نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال نهم. شماره سی و ششم. تابستان ۱۳۹۸

بررسی جریان خروجی روزنه‌ها با قطر و پوشش‌های متفاوت در سیستم آبیاری زیرسطحی

سعید زمانی[۱]، روح‌اله فتاحی[۲]

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ ارسال:۱۳۹۴/۰۴/۱۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۷/۰۱

چکیده

استفاده از گسیلنده مناسب نظیر لوله‌های روزنه‌دار در سیستم آبیاری زیرسطحی کارآمدی این سیستم‌ها را ارتقاء می‌دهد. در این پژوهش، بهترین شرایط هیدرودینامیکی محیط نشت، شرایط بهینه هیدرولیکی روزنه و اثر متقابل هیدرولیک روزنه و محیط پیرامون آن بررسی شد. بدین منظور وضعیت جریان و مقاومت جریان خروجی از لوله پلی‌اتیلن ۱۶ میلیمتری با روزنه‌های به قطر ۱، ۲/۵، ۵، ۸ و ۱۰ میلیمتر (در دو حالت استفاده از پوشش ژئوتکستایل و عدم استفاده از آن) در محیط خاک رسی و گراول با قطر متوسط ۱۲ میلیمتر در فشارهای ۰/۲۵، ۰/۵، ۰،۱/۷۵، ۱/۲۵، ۱/۵، ۱/۷۵ و ۲ اتمسفر بررسی گردید. نتایج آزمایش با استفاده از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه مقایسه شد و منحنی‌های مشخصه روزنه‌های مختلف با برازش داده‌های آبدهی بر حسب فشار برای کلیه آزمایشات تهیه گردید. بازه مقادیر R^2 و توان معادله دبی- فشار مربوطه به ترتیب معادل ۹۹٪-۹۳٪ و ۰/۶۳-۰/۴۱ به‌دست آمد. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از گراول به تنهایی در اطراف روزنه مدفون در خاک در کلیه قطرها موجب کاهش مقاومت جریان، افزایش سرعت خروج آب از روزنه و آشفتگی بیشتر جریان گردید و برعکس استفاده از ژئوتکستایل باعث افزایش مقاومت جریان شد و مشاهده شد که در روزنه‌های با قطرهای ۱ و ۲/۵ میلیمتر لفاف ژئوتکستایل در خاک و گراول موجب بروز مقاومت با اختلاف معنی‌دار نسبت به حالت معمولی شد. بر مبنای نتایج حاصل استفاده از روزنه ۱ میلیمتری در تمامی محیط‌ها و روزنه ۲/۵ میلیمتری در محیط خاک با وجود یا بدون وجود لفاف ژئوتکستایل در سیستم آبیاری زیرسطحی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، نفوذ، خردآبیاری، لوله آبده.

۱) دانشجوی دکتری مهندسی آب – آبیاری و زهکشی، دانشگاه کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۰۹۱۳۱۶۶۰۰۶۵، Zamani_Saeed@yahoo.com
۲) دانشیار گروه مهندسی آب – آبیاری و زهکشی، دانشگاه کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۰۳۸۳۲۳۲۴۴۰۱، fatahi2@gmail.com (مسئول مکاتبه)

مقدمه

کمبود آب یکی از مهمترین معضلات حال حاضر ایران می‌باشد. براساس شاخص سازمان ملل و شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد و اقدام در راستای کاهش مصرف آب ضروری می‌باشد (احسانی و خالدی،۱۳۸۲). اکنون بیش از نود درصد منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود بنابراین استفاده بهینه از آب یکی از راه‌کارهای موثر برای تولید مواد غذائی بیشتر و تامین نیازهای اساسی کشور می‌باشد. با توجه به پایین بودن راندمان آبیاری، سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار و مخصوصاً سیستم آبیاری زیرسطحی از کاراترین روش‌های آبیاری می‌باشد (فروغی و همکاران، ۱۳۸۴).

تحقیقات گلد برگ و شوملی از سال ۱۹۶۹ بر روی سیستم آبیاری قطره‌ای در دانشگاه هوبر فلسطین اشغالی آغاز شد. ایشان با هدف خشک نگه‌داشتن سطح زمین با کارگذاری لوله‌ها و قطره‌چکان‌ها در زیر سطح خاک، اولین گام را برای اجرای سیستم آبیاری زیرسطحی برداشتند (Goldberg and Shmueli,1969).

سیستم آبیاری زیرسطحی سیستمی است که در آن آب خروجی گسیلنده‌ها در زیر سطح خاک با دبی مطابق با محدوده دبی سیستم آبیاری قطره‌ای تراوش می‌کند (ASEA, 2007 ; ASABE-Standards,2007). سیستم مذکور نسبت به سایر روش‌های آبیاری توانمندی بیشتری در کاهش هدرروی آب ناشی از تبخیر، رواناب و نفوذ عمقی دارد (Camp, 1998). مقادیر آب کاربردی در سیستم آبیاری زیرسطحی تحت تاثیر پارامترهای مختلفی نظیر عمق آب، شدت جریان، وضعیت اشباع خاک و مدت آبیاری است (Bhatnagar and Srivastava,2003 ; Singh and Singh,1978).

فتاحی و همکاران (۲۰۰۳) رفتار جریان در سیستم کلکتور آب شامل لوله سوراخ‌دار و پوشش گراولی اطراف آن در زیر یک لایه خاک نفوذپذیر در حالت مستغرق را بصورت تحلیلی و تجربی بررسی کرده و معادله اساسی آن را استخراج نمودند. ایشان دریافتند که نتایج بدست آمده از حل معادلات با نتایج مشاهداتی تطابق مطلوبی دارد (Fattahi et al., 2003). لنجابی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر کاربرد پوشش ژئوتکستایل بر پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی پرداختند و دریافتند که پوشش ژئوتکستایل چه از نوع بافته شده و چه از نوع نبافته در اطراف قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی پروفیل رطوبتی اثر می‌گذارد بطوریکه استفاده از پوشش ژئوتکستایل نبافته در اطراف قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، حداکثر عمق خیس‌شده را کاهش و عرض خیس‌شدگی افزایش داده و از نفوذ عمقی کاسته است (لنجابی و همکاران، ۱۳۸۹). نوشادی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیقی، عملکرد پوشش‌های گراولی دانه بندی شده با استاندارد USBR و دو نوع پوشش مصنوعی PP450 در زهکش‌های زیرزمینی با خاک سیلتی‌لوم در سه فشار ۵۵، ۷۵ و ۱۰۵ سانتیمتر بررسی کردند و با توجه به بیشتر بودن دبی تخلیه زهکش‌ها، کمتر بودن مقاومت ورودی لوله و پوشش، بیشتر بودن هدایت هیدرولیکی و کمتر بودن نسبت گرادیان در پوشش گراولی اظهار کردند که پوشش گراولی عملکرد بهتری دارد (نوشادی و همکاران، ۱۳۹۳). زهتابیان و همکاران (۱۳۹۴) سه نوع پوشش- زهکش ژئوکمپوزیت با پوشش‌های از نوع ژئوتکستایل متفاوت، زهکش لوله‌ای با پوشش دانه‌ای، زهکش لوله‌ای با پوشش ژئوتکستایل و PLM از نوع PP450 را توسط یک مدل آزمایشگاهی ارزیابی کردند وگزارش دادند که مقاومت ورودی پوشش-زهکش‌ها بسیار کم و در حد پوشش با پوشش دانه‌ای و کمتر از زهکش لوله‌ای با پوشش PLM بوده است و بطور کلی عملکرد مناسبی داشته‌اند. همچنین پیتر و همکاران (۲۰۰۳) به این نتیجه رسیدند که در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای بهبود بازده مصرف آب و مواد مغذی بایستی بین فاصله قطره‌چکان‌ها، شدت جریان، مشخصات رطوبتی خاک و مدت زمان آبیاری هم‌خوانی مناسب وجود داشته باشد (Peter et al., 2003). بنابراین هرچه در مرحله طراحی سیستم آبیاری

زیرسطحی، دبی خروجی گسیلنده دقیق‌تر باشد، راندمان آبیاری در آن بیشتر خواهد بود از این روی، ایده انجام این پژوهش با هدف بررسی شرایط هیدرودینامیکی محیط نشت و شرایط هیدرولیکی روزنه بمنظور بهره‌گیری از لوله‌های روزنه‌دار، بعنوان لوله آبده در سیستم آبیاری زیرسطحی شکل گرفت و مطالعات مربوطه انجام گردید.

مواد و روش ها

آزمایش‌ها در این پژوهش در شرایط طبیعی در قطعه زمینی به مختصات طول جغرافیایی □۵۱ ´۳۵ □۵۱ و عرض جغرافیایی □۲۶ ´۴۱ □۳۲ واقع در فضای سبز شهر اصفهان با بهره‌گیری از ادوات آزمایش مطابق شکل ۱ انجام گردید. مشخصات آب چاه و خاک محل آزمایش‌ها مطابق جداول ۱ و ۲ می‌باشد و از گراول با قطر متوسط ۱۲ میلیمتر در آزمون‌ها استفاده شده است. همانطور که جداول ۱ و ۲ گویا است کیفیت آب آزمایش مناسب و بافت خاک محل رسی است.

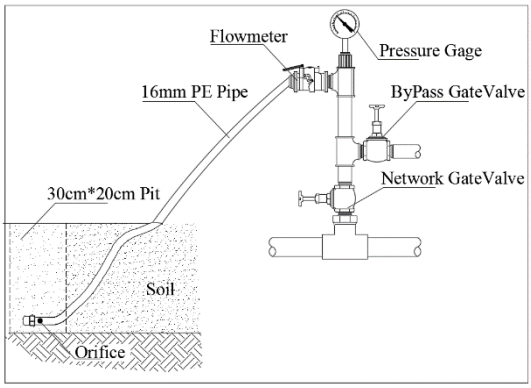
جدول(۱): مشخصات آب مورد استفاده در آزمایش‌ها

پارامتر	واحد	مقدار
EC	ds/m	۱/۵
PH	-	۷/۵
TDS	mg/lit	۱۱

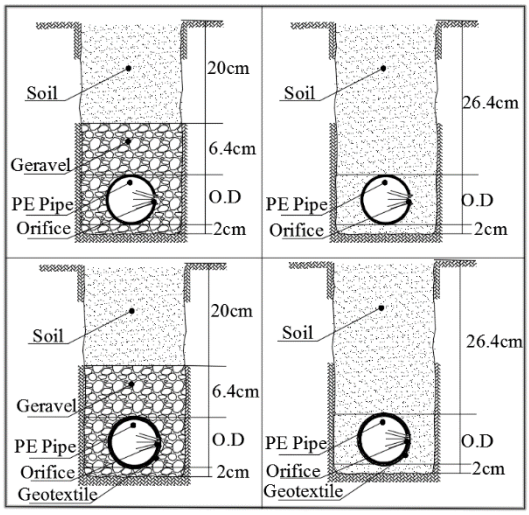
جدول(۲): مشخصات خاک محل آزمایش‌ها

پارامتر	واحد	مقدار
رس	٪	۴۳
سیلت	٪	۳۴
شن	٪	۲۳

آب پس از عبور از کنتور از طریق یک لوله پلی‌اتیلن به قطر ۱۶ میلیمتر که دارای یک روزنه به قطر ۱، ۲/۵، ۵، ۸ یا ۱۰ میلیمتر بود به درون گودالی به قطر ۲۰ و عمق ۳۰ سانتیمتر وارد و حجم آب خروجی از روزنه در محیط خاک و گراول اندازه‌گیری شد. همانطور که جزئیات نصب لوله روزنه‌دار بعنوان لوله آبده در شکل ۲ نشان می‌دهد، وضعیت نشت آب در دو حالت استفاده از لفاف ژئوتکستایل و عدم استفاده از آن و در فشارهای متداول در سیستم‌های خردآبیاری شامل فشارهای ۰/۲۵، ۰/۵، ۰،۱/۷۵، ۱/۲۵، ۱/۵، ۱/۷۵ و ۲ اتمسفر بررسی گردید.



شکل(۱): جزئیات ادوات انجام آزمایشات



شکل (۲): جزئیات نصب لوله آبده در محیط‌های نشت

در موارد استفاده از پوشش ژئوتکستایل در اطراف روزنه، دو لایه ژئوتکستایل با ضخامت ۱/۹ میلیمتر و نفوذپذیری ۰/۲۴ سانتیمتر بر ثانیه که با میزان دبی خروجی مورد انتظار از روزنه‌ها تطابق داشت، استفاده گردید. در این آزمایش‌ها دمای محیط و آب ۳±۲۳ درجه سلسیوس بود و در هر یک از فشارهای آزمایش، آب خروجی از منافذ در محیط‌های نشت در شرایط نفوذ و

بدون محدودیت زهکشی اندازه‌گیری شد. فشار بوسیله شیر کنارگذر و با بهره‌گیری از فشارسنج معادل فشار آزمایش تنظیم و تثبیت می‌شد و زمان تخلیه حجم مشخصی از آب که توسط کنتور اندازه‌گیری می‌گردید بوسیله یک زمان‌سنج تعیین شد و شدت جریان آب خروجی محاسبه گردید.

معادله نظری فشار- نشت با توجه به مفهوم روزنه بیان شده است. سرعت خروجی آب از یک سوراخ با استفاده از معادله برنولی محاسبه و به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$V = \sqrt{2gh} \qquad (۱)$$

V: سرعت تئوری روزنه، g: شتاب جاذبه زمین و h : هد فشاری موثر بر روی روزنه و محیط نشت است. برای محاسبه دبی تئوری روزنه، سطح مقطع آن در مقدار سرعت تئوری بدست آمده از معادله ۱ ضرب خواهد شد. در معادله ۱ از افت انرژی صرفنظر شده است بنابراین بمنظور تعیین مقدار سرعت واقعی ضریب اصلاح Cv در سرعت تئوری ضرب می‌شود و همچنین با ضرب ضریب Cc در سطح مقطع اثر انقباض شکل ناشی از اثرات لبه های سوراخ و زبری سطح سوراخ لحاظ می‌گردد. از حاصلضرب Cv و Cc، ضریب روزنه (C_d) تعیین می‌شود و دبی خروجی روزنه از معادله ۲ بدست می‌آید (Streeter et al.1998):

$$Q = C_d A\sqrt{2gh} \qquad (۲)$$

که در آن Q: دبی جریان، C_d : ضریب روزنه، A : سطح مقطع روزنه می‌باشد. این معادله اساس معادله فشار- نشت است که توسط انجمن بین المللی آب (IWA) به شرح زیر پیشنهاد شده است:

$$Q = CP^n \qquad (۳)$$

که در آن P : فشار، C : ضریب و n : توان معادله است. رابطه بین نشت و فشار روزنه مدفون معادله جدیدی نیست و معادله آن در آزمایشات تجربی عدیده‌ای مشاهده شده است. (Thornton & Lambert,2005).

وان زیل و کلایتون (۲۰۰۷) چهار عامل هیدرولیک نشت، رفتار مواد لوله، هیدرولیک خاک و دبی شبکه آب را بر روی دامنه مقادیر توان معادله ۳ موثر دانستند (Van Zyl and Clayton,2007) . نتایج مطالعات عددی و مشاهدات فیزیکی انجام شده توسط نواک و آلانیکی (۲۰۰۶) نشان داد که وضعیت نفوذپذیری خاک بر میزان نشت موثر است و با افزایش نفوذپذیری ماتریکس خاک، توان معادله نشت به عدد یک میل کند که گویای تغییر قابل توجه در رفتار مشخصه می نشت است. بطورکلی محققان مختلفی اثر محیط نشت روی دبی خروجی روزنه را بررسی و مطالعه نموده‌اند. نتایج مطالعات ایشان حاکی از آن است که نوع و اندازه روزنه نسبت به شرایط جریان در محیط نشت تاثیر بیشتری بر میزان نشت آب از روزنه به خاک دارد. (Walski et al. 2006 : Noack and Ullanicki,2006: Van Zyl and Clayton,2007)

دیلمن و ترافورد (۱۹۷۶) پارامتر مقاومت جریان را چنین تعریف نمودند (Dielman & Trafford,1976) :

$$W = \frac{h}{q} \qquad (۴)$$

در این معادله W :مقاومت جریان (روز بر متر)، h: فشار (متر) q: دبی واحد جریان (مترمکعب بر روز بر متر) است.

همچنین وضعیت جریان آب درون روزنه در فشارهای مختلف و محیط‌های نشت آزمایش نیز مطابق طبقه‌بندی ارائه شده در جدول ۳ بررسی شد.

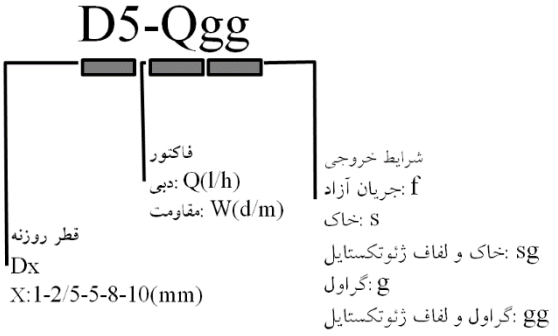
جدول(۳): حدود عدد رینولدز و معادلات افت اصطکاکی (علیزاده،۱۳۸۸)

رژیم جریان	عدد رینولدز (Re)	معادله f
ورقه‌ای	Re<2000	f=64/Re
ناپایدار	2000<Re<4000	$f=3.42 * 10^{-5} Re^{0.85}$
نیمه آشفته	4000<Re<10000	$f=0.316 / Re^{0.25}$
آشفته	Re>10000	$f=0.316 / Re^{0.25}$

وضعیت جریان در شرایط و محیط‌های نشت و روزنه‌های مختلف با بهره‌گیری از معادلات و روابط

تشریح شده بررسی و دبی و مقاومت جریان در فشارها و محیط‌های مختلف بدست آمد. نهایتاً نتایج حاصل به روش آزمون تجزیه واریانس دوطرفه (ANOVA-2Way) در نرم‌افزار SPSS، ارزیابی و مقایسه گردید.

داده‌ها و نتایج آزمایش‌ها مشابه الگو و روش تعریف نمایه در شکل ۳،کدگذاری و استفاده شده است. در این شکل جزء اول سمت راست بیانگر قطر روزنه‌ها (۱، ۲/۵ و...)، جزء میانی بیانگر نوع فاکتور در نمایه (دبی یا مقاومت جریان) و جزء سمت چپ معرف شرایط و محیط نشت (آزاد، خاک و ...) است.



شکل (۳): نمونه الگوی تعریف نمایه داده‌ها و نتایج آزمایش

بنابراین نمایه‌های مقاومت جریان در محیط‌های نشت مختلف، در جدول ۴، توصیف شده است.

جدول(۴): توصیف نمونه نمایه‌های مورد استفاده

عنوان	نمایه
مقاومت جریان در خاک	Ws
مقاومت جریان در خاک با پوشش ژئوتکستایل	Wsg
مقاومت جریان در گراول	Wg
مقاومت جریان در گراول با پوشش ژئوتکستایل	Wgg

نتایج و بحث

منحنی‌های مشخصه مربوط به روزنه‌ها و همچنین منحنی تغییرات مقاومت جریان در محیط‌های آزمایش بر حسب دبی خروجی از روزنه‌ها در شکل ۴ ارائه شده است. در منحنی‌های مذکور معادلات حاصل از برازش داده‌ها نیز ارائه‌شده است. در کلیه منحنی‌های مشخصه ارائه شده و روابط دبی– فشار به‌دست آمده، دبی خروجی از روزنه‌ها به نوع و شرایط محیط نشت آب خروجی از روزنه بستگی دارد و از این روی اظهارات فاکس و همکاران (۲۰۱۶) مبنی بر افت آبدهی و تغییر در رابطه دبی- فشار مربوط به نشت آب از روزنه مدفون در محیط متخلخل مانند خاک نسبت به موارد مشابه در حالت خروج آب در آب و هوا مورد تایید قرار گرفت (Fox et al., 2016). روند منحنی‌های مشخصه به‌دست آمده نشان می‌دهد که دبی روزنه‌ها با افزایش فشار دارای روند افزایشی بوده اما شیب تغییرات دبی بر حسب فشار در فشارهای اولیه منحنی تند و هرچه فشار افزایش می‌یابد این شیب ملایم‌تر شده است. همچنین با مقایسه منحنی‌های مشخصه روزنه‌های مختلف با یکدیگر ملاحظه گردید که در روزنه‌های با قطر کمتر، شیب تغییرات دبی بر حسب فشار تندتر از روزنه‌ها با قطر بالاتر می‌باشد. در همه سری منحنی‌ها، منحنی مربوط به جریان آزاد و جریان درون خاک با استفاده از لفاف ژئوتکستایل اطراف روزنه به ترتیب در بالاترین و پایین‌ترین سطح نسبت به سایر محیط‌های آزمایش قرار دارد. در سری منحنی‌های مربوط به کلیه روزنه‌ها، داده‌ها پراکنش مطلوبی اطراف منحنی‌های برازش شده دارند بطوریکه مقادیر R^2 مربوطه در بازه ۹۹٪-۹۳٪ بدست آمده است.

در سری منحنی‌های مربوط به روزنه ۱ میلیمتری مقادیر دبی در فشار آزمایش ۰/۲۵ اتمسفر در همه محیط‌ها نزدیک بهم است بطوریکه بین حداکثر دبی در فشار مذکور (۶/۹ لیتر بر ساعت) و حداقل آن (۵/۱ لیتر بر ساعت)، اختلاف ۳۵ درصدی مشاهده می‌شود و با افزایش فشارهای آزمون این اختلاف افزایش یافته تا به حداکثر خود به میزان ۶۳ درصد در فشار ۲ اتمسفر می‌رسد. این امر موجب شده که در این سری منحنی‌ها، در محیط‌های مختلف با افزایش فشار واگرایی مشاهده شود و برعکس در روزنه‌های با قطر بالا یعنی روزنه‌های

۸ و ۱۰ میلیمتری با افزایش فشار، در سری منحنی‌های مربوطه همگرایی دیده شود بطوریکه به ترتیب در روزنه‌های مذکور اختلاف بین حداقل و حداکثر دبی در فشار ۲ اتمسفر معادل ۳ و ۱۵ درصد است و دبی‌های حاصل شده در فشار مذکور اختلاف اندکی دارند. بطور کلی که استفاده از گراول در همه روزنه‌ها و فشارهای آزمون تاثیر معنی‌داری در مقاومت خروجی و آبدهی از روزنه دارد و در روزنه‌های کوچک تاثیر مقاومت ناشی از محیط نشت بر روی تغییرات دبی خروجی از روزنه بیشتر است و با افزایش قطر روزنه و متعاقب آن افزایش آبدهی روزنه تاثیر مقاومت محیط کمتر شده و یکنواختی بیشتری در دبی روزنه مشاهد می‌گردد. اما در سایر سری منحنی‌های آزمون، روند محسوسی از نظر همگرایی یا واگرایی منحنی‌ها ملاحظه نمی‌شود که می‌تواند ناشی از برهم‌کنش و تاثیر توامان شرایط جریان و محیط نشت اطراف روزنه باشد که روند ثابتی ندارند.

بررسی منحنی‌های مقاومت جریان بر حسب دبی در محیط‌های مختلف نشان می‌دهد که در همه سری منحنی‌ها، جریان آب در گراول دارای کمترین مقاومت و جریان درون خاک با استفاده از لفاف ژئوتکستایل اطراف روزنه دارای بالاترین سطح مقاومت نسبت به سایر محیط‌های آزمایش است. در تمامی سری منحنی‌ها روند تغییرات منحنی‌ها در محیط‌های مختلف نامشخص و متفاوت با یکدیگر است و داده‌ها پراکنش نسبتاً مناسبی در اطراف منحنی برازش شده دارند بطوریکه مقادیر R^2 مربوط به منحنی‌های مذکور در دامنه ۹۷٪-۸۹٪ بدست آمده است.

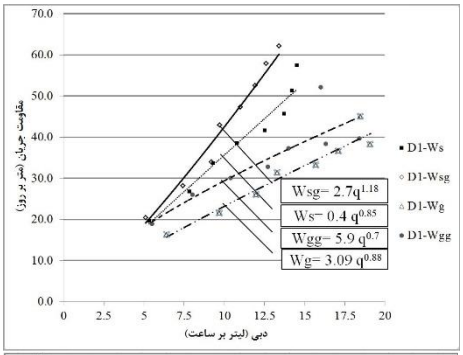
مقایسه مقادیر مقاومت جریان در روزنه‌های مختلف نشان داد که با افزایش قطر روزنه‌ها، مقاومت جریان کاهش می‌یابد و با افزایش فشار، دبی و اغتشاش در جریان خروجی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر بررسی وضعیت جریان در روزنه و محاسبه مقادیر عدد رینولدز نشان داد که نوع جریان آب فقط در روزنه‌های ۱ و ۲/۵ میلیمتری و در فشار ۰/۲۵ اتمسفر نیمه آشفته است اما برای سایر فشارها در این روزنه‌ها و همچنین در همه فشارها در دیگر روزنه‌ها، جریان کاملاً آشفته است.

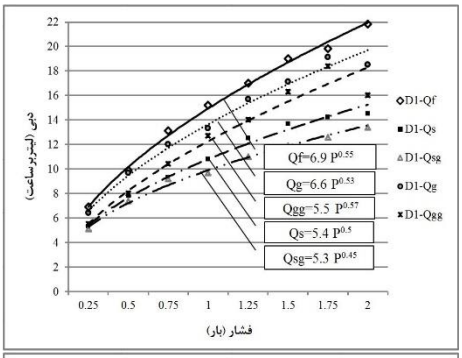
متوسط مقادیر توان معادله دبی-فشار (n) معادل ۰/۵ بدست آمده و بطور کلی در بازه ۰/۶۳-۰/۴۱ واقع شده است و بدین ترتیب نتایج مذکور با نتایج تحقیقات کوتزر و همکاران (۲۰۰۶) تطابق دارد چراکه بررسی‌های ایشان بر روی وضعیت هیدرولیکی جریان توربولانت در لوله های پلاستیکی با سوراخ‌های مدور کوچک نشان داد که توان معادله دبی- فشار در لوله‌های مورد مطالعه (که نسبت ضخامت لوله به قطر سوراخ در حد بالایی بودند) نزدیک به ۰/۵ می‌باشد و تاثیر جنس لوله و نوسانات فشار بر روی هیدرولیک جریان خروجی از منفذ در مقایسه با تاثیر محیط نشت بر آن ناچیز برآورد شده بود (Coetzer et al., 2006).

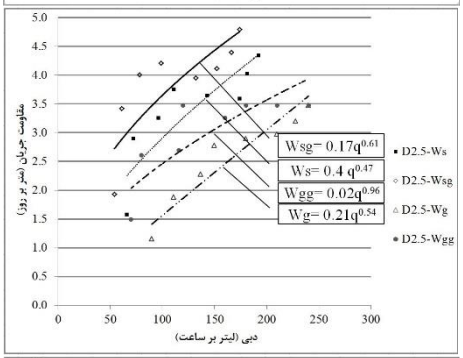
تحلیل آماری نتایج با استفاده از آزمون‌های Tukey HSD و LSD در سطح احتمال ۵ انجام و مقاومت جریان خروجی از روزنه‌ها در محیط‌های نشت مختلف بعلاوه مقاومت جریان در فشارهای مختلف به عنوان داده‌های تیمارها مقایسه و در جدول ۵ ارائه شده است.

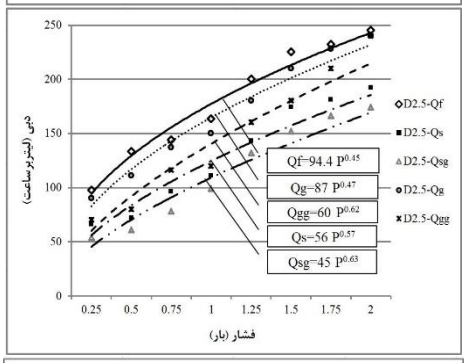
نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از گراول به تنهایی در اطراف روزنه در کلیه قطرها موجب کاهش مقاومت جریان، تسهیل در خروج آب از روزنه و افزایش ضریب معادله جریان (C_d) شده و متعاقباً افزایش سرعت خروج آب از روزنه و آشفتگی بیشتر جریان خروجی از روزنه می‌شود. در صورتیکه استفاده از لفاف ژئوتکستایل در اطراف روزنه مدفون در خاک موجب افزایش مقاومت جریان می‌شود بطوریکه در روزنه‌های با قطر کم (۱ و ۲/۵ میلیمتر) لفاف ژئوتکستایل هم در محیط خاک و هم گراول موجب بروز مقاومت با اختلاف معنی‌دار نسبت به حالت معمولی می‌گردد در حالیکه در روزنه‌ها با قطر بالاتر (۵، ۸ و ۱۰ میلیمتر) لفاف مذکور اثر معنی‌داری بر روی مقاومت جریان در محیط گراول و خاک ندارد. آزمون‌های بررسی تاثیر فشار بر روی مقاومت جریان در محیط‌های نشت مختلف نیز ثابت کرد در همه روزنه‌ها مقاومت جریان در فشارهای مختلف با هم تفاوت

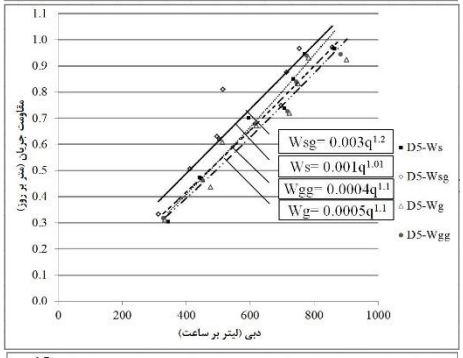
معنی‌دار داشت بجز در روزنه ۲/۵ و ۱ میلیمتری که در بعضی از فشارها نزدیک به هم (مانند فشار ۱/۵ اتمسفر با فشارهای ۱/۷۵ و ۱/۲۵) اختلاف بین مقادیر مقاومت جریان معنی‌داری نیست. بنابراین نتایج پژوهش انجام شده توسط آخوندعلی و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر کاهش آبدهی در سیستم آبیاری زیرزمینی با لوله تراوا در یک فشار کار ثابت با تغییر نوع خاک از شنی به رسی تایید شد چراکه بطور مشابه نتایج این پژوهش نیز نشان داد که دبی خروجی از روزنه در محیط خاک رسی کمتر از دبی روزنه در محیط گراول می‌باشد. (Akhoond-Ali et al., 2004).

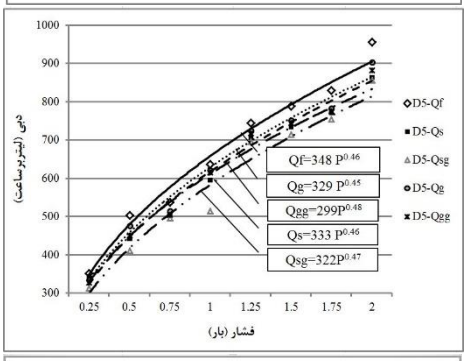


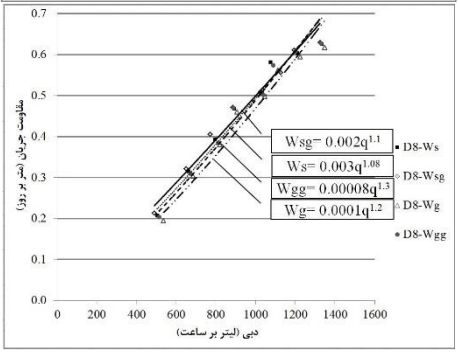


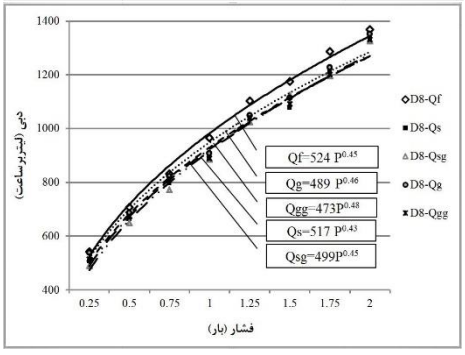


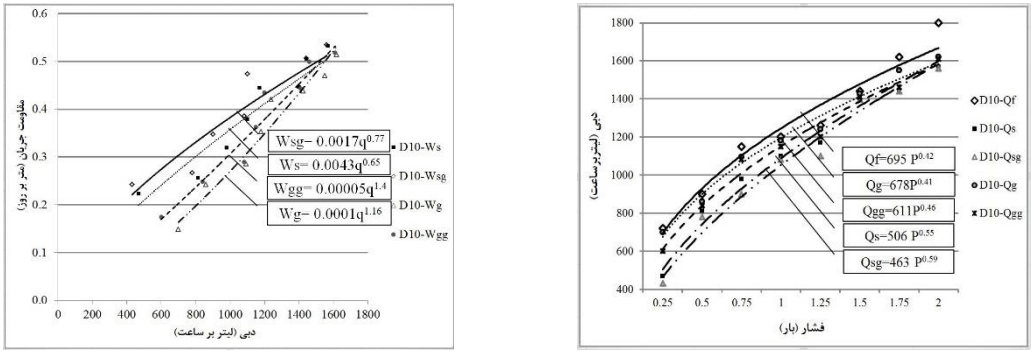












شکل(۴): منحنی های مشخصه و مقاومت جریان در روزنه های مختلف

جدول (۵): خلاصه نتایج تجزیه واریانس تاثیر فشار و محیط نشت بر روی مقاومت جریان در روزنه‌های مختلف

تیمار	داده‌های مورد مقایسه	وضعیت معنی داری اختلاف در سطح ۰/۰۵
کلیه تیمارها (روزنه‌ها و فشارهای آزمون)	Ws & Wg Ws & Wgg Wsg & Wg Wsg &Wgg	دارای اختلاف معنی‌دار
روزنه‌های به قطرهای ۵-۲/۵-۱ میلیمتر	Ws & Wsg	دارای اختلاف معنی‌دار
روزنه‌های به قطرهای ۱۰-۸- ۵ میلیمتر	Wg & Wgg Ws & Wsg	فاقد اختلاف معنی‌دار
کلیه تیمارها بجز روزنه ۱و ۲/۵ میلیمتری	کلیه فشارهای آزمون	دارای اختلاف معنی‌دار

نتیجه‌گیری

با توجه به اثر توامان هیدرولیک روزنه و محیط پیرامون آن بر عملکرد نشت آب و همچنین شرایط بهینه سیستم آبیاری زیرسطحی از لحاظ آبدهی و فشار بهینه مورد نیاز در سیستم‌های مذکور، می‌توان گفت که در بازه فشار کار متداول سیستم‌های آبیاری زیرسطحی روزنه ۱ میلیمتری در تمامی محیط‌های نشت مورد مطالعه در این پژوهش عملکرد مناسبی داشته است. همچنین بر همین مبنا روزنه ۲/۵ میلیمتری نیز در محیط خاک و محیط خاک با استفاده از لفاف ژئوتکستایل اطراف روزنه عملکرد مطلوبی داشته است اما در سایر محیط‌های نشت آزمایش دارای دبی و شرایط جریان مطلوبی نبود و در دیگر روزنه‌ها نیز وضعیت جریان و دبی روزنه قابل توصیه برای استفاده در سیستم آبیاری زیرسطحی نیست. بر اساس نتایج عملی این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بمنظور استفاده از لوله‌های روزنه‌دار بعنوان لوله آبده در سیستم آبیاری زیرسطحی، در صورت وجود آب با کیفیت مطلوب می‌توان از لوله روزنه‌دار با روزنه ۱ میلیمتری استفاده کرد اما در شرایطی معمولی روزنه ۲/۵ میلیمتری نسبت به روزنه ۱ میلیمتری حساسیت کمتری در برابر گرفتگی دارد و استفاده از آن در محیط خاک سنگین با وجود یا بدون وجود لفاف ژئوتکستایل ارجحیت دارد. در نهایت با توجه به اینکه این پژوهش در خاک با بافت سنگین انجام شده است و همچنین با توجه به ظرفیت و قابلیت لوله‌های روزنه‌دار جهت استفاده در سیستم آبیاری زیرسطحی، توصیه می‌گردد نقش شرایط محیط نشت بر روی کارکرد آن، عملکرد لوله‌های مذکور در سایر خاک‌ها و محیط‌های نشت نیز بررسی و شرایط بهینه تعیین شود.

منابع

احسانی،م. و خالدی،ه. ۱۳۸۲. بهره وری آب کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

علیزاده، ا.۱۳۸۴. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ دوم.

فروغی، ف. و قا ئمی، ع .ا. ۱۳۸۴. تعیین عمق بهینه آب آبیاری گندم بر اساس خط مشی‌های مختلف مدیریتی در آبیاری بارانی عقربه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۹، شماره ۲، ص ۱-۱۵.

نوشادی، ف.، جمالدینی، م.، سپاس‌خواه، ع. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد پوشش‌های گراولی در زهکش‌های زیرزمینی.مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک .سال نوزدهم، شماره ۷۱، ص ۱۶۱-۱۵۱.

لنجابی.م.، طباطبایی.ح.، فتاحی، ر.، نوری، م.۱۳۸۹ .تاثیر کاربرد پوشش ژئو تکستایل بر پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی. مجله آبیاری و زهکشی، دوره ۴، شماره ۱، ص ۱۱۷-۱۰۹.

زهتابیان، م.، قبادی‌نیا، م.، حسن‌اقلی، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی سه نوع پوشش-زهکش ژئوکمپوزیت در یک مدل آزمایشگاهی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، دوره ۲۹: شماره۲، ص ۲۴۹-۲۶۱.

Akhoond-Ali, A.M. 2004. Determining moisture movement for khouzestan soils with subsurface irrigation. Research No 486. Shahid Chamran University, 486: 1-47.

ASABE-Standards. 2007. Soil and Water Terminology. S526.3. ASABE, St. Joseph, MI.

ASAE-Standards. 1996. Soil and Water Terminology. S523.1. ASAE, St. Joseph, MI.

Camp, C.R. 1998. Subsurface Drip Irrigation: A Review. Trans. ASAE, 41:1353-1367.

Coetzer, A.J., Van Zyl, J.E., Clayton, C. 2006. An Expermental Investigation into the Turbulent-Flow Hydrulics of Small Circular Holes in Plastic Pipes. 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA, August, August 27-30.

Fatahi, R., Haszpra, O. 2003. Analysis of perforated-pipe watercollector systems. Journal of Hydraulic Research, Vol. 00, 0 (2003): 1–8.

Fox, S., Collins, R. & Boxall, J. 2016. Physical investigation into the significance of ground conditions on dynamic leakage behavior. Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, 65 (2): 103–115.

Goldberg, D. and Shmueli, M. 1969. Trickle irrigation- a method for increased agricultural production under conditions of saline water and adverse soils. Inter national Arid Lands Conference. Pp. 1-15.

Noack, C. & Ulanicki, B. 2006. Modelling of soil diffusibility on leakage characteristics of buried pipes. In: 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, USA, August 27–30.

Peter, J. T., Ian, K. D., Ian, M.B., Craig, P. B., Mike, A.S., and Brian, A.K. 2003. The fate of nitrogen applied to sugarcane by trickle irrigation . J. Irrig. Sci. 22:201-209.

Streeter, V. L., Wylie, E. B. & Bedford, K. W. 1998. Fluid Mechanics, 9th edn. WCB/Mc Graw Hill, Boston, USA.

Thornton, J. & Lambert, A. 2005. Progress in practical predictions of pressure leakage, pressure: Burst frequency and pressure: Consumption. In: Proceedings of IWA Special Conference ‘Leakage 2005’, Halifax, Canada.

Van Zyl, J. and Clayton, C. 2007. The Effect of Pressure on Leakage in Water Distribution Systems. Water Management,166(10): 546-555.

Walski, T., Bezts, W., Posluszny, E., Weir, M. and Whitman, B. 2006. Modeling Leakage Reduction through Pressure Control. J. AWWA, 94:4-14.

Investigating on the Orifices Outflow with Different Diameters and Envelops in the Subsurface Irrigation System

[2] Saeid Zamani[1], Rouhollah Fatahi

Abstract

The use of appropriate emitters, such as perforated-pipe in the subsurface irrigation system, improves the efficiency of these systems. In present study, the best hydrodynamic conditions of the permeation environment, optimal hydraulic conditions of the orifice, and interaction between the orifice hydraulic and the surrounding environment are investigated. For this purpose, the conditions of flow and outflow resistance of the 16 mm polyethylene pipe with 1, 2.5, 5, 8 and 10 mm orifice were conducted in two modes (with and without geotextile cover) in a clay soil and 12 mm gravel in the pressure 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75 and 2 atmospheres are investigated. The experimental results were compared with two-way ANOVA and the characteristic curves of different orifices were fitted with pressures in all experiments.

The range of the values of R^2 and the power of the discharge-pressure equation was Obtained 99% - 93% and 0.41-0.63, respectively. The experimental results showed, using gravel around the buried orifice in the soil in all the diameters reduced the flow resistance, increased water outflow of the orifices and increased flow turbulence, conversely, using the geotextile increased the flow resistance and it was observed that in the 1 and 2.5 mm orifices, geotextile envelopment in soil and gravel have significant difference with the normal state. Based on the results of the use of 1 mm orifice in all environments and 2.5 mm orifice in the soil environment with or without the geotextile cover, had the best performance and other orifices are not recommended.

Keywords: Evaluation, Percolation, Micro irrigation, Lateral.

1) Ph.D. student of Water Engineering, Shahre kord University, Zamani_Saeed@yahoo.com.

2) Associated Professor of Water Engineering, Shahre kord University, fatahi2@gmail.com.