۰/۴ متری) ۵۲
شکل ۳-۴-تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله زهکش ۱/۴ متری ۵۲
شکل ۳-۵- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله زهکش ۱ متری ۵۳
شکل ۳-۶ - تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله زهکش ۰/۶ متری ۵۳
شکل ۳-۷-تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۵۴
شکل ۳-۸- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۵۴
شکل ۳-۹- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۵۴
شکل ۳-۱۰- تغییرات دبی زه‌آب خروجی نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکشی در عمق ۰/۴ متری ۵۵
شکل ۳-۱۱- تغییرات دبی زه‌آب خروجی نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکشی در عمق ۰/۳ متری ۵۵
شکل ۳-۱۲- تغییرات دبی زه‌آب خروجی نسبت به زمان برای فواصل مختلف زهکشی در عمق ۰/۲ متری ۵۶
شکل ۳-۱۳- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها ۵۶

شکل ۳-۱۴- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها ۵۷
شکل ۳-۱۵- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها ۵۷
شکل ۳-۱۶- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها ۵۸
شکل ۳-۱۷- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها ۵۸
شکل ۳-۱۸- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان در اعماق مختلف برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها ۵۸
شکل ۳-۱۹- حجم زه‌آب خروجی در استقرارهای مختلف زهکش‌ها ۵۹
شکل ۳-۲۰- مقدار نمک خروجی در اسقرارهای مختلف زهکش‌ها ۶۰
شکل ۳-۲۱- نمودار علی و معلولی نفوذ ۶۱
شکل ۳-۲۲- نمودار علی و معلولی رطوبت خاک ۶۲
شکل ۳-۲۳- نمودار علی و معلولی شوری در ناحیه غیراشباع ۶۲
شکل۳-۲۴- نمودار حالت و جریان برای شوری ۶۳
شکل ۳-۲۵- نمودار علی و معلولی عملکرد زهکشی ۶۴
شکل ۳-۲۶- نمودار حالت و جریان زهکشی ۶۵
شکل ۳-۲۷- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۶۵
شکل ۳-۲۸- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳متری ۶۶
شکل ۳-۲۹- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۶۶
شکل ۳-۳۰- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۶۶
شکل ۳-۳۱- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۶۷

شکل ۳-۳۲- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۶۷
شکل ۳-۳۳- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۶۷
شکل ۳-۳۴- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۶۸
شکل ۳-۳۵- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۶۸
شکل ۳-۳۶- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۶۸
شکل ۳-۳۷- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۶۹
شکل ۳-۳۸- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱/۴ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۶۹
شکل ۳-۳۹ - تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۱
شکل ۳-۴۰ - تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۱
شکل ۳-۴۱- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۱
شکل ۳-۴۲- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۱
شکل ۳-۴۳- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۱
شکل ۳-۴۴- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۱
شکل ۳-۴۵- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۲

شکل ۳-۴۶- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۲
شکل ۳-۴۷- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۲
شکل ۳-۴۸- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۲
شکل ۳-۴۹- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۲
شکل ۳-۵۰- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۱ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲متری ۷۲
شکل ۳-۵۱- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۳
شکل ۳-۵۲- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۳
شکل ۳-۵۳- تغییرات دبی زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۳
شکل ۳-۵۴- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۳
شکل ۳-۵۵- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۳
شکل ۳-۵۶- تغییرات شوری زه‌آب نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۳
شکل ۳-۵۷- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۴
شکل ۳-۵۸- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۴
شکل ۳-۵۹- تغییرات تراز سطح ایستابی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۴

شکل ۳-۶۰- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۴ متری ۷۴
شکل ۳-۶۱- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۳ متری ۷۴
شکل ۳-۶۲- تغییرات شوری آب زیرزمینی نسبت به زمان برای فاصله ۰/۶ متری بین زهکش‌ها در عمق ۰/۲ متری ۷۴

فهرست جداول

جدول ۱-۱- سطح اراضی زهکشی شده جهان بر اساس نظر اسمیدما (اکرم، ۱۳۸۱).....۸
جدول ۱-۲- مساحت اراضی درگیر با مسائل زهکشی در برخی کشورها ۹
جدول ۲-۱- مشخصات فیزیکی خاک مورد آزمایش.....۳۵
جدول ۲-۲- معرفی روابط علی و معلولی ۴۳
جدول ۳-۱- شرایط آزمایشی برای حالت‌های استقرار لوله‌های زهکش در وضعیت زهکشی بعد از آبیاری ۴۹
جدول ۳-۲- شرایط آزمایشی برای حالتهای استقرار لوله‌های زهکش در وضعیت زهکشی هم-زمان آبیاری ۵۰
جدول ۳-۳- ضریب تبیین (R^2) برای حالت‌های استقرار لوله‌های زهکش.....۷۵
جدول ۳-۴- ضریب میانگین مجذور مربعات خطا (RMSE) برای حالت‌های استقرار لوله‌های زهکش ۷۶

فصل اول

مقدمه

۱- فصل اول؛مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-مقدمه

با افزایش جمعیت و کاهش سرانه منابع آب و خاک استفاده بهینه و پایدار از این منابع اجتناب ناپذیر خواهد بود. زهکشی اراضی از اقداماتی است که علاوه بر افزایش عملکرد در اراضی کشاورزی، استفاده پایدار از این اراضی را تضمین می‌کند.

زهکشی زیرزمینی در هر یک از مناطق خشک و مرطوب برای جلوگیری از حالت ماندابی، فراهم کردن تهویه مناسب برای اطمینان از رشد گیاه و بالا بردن قابلیت آبگذری خاک و آماده کردن زمین برای انجام عملیات کاشت و برداشت الزامی می‌باشد. در نواحی خشک زهکشی هم‌چنین در شرایط بحرانی، قابلیت آبشویی برای کنترل شوری در ناحیه ریشه و پروفیل خاک را فراهم می‌کند. در گذشته سیستم‌های زهکش زیرزمینی به طور خاص برای تخلیه مداوم آب، بدون توجه به مسائل زیست محیطی و تأثیرات آن روی تولید محصول طراحی می‌شدند (آیارز و همکاران، ۲۰۰۶).

نگرش سنتی حاکم بر طراحی سیستم‌های زهکشی، هدف زهکشی را منحصر به افزایش عملکرد گیاه و بهبود شرایط محیط رشد کرده است و اثرات زیست محیطی طرح‌های زهکشی را مورد بررسی قرار نمی‌دهد. امروزه این نگرش جایگاه خود را از دست داده است و در نگرش جدید علاوه بر اهداف کشاورزی و تولیدی، اهداف زیست محیطی نیز در طرح‌های زهکشی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

اگرچه زهکشی امکان تولید زراعی در خاک‌های شور و مرطوب را فراهم می‌نماید، اما زه آب‌های حاصل از زهکشی، آلاینده‌هایی مانند مواد مغذی، رسوبات، سموم دفع آفات، نمک‌ها و سایر مواد آلوده کننده را به آب‌های سطحی و زیرزمینی منتقل می‌سازند. در اراضی فاریاب مقادیر زیادی نمک به طور مداوم به همراه آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود. این نمک‌ها یا در منطقه ریشه تجمع می‌یابند، که سبب کاهش عملکرد محصول می‌شوند و یا به اعماق خاک شسته شده و همراه زه آب، باعث آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی می‌شوند. با توجه به کمبود منابع آب، برای مدیریت بهینه این منابع باید سیستم‌های آبیاری و شبکه‌های زهکشی به طور صحیح طراحی و مدیریت شوند، در غیر این صورت عملکرد گیاه به دلیل ماندابی شدن منطقه توسعه ریشه و یا تجمع نمک در آن کاهش می‌یابد. از سوی دیگر مدیریت و طراحی ناکارآمد، منجر به خروج بیش از حد کود و نمک خاک به همراه رواناب و زه‌آب شده و مشکلات زیست محیطی را ایجاد می‌نمایند. کنترل آلودگی در نواحی فاریاب می‌تواند از طریق مدیریت آب در آبیاری و زهکشی با حداقل کردن آبشویی، افزایش راندمان آبیاری، مدیریت سطح

ایستابی و طراحی بهینه و مدیریت کارآمد سیستم‌های آبیاری و زهکشی در جهت کاهش حجم زه‌آب و مقدار نمک آن، به دست آید (جبلی، ۱۳۸۰).

با توجه به توسعه و پیشرفتی که در دهه‌های اخیر از نظر ارائه مدل‌های مختلف شبیه‌سازی ایجاد شده است، می‌توان از آن‌ها در پروژه‌های زهکشی به منظور بهینه‌سازی و پیش‌بینی وضعیت، پس از اجرای طرح آبیاری و زهکشی (زمان و محل زه‌دار شدن) و تدوین گزینه‌های مختلف مدیریتی، اجرایی و بهره‌برداری به خوبی استفاده کرد. مدل‌های اختصاصی زهکشی معمولاً برای شبیه‌سازی مسائل زهکشی در اراضی مسطح، کم شیب و یکنواخت کاربرد دارد و در سطوح کوچک‌تر کارآیی بیشتری دارند. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان ضمن طراحی بهینه پروژه‌های زهکشی، در هزینه‌های اجرایی صرفه‌جویی کرده و وضعیت آینده اراضی از نظر زهکشی و شوری خاک را پیش‌بینی و برنامه بهره‌برداری مناسب را تدوین نمود (گروه کار زهکشی و محیط زیست، ۱۳۸۹).

ایران از جمله کشورهایی است که سطح بزرگی از اراضی آن متأثر از املاح است. آمار دقیق و روزآمدی در مورد گستره زمین‌های شور و ماندابی در ایران وجود ندارد. اما زابلکس[۱] در سال ۱۹۸۵ برآورد کرده است که حدود ۲۳/۵ میلیون هکتار(۱۴/۲ درصد مساحت کل و ۳۰ درصد مساحت دشت‌ها) از اراضی کشور به نوعی متأثر از فرایند شوری هستند (خبرنامه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۷).

در واقع می‌توان چنین اظهار داشت که علی‌رغم روند رو به رشد زهکشی در جهان، هنوز در کشورمان بهای لازم به مسائل زهکشی به خصوص زهکشی زیرزمینی داده نشده و نیاز به بررسی بیشتر مسائل زهکشی احساس می‌شود. لذا بررسی مسائل مربوط به زهکشی و ارائه روابط دقیق‌تر و همین‌طور بررسی پارامترهای مؤثر در این زمینه اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

۱-۲- ضرورت و اهداف تحقیق

زهکشی اراضی از اقداماتی است که دو هدف اصلی آن، کنترل و جلوگیری از ماندابی شدن و کنترل و جلوگیری از شور شدن اراضی می‌باشد و علاوه بر افزایش عملکرد در اراضی کشاورزی، استفاده پایدار از این اراضی را تضمین می‌کند. نگرش سنتی حاکم بر طراحی سیستم‌های زهکشی، هدف زهکشی را منحصر به افزایش عملکرد گیاه و بهبود شرایط محیط رشد کرده است و اثرات زیست محیطی

۱- Zablex

طرح‌های زهکشی را مورد بررسی قرار نمی‌دهد. از مسائل و مشکلات اصلی طرح‌های زهکشی می‌توان به هزینه بالای این طرح‌ها، تولید حجم زیاد زه‌آب، تهدید کیفیت منابع آبی پایین دست، هزینه بالای دفع زه‌آب و اثرات سوء زیست محیطی ناشی از دفع زه‌آب اشاره کرد (نظری و همکاران، ۱۳۸۷).

از آنجایی که پروژه‌های آبیاری و زهکشی با هدف تأمین منافع و رفاه جوامع انسانی طراحی و اجرا می‌شوند در برنامه‌های توسعه می‌بایست راهکارهای مدیریتی برای کنترل پیامدهای منفی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در نظر گرفته شود (در بندی، ۱۳۸۰).

دفع زه آب‌های حاصل از زهکشی اراضی کشاورزی که معمولاً کیفیت نامطلوبی دارند، بسیار مشکل می‌باشد. دشواری و حساسیت موضوع با وجود دو هدف هم‌زمان افزایش عملکرد و حفظ محیط زیست دو چندان می‌شود. عدم دستیابی به راه حل‌های مناسب موجب از بین رفتن و به خطر افتادن اراضی کشاورزی خواهد شد (مانگرا و گارسیا، ۱۹۹۷).

عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی از عوامل مهم موثر در عملکرد سیستم‌های زهکشی و اثرات زیست‌محیطی این طرح‌ها می‌باشد. در مناطق با آب شور کم‌عمق، مانند شرایطی که در خوزستان وجود دارد، افزایش عمق نصب زهکش‌ها می‌تواند به افزایش نمک خروجی از زهکش‌های زیرزمینی منجر شود. کاهش عمق نصب زهکش‌ها نیز پیامدهای مختلفی را مانند ماندابی شدن، تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاه و کاهش عملکرد گیاه در پی خواهد داشت. با توجه به مسائل فوق و اثرات پیچیده عمق نصب زهکش‌ها بر روی عملکرد گیاه، بازده اقتصادی و پیامدهای زیست‌محیطی طرح‌های زهکشی ضروری است که در انتخاب عمق نصب زهکش‌ها حالت بهینه تعیین گردد به نحوی که حداکثر بازده اقتصادی با حداقل اثرات سوء زیست‌محیطی ممکن همراه باشد (نظری و همکاران، ۱۳۸۷).

به منظور اعمال مدیریت صحیح روی زه آب‌های تولید شده باید کمیت و کیفیت آن‌ها در طول بازه مدیریتی تعیین گردد. بنابراین ابتدا باید شناختی از چگونگی تشکیل زه‌آب و منابع شوری آن داشت تا بتوان آن را مدیریت کرد (نوذری و همکاران، ۱۳۸۷).

در این تحقیق نیز سعی بر آن خواهد شد که با روش شبیه سازی، کیفیت و کمیت زه آب خروجی مدل آزمایشگاهی مشخص و حالت‌های مناسب استقرار زهکش‌ها برای افزایش عملکرد و کاهش اثرات سوء زیست محیطی تعیین شوند. اهداف تحقیق حاضر به طور کلی عبارتند از:

۱) شبیه سازی کمیت و کیفیت زه آب خروجی از زهکش ها نسبت به زمان با استفاده از روش تحلیل پویایی سیستم
۲) مقایسه کمیت و کیفیت شبیه‌سازی شده با داده‌های مدل آزمایشگاهی

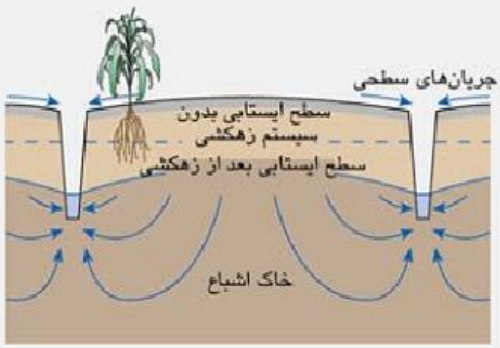
۳) بررسی تغییر عمق نصب لوله‌های زهکش و فواصل بین زهکش‌ها در حجم زه‌آب و مقدار نمک خروجی

۱-۲-۱- تعریف زهکشی

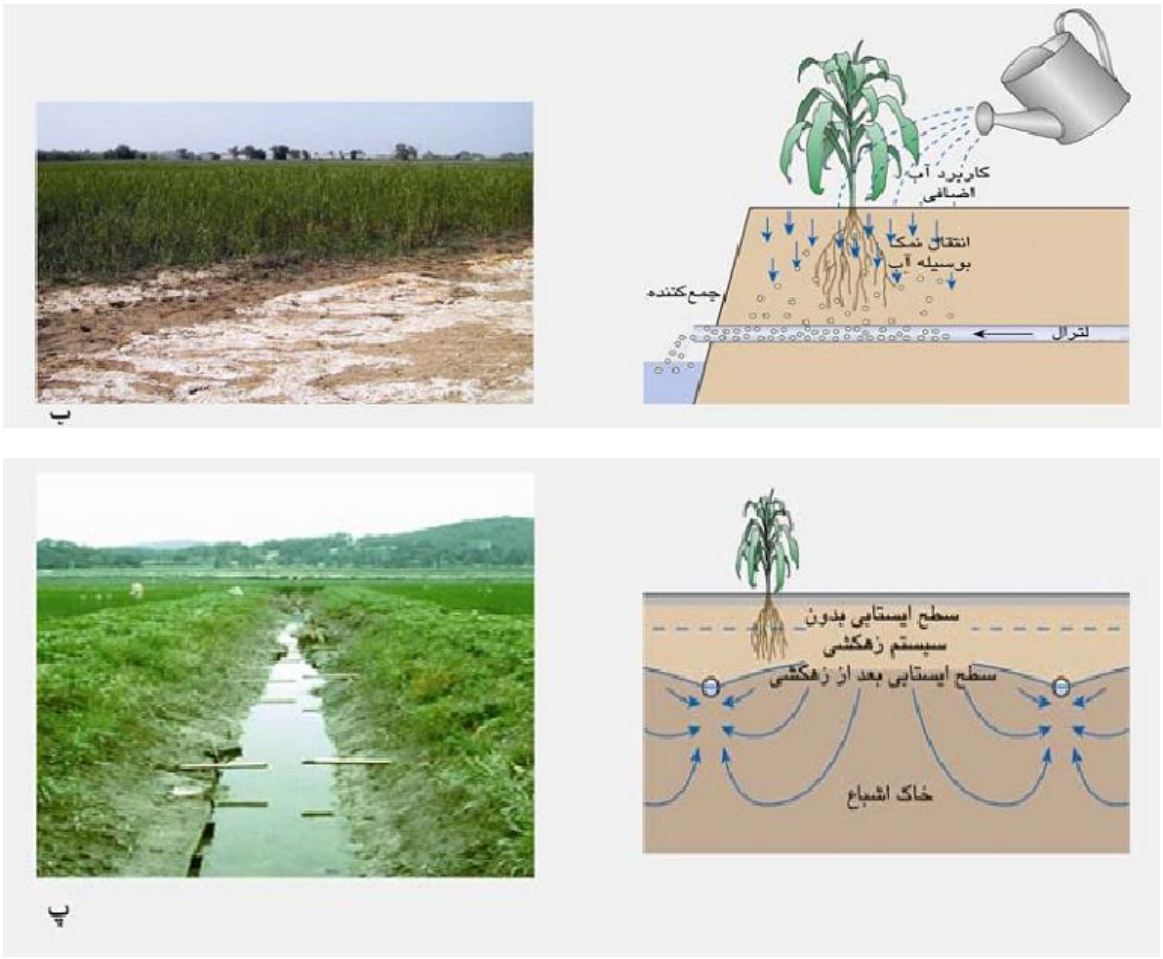
در گذشته زهکشی تنها به خارج کردن آب اضافی از زمین اطلاق می‌شده است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کنترل شوری خاک نیز به این تعریف اضافه می‌گردید. به عبارت دیگر، دست-اندرکاران زهکشی چنین می‌پنداشتند که هر چه زهکش‌ها بتوانند آب اضافی و نمک بیشتری را خارج کنند و تهویه خاک را بهبود بخشند، اثر بیشتری دارند. گذشت زمان، افزایش سطح اراضی فاریاب و متناسب با آن افزایش سطح زمین‌های زهکشی شده، نمایان شدن آلودگی‌های زه‌آب و گرایش بیشتر مردم به سوی حفاظت محیط زیست موجب شد که نظر بسیاری از پیشروان دانش و دوست‌داران محیط زیست به زهکشی منفی شود. از این رو، نگرشی جدید به رسالت زهکشی ضرورت یافته است. امروز دیگر، وظیفه اصلی زهکشی، تنها خروج آب اضافی نیست، بلکه رسالت اصلی آن به مدیریت سطح ایستابی تغییر یافته است. بر اساس این تعریف، زهکشی فرایند خارج کردن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق از طریق نگهداشت به موقع آب و دفع به موقع آن و مدیریت کیفیت آب برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی و حفظ محیط زیست است (عبد دائم و همکاران، ۲۰۰۵).

به طور کلی هدف از زهکشی به عنوان بخشی از مدیریت آب کشاورزی، افزایش رشد محصولات و حفظ حاصلخیزی خاک می‌باشد. با در نظر گرفتن شکل ۱-۱، اهداف اصلی زهکشی کشاورزی عبارتند از (گروه کار زهکشی و محیط زیست، ۱۳۸۶):

- دفع آب مازاد زیرزمینی و سطحی
- دفع نمک‌های محلول به همراه آب (اضافی) از پروفیل خاک
- حفظ سطح آب زیرزمینی در تراز مناسب



الف



شکل ۱-۱- نمایش شماتیک اهداف زهکشی: الف: دفع آب مازاد ب: کنترل شوری و پ: حفظ سطح ایستابی در یک تراز مناسب

امروزه زهکشی نقش بسیار گسترده‌ای پیدا کرده است به طوری‌که هدف آن فقط خارج ساختن آب اضافی از زمین نیست و اهداف کلی زهکشی را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد (علیزاده، ۱۳۸۴):

- کنترل و جلوگیری از ماندابی شدن
- کنترل و جلوگیری از شور شدن
- کنترل فرسایش
- کنترل سیل
- حفاظت محیط زیست
- سلامت عمومی و بهداشت
- حفاظت از ابنیه‌ها و تأسیسات عمومی
- توسعه روستایی و امنیت غذایی

زهکشی اراضی کشاورزی در واقع یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت آب در جهت پایداری سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. این پایداری بستگی به کنترل ماندابی و شوری خاک در محیط ریشه گیاهان زراعی دارد. در اکثر اراضی کشاورزی، زهکشی طبیعی برای رسیدن به تولید انبوه کافی می‌باشد، با این وجود در بسیاری موارد نیز برای ارتقای بهره‌وری اراضی کشاورزی و حفظ منابع خاک، استفاده از زهکشی سطحی و زیرزمینی ضروری می‌باشد. احتیاجات زهکشی با گذشت زمان و به همراه تغییرات اقتصادی و اجتماعی، مانند قیمت نهاده‌ها و محصولات و تغییر در تناوب کشت‌های متراکم، ممکن است تغییر یابد. مفهوم زهکشی اراضی در دهه‌های اخیر به علت تغییر سیاست‌های کشاورزی (به خصوص در کشورهای در حال توسعه) و ملاحظات جدید مرتبط با منابع طبیعی و محیط زیست، تغییرات زیادی داشته است (فائو، ۲۰۰۷).

۱-۲-۲-تاریخچه زهکشی

زهکشی تاریخچه‌ای سه هزار ساله دارد و در کتابی که در حدود ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد در چین نگاشته شده است، نقشه‌هایی از سیستم زهکشی دیده می‌شود. هرودت[۱] مورخ یونانی نیز حدود ۲۴۰۰ سال قبل اشاره‌هایی به کاربرد زهکشی در دره نیل دارد، ولی شاید بتوان گفت از عمر زهکشی به شیوه امروزی حدود ۱۹۰ سال می‌گذرد. زهکشی زیرزمینی آن چنان که امروز متداول است، اولین بار در سال ۱۸۱۰ در انگلستان به کار گرفته شد و به تدریج در سایر نقاط اروپا توسعه یافت. در سال ۱۸۴۵ تولید تنبوشه‌های سفالی در انگلستان و در سال ۱۹۰۰ تولید تنبوشه‌های سیمانی در آمریکا آغاز شد. عقیده بر این است که هوگهات[۲] اولین کسی بود که در سال ۱۹۴۰ زهکشی مبتنی بر شیوه علمی را پایه‌گذاری کرد. از آن پس تحولات علمی زهکشی ابتدا به آزمایش‌های زهکشی معطوف گردید و هم‌زمان با آن، اصول و مبانی زهکشی در مورد تعیین فاصله و عمق زهکش‌ها توسعه یافت و روابط ریاضی بسیاری ارائه گردید. در دهه ۱۹۴۰ استفاده از لوله‌های پلاستیکی با جدار ضخیم ابداع شد، و در اوایل دهه ۱۹۶۰ پیدایش لوله‌های پلاستیکی با جدار صاف و نازک و سپس ابداع لوله‌های کنگره‌دار (خرطومی) و همین-طور رواج استفاده از ماشین‌های زهکشی در دهه ۱۹۷۰ شتاب چشمگیری به توسعه زهکش‌های زیرزمینی داد.

اما در این چند دهه، تلاش اکثر محققین هنوز، عمدتاً به ابداع و ارائه روابط جدید تعیین فاصله زهکش‌ها معطوف بود. در دهه ۱۹۷۰ هم‌زمان با پیشرفت بشر در زمینه کامپیوتر، حل عددی روابط

۱- Herodotus

۲- Houghoudt