نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal(CPJ)
www.cpjournals.com

Comparison of urban wastewater collection network design by manual method and use of WaterGems software (Case study: Tehran city

Mohammad Yavari[۱*], Milad Arjomand[۲]

۱-- M.Sc. student of Civil Engineering and Hydraulic Structures, Semnan University, Semnan, Iran*
Email:: Mohammadyavar۹۳@gmail.com

۲- M.Sc. Student of Water and Hydraulic Structures, Semnan University, Semnan, Iran
Email: Arjomand.civil@gmail.com

ABSTRACT

Today, with the increase in population and the development of cities, urban wastewater collection lines are of great importance. Given the high cost of implementing wastewater collection facilities, it is important to provide any method that can reduce costs used. First, using data related to the study area such as climate, population density, etc., and then by determining the per capita consumption of household, public, commercial and area covered by sewers, etc., the sewerage network has been designed. After performing the calculations with the help of software and manual, longitudinal profiles and ground level, pipe length, diameter, slope and direction will be drawn. The results related to pipe specifications and control of manual results are explained by the results obtained from the software.

ARTICLE INFO

Received: ۲۰۲۰/۱٤/۰۳
Accepted: ۲۰۲۰/۱۹/۰٤

Keywords:
Water and Sewerage Network
Urban Sewage
Longitudinal and Land rofiles;
Water Gems Software

All rights reserved to Civil & Project Journal.

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal(CPJ)
www.cpjournals.com

مقایسه طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری به روش دستی و استفاده ازنرم‌افزار WaterGems(مطالعه موردی: شهر تهران)

محمد یاوری[1*]، میلاد ارجمند[2]

[1]- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران*
پست الکترونیکی: Mohammadyavar ۹۳@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
پست الکترونیکی: Arjomand.civil@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله:۱۳۹۹/۰۱/۳۰

چکیده

امروزه با افزایش جمعیت و توسعه شهرها خطوط جمع‌آوری فاضلاب شهری از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. با توجه به هزینه‌های بسیار زیاد اجرای تاسیسات جمع‌آوری فاضلاب، ارائه هرگونه روشی که بتواند هزینه‌ها را کاهش دهد، دارای اهمیت می‌باشد.از این رو در این تحقیق با استفاده از نرم افزارWater Gems که یک نرم افزار توانا در طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری می‌باشد، استفاده شده است. ابتدا با استفاده از داده‌های مربوط به منطقه مورد مطالعه از قبیل آب و هوا، تراکم جمعیت و... و سپس با تعیین مصرف سرانه خانگی، عمومی، تجاری و مساحت تحت پوشش فاضلاب‌روها و... به طراحی شبکه فاضلاب پرداخته شده است. بعد از انجام محاسبات به کمک نرم‌افزار و دستی، پروفیل‌های طولی و سطح زمین، طول لوله‌ها، قطر،شیب و جهت آن‌ها ترسیم خواهد شد. نتایج مربوط به مشخصات لوله‌ها و کنترل نتایج دستی با نتایج به دست آمده از نرم‌افزار توضیح داده شده است.

کلمات کلیدی: شبکه آب و فاضلاب، فاضلاب شهری، پروفیل های طولی وسطح زمین، نرم افزار Water Gems

۱- مقدمه

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و توسعه شهری، توجه و گسترش زیرساختها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. شبکه فاضلاب شهری یکی از پرهزینه‌ترین زیرساخت‌ها محسوب می‌شود. از این رو طراحی بهینه شبکه فاضلاب همواره مورد توجه مهندسان حوزه آب و فاضلاب می‌باشد. از این رو مطالعات زیادی درباره ی طراحی شبکه‌های فاضلاب انجام شده است که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم. رحمان وهمکاران، در مقاله‌ای با استفاده از نرم‌افزار های SewerCad شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهرک نبوت واقع در ایلام را بررسی و نتایج ها نشان‌دهنده توانایی نرم‌افزارSewerCad در افزایش دقت و سرعت نسبت به AutoCad می‌باشد (رحمان و همکاران، ۱۳۹۳). شیرزاد وعبداللهی پور ارکی، با استفاده از الگوریتم ژنتیک، طراحی بهینه شبکه فاضلاب شهری ارومیه را انجام داده و نتایج بدست آمده نشان دهنده کاهش ۱۳ درصدی هزینه طراحی شبکه فاضلاب شهر ارومیه می‌باشد (شیرزاد وعبداللهی پور ارکی، ۱۳۹۶). خداشناس وهمکاران، بهینه‌سازی شبکه فاضلاب روستایی را با در نظرگرفتن روش لاگرانژ افزاینده و نرم‌افزارSewerCad انجام داده‌اند (خداشناس، ۱۳۹۰). خلیفه و همکاران، با استفاده از الگوریتم ژنتیک و مدل تحلیل هیدرولیکی WaterGEMS، بهینه سازی شبکه توزیع آب را انجام داده و حدود ۱۵ درصد صرفه‌جویی هزینه کل پروژه را نشان می دهد (خلیفه و همکاران، ۱۳۹۷).

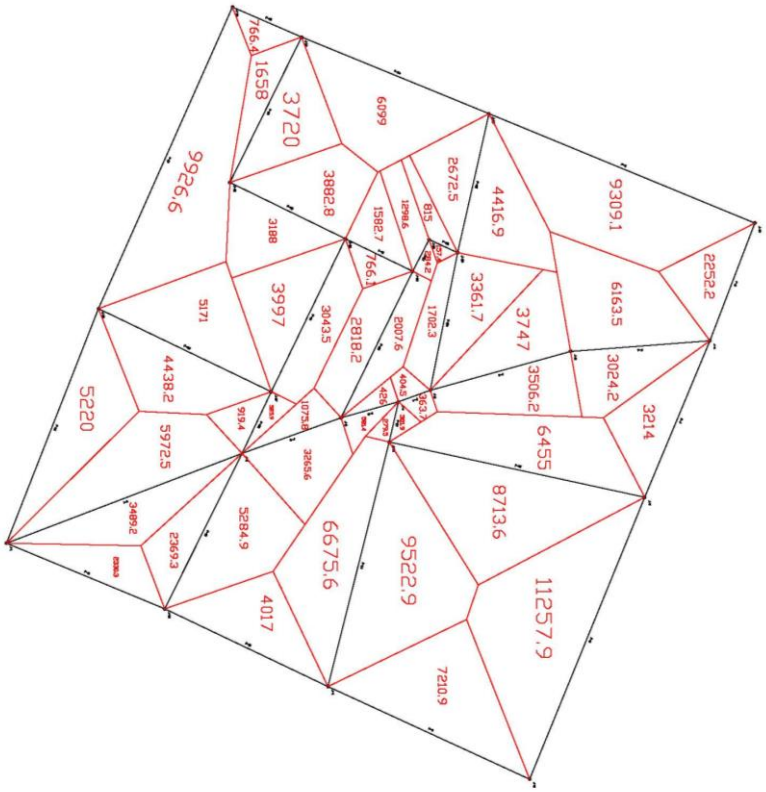
۲- منطقه موردمطالعه

در این تحقیق قسمتی از شبکه فاضلاب شهری شهر تهران که رقوم ارتفاعی آن در محدوده ۱۲۲۶/۵ تا ۱۲۳۵/۸می‌باشد، استفاده شده است. شکل(۱)، منطقه اختصاص یافته به هر گره را در این منطقه نشان می‌دهد.

شکل ۱ : منطقه اختصاص یافته به هر گره

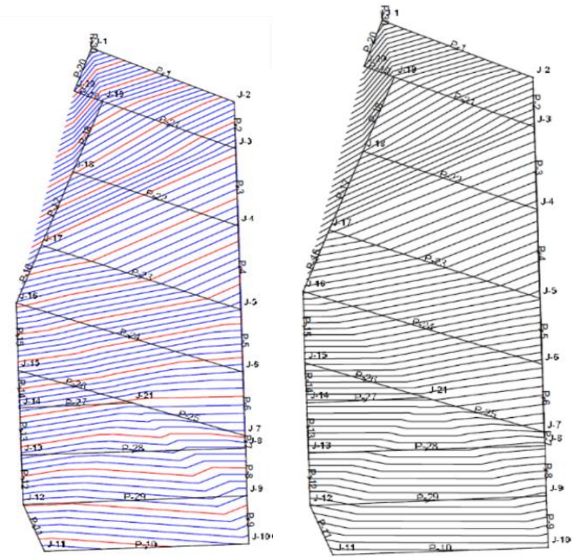
۳- مواد و روش‌ها

با استفاده از آیین نامه‌های موجود، فاضلاب‌های خروجی از هر واحد(خانگی، عمومی، تجاری و...) تعیین شده است (شرکت تامین وتصفیه‌ی آب و فاضلاب تهران). سپس از محل برخورد امتداد فاضلاب روها نیم‌ساز رسم نموده ومساحت محدود به نیم‌ساز های رسم شده، مساحت تحت پوششی فاضلاب روها را نشان می‌دهد. از ضرب کردن تراکم منطقه در سطح تحت پوشش هر لوله، سرانه مصرف آب به هر نفر، سرانه تولید فاضلاب به هر نفر، سرعت فاضلاب(شستشو،حداکثری)، دبی متوسط و... را بدست می آوریم. شکل (۲)، مساحت تحت پوشش فاضلاب روها ی اصلی و فرعی و محل خروج آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲ : مساحت تحت پوشش فاضلاب رو های اصلی و فرعی

شکل(۳) و (۴) به ترتیب نشان‌دهنده نمودار نقاط هم‌فشار دبی حداکثر ساعتی و نقاط هم‌فشار دبی حداکثر روزانه همراه با آب آتشنشانی با استفاده از نرم‌افزارWaterGems می‌باشد.



شکل (۳)-نقاط هم‌فشار دبی حداکثر ساعتی شکل(۴)-نقاط هم‌فشار دبی حداکثر روزانه همراه با آب آتش‌نشانی

دبی نهایی لوله‌ها به روش دستی، دبی حداکثر ساعتی ودبی نهایی حداکثر روزانه همراه آب آتش‌نشانی به ترتیب در شکل های(۵)، (۶) و(۷) آورده شده است.

Label	Q (m3/s	DELTA Q Loop1	DELTA Q Loop2	DELTA Q Loop3	DELTA Q Loop4	DELTA Q Loop5	DELTA Q Loop6	DELTA Q Loop7	DELTA Q Loop8	DELTA Q Loop9	sicma delta Q (m^3/s)	TOTAL Q (m^3/s) NEW
P-1	0.099719	1.86E-07									0.000000	0.09972
P-2	0.096509	1.86E-07									0.000000	0.09651
P-3	0.090705		2.56E-06								0.000003	0.09071
P-4	0.072386			1.72E-06							0.000002	0.07239
P-5	0.042704				5.98E-06						0.000006	0.04271
P-6	0.023518					2.87E-06					0.000003	0.02352
P-7	0.016348							4.1E-06			0.000004	0.01635
P-8	0.003452								6.61E-07		0.000001	0.00345
P-9	0.001312									1.29E-07	0.000000	0.00131
P-10	-0.00319									1.29E-07	0.000000	-0.00319
P-11	-0.00776									1.29E-07	0.000000	-0.00776
P-12	-0.02496								6.61E-07		0.000001	-0.02496
P-13	-0.02842							4.1E-06			0.000004	-0.02842
P-14	-0.03858						6.05E-06				0.000006	-0.03857
P-15	-0.04767					2.87E-06					0.000003	-0.04767
P-16	-0.05452				5.98E-06						0.000006	-0.05451
P-17	-0.05106			1.72E-06							0.000002	-0.05106
P-18	-0.05685		2.56E-06								0.000003	-0.05685
P-19	-0.06695	1.86E-07									0.000000	-0.06695
P-20	-0.06785	1.86E-07									0.000000	-0.06785
P-21	-0.0022	1.86E-07	-2.6E-06								-0.000002	-0.00220
P-22	0.006249		2.56E-06	-1.7E-06							0.000001	0.00625
P-23	0.016563			1.72E-06	-6E-06						-0.000004	0.01656
P-24	0.006236				5.98E-06	-2.9E-06					0.000003	0.00624
P-25	0.00161					2.87E-06		-4.1E-06			-0.000001	0.00161
P-26	-0.00397					2.87E-06	-6E-06				-0.000003	-0.00398
P-27	-0.00604						6.05E-06	-4.1E-06			0.000002	-0.00604
P-28	0.004976							4.1E-06	-6.6E-07		0.000003	0.00498
P-29	-0.0075								6.61E-07	-1.3E-07	0.000001	-0.00750

شکل ۵ : دبی نهایی لوله‌ها به روش دستی

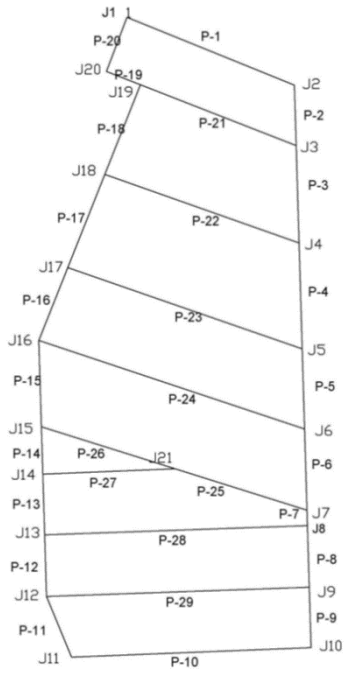
Label	Q (m^3/s)	DELTA Q Loop1	DELTA Q Loop2	DELTA Q Loop3	DELTA Q Loop4	DELTA Q Loop5	DELTA Q Loop6	DELTA Q Loop7	DELTA Q Loop8	DELTA Q Loop9	sicma delta Q (m^3/s)	TOTAL Q (m^3/s) NEW
P-1	0.047	-0.0003									-0.00030	0.046699598
P-2	0.043	-0.0003									-0.00030	0.042699598
P-3	0.044		-0.00018								-0.00018	0.043818299
P-4	0.036			8.53E-05							0.00009	0.036085339
P-5	0.027				0.000233						0.00023	0.027233287
P-6	0.018					-0.00025					-0.00025	0.017749843
P-7	0.015							0.000119			0.00012	0.015118992
P-8	0.009								-0.00019		-0.00019	0.008806803
P-9	0.003									0.000182	0.00018	0.003181767
P-10	-0.002									0.000182	0.00018	-0.001818233
P-11	-0.006									0.000182	0.00018	-0.005818233
P-12	-0.019								-0.00019		-0.00019	-0.019193197
P-13	-0.03							0.000119			0.00012	-0.029881008
P-14	-0.039						0.000204				0.00020	-0.038795979
P-15	-0.053					-0.00025					-0.00025	-0.053250157
P-16	-0.07				0.000233						0.00023	-0.069766713
P-17	-0.087			8.53E-05							0.00009	-0.086914661
P-18	-0.104		-0.00018								-0.00018	-0.104181701
P-19	-0.12	-0.0003									-0.00030	-0.120300402
P-20	-0.121	-0.0003									-0.00030	-0.121300402
P-21	-0.008	-0.0003	0.000182								-0.00012	-0.008118701
P-22	-0.004		-0.00018	-8.5E-05							-0.00027	-0.00426704
P-23	-0.004			8.53E-05	-0.00023						-0.00015	-0.004147948
P-24	-0.004				0.000233	0.00025					0.00048	-0.003516557
P-25	-0.002					-0.00025		-0.00012			-0.00037	-0.002369148
P-26	-0.009					-0.00025	-0.0002				-0.00045	-0.009454178
P-27	-0.005						0.000204	-0.00012			0.00009	-0.004914971
P-28	-0.003							0.000119	0.000193		0.00031	-0.002687811
P-29	-0.003								-0.00019	-0.00018	-0.00037	-0.003374964

Label	Q (m^3/s)	DELTA Q Loop1	DELTA Q Loop2	DELTA Q Loop3	DELTA Q Loop4	DELTA Q Loop5	DELTA Q Loop6	DELTA Q Loop7	DELTA Q Loop8	DELTA Q Loop9	sicma delta Q (m^3/s)	TOTAL Q (m^3/s) NEW
P-1	0.039	-2.7E-05									-0.00003	0.038973257
P-2	0.038	-2.7E-05									-0.00003	0.037973257
P-3	0.034		0.000232								0.00023	0.034231605
P-4	0.031			-0.00042							-0.00042	0.030581353
P-5	0.021				0.000196						0.00020	0.021196065
P-6	0.018					-7.1E-05					-0.00007	0.017929495
P-7	0.011							-1.3E-05			-0.00001	0.010987227
P-8	0.009								0.000243		0.00024	0.009242965
P-9	0.007									0.000114	0.00011	0.007113545
P-10	-0.003									0.000114	0.00011	-0.002886455
P-11	-0.005									0.000114	0.00011	-0.004886455
P-12	-0.02								0.000243		0.00024	-0.019757035
P-13	-0.026							-1.3E-05			-0.00001	-0.026012773
P-14	-0.031						1.26E-05				0.00001	-0.030987443
P-15	-0.047					-7.1E-05					-0.00007	-0.047070505
P-16	-0.057				0.000196						0.00020	-0.056803935
P-17	-0.074			-0.00042							-0.00042	-0.074418647
P-18	-0.084		0.000232								0.00023	-0.083768395
P-19	-0.102	-2.7E-05									-0.00003	-0.10202674
P-20	-0.102	-2.7E-05									-0.00003	-0.10202674
P-21	-0.007	-2.7E-05	-0.00023								-0.00026	-0.007258348
P-22	-0.004		0.000232	0.000419							0.00065	-0.003349748
P-23	-0.003			-0.00042	-0.0002						-0.00061	-0.003614712
P-24	-0.003				0.000196	7.05E-05					0.00027	-0.002733429
P-25	-0.003					-7.1E-05		1.28E-05			-0.00006	-0.003057732
P-26	-0.006					-7.1E-05	-1.3E-05				-0.00008	-0.006083063
P-27	-0.003						1.26E-05	1.28E-05			0.00003	-0.002974669
P-28	-0.002							-1.3E-05	-0.00024		-0.00026	-0.002255738
P-29	-0.003								0.000243	-0.00011	0.00013	-0.00287058

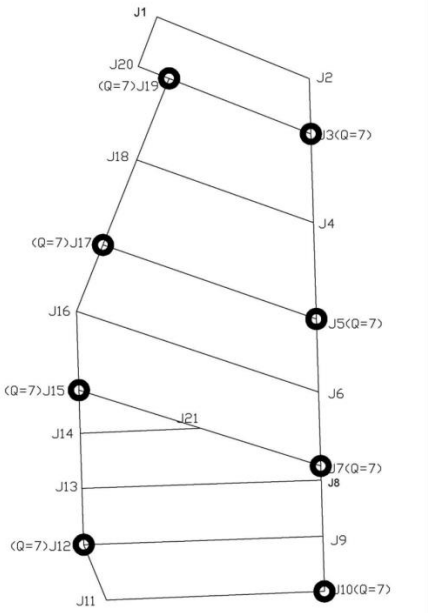
شکل ۶ : حداکثر دبی ساعتی لوله‌ها

شکل ۷ : حداکثر دبی ساعتی همراه با آب آتش‌نشانی لوله‌ها

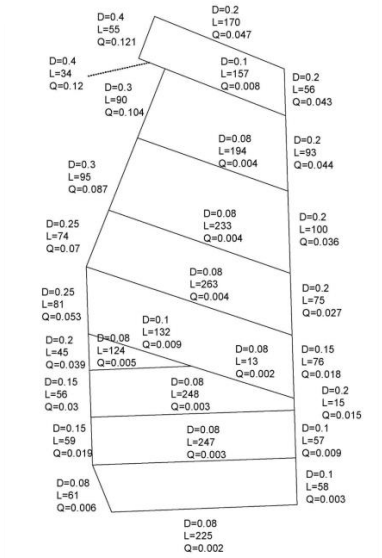
شکل‌های (۸)، (۹)، (۱۰) و (۱۱) به ترتیب نشان‌دهنده شماره گره‌ها، محل ودبی شیرهای آتش‌نشانی، دبی ورودی و خروجی مصرفی هر گره و قطر وطول ودبی لوله‌ها می‌باشد.



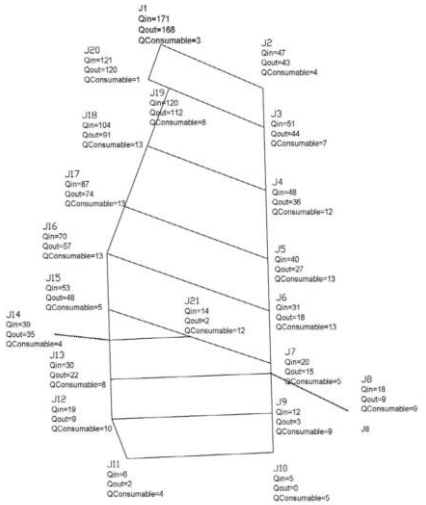
شکل ۸ : شماره گره ها ولوله‌ها



شکل۹ : محل و دبی شیرهای آتش‌نشانی



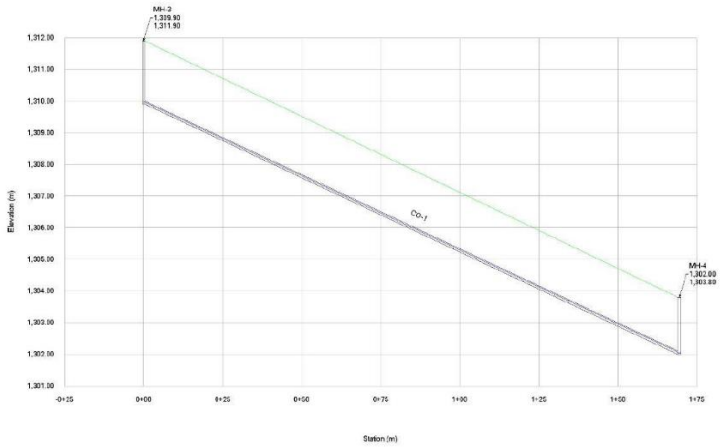
شکل ۱۰ : دبی ورودی و خروجی



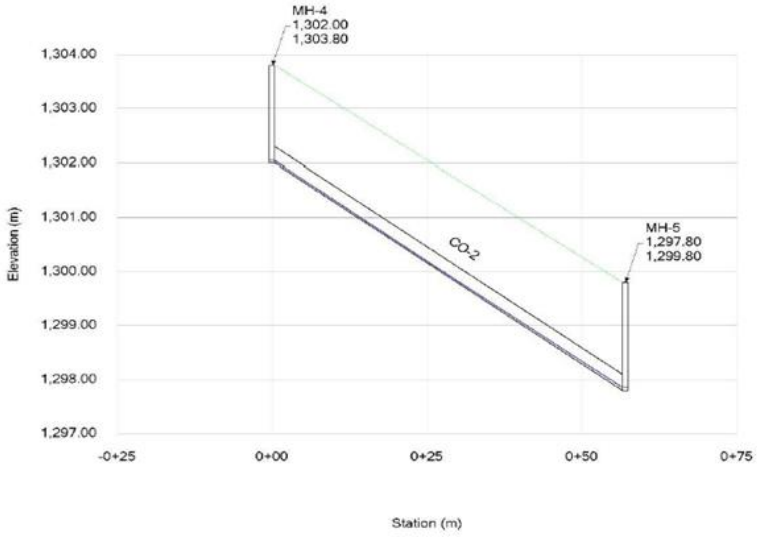
شکل ۱۱ : قطر و طول و دبی لوله‌ها

۴- نتایج

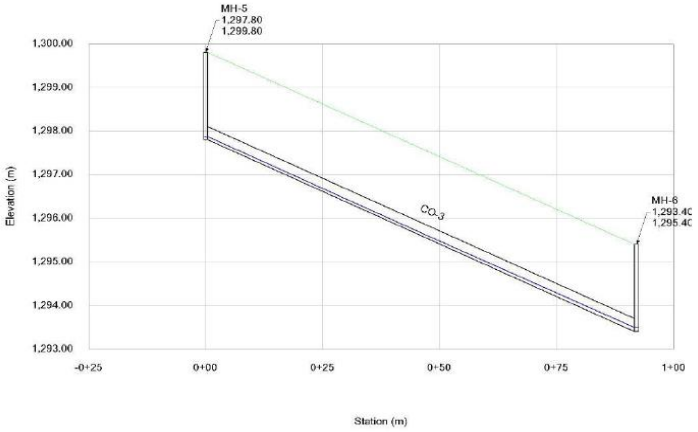
همانطور که در بخش های قبلی توضیح داده شده است، دبی دستی، دبی‌های حداکثر روزانه همراه با آب آتش‌نشانی، دبی حداکثر ساعتی به کمک نرم افزارWaterGems بدست آمده است. نتایج نشان‌دهنده این است که خروجی‌های حاصل از نرم‌افزار هم‌پوشانی خوبی با نتایج دستی بدست آمده از آیین‌نامه طراحی فاضلاب می‌باشند. در ادامه نمونه‌هایی از پروفیل‌های طولی وسطح زمین به ترتیب در شکل (۱۲) تا شکل (۱۷) نشان داده می‌شوند.



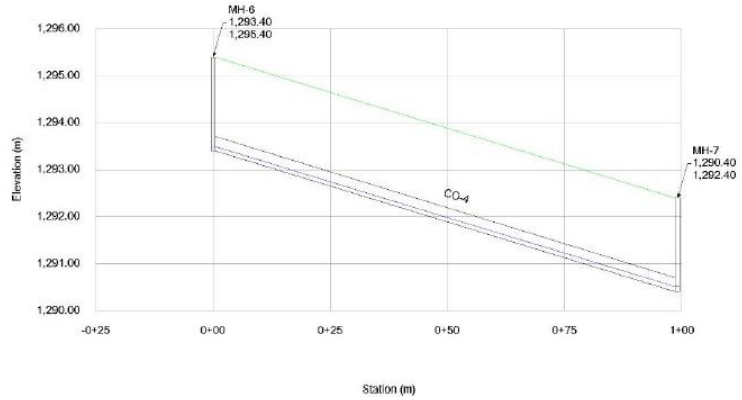
شکل ۱۲ : Co-۱



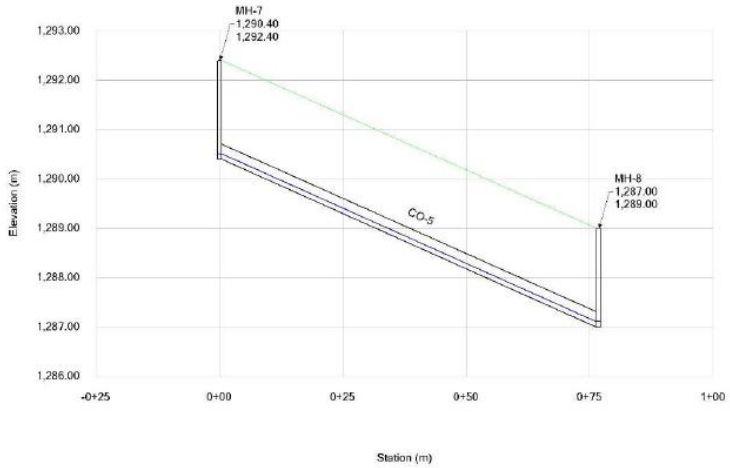
شکل ۱۳ : Co-۲



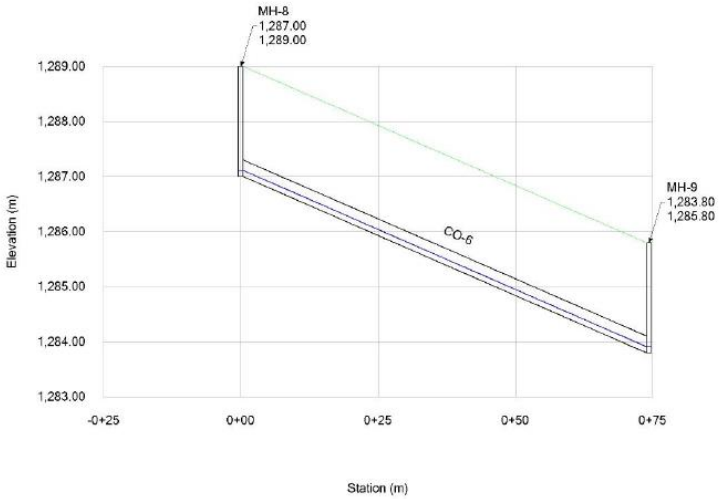
شکل۱۴ : Co-۳



شکل۱۵ : Co-۴



شکل۱۶ : Co-۵



شکل۱۷ : Co-۶

مراجع

خداشناس، سعیدرضا، مدهوشی مزرعی، سارا و اسماعیلی، کاظم. (۱۳۹۰). " بهینه‌سازی شبکه فاضلاب با استفاده از روش لاگرانژ افزاینده و مقایسه آن با نرم‌افزار SEWERCAD" ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، سمنان، دانشگاه سمنان.

خلیفه، حمید و اسماعیلی، کاظم. ۱۳۹۷. "بهینه سازی شبکه توزیع آب با رویکرد بیشینه سازی سود (مطالعه موردی: هماشهر استان کرمان)"، فصلنامه علوم و مهندسی آب و فاضلاب، دوره: ۳، شماره: ۲.

رحمان، فرنگیس، رحمانی، فاطمه و کرمی خانیکی، علی. ۱۳۹۳." طراحی شبکه فاضلاب با استفاده از ترکیب نرم افزارها"، اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران و توسعه پایدار ایران، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

شیرزاد، اکبر و عبدالهی پور ارکی، احمدرضا. ۱۳۹۶. "طراحی بهینه شبکه های جمع آوری فاضلاب شهری با تاکید بر جنبه های اجرایی(مطالعه موردی:شبکه جمع آوری فاضلاب شهر ارومیه"، تحقیقات منابع آب ایران، سال سیزدهم، شماره ۸، صفحه ۲۱۵ تا صفحه ۲۲۰.

شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران-www.tpww.ir.