

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره یک، ویژه نامه بهار ۸۸

طراحی شبکه فاضلاب با استفاده از ابزار ArcGIS و نرم افزار محاسباتی

فاطمه رحمان^۱ (مسئول مکاتبات)

امیر حسین جاوید^۲

امیر حسام حسنی^۲

علی اصغر آل شیخ^۳

تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۷

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۵

در این مقاله کاربرد نرم افزار ArcGIS در تعیین اطلاعات مورد نیاز برای طراحی و برنامه نویسی Visual Basic برای تحلیل شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب در منطقه شهرک نبوت واقع در استان ایلام، مورد بررسی قرار گرفته است. مراحل انجام تحقیق به شرح زیر می باشد:

ابتدا اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شامل طول لوله فاضلاب، مساحت سطوح فاضلاب گیر و درون یابی رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم روها از طریق نرم افزار ArcGIS تعیین گردید.

سپس اطلاعات مرتبط با ویژگی های توپوگرافی، جوی (آب و هوایی) و اطلاعات آماری (مانند جمعیت و سرانه های آب و فاضلاب) منطقه جغرافیایی مورد نظر تهیه شد. این اطلاعات مبنای طراحی شبکه فاضلاب می باشد و از طریق مراجع معتبر (مانند کتابچه های مربوط به اطلاعات جغرافیایی و آماری) و نیز مراجعه به سازمان ها و شرکت های مربوط (مانند مرکز آمار ایران، شرکت آب و فاضلاب و شرکت مهندسین مشاور به منظور استفاده از اطلاعات مربوط به مناطق همجوار منطقه طرح به دلیل مشابهت تقریبی اطلاعات توصیفی مورد نیاز برای طراحی)، تهیه گردید. در مرحله بعد، با استفاده از اطلاعات خروجی از نرم افزار ArcGIS، تحلیل اطلاعات به وسیله برنامه نوشته شده (برنامه نویسی Visual Basic) انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داده، کاربرد نرم افزار ArcGIS و برنامه نگارش شده موجب فراهم ساختن تسهیلاتی در طراحی شبکه فاضلاب شده است.

واژه های کلیدی: ArcGIS، Visual Basic، طراحی شبکه فاضلاب، تحلیل شبکه فاضلاب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی محیط زیست (گرایش آب و فاضلاب)
۲- استادیار دانشکده محیط زیست - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
۳- استادیار دانشکده نقشه برداری - دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

مقدمه

طرح های جمع آوری فاضلاب با توجه به مزایای فراوان آن، دستیابی به اهداف مهم زیست محیطی را ممکن می سازد و این امر با برنامه ریزی جامع میسر می گردد.

هم اکنون ۳۰٪ از جمعیت شهری کشور زیر پوشش شبکه فاضلاب قرار دارند و در ۲۰۵ شهر کشور به طور هم زمان شبکه جمع آوری فاضلاب در حال احداث است و پیش بینی شده است که سالانه ۴ تا ۵٪ جمعیت شهری کشور زیر پوشش شبکه فاضلاب قرار گیرد (۱).

از آن جا که هزینه اجرای شبکه های فاضلاب به ویژه برای شهرهای بزرگ بسیار زیاد است، هر گونه بهینه سازی در فرآیند طراحی شبکه های فاضلاب مانند به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، موجب کاهش هزینه ها و صرفه جویی سرمایه خواهد شد (۲).

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری برای ذخیره، نگه داری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی می باشد و جهت کارکردن هم زمان با داده هایی که وابستگی مکانی (جغرافیایی) و توصیفی دارند، طراحی شده است (۳).

به طور مثال، در تهران تهیه نقشه های زیرزمینی در شبکه ۹ هزار کیلومتری فاضلاب با استفاده از GIS صورت گرفته است. سیستم مذکور می تواند مکان های منفصل و مناطق قابل توسعه و بهره برداری و نیز مناطق نیازمند به تعمیر و نگه داری را نشان دهد (۴).

در تحقیق حاضر، از نرم افزار ArcGIS به منظور تهیه و تأمین داده های مکانی و غیرمکانی (توصیفی) مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب استفاده شده است. سپس با استفاده از برنامه نگارش شده، تحلیل شبکه فاضلاب انجام گرفته است. در نهایت، طراحی شبکه فاضلاب با استفاده از نرم افزار ArcGIS و برنامه نگارش شده، از نظر تسهیلات فراهم شده به وسیله آن ها بررسی شده است.

روش تحقیق

طراحی شبکه فاضلاب شامل انتخاب طرح شبکه و طراحی هیدرولیکی می باشد. در طراحی شبکه فاضلاب ابتدا طرح آن تهیه شد سپس با استفاده از طرح تهیه شده، اقدام به طراحی هیدرولیکی شبکه گردید. برای تهیه طرح، یکی از مسیرها به عنوان مسیر اصلی و بقیه به عنوان مسیرهای فرعی در نظر گرفته شد. به فرآیند انتخاب مسیر، تهیه طرح گفته می شود. با توجه به پیشرفت هایی که در زمینه روش های علمی تهیه طرح اصلی شبکه فاضلاب صورت گرفته است، استفاده از تجربه هنوز سهم به سزایی در این زمینه دارد. نکته مهم در طراحی هیدرولیکی، رعایت ضوابط فنی و قیود طراحی می باشد که موجب طراحی صحیح شبکه فاضلاب می گردد. هدف از طراحی شبکه فاضلاب انتخاب قطر و شیب مناسبی است که در آن، شرایط هیدرولیکی مطلوب طراحی تأمین شده باشد (۵). تغییر در هر یک از عناصر شبکه جمع آوری (لوله ها از نظر قطر و عمق نصب یا به عبارت دیگر شیب مجرا) باعث تغییر در سایر عناصر می گردد به طوری که کلیه تغییرات به گونه ای خواهد بود که شبکه از نظر فنی و اقتصادی در شرایط مطلوب قرار گیرد (۶).

در این تحقیق، مطالعه موردی بر روی نقشه رقومی شهرک نبوت از توابع استان ایلام صورت گرفته است. نقشه رقومی با مقیاس یک هزارم (۱:۱۰۰۰) منطقه مورد مطالعه به صورت فایل اتوکدی از سازمان نقشه برداری کشور تهیه گردید. نقشه مذکور دارای کد ارتفاعی می باشد که از طریق سیستم GPS (Global Positioning System) تعیین گردیده است.

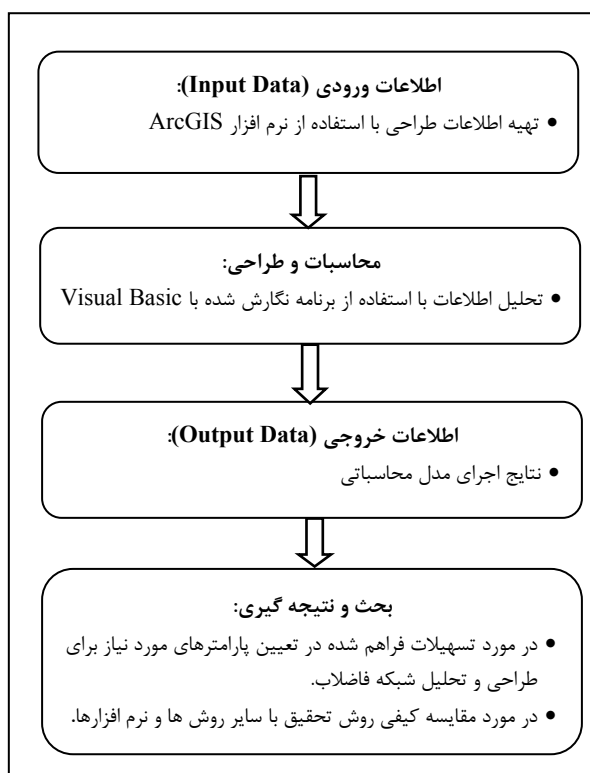
از ویژگی های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، توپوگرافی تقریباً یکنواخت می باشد. برخی خصوصیات جوی، توپوگرافی و آماری منطقه مذکور به شرح زیر است (۷).

- میزان بارندگی سالیانه، ۶۹۱/۸ میلی متر.
- عمق آب زیرزمینی، ۴۰ متر (پایین بودن سطح سفره آب زیرزمینی).

می‌دهد که تقریباً ۱۰۰٪ ساکنان منطقه، از طریق چاه جذبی اقدام به دفع فاضلاب متعفن خود می‌نمایند و فاضلاب‌های روان که حاصل شستشو و یا استحمام می‌باشد، به سطح معابر منتقل شده و به وسیله شبکه کانال‌ها و جوی‌های موجود در سطح منطقه، در جهت شیب عمومی و از آن جا به زمین‌های اطراف تخلیه می‌شود (۸).

به طور کلی مراحل انجام تحقیق مطابق شکل ۱ می‌باشد:

- نفوذپذیری خاک منطقه، بسیار ناچیز است.
- جمعیت در سال ۱۳۸۵ (جمعیت ابتدای طرح)، ۱۵۵۵ نفر.
- پیش‌بینی جمعیت در سال ۱۳۹۵، ۱۷۱۸ نفر.
- پیش‌بینی جمعیت در سال ۱۴۱۵ (جمعیت انتهای طرح)، ۱۸۹۷ نفر.
اطلاعات به دست آمده از بررسی‌های میدانی درخصوص سیستم دفع فاضلاب منطقه مورد مطالعه نشان



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق

شیب عمومی منطقه می‌باشد که با علامت پیکان مشخص گردیده است.

- لوله‌گذاری در معابر و خیابان‌ها.
- آدم‌روگذاری و تعیین شماره آدم‌روها (آدم‌روها به فواصل ۵۰ تا ۶۰ متر در نظر گرفته شده است. به دلیل آن که هر لوله فاضلاب رو بین دو آدم‌رو واقع شده است تعداد آدم‌روهای شبکه فاضلاب، یک واحد بیشتر از تعداد لوله‌های فاضلاب رو می‌باشد).
- تعیین شماره لوله فاضلاب رو (هر لوله فاضلاب رو با یک شماره، شناسایی شده است. شماره‌گذاری لوله‌ها سلیقه‌ای بوده و ترتیب خاصی بر آن حاکم نمی‌باشد

ورود اطلاعات به نرم‌افزار ArcGIS

اطلاعات ورودی به نرم‌افزار ArcGIS شامل:

- نقشه منطقه مورد مطالعه: بر روی نقشه منطقه مورد مطالعه مقیاس یک هزارم (۱:۱۰۰۰) اجزای زیر تعیین گردید.
- مسیریابی برای لوله‌گذاری در معابر و خیابان‌ها. (به‌طور تجربی و با توجه به کوتاه‌ترین مسیر در جهت شیب عمومی شهر تعیین گردید).
- شیب عمومی منطقه با توجه به گد (رقوم) ارتفاعی تعیین شده به وسیله سیستم GPS از رقوم ارتفاعی بیشتر به رقوم ارتفاعی کمتر مشخص شده‌است. همچنین مسیر لوله‌گذاری در جهت

- تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدمرو. تعیین رقوم ارتفاعی در منهول‌هایی که فاقد کد ارتفاعی می‌باشند، از طریق درون‌یابی نزدیک ترین رقوم ارتفاعی نسبت به آن‌ها صورت گرفته‌است. هدف از مشخص نمودن رقوم ارتفاعی زمین، تعیین شیب خیابان‌ها و کوچه‌ها و نهایتاً شیب کلی منطقه می‌باشد.

مقادیر عددی رقوم ارتفاعی زمین در محل آدمروها، در لایه اطلاعاتی Rogom Manhol موجود می‌باشد.

لایه‌های اطلاعاتی مذکور که محتوی مقادیر عددی مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، در شکل ۲ نشان داده شده‌است.

برخی مقادیر عددی موجود در لایه‌های اطلاعاتی به عنوان نتایج اطلاعات خروجی از نرم‌افزار ArcGIS، در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

ولی از نظر وجود نظم در شماره‌گذاری، بهتر است ترتیب خاصی در نظر گرفته شود تا در موقع لزوم دسترسی به آن‌ها به راحتی صورت گیرد).

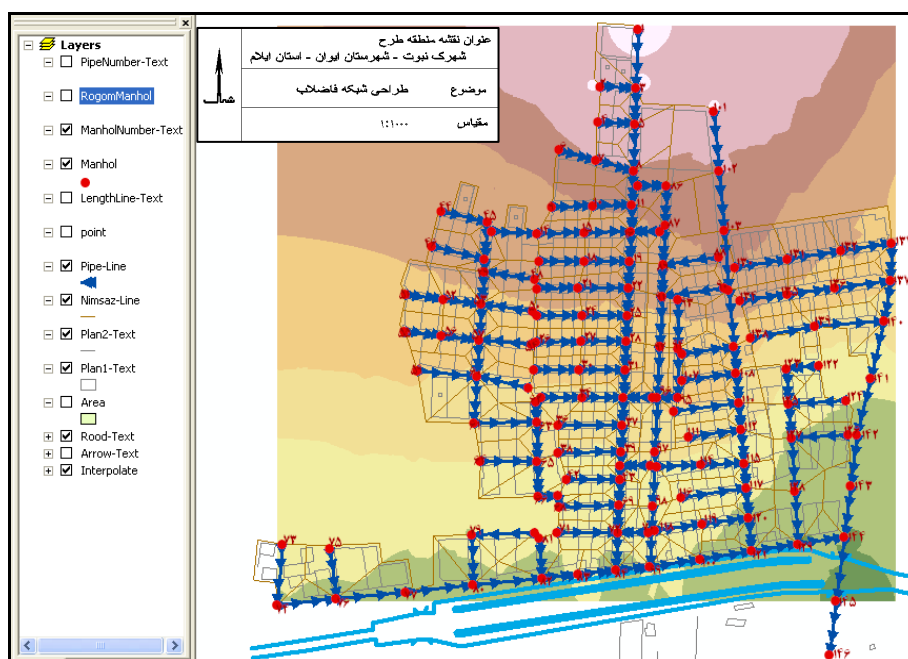
اطلاعات مذکور در نقشه منطقه مورد مطالعه (شکل ۲) نشان داده شده‌است.

خروج اطلاعات از نرم‌افزار ArcGIS

اطلاعات خروجی از نرم‌افزار ArcGIS، شامل پارامترهای موردنیاز زیر برای طراحی می‌باشد:

- تعیین طول لوله فاضلاب و (منظور از طول لوله فاضلاب، طول جزئی از شبکه فاضلاب است که بین دو آدمرو واقع شده است). مقادیر عددی طول لوله‌های فاضلاب، در لایه اطلاعاتی Length Line موجود می‌باشد.

- تعیین مساحت تحت پوشش هر فاضلاب و (مساحت سطوح فاضلاب‌گیر). مقادیر عددی مساحت سطوح فاضلاب‌گیر در لایه اطلاعاتی Area موجود می‌باشد.



شکل ۲- لایه‌های اطلاعاتی محتوی اطلاعات موردنیاز برای طراحی در نرم‌افزار ArcGIS

جدول ۱- اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب (خروجی نرم افزار ArcGIS)

شماره لوله فاضلاب رو	طول لوله فاضلاب رو (متر)	رقوم ارتفاعی زمین در آدم رو ابتدایی (متر)	رقوم ارتفاعی زمین در آدم رو انتهایی (متر)	مساحت سطوح فاضلاب گیر (تجمعی) (متر مربع)
۳	۲۹/۸۵	۱۱۵۷/۱۲	۱۱۵۶/۴۷	۲۶۹۰/۲۱
۱۱	۲۲/۵۷	۱۱۵۲/۱۴	۱۱۵۱/۵۰	۸۸۷۹/۰۸
۱۴	۴۰	۱۱۵۰/۷۳	۱۱۵۰/۸۲	۲۱۱۲/۱۱
۱۵	۳۹/۶۳	۱۱۵۰/۸۲	۱۱۵۱/۵۰	۲۹۰۶/۶۷
۱۶	۲۴/۹۹	۱۱۵۱/۵۰	۱۱۵۰/۴۰	۱۲۶۹۶/۸۶
۲۸	۲۳/۸۵	۱۱۴۸/۰۷	۱۱۴۷/۱۷	۲۱۰۴۳/۴۱
۴۷	۱۰/۰۴	۱۱۵۰/۱۱	۱۱۴۹/۸۳	۲۷۷۴/۹۸
۴۹	۲۷/۱۲	۱۱۴۹/۸۳	۱۱۴۸/۴۸	۴۲۳۰/۲۸
۵۷	۳۰/۵۹	۱۱۴۷/۵۱	۱۱۴۶/۳۴	۱۱۶۵۸/۴۹
۶۸	۵۰/۷۳	۱۱۴۲/۲۴	۱۱۴۲/۳۵	۲۱۹۴۴/۹۲
۸۰	۵۸/۰۱	۱۱۴۰/۷۶	۱۱۴۰/۸۲	۸۳۰۷/۷۱
۹۸	۵۱/۰۱	۱۱۴۲/۶۶	۱۱۴۱/۴۵	۱۱۵۰/۱۸۴
۱۱۹	۳۹/۳۴	۱۱۴۱/۹۰	۱۱۴۱/۰۸	۱۹۳۸/۷۷
۱۳۰	۴۵	۱۱۵۲/۱۴	۱۱۵۱/۱۶	۲۱۵۶/۷۴
۱۳۳	۳۱/۵۷	۱۱۴۹/۸۴	۱۱۴۷/۰۵	۶۴۲۷/۰۶

مبانی طراحی شبکه فاضلاب

عمق خاک برداری

عمق خاک برداری یکی از پارامترهای هزینه‌بر از نظر اقتصادی می‌باشد لذا در طراحی شبکه فاضلاب منطقه مورد مطالعه، تا حد امکان رعایت عمق خاک برداری کمتر از حداکثر ۶ متر تا حداقل ۱/۷ متر در نظر گرفته شده است تا موجب صرفه جویی در هزینه طرح گردد (۹).

ارتفاع فاضلاب در مجاری فاضلاب رو

به علت وجود مواد درشت و معلق در فاضلاب و امکان بازایستادن و ته نشین شدن آن‌ها در کف فاضلاب‌روها لازم است حداقل ارتفاع فاضلاب در لوله‌ها پیش‌بینی گردد که این حداقل از یک سو نباید کمتر از ۰/۱ قطر لوله فاضلاب رو باشد و از سوی دیگر با توجه به این که حرکت فاضلاب در لوله

باعث آزاد شدن گاز می‌گردد حداکثر ارتفاع فاضلاب باید به گونه ای منظور گردد که حداقل ۰/۱ قطر لوله، فضای آزاد برای جا به جایی گازها وجود داشته باشد. در اکثر مراجع مقدار حداکثر ارتفاع مجاز فاضلاب در مجاری فاضلاب رو برای تمام اقطار برابر ۰/۸ در نظر گرفته شده است (۱۰).

ضریب پیک جریان فاضلاب

ضریب پیک جریان فاضلاب به طور متوسط کمتر از ۱۳۰٪ برای مجاری بزرگ فاضلاب تا بیش از ۲۰۰٪ برای فاضلاب‌روهای فرعی و کوچک تغییر می‌کند (۱۱).
ضرایب حداکثر جریان فاضلاب در سال‌های آغازین بهره‌برداری و سال مقصد طرح بسته به میزان ازدیاد جمعیت و حوزه سرویس فاضلاب رو در طی سالیان از ۲ تا ۵ تغییر می‌کند (۱۲).

حداقل و حداکثر سرعت پر مجاز فاضلاب

برنامه رایانه‌ای تهیه شده برای تحلیل شبکه فاضلاب

از آن جا که تحلیل شبکه فاضلاب عموماً از طریق نرم‌افزارهای متداول برای این منظور (مانند: نرم‌افزارهای Sewer, SewerCad یا SewerGems) انجام می‌گیرد و استفاده از آن‌ها در مقایسه با برنامه نگارش شده برای این منظور، در شرایط مختلف منطقه طرح دارای انعطاف کمتر و نسبتاً مشکل و زمان‌بر می‌باشد، لذا در این مقاله پارامترهای مورد نیاز برای تحلیل شبکه فاضلاب از طریق برنامه کامپیوتری نوشته شده در محیط Visual Basic تعیین گردیده است. برنامه کامپیوتری مذکور در شکل ۳ نشان داده شده است.

در برنامه رایانه‌ای یاد شده، با استفاده از برخی اطلاعات به دست آمده از طریق نرم‌افزار ArcGIS، پارامترهای مورد نیاز برای تحلیل شبکه فاضلاب در ابتدا و انتهای دوره طرح تعیین شده است.

نتایج اجرای مدل رایانه‌ای برای منطقه مورد مطالعه

برنامه رایانه‌ای تدوین شده برای تحلیل شبکه فاضلاب، برای منطقه مورد مطالعه اجرا گردید. جدول ۲ برخی نتایج تحلیل شبکه فاضلاب منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

مجاری فاضلاب‌رو به صورتی طراحی شده است که حداقل سرعت ۰/۶ متربرثانیه برای متوسط مقدار جریان روزانه را تأمین نماید و یا سرعتی برابر ۰/۷۵ تا ۱/۰۵ متربرثانیه در جریان پیک را تأمین کند. در چنین سرعتی مواد جامد داخل فاضلاب توسط جریان حمل شده و در جریان‌های با دبی تا حدود ۶۰ لیتربرثانیه سولفیدها تشکیل نخواهد شد. حداکثر سرعت مجاز فاضلاب برحسب جنس فاضلاب‌رو تعیین می‌گردد. در مواردی که سرعت جریان فاضلاب کمتر از مقدار ۰/۷۵ متربرثانیه باشد، هنگام اجرای شبکه فاضلاب تأسیسات دیگری مانند تانک‌های شستشو در نظر گرفته می‌شود. این عمل به منظور شستشوی منظم لوله‌های فاضلاب‌رو و جلوگیری از ته‌نشینی مواد معلق در فاضلاب‌روها می‌باشد (۱۳).

شیب فاضلاب‌رو

با مراجعه به کتاب تصفیه‌خانه فاضلاب قسیم، شیب حداقل باید به گونه ای باشد که در حالت پُر لوله، سرعت ۰/۶ متربرثانیه را تأمین نماید. حداقل شیب فاضلاب‌روها با توجه به مشکلات اجرایی هیچگاه نباید از ۰/۰۰۰۵ کمتر گردد. کاربردی‌ترین شیب حداقل برای لوله‌های فاضلاب‌رو برابر یک به قطر لوله می‌باشد. شیب حداکثر فاضلاب‌روها باید به گونه‌ای باشد که سرعت پُر لوله از مقدار حداکثر مجاز بیشتر نگردد (۱۳).

SEWERAGE ANALYSIS

ورود اطلاعات

اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب

رقوم ارتفاعی زمین (متر)

منهول ابتدایی
منهول انتهایی

مساحت تحت پوشش لوله فاضلاب و (تجمعی)

طول لوله فاضلاب و

منهول ابتدایی

شماره لوله فاضلاب و

تحلیل شبکه فاضلاب

رقوم ارتفاعی کف لوله فاضلاب و (متر)

منهول ابتدایی
منهول انتهایی

عمق خاکبرداری (متر)

منهول ابتدایی
منهول انتهایی

تجمعیت تحت پوشش لوله فاضلاب و

ابتدای طرح
انتهای طرح

شورب ماگزیم

ابتدای طرح
انتهای طرح

دبی ماگزیم

ابتدای طرح
انتهای طرح

ظرفیت حداکثر لوله فاضلاب و

سرعت حداکثر لوله فاضلاب و

شیب لوله فاضلاب و

ارتفاع جریان فاضلاب

ابتدای طرح
انتهای طرح

سرعت جریان فاضلاب

ابتدای طرح
انتهای طرح

h/D

ابتدای طرح
انتهای طرح

Vd/Vfull

ابتدای طرح
انتهای طرح

Qd/Qfull

ابتدای طرح
انتهای طرح

خروج

شکل ۳- صفحه اصلی برنامه رایانه‌ای تهیه شده برای تحلیل شبکه فاضلاب

جدول ۲- نتایج تحلیل شبکه فاضلاب منطقه مورد مطالعه

شماره لوله فاضلاب و	شیب زمینی	شیب لوله فاضلاب و	قطر لوله فاضلاب و (متر)	متوسط سرعت (متر بر ثانیه)	دبی طراحی (متر مکعب بر ثانیه)
۰/۰۰۰۲۵	۰/۷۴	۰/۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۳
۰/۰۰۰۸۱	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۱۱
۰/۰۰۰۲	۰/۵	۰/۲	۰/۰۲	-۰/۰۰۲	۱۴
۰/۰۰۰۲۷	۰/۵۵	۰/۲	۰/۰۱	-۰/۰۰۲	۱۵
۰/۰۰۱	۰/۷۵	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۱۶
۰/۰۰۲	۰/۹	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۲۸
۰/۰۰۰۲۶	۰/۵۳	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۴۷
۰/۰۰۰۳۹	۰/۶۸	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۴۹
۰/۰۰۱	۰/۷۵	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۵۷
۰/۰۰۲	۰/۹۶	۰/۳	۰/۰۱	-۰/۰۰۲	۶۸
۰/۰۰۰۷۶	۰/۵۷	۰/۲۵	۰/۰۱	-۰/۰۰۱	۸۰
۰/۰۰۱	۰/۷۵	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۹۸
۰/۰۰۰۱	۰/۵	۰/۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۱۱۹
۰/۰۰۰۵۹	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۱۳۳

بحث و نتیجه‌گیری

به نقاط دارای مختصات Z (رقوم ارتفاعی) و نرم‌افزار XTools نیز موجب افزودن مختصات X، Y و Z به هر یک از آدم روها شده است.

- تعیین طول لوله فاضلاب رو و مساحت سطوح فاضلاب گیر در نرم‌افزار ArcGIS از طریق انتخاب یک نقطه دلخواه بر روی هر یک از عوارض مذکور صورت گرفته است، در حالی که به عنوان مثال در نرم‌افزار AutoCad، این عمل از طریق انتخاب دقیق (از طریق گزینه Zoom) ابتدا و انتهای طول لوله فاضلاب رو و رئوس چندضلعی مربوط به سطوح فاضلاب گیر صورت می‌گیرد. ضمناً نرم‌افزار ArcGIS در این مورد دارای قابلیت دیگری نیز می‌باشد به طوری که با تعیین طول یک یا دو لوله فاضلاب رو و یا تعیین مساحت یک یا دو عدد سطوح فاضلاب گیر به روش مذکور، نیاز به تعیین طول سایر پارامترهای مذکور نمی‌باشد، بلکه به طور اتوماتیک و بدون انتخاب هر یک از آن‌ها، مقادیر کمی طول و مساحت همه آن‌ها به ترتیب در جدول اطلاعاتی مربوط به لوله فاضلاب رو و سطوح فاضلاب گیر تعیین شده است.

- قابلیت نرم‌افزار ArcGIS در مورد درون‌یابی رقوم ارتفاعی زمین (بدون نیاز به انجام محاسبات ریاضی)، بسیار قابل توجه می‌باشد به دلیل آن که سایر نرم‌افزارهای طراحی مانند AutoCad و حتی SewerCad فاقد قابلیت مذکور می‌باشند. در نرم‌افزارهای AutoCad و SewerCad تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم روها به شیوه غیر نرم افزاری (دستی) و با انجام محاسبات ریاضی صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به تعدد آدم‌روها در نقشه شبکه فاضلاب منطقه مورد مطالعه و نیاز مبرم به تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم‌روها، قابلیت نرم‌افزار ArcGIS در این زمینه بسیار

نتایج حاصل از این تحقیق با توجه به کاربرد نرم‌افزار ArcGIS و برنامه‌نویسی Visual Basic در زمینه تسهیلات فراهم شده در تعیین پارامترهای مورد نیاز برای طراحی و تحلیل شبکه فاضلاب و نیز مقایسه روش تحقیق با سایر روش‌ها و نرم‌افزارها، شامل موارد زیر می‌باشد:

- با توجه به قابلیت GIS در زمینه تبدیل اطلاعات توصیفی به نقشه و تهیه نقشه براساس پارامترهای مختلف، استفاده از این ابزار موجب سهولت تبدیل اطلاعات توصیفی و غیرتوصیفی (مکانی) طراحی و دستیابی به آن‌ها شده است. از طریق نرم‌افزار ArcGIS، اطلاعات موجود در جداول اطلاعاتی مربوط به طول لوله فاضلاب رو، مساحت سطوح فاضلاب گیر و درون‌یابی رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم روها به صورت توأم در نقشه منطقه مورد مطالعه، قابل دسترسی شده است.

- قابلیت نرم‌افزار ArcGIS با استفاده از نرم‌افزارهای الحاقی (Extension) افزایش یافته است. به عنوان مثال، برخی نرم‌افزارهای الحاقی مورد استفاده در این تحقیق شامل نرم‌افزارهای Spatial Analyst و 3D Analyst می‌باشد که با توجه به قابلیت آن‌ها به شرح زیر استفاده شده است.

نرم‌افزار XTools : برای تعیین طول هر لوله فاضلاب رو و مساحت تحت پوشش هر لوله فاضلاب رو استفاده شده است.

نرم‌افزار Spatial Analyst : به منظور درون‌یابی رقوم ارتفاعی زمین موجود در نقشه مورد مطالعه در محیط ArcGIS استفاده شده است. با انتخاب گزینه Interpolate to Raster در مدل رقومی رستری ایجاد شده، هر محدوده‌ای از رقوم ارتفاعی زمین با یک رنگ ویژه از محدوده‌های دیگر متمایز شده است.

نرم‌افزار 3D Analyst : به منظور تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل هر یک از آدم‌روها، از نرم‌افزارهای الحاقی 3D Analyst و XTools استفاده شده است. نرم‌افزار 3D Analyst موجب تبدیل کلاس عارضه (Feature Class)

حرکت فاضلاب در لوله‌های فاضلاب رو انجام گرفته است که متأثر از یکدیگر می‌باشد. سرعت فاضلاب باعث تغییر قطر و شیب لوله فاضلاب رو و بالعکس می‌گردد. بدین ترتیب با تغییر پارامترهایی مانند قطر لوله فاضلاب رو و رقوم ارتفاعی زمین در محل کف آدم‌رو که متأثر از عمق حفاری می‌باشد، شیب و سرعت بهینه مشخص شده است.

- قابلیت عمده برنامه نگارش شده در تحلیل شبکه فاضلاب، کاهش پیغام‌های خطا (Error Messages) در اثر خروج از مقادیر مجاز استانداردهای طراحی در مقایسه با سایر برنامه‌های طراحی شبکه فاضلاب (مانند: SewerCad, Sewer, و SewerGems) است که به دلیل قابلیت به هنگام شدن برنامه نگارش شده مذکور، با توجه به ویژگی‌های منطقه طرح می‌باشد.

- در برنامه نوشته شده، با تغییر یکی از پارامترهای تحلیل شبکه فاضلاب، سایر پارامترهای مذکور نیز متناسب با آن تغییر می‌یابند. بنابراین نیاز به تغییر زمان بر هر یک از پارامترهای دیگر نمی‌باشد بنابراین موجب سهولت و در نتیجه سرعت تحلیل شبکه فاضلاب شده است.

- چنانچه در برنامه نگارش شده مطابق فرمول‌های مورد استفاده در تحلیل شبکه فاضلاب خطایی وجود داشته باشد، برنامه یاد شده قابلیت نمایش و ارایه آن را دارد.

- از میان پارامترهای تحلیل شبکه فاضلاب، قطر لوله‌های فاضلاب رو با توجه به دبی (ظرفیت آب‌دهی) ورودی به هر لوله فاضلاب رو، جنس انتخابی لوله و نظر مهندس طراح شبکه فاضلاب تعیین گردیده است. این امر به دلیل تأثیر پارامترهای متعدد بر انتخاب قطر لوله‌های فاضلاب رو می‌باشد.

- عدم اجرای (Run) برنامه مربوط به هر بخش از پارامترهای تحلیل شبکه فاضلاب، اختلالی در اجرای

کمک‌کننده بوده است. ضمناً با تعیین رقوم ارتفاعی یک یا دو آدم‌رو از طریق نرم‌افزار ArcGIS، نیازی به تعیین رقوم ارتفاعی سایر آدم‌روها نمی‌باشد و رقوم ارتفاعی مذکور به طور اتوماتیک در جدول اطلاعاتی آدم‌روها تعیین شده است.

- علاوه بر قابلیت نرم‌افزار ArcGIS در زمینه تعیین طول هر لوله فاضلاب رو، تعیین مساحت تحت پوشش هر لوله فاضلاب رو، درون‌یابی و تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم‌روها، در صورت وجود خطایی در زمینه تهیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب (از نظر انفعال لوله‌ها به ویژه در محل آدم‌روها و انفعال در شبکه‌بندی نقشه (سطوح فاضلاب گیر) و خطا در تعیین رقوم ارتفاعی زمین به ویژه در محل آدم‌روها)، GIS قابلیت نمایش و اصلاح آن‌ها را دارد.

با توجه به تسهیلات فراهم شده از طریق به کارگیری نرم‌افزار ArcGIS در زمینه تعیین هر یک از پارامترهای طراحی در منطقه مورد مطالعه، نتیجه‌گیری می‌شود که حتی در صورت وسعت منطقه مورد مطالعه و نیز تعدد لوله‌های فاضلاب رو، آدم‌روها و در نتیجه نیاز به تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدم‌روها، تعیین پارامترهای مذکور از طریق نرم‌افزار ArcGIS موجب سهولت تهیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب در مقایسه با سایر روش‌ها (شامل روش غیرنرم‌افزاری، نرم‌افزارهای AutoCad و SewerCad) می‌گردد. در این تحقیق، برتری‌های نرم‌افزار ArcGIS در مقایسه با روش‌های یاد شده برای تعیین اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب شامل: دقت (مشخص نمودن خطای کاربر)، سرعت (عدم نیاز به تعیین کلیه طول‌ها، مساحت‌ها و رقوم ارتفاعی آدم‌روها) و سهولت (سادگی تعیین پارامترهای مذکور) تعیین پارامترهای مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب می‌باشد.

- تحلیل محاسباتی شبکه فاضلاب براساس سه پارامتر عمده و متأثر از یکدیگر شامل قطر، شیب و سرعت

۶. دریکوند، احسان، ۱۳۸۴، "مدل‌سازی ریاضی تغییرات کیفیت فاضلاب ازت و فسفر در مجاری اصلی شبکه جمع‌آوری فاضلاب با توجه به تغییرات پارامترهای هیدرولیکی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۷. مهندسین مشاور یکان، ۱۳۷۰، "گزارش مطالعات مرحله اول طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب مناطق شهری و روستایی".

۸. محوی، امیرحسین، ۱۳۷۵، "شبکه جمع‌آوری فاضلاب"، مرکز نشر جهاد دانشگاهی، چاپ اول.

۹. فرجی، بهمن، ۱۳۷۷، "بررسی کاربرد رایانه در طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب و بهینه‌سازی نرم‌افزار"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

10. <http://www.abfa85.blogfa.com>.

11. <http://surveyingtec.persianblog.com>

12. <http://www.uwindsor.ca/~hlynka/qonli ne.html>

13. <http://grouper.ieee.org/groups/802/16>

کل برنامه ایجاد نکرده است بلکه در صورت عدم نیاز به هریک از پارامترهای تحلیل شبکه فاضلاب می‌توان از اجرای برنامه مربوط به فرمول محاسباتی آن صرف نظر نمود.

منابع

۱. ابوتراب، حسن، ۱۳۷۶، "طراحی بهینه شبکه‌های ثقلی جمع‌آوری فاضلاب بهداشتی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.

۲. میچل، اندی، بوت، باب، مترجم: نجاری، امیرعباس، ۱۳۸۳، "آشنایی با نرم‌افزار ArcGIS"، جلد اول، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دوم.

۳. میرمحمد صادقی، سیدمحمد، ۱۳۸۴، "آموزش نرم‌افزار ArcGIS".

۴. تی‌تی‌دژ، امید، ۱۳۸۵، "مفاهیم پایه ArcGIS"، مؤسسه فرهنگی هنری شمال پایدار - دانشگاه شمال.

۵. پوی، هوارد.س، روو، دونالد ر، چوبانگلوس، جرج، مترجم: دکتر کی‌نژاد، محمد علی، مهندس ابراهیمی، سیروس، ۱۳۷۶، "مهندسی محیط‌زیست"، جلد اول، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند، چاپ اول.