



رتبه اول مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۳۹۶ در مقطع کارشناسی ارشد
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



عنوان: بررسی آزمایشگاهی رابطه نشت - فشار در شبکه‌های توزیع آب شهری

نگارش: سید احمدرضا شاهنگیان

استاد راهنما: دکتر مسعود تابش

محل: دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی عمران

رشته: مهندسی عمران - گرایش محیط زیست

زمان دفاع: ۱۳۹۴

چکیده

بررسی قرار گرفته و پارامترهای آن در ابعاد مختلف مورد بحث قرار گرفته است. در این راستا پس از مرور تحقیقات پیشین و انجام مطالعات پایه در زمینه رابطه نشت - فشار، مجموعه آزمایشگاهی با استفاده از لوله‌های فولادی و پلی اتیلن به قطر ۱۱۰ میلی متر طراحی و ساخته شد. آزمون‌های متعددی بر روی یک لوله فولادی با منافذ نشت به صورت سوراخ و یک لوله پلی اتیلن با نشت مصنوعی به شکل ترک، در حالت تخلیه به هوای آزاد، بدون هیچ مانعی در برابر جریان خروجی آب و به ازای فشارهای مختلف انجام شده است. در ادامه به دلیل محدودیت‌های آزمایشگاهی و به منظور بررسی همه جانبه رابطه نشت - فشار و وسعت بخشیدن به تحقیق، از مدل عددی با روش دینامیک سیالات محاسباتی برای شبیه سازی حالاتی که امکان آزمایش آن‌ها فراهم نبود، استفاده شد. در نهایت با تجزیه و تحلیل روابط ارائه شده موجود، انجام آزمون‌های آزمایشگاهی و با استفاده از یک مدل عددی کارآمد، توان و سطح مقطع نشت و تأثیر شرایط محیطی اطراف لوله در نشت بررسی شده است. توسعه مدل عددی شامل آزمون برای فشارهای بالاتر از شرایط آزمایشگاهی، منافذ نشت متفاوت و بررسی تأثیر فشار بر روی تغییرات سطح مقطع نشت با تلفیق روش حجم محدود و روش المان محدود می باشد. در ادامه تحقیقات برای بررسی تأثیر شرایط محیطی در دبی خروجی از محل نشت، نشت در

آب همواره به عنوان کلیدی ترین عنصر حیاتی انسان و محیط زیست، محسوب می شود. امروزه رشد سریع جمعیت، محدودیت منابع آب، افزایش شهرنشینی و در نتیجه استحصال بی رویه از منابع آب، جوامع بشری را با مشکل بحران آب در آینده مواجه کرده است. بنابراین توجه بیش از پیش به منابع تأمین کننده آب و تأسیسات زیربنایی آن، به ویژه شبکه‌های توزیع، و بهره گیری از این سامانه‌ها با بالاترین راندمان، یکی از مهم ترین راهکارهای جلوگیری از بحران آب در آینده است. بحران آب و افزایش سریع هزینه‌های استحصال آن در سال‌های اخیر موجب شده که موضوع آب به حساب نیامده، به خصوص مسئله نشت، مورد توجه قرار گیرد. مسئله نشت به عنوان یکی از مهم ترین مشکلات شبکه‌های توزیع آب، همه ساله هزینه و نیروی انسانی زیادی را به دولت‌ها و شرکت‌های آب و فاضلاب تحمیل می کند. عوامل بسیاری در ایجاد و گسترش نشت از شبکه‌های توزیع آب نقش دارند که از این بین، وابستگی بین فشار و دبی خروجی از منافذ نشت‌های موجود در این شبکه‌ها یکی از مهم ترین این عوامل می باشد. علی رغم اهمیت فراوان رابطه نشت - فشار در شبکه‌های توزیع آب، تاکنون تحقیقات اندک و پراکنده‌ای بر روی این رابطه صورت گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع، در این پایان نامه رابطه نشت - فشار در دو بعد آزمایشگاهی و عددی مورد

حالت مستغرق در آب با استفاده از مدل‌سازی عددی بررسی شده است.

نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی، با اطمینان بالایی تأیید می‌کند که: (۱) توان نشت برای لوله‌هایی که رفتار صلب از خود نشان می‌دهند، مانند لوله‌های فولادی، برابر مقدار تئوری $0/5$ و برای لوله‌هایی با رفتار الاستیک، مانند لوله‌های پلی‌اتیلن، دارای توان بیشتر از $0/5$ است. (۲) افزایش توان نشت در لوله‌های پلی‌اتیلن به دلیل رفتار الاستیک لوله و افزایش سطح مقطع نشت در فشارهای بالا است. در واقع رابطه سطح مقطع نشت - فشار، یک رابطه خطی است که باید در فرمولاسیون رابطه نشت - فشار برای لوله‌های با رفتار الاستیک لحاظ شود. (۳) نتایج عددی نشان می‌دهد که نوع منفذ نشت (سوراخ یا ترک)، در توان نشت بی‌تأثیر است. (۴) با توجه به پیچیدگی پدیده نشت، اغلب تعیین یک مقدار ثابت برای ضریب تخلیه دبی نشت ممکن نبوده و معمولاً این ضریب

تابعی از عدد رینولدز، شکل اریفیس، شرایط محیطی، مقدار فشار و غیره است. (۵) نتایج مدل‌سازی عددی نشت در حالت مستغرق در آب نشان می‌دهد که وجود آب و نوسانات فشار در نزدیکی محل جت خروجی، بر روی دبی خروجی از محل نشت تأثیر گذاشته و مقدار آن را در مقایسه با نشت در حالت تخلیه به هوای آزاد کاهش می‌دهد. مقدار این کاهش به تراز ارتفاعی آب روی لوله و میزان فشار داخل لوله بستگی دارد. در نهایت رابطه‌ای برای نشان دادن ارتباط بین فشار سیستم با نسبت دبی نشت در حالت مستغرق در آب به دبی نشت در حالت تخلیه به هوای آزاد ارائه شده است.

کلمات کلیدی: رابطه نشت - فشار، نشت، شبکه توزیع آب، توان نشت، ضریب تخلیه، سطح مقطع نشت، حالت مستغرق، دینامیک سیالات محاسباتی، اریفیس، المان محدود، حجم محدود، رفتار الاستیک.