



اصول آبیاری بارانی

Principles of Sprinkler Irrigation

پیشین ملک پور

(مدرس گروه علوم مهندسی آب و شهرسازی، آزاد اسلامی واحد شهرقدس)

حسین اداهیم

(دانشیار گروه علوم مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس)

حسین حسن پور درویش

(دانشیار گروه مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت منابع آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس)

حمید مظفری

(استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس)

سرشناسه: ملک پور، مهدی، ۱۳۶۱، ابراهیمی، حسین، ۱۳۴۸، حسن پور، درویشی، حسین،

۱۳۵۸، مظفری، حمید، ۱۳۵۳

عنوان و نام پدید آورنده: اصول آبیاری بارانی / مهدی ملک پور (استاد مدعو دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس)، حسین ابراهیمی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس)، حسین حسن پور درویشی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس)، حمید مظفری (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس)

مشخصات نشر: تهران: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۹۴

مشخصات ظاهری: ۳۹۱ ص، جدول و نمودار

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۸۵۶-۶

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیا

موضوع: آبیاری بارانی

بندی کتب: ۱۳۹۱ الف ۱۶ / SF۶۱۹ / T

رده بندی دیو: ۳۱/۵

شماره کتابشناسی: ۳۲۹

- نام کتاب: اصول آبیاری بارانی
- تألیف: مهدی ملک پور، حسین ابراهیمی، حسین حسن پور، درویشی، حمید مظفری
- ویراستار و صفحه آرا: سمیه نوروزیان، علیرضا سعید پاد
- چاپ اول: ۱۳۹۵
- تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
- ناشر: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی با همکاری واحد شهر قدس
- شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۸۵۶-۶
- قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال
- قطع: وزیری
- محل فروش: دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس و کتاب فروشی های معتبر

پیش‌گفتار

اصول آبیاری بارانی کتابی است که برای استفاده دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب ارائه می‌شود و همچنین یک مرجع مناسب برای متخصصین در زمینه طراحی و اجراء سیستم آبیاری بارانی در کشور می‌باشد.

این کتاب در ۱۲ فصل ارائه گردیده و بیشترین بهره را از کتاب آبیاری بارانی و قطره‌ای Jack Keller و Ron D. Bliesner رده است. خواننده با مطالعه مثال‌های حل شده می‌تواند کلیه مسائل مطرح شده در کتاب را فرا گیرد. به جمع مورد استفاده در این کتاب برای هر فصل بطور جداگانه آمده است.

این کتاب نتیجه سال‌ها تدریس و تجربیات شخصی در زمینه طراحی و اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار نویسندگان می‌باشد که به‌واریم بتواند جایگاه مناسبی را بین دانشجویان، محققین و کارشناسان آبیاری پیدا کند.

از سرکار خانم مهندس شبنم نجم که در ویراستاری ادبی و علمی و همچنین از کلیه عزیزانی که در تهیه این اثر همکاری داشته‌اند تشکر می‌نمایم.

امیدواریم سادگی مطالب و جامعیت کتاب برآید و بد باشد. علیرغم تلاش فراوان، این اثر بدون ایراد نیست. از این نظر باعث امتنان خواهد بود که خوانندگان گرامی با توصیه‌های گرانمای خود، مولفین را برای غنای ارتقاء سطح مطالب کتاب یاری فرمایند.

بهار ۱۳۹۵

مهدی ملک‌پور، حسین ابراهیمی، حسین

حسن‌پور درویشی و حمید مظهری

فهرست عنوان

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ ضرورت توسعه روشهای آبیاری تحت فشار ۳
- ۳-۱ سابقه تاریخی سیستمهای آبیاری تحت فشار ۴
- ۴-۱ مراحل توسعه آبیاری تحت فشار ۵
- ۵-۱ مراحل دستیابی به یک سیستم موفق در سطح مزرعه ۶
- ۱-۵-۱ ۶
- ۱-۵-۱ مطالعات اولیه ۶
- ۲-۱-۵-۱ طراحی روش آبیاری ۶
- ۲-۵-۱ اجراء ۶
- ۳-۵-۱ ارزیابی و مدیریت ۷
- منابع ۸

فصل دوم: روشهای آبیاری بارانی

- ۱-۲ مقدمه ۱۰
- ۲-۲ موارد کاربرد آبیاری بارانی ۱۰
- ۳-۲ مزایا و معایب آبیاری بارانی ۱۰
- ۱-۳-۲ مزایای آبیاری بارانی ۱۰
- ۲-۳-۲ معایب آبیاری بارانی ۱۰
- ۴-۲ اجزای تشکیل دهنده سیستم آبیاری بارانی ۱۱
- ۵-۲ روشهای آبیاری بارانی ۱۳
- ۱-۵-۲ روشهای کلاسیک (غیر مکانیزه) ۱۳
- ۱-۱-۵-۲ روش کلاسیک کاملاً متحرک ۱۳
- ۲-۱-۵-۲ روش کلاسیک نیمه متحرک ۱۴
- ۳-۱-۵-۲ روش کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک ۱۵
- ۴-۱-۵-۲ روش کلاسیک کاملاً ثابت ۱۵

۱۶	۵-۱-۵-۲ روش کلاسیک شلنگی با قرقه کوچک
۱۷	۵-۲ روش‌های مکانیزه
۱۸	۵-۲-۱ آبخش غلطان (ویلموو)
۱۹	۵-۲-۲ آبخش قرقه‌ای
۲۱	۵-۲-۳ آبخش دوار (عقربه‌ای)
۲۶	۵-۲-۴ آبخش خطی
۲۸	۵-۲-۶ انتخاب سیستم آبیاری مناسب
۲۹	۵-۲-۱-۶ پارامترهای مؤثر در انتخاب روش آبیاری
۲۹	۵-۲-۱-۱ شاخص‌ها - ضریب
۳۱	۵-۲-۱-۲ منابع آب
۳۴	۵-۲-۱-۳ خاک
۳۵	۵-۲-۱-۴ توپوگرافی
۳۶	۵-۲-۱-۵ نوع مالکیت اراضی
۳۷	۵-۲-۱-۶ مسائل زراعی
۳۹	۵-۲-۱-۷ مسائل متفرقه
۴۱	۵-۲-۲ روش تعیین سیستم آبیاری مناسب
۴۹	۵-۲-۷ مراحل دستیابی به یک سیستم کارآمد
۵۱	منابع

فصل سوم: مطالعات پایه

۵۲	۳-۱ مقدمه
۵۳	۳-۲ تبخیر و تعرق
۵۲	۳-۲-۱ لایسمتر
۵۴	۳-۲-۲ روش بلانی گریدل
۵۵	۳-۲-۳ روش تورنتوایت
۵۷	۳-۲-۴ روش جنسن - هیز
۵۸	۳-۲-۵ روش جنسن - هیز اصلاح شده

۵۹.....	۲-۶ روش هارمربوز - سامانی
۶۱.....	۲-۷ روش پنمن
۶۳.....	۲-۸ روش پنمن-مانتیت - فائو
۶۸.....	۳-۳ ضریب گیاهی
۷۰.....	۳-۴ محاسبه عمق آب آبیاری
۷۲.....	۳-۵ دور آبیاری
۷۳.....	۳-۶ نیاز خالی آبیاری
۷۳.....	۳-۶-۱ باز آلودگی
۷۳.....	۳-۶-۱-۱ نیاز آبیاری شوری
۷۸.....	۳-۶-۲ نیاز آبیاری سدیم
۸۱.....	۳-۶-۲ بارندگی مؤثر
۸۲.....	۳-۷ راندمان کاربرد آب
۸۳.....	۳-۸ نیاز ناخالص آبیاری
۸۴.....	۳-۹ ظرفیت مورد نیاز سیستم
۸۴.....	۳-۱۰ هیدرومدول آبیاری

فصل چهارم: انتخاب آبپاش و اصلاح راندمان آبیاری

۱۰۲.....	۴-۱ مقدمه
۱۰۲.....	۴-۲ انواع آبپاش ها از نظر فشارکارکرد
۱۰۲.....	۴-۳ عوامل مؤثر در انتخاب آبپاش
۱۰۳.....	۴-۴ عوامل مؤثر در فواصل آبیاری
۱۰۳.....	۴-۴-۱ سرعت باد
۱۰۴.....	۴-۴-۲ مسائل اقتصادی
۱۰۵.....	۴-۴-۳ شیب زمین
۱۰۵.....	۴-۴-۴ طول لوله های موجود
۱۰۵.....	۴-۴-۵ نوع محصول
۱۰۵.....	۴-۵ مراحل انتخاب آبپاش و فواصل آبیاری

۱-۵-۴	تخمین یا تعیین شدت پخش آب	۱۰۵
۲-۵-۴	انتخاب فواصل آبیاری	۱۰۶
۳-۵-۳	تعیین قطر پاشش آب	۱۰۶
۴-۵-۴	تعیین دبی آبیاش	۱۰۶
۵-۵-۴	انتخاب آبیاش	۱۰۶
۶-۵-۴	کنترل فشار کارکرد آبیاش	۱۰۶
۷-۵-۴	انتخاب نهایی آبیاش	۱۰۷
۶-۴	آبیاش (رایزر)	۱۱۰
۷-۴	محاسبه اندامان در دی	۱۱۱
۱-۷-۴	عوامل مؤثر در راندان کاربردی	۱۱۱
۱-۱-۷-۴	تلفات ناشی از تسیر با	۱۱۱
۲-۱-۷-۴	تلفات نفوذ عمقی	۱۱۳
۳-۱-۷-۴	راندمان انتقال	۱۱۶
	منابع	۱۱۸

فصل پنجم: طراحی آبیاری بارانی کلاسیک

۱-۵	مقدمه	۱۱۹
۲-۵	آرایش سیستم درمزرعه	۱۱۹
۳-۵	آرایش و طراحی بال آبیاری	۱۱۹
۱-۳-۵	آرایش بال آبیاری	۱۱۹
۲-۳-۵	طراحی بال آبیاری	۱۲۰
۱-۲-۳-۵	تعداد بال آبیاری (لاترال) برای یک واحد آبیاری	۱۲۰
۲-۳-۵	تعداد آبیاش روی بال آبیاری	۱۲۱
۳-۲-۳-۵	جنس لوله فرعی (لاترال یا بال آبیاری)	۱۲۲
۴-۲-۳-۵	تعیین قطر و طول لوله فرعی	۱۲۳
۵-۲-۳-۵	تعیین فشار لازم ابتدای لوله فرعی	۱۳۱
۴-۵	طراحی لوله اصلی و نیمه اصلی	۱۳۲

۱۴۲.....	۵-۵ دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری روش‌های کلاسیک
۱۴۴.....	۵-۵-۱ دستورالعمل بهره‌برداری
۱۴۵.....	۵-۵-۱-۱ بررسی و کنترل قبل از راه‌اندازی سیستم
۱۴۵.....	۵-۵-۱-۲ شروع به کار سیستم
۱۴۵.....	۵-۵-۱-۳ کنترل فشار
۱۴۶.....	۵-۵-۱-۴ جابه‌جایی بال‌ها
۱۴۸.....	۵-۵-۱-۵ آس‌ها
۱۴۸.....	۵-۵-۱-۶ باد و مقابله آن
۱۵۰.....	۵-۵-۱-۷ آبیاری کناره‌های مزاحمه
۱۵۱.....	۵-۵-۱-۸ موارد داخل
۱۵۲.....	۵-۵-۲ دستورالعمل‌های نگهداری
۱۵۲.....	۵-۵-۲-۱ مراقبت و نگهداری از راه
۱۵۳.....	۵-۵-۲-۲ مراقبت و نگهداری اتصال‌ها
۱۵۴.....	۵-۵-۲-۳ مراقبت و نگهداری از شیرها
۱۵۵.....	۵-۵-۲-۴ مراقبت و نگهداری از آبپاش‌ها
۱۵۷.....	۵-۵-۲-۵ مراقبت‌های لازم برای پیشگیری از انسداد لوله‌ها آبپاش‌ها
۱۵۸.....	۵-۵-۲-۶ ضربه قوچ و راه‌های جلوگیری از آن
۱۵۹.....	منابع

۸ فصل ششم: آبفشان غلطان

۱۵۹.....	۶-۱ مقدمه
۱۵۹.....	۶-۲ ساختمان آبفشان غلطان
۱۶۰.....	۶-۲-۱ موتور و شاسی
۱۶۰.....	۶-۲-۲ بال آبیاری
۱۶۱.....	۶-۲-۳ چرخ‌ها
۱۶۱.....	۶-۲-۴ آبپاش
۱۶۲.....	۶-۲-۵ سوپاپ تخلیه

۱۶۲.....	۶-۲-۶ دريوش انتهایی
۱۶۳.....	۶-۲-۷ جک تثبیت و نگهدارنده
۱۶۳.....	۶-۲-۸ شلنگ اتصال
۱۶۴.....	۶-۳-۳ روش جابه‌جایی دستگاه و لیموو
۱۶۶.....	۶-۴-۴ اقدامات لازم جهت مقابله با باد
۱۶۷.....	۶-۵-۵ نکات مهم در بهره‌برداری دستگاه آفشان غلطان
۱۶۸.....	۶-۶-۶ طراحی ماشین آفشان غلطان
۱۶۸.....	۶-۶-۶ سطح بیاری شده در هر دور آبیاری
۱۶۹.....	۶-۶-۲ تعداد آبپاش دستگاه
۱۶۹.....	۶-۶-۳ تعداد بارهای آبیاری در حال کار
۱۶۹.....	۶-۶-۴ سرعت در خط ۱۰۰ و ۱۰۰۰ آبیاری
۱۶۹.....	۶-۶-۵ افت فشار مجاز در بین آبپاش
۱۸۸.....	منابع

فصل هفتم: طراحی آفشان قرقره‌ای

۱۸۹.....	۷-۱-۱ مقدمه
۱۹۱.....	۷-۲-۲ اجزاء مختلف سیستم آفشان قرقره‌ای
۱۹۱.....	۷-۲-۱-۲ تأسیسات تأمین فشار
۱۹۲.....	۷-۲-۲-۲ شبکه انتقال
۱۹۲.....	۷-۲-۳-۲ دستگاه آفشان
۱۹۳.....	۷-۲-۳-۱-۲ سیستم پخش کننده آب
۱۹۲.....	۷-۲-۳-۱-۱ آبپاش تفنگی
۱۹۳.....	۷-۲-۳-۱-۲ بوم اسپری
۱۹۳.....	۷-۲-۳-۲-۲ لوله پلی اتیلن
۱۹۳.....	۷-۲-۳-۴ بدنه دستگاه
۱۹۴.....	۷-۳-۳ مبانی طراحی آفشان گان
۱۹۴.....	۷-۳-۱ انتخاب دستگاه آبیاری و آبپاش

۱۹۹.....	۷-۳-۲ شدت بخش مجاز آبیاری
۱۹۹.....	۷-۳-۳ سرعت حرکت گان
۲۰۰.....	۷-۳-۴ عمق متوسط آبیاری
۲۰۰.....	۷-۳-۵ مساحت آبیاری شده توسط دستگاه قرقه‌های
۲۰۰.....	۷-۳-۶ فاصله جابه‌جای بدستگاه
۲۰۱.....	۷-۳-۷ محدودیت‌های آبیاری در مرزها
۲۰۲.....	۷-۳-۸ مشاهدات پاش
۲۰۲.....	۷-۳-۹ نشان اثرکرد سیستم
۲۰۸.....	۷-۴ نکات مهم در طراحی
۲۰۸.....	۷-۵ جابه‌جایی دستگاه آبیاری قرقه‌های
۲۰۹.....	۷-۶ کنترل‌های لازم در زمان بهره‌برداری
۲۱۰.....	منابع

فصل هشتم: طراحی سیستم سنتریوت..... ۱

۲۱۲.....	۸-۱ مقدمه
۲۱۳.....	۸-۲ مزایا و معایب سیستم آبیاری سنتریوت
۲۱۳.....	۸-۲-۱ مزایای روش سنتریوت
۲۱۳.....	۸-۲-۲ معایب روش سنتریوت
۲۱۴.....	۸-۳ نحوه حرکت دستگاه سنتریوت
۲۱۵.....	۸-۴ اجزاء سیستم آبیاری سنتریوت
۲۱۵.....	۸-۴-۱ لوله‌ها
۲۱۶.....	۸-۴-۲ نگهدارنده و تقویت کننده
۲۱۶.....	۸-۴-۳ قسمت مرکزی دستگاه
۲۱۷.....	۸-۴-۴ برج‌ها
۲۱۹.....	۸-۴-۵ سیستم ایمنی
۲۱۹.....	۸-۴-۶ آبپاش‌ها
۲۲۰.....	۸-۵ سیستم آبیاری گوشه‌های زمین

- ۶-۸ محاسبه پارامترهای سیستم سنتریموت ۲۲۱
- ۱-۶-۸ دور آبیاری ۲۲۱
- ۲-۶-۸ ضریب فرکانس آبیاری ۲۲۱
- ۳-۶-۸ نیاز ناخالص آبیاری روزانه ۲۲۲
- ۴-۶-۸ عمق آب نفوذ یافته ۲۲۲
- ۵-۶-۸ متوسط ساعات بهره‌برداری در شبانه روز ۲۲۴
- ۶-۶-۸ دیستریکشن بدون پاشنده انتهایی ۲۲۴
- ۶-۶-۸ عرض غیس شده در انتهای دستگاه ۲۲۴
- ۸-۶-۸ حداکثر فشار سر آبنما پاشنده معمولی در انتهای دستگاه ۲۲۶
- ۹-۶-۸ شدت بار بارش متوسط در انتهای دستگاه ۲۲۶
- ۱۰-۶-۸ حداکثر زمان آبیاری در انتهای دستگاه ۲۲۶
- ۱۱-۶-۸ حداقل سرعت و حداکثر مدت چرخش دستگاه ۲۲۸
- ۱۲-۶-۸ انتخاب دور آبیاری ۲۲۹
- ۱-۱۲-۶-۸ حداکثر دور آبیاری بر اساس تخلیه محاسباتی خاک و بارندگی مؤثر ۲۲۹
- ۲-۱۲-۶-۸ حداکثر دور آبیاری بر اساس نفوذ پذیری خاک ۲۲۹
- ۳-۱۲-۶-۸ فاصله بین آبیاریهای متوالی (TR) ۲۲۹
- ۱۳-۶-۸ درصد روشن بودن موتور چرخ آخر ۲۲۹
- ۱۴-۶-۸ طراحی گان انتهایی ۲۳۱
- ۱-۱۴-۶-۸ راندمان آبیاری گان انتهایی ۲۳۱
- ۲-۱۴-۶-۸ عمق ناخالص آبیاری روزانه آبپاش گان ۲۳۲
- ۳-۱۴-۶-۸ انتخاب دبی آبپاش گان ۲۳۲
- ۴-۱۴-۶-۸ شعاع پاشش آبپاش انتهایی ۲۳۲
- ۵-۱۴-۶-۸ انتخاب آبپاش انتهایی و فشار سرویس مورد نیاز ۲۳۲
- ۶-۱۴-۶-۸ دبی سیستم و شعاع آبیاری ۲۳۳
- ۷-۱۴-۶-۸ سطح آبیاری شده توسط آبپاش گان ۲۳۳
- ۱۵-۶-۸ هیدرولیک بال در آبیاری سنتریموت ۲۳۶

۲۳۶.....	۸-۶-۱۵-۱ تعیین دبی و افت اصطکاکی
۲۳۷.....	۸-۶-۱۵-۲ افت اصطکاکی در بال آبیاری با قطر متغیر
۲۳۸.....	۸-۶-۱۵-۳ افت ناشی از اتصالات و متعلقات
۲۳۹.....	۸-۶-۱۶ طراحی بال در دستگاه سنتریوت
۲۳۹.....	۸-۶-۱۶-۱ تعیین قطر یا قطرهای بال آبیاری
۲۴۰.....	۸-۶-۱۶-۲ حداقل فشار در انتهای بال آبیاری
۲۴۱.....	۸-۶-۱۶-۳ بین فشار و رودی به بال آبیاری
۲۴۳.....	۸-۶-۱۷-۱ افت ب قطر آبش
۲۴۳.....	۸-۶-۱۷-۲ افت در طول بال آبیاری
۲۴۳.....	۸-۶-۱۷-۳ دبی هر قطره در طول بال آبیاری
۲۴۴.....	۸-۶-۱۳-۳ قطر پاشش آبش در محل
۲۴۵.....	منابع
۶.....	فصل نهم: دستگاه آبیاری آفشان خاکی (آبیرو)
۲۴۷.....	۹-۱ مقدمه
۲۴۷.....	۹-۲ اجزاء مختلف دستگاه آبیاری لینیرو
۲۴۸.....	۹-۲-۱ برج کنترل
۲۴۸.....	۹-۲-۲ سیستم هدایت دستگاه
۲۴۸.....	۹-۲-۳ آبش ها
۲۴۸.....	۹-۳ سیستم تأمین آب
۲۴۹.....	۹-۳-۱ تغذیه از کانال
۲۴۹.....	۹-۳-۲ تغذیه از طریق لوله قابل انعطاف
۲۴۹.....	۹-۳-۳ تغذیه به صورت خودکار از شیرهای آبیگری
۲۵۰.....	۹-۴ طراحی دستگاه آبیاری لینیرو
۲۵۰.....	۹-۴-۱ انتخاب طول دستگاه
۲۵۱.....	۹-۴-۲ طول مزرعه
۲۵۱.....	۹-۴-۳ انتخاب دور آبیاری

۹-۴-۱ حداکثر دور آبیاری بر اساس تخلیه مجاز رطوبتی خاک و بارندگی موثر ۲۵۱

۹-۴-۲ حداکثر دور آبیاری بر اساس نفوذپذیری خاک ۲۵۱

۹-۴-۴ تعیین ساعات بهره‌برداری ۲۵۱

۹-۴-۵ تعیین نوع آبیاش ۲۵۲

۹-۴-۱۰ فشار مورد نیاز ۲۵۲

۹-۴-۲ بافت و نفوذپذیری خاک ۲۵۲

۹-۴-۳ غلظت باد در منطقه ۲۵۳

۹-۴-۱۱ دمای حرارت ۲۵۳

۹-۴-۵ توپوگراف ۲۵۳

۹-۴-۶ مسائل اقتصاد ۲۵۳

۹-۴-۶ انتخاب فاصله آبیاری ها ۲۵۳

۹-۴-۷ تلفات راندمان آبیاری ۲۵۳

۹-۴-۸ تعیین درصد روشن ماندن نیروی محرکه ۲۵۴

۹-۴-۹ دبی سیستم ۲۵۴

۹-۴-۱۰ دبی آبیاش ۲۵۴

۹-۴-۱۱ دبی آبیاش قطاعی انتهایی ۲۵۴

۹-۴-۱۲ شدت پخش آب ۲۵۴

۹-۴-۱۳ حداقل سرعت مجاز ۲۵۵

۹-۴-۱۴ سرعت حرکت دستگاه در حین آبیاری ۲۵۵

فصل دهم: ایستگاه پمپاژ..... ۱

۱۰-۱ مقدمه ۲۶۲

۱۰-۲ پمپ ۲۶۲

۱۰-۲-۱ پمپ‌های گریز از مرکز ۲۶۲

۱۰-۲-۲ سرعت مخصوص پمپ ۲۶۵

۱۰-۲-۳ قوانین تشابه ۲۶۶

۱۰-۲-۴ توان پمپ ۲۶۷

۲۷۰.....	۱۰-۲-۵ بار مکش خالص مثبت (NPSH)
۲۷۱.....	۱۰-۲-۵-۱ محاسبه حداقل یا حداکثر عمق مکش
۲۷۲.....	۱۰-۲-۶ متحنی خصوصیات پمپ
۲۷۶.....	۱۰-۲-۷ دبی و فشار مورد پمپاژ
۲۷۹.....	۱۰-۲-۸ پدیده کاویتاسیون
۲۷۹.....	۱۰-۲-۹ آرایش سیستم پمپها
۲۸۰.....	۱۰-۲-۹-۱ چهای سری
۲۸۱.....	۱۰-۲-۹-۲ چهای موازی
۲۸۵.....	۱۰-۳-۱ نیروی حرکت
۲۸۵.....	۱۰-۳-۱-۱ موتورهای الکتریکی
۲۸۵.....	۱۰-۳-۱-۱-۱ موتورهای تکدر
۲۸۶.....	۱۰-۳-۱-۲ موتورهای سه فاز
۲۸۶.....	۱۰-۳-۱-۳ مصرف برق موتورهای الکتریکی
۲۸۷.....	۱۰-۳-۲ موتورهای دیزلی
۲۸۷.....	۱۰-۳-۲-۱ مصرف برق موتورهای دیزلی
۲۸۸.....	۱۰-۴-۱ شاسی و فوندانسیون
۲۸۹.....	۱۰-۴-۱-۱ تعیین ابعاد شاسی
۲۸۹.....	۱۰-۴-۲ ابعاد فوندانسیون
۲۸۹.....	۱۰-۵-۱ لوله مکش
۲۸۹.....	۱۰-۵-۱-۱ قطر لوله مکش
۲۹۰.....	۱۰-۵-۲ آرایش لوله‌های مکش
۲۹۱.....	۱۰-۵-۳ اتصالات لوله مکش
۲۹۲.....	۱۰-۵-۳-۱ اتصالات مربوط به ورودی لوله مکش و شیر پایاب
۲۹۳.....	۱۰-۵-۳-۲ تبدیل‌ها
۲۹۴.....	۱۰-۵-۳-۳ زانوها
۲۹۴.....	۱۰-۵-۳-۴ شیر قطع و وصل کشویی

- ۱۰-۵-۳-۵ اتصال قابل پیاده کردن ۲۹۴
- ۱۰-۵-۳-۶ لوزه گیرها ۲۹۴
- ۱۰-۵-۳-۷ فشارسنج ها ۲۹۵
- ۱۰-۶-۱ لوله رانش ۲۹۵
- ۱۰-۶-۱-۱ قطر لوله رانش ۲۹۵
- ۱۰-۶-۲ اتصالات لوله رانش ۲۹۵
- ۱۰-۶-۲-۱ میل ها ۲۹۶
- ۱۰-۶-۲-۲ شیرهای یکطرفه ۲۹۶
- ۱۰-۶-۲-۳ شیرکشور ۲۹۶
- ۱۰-۶-۲-۴ شیر پرانه ای ۲۹۷
- ۱۰-۶-۲-۵ زانو ها ۲۹۷
- ۱۰-۶-۲-۶ لوزه گیرها ۲۹۷
- ۱۰-۶-۲-۷ اتصالات قابل پیاده کردن ۲۹۷
- ۱۰-۶-۲-۸ فشارسنج و کلید کنترل فشار ۲۹۷
- ۱۰-۷-۷ حوضچه مکش ۲۹۸
- ۱۰-۸-۸ کلکتور یا لوله جمع کننده ۲۹۹
- ۱۰-۹-۹ سیستم برق ۲۹۹
- ۱۰-۱۰-۱۰ کنترل کننده های فشار ۲۹۹
- ۱۰-۱۰-۱-۱ ضربه قوچ (چکش آبی) ۳۰۰
- ۱۰-۱۰-۲-۱ شیر یکطرفه ۳۰۱
- ۱۰-۱۰-۳-۱ کنارگذر پمپ مجهز به شیر یکطرفه ۳۰۱
- ۱۰-۱۰-۴-۱ شیر تخلیه فشار ۳۰۲
- ۱۰-۱۰-۲-۲ کنترل کمترین و بیشترین فشار مجاز پمپ ۳۰۲
- ۱۰-۱۰-۲-۱-۲ کلید کنترل فشار ۳۰۲
- ۱۰-۱۰-۲-۲ نصب شیر کنترل فشار ۳۰۳
- ۱۰-۱۰-۳-۲ نصب شیر کنترل جریان ۳۰۳

۳۰۳	۱۰-۱-۲-۴ شیر تخلیه فشار
۳۰۳	۱۰-۱-۳ تنظیم فشار ایستگاه پمپاژ
۳۰۳	۱۰-۱-۱ استفاده از چندین پمپ
۳۰۳	۱۰-۱-۳ تغییر دور
۳۰۳	۱۰-۱-۳ تنظیم پره‌های پروانه
۳۰۴	۱۰-۱-۳ شیرهای دستی
۳۰۶	۱۰-۱-۳ شیرها، اتوماتیک
۳۰۶	۱۰-۱-۶ سیستم کنارگذر
۳۰۶	۱۰-۱-۴ کنترل فشار، رلو، مکش
۳۰۷	۱۰-۱-۴ استفاده از کانتینر سطح
۳۰۷	۱۰-۱-۴ استفاده از کانتینر فشار
۳۰۷	۱۰-۱-۴ نصب خلاءسنج روی لوله مکش
۳۰۷	۱۰-۱-۱۱ هواگیری پمپ‌ها
۳۰۷	۱۰-۱-۱۱ استفاده از مکش مثبت
۳۰۷	۱۰-۱-۱۱ استفاده از پمپ
۳۰۷	۱۰-۱-۱۱ استفاده از پمپ خلاء
۳۰۷	۱۰-۱-۴ استفاده از لوله‌کشی جداگانه
۳۰۸	۱۰-۱-۵ استفاده از منبع ذخیره
۳۱۰	منابع

فصل یازدهم: دستورالعمل بهره‌برداری روش‌های آبیاری تحت فشار

۳۱۲	۱۱-۱ مقدمه
۳۱۲	۱۱-۲ دستورالعمل بهره‌برداری از سیستم پمپاژ
۳۱۲	۱۱-۲-۱ نگهداری سیستم پمپاژ در زمان غیر آبیاری
۳۱۲	۱۱-۲-۲ نگهداری و کنترل پمپ در زمان راه اندازی و شروع فصل آبیاری
۳۱۳	۱۱-۲-۳ نگهداری و کنترل سیستم پمپاژ در زمان فصل آبیاری
۳۱۴	۱۱-۲-۴ عیب‌یابی سیستم پمپ

۳۳۵	۱-۱۲ مقدمه
۳۳۵	۲-۱۲ اهداف ارزیابی
۳۳۷	۳-۱۲ لزوم ارزیابی روش آبیاری
۳۳۷	۴-۱۲ پارامترهای ارزیابی
۳۳۸	۵-۱۲ راندمان آبیاری
۳۳۸	۱-۵-۱۲ راندمان کاربرد آب
۳۳۹	۲-۵-۱۲ تعریف راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین
۳۴۰	۳-۵-۱۲ کمترین رطوبت خاک
۳۴۰	۴-۵-۱۲ راندمان واقعی در رد آب اصلاح شده
۳۴۱	۵-۵-۱۲ راندمان پتانسیل کاربرد آب
۳۴۱	۶-۱۲ یکنواختی توزیع آب در مزرعه
۳۴۲	۷-۱۲ رابطه ریاضی یکنواختی توزیع
۳۴۲	۱-۷-۱۲ ضریب توزیع یکنواختی کریس مانسر
۳۴۳	۲-۷-۱۲ ضریب یکنواختی هارت و رینولدز
۳۴۳	۳-۷-۱۲ ضریب یکنواختی توزیع آب در ربع پائین (DU)
۳۴۳	۴-۷-۱۲ ضریب توزیع یکنواختی هاوایی
۳۴۴	۸-۱۲ رابطه بین DU و CV و ضریب غیرات CV
۳۴۴	۹-۱۲ توزیع های آماری میزان پخش آب در آبیاری بارانی
۳۴۴	۱-۹-۱۲ توزیع نرمال
۳۴۴	۲-۹-۱۲ توزیع یکنواخت
۳۴۵	۱۰-۱۲ رابطه AE و PELQ
۳۴۵	۱۱-۱۲ رابطه AELQ و PELQ
۳۴۶	۱۲-۱۲ رابطه PELQ و DU
۳۴۶	۱۳-۱۲ تبدیل پارامترهای ارزیابی از شبکه محاسباتی به کل مزرعه
۳۴۷	۱۴-۱۲ ارزیابی روش آبیاری بارانی در مزرعه
۳۴۷	۱-۱۴-۱۲ اطلاعات اولیه

۱۲-۱۴-۲ اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای..... ۳۴۷

۱۲-۱۴-۳ وسایل موردنیاز برای ارزیابی..... ۳۴۸

۱۲-۱۴-۴ روش اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به روش آبیاری..... ۳۴۸

منابع..... ۳۵۸

نمونه سوال..... ۳۵۹

پیوست شماره ۱: اتصالات آلومینیومی..... ۳۶۴

پیوست شماره ۲: اتصالات پلی‌اتیلن..... ۳۶۲

پیوست شماره ۳: آلات و انشعابات در خطوط لوله آبرسان..... ۳۶۶

پیوست شماره ۱: پلان ایستگاه کنترل مرکزی..... ۳۶۹