به نام خدا

دانشگاه کردستان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی آب

عنوان:

ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری بارانی چرخدار اجرا شده در دشت دهگلان

پژوهشگر:

گوران یمین مشرفی

استاد راهنما:

دکتر عیسی معروف‌پور

استاد مشاور:

دکتر هوشنگ قمرنیا

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی

مهرماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب گوران یمین مشرفی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی دانشگاه کردستان، دانشکده کشاورزی گروه مهندسی آب تعهد می نمایم که محتوای این پایان‌نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

گوران یمین مشرفی

۱۳۸۸/۸/۸

تقدیم به:

سرزمینمان

که گهواره تمدن بشری بوده است.

با سپاس از:

استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر عیسی معروف پور که درس علم و اخلاق را توأماً فرا دادند و در طی انجام این پژوهش مرزهای وظیفه را پشت سر نهادند و از هیچ لطفی دریغ نورزیدند.

پدر و مادر عزیزم که شمع وجودشان قطره قطره در راه فرزندانشان آب شد و روشنایی بخش زندگیمان شدند.

جناب آقای دکتر هوشنگ قمرنیا که با حمایت ها و مشاوره های بی نظیرشان اینجانب را از یک عمر تجربه خویش بی بهره نگذاشتند.

دوست و یاور همیشگی ام جناب آقای مهندس ارسلان فاریابی که از آغاز پژوهش تا واپسین لحظات آن، از هیچ راهنمایی و همکاری دریغ نورزید.

سرکار خانم مهندس فریبا گل محمدی که از هیچ راهنمایی و مساعدتی در طی مطالعات آزمایشگاهی دریغ ننمودند.

جناب آقای مهندس شهریار حمیدی که با روی گشاده پذیرای زحمات اینجانب بودند.

جناب آقای مهندس کمال رشادت، جناب آقای محمد سعید رحیمی و جناب آقای مهندس فواد مبارکی که در طی انجام مطالعات صحرایی اینجانب را یاری نمودند.

و از تمامی دوستانی که دشواری مطالعات صحرایی را بر اینجانب آسان ساختند.

چکیده

بیشترین سهم اجرای طرح های آبیاری تحت فشار را در استان کردستان شهرستان‌های قروه و دهگلان با اجرای بیش از ۱۴۰۰۰ هکتار به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به عدم ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی لوله چرخـدار در دشت دهـگلان، به صورت کاملاً تصادفی ۱۰ مزرعه از میان مزارع مجهز به سیستم لوله چرخدار انتخاب شدند. در هر یک از مزارع مذکور نمونه‌های آب و خاک جهت تعیین پارامترهای لازم تهیه شدند. همچنین اندازه‌گیری‌های مربوط به سیستم آبیاری از قبیل اندازه‌گیری فشار، دبی و یکنواختی انجام گرفت. در هیچ یک از مزارع مورد مطالعه، محدودیتی در کیفیت آب وخاک مشاهده نگردید. متوسط پارامترهای راندمان پتانسیل ربع پایین و راندمان کاربرد ربع پایین، ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع عبارت بودند از: ۶۴/۵۸ درصد، ۵۶/۳۹ درصد، ۸۰/۵۷ درصد و ۷۲/۱۲ درصد. متوسط راندمان پتانسیل ربع پایین و ضریب یکنواختی ۰/۴۲ درصد و ۰/۴۳ درصد از مقادیر توصیه شده پایین‌تر هستند که با توجه به نقش بهبود دهنده خاک قابل اغماض هستند. توزیع یکنواختی در حدود توصیه شده قرار دارد و راندمان کاربرد ربع پایین سیستم به دلیل آبیاری بیش از حد در ۵ مزرعه از مجموع ۱۰ مزرعه از مقدار پتانسـیل خود کمتر شده که قـابل اصـلاح است. عمـده‌ترین ضعف سیستم‌های لوله چرخدار در دشت دهگــلان شکستگی و جابجایی سیستم‌ها در برابر باد می‌باشد. در مجموع با توجه به آمار فوق وضـعیت سیستم‌های لوله چرخدار در دشت دهگلان مطلوب ارزیابی می‌شود. از مجموع ۱۰ سیستم ارزیابی شده، راندمان پتانسیل ربع پایین در ۴ مزرعه از حدود توصیه شده کمتر بود که با بررسی تغییرات راندمان پتانسیل ربع پایین در فواصل استقــرار متفـاوت، مشاهده شدکه بیشترین تغییر در دو فاصله متنـاوب استقرار از ۱۸ متر به ۱۵ متر رخ می‌دهد. در این پژوهش علاوه بر اهداف اصلی آن که تعیین پارامترهای ارزیابی سیستم‌های چرخدار منطقه دهگلان بودند، به بررسی تعیین مناسب‌ترین تابع توزیع جهت پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع نیز پرداخته شـد. نتایج حاصـل حاکی از آن است که در فاصله‌هـای استقرار ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ متر و در کل داده‌های ۵ حالت مذکور، توزیع نرمال بیشترین دقت را در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع دارا می‌باشد. در تمامی حالات مذکور هر سه توزیع مورد بررسی (بتا، نرمال و یکنواخت) از دقت بیشتری در پیش‌بینی ضریب یکنواختی نسبت به یکنواختی توزیع برخوردار بوده‌اند، همچنـین با کاهش فاصله میان دو استقرار بر دقت هر سه توزیع افـزوده شده است.

واژگان کلیدی: یکنواختی، راندمان پتانسیل ربع پایین، راندمان کاربرد ربع پایین، توزیع بتا، توزیع نرمال، توزیع یکنواخت، کردستان.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل اول (بررسی منابع) ۸

۱-۱ عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب در سیستم‌های آبیاری بارانی ۸

۱-۱-۱ عوامل مربوط به آبپاش ۹

۱-۱-۱-۱ زاویه خروج فواره آب نسبت به افق ۹

۱-۱-۱-۲ اندازه نازل ۱۰

۱-۱-۱-۳ فشار نازل ۱۱

۱-۱-۱-۴ سرعت چرخش آبپاش ۱۲

۱-۱-۱-۵ تعداد نازل ۱۲

۱-۱-۲ عوامل مربوط به دستگاه ۱۲

۱-۱-۲-۱ ارتفاع و قطر رایزر ۱۲

۱-۱-۲-۲ تعداد وآرایش آبپاشها ۱۴

۱-۱-۲-۳ تغییرات فشار ۱۶

۱-۱-۳ عوامل محیطی ۱۶

۱-۱-۳-۱ سرعت و جهت باد ۱۶

۱-۱-۳-۲ پروفیل خاک ۱۸

۱-۱-۳-۳ شیب زمین ۱۸

۱-۱-۴ عوامل مدیریت ۱۹

۱-۲ مروری بر پژوهش‌های ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی لوله چرخدار ۱۹

۱-۳ توابع توزیع آماری در آبیاری بارانی ۲۴

۱-۳-۱ توزیع نرمال ۲۴

۱-۳-۲ توزیع یکنواخت ۲۵

۱-۳-۳ توزیع بتا ۲۵
فصل دوم (مواد و روش‌ها) ۲۷
۲-۱ عملیات صحرایی و تحقیقات آزمایشگاهی ۲۷
۲-۱-۱ انتخاب طرح‌ها ۲۷
۲-۱-۲ مطالعات میدانی (مزرعه‌ای) ۳۲
۲-۱-۳ مطالعات آزمایشگاهی ۳۶
۲-۲ پارامترهای مورد ارزیابی در آبیاری بارانی ۴۰
۲-۲-۱ یکنواختی ۴۰
۲-۲-۲ راندمان کاربرد ربع پایین ۴۲
۲-۲-۳ راندمان پتانسیل ربع پایین ۴۳
۲-۲-۴ راهکارهای افزایش راندمان ربع پایین ۴۸
۲-۲-۴-۱ راندمان کاربرد ربع پایین ۴۸
۲-۲-۴-۲ راندمان پتانسیل ربع پایین ۴۸
۲-۲-۵ شیوه تعیین بهترین تابع توزیع ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع ۵۷
فصل سوم (نتایج و بحث) ۵۹
۳-۱ نتایج آب و خاک ۵۹
۴-۱-۱ آزمایش‌های آب ۵۹
۴-۱-۲ نتایج آزمایش‌های خاک مزارع ۶۰
۴-۲ نتایج ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع ۷۱
۴-۲-۱ نتایج ارزیابی در بلوک‌های آزمایشی مزارع ۷۱
۴-۲-۲ بحث و بررسی نتایج ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع ۹۱
۴-۳ راهکارهای افزایش راندمان ۹۴
۳-۳-۱ راهکار افزایش راندمان کاربرد ربع پایین ۹۴
۳-۳-۲ راهکارهای افزایش راندمان پتانسیل ربع پایین ۹۷
۳-۴ تغییرات ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع و راندمان پتانسیل ۱۱۳

۳-۵ ضریب یکنواختی و نوزیع یکنواختی به روش‌های مختلف آماری..... ۱۱۷
۳-۵-۱ مقایسه مقادیر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع..... ۱۲۲
۳-۶ ارزیابی فنی..... ۱۲۸
۳-۶-۱ مطالعات پایه..... ۱۲۸
۳-۶-۲ مشکلات طراحی..... ۱۲۸
۳-۶-۳ مشکلات و مسائل اجرائی، مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌ها..... ۱۲۹
نتیجه‌گیری..... ۱۳۲
۳-۷ پیشنهادات..... ۱۳۴
منابع..... ۱۳۵
پیوست ۱..... ۱۴۱
پیوست ۲..... ۱۴۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول م-۱: تخصیص منابع آب کشور در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۵ میلادی ۲

جدول ۱-۱: اثر فشار و شکل نازل روی یکنواختی توزیع آب ۱۰

جدول ۱-۲: رابطه بین دبی و ارتفاع آبپاش ۱۳

جدول ۱-۳: رابطه بین قطر و ارتفاع پایه آبپاش ۱۳

جدول ۱-۴: انتخاب فواصل نسبت به سرعت باد ۱۴

جدول ۲-۱: مشخصات سیستم‌های مورد ارزیابی ۳۰

جدول ۲-۲: پیشرفت فیزیکی طرح‌های آبیاری تحت فشار در استان کردستان ۳۱

جدول ۲-۳: راهنمای محدوده‌های توصیه شده کیفیت آب ۴۰

جدول ۳-۱: نتایج آزمایش کیفیت آب مزارع ۶۰

جدول ۳-۲: نتایج آزمایش خاک مزرعه D_1 ..... ۶۱

جدول ۳-۳: نتایج آزمایش خاک مزرعه D_2 ..... ۶۲

جدول ۳-۴: نتایج آزمایش خاک مزرعه K_1 ..... ۶۳

جدول ۳-۵: نتایج آزمایش خاک مزرعه K_2 ..... ۶۴

جدول ۳-۶: نتایج آزمایش خاک مزرعه K_3 ..... ۶۵

جدول ۳-۷: نتایج آزمایش خاک مزرعه M_1 ..... ۶۶

جدول ۳-۸: نتایج آزمایش خاک مزرعه M_2 ..... ۶۷

جدول ۳-۹: نتایج آزمایش خاک مزرعه M_3 ..... ۶۸

جدول ۳-۱۰: نتایج آزمایش خاک مزرعه T_1 ..... ۶۹

جدول ۳-۱۱: نتایج آزمایش خاک مزرعه T_2 ..... ۷۰

جدول ۳-۱۲: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم D_1 ..... ۷۱

جدول ۳-۱۳: مشخصات اقلیمی سیستم D_1 ..... ۷۲

جدول ۳-۱۴: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم D_2 ..... ۷۴

جدول ۳-۱۵: مشخصات اقلیمی سیستم D_2 ..... ۷۴
جدول ۳-۱۶: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم K_1 ..... ۷۶
جدول ۳-۱۷: مشخصات اقلیمی سیستم K_1 ..... ۷۶
جدول ۳-۱۸: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم K_2 ..... ۷۸
جدول ۳-۱۹: مشخصات اقلیمی سیستم K_2 ..... ۷۸
جدول ۳-۲۰: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم K_3 ..... ۸۰
جدول ۳-۲۱: مشخصات اقلیمی سیستم K_3 ..... ۸۰
جدول ۳-۲۲: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم M_1 ..... ۸۲
جدول ۳-۲۳: مشخصات اقلیمی سیستم M_1 ..... ۸۲
جدول ۳-۲۴: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم M_2 ..... ۸۴
جدول ۳-۲۵: مشخصات اقلیمی سیستم M_2 ..... ۸۴
جدول ۳-۲۶: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم M_3 ..... ۸۶
جدول ۳-۲۷: مشخصات اقلیمی سیستم M_3 ..... ۸۶
جدول ۳-۲۸: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم T_1 ..... ۸۸
جدول ۳-۲۹: مشخصات اقلیمی سیستم T_1 ..... ۸۸
جدول ۳-۳۰: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی سیستم T_2 ..... ۹۰
جدول ۳-۳۱: مشخصات اقلیمی سیستم T_2 ..... ۹۰
جدول ۳-۳۲: متوسط دبی و تغییرات فشار در سیستم‌های ارزیابی شده ۹۲
جدول ۳-۳۳: افت هیدرولیکی سیستم‌های ارزیابی شده ۹۳
جدول ۳-۳۴: نتایج ارزیابی سیستم‌های مورد آزمایش ۹۴
جدول ۳-۳۵: اصلاح مدت زمان آبیاری در مزرعه D_1 ..... ۹۵
جدول ۳-۳۶: اصلاح مدت زمان آبیاری در مزرعه M_1 ..... ۹۵
جدول ۳-۳۷: اصلاح مدت زمان آبیاری در مزرعه M_2 ..... ۹۶
جدول ۳-۳۸: اصلاح مدت زمان آبیاری در مزرعه T_1 ..... ۹۶
جدول ۳-۳۹: اصلاح مدت زمان آبیاری در مزرعه T_2 ..... ۹۷

جدول ۳-۴۰: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه D_1 در استقرارهای گوناگون..... ۹۸
جدول ۳-۴۱: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه D_1..... ۹۹
جدول ۳-۴۲: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرار ۱۵ متری سیستم D_1..... ۹۹
جدول ۳-۴۳: مقایسه گزینه‌های متفاوت سیستم D_1..... ۹۹
جدول ۳-۴۴: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه D_2 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۰
جدول ۳-۴۵: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه D_2..... ۱۰۰
جدول ۳-۴۶: اصلاح مدت زمان آبیاری در استقرار ۱۵ متری سیستم D_2..... ۱۰۱
جدول ۳-۴۷: مقایسه گزینه‌های متفاوت سیستم D_2..... ۱۰۱
جدول ۳-۴۸: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه K_1 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۲
جدول ۳-۴۹: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه K_1..... ۱۰۲
جدول ۳-۵۰: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرارهای ۱۲ و ۱۵ متری سیستم K_1..... ۱۰۲
جدول ۳-۵۱: مقایسه گزینه‌های متفاوت سیستم K_1..... ۱۰۳
جدول ۳-۵۲: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه K_2 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۳
جدول ۳-۵۳: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه K_2..... ۱۰۴
جدول ۳-۵۴: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرارهای ۱۲ و ۱۵ متری سیستم K_2..... ۱۰۴
جدول ۳-۵۵: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه K_3 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۵
جدول ۳-۵۶: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه K_3..... ۱۰۵
جدول ۳-۵۷: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرار ۱۵ متری سیستم K_3..... ۱۰۶
جدول ۳-۵۸: مقایسه گزینه‌های متفاوت سیستم K_3..... ۱۰۶
جدول ۳-۵۹: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه M_1 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۷
جدول ۳-۶۰: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه M_1..... ۱۰۷
جدول ۳-۶۱: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه M_2 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۸
جدول ۳-۶۲: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه M_2..... ۱۰۸
جدول ۳-۶۳: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرارهای ۹ و ۱۲ متری سیستم M_2..... ۱۰۹
جدول ۳-۶۴: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه M_3 در استقرارهای گوناگون..... ۱۰۹

جدول ۳-۶۵: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه M_3 ..... ۱۱۰
جدول ۳-۶۶: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرارهای ۱۲ و ۱۵ متری سیستم M_3 ..... ۱۱۰
جدول ۳-۶۷: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه T_1 در استقرارهای گوناگون ۱۱۱
جدول ۳-۶۸: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه T_1 ..... ۱۱۱
جدول ۳-۶۹: اصلاح مدت زمان آبیاری در اسقرار ۱۵ متری سیستم T_1 ..... ۱۱۱
جدول ۳-۷۰: مقایسه گزینه‌های متفاوت سیستم T_1 ..... ۱۱۲
جدول ۳-۷۱: نتایج ارزیابی بلوک آزمایشی مزرعه T_2 در استقرارهای گوناگون ۱۱۲
جدول ۳-۷۲: شدت پخش آب در فاصله‌های استقرار گوناگون مزرعه T_2 ..... ۱۱۳
جدول ۳-۷۳: میزان ضریب یکنواختی در استقرارهای متفاوت ۱۱۴
جدول ۳-۷۴: تغییرات ضریب یکنواختی نسبت به استقرار ۱۸ متری ۱۱۴
جدول ۳-۷۵: میزان یکنواختی توزیع در استقرارهای متفاوت ۱۱۵
جدول ۳-۷۶: تغییرات یکنواختی توزیع نسبت به استقرار ۱۸ متری ۱۱۵
جدول ۳-۷۷: میزان راندمان پتانسیل در استقرارهای متفاوت ۱۱۶
جدول ۳-۷۸: تغییرات راندمان پتانسیل نسبت به استقرار ۱۸ متری ۱۱۶
جدول ۳-۷۹: تغییرات راندمان پتانسیل در دو استقرار متوالی ۱۱۶
جدول ۳-۸۰: مقادیر محاسباتی ضریب یکنواختی در استقرار ۲۱ متری ۱۱۷
جدول ۳-۸۱: مقادیر محاسباتی ضریب یکنواختی در استقرار ۱۸ متری ۱۱۸
جدول ۳-۸۲: مقادیر محاسباتی ضریب یکنواختی در استقرار۱۵ متری ۱۱۸
جدول ۳-۸۳: مقادیر محاسباتی ضریب یکنواختی در استقرار ۱۲ متری ۱۱۹
جدول ۳-۸۴: مقادیر محاسباتی ضریب یکنواختی در استقرار ۹ متری ۱۱۹
جدول ۳-۸۵: مقادیر محاسباتی یکنواختی توزیع در استقرار ۲۱ متری ۱۲۰
جدول ۳-۸۶: مقادیر محاسباتی یکنواختی توزیع در استقرار ۱۸ متری. ۱۲۰
جدول ۳-۸۷: مقادیر محاسباتی یکنواختی توزیع در استقرار ۱۵ متری ۱۲۱
جدول ۳-۸۸: مقادیر محاسباتی یکنواختی توزیع در استقرار ۱۲ متری ۱۲۱
جدول ۳-۸۹: مقادیر محاسباتی یکنواختی توزیع در استقرار ۹ متری ۱۲۲

جدول ۳-۹۰:مقادیر شاخص‌های آماری بین ضریب یکنواختی اندازه‌گیری شده با ضریب یکنواختی محاسبه شده با توابع مختلف آماری..... ۱۲۳
جدول ۳-۹۱:مقادیر شاخص‌های آماری بین یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده با یکنواختی توزیع محاسبه شده با توابع مختلف آماری..... ۱۲۴
جدول ۳-۹۲: میانگین، دامنه نوسان و حدود مجاز پارامترهای ارزیابی ۱۳۳
جدول پ-۱: مقادیر عمق معادل خروجی از آبپاش و عمق‌های میانگین، نصف پایین و ربع پایین ارتفاع آب روی زمین در کل مدت زمان آبیاری در فاصله استقرار مرسوم کشاورز..... ۱۴۱
جدول پ-۲: مقادیر f(a,b) و g(a,b) بر اساس a,b در توزیع بتا..... ۱۴۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (م-۱): سوپاپ تخلیه..... ۵

شکل (م-۲): وزنه تعادل آبپاش..... ۵

شکل (م-۳): شاسی سیستم لوله چرخدار..... ۶

شکل (م-۴): لوله خرطومی..... ۶

شکل (م-۵): هیدرانت..... ۶

شکل (م-۶): جایگاه سیستم لوله چرخدار..... ۷

شکل ۲-۱: نقشه تقسیمات کشوری..... ۲۸

شکل ۲-۲: نقشه تقسیمات کشوری استان کردستان..... ۲۸

شکل ۲-۳: نمای از بالای شهر دهگلان..... ۲۹

شکل ۲-۴: نحوه نمونه‌برداری توسط اوگر در اعماق مختلف..... ۳۳

شکل ۲-۵: نحوه چیدمان لیوان‌ها در مزرعه..... ۳۶

شکل ۲-۶: نحوه قرائت حجم آب لیوان‌های شبکه اندازه‌گیری..... ۳۶

شکل ۲-۷: دستگاه هدایت سنج..... ۳۷

شکل۲-۸: دستگاه اسیدیته سنج..... ۳۷

شکل ۲-۹: دستگاه فلیم فتومتر..... ۳۸

شکل ۲-۱۰: دستگاه صفحات فشاری..... ۳۸

شکل ۲-۱۱: نحوه صاف کردن سوسپانسیون نیترات نقره شکل..... ۳۹

شکل ۲-۱۲: فرآیند تیراسیون جهت اندازه‌گیری میزان یون کلر..... ۳۹

شکل ۲-۱۳: عدم تغییر رنگ در برابر معرف فنیل فتالئین..... ۳۹

شکل ۲-۱۴: تغییر رنگ در برابر معرف متیل اورانژ..... ۳۹

شکل ۲-۱۵: شبکه اندازه‌گیری توزیع آب در مزرعه..... ۵۱

شکل ۲-۱۶: شبکه همپوشانی توزیع آب در فاصله ۲۱ متری میان دو استقرار متوالی سیستم لوله

چرخدار ۵۲
شکل ۲-۱۷: شبکه همپوشانی توزیع آب در فاصله ۱۸ متری میان دو استقرار متوالی سیستم لوله چرخدار ۵۳
شکل ۲-۱۸: شبکه همپوشانی توزیع آب در فاصله ۱۵ متری میان دو استقرار متوالی سیستم لوله چرخدار ۵۴
شکل ۲-۱۹: شبکه همپوشانی توزیع آب در فاصله ۱۲ متری میان دو استقرار متوالی سیستم لوله چرخدار ۵۵
شکل ۲-۲۰: شبکه همپوشانی توزیع آب در فاصله ۹ متری میان دو استقرار متوالی سیستم لوله چرخدار ۵۶
شکل (۳-۱): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف دو آبپاش مورد آزمایش سیستم D_1 ..... ۷۳
شکل (۳-۲): منحنی کفایت آبیاری سیستم D_1 ..... ۷۳
شکل (۳-۳): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم D_2 ..... ۷۵
شکل (۳-۴):منحنی کفایت آبیاری سیستم D_2 ..... ۷۵
شکل (۳-۵): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم K_1 ..... ۷۷
شکل (۳-۶): منحنی کفایت آبیاری سیستم K_1 ..... ۷۷
شکل (۳-۷): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم K_2 ..... ۷۹
شکل (۳-۸): منحنی کفایت آبیاری سیستم K_2 ..... ۷۹
شکل (۳-۹): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم K_3 ..... ۸۱
شکل (۳-۱۰): منحنی کفایت آبیاری سیستم K_3 ..... ۸۱
شکل (۳-۱۱): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم M_1 ..... ۸۳
شکل (۳-۱۲): منحنی کفایت آبیاری سیستم M_1 ..... ۸۳
شکل (۳-۱۳): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم M_2 ..... ۸۵
شکل (۳-۱۴): منحنی کفایت آبیاری سیستم M_2 ..... ۸۵
شکل (۳-۱۵): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم M_3 ..... ۸۷
شکل (۳-۱۶): منحنی کفایت آبیاری سیستم M_3 ..... ۸۷

شکل (۳-۱۷): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم T_1..... ۸۹
شکل (۳-۱۸): منحنی کفایت آبیاری سیستم T_1..... ۸۹
شکل (۳-۱۹): الگوی سه بعدی توزیع آب در اطراف آبپاشهای مورد آزمایش سیستم T_2..... ۹۱
شکل (۳-۲۰): منحنی کفایت آبیاری سیستم T_2..... ۹۱
شکل (۳-۲۱): روند پیش‌بینی ضریب یکنواختی توسط روش‌های گوناگون آماری در استقرارهای متفاوت..... ۱۲۵
شکل (۳-۲۲): روند پیش‌بینی یکنواختی توزیع توسط روش‌های گوناگون آماری در استقرارهای متفاوت..... ۱۲۶
شکل (۳-۲۳): مقایسه دقت پیش‌بینی توزیع نرمال در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع..... ۱۲۶
شکل (۳-۲۴): مقایسه دقت پیش‌بینی توزیع یکنواخت در پیش بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع..... ۱۲۷
شکل (۳-۲۵): مقایسه دقت پیش‌بینی توزیع بتا در پیش بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع..... ۱۲۷
شکل (۳-۲۶): نحوه بهره‌برداری نادرست از تجهیزات پمپاژ..... ۱۲۹
شکل (۳-۲۷): نحوه نگهداری غیر صحیح از ایستگاه پمپاژ..... ۱۲۹
شکل (۳-۲۸): زنگ‌زدگی چرخ‌ها و لوله‌ها..... ۱۳۰
شکل (۳-۲۹): معوج شدن چرخ‌ها..... ۱۳۰
شکل (۳-۳۰): عدم آببندی هیدرانت..... ۱۳۱
شکل (۳-۳۱): سوراخ شدن لوله خرطومی..... ۱۳۱
شکل (۳-۳۲): عدم عملکرد درست سوپاپ تخلیه در هنگام پر بودن لوله‌ها..... ۱۳۱
شکل (۳-۳۳): نشت آب از پایه آبپاش..... ۱۳۱
شکل (۳-۳۴): عدم عملکرد وزنه تعادل آبپاش..... ۱۳۱
شکل (۳-۳۵): تنوع آبپاش در سیستم‌های لوله چرخدار مزارع..... ۱۳۱
شکل (پ-۱): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم D_1..... ۱۴۳

شکل (پ-۲): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم D_1..... ۱۴۳
شکل (پ-۳): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم D_2..... ۱۴۴
شکل (پ-۴): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم D_2..... ۱۴۴
شکل (پ-۵): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم K_1..... ۱۴۵
شکل (پ-۶): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم K_1..... ۱۴۵
شکل (پ-۷): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم K_2..... ۱۴۶
شکل (پ-۸): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم K_2..... ۱۴۶
شکل (پ-۹): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم K_3..... ۱۴۷
شکل (پ-۱۰): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم K_3..... ۱۴۷
شکل (پ-۱۱): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم M_1..... ۱۴۸
شکل (پ-۱۲): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم M_1..... ۱۴۸
شکل (پ-۱۳): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم M_2..... ۱۴۹
شکل (پ-۱۴): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم M_2..... ۱۴۹
شکل (پ-۱۵): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم M_3..... ۱۵۰
شکل (پ-۱۶): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم M_3..... ۱۵۰
شکل (پ-۱۷): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم T_1..... ۱۵۱
شکل (پ-۱۸): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم T_1..... ۱۵۱
شکل (پ-۱۹): منحنی‌های هم عمق آب آبیاری بعد از همپوشانی سیستم T_2..... ۱۵۲
شکل (پ-۲۰): الگوی سه بعدی توزیع آب مابین ۴ آبپاش بعد از همپوشانی سیستم T_2..... ۱۵۲

مقدمه

کلیات

در گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، جمعیت ایران برای سال ۲۰۲۵ میلادی بیش از دو برابر جمعیت سال پایه ۱۳۷۲ یعنی حدود ۱۲۴ میلیون نفر پیش‌بینی شده است. ولی بر اساس سرشماری سال ۱۳۷۵ و کاهش محسوس نرخ تولد در آن سال جمعیت ایران حدود ۹۰ میلیون نفر تخمین زده می‌شود. در گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب در مورد ایران فرض شده که سرانه مصرف آب کشاورزی ثابت و با توجه به طرح جامع کشور به رقم ۱۲۹۹ مترمکعب اصلاح شده است. در این مطالعات تراکم کشت ۱۰۹ درصد لحاظ شده است. در گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، راندمان آبیاری در حد ۶۵ درصد به دست آمده که با تغییر داده‌ها به ۵۳ درصد اصلاح شد. همچنین راندمان آبیاری سال ۲۰۲۵، حدود ۷۰ درصد فرض شده که غیرقابل حصول بوده و با نظرات کارشناسی به ۶۰ درصد کاهش داده شد. در جدول (م-۱) جزئیات این گزارش مشاهده می‌گردد [۲۹].