نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۸، خرداد - تیر ۱۳۹۳، ۳۰۳-۲۹۶

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 8, May – June. 2014, p. 296-303

بهینه‌سازی مصرف آب با کنترل هیدرولیکی طراحی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای به کمک نرم‌افزار Hydrocalc

محمد سالاریان*[۱]، حسین انصاری[۲]، منصوره بایرام[۳]، عاطفه تکرلی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۴

چکیده

بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در دنیا است و در دهه‌های اخیر محدودیت منابع آب برای مصارف کشاورزی از یک سو و افزایش بی‌رویه جمعیت از سوی دیگر، توسعه و کاربرد روش‌های نوین آبیاری را در سطح کشور اجتناب ناپذیر ساخته است. استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار از جمله آبیاری قطره‌ای یکی از گزینه‌های موثر در افزایش کارایی مصرف آب است لذا باید سعی در طراحی بهینه آن نمود. در پژوهش حاضر برای بهینه کردن محاسبات اساسی هیدرولیکی طراحی ۱۴ طرح آبیاری قطره‌ای از ۱۴ شهرستان استان مازندران از نرم افزار برنامه‌ریزی آبیاری Hydrocalc استفاده شد. سپس به مقایسه داده‌های حاصل از نرم افزار با داده‌های طراحی پرداخته شد. نتایج حاصل از آن نشان داده است که با استفاده از این مدل میزان افت فشار قطره‌چکان به میزان ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش یافته است. میزان سرعت بهینه حرکت آب در لوله با توجه به نوع و اندازه لوله ۲۰ تا ۶۰ درصد کاهش یافته است و با توجه به رابطه پیوستگی میزان دبی نیز به مقدار ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش یافته است. لذا با استفاده از این مدل و با توجه به کاهش میزان دبی، به طور متوسط حدود ۵۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده و میزان یکنواختی به بیش از ۹۱ درصد رسیده است.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی- یکنواختی- بهره‌وری- برنامه‌ریزی- Hydrocalc

مقدمه

افزایش تقاضای رقابتی آب در اکثر نقاط جهان و همچنین کاهش دسترسی به آب با کیفیت و کمیت مناسب باعث شده است که راهکارهایی برای بهبود بهره‌وری استفاده از آب در کشاورزی ارائه شود که یکی از این راهکارها استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای است (نقوی و همکاران،۱۳۹۱). قدمی فیروزآبادی و سیدان در همدان (۱۳۸۱)، دو سیستم آبیاری تیپ و نشتی را بر روی محصول چغندرقند مورد مطالعه قرار دادند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۴۷ درصدی در مصرف آب و افزایش ۷۲ درصدی در بهره‌وری مصرف آب گردید. باغانی و همکاران (۱۳۷۸)، در آزمایشی دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری را با سه سطح تأمین آب مورد نیاز گیاه (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بر روی زراعت‌های هندوانه و خربزه در ایستگاه تحقیقات طرق انجام دادند، و نتیجه گرفتند که افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در روش قطره‌ای نسبت به روش شیاری چشم‌گیر است. به‌منش و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ی خود جهت ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در هفت باغ از باغات شهرستان مرند با استفاده از روش‌های مریام–کلر و تصادفی به این نتیجه رسیدند که میانگین یکنواختی پخش آب برای سیستم‌ها ۹۵ درصد بوده و علت بالا بودن بازده یکنواختی پخش آب را پایین بودن ضریب تغییرات ساخت ، تغییرات کم دبی در قطره‌چکان‌های جبران کننده‌ی فشار و عدم گرفتگی خروجی‌ها معرفی کردند. بی‌آزار و همکاران (۱۳۸۶)، در تحقیق خود به ارزیابی فنی عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در باغ‌های مرکبات در دو منطقه تنکابن و رامسر در استان مازندران، به بررسی پارامترهایی نظیر یکنواختی پخش آب در سیستم، پتانسیل راندمان کاربرد در چارک پایین و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میانگین یکنواختی پخش آب برای دو منطقه مذکور به ترتیب برابر با ۶۵/۶ و ۸۰/۴۲ درصد به‌دست آمده است و در مجموع عملکرد سیستم در منطقه تنکابن را براساس معیارهای SCS ضعیف گزارش کردند. قائمی و همکاران (۱۳۸۷)، در تحقیق خود پیرامون عملکرد چغندرقند در آبیاری نواری- قطره‌ای و جویچه‌ای در اراضی جنوب غربی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و انتخاب تیمارهای مختلف به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه آبی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*نویسنده مسئول: Email:salarian_mohammad@yahoo.com)

بررسی پارامترهایی نظیر میزان آب مصرفی، راندمان کاربرد آب، ضرایب یکنواختی آب در نوارها و موارد دیگر پرداختند که نتایج آنان نشان داد که راندمان کاربرد در تیمارهای آبیاری نواری- قطره‌ای و آبیاری جویچه‌ای به طور متوسط و به ترتیب برابر با ۹۰/۷و ۵۲ درصد، و ضریب توزیع یکنواختی آب در نوارها ۹۷ درصد و همچنین میزان آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای را ۵۸ درصد آبیاری سطحی برآورد کردند. واریک و شینی، در مطالعه‌ی خود ارتباط بین دبی واقعی و دبی طراحی را به عنوان تابعی از خصوصیات قطره‌چکان و خصوصیات هیدرولیکی خاک نشان دادند. نتایج آنان نشان داد که وقتی حجم دبی طراحی افزایش پیدا می‌کند یا هدایت هیدرولیکی خاک کاهش می‌یابد، ارتفاع فشاری نزدیک به قطره‌چکان افزایش پیدا کرده و باعث کاهش میزان جریان می‌شود که این امر موجب افزایش یکنواختی پخش خواهد شد (Warrik & Shani,1996). رارس برای طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای از نرم‌افزار برنامه‌ریزی آبیاری Hydrocalc استفاده کرد. او در نتایج خود پی برد که استفاده از این نرم افزار به طراح و حتی کاربر این امکان را می‌دهد تا عملکرد آبیاری قطره‌ای را در شرایط مزرعه (لترال، منیفولد، لوله اصلی، محاسبات انرژی، افت و...) مورد ارزیابی قرار دهد (Rares,2009). همانطور که اشاره شد سیستم آبیاری قطره‌ای از مهم‌ترین سیستم‌های کارآمد آبیاری است که در کشاورزی استفاده می‌شود از این رو برای بهینه کردن طراحی سیستم‌های تحت‌فشار ازجمله سیستم قطره‌ای، از نرم‌افزار Hydrocalc استفاده می‌شود. این نرم‌افزار برنامه‌ریزی آبیاری، ابزاری است که برای انجام محاسبات اساسی هیدرولیکی در کنترل طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای، استفاده می‌شود (Halbac & zamfic,2009). منصور و همکاران در پژوهش خود، راندمان مصرف آب را برای اصلاح طراحی‌های سیستم‌های آبیاری قطره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Hydrocalc برای لترال‌های با طول ۴۰، ۶۰ و۸۰ متری مورد تحلیل قرار دادند. آنان سه حالت مختلف آبیاری: جریان مدار بسته با یک لوله نیمه اصلی برای لترال‌ها (DIS۱CM)، جریان مدار بسته با دو لوله نیمه اصلی برای لترال‌ها (DIS۲CM) و آبیاری قطره‌ای سنتی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که راندمان مصرف آب در حالتی که از طول لترال ۸۰ متر استفاده شده بود، کمترین مقدار را داشته و طول لترال ۴۰ متر بیش‌ترین راندمان مصرف را دارا بوده است (Mansour et al,2010). ولی‌پور از نرم افزار Hydrocalc برای تنظیم افت فشار در سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در لترال‌ها و همچنین تعیین مناسب‌ترین طول و قطر برای لترال‌ها استفاده کرد. ایشان در تحقیق خود سه حالت ۱) سیستم لترال جفت–منیفولد جفت، ۲) لترال منفرد–منیفولد جفت و ۳) لترال منفرد– منیفولد منفرد را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و در نهایت به این نتیجه رسید که در سیستم لترال منفرد- منیفولد جفت با توجه به افت فشار پایین‌تر در لترال، می‌توان از انواع مختلفی از قطر لوله برای منیفولدها استفاده کرد اما در سیستم لترال جفت–منیفولد جفت با توجه به افت فشار بیش‌تر در لترال‌ها، انتخاب محدود می‌شود. با این حال بهترین قطر را برای منیفولد جفت- لترال منفرد،۳۶/۸ -۵۸/۲- ۶۹/۲ میلی‌متر، لترال منفرد– منیفولد منفرد۳۶/۸ - ۴۶-۵۸/۲ میلی‌متر و بهترین قطر برای منیفولد جفت–لترال جفت ۳۶/۸- ۴۶- ۶۹/۲ میلی‌متر بدست آورده است (Valipour,2012). راندمان آبیاری در سیستم‌های تحت فشار متأثر از یکنواختی و تلفات می‌باشد به‌طوری هدف اصلی در طراحی سیستم‌های تحت فشار افزایش یکنواختی می‌باشد. خود متأثر از تغییرات دبی در سیستم می‌باشد؛ بطوری که کاهش تغییرات دبی منجر به افزایش یکنواختی خواهد شد. در پژوهش حاضر برای بهینه کردن محاسبات طراحی در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای به منظور کاهش تغییرات دبی قطره‌چکان، کاهش افت فشار در آن، افزایش یکنواختی پخش و کاهش میزان آب مصرفی از نرم‌افزار برنامه‌ریزی آبیاری Hydrocalc استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

اطلاعات پژوهش حاضر بر اساس طراحی‌های صورت گرفته برای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای از ۱۴ باغ مرکبات واقع در شهرستان‌های مختلف استان مازندران از سازمان جهاد کشاورزی جمع آوری شده است (موقعیت ۱۴ طرح در شکل ۱ و وضعیت عمومی اراضی طرح در جدول ۱ نشان داده شده است). با استفاده از نرم افزار برنامه‌ریزی آبیاری Hydrocalc در این پژوهش به مقایسه طراحی‌های انجام شده و خروجی‌های بهینه از این نرم افزار پرداخته شده است. هدف از انجام آن کنترل هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری تحت فشار به‌خصوص آبیاری قطره‌ای و بهینه‌سازی در مصرف آب برای طراحی توسط طراحان به روش Emitter Line length (ELL) است.

شکل ۱- موقعیت طرح‌ها در شهرستان‌های استان مازندران

جدول ۱- وضعیت عمومی ارضی طرح

نام	شهر	مساحت(ha)	شیب	منبع‌آب	بافت خاک
A	بهشهر	۰/۹۰	مسطح	چاه	لومی
B	تنکابن	۰/۷۵	شیبدار	چاه	لومی
C	ساری	۰/۶۵	مسطح	چاه	لومی
D	سوادکوه	۳/۲۰	مسطح	چاه	لومی
E	قائمشهر	۲/۵۰	مسطح	چاه	لومی
F	جویبار	۱/۵۰	مسطح	چاه	لومی
G	بابل	۴/۰۰	مسطح	چاه	لومی
H	بابلسر	۰/۸۰	مسطح	چاه	لومی
I	آمل	۰/۷۷	مسطح	چاه	لومی
J	نور	۰/۶۰	مسطح	چاه	لومی
K	نوشهر	۱/۰۰	مسطح	نهر	لومی
L	چالوس	۱/۱۰	مسطح	چاه	لومی
M	نکا	۰/۵۰	مسطح	چاه	لومی
N	رامسر	۰/۷۵	مسطح	چاه	لومی

نرم‌افزار برنامه‌ریزی Hydrocalc برای بهینه کردن محاسبات هیدرولیکی در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار استفاده می‌شود. این نرم افزار ابزار محاسباتی ساده و آسان برای انجام محاسبات هیدرولیک پایه است (شکل ۲).

شکل۲- نمایی از ورودی نرم افزار Hydrocalc

علاوه بر آن نرم افزار Hydrocalc برای کمک به تعریف پارامترهای سیستم آبیاری تحت فشار طراحی شده است. اجرای برنامه با پارامترهای مناسب، مشاهده خروجی‌ها و تغییر داده‌های ورودی برای پیشنهاد سیستم مناسب آبیاری را به کمک این برنامه می‌توان مشاهده نمود. بعضی پارامترها ممکن است از یک فهرست سیستم انتخاب شوند. در حالی که سایر پارامترها توسط طراح بر اساس نیاز، که با محدودیت‌های برنامه تضاد ندارد وارد می‌شود. بسته برنامه شامل یک پنجره اصلی، پنج برنامه محاسبه، یک پنجره انتخاب زبان و یک بانک اطلاعاتی است که می‌تواند توسط کاربر تصحیح و به روز شود. پنج برنامه محاسباتی عبارتند از:

برنامه Emitters : افت فشار تجمعی، دبی متوسط جریان و غیره را در قطره چکان‌های سیستم آبیاری تحت فشار برای پارامترهای انتخاب شده سیستم محاسبه می‌کند. در طراحی خط قطره‌چکان پارامترها باید وارد شوند. توصیه می‌شود که پارامترها برای بهترین اجرا وارد شود. دراین قسمت چهار نوع قطره‌چکان برای انتخاب وجود دارد که عبارتند از: قطره چکان خطی، روی‌خط، آبپاش و آبپاش میکرو. قطر داخلی (InsideDiam) و ضریب K_D و توان معادله دبی (Exponent) به طور خودکار و براساس نوع قطره‌چکان و پارامترهای لوله انتخاب شده مشخص می‌شوند (کلر،۱۹۹۰).

$$q = k_D h^x \quad (۱)$$

که در آن :q دبی قطره‌چکان بر حسب (L/min)، k_D ضریب تصحیح دبی، h بار فشار برحسب (m) و x نمای معادله دبی قطره‌چکان است.

برنامه SubMain : افت فشار تجمعی و دما جریان آب را در لوله توزیع آب فرعی محاسبه می‌کند. این مقادیر می‌تواند برای برآورده کردن نیاز پارامترهای سیستم آبیاری تغییر کند.

برنامه MainPipe : افت فشار تجمعی و دبی جریان آب را در لوله توزیع آب اصلی محاسبه می‌کند. این مقادیر نیز می‌تواند برای برآورده کردن نیاز پارامترهای سیستم آبیاری تغییر کند.

برنامه Shape-Wizard : به انتقال پارامترهای سیستم مورد نیاز (دبی لاترال ورودی، فشار هد ورودی) از برنامه Emitters به برنامه Sub Main کمک می‌کند.

برنامه Valves : افت اصطکاک شیر فلکه را بر اساس پارامترهای داده شده محاسبه می‌کند.

برنامه Shifts : دور آبیاری و تعداد جابجایی‌ها را براساس پارامترهای داده شده محاسبه می‌کند. در این برنامه ۴ روش محاسبه که با توجه به داده‌های ورودی در دسترس‌اند، به‌شرح زیر است:

الف- Emitter Line length : بر اساس طول تخصیص داده شده محاسبات را انجام می‌دهد. برای پژوهش حاضر از این روش استفاده شده است که به اختصار آن را روش ELL می‌نامیم.

ب- Pressure Range : بر اساس تغییرات بیش‌ترین فشار قطره‌چکان و کم‌ترین فشار قطره‌چکان که از حدی که طراح وارد کرده تجاوز نمی‌کند محاسبات را انجام می‌دهد. نتایج محاسبه بیش ترین طول لاترال را تحت شرایط تخصیص داده شده نشان می‌دهد. بنابراین نیازی به وارد کردن طول قطعه در صورتی که از این روش استفاده شود، نیست. این روش فقط برای قطره‌چکان‌های با فشار (PC) ثابت در دسترس است. واحد تغییرات فشار متر یا فوت می‌باشد.

ج- Flow Rate Variation : تغییرات دبی جریان و بیش‌ترین طول لاترال، تحت این شرایط محاسبه می‌شود. بنابراین نیازی به وارد کردن طول قطعه نیست. واحد تغییرات دبی جریان درصد است.

مقادیر رایج برای این بخش بین ۱۵-۱۰ درصد است. این بخش فقط برای قطره چکان‌های غیر PC در دسترس است.

د- Emission Uniformity : شبیه به تغییرات دبی جریان است، یکنواختی پخش خواسته شده را محاسبه و بیش‌ترین طول لاترال بر اساس این شرایط تولید می‌شود. بنابراین نیازی به وارد کردن طول قطعه نیست. واحد یکنواختی پخش درصد است اما مقدار رایج برای این بخش هر مقداری بیش از ۸۵٪ است. این بخش فقط برای قطره چکان‌های غیر PC در دسترس است.

در نرم افزار Hydrocalc تغییرات میزان دبی و یکنواختی توزیع آن با استفاده از فرمول‌های زیر قابل محاسبه می‌باشند (ولیپور،۲۰۱۲):

$$FV = ۱۰۰[\frac{Qmax-Qmin}{Qmax}] \quad (۲)$$

$$EU = ۱۰۰(\frac{Qmin}{Qmax})[۱-\frac{۱.۲۷CV}{\sqrt{n}}] \quad (۳)$$

که FV میزان تغییرات دبی بر حسب درصد، Q_{max} حداکثر دبی قطره‌چکان، بر حسب لیتر بر ساعت، Q_{min} حداقل دبی قطره‌چکان، برحسب لیتر بر ساعت، EU یکنواختی توزیع برحسب درصد، CV ضریب تغیرات دبی و n نیز تعداد قطره‌چکان برای هر سطح می‌باشد. معمولاً در طراحی‌ها از لترال‌های منفرد استفاده می‌شود زیرا هم از نظر نصب و هم از نظر نگهداری ساده و آسان می‌باشند. تمامی ۱۴ طرح مورد نظر در این پژوهش دارای جنس لوله‌ای از نوع پلی اتیلن (PE) و دریپرها نیز روی خط و از نوع دکمه‌ای طراحی شده‌اند که سایر اطلاعات ورودی قطره‌چکان برای انجام محاسبات در جدول ۲ قابل مشاهده می باشد. در این جدول طول بر حسب متر، دبی اسمی برحسب مترمکعب بر ساعت و فشار انتهایی و نسبی بر حسب متر می‌باشند.

جدول۲- داده های ورودی قطره‌چکان در برنامه Hydrocalc

نام	طول	دبی اسمی	فشار نسبی	فشار انتهایی
A	۳۵	۰/۲۲	۴	۱۰
B	۴۴	۰/۴۷	۴	۱۰
C	۹۲	۰/۲۰	۴	۱۰
D	۹۵	۰/۱۴	۴	۱۰
E	۳۰	۰/۱۸	۴	۱۰
F	۱۷۰	۰/۲۲	۴	۱۰
G	۳۵	۰/۲۲	۴	۱۰
H	۴۰	۰/۳۲	۴	۱۰
I	۴۷	۰/۱۴	۴	۱۰
J	۱۰۵	۰/۲۰	۴	۱۰
K	۴۲	۰/۲۲	۴	۱۰
L	۲۵	۰/۲۵	۴	۱۰
M	۴۰	۰/۴۳	۴	۱۰
N	۶۹	۰/۲۲	۴	۱۰

یاد آوری می‌شود که قطره‌چکان دکمه‌ای کوچک بوده و دارای دهانه کوچکی به قطر کمتر از یک میلی‌متر هستند. از مزایای این قطره‌چکان ارزانی قیمت آن و سرعت نصب و ساده بودن کار با آن‌ها می‌باشد. در جدول ۳ و ۴ داده‌های ورودی برای محاسبات زیر برنامه‌های submain و MainPipe آورده شده است. مقدار ضریب اصطکاک برای معادله هیزن ویلیامز در تخمین افت اصطکاکی در لاترال‌ها و خطور اصلی با توجه به جنس لوله ۱۵۰ انتخاب شده است (کلر،۱۹۹۰):

$$h_f = k \times (\frac{Q}{C})^{۱.۸۵۲} \times D^{-۴.۸۷} \times \frac{L}{۱۰۰} \quad (۴)$$

که در آن؛ k: ثابت تبدیل برابر ۱.۲۱۲×۱۰^{۱۲} در سیستم متریک بوده است، h_f: افت هد ناشی از اصطکاک لوله (m)، L: طول لوله (m)، Q: شدت جریان در لوله (L/S)، C: ضریب اصطکاک و D: قطر داخلی لوله (mm) می‌باشد. کلاس لوله که فشار کار مجاز حداکثر را نشان می‌دهد برای هر دو لوله ۶ بار در نظر گرفته شده است.

جدول۳- داده‌های ورودی لترال در برنامه Hydrocalc

نام	قطرلوله (mm)	دبی جریان (l/s)	طول (m)	هدفشاری (m)	تعداد
A	۵۰	۰/۱۷	۸۲	۱۰/۵۴	۳۳
B	۵۰	۰/۱۱	۸۲	۱۱/۰۲	۲۸
C	۵۰	۰/۳۴	۸۰	۱۰/۵۰	۶۴
D	۵۰	۰/۱۲	۷۰	۱۰/۵۴	۲۸
E	۵۰	۰/۵۸	۸۷	۱۰/۹۰	۵۸
F	۵۰	۱/۶۵	۱۳۷	۱۰/۵۸	۴۰
G	۵۰	۰/۱۲	۶۰	۱۰/۸۲	۲۴
H	۵۰	۵/۷۷	۳۰۳	۱۱/۳۰	۵۵
I	۵۰	۰/۲۲	۶۶	۱۲/۰۷	۴۴
J	۵۰	۱/۷۶	۱۰۰	۱۵/۰۰	۲۴
K	۵۰	۰/۲۴	۱۳۰	۱۱/۸۹	۴۴
L	۵۰	۰/۱۱	۸۲	۱۱/۰۲	۲۸
M	۵۰	۰/۰۶	۴۱	۱۱/۶۹	۱۴
N	۵۰	۰/۲۰	۱۴۳	۱۱/۶۹	۴۸

نتایج و بحث

در اکثر طرح‌های مورد بررسی فشار سیستم بالاتر از فشار متوسط مورد نیاز برای کارکرد مناسب قطره‌چکان‌ها (۱۰متر) می‌باشد و عدم یکنواختی توزیع فشار در نقاط مختلف سیستم یکی از مشکلاتی است که در طرح‌های مختلف مشاهده می‌شود. در صورتی که متعادل کردن و یکنواخت کردن فشار در سیستم‌های تحت فشار از جمله سیستم آبیاری قطره‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. محاسبات صورت گرفته در نرم افزار hydrocalc نشان داده که می‌توان میزان افت فشاری را به میزان ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش داد. از طرفی در قطرهای پایین لوله‌های آبیاری بایستی سرعت بهینه پایین‌تری استفاده شود که نتایج این پژوهش نشان داده است که با طراحی

توسط hydrocalc میزان سرعت به طور متوسط ۲۰ تا ۶۰ درصد کاهش پیدا می‌کند (جدول ۵).

جدول٤- داده‌های ورودی لوله اصلی در برنامه Hydrocalc

نام	قطرلوله (mm)	دبی جریان (l/s)	طول (m)	هدفشاری (m)
A	۶۳	۵/۰۴	۵۵	۱۱/۲۹
B	۶۳	۶/۱۲	۱۳۴	۱۱/۱۱
C	۵۰	۵/۴۰	۵۰	۱۲/۰۶
D	۶۳	۴/۳۲	۱۳۰	۱۱/۱۳
E	۷۵	۱/۰۱	۱۴۰	۱۲/۱۰
F	۶۳	۸/۴۲	۱۲۵	۱۰/۶۵
G	۶۳	۵/۰۴	۳۷۰	۱۲/۹۷
H	۶۳	۶/۴۸	۲۰	۱۲/۱۹
I	۶۳	۶/۴۸	۱۰۵	۱۲/۶۶
J	۶۳	۷/۹۲	۶۷	۱۳/۶۵
K	۶۳	۵/۵۴	۶۵	۱۱/۴۱
L	۶۳	۳/۹۶	۳۳	۱۱/۴۱
M	۶۳	۴/۳۲	۷۸	۱۲/۶۹
N	۵۰	۸/۴۲	۶۱	۱۰/۹۹

با کاهش میزان سرعت طبق معادله پیوستگی (Q=AV)، میزان دبی جریان در لوله نیز کاهش می‌یابد که با کاهش میزان دبی، حجم آب مصرفی کاهش می‌یابد. دبی زیاد قطره‌چکان در طراحی ، شعاع خیس شده‌ی روی سطح خاک را افزایش می‌دهد، در حالی که اندازه‌ی عمق خیس شده پیاز رطوبتی امکان دارد کاهش پیدا کند. اگرچه در مجموع، حجم خیس شده‌ی پیاز رطوبتی با افزایش دبی بیشتر می‌شود ولی با دبی بهینه طراحی می‌توان در عین حال که دبی کاهش می‌یابد، آب به اندازه کافی برای مصرف استفاده و در نتیجه میزان حجم آب مصرفی کاهش یابد. افزایش زمان آبیاری به ازای مقادیر گوناگون دبی قطره‌چکان‌ها (غیر استاندارد) باعث افزایش پیشروی جبهه‌ی رطوبتی در جهات افقی و عمودی می‌گردد که خود موجب تلفات آب می‌گردد. با کنترل طراحی توسط این مدل میزان دبی به طور متوسط ۲۰ تا ۵۰ درصد نسب به طراحی‌های صورت گرفته کاهش پیدا یافته است. با این میزان کاهش دبی می‌توانند در مصرف آب نیز تا ۵۰ درصد صرفه‌جویی نمود. درصد کاهش میزان دبی و آب مصرفی در جدول ۶ قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا در صورتی که میزان یکنواختی پخش بیش از ۹۰ درصد باشد قطره‌چکان مورد بررسی در کلاس عالی قرار می‌گیرد. این در صورتی است که یکنواختی پخش آب در قطره‌چکان‌های مورد بررسی در طرح‌ها باتوجه به دفترچه طراحی آن‌ها ۸۵٪ بوده است ولی با استفاده ازمحاسبات نرم‌افزار Hydrocalc با کاهش تغییرات دبی در طراحی سیستم آبیاری، این مقدار به بیش از ۹۱٪ رسیده است (جدول ۷). نتایج به دست آمده بیانگر آن است که در تمام طراحی‌های صورت گرفته توسط نرم‌افزار برنامه‌ریزی hydrocalc، قطره‌چکان‌ها آب را به صورتی کاملاً یکنواخت پخش می‌کنند. در سیستم‌های قطره‌ای فشار در طول مسیر، از قسمت ورودی تا خروجی قطره‌چکان‌ها به طور یکنواختی کاهش می‌یابد تا در خروجی به مقدار تقریباً صفر می‌رسد. مطابق شکل ۳ برای ۱۴ طرح معرفی شده تغییرات فشار در مقابل فاصله قطره‌چکان از روند ثابتی پیروی می‌کند. به‌طوری‌که در فاصله تقریباً ۴۰٪ از ابتدای لوله ۷۵٪ افت رخ می‌دهد. افت فشار در اثر ورودی و خروجی قطره‌چکان‌ها ناچیز و قسمت اعظم فشار در طول مسیر مستهلک می‌شود. لذا از مدل hydrocalc به‌منظور یکنواخت کردن میزان فشار در فواصل مشخص از انتهای مسیر لوله استفاده شده است.

جدول٥- مقایسه کاهش افت و سرعت در قطره چکان

نام	Pressure Loss			Velocity		
	hydro	طراحی	کاهش٪	hydro	طراحی	کاهش٪
A	۰/۱۸	۰/۴۰	۵۵/۰۰	۰/۲۸	۰/۶۰	۵۳/۳۳
B	۰/۳۴	۱/۹۳	۸۲/۳۸	۰/۳۶	۱/۲۰	۷۰/۰۰
C	۰/۰۹	۰/۱۷	۴۷/۰۶	۰/۳۱	۰/۳۸	۱۸/۴۲
D	۰/۰۷	۰/۱۵	۵۳/۳۳	۰/۲۸	۰/۶۰	۵۳/۳۳
E	۰/۱۲	۰/۲۳	۴۷/۸۳	۰/۲۴	۰/۴۰	۴۰/۰۰
F	۰/۵۰	۰/۵۳	۵/۶۶	۰/۴۰	۰/۴۱	۲/۴۴
G	۰/۱۸	۰/۴۰	۵۵/۰۰	۰/۲۸	۰/۶۰	۵۳/۳۳
H	۰/۲۶	۰/۸۷	۷۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۸۰	۵۸/۷۵
I	۰/۰۴	۰/۱۴	۷۱/۴۳	۰/۳۸	۰/۴۰	۵/۰۰
J	۰/۱۴	۰/۱۸	۲۲/۲۲	۰/۳۶	۰/۳۷	۱/۹۱
K	۰/۱۸	۰/۴۰	۵۵/۰۰	۰/۲۸	۰/۶۰	۵۳/۳۳
L	۰/۰۷	۰/۶۵	۸۹/۲۳	۰/۲۰	۰/۶۰	۶۶/۶۷
M	۰/۲۶	۱/۴۷	۸۲/۳۱	۰/۳۳	۱/۰۰	۶۷/۰۰
N	۰/۱۷	۰/۲۱	۱۹/۰۵	۰/۲۳	۰/۲۸	۱۷/۸۶

نتیجه‌گیری

در شرایط کنونی و با توجه به وضعیت موجود کشاورزی ایران، توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار در اراضی مستعد از قبیل روش‌های آبیاری مناسب‌تر و کارآمدتر نسبت به روش‌های آبیاری سطحی می‌باشد. راندمان آبیاری در روش‌های تحت فشار به بیش از ۷۵٪ بالغ می‌گردد. حتی روش آبیاری قطره‌ای از بین روش‌های تحت فشار، از بازده‌ی بیش‌تری (حدود ۹۰٪) برخوردار است.

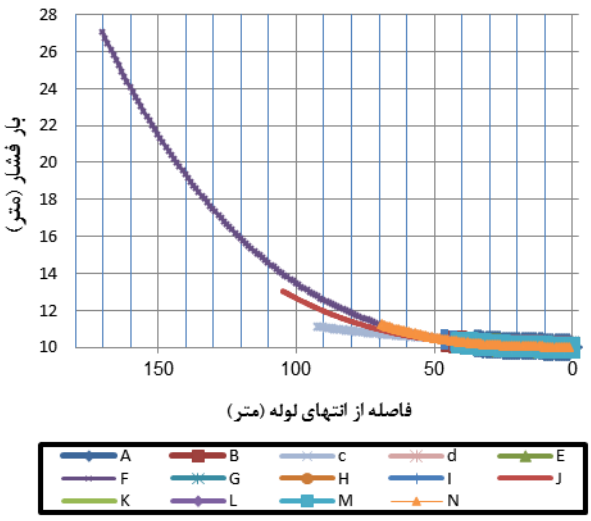
جدول ٦-کاهش میزان دبی و آب مصرفی

نام	زمان	دبی	کاهش دبی	آب مصرفی(لیتر)		کاهش آب
	ساعت	لیتربرساعت	درصد	طراحی	hydro	درصد
A	۵/۵	۳/۰	۲۶/۱	۲۲/۰	۱۶/۳	۲۶/۱
B	۴/۰	۳/۶	۹/۶	۱۶/۰	۱۴/۵	۹/۶
C	۵/۰	۲/۷	۳۱/۷	۲۰/۰	۱۳/۷	۳۱/۷
D	۵/۵	۲/۹	۲۷/۳	۲۲/۰	۱۶/۰	۲۷/۳
E	۳/۵	۲/۸	۳۱/۱	۱۴/۰	۹/۶	۳۱/۱
F	۵/۰	۰/۹	۷۶/۳	۸۴/۰	۱۹/۹	۷۶/۳
G	۵/۵	۳/۰	۲۶/۱	۲۲/۰	۱۶/۳	۲۶/۱
H	۵/۰	۳/۳	۱۶/۶	۲۰/۰	۱۶/۷	۱۶/۶
I	۴/۵	۳/۴	۱۵/۸	۱۸/۰	۱۵/۲	۱۵/۸
J	۶/۰	۱/۹	۵۳/۰	۲۴/۰	۱۱/۳	۵۳/۰
K	۸/۰	۳/۰	۲۶/۱	۳۲/۰	۲۳/۶	۲۶/۱
L	۸/۰	۳/۸	۵/۹	۳۲/۰	۳۰/۱	۵/۹
M	۳/۵	۳/۶	۹/۶	۱۴/۰	۱۲/۷	۹/۶
N	۷/۰	۱/۷	۵۶/۵	۲۸/۰	۱۲/۲	۵۶/۵

جدول۷- تغییرات میزان دبی و یکنواختی توزیع آن

	تغییرات دبی	یکنواختی توزیع طرح‌ها	یکنواختی توزیع نرم‌افزار
A	۰/۰۰۸	۰/۸۵	۰/۹۶
B	۰/۰۱۵	۰/۸۵	۰/۹۶
C	۰/۱۰۶	۰/۸۵	۰/۹۳
D	۰/۰۰۳	۰/۸۵	۰/۹۶
E	۰/۰۰۵	۰/۸۵	۰/۹۶
F	۰/۱۷۶	۰/۸۵	۰/۹۱
G	۰/۰۰۸	۰/۸۵	۰/۹۶
H	۰/۰۱۲	۰/۸۵	۰/۹۶
I	۰/۰۱۸	۰/۸۵	۰/۹۶
J	۰/۱۱۹	۰/۸۵	۰/۹۳
K	۰/۰۱۳	۰/۸۵	۰/۹۶
L	۰/۰۰۳	۰/۸۵	۰/۹۶
M	۰/۰۱۲	۰/۸۵	۰/۹۶
N	۰/۰۵۱	۰/۸۵	۰/۹۵

بنابراین به نظر می‌رسد که این نوع آبیاری از لحاظ صرفه‌جویی در مصرف آب، یکی از بهترین روش‌ها به شمار می‌آید. در این پژوهش نشان داده شده است که با استفاده از مدل نه چندان پیچیده hydrocalc می‌توان طراحی هیدرولیکی سیستم‌های قطره‌ای را بهبود بخشید. نتایج نشان دادند که با استفاده از این مدل میزان افت فشار در قطره‌چکان‌ها به میزان ۳۰ تا ۷۰ ٪ کاهش یافته است. میزان سرعت بهینه حرکت آب در لوله با توجه به نوع و اندازه لوله ۲۰ تا ۶۰ ٪ کاهش یافته است و لذا با توجه به رابطه پیوستگی میزان دبی نیز به مقدار ۲۰ تا ۵۰ ٪ کاهش یافته است. لذا با استفاده از این مدل و با توجه به کاهش میزان دبی، به مقدار حدود ۵۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده و با توجه به کاهش تغییرات دبی میزان یکنواختی به بیش از ۹۱ ٪ رسیده است. امید می‌رود که طراحان سیستم‌های آبیاری تحت فشار از جمله آبیاری قطره‌ای با استفاده از مدل‌های ساده و در عین حال مدرن‌تر و دقیقتر، سعی در بهینه کردن مصرف آب نه با بالارفتن راندمان بلکه با افزایش یکنواختی توزیع آب و کاهش مصرف آب بپردازند.



شکل۳- نمودار بار فشار در مقابل فاصله قطره‌چکان از انتهای لوله

منابع

باغانی، ج و خزایی، م. ۱۳۷۸. بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره ای بر عملکرد و کیفیت خربزه. نشریه شماره۱۳۱. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

به‌منش. ج.، یگانه،ز و رضایی، ح. ارزیابی فنی آبیاری قطره‌ای در برخی باغ‌های شهرستان مرند.۱۳۹۱. مجله پژوهش آب در کشاورزی.جلد ۲۶. شماره ۴.

بی آزار،ش.، احتشامی، م.، عبادی، ه.. فیضایی،و.ر. ارزیابی هیدرولیکی سیستم های آبیاری قطره‌ای داخل خط در باغ-های مرکبات غرب مازندران.۱۳۸۶. پژوهشنامه علوم کشاورزی.جلد ۱. شماره ۹.

قدمی فیروزآبادی .و سیدان س .م.. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری و معرفی بهترین گزینه‌ها به منظور

افزایش بازده آبیاری در استان همدان . سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان همدان، 250 صفحه.

نقوی،ه.، حسینی نیا،م.، کریمی گوغری،ش وایراندوست م.۱۳۹۱. توانایی مدل Hydrus 2D در شبیه سازی توزیع رطوبت در خاک تحت سیستم آبیاری قطره ای زیرسطحی.مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال شانزدهم.شماره ۶۱.پاییز ۱۳۹۱.

Halbac,R. and C. Zamfir.2009. Designing A Drip Irrigation System Using Hydrocalc Irrigation Planning. Research Journal of Agricultural Science, 41 (1).

Keller,j. and Bliesner,D.R. 1990. Sprinkle and Trickle irrigation. AVI book. Van Nostrand Reinhold. New York. p: 72-73.

Mansour.H.A., Tayel,M.Y., Lightfoo,D.A. and El-Gindy,A.M.2010. Energy and Water Saving by Using Closed Circuits of Mini-Sprinkler Irrigation Systems, Agriculture Science Journal, Vol. 1, No. 3, pp. 1-9.

Rareş,H.C.Z. 2009. Designing A Drip Irrigation System Using Hydrocalc Irrigation Planning. Research Journal of Agricultural Science, 41(1), 420-425.

Valipour,M. 2012. Sprinkle and Trickle Irrigation System Design Using Tapered Pipes for Pressure Loss Adjusting. Journal of Agricultural Science; Vol. 4, No. 12.

Warrick,A.W. and Shani,U. 1996. Soil-limiting flow from subsurface emitters.II: Effect on uniformity. J. Irrig. and Drain. Engine. 122: 5. 296-300.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 8, May – June. 2014, p. 296-303

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۸، خرداد - تیر ۱۳۹۳، ۳۰۳-۲۹۶

Optimization Of Water Use By Hydraulic Design Controlling Of Drip Irrigation Systems Using Hydrocalc Software

M.Salarian* [۱], H.Ansari [۲], M.Bayram [۳], A.Takarli [۴]

Received: Sep.3, 2013 Accepted: May.14, 2014

Abstract

The agricultural section is the largest consumer of water in the world. In recent decades, limited water resources for agricultural purposes on one hand and population increase on the other hand, made the development and application of modern methods of irrigation inevitable. The use of pressurized irrigation systems such as drip irrigation is an effective option to increase water use efficiency, therefore optimal designs are required. In the present study, for optimizing the basic hydraulic calculations of 14 drip irrigation scheme, located in 14 cities in Mazandaran province, Hydrocalc planning software was used. Then the design data were compared with data from the software. The results show that by using this model the amount of pressure reduction in emitter, declines by 30 to 70 percent. Optimal velocity and amount of water in the pipe has been reduced from 20 to 60 percent. According to the continuity equation, the flow rate is reduced by 20 to 50 percent. Thus, by using this model and due to the flow rate reduction, the average savings in water use are about 50 percent and uniformity rate has reached over 91 percent.

Key words: Optimization, Uniformity, Productivity, Planning, Hydrocalc

۱- Master science Graduated in Irrigation and Drainage, Ferdowsi University of Mashhad
۲- Associate professor in Department of Water Engineering, Agriculture College Ferdowsi University of Mashhad
۳- Master science Graduated in Hydraulic Structure, Bu-Ali Sina University of Hamedan
۴- Master science Graduated in Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina University of Hamedan
(* - Corresponding author Email: salarian_mohammad@yahoo.com)