بررسی پارامترهای موثر در روش نوین آبگیری از جریان زیر سطحی رودخانه با محیط متخلخل و شبکه زهکشی

رامین منصوری [۱] علی نقی ضیایی [۲] ،کاظم اسماعیلی [۳] ،حسین انصاری [۴] ،رضا رستمی [۵]

۱و۵-دانشجو کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه فردوسی

۲و۳و۴-استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی
Ramin_Mansouri@yahoo.com

خلاصه

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک از مشکلات عدیده جوامع بشری است. از آنجا که رودخانه های مناطق کم باران معمولا خشک بوده و یا آب پایه بسیار کم دارد استفاده از این پتانسیل ضروری بنظر میرسد. در این تحقیق مدلی آزمایشگاهی از سازه جمع آوری جریان وشبکه زهکشی برای انحراف جریان ساخته شد و در آن میزان جریان انحرافی با شبکه زهکشی با فواصل و عمق های متفاوت متاثر از دبی های مختلف جریان اصلی رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد مقدار جریان انحرافی رابطه مستقیم با دبی ورودی بالادست دارد و با افزایش فاصله بین زهکش ها(کاهش تعداد زهکش های موثر) دبی هر زهکش افزایش می یابد، بطوریکه با کاهش تعداد زهکش ها موثر به نصف دبی کل ۳۵ درصد کاهش می یابد. دبی زهکش ها در طول محیط متخلخل روندی نزولی داشته و در دبی های اندک جریان اصلی، دبی زهکشهای انتهایی به صفر می رسد. از بررسی اثر طول محیط متخلخل با تعداد یکسان زهکش موثر مشخص شد که دوبرابر شدن طول محیط متخلخل باعث کاهش ۵ درصدی در دبی انحرافی و سه برابر شدن طول محیط متخلخل کاهش ۲۲ درصدی دبی انحرافی را به همراه دارد.

کلمات کلیدی: آبگیر زیر سطحی، جریان زیر سطحی، محیط متخلخل، شبکه زهکشی، دبی ورودی، مدل رگرسیونی

۱- مقدمه

نیاز انسان به آب باعث شده تا اکثر تمدن های بشری در کنار رودخانه ها شکل بگیرند. انسان های اولیه با زندگی در کنار رودخانه ها بطور فطری و تجربی آموخته بودند که جهت استفاده بهینه از این منابع خدادادی، می باید رودخانه ها را دوست داشت و حتی در بعضی از فرهنگ های کهن آب و رودخانه بعنوان موجودی مقدس و حیات بخش مورد ستایش و احترام بود. رودخانه ها به دلیل تاثیر ویژه ای که در زندگی بشر و شکل گیری تمدن های مختلف داشته اند، همواره انسان را به بهره مندی از نعمت آب فرا خوانده اند. رودخانه ها فراهم کننده آب و انرژی برای طبیعت و انسان می باشند و می توان گفت تامین آب مهم ترین نقش اقتصادی رودخانه است. از دیر باز برداشت آب از رودخانه برای اهداف مختلفی از جمله کشاورزی، شرب و بعدها به منظور استفاده در صنعت و نیز تامین انرژی معمول بوده است. از اینرو جهت تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی، شرب و صنعت معمولاً لازم است تا بطور مستقیم آب از رودخانه برداشت شود. آبگیری از رودخانه یکی از قدیمی ترین مسایل مطرح در زمینه مهندسی هیدرولیک می باشد. نحوهٔ آبگیری از رودخانه با توجه به شرایط جریان، اقلیم و توپوگرافی منطقه تعیین میگردد. آ بگیری از رودخانه را می توان به دو دسته اصلی آبگیری به روش پمپاژ و ثقلی تقسیم بندی کرد. آبگیر کفی نوعی از سازه آبگیر ثقلی است که تخلیه بخشی از جریان توسط آن از کف مجرا انجام می شود. این نوع سازه در قسمتی از طول و در بخشی یا تمامی عرض در کف مجرا به صورت بازشدگی یا محیط متخلخل ایجاد می شوند و آب از طریق آن آبگیری می گردد. به طور کلی می توان آبگیر های کفی رابه دو دسته آبگیر کفی مشبک و آبگیر کفی با محیط متخلخل تقسیم بندی کرد.

تحقیقات در مورد خصوصیات هیدرولیکی آبگیر کفی با کف مشبک برای اولین بار توسط گروت (۱۹۳۹) شروع گردید. وی با انجام آزمایشاتی بر روی آبگیر کفی با میله های طولی رابطه ای برای مقدار جریان منحرف شده ارائه کرد. همچنین می توان به کارهای، دی مارچی (۱۹۴۷)، بووارد (۱۹۵۳)، کانتزمن و بووارد (۱۹۵۴)، اورث و همکاران (۱۹۵۴)، نوسدا(a, b۱۹۵۵،۱۹۵۶) ، فرانک (۱۹۵۶،۱۹۵۹)، مستکو (۱۹۵۷)، کروچین(۱۹۷۸)،

برونلا و همکاران (۲۰۰۳)، ریگتی و همکاران (۲۰۰۸، ۲۰۰۳) و مغربی و رزاز (۲۰۰۹) که در مورد آبگیر کفی با کف مشبک صورت گرفته، اشاره نمود که منجر به ارائه توصیه ها و روابطی برای طراحی و مقدار جریان انحرافی گردیده است. بکارگیری از شبکه فلزی در آبگیرهای کفی مشکلاتی به همراه دارد که مهمترین موارد آن نگهداری سیستم و تخلیه رسوبات از آن می‌باشد. از میان مشکلاتی که در آبگیری با کفهای مشبک وجود دارد می‌توان به ناپایداری جریان، گرفتگی دهانه آبگیر توسط شاخ و برگ درختان یا رسوبات، یخ زدن، پوسیدن و لرزش میله ها اشاره کرد. در مورد ناپایداری جریان برونلا و همکاران (۲۰۰۳) تحقیقاتی را صورت دادند. در زمینه یخ زدگی مطالعاتی صورت گرفته است (ویلیامز، ۱۹۵۹؛ مایکل، ۱۹۷۱؛ استرکمپ، ۱۹۸۷؛ مارتین، ۱۹۸۱؛ دالی، ۱۹۸۴ ؛ اشتون، ۱۹۸۶ و رزاز، ۱۳۸۵). به منظور فائق آمدن برمشکلات آبگیرهای کفی با کف مشبک، ایده جایگزینی یک محیط متخلخل تراوا مطرح شد .

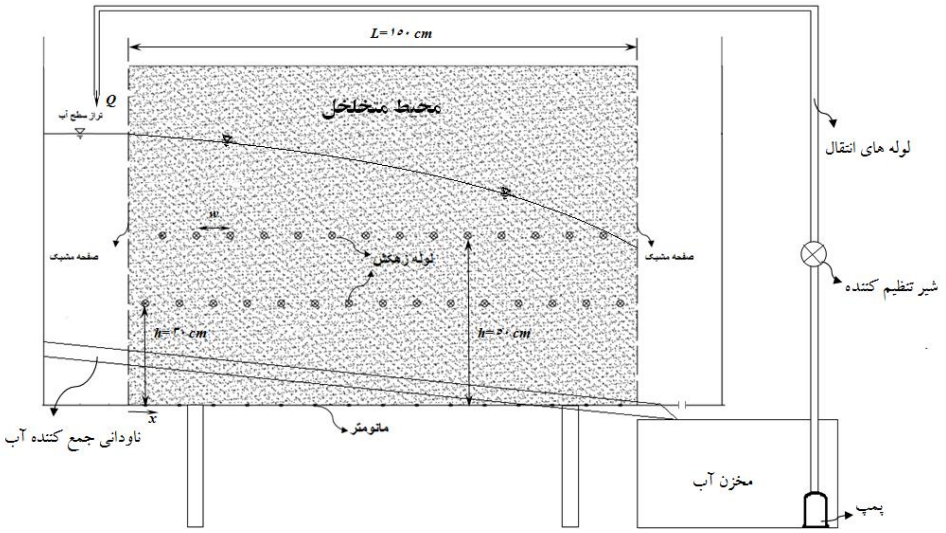
بیات و بازرگان (۱۳۷۸) برای آبگیری از رودخانه، طرح آبگیر سنگدانه‌ای را مطالعه نموده و دریافتند که با افزایش جریان ورودی، میزان دبی انحراف در ابتدا زیاد و سپس به تدریج به مقدار ثابتی می رسد. همچنین اندازه ذرات محیط متخلخل نیز بر میزان دبی انحراف تاثیر قابل ملاحظه داشته چنانکه با افزایش اندازه ذرات، میزان دبی انحرافی روند افزایشی را نشان می دهد. ایشان با استفاده از آنالیز ابعادی و رگرسیون چند متغییره روابطی برای مقدار جریان منحرف شده و ضریب دبی ارائه کرد. همچنین نقوی و همکاران (۱۳۸۸) به منظور بررسی رسوب گرفتگی و کاهش گذردهی این نوع آبگیر، آزمایشات با چندین نوع رسوب مختلف تکرار و با نتایج جریان بدون رسوب مقایسه شد. استفاده از محیط متخلخل به این صورت نیز با محدودیت ها و مشکلاتی همراه است که از جمله می توان به عدم کارایی آن برای انحراف جریان های زیر سطحی در فصولی رودخانه فاقد جریان سطحی است، اشاره کرد. دیگر مشکلات این سازه ناپایداری جریان در کانال انحراف آب، نشست رسوب بر روی محیط متخلخل بعد از سیلاب در رودخانه و شسته شدن محیط متخلخل به کانال انحراف می باشد. از اینرو برای فائق آمدن بر برخی از این مشکلات روش جدیدی در آبگیری از جریان های سطحی و زیر سطحی در رودخانه مطرح گردید. از آنجا که رودخانه های مناطق کم باران معمولا خشک بوده و یا آب پایه بسیار کم دارد استفاده از این پتانسیل ضروری بنظر میرسد. معمولا در این نوع رودخانه ها جریان زیر سطحی در فصول گرم که آب سطحی کاملا خشک شده است وجود دارد. برنامه ریزی برای اجرای طرح هایی که منجر به استفاده از چنین منابعی گردد، بسیار مورد توجه خواهد بود. به منظور فائق آمدن بر این مشکل، ایده جایگزینی یک محیط متخلخل بهمراه یک سیستم زهکشی درون آن در بخشی از طول رودخانه مطرح شد. این نوع آبگیری با الگو گیری از روش کهن زهکشی بستر رودخانه ها با استفاده از آبروهای زیرزمینی (infiltration gallery) ایجاد گردیده است که در این زمینه عصاره و همیلتون(۲۰۰۴) تحقیقاتی را صورت دادند. در این روش، خاک بخشی از بستر رودخانه بصورت یک ترانشه طولی تخلیه وپس از نصب یک شبکه زهکشی درون آن از مواد درشت دانه پر می گردد؛ که قابلیت جذب جریانهای زیر سطحی و نیز بخشی از جریانهای سطحی را خواهد داشت، که از طریق شبکه زهکشی ایجاد شده می توان جریان جمع آوری شده را به محل مورد نظر انتقال داد. طرح هایی از این دست در چند نقطه کشور اجرا شده است که بنظر می رسد نتایج تحقیقات علمی پشتوانه اجرایی آن ها نبوده است.

هدف ازانجام این تحقیق بررسی آزمایشگاهی کارایی مدل جدید آبگیر کفی با محیط متخلخل و شناسایی پارامترهای موثر برمیزان دبی انحرافی جهت بهبود عملکرد آن و ارائه مدلی برای طراحی این سازه است. در این مقاله عملکرد سیستم زهکش در دبی های مختلف جریان اصلی مد نظر قرار می گیرد تا کارایی در فصول خشک و پرآبی بررسی شده و با توجه به جریان اصلی، متغیرهای موثر مشخص گردد.

۲– مواد و روش ها

در این تحقیق مدل آزمایشگاهی با توجه به یک نمونه اصلی اجرا شده در روستای بیابانشیر از توابع شهرستان تربت حیدریه تهیه گردید. این مدل در دو مقیاس نسبت به نمونه اصلی (مقیاس طولی ۱/۱۰۰ و مقیاس عرضی ۱/۵) به صورت یک مکعب مستطیل به ابعاد ۱×۱×۲ (ارتفاع×عرض×طول) از جنس ورق گالوانیزه می باشد (شکل ۱). برای کنترل سطح آب در دو سمت این مکعب مستطیل به فاصله ۲۵ سانتی متر از هر طرف ورق های مشبک قرار گرفته است. به منظور جلوگیری از شسته شدن محیط متخلخل به مخازن کنترل سطح آب در دو طرف سطح این صفحه مشبک با دو لایه گونی پوشیده شد. در این تحقیق از لوله های سه لایه با قطر خارجی ۱۶ و قطر داخلی ۱۰ میلی متر استفاده شده است. با توجه به استاندارد های ارائه شده توسط FAOمبنی بر اینکه سوراخ های ایجاد شده در چهار ردیف و مجموع کل مساحت سوراخ ها (مساحت باز شدگی) می بایست ۱ تا ۳ درصد کل سطح لوله باشد و نیز بر اساس استاندارد های اروپا مجموع این مساحت ها نباید از ۱۲۰۰ میلی متر مربع بیشتر باشد. در این استاندارد قطر سوراخ ها می بایست بین ۶/۰ تا ۲ میلی متر باشد. از اینرو بر رو لوله های فوق در چهار ردیف و در هر ردیف ۹۶ سوارخ به فواصل تقریبا ۱ سانتی متر به صورت زیگزاگی با مته به قطر خارجی ۲ میلی متر ایجاد گردید. در مجموع در طول ۱ متر از لوله ۲/۴ درصد از سطح لوله بازشدگی دارد. فیلتر مورد استفاده در این تحقیق دو لایه پشم شیشه می باشد که پس از انجام آزمایشاتی که با چهار فیلتر (گونی تراکم کم، گونی تراکم متوسط، گونی تراکم بالا، پشم شیشه و بدون فیلتر) در دو نوع محیط متخلخل درشت دانه و ریزدانه و بدون خاک صورت گرفت، انتخاب گردید.

به منظور بررسی تراز سطح آب در خاک در طول محیط متخلخل یک سری پیزومتر در کف مخزن و در محور مرکزی آن نصب گردید. دو ردیف لوله زهکش در اعماق ۷۰ و ۵۰ سانتی متری به صورتی که در ردیف پایین ۱۵ زهکش به فاصله ۱۰ سانتی متر و در ردیف بالایی ۱۴ زهکش به فاصله ۱۰ سانتی متر چنان نصب گردید که با ردیف اول حالت زیگزاگی را ایجاد نمایند، فضای محیط متخلخل ابعادی برابر ۱۵۰ سانتیمتر طول، ۱۰۰ سانتیمتر عرض و ۱۰۰ سانتیمتر ارتفاع که تا ارتفاع ۸۰ سانتیمتری از از مصالح رودخانه ای با d_{50} برابر با ۱/۵ میلی متر و هدایت هیدرولیکی ۶۰/۴۸ متر بر روز پر گردید. با استفاده از یک پمپ کف کش یک مدار بسته جریان برای سیستم طراحی شده ایجاد گردید. آب توسط پمپ از مخزن اصلی در پایین دست به محفظه بالادست محیط متخلخل هدایت می شود. کف محفظه پایین دست محیط متخلخل باز می باشد، در نتیجه آب به داخل مخزن جمع آوری ریزش می کند. شکل ۱ مسیر حرکت آب را از محل پمپ و مجدداً برگشت آن به مخزن اصلی را نشان می دهد. لازم به ذکر است که خروجی زهکش ها بر روی یک ناودان تخلیه شده و سپس به مخزن اصلی هدایت می گردید.



شکل ۱. نمای شماتیک از مدل ساخته شده در آزمایشگاه

پارامترهای موثر در این نوع آبگیری به سه گروه تقسیم می گردند که عبارتند از: پارامتر های مربوط به جریان، پارامتر های مربوط به لوله های زهکش(سیستم زهکشی)، پارامتر های مربوط به محیط متخلخل. متغییر گروه های سه گانه را می توان به صورت زیر نوشت:

$$f\left(\rho,g,\mu,q,n,d_{50},k,L,w,Q,D,x,d_p,S_0,S_l,O_a,n_f,form\right)=0 \qquad (۱)$$

در رابطه بالا ρ چگالی آب، g ثابت ثقل، μ لزجت دینامیکی آب، q دبی جریان، n تخلخل ، d_{50} قطر متوسط مصالح محیط متخلخل، k هدایت هیدرولیکی خاک، L طول آبگیر، w فاصله بین لوله های زهکش ، Q دبی ورودی جریان، D ارتفاع کارگذاری زهکش از کف ، x فاصله از بالادست محیط متخلخل، d_p قطر لوله های زهکش، S_0 شیب کلی کانال(محیط متخلخل)، S_l شیب لوله های زهکش، O_a درصد باز شدگی سطح لوله های زهکش، n_f پارامتر مربوط به فیلتر و در نهایت $form$ پارامتر مربوط به خصوصیات هندسی آبگیر می باشد.

با استفاده از یک نوع فیلتر، یک نوع لوله زهکش و شیب های ثابت در تمام آزمایشات متغییر های مربوط به فیلتر(n_f) و لوله زهکش (d_p, O_a, S_l) و شیب (S_0)، از پارامتر های بالا حذف می گردند. با در نظر گرفتن ρ (چگالی آب) از خصوصیات سیال، k (هدایت هیدرولیکی) از خصوصیات جریان و w (فاصله بین زهکش ها) از خصوصیات آزمایش، به عنوان متغییر های تکراری با استفاده از تئوری Π باکینگهام داریم:

$$\left(\frac{qw^2}{k^3},\frac{Qw^2}{k^3},\frac{\mu}{\rho kw},\frac{wg}{k^2},\frac{D}{w},\frac{L}{w},\frac{x}{w}\right)=0 \qquad (۲)$$

در رابطه بالا دو پارامتر $\mu/\rho kw$ و gw/k^2 به ترتیب بیانگر عدد فرود و عدد رینولدز می باشند. با توجه به اینکه ۳ متغییر n ,d_{50} و k بیانگر خصوصیات محیط متخلخل هستند، از اینرو می توان پارامتر k را به عنوان پارامتر متغیر محیط متخلخل استفاده کرد و از دو پارامتر دیگر چشم پوشی

نمود. از سوی دیگر با بررسی داده های آزمایشگاهی در حالات یکسان آبگیر می توان عامل *form* از رابطه ۲ حذف کرد. در اینصورت رابطه ۲ به رابطه ۳ تبدیل می گردد:

$$\emptyset\left(\frac{qw^2}{k^3},\frac{Qw^2}{k^3},Re,Fr,\frac{D}{w},\frac{L}{w},\frac{x}{w}\right)=0 \qquad (۳)$$

همانطور که گروههای بدون بعد رابطه ۳ نشان می دهند، علاوه بر مشخصات هیدرولیکی، مشخصات هندسی آبگیر و محیط متخلخل نیز در نحوه کارکرد این نوع آبگیر موثر هستند.

درآزمایشات این تحقیق پارامتر هایی مانند فاصله بین زهکشی ها (۱۵۰،۶۰،۵۰،۴۰،۳۰،۲۰،۱۰سانتی متر)، ارتفاع کار گذاری زهکش های (۵۰ و ۳۰ سانتی متر از کف مدل)، طول محیط متخلخل (۱۵۰،۱۰۰،۵۰ سانتی متر)، نحوه آرایش زهکش ها (عمق اول، عمق دوم و زیگزاگی دو عمق) در حالت با دبی ورودی جریان (۱/۶،۱/۲،۰/۸،۰/۴ لیتر بر ثانیه) مورد بررسی قرار گرفت. در هر سری از آزمایشات دبی هر یک از زهکش ها به صورت حجمی در سه تکرار اندازه گیری و با متوسط گیری دبی نهایی با کمترین خطا به عنوان داده مربوطه ذخیره شد. علاوه بر دبی هر لوله زهکش تراز سطح آب در پیزومترها در هر سری از آزمایشات برداشت گردید.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- بررسی فیلتر

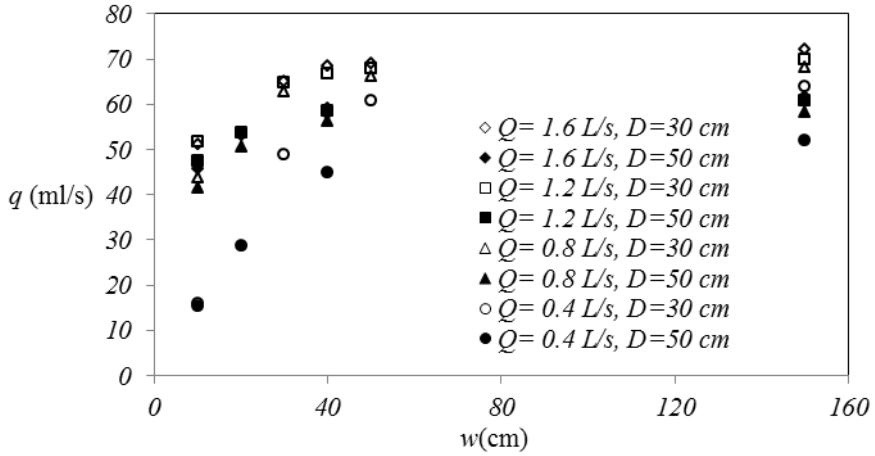
برای انتخاب مناسب ترین نوع مواد (گونی با تراکم بافت کم، گونی با تراکم بافت متوسط، گونی با تراکم بافت زیاد، و پشم شیشه) بعنوان فیلتر آزمایشاتی در دو نوع محیط متخلخل با خاک درشت دانه و ریزدانه و نیز حالت بدون خاک و در تراز های مختلف سطح آب صورت گرفت، نتایج بدست آمده در مورد درصد کاهش دبی یا شرایط انسدادی توسط مواد مذکور در جدول ۱ ارائه شده است. میزان جریان خروجی از زهکش ها در حالت بدون محیط متخلخل روند کاهشی تقریبا ثابتی بر حسب تراکم فیلتر را نشان می دهد. پشم شیشه بدلیل نوع بافت خود بیشترین افت جریان را در حالتی که محیط متخلخل وجود نداشته باشد را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که در محیط متخلخل ریز دانه بیشترین افت جریان مربوط به فیلتر گونی با تراکم کم می باشد. در همین محیط متخلخل، بهترین فیلتر از نظر کارایی فیلتر پشم شیشه می باشد. زیرا کمترین افت دبی را نسبت به فیلتر های دیگر دارا می باشد. با توجه به نتایج موجود در جدول ۱ می توان نتیجه گرفت که با ریز شدن محیط متخلخل ذرات ریز از فیلتر گونی عبور کرده و باعث گرفتگی سوراخ های زهکش می شود در حالی که فیلتر پشم شیشه اجازه عبور به ذرات ریز را نمی دهد، در نتیجه افت دبی در این حالت با ریز تر شدن خاک نسبت به فیلتر گونی تقریبا ۴۰ درصد کمتر می گردد.

جدول۱ . نتایج مربوط به بررسی فیلتر برای تراز آب ۶۰ سانتی متر

درصد افت دبی	دبی خروجی(لیتر بر ثانیه)	نوع فیلتر	محیط متخلخل
۰	۰/۰۷۳	بدون فیلتر	**بدون محیط متخلخل**
۲/۸۹۶	۰/۰۷۱	فیلتر گونی تراکم کم	
۴/۳۸۰	۰/۰۷۰	فیلتر گونی تراکم متوسط	
۴/۵۹۳	۰/۰۶۹	فیلتر گونی تراکم بالا	
۸/۴۹۰	۰/۰۶۷	فیلترپشم شیشه	
۷۹/۴۶۰	۰/۰۱۵	فیلتر گونی تراکم کم	**محیط متخلخل ریز دانه d_{50}=۰/۲ mm**
۷۴/۰۴۵	۰/۰۱۹	فیلتر گونی تراکم متوسط	
۴۲/۴۹۱	۰/۰۴۲	فیلترپشم شیشه	
۱۳/۲۶۵	۰/۰۶۳	بدون فیلتر	**محیط متخلخل درشت دانه d_{50}=۲ mm**
۹/۰۰۴	۰/۰۶۶۲	فیلتر گونی تراکم کم	
۱۲/۳۷۶	۰/۰۶۴	فیلتر گونی تراکم متوسط	
۹/۹۴۴	۰/۰۶۵۵	فیلترپشم شیشه	

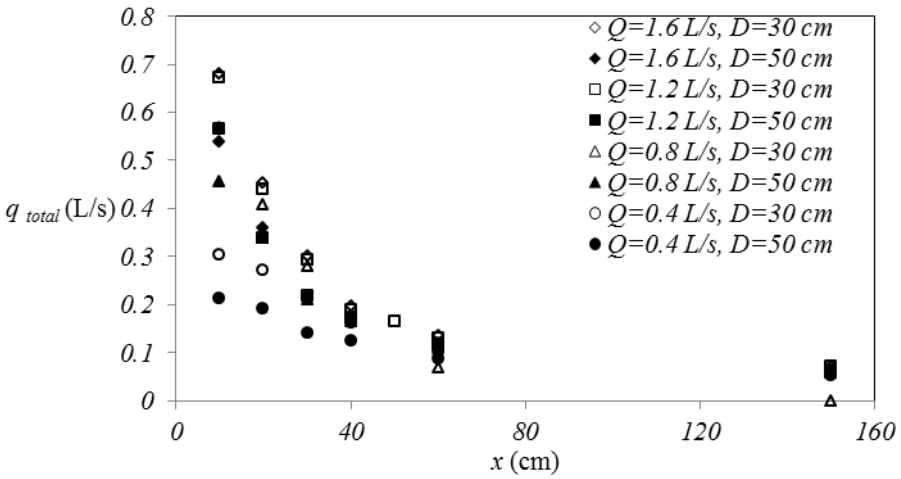
۳-۲- اثر فاصله زهکش ها

در مرحله ی اول برای مشخص کردن تاثیر فاصله بین زهکش ها بر روی دبی خروجی، یک زهکش از نظر دبی در فواصل مختلف مورد بررسی قرار گرفت. از اینرو زهکش وسط (شماره ۸ برای ردیف پایین و شماره۷ برای ردیف بالا) که از نظر آزمایشات دارای داده اندازه گیری بیشتری بود انتخاب و تغییرات دبی در آن برای دو ارتفاع کار گذاری ۵۰ و ۳۰ سانتی متر از کف مدل ارزیابی شد. شیوه برداشت دبی بدین صورت است که در فواصل ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۱۵۰ سانتیمتر زهکش ها از یکدیگر، فقط دبی زهکش وسط مورد بررسی قرار گرفت. این نتایج در شکل ۲ ترسیم گردیده است. همانطورکه مشاهده می شود با افزایش فاصله بین زهکش ها، دبی خروجی از زهکش میانی افزایش می یابد. دلیل این افزایش، کاهش تعداد زهکش ها و در نتیجه افزایش سطح آب روی زهکش می‌باشد. همچنین با افزایش فاصله، میدان تاثیر زهکش وسیع‌تر می‌گردد.. نکته قابل توجه این که در دبی های مختلف سطح آب الگوی تغییرات دبی نسبت به فاصله بین زهکش ها مشابه است.



شکل۲. دبی زهکش وسط در برابر فواصل مختلف بین زهکش

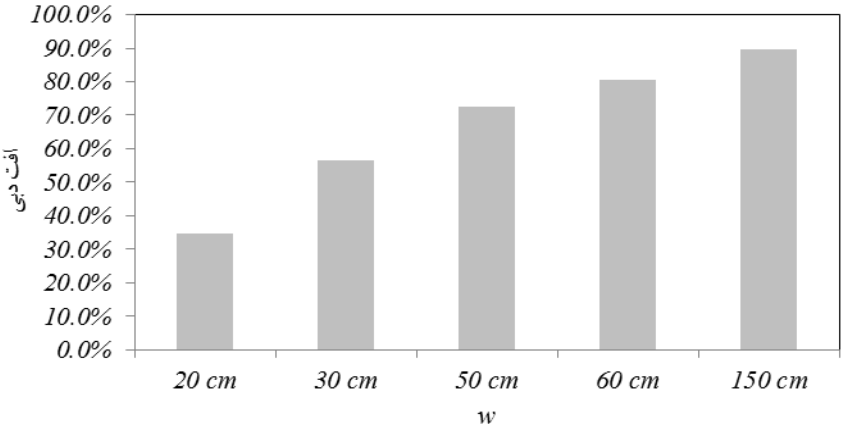
برای روشن تر ساختن اثر فاصله بین زهکش ها می توان این اثر را در برابر دبی کل زهکش ها نشان داد. از اینرو دبی تک تک زهکش ها با یکدیگر جمع گردید، تا دبی کلی برای طول مدل (۱۵۰ سانتی متر) حاصل شود. شکل ۳ نتایج حاصل از این بررسی را نشان میدهد.



شکل ۳. کل جریان خروجی در برابر فاصله

در این حالت روند تغییرات دبی کل در برابر فاصله یکسان می باشد. با افزایش فاصله بین زهکش ها، با توجه به کم شدن تعداد زهکش فعال، دبی کل خروجی کاهش می یابد. با توجه به توضیحات فوق الذکر، درصد افت دبی کل در فواصل مختلف نسبت به دبی در حالتی که بیشترین مقدار را دارا می باشد (فاصله بین زهکش‌ها ۱۰ سانتی متر)، در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل مشخص می باشد که با افزایش فاصله بین زهکش، افت دبی یک روند

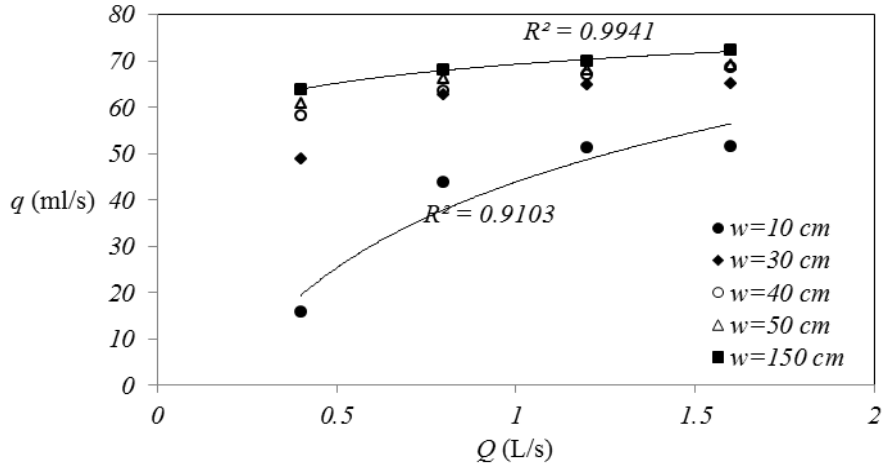
صعودی دارد ولی شیب این روند صعودی با افزایش فاصله بین زهکش ها کاهش می یابد. از شکل ۴ مشخص می باشد با کاهش تعداد زهکش ها موثر به نصف (فاصله بین زهکش ۲۰ سانتی متر) دبی کل ۳۵ درصد کاهش یافته که به علت روند نزولی بودنی دبی در طول محیط متخلخل می باشد.



شکل ۴. درصد افت دبی برای فواصل مختلف بین زهکش‌ها

۳-۳- اثر دبی ورودی

به منظور بررسی اثر دبی ورودی جریان بر دبی خروجی زهکش، تغییرات دبی ورودی در برابر دبی خروجی زهکش ها برای فواصل مختلف بین آنها در شکل ۵ ترسیم شده است. مشاهده می گردد با افزایش دبی ورودی، دبی زهکش ها نیز افزایش پیدا کرده اما این افزایش از روند خطی پیروی نمی کند. اثر افزایش دبی بر زهکش های با فواصل کمتر بیشتر است و با افزایش فاصله بین زهکش ها روند افزایش دبی کندتر می گردد.

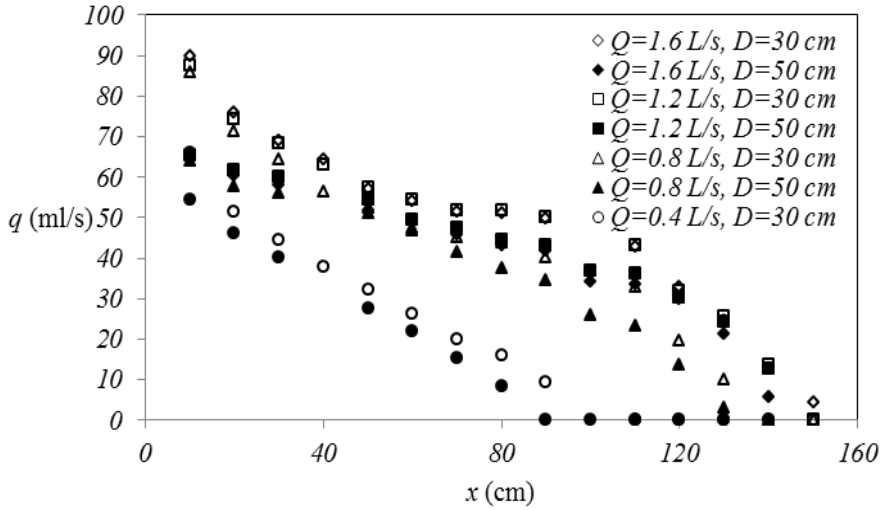


شکل۵. تغییرات دبی زهکش وسط در مقابل تغییر دبی جریان ورودی

۳-۴- اثر فاصله از بالادست

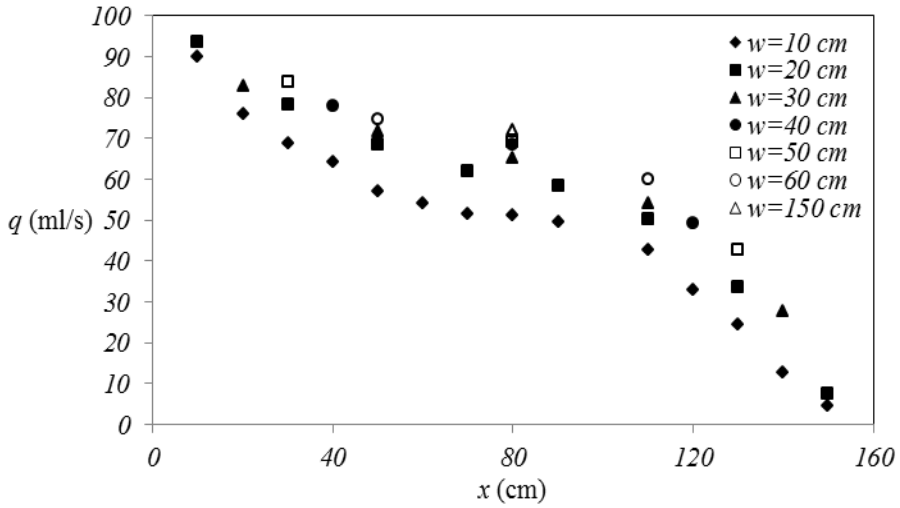
جهت بررسی روند تغییرات دبی در طول محیط متخلخل به ازای دبی‌های ورودی مختلف، در طول محیط متخلخل با فاصله بین زهکش ها ۱۰ سانتی متر، دبی زهکش در طول میحط متخلخل در شکل ۶ ترسیم گردیده است.

در شکل ۶ روند کاهشی دبی در طول محیط متخلخل مشاهده می گردد. برای دبی های بالا، روند کاهشی، تقریبا تا وسط محیط متخلخل دارای شیب کمتری می باشد و پس از آن روند کاهش دبی سرعت بیشتری پیدا میکند. به منظور بررسی بیشتر نحوه کارکرد این سیستم تغییرات دبی در طول محیط متخلخل نسبت به فاصله بین زهکش ها بازای دبی ورودی ۱/۲ لیتر بر ثانیه و ارتفاع کارگذاری ۳۰ سانتی متر از کف در شکل ۷ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، نرخ تغییر دبی در فاصله کمتر زهکش ها نسبت به زهکش هایی که فاصله آنها زیادتر است، بمراتب بیشتر می باشد. این نشان میدهد که برای دبی‌های اندک افزایش طول محیط متخلخل مناسب نبوده و عملا زهکشهای انتهایی هیچ نقشی در انحراف آب ندارند. همچنین به توجه به اشکال ۶ و ۷ می تواند دریافت که روند دبی در طول محیط متخلخل غیر از دبی ۰/۴ لیتر بر ثانیه دارای نقطه عطف است. می توان گفت انرژی جریان در محیط متخلخل با توجه اصطکاک موجود و کاسته شدن از جریان به دلیل تخلیه زهکش ها کاهش می یابد.



شکل۶. دبی زهکش ها در طول محیط متخلخل برای دبی ورودی جریان

تاثیرکاسته شدن از جریان بر انرژی جریان تا نقطه عطف نسبتا کم بوده که باعث می گردد شیب افت دبی در این ناحیه بیشتر تحت تاثیر اصطکاک بین ذرات می باشد در نتیجه شیب کاهش دبی ملایم است. در حالی که از نقطه عطف تا انتهای محیط متخلخل کاهش دبی باعث افت زیادی از انرژی جریان می گردد در نتیجه باعث کاهش شدید دبی در این ناحیه است. در دبی ۰/۴ لیتر بر ثانیه جریان از ابتدا دارای انرژی کمی می باشد از اینرو شیب منحنی کاهش دبی در این ناحیه بسیار تند می باشد و می توان گفت تاثیر کاهش دبی نسبت به تاثیر اصطکاک بین ذرات، بر افت جریان، بیشتر است.



شکل ۷. تغییرات دبی در طول محیط متخلخل برای فواصل مختلف زهکش

۳-۵- تاثیر طول محیط متخلخل

در این بررسی سه طول محیط متخلخل ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی متر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد با افزایش طول محیط متخلخل دبی خروجی از مجموعه زهکش ها افزایش می یابد اما روند افزایش به نسبت فاصله تغییر نمی نماید. دبی در طول ۱۰۰ سانتی متر ۶۳ درصد نسبت به طول ۵۰ سانتی متر افزایش پیدا کرده است. اما دبی در طول۱۵۰سانتی متر ۹۰ درصد نسبت به طول ۵۰ سانتی متر افزایش پیدا کرده این در حالی است که طول محیط متخلخل ۳ برابر گردیده است. دلیل کاهش شیب منحنی افزایش دبی نسبت به افزایش طول میحیط متخلخل، نزولی بودن دبی خروجی در طول محیط متخلخل می باشد.

از دیدگاه دیگر نیز می توان اثر طول را مورد بررسی قرار داد، با انتخاب سه طول ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ سانتیمتر محیط متخلخل با ۵ عدد زهکش در هر طول آزمایشاتی صورت گرفت. نتایج مشخص کرد با افزایش طول محیط متخلخل دبی کل کاهش می یابد .دلیل این کاهش دبی روند نزولی دبی در

طول محیط متخلخل می باشد. درصد افت دبی در طول ۱۰۰ سانتی متر به طول ۵۰ سانتی متر، ۵ درصد می باشد و در طول ۱۵۰ سانتی متر این افت به ۲۲ در صد میرسد. که این درصد افت قابل توجه می باشد و در طراحی نمی‌توان از آن صرفه نظر کرد.

۴ – نتیجه گیری

در این تحقیق برای نخستین بار مدل آزمایشگاهی یک نوع آبگیر زیر سطحی که در مناطق خشک و رودخانه های فصلی کارایی دارد و در عمل نیز مورد استفاده قرار گرفته است به منظور بررسی اثر پارامترهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله بین زهکش ها دبی هر زهکش افزایش پیدا کرده در صورتی که دبی مجموع زهکش ها کاهش می یابد. افزایش دبی ورودی باعث افزایش دبی زهکش ها میگردد ولی این تغییرات به صورت خطی نبوده و دارای یک پوش می باشد. همچنین در دبی های کم عملکرد سازه مطلوب نبوده و در طول کوتاهی پس از مخزن بالادست، دبی زهکشها به صفر میل می‌کند. روند تغییرات دبی در طول محیط متخلخل به صورت نزولی بوده و افزایش طول محیط متخلخل باعث کاهش جریان زهکش ها می گردد اما تغییرات دبی با طول محیط متخلخل غیر خطی می باشد.

هرچند هزینه این سازه نسبت به سازه آبگیر کفی با محیط متخلخل و مشبک کمی بیشتر است اما با توجه به کارایی سیستم در بلند مدت، عدم نیاز به نیروی انسانی جهت نگهداری، در دسترس بودن مصالح سنگدانه های در محل و اقتصادی بودن طرح نسبت به سازه هایی که این مقدار جریان را منحرف می کنند، می توان این گزینه را به عنوان جایگزین مناسبی برای آبگیری در مسیلها و رودخانه های فصلی مناطق خشک و نیمه خشک معرفی نمود.

منابع

۱. بازرگان، ج. و بیات، ح.ا. (۱۳۸۱) " تعین ضرایب معادله ی غیر خطی جریان در پی های آبرفتی درشت دانه"، مجله علمی پژوهشی استقلال، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۱ (۱).

۲. بازرگان، ج. و بیات، ح.ا. (۱۳۸۱) "روشی نوین برای آبگیری از دریا به وسیله آبگیرهای سنگریزه ای"، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین المللی سواحل و سازه های دریایی.

۳. عسکری، ت. (۱۳۸۸) "رهنمودها و برنامه های کامپیوتری برای برنامه ریزی و طراحی سیستم های زه کشی اراضی" چاپ اول انتشارات مهرالبنی.

۴. فغفور مغربی م. و رزاز م. (۱۳۸۵) "بررسی عددی و آزمایشگاهی رفتار هیدرولیکی آبگیرهای کفی"، هفتمین کنفرانس بین المللی عمران، دانشگاه تربیت مدرس.

۵. کوروش وحید ف.، نقوی ب.، اسماعیلی ک.، فغفور مغربی م.(۱۳۸۸)"ضریب دبی جریان در روش جدید آبگیری از رودخانه از طریق آبگیر کفی با محیط متخلخل" سومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت تاسیسات آبی و شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران

۶. نقوی ب.، فغفور مغربی م.، اسماعیلی ک.، خداشناس س.ر.، کوروش وحید ف.(۱۳۸۸) "مقایسه آبگذری آبگیر با محیط متخلخل در جریان زلال و رسوبدار"، نشریه آب و خاک،۲۳(۳)،۱۲۲- ۱۳۵

۷. Asare E. B., Bosque-Hamilton E. K. ۲۰۰٤. The performance of an infiltration gallery used as a simple water treatment option for a small rural community. *Water Research Commission*, ۳۰(۲).

۸. Bouvard, M. ۱۹۹۲. *Mobile Barrages and Intakes on Sediment Transporting Rivers*. IAHR monograph series, Rotterdam, Balkema.

۹. Brunella, S., Hager, W. H., and Minor, H. E. ۲۰۰۳. Hydraulics of bottom rack intake. *Journal of Hydraulic Engineering, ۱۲۹(۱): ۲–۱۰.*

۱۰. Castillo, L. and Guama, P. ۲۰۱۰. Analisis Del Dimensionamiento de la langitud de reja en una captacion de fondo. Hydrualic Congress of Latin American(IAHR., Punta Del Est., Uruga, November ۲۰۱۰ (Espanish)

۱۱. Kooroshvahid, F., Esmaili, K. and Naghavi, B. ۲۰۱۱. Experimental study on hydraulic characteristics of bottom intake with granular porous media, *Special Topics and Reviews in Porous Media*. ۲(۴): ۳۰۱-۳۱۱.

۱۲. Li, B., and Garga, V.K. ۱۹۹۸. Theoretical solution for seepage flow in overtopped rockfill. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, ۱۲٤(۲): ۲۱۳-۲۱۷.*

۱۳. Martin, S. ۱۹۸۱. Frazil ice in rivers and oceans. *Annual Review of Fluid Mechanics. ۱۳: ۳۷۹-۳۹۷.*

۱٤. Mostkow, M. ۱۹۵۷. Theoretical study of bottom type water intake. *Houille Blanche, ٤: ٥٧٠–٥٨٠.*

۱٥. Noseda, G. ۱۹٥٥. Operation and design of bottom intake racks. *Proc, VI General Meeting IAHR. ۳(۱۷): ۱-۱۱.*

۱٦. Orth, J., Chardonnet, E., and Meynardi, G. ۱۹٥٤. Study of bottom type water intake grids. *Houille Blanche, ۳: ۳٤۳–۳٥۱.*

۱۷. Righetti, M., lanzoni, S. ۲۰۰۸. Experimental study of the flow field over bottom intake racks. *Journal of Hydraulic Engineering, ۱۳٤: ۱-۱٥.*