بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی عمران

بهینه‌سازی شبکه های آبرسانی با روش CSS

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش سازه هیدرولیکی

نام دانشجو

محمدصادق زاهدی

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر خسرو حسینی

دکتر علی رحمانی فیروزجائی

بهمن ماه ۱۳۹۰

دانشکده مهندسی عمران

بهینه‌سازی شبکه های آبرسانی با روش CSS

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش سازه هیدرولیکی

نام دانشجو

محمدصادق زاهدی

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر خسرو حسینی

دکتر علی رحمانی فیروزجائی

بهمن ماه ۱۳۹۰

دانشکده مهندسی عمران

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه ی آقای **محمدصادق زاهدی** برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – گرایش **سازه‌های هیدرولیکی** تحت عنوان " بهینه سازی شبکه آبرسانی با روش CSS " در جلسه مورخ / / بررسی و با نمره

عدد	
حروف	

مورد تایید قرار گرفت.

اعضای هیئت داوران:

استاد راهنمای اول:	دکتر خسرو حسینی	امضاء:
استاد داور:	دکترمحمدسعیدکریمی	امضاء:
استاد داور:	دکتر حسین نادرپور	امضاء:

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر یاسر جعفریان **امضاء:**

دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب محمدصادق زاهدی متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان " بهینه سازی شبکه آبرسانی با روش CSS " که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه‌های هیدرولیکی به دانشگاه ارائه شده است، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی: محمدصادق زاهدی

شماره دانشجویی: ۸۸۱۱۱۴۲۰۰۲

امضاء

پایان نامه های تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران دانشگاه سمنان

این پاین نامه تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین نوین مهندسی عمران و در قالب گروه پژوهشی:

☐ روش های اجرایی نوین مهندسی عمران

☐ مصالح نوین مهندسی عمران

☐ سیستم های نوین ساخت

☐ روشهای تحلیل نوین در مهندسی عمران

ارائه شده است.

امضای مدیر گروه پژوهشی　　امضای رئیس پژوهشکده

این صفحه در صورتی تکمیل می گردد که فعالیت پژوهشی مورد نظر در راستای اهداف پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران و با حمایت یکی از گروه های پژوهشی صورت پذیرد.

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان با ذکر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما با ذکر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما: دکتر خسرو حسینی و دکتر علی رحمانی فیروزجائی

تاریخ:

امضاء:

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی حامی و پشتیبانم بوده اند و جرات تلاش کردن را به من دادند.

تشکر و قدردانی:

مراتب تشکر و قدردانی از تمامی عزیزانی که در تمامی مراحل انجام این پایان‌نامه یاری‌ام نموده‌اند ابراز می‌نمایم. بویژه از اساتید ارجمند و گرانقدرم، جناب آقای دکتر خسرو حسینی و جناب آقای دکتر علی رحمانی فیروزجائی که در تمام مدت تحصیل راهنمای من بوده‌اند، سپاسگزارم.

چکیده

در چند دهه اخیر به علت رشد سریع جمعیت، افزایش تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی، نیازهای آبی به منابع آب افزایش یافته است در نتیجه تهیه و توزیع آب شرب یکی از مهمترین برنامه‌های کلان مدیریتی در هرکشور می‌باشد. با توجه به اینکه شبکه‌های آبرسانی شهری به دلیل وسعت بالایی که دارند هزینه هنگفتی را به خود اختصاص می‌دهند و از آنجا که طراحی حساب شده و بهینه می‌تواند تاثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های چنین طرح‌های عظیمی را به دنبال داشته باشد طراحان همواره به دنبال یافتن روشی که ضمن تامین ضوابط و معیارهای فنی طرح کمترین هزینه را در برداشته باشد هستند. تاکنون روش‌های بسیار زیادی برای طراحی شبکه آبرسانی ارائه شده که با فراهم شدن امکانات رایانه‌ای پیشرفته راه حل بهینه‌سازی ساده تر و جواب‌های بدست آمده به پاسخ بهینه نزدیکتر می‌شود.

یک شبکه آبرسانی بهینه باید بتواند با صرف کمترین هزینه، دبی مورد نیاز را با فشار مناسب در سراسر نقاط شبکه تامین کند. برای رسیدن به این هدف، محققین مطالعات بسیار زیادی انجام داده‌اند و در این راستا از قوانین هیدرولیک و ریاضی بهره جسته اند. اولین تلاش‌ها برای طراحی شبکه‌هایی که بتوانند فقط محدودیت های فنی را ارضا کنند، در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی صورت گرفت. در ابتدا، مساله مورد نظر فقط تحلیل هیدرولیکی شبکه بود سپس مسئله بهینه سازی شبکه نیز مطرح شد، چرا که برای یک شبکه آبرسانی، گزینه‌های متعددی می توان یافت که بتواند محدودیت‌هایی نظیر فشار، سرعت و دبی مصرفی را ارضا کند. مسئله بهینه سازی در شبکه آبرسانی تعیین آن طرحی می باشد که ضمن تامین محدودیتها و ضوابط،کمترین هزینه را نیز بدنبال داشته باشد.

از آنجا که انتخاب یک روش صحیح که کاربرد خوبی نیز در ارایه جواب داشته باشد می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در زندگی شخصی، صنعتی و اجتماعی داشته باشد، ضرورت وجود تکنیک‌های موفق و قوی که بتواند انسان را در تصمیم‌گیری کمک کند کاملا نمود می‌یابد و روش‌های بهینه‌سازی ابزار و تکنیک‌هایی جهت مینیمم یا ماکزیمم کردن توابع هدف ما می‌باشند با توجه به اینکه به دنبال کم کردن هزینه شبکه آبرسانی می‌باشیم بنابراین روش‌های بهینه‌سازی ابزار مناسبی می‌باشند و امروزه روش‌های بهینه‌سازی فراکاوشی یا تکاملی کاربرد بیشتری دارند. روش جدید بهینه‌سازی به نام الگوریتم جستجوی ذرات باردار(CSS) را در بهینه‌سازی سازه‌ها به کار برده شد و در این پایان‌نامه سعی ما بر این است تا عملیات بهینه‌سازی یک شبکه آبرسانی را توسط الگوریتم جستجوی ذرات باردار انجام دهیم، به همین جهت ابتدا به مدلسازی حل شبکه به روش هاردی‌کراس پرداخته شد و سپس به مدلسازی الگوریتم

CSS پرداخته شد و در نهایت با ترکیب این دو مدلسازی به یک روش کلی جهت بهینه‌سازی شبکه آبرسانی بدست آورده شد که به جهت نشان دادن کارایی و برتری این روش، با مقایسه نتایج بهینه‌سازی توسط این روش بر روی شبکه‌های مرجع به نام‌های شبکه دوحلقه‌ای، شبکه هانوی و نیویورک پرداخته شد و همچنین به بررسی پارامترهای موجود در این روش پرداخته شد و تاثیر تغییرات بر روی این پارامترها نشان داده شد و از مهمترین نتایج این بررسی‌ها کارایی این روش نسبت به روش‌های دیگر و همگرایی زود این روش به سمت جواب بهینه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی، شبکه‌آبرسانی، روش جستجوی ذرات باردار

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۲

۱-۲- هدف از تحقیق ۵

۱-۳- ساختار فصول پایان نامه ۵

فصل ۲: مروری بر منابع ۷

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- پیاده‌سازی الگوریتم‌های فراابتکاری ۹

۲-۲-۱- روش الگوریتم ژنتیک ۱۰

۲-۲-۲- روش بهینه‌سازی گروه مورچه‌ها ۱۱

۲-۲-۳- الگوریتم جستجوی ممنوعه ۱۵

۲-۲-۴- الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده ۱۹

فصل ۳: شبکه آبرسانی و تابع هدف ۲۲

۳-۱- مقدمه ۲۳

۳-۲- تعریف یک شبکه آبرسانی ۲۳

۳-۳- تابع هزینه ۲۴

۳-۳-۱- منبع ۲۴

۳-۳-۲- خط لوله ۲۶

۳-۳-۳- هزینه سرویس مخزن ۲۷

۳-۳-۴- هزینه اتصالات به واحدهای مسکونی ۲۷

۳-۳-۵- هزینه انرژی ۲۸

۳-۳-۶- هزینه راه‌اندازی ۲۸

۳-۴- بهینه‌سازی شبکه آبرسانی ۲۸

فصل ۴: روش بهینه‌سازی جستجوی ذرات ۳۱

۴-۱- مقدمه ۳۲

۴-۲- روش جستجوی بار ۳۳

۴-۲-۱- پیش زمینه ۳۳

۴-۲-۲- سیستم جستجوی بار(CSS) ۳۸

۴-۳- مختصر الگوریتم CSS ۴۸

۴-۳-۱- مر حله مقدار دهی اولیه..... ۴۸
۴-۳-۲- مرحله جستجو..... ۴۹
۴-۳-۳- مرحله کنترل معیار های خاتمه..... ۴۹

فصل ۵: نتایج و تفسیر آنها **۵۰**
۵-۱- مقدمه..... ۵۱
۵-۲- ارزیابی روش CSS و پارامترهای آن..... ۵۱
۵-۳- بهینه‌سازی شبکه دوحلقه‌ای مرجع با روش CSS..... ۷۱
۵-۴- بهینه‌سازی شبکه هانوی مرجع با روش CSS..... ۷۴
۵-۵- بهینه‌سازی شبکه نیویورک مرجع با روش CSS..... ۷۹
۵-۶- بررسی و ارزیابی پارامتر Δt درالگوریتم CSS..... ۸۴
۵-۷- بررسی پارامتر ضریب زبری..... ۸۶
۵-۸- بررسی تغییر محل مخزن در شبکه..... ۸۷
۵-۸-۱- محل مخزن در گره شماره ۶..... ۸۸
۵-۸-۲- محل مخزن در گره شماره ۹..... ۸۹
۵-۸-۳- محل مخزن در گره شماره ۱۳..... ۹۱
۵-۸-۴- محل مخزن در گره شماره ۳۱..... ۹۲
۵-۹- نتیجه‌گیری..... ۹۵

فصل ۶: جمع‌بندی و پیشنهادات **۹۶**

مراجع **۹۹**

پیوست‌ها **۱۰۳**
خروجی شبکه دوحلقه‌ای ناشی از حل شبکه توسط هاردی‌کراس..... ۱۰۴
خروجی ناشی از حل شبکه دوحلقه‌ای توسط الگوریتم بهینه‌سازی شبکه‌آبرسانی با روش CSS ۱۰۵

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) وضعیت کنونی بحران آب در جهان ۳
شکل (۱-۲) آلودگی آب‌های رودخانه تیته در برزیل ۴
شکل (۲-۱) مسیریابی مورچگان ۱۱
شکل (۲-۲) دنبال کردن رد فرومون توسط مورچگان ۱۲
شکل (۲-۳) نحوه یافتن مسیر بین نقطه A و B ۱۳
شکل (۲-۴) پیدا کردن کوتاهترین مسیر توسط مورچگان ۱۳
شکل (۲-۵) فرآیند پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر توسط مورچه‌ها ۱۴
شکل (۲-۶) نمودار جریان الگوریتم جستجوی ممنوعه ۱۷
شکل (۲-۷) نمودار جریان الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده(SA) ۲۰
شکل (۴-۱) ترازوی پیچشی کلمب ۳۴
شکل (۴-۲) نمودار E_{ij} در برابر r_{ij} برای یک گوی عایق با بار یکنواخت ۳۶
شکل (۴-۳) تعیین برآیند نیروی الکتریکی وارد بر یک ذر باردار ۴۲
شکل (۴-۴) - مقایسه‌ای بین معادلات $F_{ij}\infty\frac{1}{r_{ij}^{2}}$ (a و $F_{ij}\infty r_{ij}$ (b وقتی که $r_{ij}<a$ ۴۳
شکل (۴-۵) حرکت ذره باردار به موقعیت جدید ۴۶
شکل (۵-۱) موقعیت اولیه ذرات ۵۲
شکل (۵-۲) موقعیت ذره بعد از پایان مرحله اول ۵۵
شکل (۵-۳) موقعیت جدید ذرات بعد از پایان مرحله دوم ۵۷
شکل (۵-۴) موقعیت جدید ذره بعد از پایان مرحله سوم ۵۹
شکل (۵-۵) نیروها و برآیند وارده به ذرات باردار ۶۱
شکل (۵-۶) نیروهای وارده و برآیند نیروها و راستای آن به ذره سوم ۶۲
شکل (۵-۷) شبکه تک حلقه‌ای ۶۳
شکل (۵-۸) شبکه دوحلقه‌ای شامیر ۶۵
شکل (۵-۹) شبکه مرجع دوحلقه‌ای ۷۱
شکل (۵-۱۰) نمودار بهترین و میانگین ۱۰ بار عملیات بهینه‌سازی شبکه دوحلقه‌ای با ۱۰۰ ذره ۷۴
شکل (۵-۱۱) شبکه آبرسانی هانوی(ویتنام) ۷۵
شکل (۵-۱۲) نمودار بهترین و میانگین ۱۰ بار عملیات بهینه‌سازی شبکه آبرسانی هانوی با ۱۰۰ ذره ۷۹

شکل (۵-۱۳) شبکه آبرسانی نیویورک ۸۰
شکل (۵-۱۴) نمودار بهترین و میانگین ۱۰ بار عملیات بهینه‌سازی شبکه آبرسانی نیویورک با ۱۰۰ ذره..... ۸۳
شکل (۵-۱۵) نمودار کمترین هزینه با تغییرات Δt و تکرار با ۱۰۰ ذره..... ۸۴
شکل (۵-۱۶) نمودار کمترین هزینه شبکه هانوی با تغییرات Δt و تکرار با ۱۰۰ ذره..... ۸۵
شکل (۵-۱۷) نمودار کمترین هزینه شبکه نیویورک با تغییرات Δt و تکرار با ۱۰۰ ذره..... ۸۵
شکل (۵-۱۸) نمودار تاثیر تغییرات ضریب زبری..... ۸۷
شکل (۵-۱۹) درصد قطر ها با بکارگیری مخزن در گره ۶..... ۸۹
شکل (۵-۲۰) درصد قطر ها با بکارگیری مخزن در گره ۹..... ۹۰
شکل (۵-۲۱) درصد قطر ها با بکارگیری مخزن در گره ۱۳..... ۹۲
شکل (۵-۲۲) درصد قطر ها با بکارگیری مخزن در گره ۳۱..... ۹۳
شکل (۵-۲۳) درصد قطر ها با بکارگیری مخزن در گره ۱..... ۹۴

فهرست جداول

جدول (۳-۱) هزینه پمپ بر اساس توان پمپ ۲۵
جدول (۵-۱) جداول حل شبکه توسط شامیر ۶۴
جدول (۵-۲) جداول حل دوحلقه‌ای شامیر ۶۶
جدول (۵-۳) جزییات گره‌ها در شبکه مرجع ۷۲
جدول (۵-۴) اطلاعات مربوط به هزینه واحد طول لوله‌ها ۷۲
جدول (۵-۵) جدول جزییات لوله بعد از حل بهینه با روش CSS ۷۳
جدول (۵-۶) جدول جزئیات لوله در شبکه هانوی ۷۵
جدول (۵-۷) جدول هزینه واحد طول اقطار تجاری ۷۶
جدول (۵-۸) جدول حل شبکه بهینه هانوی توسط محققان ۷۸
جدول (۵-۹) جدول نتایج حل شبکه هانوی با روش CSS ۷۹
جدول (۵-۱۰) جدول هزینه واحد طول اقطار تجاری ۸۰
جدول (۵-۱۱) جدول جزئیات و مشخصات شبکه آبرسانی نیویورک ۸۱
جدول (۵-۱۲) جدول نتایج حل شبکه نیویورک با روش CSS ۸۳
جدول (۵-۱۳) مقدار بهینه هزینه شبکه به ازای ضریب زبری متفاوت ۸۶
جدول (۵-۱۴) جزئیات شبکه بعد از حل با روش CSS با مخزن در گره ۶ ..... ۸۸
جدول (۵-۱۵) جزئیات شبکه بعد از حل با روش CSS با مخزن در گره ۹ ..... ۹۰
جدول (۵-۱۶) جزئیات شبکه بعد از حل با روش CSS با مخزن در گره ۱۳ ..... ۹۱
جدول (۵-۱۷) جزئیات شبکه بعد از حل با روش CSS با مخزن در گره ۳۱ ..... ۹۳

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

آب مایه حیات و فراوان‌ترین ماده مرکب برروی سطح کره زمین و بستر اولیه حیات به شکلی که امروزه می‌شناسیم. بیش از ۷۵٪ جرم یک انسان از آب تشکیل شده‌است و نیز بیش از ۷۰٪ سطح کره زمین را آب پوشانده است (نزدیک به ۳۶۰ میلیون از ۵۱۰ میلیون کیلومتر مربع) با وجود این حجم عظیم آب تنها دو درصد از آبهای کره زمین شیرین و قابل شرب است و باقی آن به علت محلول بودن انواع نمک‌ها خصوصاً نمک طعام غیر قابل استفاده است. از همین دو درصد آب شیرین بیش از ۹۰ درصد به صورت منجمد در دو قطب زمین و دور از دسترس بشر واقع شده‌است[۱].

میانگین جهانی توزیع میزان استفاده آب در بخش‌های مختلف در سال ۲۰۰۳ به صورت زیر بود:
کشاورزی :حدود ۶۹٪
صنعت :حدود ۲۳٪
مصارف خانگی: حدود ۸٪
بخش کشاورزی به دلیل آبیاری محصولات میزان زیادی آب مورد استفاده قرار می‌دهد. از سال ۱۹۶۰ میانگین جهانی میزان برداشت آب از منابع به منظور آبیاری زمین‌ها ۶۰٪ افزایش یافته‌است و این در حالی‌است که بین ۲۰٪ تا ۳۰٪ آن تبخیر یا جاری می‌شود و به هدر می‌رود. میزان برداشت آب در کشورهای درحال توسعه به علت نداشتن ابزار مناسب دوبرابر کشورهای توسعه‌یافته برای هر هکتار است، درحالی که میزان محصولات کشاورزی آن‌ها یک‌سوم می‌باشد. به‌علاوه، در اکثر نقاط خشک و نیمه‌خشک، به علت کمبود بارش‌های جوی، ۹۰٪ آب مورد نیاز برای آبیاری زمین‌ها از آب شیرین تأمین می‌گردد، درحالی که کشورهای توسعه‌یافته این رقم را به ۴۰٪ رسانده‌اند.
توزیع میزان استفاده آب به‌منظور مصارف خانگی نیز در نواحی گوناگون مختلف می‌باشد. به طور مثال و طبق آمار منتشر شده توسط برنامه عمران سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۶، میانگین میزان آب مصرفی در ایالات متحده حدود ۵۷۵ لیتر و در اروپا بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر در روز برای هر شخص می‌باشد، درحالی که در کشور موزامبیک این رقم حدود ۱۰ لیتر می‌باشد.

شکل (۱-۱) وضعیت کنونی بحران آب در جهان[۲]

اگرچه حجم کلی آب‌های موجود برروی زمین نسبتاً زیاد می‌نماید اما متجاوز از ۹۷٪ این آب‌ها در دریاها و اقیانوس‌ها متمرکز هستند و حدود ۲٪ نیز به صورت یخ و یخچال‌ها در مناطق قطبی تجمع یافته‌است. از یک درصد آب باقی‌مانده نیز بخش زیادی در اعماق زمین بوده که استخراج آن مشکل و از دسترس انسان به دور است [۳].

به‌علاوه، منابع آب شیرین در سطح زمین به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند. درحال حاضر، ۹ کشور ۶۰٪ کل منابع آب شیرین را به خود اختصاص می‌دهند: کانادا، چین، کلمبیا، پرو، برزیل، روسیه، ایالات متحده آمریکا، اندونزی و هند.

در مقابل حدود ۸۰ کشور با کمبود آب مواجه‌اند که برخی از آن‌ها تقریباً به هیچ منبع آب شیرین قابل توجهی دسترسی ندارند: کویت، بحرین، مالت، امارات متحده عربی، سنگاپور، اردن و لیبی.

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، توسعه صنایع و افزایش آلودگی منابع آب شیرین، دسترسی به آب کافی و مناسب در برخی از کشورها به یک بحران جدی تبدیل شده‌است.

شکل (۱-۲) آلودگی آب‌های رودخانه تیته در برزیل(http://fa.wikipedia.org)

در بسیاری از کشورها، علیرغم وجود منابع کافی آب شیرین، تأمین آب آشامیدنی سالم با مشکل روبه‌رو است.

طبق آمار برنامه عمران سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۶:

۱،۱ میلیارد نفر به آب آشامیدنی دسترسی ندارند.

۲،۶ میلیارد نفر به آب کافی برای بهداشت دسترسی ندارند.

۷۰۰ میلیون نفر در ۴۳ کشور با مشکل کمبود پیوسته آب مواجه هستند .

۱،۸ میلیون کودک زیر ۵ سال هر روز از ابتلا به اسهال به علت آشامیدن آب ناسالم می‌میرند .

بنابراین با توجه به افزایش روزافزون نیاز آبی و محدود بودن منابع آب و هزینه سنگین شبکه‌های آبرسانی، روش‌هایی که ما را در بهینه‌کردن منابع آبی و هزینه‌های ناشی از انتقال آن کمک کند بسیار حائز اهمیت باشد و همین امر سبب شده تا در این پایان‌نامه به ارزیابی روشی جدید به نام روش جستجوی ذرات باردار[1] (CSS) در شبکه آبرسانی پرداخته شود و نتایج آن با روشهای دیگر مقایسه گردد.

[1] Charged system search