بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان‌نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی‌ارشد در رشته مهندسی آبیاری و زهکشی

عنوان

بررسی و تحلیل اندازه قطره‌های تولید شده بوسیله آبپاش‌های ضربه‌ای آبیاری بارانی بر اساس قطر نازل و فشار کارکرد

اساتید راهنما

دکتر رضا دلیر حسن‌نیا

دکتر امیر حسین ناظمی

استاد مشاور

دکتر علی اشرف صدرالدینی

پژوهشگر

وحدت احمدی‌فر

شهریور ماه ۱۳۹۳

شماره ۲۴-۱۳۹۳

تقدیم به:

پدر عزیز

و مادر مهربانم

تشکر و قدردانی

حمد و ستایش مخصوص خداوند یکتا است که عنایت فرمود تا مقطعی دیگر از تحصیلاتم را با به پایان برسانم . با اتمام این پژوهش بنده بر خود لازم می‌دانم که مراتب امتنان خود را نسبت به تمام بزرگوارانی که در انجام پژوهش حاضر مرا یاری نموده‌اند ابراز دارم.

در ابتدا وظیفه خود می‌دانم از تلاش‌های ارجمند اساتید محترم راهنمای خویش جناب آقای دکتر دلیر حسن‌نیا و آقای دکتر ناظمی که با بزرگواری مرا در تهیه و تدوین پایانامه راهنمایی نمودند نهایت تشکر را داشته باشم.

از استاد مشاور ارجمندم آقای دکتر صدرالدینی که از مشاوره‌های ارزنده ایشان بهره بردم، کمال تشکر را دارم.

از استاد بزرگوار آقای دکتر سلماسی که قبول زحمت فرموده و داوری این پایانامه را بر عهده گرفتند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

از سایر اساتید و اعضای محترم گروه مهندسی آب که در مراحل مختلف تحصیل اینجانب، زحمات زیادی را متحمل شده اند بسیار سپاسگزارم.

از خانواده عزیزم بویژه پدر و مادر فداکارم که همواره مشوق و حامی من بوده‌اند و در تمامی دوران زندگیم مدیون زحمات بی حد و حصر آنها هستم، سپاسگزارم.

نام خانوادگی: احمدی‌فر نام: وحدت

عنوان پایانامه: برسی و تحلیل اندازه قطره‌های متوسط تولید شده از آبپاش‌های ضربه‌ای آبیاری بارانی بر اساس قطر نازل و فشار کارکرد

استادان راهنما: دکتر رضا دلیر حسن‌نیا و دکتر امیر حسین ناظمی

استاد مشاور: دکتر سید علی اشرف صدرالدینی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی آب گرایش: آبیاری و زهکشی

دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: شهریور ۹۳ تعداد صفحه: ۹۳

واژه‌های کلیدی: آبپاش ضربه‌ای، اندازه قطره‌ها، روش‌های هوشمند، روش‌های آماری ، فشار کارکرد، قطر نازل.

چکیده:

با توجه به نقش مهم قطره‌های خارج شده از آبپاش در طراحی، ارزیابی، شبیه سازی سیستم های آبیاری بارانی، تعیین تلفات باد بردگی و تبخیر، تراکم خاک و خسارت محصول، پیش‌بینی اندازه قطره تولید شده می تواند شبیه سازی و مدیریت این سیستم را بهبود بخشد. در این تحقیق از روش هوشمند برنامه‌ریزی بیان ژن(GEP) و رگرسیون چند متیغره خطی و غیر خطی (MLR) و (MNLR) در مدل‌سازی اندازه قطره‌های خارج شده از آبپاش استفاده شد. داده‌های ورودی مدل شامل قطر نازل، فشار کارکرد و فاصله از آبپاش بود و همچنین اندازه قطره‌های فرود آمده در فواصل مختلف از آبپاش به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شد. آزمایش‌ها در ۲۲ ترکیب اندازه نازل و فشار کارکرد آبپاش در شرایط بدون باد انجام شد. در هر یک از آزمایش‌ها ۱۰ الی ۱۴ ایستگاه اندازه‌گیری در فواصل ۱/۵ متری از هم در نظر گرفته شد. با استفاده از عکس‌برداری دیجیتالی خواص دینامیکی و هندسی قطره مشخص گردید. در نتیجه با اطلاعات به دست آمده، قطر نازل، فشار کارکرد و فاصله فرود قطره‌ها از محل آبپاش از یک طرف و اندازه متوسط قطره‌های خارج شده از آبپاش از طرف دیگر دسته بندی شدند. در نهایت روش هوشمند GEP و روش MLR و MNLR به منظور توسعه مدل برای پیش‌بینی اندازه قطره فرود آمده در فاصله معینی از آبپاش استفاده شد. مقایسه بین خروجی‌های مدل و داده‌های آزمایشی انجام گرفت. در روش برنامه‌ریزی ژنتیک مدل F5 با مقادیر R^2=۰/۹۲۱۴ و RMSE =۰/۴۰۶۰ به دلیل دقت بالا و استفاده از عملگرهای ریاضی ساده و در روش رگرسیون چند متغیره غیر خطی مدل L1 با مقادیر R^2=۰/۸۷۱۱ و RMSE =۰/۵۴۴۲ به دلیل دارا بودن دقت نسبتا بالا و ساختار فرمولی ساده به عنوان مدل‌های مناسب در برآورد اندازه قطره‌های تولید شده از آبپاش ضربه‌ای ارائه شدند. شعاع پخش و پروفیل پخش آبپاش‌ها نیز در کلیه ۲۲ ترکیب آزمایش شد. اندازه متوسط قطره‌های پخش شده از میانگین وزنی بدست آمد.

فهرست مطالب

مقدمه ۱
بررسی منابع ۳
۱-۱ خصوصیات کار آبپاش‌ها ۴
۱-۱-۱ مشخصات آبپاش‌های مورد استفاده ۵
۱-۲ عوامل موثر بر نحوه‌ی کار آبپاش‌ها ۶
۱-۲-۱ قطر نازل ۶
۱-۲-۲ فشار کارکرد ۷
۱-۳ برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۱
۱-۳-۱ الگوریتم ژنتیک ۲۳
۱-۳-۲ عملگرهای برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۴
۱-۳-۳ برنامه‌ریزی بیان ژن ۳۰
۱-۳-۴ مراحل اصلی در برنامه‌ریزی بیان ژن ۳۰
۱-۳-۵ عملگرهای برنامه‌ریزی بیان ژن ۳۲
۱-۳-۶ ویژگی‌های برنامه‌ریزی بیان ژن ۳۴
۱-۳-۷ تابع برازش ۳۶
۱-۴ مدل رگرسیون ۳۷
۱-۴-۱ رگرسیون خطی ساده ۳۸
۱-۴-۲ رگرسیون خطی چند متغیره ۳۹
۱-۴-۳ رگرسیون غیر خطی چند متغیره ۴۱
۱-۴-۳-۱ شناخت الگو ۴۳
۱-۴-۳-۱-۱ تابع انتظار ۴۳
۱-۴-۳-۱-۲ جمله خطا ۴۳
۱-۴-۳-۱-۳ مقادیر آغازین ۴۴
۱-۴-۳-۱-۴ تسهیل گرایی در همگرایی ۴۴
مواد و روش‌ها ۴۶
۲-۱ آزمایش‌های میدانی ۴۷
۲-۱-۱ مکان انجام آزمایش ۴۷
۲-۱-۲ نحوه انجام آزمایش ۴۷
۲-۱-۲-۱ مشخصات آبپاش‌های مورد استفاده ۴۷
۲-۱-۲-۲ تجهیزات استقرار یافته ۴۸
۲-۱-۲-۳ شبکه ظرف‌های جمع‌آوری آب ۴۹

۲-۱-۲-۴ عکس‌برداری از قطره‌ها ۵۰
۲-۱-۲-۵ تعیین مشخصات قطره‌های خارج شده از آبپاش ۵۲
۲-۲ مدل سازی اندازه قطره‌های خارج شده از آبپاش ۵۲
۲-۲-۱ مدل برنامه‌ریزی بیان ژن (GEP) ۵۳
۲-۲-۱-۱ روند مدل سازی اندازه قطره‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی ژنتیک ۵۴
۲-۲-۲ مدل رگرسیون چند متغیره خطی (MLR) ۵۵
۲-۲-۳ مدل رگرسیون چند متغیره غیر خطی (MNLR) ۵۶
۲-۲-۴ معیار ارزیابی اعتبار مدل‌های مورد استفاده ۵۷
نتایج و بحث ۵۹
۳-۱ نتایج شبکه ظروف جمع‌آوری آب ۶۰
۳-۲ بررسی شعاع پخش آبپاش‌ها ۶۷
۳-۳ استخراج نتایج آزمایش‌های عکس‌برداری ۶۹
۳-۳-۱ اندازه متوسط قطره‌های تولید شده از آبپاش‌ها ۷۰
۳-۳-۱-۱ بررسی اثر فاصله از محل آبپاش بر اندازه قطره‌های پخش شده ۷۱
۳-۳-۱-۲ بررسی اثر فشار کارکرد بر روی اندازه قطره‌های خارج شده از آبپاش ۷۳
۳-۳-۱-۳ بررسی اثر قطر نازل بر اندازه قطره‌های تولید شده از آبپاش ۷۴
۳-۳-۲ مدل سازی اندازه قطره‌های تولید شده از آبپاش ۷۷
۳-۳-۲-۱ نتایج حاصل از مدل GEP ۷۷
۳-۳-۲-۲ نتایج حاصل از روش MLR ۸۱
۳-۳-۲-۳ نتایج حاصل از روش MNLR ۸۵
۳-۴ نتیجه گیری ۸۹
۳-۵ پیشنهادات ۹۱
فهرست منابع ۹۲

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) دسته بندی آبپاش های رایج ۵

شکل (۱-۲) قسمت‌های مختلف آبپاش ضربه‌ای ۶

شکل (۱-۳) ظرف جمع‌آوری آب مجهز به چشمی اپتیک مادون قرمز ۱۴

شکل (۱-۴) شمای کلی و نحوه قرارگیری تجهیزات مورد استفاده

در روش عکاسی با سرعت پایین ۱۶

شکل (۱-۵) ظهور قطره‌ها در عکس‌ها با مشخصات قابل اندازه گیری ۱۷

شکل (۱-۶) تأثیر نسبی تغییرات فشار برروی الگوی بارش آبپاش

مجهز به ۲ نازل ۱۹

شکل (۱-۷) نمونه‌ای از شاخه مجزا برنامه ریزی ژنتیک ۲۳

شکل (۱-۸) عملگر ترکیب نمودار درختی در برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۵

شکل (۱-۹) نمودار درختی عملگر جهش در برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۵

شکل (۱-۱۰) نمودار درختی عملگر جایگشت در برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۶

شکل (۱-۱۱) مثالی از یک واقعهٔ فرضی در جهش نقطه‌ای در برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۷

شکل (۱ - ۱۲) - طرح کلی گام‌های مقدماتی برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۸

شکل (۱- ۱۳) مروری بر شکل کلی گام‌های اجرایی برنامه‌ریزی ژنتیک ۲۹

شکل (۱- ۱۴) فلوچارت برنامه‌ریزی بیان ژن ۳۴

شکل (۱-۱۵) نمایی از نمودار رگرسیون خطی ساده ۳۹

شکل (۱-۱۶) نمایی سه بعدی رگرسیون خطی چند متغیره ۴۱

شکل(۱-۱۷) رابطه رویه و نمودار رویه رابه ازاء مقادیر ثابت x ۴۵

شکل (۲-۱) تجهیزات استقرار یافته جهت انجام آزمایش ۴۹

شکل (۲-۲) نحوه چینش ظرف‌های جمع آوری آب و استقرار آبپاش ۵۰

شکل (۲-۳) عکس برداری از قطره‌های پخش شده از آبپاش ۵۱

شکل (۲-۴) شمای کلی و نحوه قرارگیری تجهیزات مورد

استفاده در روش عکاسی ۵۱

شکل(۳-۱) پروفیل پخش آب برای آبپاش VYR 35 با اندازه نازل ۴/۴ میلی‌متری در فشار
کارکردهای متفاوت ۶۲

شکل (۳-۲) پروفیل پخش آب برای آبپاش AQUA با اندازه نازل ۵/۱ میلی‌متری
در فشار کارکردهای متفاوت ۶۳
شکل (۳-۳) پروفیل پخش آب برای آبپاش LANCER با اندازه نازل
۶/۳ میلی‌متری در فشار کارکردهای متفاوت ۶۴
شکل (۳-۴) پروفیل پخش آب برای آبپاش ZM 6088 با اندازه
نازل ۷ میلی‌متری در فشار کارکردهای متفاوت ۶۵
شکل (۳-۵) پروفیل پخش آب برای آبپاش ZM 6088 با اندازه
نازل ۸ میلی‌متری در فشار کارکردهای متفاوت ۶۶
شکل (۳-۶) پروفیل پخش آب برای آبپاش ژاله ۵ با اندازه نازل
۹ میلی‌متری در فشار کارکردهای متفاوت ۶۷
شکل (۳-۷) تغییرات شعاع پخش آبپاش‌ها به ازای تغییرات
فشار کارکرد در نازل‌های مختلف ۶۸
شکل (۳- ۸) ظهور قطرات در عکس‌ها با مشخصات قابل اندازه‌گیری ۷۰
شکل (۳-۹) افزایش اندازه قطره‌ها با افزایش فاصله از آبپاش در
ترکیب‌های مختلف فشار کارکرد – قطر نازل ۷۲
شکل (۳-۱۰) شمای کلی افزایش اندازه قطره‌های رسیده به
زمین با افزایش فاصله از آبپاش ۷۲
شکل (۳-۱۱) تاثیر افزایش فشار بر روی میانگین وزنی اندازه
قطره‌های تولید شده در انواع نازل‌ها ۷۳

شکل (۳-۱۲) اندازه متوسط قطره‌های پخش شده به ازای قطرهای
نازل متفاوت و فشار کارکردهای مختلف ۷۵
شکل (۳-۱۳) ساختار درختی مدل GEP سناریوی F5 ..... ۷۹
شکل (۳-۱۴) مقایسه متوسط اندازه قطره‌های اندازه‌گیری شده
از آزمایش‌ها با نتایج حاصل از مدل GEP ۸۰
شکل (۳-۱۵) مقایسه اندازه قطره‌های اندازه گیری شده از
آزمایش‌ها با نتایج حاصل از مدل MLR ۸۴
شکل (۳-۱۶) مقایسه اندازه قطره‌های اندازه‌گیری شده
از آزمایش‌ها با نتایج حاصل از مدل MNLR ۸۸

فهرست جداول

جدول (۲-۱) نوع، نازل و فشار کارکرد آبپاش‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها ۴۸
جدول (۲-۲) سناریوهای مدل‌سازی اندازه قطره‌ها با استفاده از روش (GEP) ۵۳
جدول (۲-۳) پارامترهای مورد استفاده در برنامه‌ریزی ژنتیک ۵۴
جدول (۲-۴) سناریوهای مدل‌سازی اندازه قطره‌ها با استفاده از روش (MNLR) ۵۷
جدول (۳-۱) درصد تغییرات شعاع پخش آبپاش به ازای تغییر
فشار در اندازه‌های مختلف قطر نازل ۶۹
جدول(۳-۲) درصد تغییرات اندازه قطره‌ها با تغییر فشار در قطرهای مختلف نازل ۷۶
جدول (۳-۳) نتایج بدست آمده از مدل GEP برای سناریوهای مختلف ۷۸
جدول (۳-۴) نتایج تحلیل رگرسیون خطی ۸۲
جدول (۳-۵) نتایج تحلیل رگرسیون غیر خطی ۸۵
جدول (۳-۶) نتایج تحلیل رگرسیون غیر خطی ۸۷

مقدمه

منابع آب در دنیا با افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی رو به محدودیت گذاشته است و نیاز به استفاده از روش‌های آبیاری با راندمان بالا برای مصرف بهتر آب در کشاورزی بیشتر احساس می‌شود. آبیاری بارانی یکی از روش‌های متداول آبیاری است که مزایای مختلف آن باعث استقبال روز افزون بهره‌برداران و گسترش استفاده از این سیستم‌ها شده است. بر این اساس پرداختن به موضوع افزایش راندمان و بهبود عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی در زمینه‌های مختلف مورد توجه محققان قرار گرفته است. آبپاش به عنوان وسیله پخش آب نقش کلیدی در عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی دارد و اندازه قطره‌های تولید شده توسط آبپاش‌ها کاربرد زیادی در طراحی، ارزیابی، شبیه‌سازی و همچنین تعیین میزان تلفات بادبردگی و تبخیر، رواناب، کوبش خاک و آسیب به محصول و خاک دارد.

فشار و قطر نازل بر روی عوامل مختلفی تاثیر دارند که عبارتند از اندازه قطره‌های آب، شعاع پخش، انرژی برخورد آب به خاک و شدت پخش آب (رحیم زادگان، ۱۳۷۵). هر ترکیب نازل- فشار کارکرد مجموعه‌ای از قطره‌ها با اندازه‌های متفاوت تولید می‌کند و با توجه به تنوع بسیار زیاد اندازه نازل‌ها و فشارهای کارکرد آبپاش‌ها و نیاز به ابزارها و تحلیل دقیق، انجام آزمایش و سنجش اندازه قطره‌ها مقدور نمی‌باشد. بنابراین استفاده از مدل‌ها و روش‌های برآورد کننده توزیع اندازه یا متوسط اندازه قطره‌ها می‌تواند راهکاری برای رفع این مسئله باشد.

با این که در زمینه پیش‌بینی اندازه قطره‌های تولید شده از آبپاش‌های مورد استفاده در سایر علوم از جمله مکانیک (سوخت پاش‌های موتورها) و آبپاش‌های آتش‌نشانی پژوهش‌های متعددی انجام گرفته است، اما در خصوص آبپاش‌های آبیاری بارانی مطالعات محدودی انجام شده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی و تحلیل اندازه قطره‌ها و خصوصیات پخش آب توسط آبپاش‌های آبیاری بارانی و ارائه مدلی برای برآورد اندازه متوسط قطره‌های تولید شده توسط این آبپاش‌ها می‌باشد. در این راستا با توجه

به قابلیت‌های روش‌های هوشمند مانند برنامه‌ریزی بیان ژن[1](GEP) و روش‌های آماری مانند رگرسیون چند متغیره خطی[2](MLR) و غیر خطی[3](MNLR) در مدل سازی فرایندهای پیچیده و ارائه نتایج قابل قبول توسط این روش‌ها در علوم مختلف، از این روش‌ها در برآورد اندازه قطره‌های خروجی از آبپاش‌های آبیاری بارانی استفاده و در نهایت روابطی بر اساس قطر نازل، فشار کارکرد و فاصله از آبپاش ارائه شده است. همچنین تعیین پروفیل بارش برای نازل معین در فشارهای مختلف کارکرد و تاثیر تغییرات فشار کارکرد و قطر نازل بر شعاع پخش و اندازه قطره‌ها با انجام آزمایش‌های میدانی از اهداف دیگر این تحقیق است.

[1] - Gene Expression programming (GEP)

[2] - Multiple Linear Regression (MLR)

[3] -Multiple Non-Linear Regression (MNLR)

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱ خصوصیات کار آبپاش‌ها

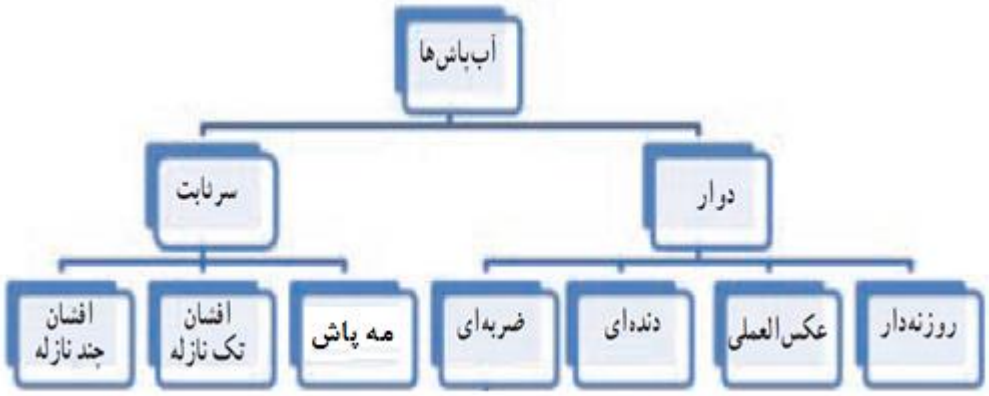
فشار کاری و خصوصیات هندسی نازل (اندازه روزنه نازل، شکل و زاویه) عواملی هستند که کارایی یک آبپاش را کنترل می‌کنند (قربانی و خیرابی،۱۳۸۷). یازار (۱۹۸۴) اندازه نازل، فشار کارکرد و اندازه قطره‌ها را از جمله عوامل موثر بر راندمان کاربرد آب در آبیاری بارانی ذکر کرده است. کاریون و همکاران (۲۰۰۱) عوامل موثر بر توزیع آب از آبپاش‌ها را به سه دسته کلی طراحی آبپاش، اندازه، تعداد و طراحی داخلی نازل‌ها و فشار کارکرد تقسیم بندی کرده است. یکی از هدف‌های اصلی مهندسان آبیاری در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی انتخاب آبپاش‌ها و رسیدن به ترکیبی از فاصله آبپاش‌ها، فشارکاری و اندازه نازل برای به دست آوردن میزان مناسب کاربرد آب با بالاترین درجه یکنواختی ممکن در آن می‌باشد (دهقانی سانیج و رحیم‌زادگان، ۱۳۷۵). هر نوع آبپاش پروفیل پاشش خاصی دارد اندازه قطر نازل و فشار کارکرد آبپاش از عوامل مهم در پخش آب از آبپاش‌ها می‌باشند. مونترو و همکاران (۲۰۰۳) نتیجه گرفتند که فشار کارکرد، اصلی‌ترین عامل سیستمی موثر بر توزیع آب در آبیاری بارانی است. کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) دریافتند در فشار کم به دلیل ریزش بیشتر آب در فواصل نزدیک به آبپاش و در فشار بالا به دلیل تولید قطره‌های ریزتر و حساس‌تر به باد، ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد.

کینساید و همکاران (۱۹۹۶) اندازه قطره‌ها و فاصله‌ای که طول می‌کشد قطره‌ها بر زمین بیافتد را از عوامل مهم در تلفات تبخیر و بادبردگی نام بردند. به طور کلی قطر نازل، فشار کارکرد و اندازه قطره‌های خارج شده از آبپاش‌ها در مجموع عوامل سیستمی می‌باشند که در راندمان آبیاری بارانی موثر می‌باشند. با توجه به مطالب ذکر شده اندازه نازل، فشار کاری آبپاش همچنین اندازه قطره خارج شده می‌تواند از عوامل موثر در طرز کار آبپاش‌ها باشد.

۱-۱-۱ مشخصات آبپاش‌های مورد استفاده

آبپاش‌ها یکی از حساس‌ترین قطعات سیستم آبیاری بارانی هستند. کار آبپاش‌ها پخش یکنواخت آب در سطح مزرعه است بدون آنکه آب روی زمین جاری شود. آبپاش‌ها انواع مختلفی دارند که برای شرایط متفاوت و گیاهان گوناگون ساخته شده‌اند.

برحسب مکانیزم، آبپاش‌ها را به دو گروه اصلی آبپاش‌های دوار، آبپاش‌های سر ثابت دسته بندی می شوند.



شکل (۱-۱) دسته بندی آبپاش‌های رایج.

با توجه به این که بخش اعظم آبپاش‌های مورد استفاده در آبیاری بارانی به خصوص در بخش کشاورزی از نوع دوار ضربه‌ای می‌باشد، در این تحقیق به بررسی عوال سیستمی موثر بر طرز کار این نوع آبپاش‌ها که در تعیین راندمان آبیاری بارانی بسیار موثراند، پرداخته شده است.

آبپاش ضربه‌ای: این آبپاش‌ها دارای یک قطعه نوسان کننده (بازوی آبپاش) هستند. هنگامی که آب از نازل آبپاش خارج می‌شود با برخورد به این قطعه بدنه را چند درجه می‌چرخاند و با نیرویی که فشار آب به بازوی آبپاش وارد می‌کند باعث چرخش چند درجه‌ای بازوی آبپاش حول محور عمودی شده و از مسیر آب خارج می شود. بازوی آبپاش که با نیروی فنر به بدنه آبپاش متصل است بدنه آبپاش را چند درجه به گردش در آورده و مسیر آبپاش را تغییر می‌دهد. بازوی آبپاش با نیروی فنر

دوباره در مسیر آب قرار می‌گیرد و مراحل قبلی تکرار می‌شود. با حرکت‌های متناوب این بازو، آبپاش شروع به چرخش حول محور خود روی دایره کامل (۳۶۰ درجه) می‌کند. به طور کلی آبپاش‌های ضربه‌ای دارای فشار کاری بالا، شعاع پخش زیادتر و اندازه قطره‌های بزرگتر و شدت پاشش کمتری نسبت به سایر آبپاش‌ها می‌باشند.

شکل (۱-۲) قسمت‌های مختلف آبپاش ضربه‌ای.

۱-۲ عوامل موثر بر نحوه کار آبپاش‌ها

آگاهی از عوامل موثر بر نحوه کار آبپاش‌ها مهندسان آبیاری را در انتخاب نوع آبپاش، بالا بردن راندمان آبیاری و توزیع یکنواخت آب در مزرعه یاری خواهد کرد. در این تحقیق اثر فشار کارکرد و قطر نازل براندازه قطره‌ها و نحوه کار آبپاش بررسی شد.

۱-۲-۱ قطر نازل

آبپاش‌ها دارای سوراخ های ریزی هستند که دهانه آبپاش نام دارند آب از طریق این دهانه‌ها به بیرون هدایت می‌شود. هر آبپاش ممکن است ۲،۱ و یا ۳ نازل داشته باشد. آبپاش‌ها از نظر هیدرولیکی مانند روزنه عمل می‌کنند مقدار آب پخش شده در مزرعه با اندازه نازل آبپاش تغییر می‌کند. رابطه زیر بین فشار متوسط، دبی و اندازه دهانه آبپاش بر قرار است (رحیم زادگان، ۱۳۷۵):

$$q = k_q \times a \times \sqrt{p_a} \qquad (۱-۱)$$

که در آن P_a فشار متوسط، a سطح دهانه آبپاش، K_q ضریب بده و q دبی آبپاش می‌باشد.

۱-۲-۲ فشار کارکرد

فشار لازم هنگام کار آبپاش که عامل پخش آب در مزرعه به صورت باران و در نهایت آبیاری زمین می‌شود را فشار کارکرد آبپاش می‌گویند. فشار بیش از اندازه زیاد و کم هر دو اثرات نامطلوب در توزیع آب داشته و باعث کاهش ضریب یکنواختی می‌شود (رحیم زادگان، ۱۳۷۵).

فشار کارکرد و اندازه قطر نازل بر عوامل مختلفی اثر دارد که در این تحقیق موارد مهم آنها مورد بررسی قرار گرفته است که به آنها اشاره شده است.

الف) اندازه قطره‌های آب پخش شده از آبپاش

اطلاع دقیق از اندازه قطره‌های خارج شده از آبپاش مهم می‌باشد به طوری که باد بردگی و تلفات تبخیر به قطره‌های با اندازه کوچک و خوابیدگی محصولات، سله بستن خاک و رواناب به قطره‌های اندازه‌های با اندازه بزرگ ربط دارند (کینساید و همکاران، ۱۹۹۶).

اندازه قطره‌ها در تشکیل سله بر روی خاک لخت اهمیت فراوانی دارد. سله بستن خاک باعث کاهش نفوذ پذیری خاک می‌شود قطره‌های ریز نسبت به قطره‌های درشت آب از انرژی کمتری برخوردارند و به سطح خاک که اثابت می‌کنند کمتر باعث سله بستن خاک می‌شوند از طرفی قطره‌های ریز بیشتر تحت تاثیر باد قرار می‌گیرند و نتیجه آن افزایش تلفات آب بر اثر باد بردگی می‌شود (قربانی و خیرابی، ۱۳۸۷).

هرچه فشار زیادتر باشد قطره‌های آب ریزتر می‌گردد لوین[1] مطالعاتی در زمینه اثرات فشار و اندازه قطرنازل آبپاش بر روی اندازه قطره‌های پخش شده انجام داده است.

1- Levin

افزایش فشار باعث کاهش اندازه قطره‌های پخش شده از آبپاش می‌شود، افزایش بیش از اندازه فشار باعث پودری شدن ذرات پخش شده آب و در نتیجه وجود باد باعث کاهش یکنواختی و در نتیجه کاهش راندمان می‌شود هم چنین اندازه نازل کوچک نیز می‌تواند تاثیر مشابهی بر روی بازده بگذارد (رحیم زادگاه، ۱۳۷۵).

در مورد آبپاش‌های اسپری فاسی و همکاران (۲۰۰۱) بر روی آبپاش‌های اسپری سنترپیوت تحقیقاتی را انجام داد و با مقایسه یک نوع آبپاش اسپری پد ثابت (D3000) و یک آبپاش پد گردان (R3000) نشان داده‌اند که اندازه قطره‌های حاصل از آبپاش پد ثابت کوچک‌تر از قطره‌های آبپاش پد گردان می‌باشد.

محققان زیادی در علوم مهندسی آبیاری و سایر علوم به پیش‌بینی اندازه قطره‌های خروجی از آبپاش‌ها، سوخت‌پاش‌ها، نازل‌های آتش‌نشانی و ... پرداخته اند که به بعضی از مهمترین آنها اشاره شده است.

در زمینه آبپاش‌های آبیاری بارانی، لی و همکاران (۱۹۹۴) مدل تجربی زیر را برای برازش منحنی توزیع قطره‌های آب پیشنهاد دادند:

$$P_V = 100(1-e^{-0.693(\frac{D}{D_{50}})^n}) \qquad (۲-۱)$$

در این معادله D قطر قطره، P_V درصدی از جرم کل آب پخش شده است که تعلق به ذرات کوچکتر از قطر D دارد، D_{50} قطر متوسط ذرات و n نمای بی بعد است.

به منظور به دست آوردن پارامترهای رابطه فوق کینساید و همکاران (۱۹۹۶) روابط زیر را معرفی نمودند:

$$D_{50} = a_d + b_d R \qquad (۳-۱)$$

و

$$n = a_n + b_n R \qquad (۴-۱)$$

که در این روابط R نسبت قطر نازل(D) بر حسب میلی‌متر به فشار آبپاش (P) بر حسب کیلوپاسکال و a_d، b_d، a_n ، b_n ضرایب تجربی می‌باشند.

کینساید و همکاران (۱۹۹۶) مقادیر پیشنهادی این ضرایب را برای هفت نوع آبپاش ارائه نمودند. همچنین پلایان و همکاران (۲۰۰۶) ضمن استفاده از رابطه لی و همکاران (۱۹۹۴) در تحقیق خود، برای دو نوع دیگر از آبپاش‌ها ضرایب معادله‌های (۱-۳) و (۱-۴) را ارائه نمودند.

دی بوئر و مونس (۲۰۰۱) به منظور تعیین انرژی جنبشی قطره‌های تولید شده از آبپاش اسپری-هایی با پد انحراف چرخان، ابتدا روشی برای تعیین D_{50} قطره‌ها ابداع نمودند. روش پیشنهادی این محققان دارای سه مرحله به صورت زیر می‌باشد:

در مرحله اول پروفیل بارش و شعاع پخش در شرایط بدون باد برای هر ترکیب آبپاش- فشار کارکرد با انجام آزمایش به دست می‌آید.

سپس با معلوم بودن قطر نازل، فشار کارکرد و دبی آبپاش و با فرض اینکه حداکثر قطر قطره‌های پخش شده در هوا ۶ میلی‌متر می‌باشد معادلات بالستیک (فوکی و همکاران، ۱۹۸۰) حل می‌شود تا حداکثر طول پیمایش قطره‌ها (شعاع پخش) برای حداکثر اندازه قطره فرض شده به دست آید.

در مرحله سوم این طول پیمایش با شعاع پخش اندازه‌گیری شده در آزمایش‌ها مقایسه می‌شود و در صورت مغایرت، اندازه فرض شده ۶ میلی‌متر برای بزرگترین قطره تصحیح می‌گردد. سپس بر این اساس برای فواصل نزدیک‌تر اندازه‌های کوچک‌تر قطره‌ها محاسبه و میانگین کل اندازه قطره‌های محاسبه شده به عنوان D_{50} در نظر گرفته می‌شود.

سالوادور و همکاران (۲۰۰۹) روش جدیدی جهت تعیین قطر قطره‌ها ارائه و تأیید اعتبار کردند. آنها روشی بر مبنای عکاسی با سرعت کم (۱/۱۰۰ثانیه) ارائه نمودند، این روش امکان اندازه‌گیری مستقیم قطر، زاویه و سرعت قطره‌هایی که از آبپاش خارج شده است را با دقت بالا می‌دهد. در این تحقیق از روش عکاسی دیجیتال برای تعیین مشخصات قطره‌های پخش شده از آبپاش منفرد آبیاری بارانی با اندازه نازل ۴/۸میلی‌متر و فشار کارکرد ۲۰۰ کیلو پاسکال استفاده نمودند، کارایی آبپاش توسط

عکس‌هایی که از ۱۶۴۶ قطره در مسافت‌های ۱/۵ تا ۱۲/۵ متر گرفته شده بود، بررسی گردید و نتایج نشان دادند اندازه قطر، سرعت و زاویه نسبت به افق قطره‌ها با بیشتر شدن فاصله از آبپاش بترتیب افزایش، افزایش و کاهش می‌یافتند.

پیش‌بینی اندازه قطره‌های تولید شده از آبپاش‌ها در سایر علوم و سایر سیالات نیز مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است که در این بخش به ذکر چند نمونه بسنده می‌شود:

کیم و همکاران (۲۰۰۳) مدلی برای پیش‌بینی اندازه قطره‌های سوخت مایع پخش شده از سوخت پاش ها ارائه دادند و با نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام گرفته مقایسه کردند. مدل ارائه شده از دو قسمت تصادفی و قطعی تشکیل شده است. قسمت تصادفی با استفاده از اصل حداکثر آنتروپی و قسمت قطعی با استفاده از نظریه ناپایداری هیدرودینامیک به پیش‌بینی موارد ذکر شده می‌پردازد. نتایج حاصل از مقایسه بین داده‌های آزمایشگاهی و پیش‌بینی شده توسط مدل در چند نوع نازل نشان داد این مدل می‌تواند برای پیش‌بینی اندازه و سرعت توزیع در طیف وسیعی از سوخت‌پاش‌ها و اسپری‌ها به کار رود.

کولار و فرزانه (۲۰۰۷) مدلی جهت شبیه سازی حرکت و تشکیل قطره‌ها در محیط دو فازی آب و هوا پخش شده در طول مسیر حرکت ارائه نمودند. موارد تاثیر گذار در مدل‌سازی مانند برخورد قطره‌ها و بهم پیوستگی مجدد، تبخیر و خاصیت خنک کنندگی، گرانش زمین و ته نشینی، پراکندگی و آشفتگی قطره‌ها در نظر گرفته شدند. آزمایش‌های این پژوهش در یک تونل باد و در شرایط تبرید سیال پخش شده در هوا[1] پس از پخش آب انجام شد. نتایج به دست آمده از مدل و آزمایش‌های انجام گرفته با هم مقایسه شدند.

رن و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی پخش آب از اسپری‌های آتش‌نشانی بر اساس هندسه نازل و نوع شکل‌گیری جت آب و قطره‌های تشکیل شده از آن با توجه به شرایط فیزیکی پرداختند و مدلی با عنوان تولید ذرات ریز آبپاش[2] معرفی نمودند. برای بررسی اثر فشار بر تولید قطره در یک نوع نازل با

1 - Icing wind tunnel
2- Sprinkler atomization model (SAM)