



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان چاپ: ۱۴۰۱/۲/۱۵

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

اولویت‌بندی اصلاح شبکه توزیع آب بر اساس توزیع تراکم اتفاقات (مطالعه موردی: نواحی سه‌گانه اتفاقات آب منطقه دو شرکت آب و فاضلاب مشهد)

شادلی زعفری^۱، عادل دادستان^۲، بابک امیرسرداری^۳

۱- کارشناس ارشد فناوری اطلاعات، تجارت الکترونیکی - شرکت آب و فاضلاب مشهد، ایران
۲- دانشجوی دکتری عمران، مهندسی و مدیریت منابع آب - شرکت آب و فاضلاب مشهد، ایران
۳- کارشناس ارشد عمران، مهندسی و مدیریت ساخت - شرکت آب و فاضلاب مشهد، ایران
dadsetan@abfamashhad.ir

چکیده

بحران آبی موجود در کشور ایران موجب اهمیت روزافزون کنترل آب بدون درآمد و جلوگیری از هدررفت در تأسیسات آبی شده است. در این راستا یکی از عوامل تهدیدکننده منابع آب، بروز اتفاقات در تأسیسات آبی و وجود نشت در شبکه‌های آبرسانی است. یکی از اقدامات مؤثر در این زمینه انجام عملیات اصلاح شبکه شامل تعویض لوله و اتصالات فرسوده و اجرای شبکه با کیفیت بالا می‌باشد. در این پژوهش نواحی سه‌گانه اتفاقات منطقه دو شرکت آب و فاضلاب مشهد به منظور اولویت‌بندی طرح‌های اصلاح شبکه با تأکید بر تعداد اتفاقات شبکه از جمله اتفاقات منجر به ایراد خسارت به املاک و نشت‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. به دلیل اهمیت و دقت بالاتر لایه‌های اطلاعاتی مربوط به خسارت و نشت، این موارد در هم‌پوشانی صورت گرفته در شبکه‌های مربوط به هر ناحیه با ضرایب وزنی بیشتر لحاظ شدند. با بررسی نواحی دارای اولویت اصلاح شبکه ملاحظه شد اگرچه خسارات دارای بیشترین اهمیت و بالاترین ضریب وزنی بوده‌اند اما تعدد میزان اتفاقات طبیعی و نشت‌ها عامل تعیین‌کننده در انتخاب محدوده‌های دارای بیشترین نرخ حادثه و مستعد اصلاح شبکه بوده‌اند.

کلمات کلیدی: اصلاح شبکه، GIS، خسارت، نشت، هم‌پوشانی

۱- مقدمه

کمبود منابع آبی و افزایش روزافزون جمعیت و همچنین هزینه‌های تولید آب، موجب اهمیت ویژه کنترل آب بدون درآمد شده و جلوگیری از هدررفت آب در شبکه‌های آبرسانی را امری اجتناب‌ناپذیر ساخته است. هدررفت آب حجمی از آب تولیدی است که مورد استفاده قرار نگرفته و یا در هزینه‌های مورد محاسبه برای آب دریافتی، در نظر گرفته نمی‌شود. هدررفت آب در تأسیسات به دو صورت رخ می‌دهد: الف) هدررفت واقعی: که مشتمل بر نشت از شبکه و انشعابات، سرریز از مخازن و ... است و ب) هدررفت ظاهری: که به علت عدم دقت در اندازه‌گیری و ثبت مقدار آبی است که در اختیار مشترکین قرار گرفته است. (AL-Washali et al, 2016)

در این راستا یکی از عوامل تهدیدکننده منابع آب، بروز اتفاقات در تأسیسات آبی و وجود نشت در شبکه‌های آبرسانی است، لذا این امر برنامه‌ریزی فعالیت‌های منجر به کاهش اتفاقات و در نتیجه کاهش میزان حجم نشت و هدررفت آب در تأسیسات

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

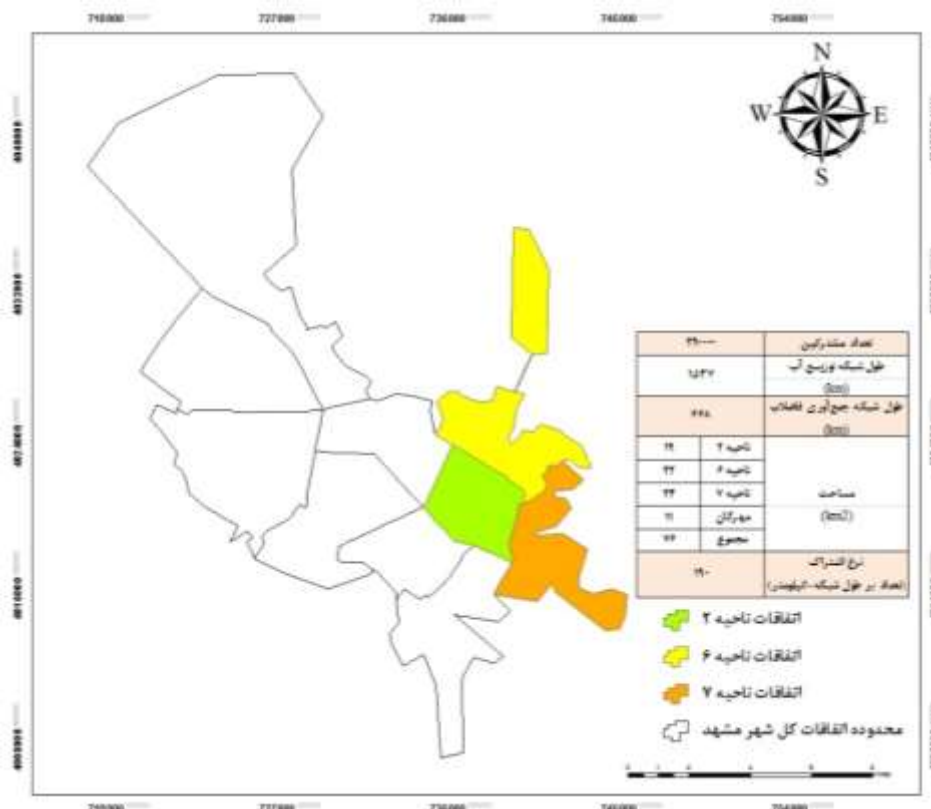
آبرسانی را تا سطوح اقتصادی، لازم و ضروری ساخته است. (مصلحی و قاضی‌زاده، ۱۳۹۸) یکی از اقدامات مؤثر در این زمینه انجام عملیات اصلاح شبکه شامل تعویض لوله و اتصالات فرسوده و اجرای شبکه با کیفیت بالاتر می‌باشد. منظور از سطح اقتصادی، میزانی از فعالیت‌های اصلاح شبکه بوده که در آن هزینه حاشیه‌ای کاهش هدررفت با هزینه حاشیه‌ای آب ذخیره شده برابر است و از سرمایه‌گذاری اضافی غیراقتصادی جهت کاهش نشت جلوگیری می‌کند. (Fanner et al, 2007)

مقدار نشت در شبکه‌های توزیع آب از ۳ تا ۷ درصد در کشورهای توسعه‌یافته و در مواردی تا بیش از ۵۰ درصد در کشورهای در حال توسعه متغیر است. (Puust et al, 2010) در ایران نیز متوسط نشت در شبکه‌های آبرسانی حدود ۱۴ درصد گزارش شده است. (قاضی‌زاده و ایدی، ۱۳۹۵) نشت در شبکه‌های توزیع آب در خطوط اصلی، انشعابات، اتصالات، مخازن ذخیره و همچنین شیرها و پمپ‌ها رخ می‌دهد و مؤلفه‌های اصلی آن شامل نشت گزارش‌شده، نشت گزارش‌نشده و نشت زمینه می‌باشد. (Thornton et al, 2008)

در پژوهش حاضر، توزیع و تراکم اتفاقات و حوادث شبکه توزیع آب شهری در نواحی اتفاقات ۲، ۶ و ۷ شرکت آب و فاضلاب مشهد مورد بررسی قرار گرفته و بر اساس آن مناطق دارای اولویت اصلاح شبکه پیشنهاد شده‌اند.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه دو آب و فاضلاب شهر مشهد با دارا بودن حدود ۲۹۰ هزار اشتراک یکی از بزرگترین مناطق آب و فاضلاب مشهد می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه دو آب و فاضلاب مشهد به همراه اطلاعات کلی آن را نمایش می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه دو (نواحی اتفاقات ۲، ۶ و ۷) در بین نواحی اتفاقات شهر مشهد و سایر اطلاعات



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

یکی از معضلات و مشکلات اصلی این سن بالای شبکه، فرسودگی تأسیسات و در نتیجه میزان بالای اتفاقات و هدررفت آب است. طول کلی شبکه توزیع آب منطقه دو شرکت آب و فاضلاب مشهد حدود ۱۵۳۷ کیلومتر بوده که بیشتر آن را (حدود ۷۰ درصد) لوله‌های آریست و پلی‌اتیلن تشکیل می‌دهند. (شکل ۲)



شکل ۲- جنس لوله‌های شبکه توزیع آب شهری در سطح منطقه دو شرکت آب و فاضلاب مشهد

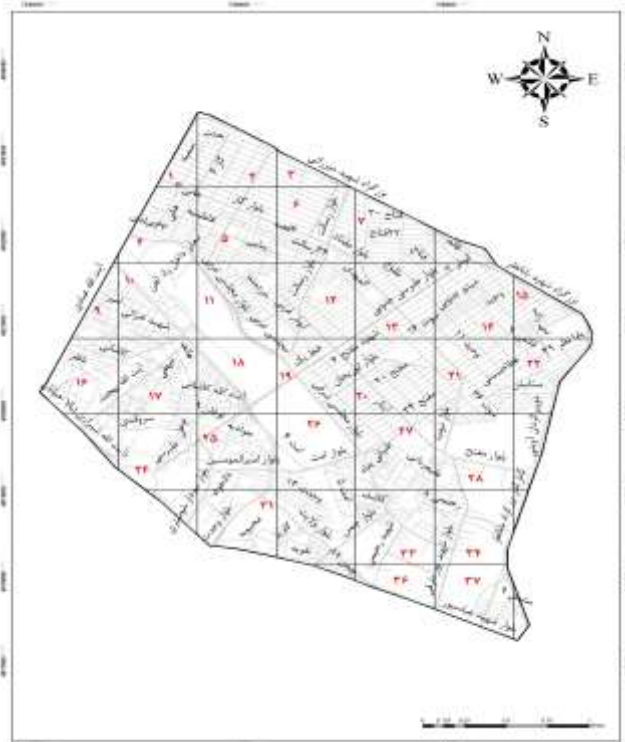
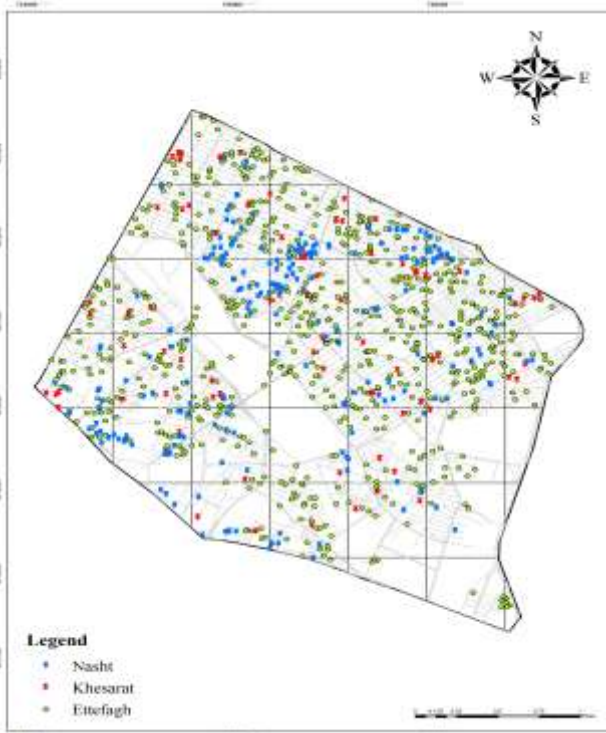
در این پژوهش به منظور بررسی و اولویت‌بندی نقاط نیازمند به اصلاح شبکه آمار اتفاقات طبیعی شبکه، نشت‌های شبکه و انشعابات و اتفاقات منجر به ایراد خسارت به املاک جمع‌آوری و لایه اطلاعاتی مربوط به هر یک در سامانه GIS جمع‌آوری شد و با هم‌پوشانی این سه لایه و شبکه‌بندی سطح نواحی اتفاقات شبکه‌های دارای بیشترین نرخ اتفاق (تعداد اتفاق بر طول شبکه) به عنوان نقاط دارای اولویت به منظور اصلاح شبکه معرفی شدند.

اطلاعات مربوط به تهیه لایه اتفاقات، نشت‌ها و خسارات بدین شرح است: لایه خسارات بر مبنای اطلاعات تهیه‌شده از ابتدای سال ۱۳۹۹ تا پایان پاییز ۱۴۰۰ و لایه نشت‌ها بر مبنای اطلاعات نشت شبکه از سال ۱۳۹۷ به بعد و نشت‌های انشعابات از تابستان ۱۳۹۹ تا پایان تابستان ۱۴۰۰ تهیه شده است. لایه اتفاقات، مربوط به اتفاقات شبکه و انشعابات در سال ۱۴۰۰ می‌باشد. لازم به ذکر است از ابتدای سال ۱۴۰۰ تا پایان بهمن ماه (زمان تهیه لایه مذکور) تقریباً ۲۰ هزار اتفاق در سطح منطقه دو به ثبت رسیده است که به منظور پایش بهتر و ترسیم نقشه‌های گویا، این تعداد با فیلتر کردن موضوع اتفاق به عناوین «اتفاق در مسیر شبکه»، «عدم اجرای کار با مشخصات فنی»، «فرسودگی طبیعی و کیفیت نامناسب لوله و اتصالات»، «فشار زیاد شبکه» و ... به حدود ۴۱۸۰ اتفاق کاهش یافت. پس از هم‌پوشانی لایه‌ها و تهیه نقشه‌های خروجی نهایی، مناطق قرمز با اولویت اول اصلاح شبکه پیشنهاد شده‌اند. لازم به توضیح است که با توجه به شبکه‌بندی صورت گرفته به منظور محاسبه نرخ حادثه (مجموع تعداد حوادث بر طول شبکه (کیلومتر) در هر مستطیل از شبکه‌بندی)، خسارات، نشت‌ها و اتفاقات

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

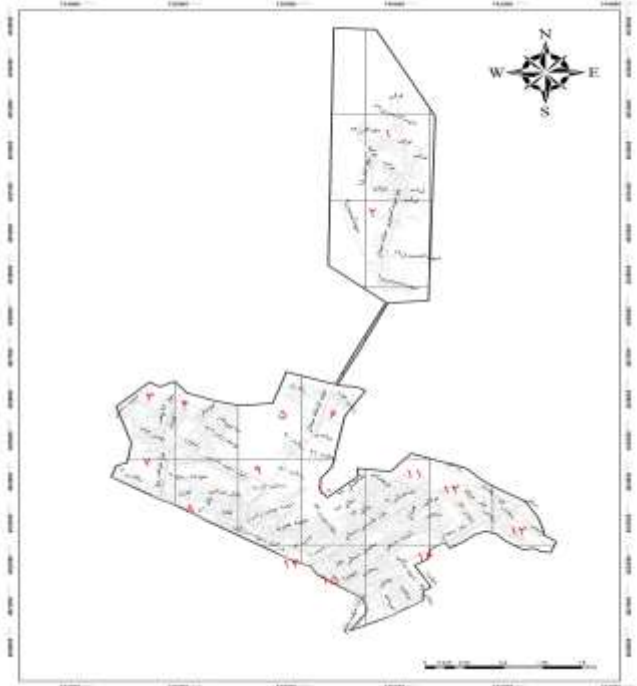
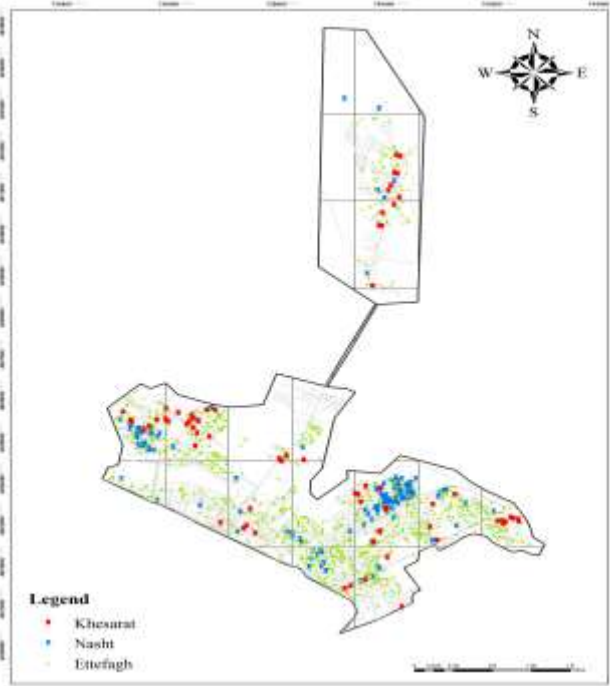
به ترتیب با ضرایب وزنی ۳، ۲ و ۱ لحاظ شده‌اند. (با توجه به ارجحیت خسارت و نشت بر اتفاق معمولی و همچنین ثبت دقیق‌تر اطلاعات این لایه‌ها به دلیل ترسیم دستی و یک‌به‌یک).

۳- نتایج و بحث

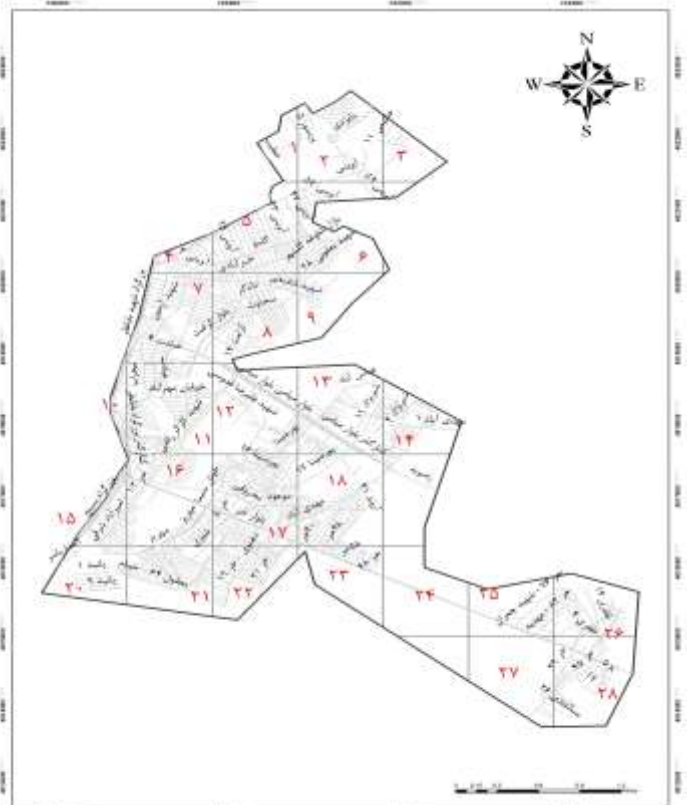
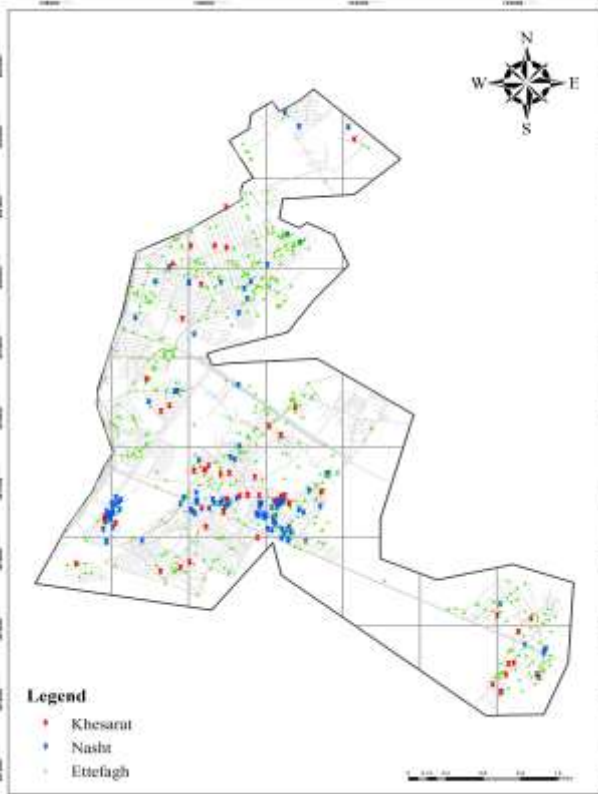


شکل ۳- نقشه توزیع خسارت، نشت، اتفاق و شبکه‌بندی در سطح ناحیه ۲ اتفاقات آب و فاضلاب مشهد

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



شکل ۳- نقشه توزیع خسارت، نشت، انفاق و شبکه‌بندی در سطح ناحیه ۶ اتفاقات آب و فاضلاب مشهد



شکل ۳- نقشه توزیع خسارت، نشت، انفاق و شبکه‌بندی در سطح ناحیه ۷ اتفاقات آب و فاضلاب مشهد

جدول ۱- اطلاعات مربوط به خسارات، نشت و اتفاقات در سطح ناحیه ۲



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره شبکه	تعداد خسارت	تعداد نشت	تعداد اتفاق	مجموع حوادث (با ضرب وزنی)	طول شبکه (کیلومتر)	نرخ حادثه (تعداد بر طول شبکه)
1	5	0	13	28	4.37	6.41
2	3	7	55	78	13.05	5.98
3	0	0	16	16	4.30	3.72
4	3	2	35	48	11.42	4.20
5	2	34	61	135	17.59	7.68
6	8	29	55	137	16.59	8.26
7	2	22	66	116	11.59	10.01
8	0	18	12	48	4.91	9.77
9	2	0	22	28	6.24	4.49
10	2	5	24	40	12.03	3.33
11	0	28	54	110	14.28	7.70
12	5	44	84	187	16.56	11.29
13	5	14	65	108	18.66	5.79
14	1	13	81	110	17.99	6.11
15	4	2	17	33	9.10	3.63
16	3	12	40	73	10.25	7.12
17	5	14	43	86	15.82	5.43
18	3	3	32	47	12.28	3.83
19	3	10	50	79	15.73	5.02
20	5	12	101	140	16.26	8.61
21	3	15	78	117	17.02	6.87
22	3	3	30	45	11.35	3.97
23	1	15	20	53	3.76	14.08
24	1	25	34	87	8.64	10.07
25	1	13	27	56	14.67	3.82
26	1	6	16	31	6.90	4.49
27	3	5	27	46	15.12	3.04
28	1	0	21	24	8.40	2.86
29	0	0	0	0	3.30	0.00
30	0	5	0	10	2.06	4.86
31	2	9	14	38	7.74	4.91
32	1	9	46	67	13.21	5.07
33	3	5	24	43	11.76	3.66
34	0	3	3	9	9.27	0.97
35	0	1	1	3	1.56	1.92
36	0	0	6	6	3.49	1.72
37	0	0	7	7	7.41	0.94
38	0	0	7	7	1.50	4.67

جدول ۲- اطلاعات مربوط به خسارات، نشت و اتفاقات در سطح ناحیه ۶

شماره شبکه	تعداد خسارت	تعداد نشت	تعداد اتفاق	مجموع حوادث (با ضرب وزنی)	طول شبکه (کیلومتر)	نرخ حادثه (تعداد بر طول شبکه)
1	7	5	90	121	27.42	4.41
2	5	1	52	69	14.08	4.90
3	7	54	154	283	27.25	10.39
4	16	7	207	269	30.73	8.75
5	2	3	31	43	6.32	6.80
6	0	2	65	69	16.97	4.07
7	0	4	36	44	14.22	3.09



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

3.03	34.36	104	97	2	1	8
5.03	41.79	210	175	10	5	9
6.07	26.02	158	139	8	1	10
13.06	46.39	606	294	141	10	11
7.75	32.91	255	215	14	4	12
8.35	17.60	147	119	2	8	13
1.73	4.06	7	7	0	0	14
6.81	34.37	234	190	19	2	15
5.69	35.50	202	175	9	3	16

جدول ۳- اطلاعات مربوط به خسارات، نشت و اتفاقات در سطح ناحیه ۷

شماره شبکه	تعداد خسارت	تعداد نشت	تعداد اتفاق	مجموع حوادث (با ضریب وزنی)	طول شبکه (کیلومتر)	نرخ حادثه (تعداد بر طول شبکه)
1	0	0	7	7	0.78	8.93
2	0	4	3	11	8.61	1.28
3	1	2	4	11	1.36	8.11
4	1	2	22	29	5.57	5.20
5	4	0	60	72	15.27	4.71
6	0	6	60	72	7.88	9.14
7	1	4	69	80	25.13	3.18
8	1	15	78	111	21.22	5.23
9	0	0	24	24	2.94	8.16
10	0	0	5	5	4.81	1.04
11	3	6	61	82	22.34	3.67
12	0	4	34	42	13.07	3.21
13	3	0	39	48	13.76	3.49
14	0	0	3	3	7.99	0.38
15	2	18	3	45	9.93	4.53
16	1	22	35	82	19.05	4.31
17	16	57	60	222	33.04	6.72
18	7	59	72	211	15.47	13.64
20	1	3	15	24	4.68	5.13
21	2	2	22	32	14.88	2.15
22	2	0	30	36	11.47	3.14
23	0	7	12	26	4.95	5.25
24	0	0	1	1	2.20	0.46
25	0	0	19	19	4.83	3.94
26	2	1	34	42	7.53	5.57
27	1	0	1	4	2.25	1.78
28	6	12	71	113	10.18	11.10

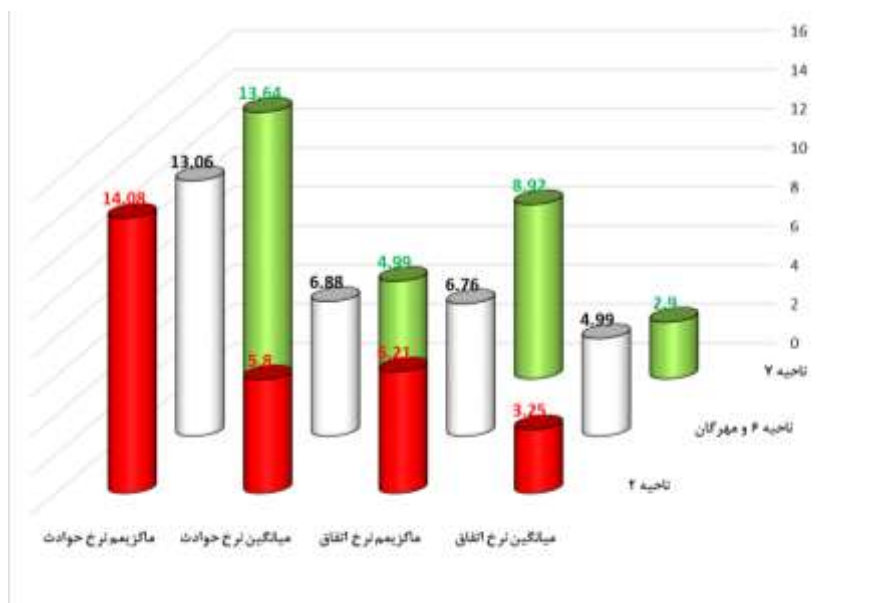
لازم به ذکر است که ردیف‌های قرمز، نارنجی و زرد به ترتیب اولویت‌های اول، دوم و سوم پیشنهادی جهت اصلاح شبکه را نشان می‌دهند. اطلاعات شکل‌های ۳ تا ۵ و جداول ۱ تا ۳ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد خسارت در هر شبکه مربوط ناحیه ۷ (شبکه شماره ۱۷) و ناحیه ۶ (شبکه شماره ۴) و به تعداد ۱۶ مورد می‌باشد. همچنین بیشترین تراکم میزان نشت انشعابات و شبکه مربوط به شبکه شماره ۱۸ در ناحیه ۷ و به تعداد ۵۹ مورد می‌باشد. بیشترین میزان نرخ حوادث (مجموع خسارات، نشت‌ها و اتفاقات با ضرایب وزنی ۳، ۲ و ۱ (به ترتیب) بر طول شبکه بر حسب کیلومتر) نیز مربوط به همین شبکه و به مقدار ۱۳/۶۴ می‌باشد.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مقایسه جداول فوق نشان می‌دهد ناحیه ۲ اتفاقات دارای محدوده‌های با پتانسیل بیشتر به منظور اصلاح شبکه می‌باشد. در این ناحیه شش شبکه دارای اولویت اصلاح شبکه (از سطح یک تا سه) رنگ‌بندی و معرفی شده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

همان‌طور که ذکر شد در این پژوهش نواحی سه‌گانه اتفاقات منطقه دو شرکت آب و فاضلاب مشهد به منظور اولویت‌بندی طرح‌های اصلاح شبکه با تأکید بر تعداد اتفاقات شبکه از جمله اتفاقات منجر به ایراد خسارت به املاک و نشت‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. به دلیل اهمیت و دقت بالاتر لایه‌های اطلاعاتی مربوط به خسارت و نشت، این موارد در هم‌پوشانی صورت گرفته در شبکه‌های مربوط به هر ناحیه با ضرایب وزنی بیشتر لحاظ شدند. در نهایت پس از هم‌پوشانی این سه لایه اطلاعاتی و محاسبه نرخ حادثه در شبکه‌بندی صورت گرفته، محدوده‌های دارای اولویت اصلاح شبکه (محدوده‌هایی که بالاترین نرخ حادثه را دارند)، شناسایی و معرفی شدند. با بررسی نواحی دارای اولویت اصلاح شبکه ملاحظه شد اگرچه خسارات دارای بیشترین اهمیت و بالاترین ضریب وزنی بوده‌اند اما تعدد میزان اتفاقات طبیعی و نشت‌ها عامل تعیین کننده در انتخاب محدوده‌های دارای بیشترین نرخ حادثه و مستعد اصلاح شبکه بوده‌اند. لازم به ذکر است که اضافه نمودن و بررسی عوامل بیشتر از جمله جنس لوله‌ها و قدمت شبکه توزیع آب شهری، فشار شبکه، نزدیکی لوله به کاربری‌های حساس و ... می‌تواند نتایج دقیق‌تری از اولویت‌بندی اصلاح شبکه ارائه دهد. خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به بررسی صورت گرفته در نمودار شکل ۶ ملاحظه می‌شود.



شکل ۶- مقایسه میانگین و نرخ اتفاقات و حوادث به تفکیک نواحی اتفاقات

منظور از حوادث در شکل ۶ مجموع خسارات، نشت‌ها و اتفاقات با ضرایب وزنی اعمال شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین نرخ حادثه مربوط به ناحیه ۲ اتفاقات و ماکزیمم نرخ اتفاق مربوط به ناحیه ۷ اتفاقات می‌باشد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مراجع

۱. جلیلی قاضی زاده، م. ایدی، ض. (۱۳۹۵). ارائه روابط تحلیلی مدیریت فشار در شبکه‌های توزیع آب، نشریه محیط‌شناسی، دوره ۴۲، شماره ۳، ۵۱۷-۵۲۹.
۲. مصلحی، ا. جلیلی قاضی زاده، م. (۱۳۹۸). تعیین سطح اقتصادی نشت در شبکه‌های توزیع آب، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال پانزدهم، شماره ۴، ۳۵-۵۴.
3. AL-Washali, T, Sharma, S. Kennedy, M. (۲۰۱۶). Methods of assessment of water losses in water supply systems: A review. *Journal of water Resources Management* ۳۰(۱۴), ۴۹۸۶ p.
4. Fanner, P.V. Thornton, J. Liemberger, R. (2007). *Leakage management technologies*. Awwa Research Foundation, 380 p.
5. Puust, R. Kapelan, Z. Koppel, T. (2010). *A review of methods for leakage management in pipe*.
6. Thornton, J. Sturm, R. Kunkel, G. (2008). *Water loss control*. McGraw Hill Professional, 700 p.