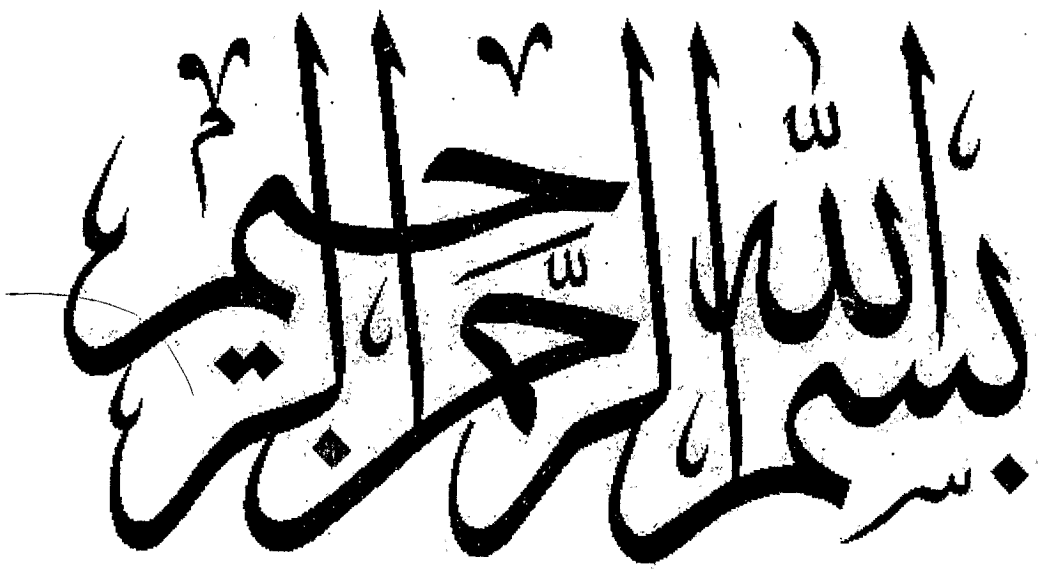

٤٦٧٣٤

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

آنالیز نشت در سیستم های آبرسانی

با فرض جریان ناماندگار

نگارش :

زهرا جمشیدزاده

۱۳۸۷ /۲/ ۱۱۴۱

استاد راهنما :

دکتر مسعود تابش

پایان نامه برای دریافت درجه کارشنا سی ارشد در

رشته مهندسی عمران گرایش آب

بهمن ۱۳۸۶

٤٦٧٣٤

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب زهرا جمشیدزاده تایید می‌نمایم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

نام و نام‌خانوادگی: زهرا جمشیدزاده

امضاء:

تقدیم به

پدر بزرگوار

و

مادر مهربانم

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر مسعود تابش، که با راهنمایی‌ها و نظرات ارزشمندشان مرا در طول انجام پایان‌نامه یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از اساتید محترم هیأت داوران جناب آقای دکتر کلاهدوزان، جناب آقای دکتر غیاثی و جناب آقای دکتر منتظری، که با در اختیار قرار دادن وقت ارزشمند خود داوری این پایان‌نامه را تقبل فرمودند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

در پایان از آقای مهندس توانگری به جهت راهنمایی‌های سازنده‌شان در طول انجام پایان‌نامه، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

امروزه متولیان امور آب در بسیاری از نقاط جهان با چالش روبه رشدی در خصوص تامین آب آشامیدنی مورد نیاز مصرف کنندگان مواجه هستند. عوامل مختلفی در ایجاد این وضعیت نقش دارد مثل: تغییرات آب و هوایی، خشکسالی و رشد جمعیت در اثر مهاجرت به مراکز شهری بزرگ و .... بدلیل محدودیت تصفیه خانه های آب، تامین آب آشامیدنی سالم حتی در نواحی پر آب نیز با مشکلات عدیده ای روبروست. در برخورد با این چالش ها، کاهش هدررفت آب از خطوط انتقال و توزیع می تواند یک راه حل موقت باشد.

خطوط انتقال آب و توزیع آب بصورت طبیعی با گذشت زمان دچار خرابی می شوند که می تواند ناشی از خوردگی بدنه لوله، حرکت خاک، کیفیت ضعیف اجرا، نوسانات فشار آب و بارهای ترافیکی بالا و ارتعاشات ایجاد شده در سیستم باشد. کلیه این عوامل می تواند منجر به ایجاد نشت در بخش های مختلف شبکه شامل خطوط انتقال و توزیع، لوله های انشعاب، اتصالات، شیرها، تانکهای ذخیره و مخازن گردد. با شناسایی و رفع نشت می توان از هدررفت آب در سیستم های آب که در ایران رقمی بین ۲۸ تا ۳۰ درصد می باشد تا حد زیادی جلوگیری نمود.

در این پایان نامه روش جدیدی بر پایه تحلیل در حوزه فرکانس با فرض جریان ناماندگار که در مدت عملکرد عادی لوله ها اتفاق می افتد، برای شناسایی نشت در سیستم های آبرسانی ارائه می شود. در تکنیک جدید توسعه یافته در این تحقیق برای شناسایی و تعیین موقعیت نشت در لوله ها، جریان نوسانی دائمی توسط باز و بسته شدن متناوب یک شیر در پایین دست لوله ایجاد شده و در حوزه فرکانسی با استفاده از روش ماتریس انتقال تحلیل می شود. مشخص شده است که وجود نشت در لوله شکل پاسخ فرکانس فشار را تغییر داده، مقدار نوسانات فشار در هارمونی های زوج افزایش و در هارمونی های فرد کاهش می یابد. از این خاصیت برای تعیین موقعیت نشت در لوله استفاده می شود.

قابلیت اطمینان سایر روشهای نشت یابی موجود، بستگی به حجم زیاد داده های اندازه گیری شده در نقاط مختلف سیستم دارد که خیلی آسان نیست. روش ارائه شده در این پایان نامه فقط نیازمند به اندازه گیری داده های فشار و دبی در محل شیر می باشد. با استفاده از این روش علاوه بر شناسایی و تعیین

موقعیت نشت، مقدار دبی نشت نیز قابل اندازه گیری است که از مزایای این روش نسبت به سایر روشهای موجود می باشد.

عنوان **صفحه**

فصل اول – کلیات

۱-۱- زمینه انجام تحقیق ۲

۱-۲- ضرورت بررسی نشت در سیستم های آبرسانی ۲

۱-۳- ضرورت تحلیل جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی ۳

۱-۴- هدف از انجام تحقیق ۴

۱-۵- مروری بر مطالب فصلها ۴

فصل دوم – نشت و اهمیت آن در سیستم های آبرسانی

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- آب به حساب نیامده ۷

۲-۳- آب تلف شده و آب بدون درآمد ۸

۲-۴- روش بالانس سالانه آب ۹

۲-۵- روش آنالیز جریان حداقل شبانه ۱۰

۲-۶- عوامل ایجاد نشت ۱۲

۲-۶-۱- فشار ۱۲

۲-۶-۲- سن لوله ها ۱۲

۲-۶-۳- طراحی و اجرای نامناسب ۱۲

۲-۵-۴- مشخصات خاک ۱۲

۲-۶-۵- توالی بارهای ترافیکی ۱۲

۲-۶-۶- خوردگی ۱۳

۲-۶-۷- سیاست های کنترل نشت ۱۳

۲-۷- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۳

فصل سوم – مروری بر ادبیات فنی

۳-۱- مقدمه ۱۵

۳- ۲- تکنیک های مختلف شناسایی و مکان یابی نشت ۱۵

۳-۲-۱- کنترل غیر فعال یا دستی نشت ۱۵

۳-۲-۲- کنترل فعال یا اتوماتیک نشت ۱۵

۳-۲-۲-۱- بازرسی یا پیمایش ۱۵

۳- ۲-۲-۱-۱- تکنیک های غیرصوتی ۱۶

۳-۲-۲-۱-۲- تکنیک های صوتی ۱۶

۳- ۲-۲-۱-۳- سیستم های مانیتورینگ کامپیوتری (SCADA) ۱۷

۳- ۲-۲-۲- تکنیک های مبتنی بر مدل ۱۷

۳-۲-۲-۲-۱- مدلهای توزیع نشت ۱۷

۳-۲-۲-۲-۲- مدلهای مکان یابی نشت ۲۰

۳-۳- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۳

فصل چهارم – جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی

۴-۱- مقدمه ۲۶

۴-۲- تعاریف عمومی ۲۶

۴-۲-۱- جریان ناماندگار ۲۶

۴-۲-۲- جریان نوسانی دائمی یا متناوب ۲۷

۴-۲-۳- جدایی ستون آب ۲۷

۴-۲-۴- ضربه قوچ ۲۸

۴-۲-۵- ضربان فشاری ۲۸

۴-۳- عوامل ایجاد جریان ناماندگار ۲۸

۴-۴- اثرات جریان ناماندگار ۲۹

۴-۵- عوامل موثر بر جریان ناماندگار ۳۰

۴-۶- معادلات حاکم بر جریان ناماندگار در لوله های تحت فشار ۳۰

۴-۶-۱- معادله پیوستگی ۳۰

۴-۶-۲- معادله مومنتم ۳۰

۴-۶-۳- فرضیات لحاظ شده در معادلات جریان ناماندگار ۳۱

۴-۶-۴- سرعت موج الاستیک ۳۲

۴-۶-۵- افت اصطکاک دائمی ۳۲

۴-۶-۶- افت اصطکاک غیر دائمی ۳۳

۴-۸- روشهای حل معادلات حاکم بر جریان ناماندگار ۳۳

۴-۸-۱- تحلیل در حوزه زمانی - روش خطوط مشخصه ۳۳

۴-۸-۲- تحلیل درحوزه فرکانس ۳۴

۴-۸-۲-۱- روش ماتریس انتقال ۳۴

۴-۸-۲-۲- روش امپدانس ۳۴

۴-۹- جمع بندی و نتیجه گیری ۳۴

فصل پنجم – متدلوژی

۵-۱- مقدمه ۳۷

۵-۲- پدیده تشدید و جریان نوسانی در لوله ها ۳۷

۵-۳- درجه آزادی سیستم ۴۰

۵-۴- ماتریس انتقال ۴۱

۵-۴-۱- ماتریس میدان ۴۲

۵-۴-۲- ماتریس نقطه ای ۴۴

۵-۴-۳- واکنش فرکانس ۴۷

۵-۴-۴- اصطکاک غیر دائمی ۴۷

۵-۴-۵- ماتریس نقطه ای انشعاب ۴۹

۵-۵- جمع بندی و نتیجه گیری ۵۰

فصل ششم – ارزیابی روش پیشنهادی

۶-۱- مقدمه ۵۲

۶-۲- کاربرد تحلیل فرکانس برای نشت یابی ۵۴

۶-۲-۱- لوله سالم (بدون نشت) ۵۴

۶-۲-۱-۱- پاسخ فرکانس در سیستم های بدون اصطکاک ۵۴

۶-۲-۱-۲- پاسخ فرکانس در سیستم های با اصطکاک دائمی و غیر دائمی ۵۶

۶-۲-۱-۳- مقایسه نوسانات فشار در سیستم های بدون اصطکاک و با اصطکاک ۵۷

۶-۲-۲- لوله های با یک نشت ۵۸

۶-۲-۲-۱- پاسخ فرکانس در لوله بدون اصطکاک ۵۸

۶-۲-۲-۲- پاسخ فرکانس در لوله با اصطکاک ۶۰

۶-۲-۲-۳- مقایسه نوسانات فشار در لوله نشت دار در حالات مختلف ۶۱

۶-۲-۳- لوله های چند نشتی ۶۲

۶-۲-۳-۱- پاسخ فرکانس در لوله بدون اصطکاک ۶۲

۶-۳- تعیین موقعیت نشت ۶۳

۶-۳-۱- لوله تک نشتی ۶۳

۶-۳-۲- لوله چند نشتی ۶۶

۶-۴- تعیین دبی نشت ۷۰

۶-۵- تاثیر ضریب اصطکاک بر دیاگرام پاسخ فرکانس سیستم ۷۵

۶-۶- تاثیر مقدار دبی نشت بر دیاگرام پاسخ فرکانس سیستم ۷۷

۶-۷- ارزیابی فرمول اریفیس در محاسبه نشت ۷۸

۶-۸- بررسی رفتار لوله های PVC و پلی اتیلن ۸۱

۶-۹- کاربرد روش تحلیل فرکانس در سیستم های واقعی ۸۶

۶-۱۰- جمع بندی و نتیجه گیری ۸۷

فصل هفتم – جمع بندی و پیشنهادات ۹۰

مراجع ۹۴

پیوست الف– تکنیک های مختلف نشت یابی ۹۹

الف-۱- تکنیک های مختلف نشت یابی و تعیین موقعیت آن ۹۹

الف- ۱-۱- تکنیک های غیرصوتی ۹۹

الف- ۱-۲- تکنیک های صوتی ۱۰۰

الف- ۱-۲-۱- عوامل موثر بر کارایی تکنیک های صوتی ۱۰۲

الف-۱-۳- تکنیک های استنباطی ۱۰۲

پیوست ب– مدلهای تحلیل سیستم های آبرسانی و مکانیزم شکست لوله ها ۱۰۵

ب-۱- انواع مدلهای تحلیل هیدرولیکی سیستم های آبرسانی ۱۰۵

ب-۱-۱- مدلهای حالت دائمی ۱۰۵

ب-۱-۲- مدلهای شبه دائمی یا شبیه سازی با پریود گسترده ۱۰۶

ب-۱-۳- مدلهای الاستیک ۱۰۶

ب-۱-۴- مدلهای صلب ۱۰۶

ب-۱-۵- مدلهای مرکب (هیبرید) ۱۰۶

ب-۲- مکانیزم شکست لوله ها ۱۰۷

پیوست ج– برنامه نویسی با MATLAB ۱۱۰

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ : نمودار توزیع مولفه های مختلف آب در UK بر طبق مطالعات انجام شده ۱۱

شکل ۴-۱: شکل گیری جریان نامانداگار در یک نقطه از لوله در اثر بستن شیر ۲۷

شکل ۵-۱ : دبی متوسط، دبی لحظه ای و نوسانات دبی در جریان نوسانی دائمی ۳۷

شکل ۵-۲ : ارتعاشات سیستم جرم- فنر ۳۸

شکل ۵-۳ : توسعه جریان نوسانی دائمی در سیستم تک لوله ای ۳۹

شکل۵-۴ : سیستم جرم- فنر با یک درجه آزادی ۴۰

شکل ۵-۵ : سیستم جرم- فنر با دو درجه آزادی ۴۰

شکل ۵-۶ : سیستم جرم- فنر با n درجه آزادی ۴۱

شکل ۵-۷ : سیستم انشعاب دار ۴۸

شکل ۶-۱ : سیستم مخزن-لوله همراه با یک لوله انتها بسته مربوط به مثال (Chaudry, 1987) ۵۲

شکل ۶-۲ : مقادیر نوسانات دبی و هد در برابر فرکانس نسبی با استفاده ازروشهای خطوط مشخصه و ماتریس انتقال مربوط به مثال (Chaudry, 1987) ۵۳

شکل ۶-۳ : مقادیر نوسانات دبی و هد در برابر فرکانس نسبی با استفاده از روش ماتریس انتقال با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB ۵۳

شکل ۶-۴ : شماتیک سیستم مورد مطالعه ۵۴

شکل ۶-۵ : پاسخ فرکانس نوسانات فشار در لوله بدون نشت با صرفنظر کردن از اصطکاک ۵۵

شکل ۶-۶ : دیاگرام نوسانات فشار در لوله سالم با اصطکاک دائمی ۵۶

شکل ۶-۷ : دیاگرام نوسانات فشار در لوله سالم با اصطکاک دائمی و غیردائمی ۵۶

شکل ۶-۸ : مقایسه نوسانات فشار در لوله در حالات مختلف ۵۷

شکل ۶-۹ : لوله دارای یک نشت ۵۷

شکل ۶-۱۰ : مقایسه نوسانات فشار در لوله نشت دار و لوله سالم (صرفنظر از اصطکاک) ۵۹

شکل ۶-۱۱ : مقایسه نوسانات فشار در لوله نشت دار و لوله سالم (اصطکاک دائمی) ۵۹

شکل ۶-۱۲ : مقایسه نوسانات فشار در لوله نشت دار و لوله سالم (اصطکاک دائمی و غیر دائمی) ۶۰

شکل ۶-۱۳ : مقایسه نوسانات فشار در لوله نشت دار در حالات مختلف ۶۱

شکل ۶-۱۴ : لوله دارای دو نشت ۶۱

شکل ۶-۱۵ : مقایسه نوسانات فشار در لوله دو نشتی و لوله سالم (صرفنظر از اصطکاک) ۶۲

شکل ۶-۱۶ : نوسانات فشار در لوله نشت دار در حالات $\frac{l_L}{L}=0$ و $\frac{l_L}{L}=1$ (لوله بدون اصطکاک) ۶۴

شکل ۶-۱۷ : نوسانات فشار در لوله نشت دار در حالت $\frac{l_L}{L}=0.5$ (لوله بدون اصطکاک) ۶۴

شکل ۶-۱۸ : پاسخ فرکانس لوله برای نشت به فاصله ۴۰۰ متر از شیر (لوله بدون اصطکاک) ۶۵

شکل ۶-۱۹ : پاسخ فرکانس لوله برای نشت به فاصله ۲۰۰ متر از شیر (لوله بدون اصطکاک) ۶۶

شکل ۶-۲۰ : پاسخ فرکانس لوله برای نشت به فاصله ۲۰۰ متر از مخزن (لوله بدون اصطکاک) ۶۶

شکل ۶-۲۱ : دیاگرام نوسانات فشار در لوله دو نشتی (صرفنظر از اصطکاک) ۶۷

شکل ۶-۲۲ : تغییرات امپدانس هیدرولیکی نسبت به ω_r (نشت در فواصل ۵۰ و ۲۵۰ متری از شیر) ۶۸

شکل ۶-۲۳: تغییرات امپدانس هیدرولیکی نسبت به ω_r (نشت در فواصل ۱۰۰ و ۳۰۰ متری از شیر) ۶۹

شکل ۶-۲۴: تغییرات ضریب FFT نسبت به $\frac{1}{\omega_r}$ (نشت در فواصل ۲۰۰ و ۵۰۰ متری از شیر) ۷۰

شکل ۶-۲۵ : لوله دارای یک نشت ۷۰

شکل ۶-۲۶ : نوسانات دبی در لوله سالم بدون اصطکاک ۷۱

شکل ۶-۲۷ : نوسانات دبی در لوله سالم با اصطکاک دائمی ۷۱

شکل ۶-۲۸ : نوسانات دبی در لوله سالم با اصطکاک دائمی و غیر دائمی ۷۲

شکل ۶-۲۹ : مقایسه نوسانات دبی در لوله در سه حالت مختلف ۷۲

شکل ۶-۳۰ : نوسانات دبی در لوله نشت دار در مقایسه با لوله سالم (لوله بدون اصطکاک) ۷۳

شکل ۶-۳۱ : نوسانات دبی در لوله نشت دار در مقایسه با لوله سالم (لوله با اصطکاک دائمی) ۷۴

شکل ۶-۳۲ : نوسانات دبی در لوله نشت دار در مقایسه با لوله سالم (لوله با اصطکاک دائمی و غیر دائمی) ۷۴

شکل ۶-۳۳ : افزایش مقدار نوسانات در هارمونی های زوج (لوله تک نشتی) ۷۶

شکل ۶-۳۴ : کاهش مقدار نوسانات در هارمونی های فرد (لوله تک نشتی) ۷۶

شکل ۶-۳۵ : تغییرات نوسانات فشار در هارمونی های زوج (لوله سالم) ۷۷

شکل ۶-۳۶: تغییرات نوسانات فشار در هارمونی های فرد (لوله سالم) ۷۷

شکل ۶-۳۷ : تاثیر ضریب اصطکاک بر الگوی نوسان (۱۰ درصد نشت) ۷۸

شکل ۶-۳۸ : تاثیردبی نشت بر الگوی نوسان ($f = 0.02$) ۷۸

شکل ۶-۳۹ : لوله دارای یک نشت ۸۰

شکل ۶-۴۰ : مقایسه نوسانات فشار در لوله تک نشتی به ازای مقادیر مختلف N ۸۱

شکل ۶-۴۱ : نوسانات فشار در لوله تک نشتی در هارمونی های اول تا چهارم به ازای مقادیر مختلف N ۸۱

شکل ۶-۴۲ : نوسانات فشار در لوله فولادی (سیسم تک نشتی با اصطکاک دائمی) ۸۳

شکل ۶-۴۳ : نوسانات فشار در لوله PVC (سیستم تک نشتی با اصطکاک دائمی). ۸۳

شکل ۶-۴۴ : مقایسه نوسانات فشار در لوله PVC با لوله فولادی (سیستم تک نشتی بدون اصطکاک) ۸۴

شکل ۶-۴۵ : نوسانات فشار در لوله PVC بر اساس ماتریس میدان رابطه (۶-۵۴) ۸۷

شکل الف-۱- استفاده از کرولیتور برای نشت یابی در لوله ها ۱۰۱

شکل ب-۱- فلوچارت انواع مدلهای هیدرولیکی سیستم های آبرسانی ۱۰۵

شکل ب-۲- شکست محیطی در لوله ۱۰۷

شکل ب-۳- شکست طولی در لوله ۱۰۷

شکل ب-۴- شکست ناقوسی شکل در لوله ۱۰۸

شکل ب-۵- سوراخ های ناشی از خوردگی در لوله ۱۰۸

شکل ب-۶- ترکهای مارپیچی در لوله ۱۰۸

جدول ۲-۱: مولفه های بالانس سالانه آب ۱۰

جدول ۶-۱ : مدول الاستیسیته و ضریب پواسون مصالح لوله ۸۰

فصل اول

کلیات

۱–۱– زمینه انجام تحقیق

نشت یابی و کنترل نشت در شبکه های آبرسانی و خطوط انتقال آب نـه فقـط از دیـدگاه اقتـصادی (هزینـه تصفیه آب، انتقال آن به شبکه و ...) بلکه بدلیل محدودیت منابع آب مقوله بسیار مهمی مـی باشـد. از طرفـی در خطوط لوله ای که مایعات پرمخاطره ای نظیر گاز، روغن و فاضلاب را منتقل مـی کننـد، نـشت مـی توانـد محیط زیست را آلوده نماید. وجود نشت ظرفیت هیدرولیکی سیستم را پایین آورده و قابلیـت اطمینـان آن را تحت الشعاع قرار می دهد. همچنین نشت خسارات زیادی به ابنیه و جاده ها وارد می سازد.

ارتباط بین مقدار نشت و میزان فشار در سیستم های آبرسانی امر شناخته شده ای است. بـا توجـه بـه اینکـه فشار سیستم بر اثر عوامل مختلفی نظیر تغییر در میزان تقاضا در ساعات مختلف شبانه روز متغیـر مـی باشـد، فرمولهای بدست آمده برای محاسبه نشت تابع فشار سیستم می باشد. امروزه روشـهای مختلفـی بـرای نـشت یابی مورد استفاده قرار می گیرد. در روشهای سنتی، معادله بیلان جرمی برای بیان نشت بکار مـی رود کـه در آن کلیه مولفه های بیلان جرمی آب (شامل کلیه ورودی ها و خروجی ها) معرفی مـی شـود. همچنـین بـرای محاسبه نشت از تجارب بدست آمده بر مبنای گزارش حوادث استفاده می شود. در جریان مدلسازی نـشت، در ابتدا فرمول ساده اریفیس در مدلهای مبتنی بر تقاضا (DDSM)[1] مورد توجه قرار گرفـت. بـا توجـه بـه متغیـر بودن میزان تقاضا در ساعات روز، کل جریان قابل دسـترس در گـره هـای مـصرف مقـدار ثـابتی کـه در روش DDSM فرض می شود نبوده و فشار نیز در ساعات مختلف شـبانه روز متغیـر اسـت. بـر ایـن اسـاس فلـسفه استفاده از روش تحلیل مبتنی بر فشار (HDSM)[2] رونق گرفت و فرمولهایی نیـز بـرای نـشت کـه در آن دبـی خروجی تابعی از فشار گره ها بود بدست آمده و در متن معادلات پیوستگی قـرار گرفـت. ایـن روش اخیـرا در محاسبات نشت کاربرد وسیعی یافته است.

از اوایل دهه ۱۹۸۰ سیاست های کنترل نشت در سیستم های آبرسانی، به دلایل اقتصادی و زیـست محیطـی (کمبود آب، هزینه بالای تصفیه آب و انتقال و ...)، مورد توجه محققین قرار گرفته است. عوامل مختلفی نظیـر سن لوله ها، اجرای نامناسب، توالی بارهای ترافیکی و خوردگی از عوامل موثر در افزایش نشت و تلفـات آب در سیستم می باشد. با توجه به اینکه در بسیاری از شهرهای کشور سیستم آبرسانی فرسوده می باشد و از طرفـی میزان تلفات ناشی از نشت تا ۵۰ درصد آب تولید شده می رسد، لزوم توجه بیشتر به مسئله کنتـرل نـشت در سیستم احساس می شود. (Mahmoodi, 2005)

۱–۲– ضرورت بررسی نشت در سیستم های آبرسانی

بدلیل رشد جمعیت و افزایش مصرف آب در طول ۴۰ سال گذشته، ایران نیز مانند سایر کـشورهای جهـان بـا بحران آب روبرو شده است. طبق گزارشات ارائه شده توسط شـرکت آب و فاضـلاب تهـران، در تهـران آخـرین خشکسالی در سال ۱۹۹۸ شروع شد و تا سال ۲۰۰۱ ادامه داشـت و در طـول ایـن مـدت منـابع آب بـصورت

[1] - Demand Driven Simulation Method
[2] - Head Driven Simulation Method

فزاینده مورد استفاده قرار گرفت، بطوریکه در سال ۲۰۰۱ میزان ذخیره آب تهران ۲۷۰ میلیون متر مکعب بود که حدود یک سوم متوسط مصرف آن سال بود. با توجه به اینکه هزینه تامین آب، انتقال، تصفیه، توزیع و پایش آب زیاد است، لذا کاهش تلفات آب یک مسئله مهم در کشور ماست. (Mahmoodi, 2005)

متوسط هدرفت آب در ایران بیش از یک سوم مقدار آب تولید شده می باشد. در تهران در سال ۲۰۰۰ میزان هدررفت آب ۴۰/۲٪ بود که در سال ۲۰۰۴ به ۲۷/۵۹٪ کاهش یافته است. به طور متوسط میزان هدررفت آب آشامیدنی در کشور بین ۲۸ تا ۳۰ درصد در مناطق شهری و ۳۰ تا ۳۲ درصد در مناطق روستایی می باشد. کشور دارای ۲۷۰ هزار کیلو متر شبکه انتقال توزیع آب است که بیش از ۶۰ کیلو متر آن عمری بالای ۳۰ سال دارد (سایت خبری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور).

نتیجه هدررفت آب، نیاز به منابع اضافی آب، تاسیسات و خطوط لوله بیشتر، انرژی اضافی برای پمپاژ و پرسنل بیشتر برای تعمیرات است. بعلاوه هدررفت آب باعث کاهش فشار به مقدار زیاد در لوله ها شده که نتیجه آن کاهش آب قابل دسترس مصرف کنندگان در نقاط مرتفع شبکه و همچنین ورود آلودگی و مواد مضر به شبکه می شود.

۱–۳– ضرورت تحلیل جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی

تحلیل جریان ناماندگار در سیستم های لوله کشی مهمتر از تحلیل جریان دائمی است که مهندسان معمولا به عنوان مبنای طراحی سیستم بکار می برند. فشارهای ناماندگار وقتی بیشترین اهمیت را دارند که دبی جریان سریعا تغییر می کند مثل باز کردن و بستن سریع شیرها و یا توقف پمپ ها. اینگونه آشفتگی جریان خواه تصادفا رخ دهد و یا بر مبنای طراحی خاصی باشد، ممکن است فشارهای زیادی در خط لوله ایجاد کرده که منجر به شکست آنها شود. با توجه به اینکه فشارهای تولید شده مازاد بر شرایط دائمی موجود در سیستم در زمان ایجاد جریان ناماندگار می باشد، شدت فشارهای ناماندگار باید اندازه گیری شود به طوریکه خطوط اصلی سیستم به درستی طراحی شده و در مقابل بارهای اضافی مقاومت داشته باشد.

رژیم ناماندگار در سیستم های توزیع آب امری اجتناب ناپذیر است و معمولا در ایستگاههای پمپاژ، شیرهای کنترل، نواحی مرتفع، نقاط با فشار استاتیکی پایین و نقاط دور شبکه ایجاد می شود. جریان ناماندگار همچنین باعث افزایش تنش برشی آب شده که باعث معلق شدن ذرات ته نشین شده در آب می شود. بعلاوه ناماندگاری ایجاد شده در اثر شکست لوله ها باعث نفوذ آلودگی از محل شکست لوله ها به آب شده و کیفیت آب را تحت تاثیر قرار می دهد. همچنین آزاد شدن هوای محلول در آب منجر به خوردگی لوله های چدنی و فولادی می شود. با توجه به موارد ذکر شده در فوق، ضرورت تحلیل جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی آشکار می شود.

۱–۴– هدف از انجام تحقیق

با توجه به اینکه جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی باعث بروز مشکلات عدیده ای در بخش های مختلف شبکه بویژه در ایستگاه های پمپاژ و نقاط مرتفع شبکه می شود، بررسی جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی ضرورت دارد. در حال حاضر برای محاسبه میزان نشت در سیستم های آبرسانی با فرض جریان ناماندگار روشهای مختلفی وجود دارد: از جمله روش تحلیل معکوس جریان ناماندگار، روش بازتاب نشت، روش تفاضلات موج ایستا و روش تحلیل سری فوریه که هر کدام محاسن و محدودیت های خاص خود را دارد. در این پایان نامه روش جدیدی برای شناسایی نشت بر پایه جریان ناماندگار در لوله معرفی شده و اثرات نشت بر روی جریان ناماندگار در لوله ها ارزیابی می شود.

اهداف این تحقیق عبارتند از:

- بررسی اثرات نشت بر پاسخ فرکانس جریان نوسانی دائمی در لوله ها
- توسعه روشی برای شناسایی نشت در لوله ها بر مبنای پاسخ فرکانس فشار که نسبت به سایر روشهای نشت یابی آسان تر و کم هزینه تر می باشد.
- بررسی تاثیر اصطکاک غیردائمی بر پاسخ فرکانس سیستم و نشت
- ارزیابی فرمولاسیون اریفیس در محاسبه نشت با توجه به مکانیزم های مختلف شکست لوله
- بررسی رفتار لوله های PVC و پلی اتیلن و تعیین موقعیت نشت در آنها

۱–۵– مروری بر مطالب فصلها

مطالب این تحقیق در هفت فصل و سه پیوست تدوین شده است.

- فصل اول به ارائه کلیاتی پیرامون موضوع نشت و جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی اختصاص دارد و اهداف این تحقیق به اختصار بیان می شود.

- فصل دوم با عنوان نشت و اهمیت آن در سیستم های آبرسانی به بررسی مسئله نشت، عوامل موثر بر آن و تکنیک های مختلف نشت یابی در سیستم های آبرسانی می پردازد.

- فصل سوم با عنوان مروری بر ادبیات فنی، بررسی جامع تری در ارتباط با موضوع نشت و روشهای مختلف مورد استفاده در خصوص توزیع نشت در سیستم های آبرسانی دارد. همچنین روشهای مختلف نشت یابی در لوله ها، با استفاده از تکنیک های استنباطی به اختصار بیان شده است.

- فصل چهارم با عنوان جریان ناماندگار در سیستم های آبرسانی به بررسی این پدیده و معادلات حاکم بر جریان ناماندگار و عوامل ایجاد کننده آن می پردازد.

- در فصل پنجم تحت عنوان متدولژی، روش مورد استفاده در این تحقیق برای نشت یابی در سیستم های آبرسانی با فرض ایجاد جریان نوسانی دائمی، به طور کامل بیان می شود.

- در فصل ششم با عنوان ارزیابی روش پیشنهادی، در قالب مثالهایی روش ارائه شده ارزیابی و صحت سنجی می شود.

- در فصل هفتم جمع بندی مطالب، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات برای تحقیقات بعدی را شامل می شود.

- پیوست یک با عنوان تکنیک های مختلف نشت یابی، به بررسی روشهای مختلف نشت یابی و عوامل موثر بر کارایی آنها می پردازد.

- پیوست دو با عنوان مدلهای تحلیل سیستم های آبرسانی و مکانیزم های مختلف شکست، انواع مدلهای ریاضی جهت توصیف رفتار سیستم تحت شرایط هیدرولیکی مختلف را معرفی می کند. در ادامه مکانیزم های مختلف شکست لوله که تابع مصالح و قطر لوله می باشد نیز به اختصار معرفی شده است.

- پیوست سه شامل برنامه نویسی کامپیوتری به زبان MATLAB7 می باشد. در این پیوست لیست برنامه های نوشته شده جهت ارزیابی روش ارائه شده در این پایان نامه آورده شده است.