دانشکده کشاورزی

**پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب گرایش آبیاری زهکشی**

# بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه فلفل سبز در آبیاری با آب شور

**استادان راهنما:**
**دکتر روح الله فتاحی**
**دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی**

**استاد مشاور:**
**دکتر محمد مرادی**

**پژوهشگر:**
**مرضیه محمدیان**

**مهر ماه ۱۳۹۳**

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه خانم مرضیه محمدیان جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری زهکشی با عنوان: بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه فلفل سبز در آبیاری با آب شور در تاریخ ۱۳۹۳/۷/۱۵ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۷۰ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

**۱. استادان راهنمای پایان نامه**

**دکتر روح الله فتاحی (دانشیار )** **امضاء**

**دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی (دانشیار)** **امضاء**

**۲. استاد مشاور پایان نامه**

**دکتر محمد مرادی (استادیار)** **امضاء**

**۳. استادان داور پایان نامه**

**دکتر مهدی رادفر (استادیار)** **امضاء**

**دکتر احمدرضا قاسمی (استادیار)** **امضاء**

**دکتر محمد حسن صالحی**

**معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی**

**دانشکده کشاورزی**

**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.**

## تشکر و قدردانی

پس از حمد و سپاس خالق یکتا، بر خود می دانم تا صمیمانه ترین مراتب قدردانی و تشکر خود را نثار عزیزانی نمایم که به نحوی در تکمیل این پایان نامه مرا یاری نمودند.

از همه اعضای خانواده عزیزم که در تمام مراحل تحصیلی مشوق من بوده اند و زمینه انجام این اثر را برای اینجانب فراهم نمودند تشکر می نمایم.

صمیمانه ترین سپاسم را با احترام نثار اساتید راهنمای گرانقدرم جناب آقای دکتر روح الله فتاحی و آقای دکتر محمدرضا نوری که افتخار شاگردی شان را دارم به پاس راهنمایی های بی دریغ علمی و سجایای اخلاقیشان از آن ها کمال سپاسگزاری و قدردانی را دارم.

از استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد مرادی بخاطر راهنمایی های ارزنده شان در مراحل این تحقیق بسیار ممنون و سپاسگزارم.

از اساتید گرانقدر و بزرگوارم آقای دکتر مهدی رادفر و آقای دکتر احمدرضا قاسمی که زحمت داوری این پایان نامه را پذیرفته و با راهنمایی های ارزنده شان در ارائه هر چه بهتر این پایان نامه یاریم نمودند، کمال تشکر را دارم.

در نهایت از تمامی دوستان و همکلاسی های مهربانم به خاطر کمک های بی دریغشان در مراحل انجام آزمایش قدردانی می کنم.

از مدیریت محترم شرکت پایا تجارت، جناب آقای مهندس شریف زاده، که دستگاه مغناطیسی مورد استفاده در این طرح را به صورت امانت در اختیار اینجانب قرار دادند نیز بسیار سپاسگذارم.

تقدیم به:

مادر عزیز و مهربانم

پدر مدیر و مدبرم

برادر و خواهر با محبتم

## چکیده

آب یکی از مهمترین منابع مورد نیاز جامعه بشری است. امروزه توسعه پروژه‌های آبیاری متکی بر استفاده از منابع آب محدود یا با کیفیت نامطلوب است. شوری خاک و آب آبیاری از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا است. راهکارهایی برای کاهش این مشکل معرفی شده که اکثر این راهکارها بر پایه افزایش محصول به ازای مصرف آب کمتر است. به نظر می‌رسد که آبیاری با آب مغناطیسی ممکن است یک تکنیک موثر برای بهبود رشد و کاهش اثر شوری آب آبیاری برای گیاه فلفل در نظر گرفته شود. این تکنولوژی با تغییر برخی ویژگی‌های آب باعث افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه می‌شود. در این مطالعه به بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر برخی ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه فلفل سبز در آبیاری با آب شور پرداخته شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده با فاکتور اصلی شوری آب آبیاری در سه سطح (۰/۳، ۲/۳،۴/۲ دسی زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی نوع آب (مغناطیس و غیر مغناطیس) در سه تکرار در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در تابستان سال ۱۳۹۲ اجرا شد.

نتایج نشان داد که آب مغناطیسی بیشترین تأثیر را روی قطر نهایی ساقه اصلی، تعداد و وزن کل میوه‌ها داشته است. اثر متقابل شوری و آب مغناطیسی بر ویژگی‌های رشد و عوامل عملکرد میوه معنی‌دار نبوده، ولی بیشترین عملکرد میوه در شرایط آب مغناطیسی و شوری کم حاصل شده است. در مجموع بررسی‌ها نشان داد که آب مغناطیسی باعث افزایش ۱۲، ۱۹ و ۳۳ درصدی عملکرد کل میوه به ترتیب در آب آبیاری با شوری ۰/۳، ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر شده است. همه اجزای عملکرد شامل وزن تر و خشک برگ، ساقه، ریشه و حجم ریشه در تیمار آب با شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر دارای بیشترین مقادیر نسبت به دو تیمار شوری دیگر شد. آب مغناطیس باعث افزایش ۱۵ و ۱۱ درصدی در وزن تر ساقه در شوری ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به سطوح غیر مغناطیس خود شد. همچنین آب مغناطیس در کاهش نمک‌های موجود در خاک تأثیر معنی‌داری داشت. به گونه‌ای که آب مغناطیس باعث کاهش سدیم، کلسیم، بی‌کربنات و سولفات به ترتیب به میزان ۱۹/۴، ۲۲، ۲۰و ۸ درصد شد. نتایج بدست آمده در شرایط کنترل شده در موقعیت گلخانه‌ای نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی تأثیرات مفیدی بر عملکرد میوه فلفل سبز و کاهش غلظت نمک‌های غیر ضروری از محیط ریشه خاک دارد.



**واژه‌های کلیدی**: آب مغناطیس، شوری، عملکرد، فلفل

## فهرست مطالب

**عنوان** شماره صفحه


**فصل اول ..... ۷**
۱-۱ ضرورت انجام تحقیق ..... ۸
۱-۲ اهداف پژوهش ..... ۹
۱-۳ ساختار پایان‌نامه ..... ۹
**فصل دوم ..... ۱۰**
۲-۱ اهمیت کشاورزی در تولید مواد غذایی ..... ۱۰
۲-۲ منابع آب ایران ..... ۱۰
۲-۳ طبقه بندی کیفی آب آبیاری ..... ۱۱
۲-۴ شوری آب و خاک ..... ۱۳
۲-۵ منشا شوری آب و خاک ..... ۱۳
۲-۵-۱ هوادیدگی کانی‌ها ..... ۱۳
۲-۵-۲ رسوبات ثانویه یا فسیلی ..... ۱۳
۲-۵-۳ رسوبات مواد معلق در هوا ..... ۱۴
۲-۵-۴ فعالیت بشر ..... ۱۴
۲-۶ یون‌های شور کننده آب و خاک ..... ۱۴
۲-۷ اثر شوری بر فیزیولوژی گیاهی و عملکرد ..... ۱۵
۲-۸ محصولات گلخانه‌ای ..... ۱۷
۲-۹ گیاهشناسی فلفل ..... ۱۷
۲-۱۰ مغناطیس و میدان مغناطیسی ..... ۱۷
۲-۱۱ تعریف آب مغناطیسی ..... ۱۸
۲-۱۲ تاریخچه آب مغناطیسی ..... ۱۸
۲-۱۳ مکانیزم اثرات میدان مغناطیسی بر روی آب ..... ۱۹
۲-۱۴ طبقه بندی دستگاه‌های مغناطیس ..... ۲۰
۲-۱۴-۱ دستگاه‌های مغناطیسی از نظر نحوه عملکرد ..... ۲۰
۲-۱۴-۲ دستگاه‌های مغناطیسی از نظر نوع نصب ..... ۲۰
۲-۱۴-۳ دستگاه‌های مغناطیسی از نظر جهت میدان ..... ۲۱
۲-۱۵ کاربرد میدان مغناطیسی در کشاورزی ..... ۲۲
۲-۱۶ مزایای فیزیکی آب مغناطیسی ..... ۲۲
۲-۱۶-۱ شوری ..... ۲۲
۲-۱۶-۲ اسیدیته ..... ۲۳
۲-۱۶-۳ نفوذ پذیری ..... ۲۳
۲-۱۶-۴ ویسکوزیته ..... ۲۳
۲-۱۶-۵ اصلاح خاک (آبشویی) ..... ۲۴
۲-۱۶-۶ کنترل رسوب و جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها ..... ۲۴

**عنوان** شماره صفحه


۲-۱۶-۷ کشش سطحی ..... ۲۵
۲-۱۷ مزایای بیولوژیکی ..... ۲۵
۲-۱۷-۱ عملکرد محصول ..... ۲۵
۲-۱۷-۲ جوانه زنی ..... ۲۶
**فصل سوم** ..... **۲۸**
۳-۱ زمان و مکان اجرای طرح ..... ۲۸
۳-۲ مشخصات طرح آزمایشی و تیمارهای آزمایش ..... ۲۸
۳-۳ تعیین مشخصات فیزیکی مخلوط خاک ..... ۲۹
۳-۴ تعیین مشخصات شیمیایی مخلوط خاک ..... ۳۰
۳-۴-۱ اسیدیته و هدایت الکتریکی عصاره اشباع ..... ۳۰
۳-۴-۲ نسبت جذب سدیم خاک ..... ۳۱
۳-۴-۳ سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ..... ۳۱
۳-۴-۴ کلر، بی کربنات و سولفات ..... ۳۱
۳-۵ تهیه آب برای آبیاری ..... ۳۱
۳-۶ نحوه اختلاط آب شور و شیرین ..... ۳۱
۳-۷ تعیین مشخصات آب آبیاری ..... ۳۲
۳-۸ انتقال نشاها به گلدان‌ها ..... ۳۲
۳-۹ تنک کردن بوته‌ها و سمپاشی ..... ۳۳
۳-۱۰ اجزای سیستم انتقال و توزیع آب ..... ۳۳
۳-۱۱ آبیاری قبل از اعمال تیمارها ..... ۳۴
۳-۱۲ تعیین میزان آب و زمان آبیاری ..... ۳۴
۳-۱۳ نحوه مغناطیس کردن آب ..... ۳۵
۳-۱۴ ثبت مراحل فنولوژیکی در هر تیمار ..... ۳۶
۳-۱۵ ارتفاع و قطر گیاه ..... ۳۷
۳-۱۶ اندازه‌گیری رطوبت خاک با دستگاه رطوبت‌سنج SM300 ..... ۳۷
۳-۱۷ اندازه‌گیری خصوصیات میوه ..... ۳۸
۳-۱۸ وزن تر و خشک اندام هوایی ..... ۳۹
۳-۱۹ نسبت ماده خشک ..... ۳۹
۳-۲۰ وزن تر و خشک ریشه ..... ۳۹
۳-۲۱ طول ریشه‌ها ..... ۴۰
۳-۲۲ حجم ریشه‌ها ..... ۴۱
۳-۲۳ تجزیه و تحلیل نتایج ..... ۴۱
**فصل چهارم** ..... ۴۲
۴-۱ نتایج در طول دوره رشد ..... ۴۲
۴-۱-۱ زمان مراحل فنولوژیکی در هر تیمار ..... ۴۲

**عنوان** شماره صفحه


۴-۱-۲ ارتفاع گیاه در مراحل مختلف رشد ..... ۴۳
۴-۱-۳ قطر ساقه اصلی در مراحل مختلف ..... ۴۵
۴-۱-۴ رطوبت خاک قبل از آبیاری ..... ۴۷
۴-۲ اندام هوایی ..... ۴۸
۴-۲-۱ وزن تر و خشک ساقه ..... ۴۸
۴-۲-۲ وزن تر و خشک برگ ..... ۴۹
۴-۲-۳ نسبت ماده خشک ..... ۴۹
۴-۳ ریشه ..... ۵۱
۴-۳-۱ وزن تر و خشک ریشه ..... ۵۱
۴-۳-۲ حجم ریشه ..... ۵۲
۴-۳-۳ طول ریشه ..... ۵۳
۴-۳-۴ نسبت وزن ریشه به اندام هوایی ..... ۵۴
۴-۴ عملکرد میوه ..... ۵۵
۴-۴-۱ تعداد میوه ..... ۵۵
۴-۴-۲ وزن تر و خشک میوه ..... ۵۶
۴-۴-۳ طول میوه ..... ۵۷
۴-۴-۴ وزن کل میوه ..... ۵۸
۴-۵ اثر تیمارها بر خصوصیات خاک ..... ۵۹
۴-۵-۱ شوری خاک ..... ۶۱
۴-۵-۲ اسیدیته خاک ..... ۶۱
۴-۵-۳ سدیم ..... ۶۲
۴-۵-۴ کلسیم ..... ۶۳
۴-۵-۵ منیزیم ..... ۶۴
۴-۵-۶ کلر ..... ۶۵
۴-۵-۷ بی کربنات ..... ۶۶
۴-۵-۸ سولفات ..... ۶۷
۴-۶ نتایج ..... ۶۹
۴-۷ پیشنهادها ..... ۷۰
منابع ..... ۷۱

## فهرست جدول‌ها

**عنوان** شماره صفحه


جدول ۲-۱: طبقه بندی کیفی آب آبیاری ..... ۱۱
جدول ۲-۲: طبقه بندی کیفی آب آبیاری ..... ۱۲
جدول۳-۱: برخی خصوصیات فیزیکی خاک گلدان پیش از اعمال تیمارها..... ۳۰
جدول ۳-۲: برخی خصوصیات شیمیایی مخلوط خاک گلدان پیش از اعمال تیمارها ..... ۳۰
جدول ۳-۳: مشخصات آب مورد استفاده در آزمایش ..... ۳۲
جدول۴-۱: تجزیه واریانس ارتفاع گیاه در مراحل مختلف رشد..... ۴۴
جدول۴-۲: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در مراحل مختلف رشد ..... ۴۵
جدول۴-۳: تجزیه واریانس قطر ساقه اصلی در مراحل مختلف رشد..... ۴۶
جدول۴-۴: مقایسه میانگین قطر ساقه اصلی در مراحل مختلف رشد ..... ۴۷
جدول۴-۵: تجزیه واریانس اندام هوایی..... ۵۰
جدول۴-۶: مقایسه میانگین اندام هوایی ..... ۵۱
جدول۴-۷: تجزیه واریانس پارامترهای ریشه..... ۵۴
جدول۴-۸: مقایسه میانگین پارامترهای ریشه ..... ۵۵
جدول ۴-۹: تجزیه واریانس عملکرد میوه ..... ۵۹
جدول ۴-۱۰: مقایسه میانگین عملکرد میوه ..... ۵۹
جدول ۴-۱۱: تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک ..... ۶۰
جدول ۴-۱۲ مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک ..... ۶۰

## فهرست شکل‌ها

**عنوان** شماره صفحه


شکل۲-۱: نمودار ویل‌کاکس برای طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری ..... ۱۲
شکل ۲-۲: آرایش الکترون‌ها بعد از عبور از یک میدان مغناطیسی ..... ۱۹
شکل ۲-۳: قرارگیری دستگاه‌های مغناطیس سمت چپ: دستگاه مغناطیس درون جریان سمت راست: دستگاه مغناطیس پیرامون جریان ..... ۲۱
شکل ۲-۴: طبقه بندی دستگاه‌های مغناطیس از نوع آهنربا دائمی ..... ۲۱
شکل ۲-۵: جهت گیری‌های مختلف آهن ربا ..... ۲۲
شکل ۳-۱: مخلوط کردن خاک و پر کردن گلدان‌ها ..... ۲۹
شکل ۳-۲ نشا فلفل و کاشت آن ..... ۳۳
شکل ۳-۳: نمایی از گلدان‌ها و سیستم انتفال آب ..... ۳۴
شکل۳-۴: میانگین هفتگی ضریب گیاهی فلفل طی دوره رشد ..... ۳۵
شکل۳-۵: طرح کلی قرارگیری دستگاه‌های مغناطیسی و ایجاد میدان مغناطیسی و جهت جریان آب ..... ۳۶
شکل ۳-۶: گلدهی و میوه‌دهی گیاه ..... ۳۶
شکل ۳-۷: اندازه‌گیری پارامترهای گیاه: الف) ارتفاع گیاه، ب) قطر ساقه اصلی ..... ۳۷
شکل۳-۸: نمایی از دستگاه رطوبت سنج SM300 و HH2 ..... ۳۸
شکل ۳-۹: برداشت میوه ..... ۳۸
شکل ۳-۱۰: وضعیت ریشه‌ها پس از شستشو ..... ۴۰
شکل ۳-۱۱: توزین ریشه‌های خشک شده ..... ۴۰
شکل ۳-۱۲: اندازه‌گیری حجم ریشه به روش غوطه‌وری در آب ..... ۴۱
شکل۴-۱: اثر تیمارهای آزمایشی بر میوه‌دهی و گل‌دهی فلفل ..... ۴۳
شکل ۴-۲: مقایسه ارتفاع گیاه فلفل در مراحل مختلف رشد در تیمارهای آزمایشی ..... ۴۴
شکل۴-۳: مقایسه قطر ساقه اصلی گیاه فلفل در مراحل مختلف رشد در تیمارهای آزمایشی ..... ۴۶
شکل ۴-۴:درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در هر تیمار ..... ۴۷
شکل۴-۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر و خشک ساقه ..... ۴۸
شکل۴-۶: اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر و خشک برگ ..... ۴۹
شکل۴-۷: اثر متقابل مغناطیس و شوری بر نسبت ماده خشک گیاه فلفل ..... ۵۰
شکل۴-۸: اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر و خشک ریشه ..... ۵۲
شکل۴-۹: اثر تیمارهای آزمایشی بر حجم ریشه ..... ۵۳
شکل ۴-۱۰: اثر متقابل مغناطیس و شوری بر طول ریشه ..... ۵۳
شکل ۴-۱۱: اثر تیمارهای آزمایشی بر نسبت وزن ریشه به اندام هوایی ..... ۵۴
شکل ۴-۱۲: اثر متقابل مغناطیس و شوری بر متوسط تعداد کل میوه در هر تیمار در دوره رشد ..... ۵۶
شکل ۴-۱۳: اثر متقابل مغناطیس و شوری بر متوسط وزن تر و خشک میوه ..... ۵۷
شکل ۴-۱۴: تغییرات طول میوه فلفل سبز در تیمارهای آبیاری در زمان‌های مختلف برداشت ..... ۵۷
شکل ۴-۱۵: اثر متقابل مغناطیس و شوری بر وزن کل میوه در دوره رشد ..... ۵۸
شکل ۴-۱۶: مقایسه میانگین EC خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۱
شکل ۴-۱۷: مقایسه میانگین PH خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۲

**عنوان** شماره صفحه

شکل ۴-۱۸: مقایسه میانگین سدیم خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۳
شکل ۴-۱۹: مقایسه میانگین کلسیم خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۴
شکل ۴-۲۰: مقایسه میانگین منیزیم خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۵
شکل ۴-۲۱: مقایسه میانگین کلر خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۶
شکل ۴-۲۲: مقایسه میانگین بی‌کربنات خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۷
شکل ۴-۲۳: مقایسه میانگین سولفات خاک تیمارهای مختلف آزمایشی ..... ۶۸

# فصل اول

## مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع مورد نیاز جامعه بشری است. موضوع چگونگی حفظ این منبع حیاتی و بهره‌برداری بهینه از آن یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن حاضر است. از کل ۱۳۰ میلیارد متر مکعب آب‌های تجدیدشونده در سطح کشور حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). در شرایط فعلی از کل آب‌های قابل استحصال در سطح کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب) رقمی بالغ بر ۸۲ میلیارد متر مکعب یعنی ۹۴ درصد به بخش کشاورزی اختصاص یافته است. در این راستا محدودیت منابع آب و خاک به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی کشور از یک سو و ضرورت تحقق پذیری آرمان خودکفایی در امور زیربنایی از سوی دیگر، موجبات بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک موجود در سطح کشور را امری اجتناب ناپذیر می‌سازد (خلیلی راد و همکاران، ۱۳۸۹). شرایط خاص اقلیمی کشور که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت گریز ناپذیر آن است، هرگونه مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود نموده است (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۷۹). علی‌رغم آن که منابع آبی کشور محدود است با این وجود سالیانه حدود ۵۰ میلیارد متر مکعب آب شیرین بدون هیچ کنترلی به دریا می‌ریزد (کشاورز، ۱۳۷۴).

کمبود آب در اراضی فاریاب نواحی خشک، مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی است. اما برای تأمین روز افزون مواد غذایی در دنیا چاره‌ای به جز استفاده از آب‌های با کیفیت پایین یا آب‌های غیرمتعارف وجود ندارد. هم اکنون بهره‌برداری از آب‌های با کیفیت پایین از اراضی فاریاب جهانی رو به ازدیاد است. با این وجود، در حال حاضر ۲۰٪ اراضی در زیر کشت جهان آبیاری می‌شوند در حالی که ۴۰٪ کل محصول تولیدی دنیا از آن‌ها برداشت می‌شود (فائو، ۲۰۰۳).

بهره‌برداری زیاد از منابع آب، هر روز دسترسی به آب مرغوب و با کیفیت مناسب برای کشاورزی را کاهش می‌دهد. تجارب نشان نشان داده که کمبود آب همیشه با کاهش کیفیت آب همراه است (کیانی و همکاران،

۱۳۸۷). به علت محدودیت منابع آب مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، آب شور و لب‌شور منبع بسیار مهمی برای آبیاری در این مناطق می‌باشد. از جمله تنش‌های محیطی که از نظر تاثیرگذاری بر روی گیاهان بسیار حائز اهمیت است تنش شوری است. شوری یکی از تنش‌های غیرزنده است که در مناطق وسیعی از دنیا وجود دارد و عامل کاهش رشد و تولید گیاهان است و در شرایط طبیعی ممکن است به صورت ضعیف، ملایم یا حاد بروز کند. گیاهانی که بتوانند در مناطق شور مورد بهره‌برداری قرار گیرند از اهمیت فراوانی برخوردار هستند. برای این که تولیدات کشاورزی پایدار باشند باید اثرات نامطلوب آبیاری با آب شور به خصوص اگر توسعه کشاورزی با استفاده از آب‌های شور مدنظر است، کاملا شناخته شده باشد و فرآیند شوری تحت کنترل درآید (کیانی، ۱۳۸۸).

## ۱-۱ ضرورت انجام تحقیق

در کشورهای توسعه یافته، آبیاری وضعیت اقتصادی را بهبود می‌بخشد و می‌تواند تولید را تا ۴۰۰ ٪ افزایش دهد. ولی محدودیت منابع آب شیرین در دنیا یک معضل جدی شده و رشد بسیاری از کشورها را تحت تاثیر قرار داده است و در آینده نیز بیشتر خود را نشان خواهد داد. منطقه خاورمیانه به شدت با مشکل محدودیت منابع آب شیرین مواجه بوده است و بسیاری از کارشناسان پیش بینی می‌کنند که در آینده درگیری‌های فراوانی بر سر تصاحب منابع آب شیرین صورت خواهد گرفت (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). لیکن از آنجایی که معمولاً در مناطق خشک و نیمه خشک آب مصرفی در کشاورزی حاوی مقادیری از املاح محلول است، در طی زمان به ویژه با وضعیت زهکشی نامناسب و ضعیف، موجبات تجمع نمک‌های محلول را در خاک فراهم می‌سازد. از طرفی گیاه آب و مواد محلول را مستقل از هم جذب می‌کند و احتیاجات گیاه به املاح، با جزو بسیار کمی از کل نمک‌های اضافی شده از طریق آبیاری، مرتفع می‌گردد. بنابراین در هر آبیاری با آب با کیفیت پائین در سیستم‌های فاقد زهکش، مقداری املاح محلول در خاک جمع می‌شود. در طی آبیاری‌های مکرر و با گذشت زمان مقدار زیادی از نمک به خاک اضافه شده، در نهایت در اثر شوری این اراضی، خاک‌ها تبدیل به سرزمین‌های شور و بی‌حاصل می‌شوند (چن و همکاران، ۲۰۰۲).

عقیده بر این است که مقدار زیاد شوری خاک را می‌توان با استفاده از سیستم‌های زهکشی مناسب و شستشوی لایه شور خاک با مقدار کافی آب غیرشور کاهش داد. لیکن در عمل این روش‌های اصلاحی بسیار گران یا غیر ممکن است. از این نظر فناوری‌های ارزان‌تر می‌تواند مفید فایده قرار گیرد. بررسی منابع نشان می‌دهد که با استفاده از فناوری مغناطیس و عبور آب شور از میدان مغناطیسی می‌توان به بهبود عملکرد محصول در شرایط شور کمک نمود (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین نیاز به تولیدات کشاورزی اکولوژیک همراه با افزایش تقاضای مواد خام گیاهی برای تولید غذا، استفاده از برخی شاخه‌های صنعت در تحقیقات جدید و اتخاذ تصمیمات ایمن برای افزایش تولیدات کشاورزی را ضروری می‌سازد. تغییرات ایجاد شده در طبیعت در اثر دخالت‌های انسان در خاک، آب و جو به دلیل استفاده از مواد شیمیایی مختلف برای افزایش بهره‌وری گیاهان منجر به جستجو جهت پیدا نمودن روش‌های جدید شده است (الاجادجین، ۲۰۰۷). تحریک گیاهان با استفاده از میدان‌های مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین جایگزینی تیمارهای فیزیکی با کودها و مکمل‌های شیمیایی، میزان سموم را در مواد خام گیاهی کاهش داده و باعث افزایش سلامت غذا و محیط می‌گردد (الاجادجین، ۲۰۰۷).

## ۱-۲ اهداف پژوهش

- تاثیر مغناطیس و شوری آب آبیاری بر اندام هوایی گیاه
- تاثیر مغناطیس و شوری آب آبیاری بر ریشه گیاه
- تاثیر مغناطیس و شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول
- تاثیر مغناطیس و شوری آب آبیاری بر برخی خصوصیات خاک

## ۱-۳ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه در چهار فصل نگارش شده است.

فصل اول با عنوان مقدمه شامل کلیات طرح و ضرورت انجام تحقیق است.

فصل دوم با عنوان بررسی منابع که در آن به بررسی مطالعات انجام شده توسط محققین مختلف پرداخته شده است.

فصل سوم با عنوان مواد و روش انجام کار به مراحل انجام تحقیق، نحوه اندازه‌گیری پارامترها و شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها اشاره دارد.

فصل چهارم با عنوان نتایج و بحث که در آن نتایج حاصل از جمله اثر مغناطیس و شوری آب آبیاری بر اندام هوایی و زیرزمینی گیاه و تأثیر آن بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد محصول به تفصیل به کمک شکل‌ها و جداول مربوطه، ارائه و با منابع موجود مقایسه و بحث شده است. در پایان این فصل، نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها ارائه شده است.

# فصل دوم

# بررسی منابع

## ۲-۱ اهمیت کشاورزی در تولید مواد غذایی

با توجه به آمار منتشر شده توسط سازمان ملل در سال ۱۹۹۰، جمعیت دنیا در سال ۲۰۲۵ برابر ۸/۵ میلیارد نفر خواهد بود. این افزایش جمعیت، نیاز به افزایش تولیدات کشاورزی در حدود ۵۰-۴۰ درصد را در طی ۳۰ تا ۴۰ سال آتی ضروری می‌سازد. بر اساس پیش‌بینی‌های FAO میزان تقاضا برای غذا سالانه حدود ۲/۵ درصد در دنیا در حال افزایش است که این افزایش در کشورهای در حال توسعه مانند ایران ۳/۷ درصد است. با توجه به آمار ارائه شده، بسیاری از کشورها باید قابلیت تولید غذای خود را افزایش دهند و لازمه این تأمین غذایی افزایش سطح زیر کشت ۲/۲۵ درصدی سالانه در اراضی آبی است (نوروزی و همکاران، ۱۳۷۸).

## ۲-۲ منابع آب ایران

در حال حاضر آب شیرین به عنوان یک کالای اقتصادی، نقش اساسی را در تولیدات کشاورزی، صنعتی و تأمین نیازهای بهداشتی و شرب در سطح جهان ایفا می‌کند. افزایش جمعیت کشور و به دنبال آن افزایش تقاضا برای آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب همواره مسایل و مشکلاتی را در رابطه با تهیه و تأمین تقاضای رو به رشد آب فراهم ساخته است. روند شاخص سرانه آب تجدیدشونده کشور نشان می‌دهد که میزان این شاخص از ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به ۲۱۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۷۶ کاهش یافته و انتظار می رود که مقدار آن در سال ۱۴۰۰ به ۱۳۰۰ مترمکعب تقلیل یابد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۹). این روند در مورد بخش کشاورزی که بیش از ۹۰ درصد آب قابل استحصال کشور را مصرف می‌کند (وزارت نیرو، ۱۳۸۹) مشکلات مضاعفی را به وجود آورده است. بر اساس روند مصرف و رشد فعلی جمعیت پیش‌بینی می‌شود که میزان آب مورد نیاز کشور در سال ۱۴۰۰ به ۱۵۰ میلیارد متر مکعب برسد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۵). این میزان حدود ۱۵ درصد بیشتر از منابع آب تجدید شونده کل کشور است. قرار گرفتن

بیشتر مناطق کشور در اقلیم خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی بلندمدت سالانه ۲۴۰ میلی‌متر و پراکندگی نامتناسب از حداقل ۹۸ میلی‌متر در استان یزد تا ۱۰۵۰ میلی‌متر در استان گیلان (آمارنامه سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۹) باعث شده که در بسیاری از مناطق کشور آب کافی به خصوص در زمان‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های کشاورزی وجود نداشته باشد و آب همچنان به عنوان مهمترین و محدودکننده ترین نهاده تولیدی در اغلب مناطق کشاورزی ایران شناخته شود. در ایران در بخش کشاورزی به عنوان محور توسعه، سرمایه‌گذاری‌های زیادی به کارگرفته شده تا تمامی پتانسیل منابع آب قابل استحصال کشور در چرخه تولید وارد شود در این راستا مدیریت مؤثر عرضه و تقاضا و مصرف آب برای افزایش بهره‌وری از این منابع قابل دسترس نقش کلیدی خواهد داشت.

## ۲-۳ طبقه بندی کیفی آب آبیاری

در بررسی کیفی آب آبیاری باید پارامترهای متعددی در نظر گرفته شود. زیرا کیفیت نامطلوب آب نه تنها گیاه را تحت تأثیر قرار داده، بلکه ساختار خاک را هم دچار تغییراتی می‌کند (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۴). در سال ۱۹۳۱ مطالعات متخصصین وزارت کشاورزی آمریکا و دانشگاه کالیفرنیا اولین اقدام در جهت طبقه‌بندی آب‌های آبیاری از نظر کیفی بود (جدول ۲-۱). در این طبقه‌بندی آب‌ها به سه گروه خوب (قابل استفاده در هر شرایط گیاه و خاک)، متوسط (قابل استفاده برای برخی گیاهان و تحت شرایط بخصوصی از خاک) و بد (غیر قابل استفاده تحت هر شرایط و برای هر نوع گیاه) تقسیم‌بندی می‌شوند (علیزاده، ۱۳۸۴).

**جدول ۲-۱: طبقه بندی کیفی آب آبیاری (علیزاده، ۱۳۸۴)**

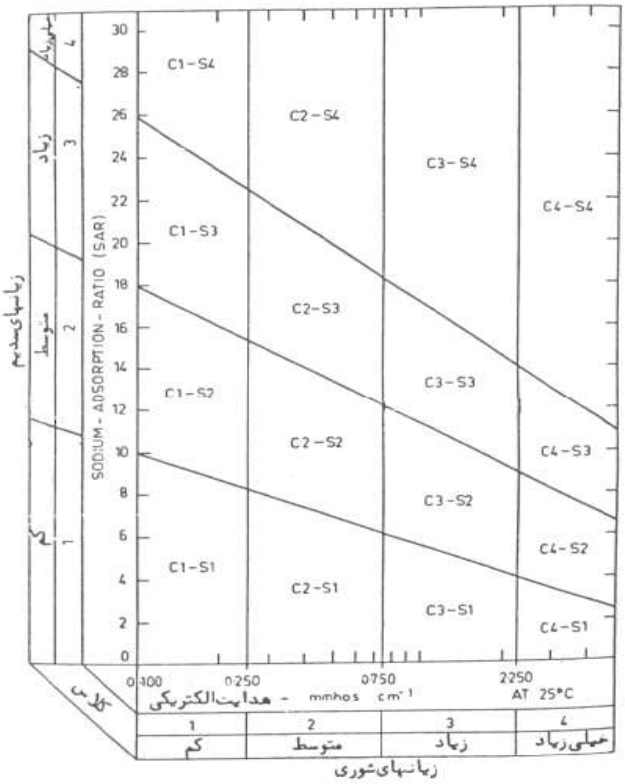
| گروه / ویژگی | گروه ۱ (خوب) | گروه ۲ (متوسط) | گروه ۳ (بد) |
|---|---|---|---|
| (µmhos/cm) $EC\times10^6$ | <۱۰۰ | ۱۰۰-۲۰۰ | >۳۰۰ |
| درصد سدیم | <۴۰ | ۴۰-۷۰ | >۷۰ |
| غلظت کلر (mg/lit) | <۴ | ۴-۱۰ | >۱۰ |
| غلظت سولفات (mg/lit) | <۴ | ۴-۱۱ | >۱۰ |
| غلظت بر (ppm) | <۰/۵ | ۰/۵-۳ | >۳ |

در سال ۱۹۳۶ طبقه‌بندی فوق تا حدودی اصلاح و در آن به مسئله بُر اهمیت بیشتری داده شد (جدول۲-۲).

**جدول ۲-۲: طبقه بندی کیفی آب آبیاری (علیزاده، ۱۳۸۴)**

| ویژگی / گروه | گروه ۱ (عالی تا خوب) | گروه ۲ (خوب تا مضر) | گروه ۳ (مضر تا غیر قابل استفاده) |
|---|---|---|---|
| (µmhos/cm) EC$\times 10^6$ | <۱۰۰ | ۱۰۰-۲۰۰ | >۳۰۰ |
| درصد سدیم | ۰-۴۰ | ۴۰-۷۰ | ۷۰-۱۰۰ |
| غلظت کلر (mg/lit) | <۲ | ۲-۶ | >۶ |
| غلظت سولفات (mg/lit) | <۴ | ۴-۱۲ | >۱۲ |
| غلظت بُر برای گیاهان حساس (ppm) | <۰/۴ | ۰/۴-۱ | >۱ |
| غلظت بُر برای گیاهان مقاوم (ppm) | <۱ | ۱-۲ | >۲ |

در سال ۱۹۴۳ آزمایشگاه شوری خاک آمریکا با در نظر گرفتن شوری آب آبیاری و نسبت جذب سدیم آن طبقه‌بندی دیگری را ارائه نمود که بر اساس آن، نمودار معروف ویل‌کاکس تهیه شده است (شکل۲-۱) هرچند این روش بسیار محافظه کارانه است اما در پروژه‌های آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (علیزاده، ۱۳۸۴).




**شکل۲-۱: نمودار ویل‌کاکس برای طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری (علیزاده، ۱۳۸۳)**

## ۲-۴ شوری آب و خاک

برآوردها نشان می‌دهد که در ایران مناطق دارای خاک‌های شور در حدود ۴۴/۵ میلیون هکتار و حجم آب‌های شور و لب شور رودخانه‌های کشور حدود ۱۱ میلیارد متر مکعب است (نیریزی، ۱۳۷۸). اراضی شور دنیا و ایران در اثر فعالیت‌های بی‌رویه کشاورزی پیوسته در حال گسترش است (حق نیا، ۲۰۰۴). شوری خاک، عامل محیطی مهم محدود کننده تولیدات زمین‌های کشاورزی است. شوری خاک‌های کشاورزی و منابع آب یک مشکل جهانی در مناطق آبیاری شده است و موجب تخریب زمین می‌شود که بر تولیدات غذایی اثر دارد (اسماسلرا و همکاران، ۲۰۰۸؛ کلر، ۱۹۸۰). اثرات زیان‌آور شوری فقط کاهش معنی‌دار عملکرد نیست بلکه در خاک‌های با بافت سنگین باعث پراکندگی ذرات رس، کاهش در نفوذپذیری خاک به وسیله بسته شدن منافذ خاک و کاهش در تخلخل و هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود (آمزکتا، ۱۹۹۹). بنابراین تولید بالقوه محصولات کشاورزی در این شرایط امکان پذیر نیست. تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه تاثیر سوء نمی‌گذارد بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی و نوع بافت و اندام گیاهی (سیر تکاملی) متفاوت است (ماس و همکاران، ۱۹۹۷). شوری باعث بروز مسائل و مشکلات زیادی در مناطق وسیعی از اراضی کشاورزی جهان است (کینا، ۲۰۰۶). شوری خاک به دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر غذایی، یکی از محدودیت‌های رشد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و به عنوان مشکل بزرگ کشاورزی آبی در بین گیاهان گزارش شده است (کایا و همکاران، ۲۰۰۱).

## ۲-۵ منشا شوری آب و خاک

به طور کلی عوامل موثر در شور و سدیمی شدن خاک و آب، هوادیدگی کانی‌ها، رسوبات ثانویه، رسوبات مواد معلق در هوا و فعالیت‌های بشر است (برزگر، ۱۳۷۹).

### ۲-۵-۱ هوادیدگی کانی‌ها

اولین عامل موثر در میزان نمک آب‌ها و خاک‌ها، پدیده هوادیدگی ژئوشیمیایی سنگ‌های موجود در سطح کره زمین است. هوادیدگی یک پدیده خودبخودی است و باعث تبدیل کانی‌های اولیه به کانی‌های ثانویه دیگر می‌شود. عوامل موثر در هوادیدگی ژئوشیمیایی عبارتند از: آب موجود در اتمسفر، اکسیژن و دی اکسید کربن. مواد آلی می‌توانند باعث تولید دی اکسید و اسیدهای آلی و در نتیجه باعث افزایش هوادیدگی گردند. اگرچه هوادیدگی پدیده‌ای دائمی است و در همه جا اتفاق می‌افتد ولی شدت آن تابع آب و هوای منطقه است. آب علاوه بر تسهیل انتقال املاح، در حل کردن آن‌ها دخالت دارد (برزگر، ۱۳۷۹).

### ۲-۵-۲ رسوبات ثانویه یا فسیلی

در طی دوران‌های مختلف زمین شناسی، آب شور دریا مناطق وسیعی را در بر گرفته است و این موضوع می‌تواند یکی از عوامل ایجاد نمک در خاک‌ها باشد (برزگر، ۱۳۷۹).