ط حی و ساخت آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی (۳۳۷)

مجیدرضا آیت‌اللهی[۱] ، رضا آقازاده[۲] ، رضا غفوری‌آهنگر[۳]

چکیده

در این مقاله طراحی و ساخت آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به اهمیت مصرف بهینه آب و محدودیت‌های موجود در آب‌پاش‌های زراعی، آب‌پاشی طراحی و ساخته شده است که بتواند سطوح چند ضلعی را آبیاری کند. سیستم عملکرد آب‌پاش به این صورت می‌باشد که با تغییر زاویه دوران آب‌پاش، زاویه نازل خروجی و در نتیجه برد آن تغییر می‌کند. از یک بادامک قابل تنظیم جهت تعیین زاویه نازل خروجی استفاده شده است. آب‌پاش در نرم‌افزار CATIA با توجه به استانداردهای موجود از جمله فشار کاری آبیاری، طراحی و مدل‌سازی شده است. نمونه اولیه بر اساس فرضیات اولیه ساخته و نتایج عملکرد آن برای یک ناحیه چهار ضلعی مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته شده است. عملکرد و نتایج آب‌پاش طراحی و ساخته شده رضایت بخش بوده است.

کلید واژه: آب‌پاش زراعی مکانیکی، مکانیزم ضربه‌ای، زاویه دوران آب‌پاش، زاویه نازل خروجی، CATIA

۱- استاد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، پست الکترونیک: m.ayat@iust.ac.ir
۲- کارشناس مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران
۳- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

۱- مقدمه

آب‌پاش‌ها نقش بسیار مهمی در صنعت کشاورزی و نگهداری فضای سبز ایفا می‌کنند. چرا که عملکرد صحیح آب‌پاش، رشد مطلوب محصولات کشاورزی و زیبایی هر چه بیشتر فضای سبز پیرامون ما را به دنبال دارد. آب‌پاش یک وسیله مجرادار، اغلب بصورت استوانه‌ای یا حلقه‌ای است که به شلنگ و یا مخزن آب متصل می‌گردد و می‌تواند آب را روی زمین زراعی و باغ‌ها بپاشد [۱]. مهندسین آبیاری هنگام طراحی یک سیستم آبیاری تلاش می‌کنند تا بازده آبیاری (IE) را افزایش دهند. IE بوسیله انجمن مهندسین عمران آمریکا (ASCE) در کمیته آبیاری مزارع (ASCE, 1978) بصورت نسبت حجم آبی که محصول جذب می‌کند به حجم آب به کار رفته تعریف می‌شود. مثلاً آبیاری قطره‌ای سطحی دارای IE از 80% تا 91% که مقدار مناسبی است. سیاستگذاران دولت به بازده مصرف آب در آبیاری (IWUE) علاقه‌مند هستند. IWUE ($th^{-1}mm^{-1}$)، به صورت نسبت میزان محصول (th^{-1}) به آب مصرفی در آبیاری (mm) که شامل بارندگی نیز می‌باشد تعریف می‌گردد [۲].

از آب‌پاش‌های چند ضلعی پاش می‌توان به Accu Rain اشاره کرد. ربات آب پاش مشخصات سطح مورد نظر را گرفته و با توجه به برنامه زمان‌بندی که می‌گیرد بطور خودکار به آبیاری پرداخته و قطع می‌گردد و دارای سیستم کنترل از راه دور است (شکل ۱). این آب‌پاش بصورت یکنواخت آبیاری می‌کند، آب را هدر نمی‌دهد. با تغییر زمین زراعی نصب و شروع به کار آن آسان است [۳]. از معایب این نوع آب‌پاش می‌توان به نیاز دستگاه به جریان الکتریسیته و گرانی قیمت آن اشاره نمود.

شکل ۱- Accu rain [۳]

شکل ۲ آب‌پاش زراعی مکانیکی از نوع دورانی با قابلیت آبیاری سطوح مربعی که در کشور ساخته شده را نشان می‌دهد. این آب‌پاش بر اساس تغییر برد آب اسپری شده توسط تغییر زاویه دهانه آب‌پاش کار می‌کند. بدین منظور سر آب‌پاش بر روی یک بادامک از قبل طراحی شده حرکت می‌کند و زاویه پاششی آب را تغییر داده و در نتیجه برد را تغییر می‌دهد [۱]. از معایب این نوع آب‌پاش می‌توان به تنها مربع پاشیدن و قابلیت انجام این عمل در یک فشار کاری خاص اشاره کرد.

شکل ۲- آب‌پاش زراعی مکانیکی با قابلیت آبیاری سطوح مربعی [۱]

در این مقاله طراحی و ساخت آب‌پاش زارعی مکانیکی ارائه شده است که تا حد امکان معایب آب‌پاش‌های متداول و ذکر شده را نداشته باشد. از مزایای این آب‌پاش می‌توان به جلوگیری از هرزآبی و استفاده بهینه از منابع آب، آبیاری دقیق مساحت مورد نظر، جلوگیری از آبیاری پیاده‌روها که باعث ایجاد مزاحمت برای عابرین می‌شود، جلوگیری از رویش گیاهان مزاحم و نامطلوب با آبیاری دقیق و افزایش بهره‌وری از زمین‌های کشاورزی اشاره کرد.

۲- مواد و روش‌ها

شناخت کافی از عوامل موثر بر مسیر هوایی جت آب خروجی از آب‌پاش در بهبود راهکارهای حفاظت از منابع آب در آبیاری با آب‌پاش مهم است. بدین منظور نیاز به روابطی است که رفتار جریان آب را از منبع تا نازل آب‌پاش و نیز جت آب خروجی را توصیف کند. سپس کار طراحی آغاز شده و مدل مناسب در نرم‌افزار طراحی رسم و شبیه‌سازی می‌گردد و پس از رفع عیب‌های موجود کار ساخت آغاز می‌شود.

۲-۱- معادله پیوستگی

با توجه به اصل بقای جرم و با در نظر گرفتن آب به عنوان سیال غیرقابل تراکم معادله پیوستگی به صورت زیر بیان می‌گردد [۴]:

$$A_1V_1 = A_2V_2 = q \qquad (۱)$$

در معادله بالا، A سطح مقطع عمود بر جریان بر حسب m^2، V سرعت سیال با واحد ms^{-1} و q دبی جریان سیال بر حسب m^3s^{-1} می‌باشند.

۲-۲- معادله برنولی

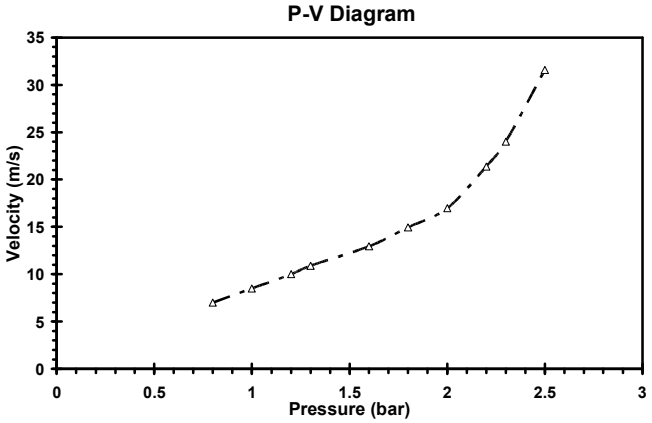
با توجه به قانون بقای انرژی، رابطه برنولی.به صورت زیر بیان می‌شود [۴]:

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+Z_2+\sum H_{loss}+\sum\frac{kV_2^2}{2g} \qquad (۲)$$

$$H_{Loss}=f\frac{L}{D}\frac{V_2^2}{2g} \qquad (۳)$$

در روابط بالا P فشار، V سرعت، Z ارتفاع هندسی، H_{Loss} افت طولی، f ضریب افت اصطکاکی که برای لوله‌های نرم بدست آورده شده است و k ضریب افت اتصالات است. در این رابطه اندیس 1 مربوط به ورودی آب‌پاش و اندیس 2 مربوط به خروجی آب‌پاش می‌باشد. P_2 نیز فشار اتمسفر است.

برای محاسبه سرعت خروجی می‌توان نمودار فشارآب- سرعت خروج جت آب را برای آب‌پاش مورد استفاده رسم کرد. شکل ۳ رابطه فشار جریان آب و سرعت خروجی از نازل آب‌پاش را برای آب‌پاش مورد استفاده نشان می‌دهد.



شکل ۳- رابطه فشار جریان آب و سرعت خروجی از نازل آب‌پاش

۲-۳- مدل ریاضی Lorenzini

برای رسیدن به مدل ریاضی مناسب برای حرکت قطره‌های خروجی از نازل آب‌پاش با فرضیات زیر شروع می‌کنیم:

سیستم فیزیکی مورد نظر یک قطره است که دقیقاً مطابق خروجی نازل تولید می‌شود و نیروهای وارده بر سیستم عبارتند از وزن، شناوری و اصطکاک. قطره شکل کروی دارد، حجم قطره در طول مسیر ثابت است، اصطکاک همان امتداد سرعت قطره را دارد ولی در جهت مخالف آن [۵].

با این فرضیات روابط نهایی Lorenzini برای حرکت قطره‌های خروجی از نازل آب‌پاش به‌دست می‌آید:

$$x(t) = \frac{m}{k}\ln\left(\frac{v_{0x}k}{m}t + 1\right) \qquad (۴)$$

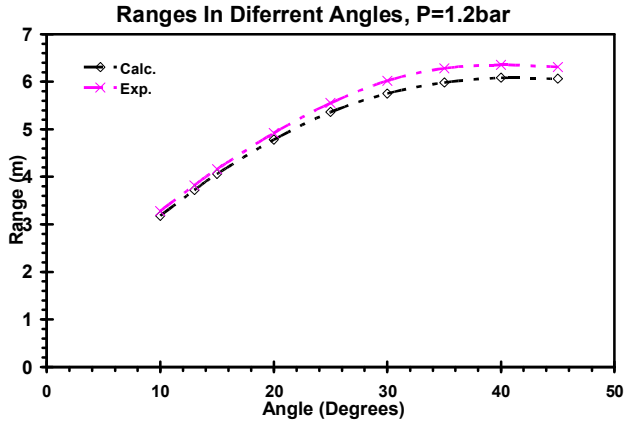
$$y(t) = h - \frac{m}{k}\ln\frac{\cos\left(\arctan\frac{\sqrt{k/m}v_{0y}}{\sqrt{n/mg}}\right)}{\cos\left(\arctan\frac{\sqrt{k/m}v_{0y}}{\sqrt{n/mg}} - t\frac{\sqrt{kng}}{m}\right)} \qquad (۵)$$

$$\tau = \frac{m\sqrt{gkn}\,arc\sec\left[e^{hk/m}\sqrt{1+\frac{kv_{0y}^2}{gn}}\right] + m\sqrt{gkn}\arctan\left[\frac{\sqrt{k/m}v_{0y}}{\sqrt{gn/m}}\right]}{gkn} \qquad (۶)$$

که t زمان با واحد s، v_{oy}, v_{ox} به ترتیب بیانگر مولفه‌های سرعت افقی و عمودی بر حسب ms^{-1}، h ارتفاع نازل از سطح زمین با واحد m و α زاویه نسبت به سطح افق جت هستند. n جرم قطره برای محاسبه جزء شناوری می‌باشد و پارامتر k برحسب kgm^{-1}

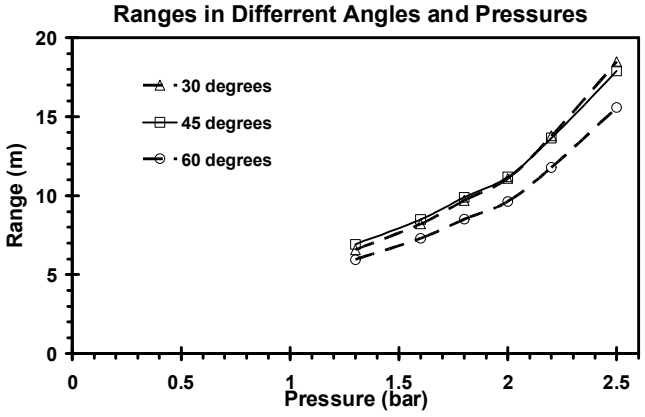
(که به وسیله $k = f\rho A/2$ که در آن ρ چگالی هوا، وابسته به دما با واحد kgm^{-3}، A سطح مقطع قطره بر حسب m^2 است، داده می‌شود.) ضریبی است که عمل نیروی اصطکاک را تعریف می‌کند. قطره با قطر کوچک، در تمام مسیر در ناحیه قانون نیوتن قرار می‌گیرد که در آن مقدار ضریب اصطکاک f 0.44 می‌باشد. τ زمان حرکت قطره از زمان خروج از نازل تا رسیدن به سطح خاک می‌باشد [۶].

آزمایش‌های انجام شده با آب‌پاش واقعی در فشارهای مختلف نشان می‌دهد که رابطه Lorenzini به نتایج تجربی نزدیک می‌باشد. شکل ۴ رابطه برد آب‌پاش بر اساس نتایج تجربی (.Exp) و معادله Lorenzini (.Calc) برای زاویه‌های مختلف خروجی آب‌پاش در فشار 1.2bar را نشان می‌دهد [۷].



شکل ۴- رابطه برد آب‌پاش بر اساس نتایج تجربی (.Exp) و معادله Lorenzini (.Calc) برای زاویه‌های مختلف خروجی آب‌پاش در فشار 1.2bar [۷]

با توجه به اینکه مکانیزم تغییر برد بوسیله تغییر در زاویه دهانه آب‌پاش می‌باشد، رابطه بین زاویه دهانه آب‌پاش و برد در فشارهای مختلف مورد نیاز است. در شکل ۵ رابطه بین برد آب‌پاش و فشار در زوایای مختلف بر اساس معادله Lorenzini آمده است [۷].



شکل ۵- رابطه بین برد آب‌پاش و فشار در زوایای مختلف بر اساس معادله Lorenzini [۷]

۲-۴- توانایی نرم‌افزار CATIA در طراحی آب‌پاش

CATIA یک نرم‌افزار قدرتمند در طراحی، ساخت، ترسیم، مدلسازی و تحلیل قطعات و دستگاه‌ها می‌باشد. Catia محیط‌های مختلف و متنوعی برای استفاده مورد نظر دارد. در طی طراحی می‌توان از Catia در موارد زیر استفاده کرد:

Part design: در این محیط قطعات مختلف ترسیم می‌گردند. این محیط دارای امکانات بیشتری نسبت به سایر نرم‌افزارهای طراحی است و کار در آن راحت‌تر است.

Assembly design: قطعات مختلفی که در قسمت Part design یا قسمت‌های دیگر ترسیم شده‌اند با هم مونتاژ می‌گردند.

DMU Kinematics: قطعه یا مجموعه مونتاژ شده، با اعمال قیدهای مناسب مجموعه به شکل دلخواه به حرکت درمی‌آید. در این محیط می‌توان نیروها و گشتاورهای مورد نظر را تعریف کرد و بر اساس آن آب‌پاش را به‌حرکت درآورد.

Drafting: برای گرفتن نماهای دوبعدی و برش‌های لازم از قطعات مورد نظر به‌کار می‌رود.

در این نرم‌افزار می‌توان جنس و مشخصات قطعه‌ها را تعیین کرد. Catia قادر به محاسبه مرکز جرم، مراکز هندسی و سایر ویژگی‌های هندسی و فیزیکی قطعه می‌باشد. هم‌چنین این نرم‌افزار دارای کاتالوگ کامل برای انواع قطعات مکانیکی است.

۲-۵- روش تحقیق و طراحی

برای طراحی آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی می‌توان با ایجاد تغییراتی در آب‌پاش‌های موجود به این هدف دست یافت. بدین منظور توجه به دو نکته ضروری است: ۱- تامین نیروی گردش آب‌پاش، ۲- تغییر مداوم برد آب خروجی از آب‌پاش.

نیروی گردش آب‌پاش با بازوی گردان گشتاور ناشی از آب و اتمسفر می‌باشد. در آب‌پاش ضربه‌ای تغییر ممنتوم جریان آب به صورت انرژی پتانسیل در یک فنر پیچشی ذخیره شده و آزاد شدن این انرژی سبب ضربه زدن قسمت ضربه‌زن به سر آب‌پاش می‌گردد. برد آب در آب‌پاش ضربه‌ای نسبت به آب‌پاش با بازوی گردان بیشتر می‌باشد.

برای طراحی آب‌پاش مورد نظر تغییراتی در آب‌پاش ضربه‌ای صورت گرفت به‌طوری که آب‌پاش بتواند با حفظ مکانیزم آب‌پاشی خود، زاویه دهانه‌اش تغییر کرده و حول قسمت ورودی آب خود بچرخد. بیشتر قطعات آب‌پاش ضربه‌ای از جنس برنج می‌باشد.

برای آبیاری سطوح چند ضلعی لازم است برد آب خروجی از آب‌پاش به طور مداوم تغییر کند. برای رسیدن به این هدف چند راه وجود دارد: تغییر در فشار آب، تغییر مداوم زاویه خروج آب و تغییر قطر نازل خروجی. برای تغییر در فشار آب یا قطر نازل خروجی عموما نیاز به سنسورهای برقی می‌باشد و به صرفه نیستند. بعلاوه، نیروی برق در همه جا در دسترس نمی‌باشد. ولی با تغییر زاویه دهانه آب‌پاش بوسیله تغییر در مسیر گردش سر آب‌پاش می‌توان به این هدف دست یافت.

با افزایش زاویه دهانه آب‌پاش برد نیز افزایش می‌یابد و در یک زاویه خاص برای هر فشار کاری که بین 30° تا 45° قرار دارد به حداکثر خود می‌رسد. پس از آن با افزایش زاویه برد کاهش می‌یابد. بنابراین نیازی به زاویه دهانه بیش از 45° نمی‌باشد. هم‌چنین با توجه به اینکه به علت برخورد ضربه‌زن با آب خروجی از نازل سطح مجاور محل قرار گرفتن آب‌پاش آبیاری می‌گردد نیازی به استفاده از زوایای کمتر از حدود 10° برای آبیاری سطوح نزدیک به آب‌پاش نمی‌باشد. پس با تغییر زاویه دهانه آب‌پاش بین 10° تا 45° می‌توان به محدوده برد مناسبی دست یافت. زاویه خروجی آب‌پاش ضربه‌ای مورد استفاده نسبت به افق 30° می‌باشد. برای تغییر زاویه دهانه آب‌پاش نیاز از یک بادامک با قابلیت تنظیم ارتفاع در نقاط مختلف و یک پیرو که به سر آب‌پاش متصل است، استفاده شده است. نیروی گردشی آب‌پاش باید بر نیروهای اصطکاک بین قطعات مختلف آب‌پاش غلبه کند و سر آب‌پاش را بر روی فراز و نشیب‌های بادامک حرکت دهد. برای اینکه سر آب‌پاش حرکت الاکلنگی داشته باشد به یک پایه گردان متشکل از دو صفحه موازی که از پایین به پایه ثابت آب‌پاش متصل است پین گردید. چون سر آب‌پاش فضای لازم برای جای پین نداشت از یک قطعه واسط استفاده شد. برای کاهش اصطکاک بین پیرو و بادامک یک ساچمه بشکه‌ای در انتهای پیرو قرار داده شد تا پیرو بر روی بادامک حرکت غلتشی داشته باشد.

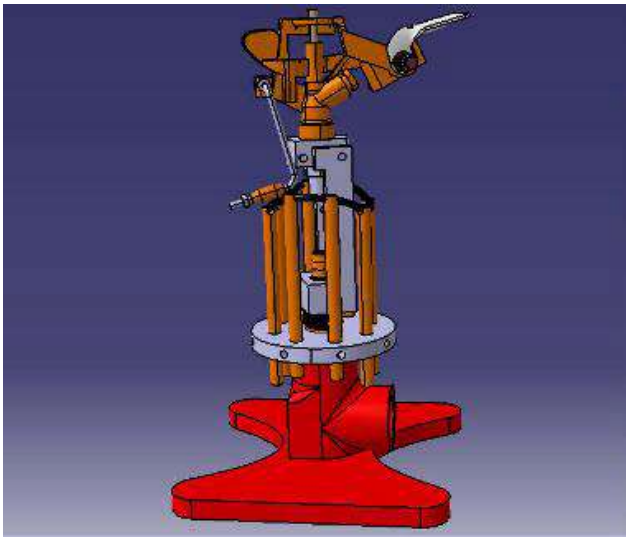
با توجه به اینکه با تغییر زاویه دهانه آب‌پاش راستای قسمت بالای آب‌پاش با قسمت ثابت پایین آن تغییر می‌کند نیاز به یک قطعه انعطاف‌پذیر در وسط می‌باشد تا پیوستگی مسیر حرکت آب را حین تغییر زاویه سر آب‌پاش حفظ کند. بدین منظور از یک

شلنگ انعطاف‌پذیر استفاده شد که از بالا به وسیله نافی به سر آب‌پاش و از پایین به بالای ورودی قسمت گردان متصل می‌گردد. پایه گردان طوری ساخته شد که فضای کافی برای جا زدن شلنگ وجود داشته باشد.

برای کنترل بادامک انعطاف‌پذیر از 8 میله که در یک انتها دارای سوراخ برای جا زدن بادامک می‌باشند استفاده گردید. این سوراخ‌ها به صورت یک دایره ناقص و عمود بر محور طولی میله‌ها می‌باشند. میله‌ها در سوراخ‌های یک صفحه دایروی که به فاصله مساوی از مرکز صفحه و از یکدیگر ایجاد شده‌اند قرار می‌گیرند و در داخل آن می‌توانند حرکت کنند. پس از تنظیم ارتفاع بادامک میله‌ها به وسیله پیچ‌هایی در پیرامون صفحه و عمود بر محور میله در جای خود ثابت می‌شوند.

از دو فنر که بین پایه گردان و سر آب‌پاش قرار دارد برای ایجاد ممان برای جلوگیری از فاصله گرفتن پیرو از بادامک استفاده شد.

شکل ۶ طرح شماتیک آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی رسم شده در نرم‌اف ار CATIA [۸] را نشان می‌دهد.



شکل ۶- طرح شماتیک آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی رسم شده در نرم‌افزار CATIA

۲-۶- ساخت و مونتاژ

پس از طراحی قطعات مختلف و تعیین ابعاد نهایی قطعات، نقشه‌های ساخت تهیه شده و فرآیند ساخت آغاز گردیده است. قطعات مختلف فرآیندهای مختلف تولید مانند تراشکاری، سوراخکاری، برش و فرزکاری را طی کرده و در نهایت برای ساخت آب‌پاش مونتاژ شده‌اند. تا حد امکان سعی شده است برای سبک‌تر شدن آب‌پاش از موادی با چگالی کم استفاده شود. زیرا هرچه آب‌پاش سبک‌تر باشد، گشتاور کمتری برای گردش آن لازم است. از آن‌جا که تمامی قطعات آب‌پاش در تماس مستقیم با آب بودند در انتخاب جنس قطعات، همیشه توجه خاصی به این نکته بود که قطعات از جنسی باشند که مقاومت کافی در برابر زنگ‌زدگی را داشته باشند. نمونه ساخته شده آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی در شکل ۷ نشان داده شده است.

شکل ۷- آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی ساخته شده

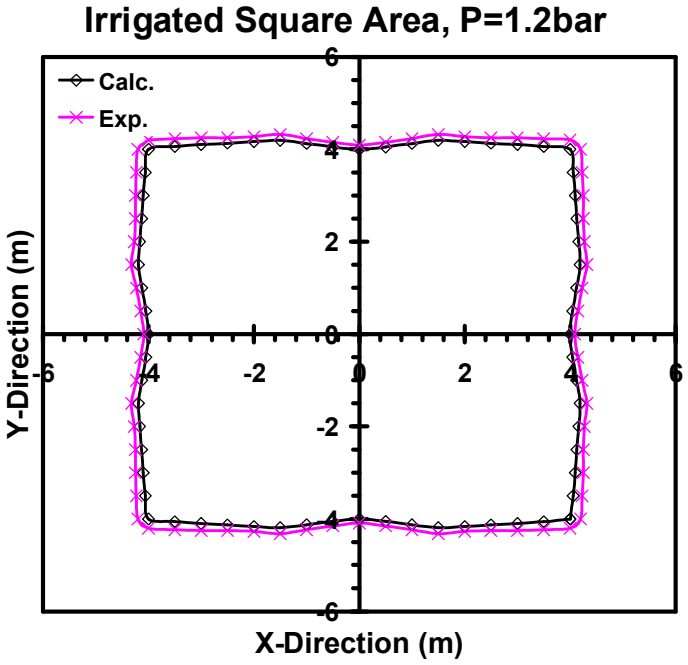
۳- نتایج و بحث

برای آبیاری سطوح دلخواه بوسیله آب‌پاش ساخته شده در حالتی که سرعت باد زیاد نیست و می‌توان از اثرات آن صرفنظر کرد با استفاده از معادله‌های (۴) تا (۶) می‌توان شکل بادامک را قبل از شروع آبیاری ایجاد نمود. بدین ترتیب که ابتدا محل آب‌پاش را تعیین می‌کنیم و سپس فاصله یک نقطه دلخواه واقع در پیرامون سطح مورد نظر از آب‌پاش را اندازه می‌گیریم و چون 8 میله راهنما وجود دارد این کار را به فاصله 45° انجام می‌دهیم تا 8 نقطه دقت به دست آید. سپس برای هر کدام از این فاصله‌ها ارتفاع میله و شکل بادامک را تنظیم می‌کنیم. اگر در طول آبیاری با تغییر شرایط جوی آب از سطح مورد نظر خارج شود یا برد آب در یک راستا کمتر گردد می‌توان حین آبیاری شکل بادامک را برای آن راستا تغییر داد تا آبیاری مناسب صورت گیرد.

برای ارزیابی کیفیت عملکرد آب‌پاش ساخته شده از آن برای آبیاری یک سطح مربعی به ضلع 8m استفاده گردید. برای آبیاری با این آب‌پاش فشار آب نباید از یک مقدار خاص (حدود 1bar) کمتر باشد چون در غیر این صورت نیروی کافی برای گردش سر آب‌پاش تامین نمی‌گردد. هم‌چنین برای تهیه تصویر بهتر از کیفیت عملکرد آب‌پاش از فشارهای بالاتر که باعث بزرگ‌تر شدن سطح آبیاری می‌گردد استفاده نشده است. بنابراین برای آبیاری سطح مورد نظر فشار 1.2bar انتخاب گردیده است. شکل ۸ کیفیت عملکرد آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی را پس از 6 دقیقه آبیاری نشان می‌دهد.

۸- کیفیت عملکرد آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی پس از 6 دقیقه

شکل ۹ مساحت آبیاری شده به وسیله شکل بادامک به دست آمده را بر اساس رابطه Lorenzini (Calc.) و نتایج تجربی (Exp.) در فشار 1.2bar نشان می‌دهد. شکل بادامک در فاصله بین دو میله راهنما به صورت خطی در نظر گرفته شده است.



شکل ۹- مساحت آبیاری شده به وسیله شکل بادامک به دست آمده بر اساس رابطه Lorenzini (Calc.) و نتایج تجربی (Exp.) در

فشار 1.2bar

۴- نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت مصرف بهینه آب و محدودیت‌های موجود در آب‌پاش‌های زراعی، آب‌پاشی طراحی و ساخته شده است که بتواند سطوح چند ضلعی را آبیاری کند. مزایای این آب‌پاش عبارتند از: ۱- جلوگیری از هرزآبی و استفاده بهینه از منابع آب، ۲- آبیاری دقیق مساحت مورد نظر، ۳- جلوگیری از آبیاری پیاده‌روها و ایجاد مزاحمت برای عابرین، ۴- جلوگیری از آب‌پاشی کنار جداول و سطح مورد نظر که موجب رویش گیاهان مزاحم و نامطلوب می‌گردد، ۵- افزایش بهره‌وری از زمین‌های کشاورزی. جهت ایجاد چنین قابلیتی برای آب‌پاش‌های زراعی می‌توان از روش‌های ۱- تغییر فشار ورودی آب‌پاش نسبت به دوران، ۲- تغییر سطح مقطع خروجی نازل نسبت به دوران و ۳- تغییر زاویه دهانه آب‌پاش نسبت به دوران استفاده کرد. برای ایجاد شرایط روش‌های اول و دوم نیاز به استفاده از جریان الکتریسیته می‌باشد که با این کار موارد استفاده از آب‌پاش را محدود کرده‌ایم. یعنی ممکن است در جایی بخواهیم از آب‌پاش استفاده کنیم که دسترسی به جریان الکتریسیته به راحتی امکان‌پذیر نباشد. سیستم عملکرد آب‌پاش به این صورت می‌باشد که با تغییر زاویه دوران آب‌پاش، زاویه نازل خروجی و در نتیجه برد آن تغییر می‌کند. تغییر زاویه نازل توسط یک پیرو روی بادامکی که قابلیت تنظیم شکل دارد انجام می‌پذیرد.

آب‌پاش چند ضلعی پاش طراحی و ساخته شد و نتایج آبیاری برای یک ناحیه چهار ضلعی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از معادله Lorenzini و نتایج تجربی، تخمین درست روابط حاکم را نشان می‌دهد. این نتایج در برد کمتر دارای خطای کمتری نسبت به بردهای زیاد مخصوصا در گوشخ چهار ضلعی می‌باشد.

برای گسترش و تکامل طرح موجود می‌توان با تحقیق در مورد مواد به کار رفته در ساخت قطعات مختلف آب‌پاش از مواد بهتری استفاده کرد. با استفاده از یک شلنگ با انعطاف‌پذیری بیشتر و مقاومت بالاتر می‌توان دامنه تغییر زاویه دهانه آب‌پاش را افزایش داد. تا آنجا که امکان دارد باید از نیروهای اصطکاک کاسته شود و وزن قطعات کاهش یابد تا چرخش آب‌پاش روان‌تر صورت گیرد. در آب‌پاش موجود از 8 میله راهنما برای تغییر شکل بادامک استفاده شده است. با افزایش این تعداد میزان دقت آب‌پاش افزایش می‌یابد ولی زمان صرف شده برای تنظیم آب‌پاش افزایش می‌یابد. می‌توان با تغییر در نوع تنظیم اولیه آب‌پاش میزان دقت را افزایش داده و زمان صرف شده برای تنظیم آن را کاهش داد.

مراجع

۱- غفوری‌آهنگر، ر.، صفرپورخالدی، م. ر. ۱۳۸۵. طراحی و ساخت آب‌پاش زراعی مکانیکی با قابلیت آبیاری سطوح مربعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری.

2- Al-Jamal, M.S., Ball, S., Sammis, T.W., 2001. Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production, Agricultural Water Management 46, USA, Sec 264:266.

3- www.accurain.com

4- Shaimes, 2001. Fluid Mechanics, Part 5.

5- De Wrachien, D., Lorenzini, G., 2006. Modelling Jet Flow and Losses in Sprinkler Irrigation: Overview and Perspective of a New Approach, Biosystems Engineering 94, Sec 297:309.

6- Lorenzini, G., 2004. Simplified Modeling of Sprinkler Droplet Dynamics, Biosystems Engineering 87, Sec 1:11.

۷- آیت‌الهی، م. ر.، آقازاده، ر. ۱۳۸۶. طراحی و ساخت آب‌پاش زراعی مکانیکی با مکانیزم ضربه‌ای برای آبیاری سطوح چند ضلعی، دانشگاه علم و صنعت ایران.

8. Manual of CATIA V5 R16