



## جمع‌آوری آب‌های سطحی و مدیریت رواناب‌ها، چالشی جدی در مدیریت شهری

سید مسعود فرجاد پزشکی<sup>۱\*</sup>، فاطمه خلخالی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس معماری، (Masoud.farjadpezeshk@gmail.com)

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران - محیط زیست، (Khalkhali\_fatemeh@yahoo.com)

### چکیده

در سال‌های اخیر توسعه روزافزون مناطق شهری، از بین رفتن اراضی کشاورزی و به تبع آن افزایش سطوح نفوذناپذیر در حوضه‌های آبریز شهری موجب افزایش حجم رواناب‌های ناشی از بارش شده که در صورت عدم زهکشی مناسب در مناطق شهری امکان بروز سیلاب در سطح شهر افزایش می‌یابد. لذا به منظور جلوگیری از اثرات مخرب وقوع این پدیده، چگونگی جمع‌آوری و مدیریت آب‌های سطحی و رواناب‌ها مورد توجه دستگاه‌های اجرایی از جمله شهرداری‌ها می‌باشد.

هدف از انجام این پژوهش آشنایی با سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیل جهت کمک به مدیران شهری به منظور برنامه‌ریزی و انتخاب یک سیستم مناسب جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی می‌باشد که با مرور مطالعات و مقالات موجود، مفاهیم مرتبط با رواناب شهری بیان شد. سپس اجزاء شبکه و مدل‌های جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی درون شهری معرفی و در پایان سیستم مناسب به منظور مدیریت رواناب‌ها پیشنهاد گردید.

**کلمات کلیدی:** آب‌های سطحی، رواناب، پیش‌بینی، کانال

### ۱- مقدمه

سیل اغلب در اثر یک بارندگی شدید و یا مستمر و یا ذوب ناگهانی برف در یک حوضه آبریز و یا در اثر شکستن یک سد به وقوع می‌پیوندد [۱]. وقوع این پدیده به دلایل مختلفی از جمله تنوع شرایط اقلیمی یا توزیع غیریکنواخت ریزش‌های جوی در یک منطقه می‌باشد که هر ساله موجب بروز خسارت‌های جانی و مالی هنگفتی در کشور می‌گردد. همچنین به دلیل عدم قطعیت در مورد بزرگی، زمان و مکان وقوع، وسعت جغرافیایی و فعل و انفعالات ژئوفیزیکی سیل، کنترل و مهار سیل اغلب فراتر از مداخله موثر انسان است و "محافظت کامل در برابر سیل به ندرت یک هدف قابل اجرا است" [۲].

در سال‌های اخیر توسعه روزافزون مناطق شهری، از بین رفتن اراضی کشاورزی و به تبع آن افزایش سطوح نفوذناپذیر در حوضه‌های آبریز شهری موجب افزایش حجم رواناب‌های ناشی از بارش باران شده که در صورت عدم زهکشی مناسب در مناطق شهری امکان بروز سیلاب در سطح شهر افزایش می‌یابد. لذا به منظور جلوگیری از اثرات مخرب



## پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

این وقوع پدیده چگونگی جمع‌آوری و مدیریت آب‌های سطحی و رواناب‌ها بسیار مورد توجه دستگاه‌های اجرایی از جمله شهرداری‌ها قرار گرفته است [۳].

همانطور که اشاره شد علت اصلی سیل زدگی شهری، رگبارهای شدید یا بارش عادی طولانی مدت است که منجر به اشباع خاک می‌گردد. بروز سیل در محیط‌های شهری اغلب ناگهانی بوده و در سطح خیابان‌ها، پارک‌ها و انهار کوچک شهری که آب را به داخل شبکه‌های جمع‌آوری آب تخلیه می‌کنند، اتفاق می‌افتند. علل دیگر وقوع این پدیده عبارت است از [۴]:

- کاربری‌های نامناسب اراضی و کانالیزه کردن آبراهه‌های طبیعی
  - شکسته شدن سدهای حفاظتی شهر
  - سرریز شدن آب رودخانه‌ها به علت بالا رفتن تراز سطح آب به داخل شبکه‌های زهکش شهری
  - گرفتگی و ایجاد انسداد در زهکش‌ها و ورودی‌های خیابان
  - انسداد و گرفتگی سیستم‌های زهکشی و ورودی‌ها به علت فرسایش خاک
  - گرفتگی ورودی‌های خیابان به دلیل تمیز کردن نامناسب خیابان‌ها
- همانطور که می‌دانیم سیلاب، سیستم اجتماعی شهرها و کشور را مختل نموده و خسارت‌های اقتصادی زیادی را به بار می‌آورد که برخی از پیامدهای ناشی از افزایش رواناب در یک منطقه شهری عبارتند از:
- تلفات جانی
  - سیل زدگی بخش‌های صنعتی، تجاری و مسکونی
  - سیل زدگی خیابان‌ها و شبکه‌های حمل و نقل و ایجاد ترافیک سنگین
  - وارد شدن رواناب به داخل مجاری فاضلاب شهری و سرریز شدن آب از آن
  - وارد شدن فاضلاب شهری به داخل خیابان‌ها
  - خسارت به اموال عمومی و شخصی
  - مخاطرات بهداشت و سلامتی
  - ایجاد اختلال در خدمات مربوط به تأمین آب، فاضلاب و تأمین برق و انرژی
  - به تأخیر افتادن حمل و نقل عمومی
  - نیاز به لایروبی خیابان‌ها
  - تأثیرات منفی بر روی زیبایی شهر

## ۲- تعاریف

**رواناب سطحی:** در زمان بارش، میزانی از آب باران که به صورت رواناب در سطح زمین جاری است، رواناب سطحی نامیده می‌شود [۵]. در فرآیند تبدیل بارش به رواناب سطحی، دو دسته عوامل شامل پارامترهای اقلیمی و عوامل فیزیوگرافیکی حوضه نقش دارند. عوامل اقلیمی شامل نوع، شدت و تداوم بارش و نیز توزیع مکان بارندگی، همچنین جهت حرکت توده باران‌زا و دیگر عوامل نظیر تبخیر و تعرق می‌باشد و پارامترهای فیزیوگرافیکی شامل نوع کاربری اراضی، جنس خاک، مساحت و شکل حوضه آبریز، شکل، ارتفاع، شیب، جهت و نوع شبکه زهکشی است. همه این عوامل هم در میزان حجم رواناب سطحی و هم در مقدار دبی اوج آن به نحوی مؤثرند. به عنوان مثال، هرچه تداوم



## پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

بارندگی بیشتر باشد، ظرفیت نفوذ آب در خاک کاهش یافته و در نتیجه موجب افزایش حجم رواناب می‌گردد. عموماً در حوضه‌های بزرگ، توزیع مکانی بارندگی یکسان نبوده و ممکن است بخشی از حوضه دارای بارش بیش از مقدار میانگین و بخش دیگر کمتر از میزان بارندگی میانگین باشد [۶].

**مدیریت سیلاب:** پیش بینی سیل بخش ضروری در مدیریت سیلاب است بوده و یکی از کارآمدترین ابزارها برای کاهش خطر سیل و جلوگیری از خسارات بزرگ است [۷]. از روش‌های مناسب مقابله با سیل، پیش بینی زمان وقوع و هشدار به موقع خطر است که اگر به نحو مناسب و موثری صورت پذیرد، علاوه بر حفظ جان و مال مردم امکان استفاده از حجم آب حاصل از سیلاب را نیز فراهم می‌کند [۸].

**روش‌های پیش بینی:** روش‌های پیش بینی سیل را می‌توان در سه گروه عمده طبقه‌بندی نمود که در کلیه آن‌ها پیش بینی دبی (به ویژه جریان حداکثر لحظه‌ای)، تراز سطح آب، زمان وقوع و تداوم سیلاب مورد توجه قرار می‌گیرد. این روش‌ها عبارتند از هواشناسی، روش‌های هیدرولوژیکی و روش‌های هیدرولیکی.

- **پیش بینی هواشناسی:** این نوع از پیش بینی شامل پیشگویی مقدار کمی بارندگی و درجه حرارت هوا می‌باشد.
- **پیش بینی هیدرولوژیکی:** در این پیش بینی مقادیر مشاهده و ثبت شده برف یا باران در بخش‌های بالادست حوضه‌های آبریز، مبنای پیشگویی مقادیر سیلاب در نقاط پایین دست حوضه قرار می‌گیرد.
- **پیش بینی هیدرولیکی:** پیش بینی اوج سیلاب که در نقاط بالادست ثبت شده اند، در محل‌های موردنظر و همچنین زمان لازم برای حرکت و انتقال موج سیلاب مزبور به نقاط مورد نظر به روش‌های هیدرولیکی و براساس موازین و اصول حرکت موج در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها جزء این گروه می‌باشد.

### ۳- روش‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی

هدف اصلی از جمع‌آوری، انتقال و ذخیره‌سازی آب‌های سطحی این است که بتوان با پیش بینی تأسیسات مورد نیاز، سیلاب‌ها را تحت کنترل درآورده و خسارات جانبی آن را به حداقل ممکن رساند. به علاوه این سیستم‌ها باید بتوانند اختلالات و مزاحمت‌های ناشی از بروز سیلاب و همچنین خسارات وارد به مالکین و سکنه محدوده‌ی موردنظر را کاهش دهند [۹]. عمل جمع‌آوری آب‌های سطحی به دو صورت انجام می‌پذیرد:

**الف) ایجاد دو سیستم جداگانه و یا کانال‌های جدا از هم:** در این روش یکی از کانال‌ها به دفع آب‌های سطحی ناشی از بارندگی و سیلاب و یا آب‌هایی که به مصارف نظافت خیابان‌ها و معابر می‌رسد و یا مازاد آب آبیاری درختان خیابان‌ها و آبیاری فضاهای سبز می‌پردازد و دیگری اختصاص به فاضلاب‌های خانگی دارد، این روش گرچه هزینه‌ای بیشتر برای ایجاد شبکه به مدیریت شهری تحمیل می‌کند، ولی از آنجائیکه اثرات زیست محیطی کمتری دارد، مناسب‌تر می‌باشد.

**ب) روش مختلط:** در این روش یک کانال واحد برای کلیه آب‌های سطحی و فاضلاب‌های شهری احداث می‌شود، گرچه این روش هزینه کمتری برای ایجاد شبکه فاضلاب را می‌طلبد، ولی هزینه ساخت تصفیه‌خانه بیشتر از روش اول خواهد بود و اثرات زیست محیطی بیشتری را به دنبال دارد.

### ۴- اجزاء شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب‌های شهری

شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب‌های شهری از مجموعه تأسیسات زیر تشکیل می‌شود:



پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

#### ۴-۱- کانال‌های هدایت آب‌های سطحی و فاضلاب‌ها (فاضلاب‌روها)

که خود شامل انشعاب منازل و سایر مشترکین است، کانال‌های فرعی که دارای مقطع دایره‌ای و یا بیضی هستند، لوله‌های هدایت باران و لوله‌های تحت فشار جریان در مناطقی که شیب طبیعی زمین برای جریان فاضلاب در درون لوله‌ها مناسب نیست.

#### ۴-۲- تاسیسات ویژه

در یک شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب‌های شهری علاوه بر فاضلاب‌روها، در مسیر آن‌ها تاسیساتی احداث می‌شود که عبارتند از:

- آدم‌روها: ورودی‌هایی هستند که در مواقع تمیز و تعمیر کردن فاضلاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
  - دریچه‌های ریزش باران و سایر آب‌های سطحی که در کناره سواره‌رو قرار می‌گیرد.
  - دریچه ریزش برف
  - سرریزهای آب باران که در شبکه‌های درهم نصب می‌گردد.
  - ایستگاه‌های پمپاژ فاضلاب برای شهرهایی که شیب در آنها کم است.
  - دریچه‌های ریزش فاضلاب برای شهرهایی که شیب طبیعی دارند.
  - زیرگذرها و روگذرها برای گذراندن لوله‌های فاضلاب‌روها از زیر رودخانه.
  - حوضچه‌های زیرزمینی فاضلاب‌روها در شهرهایی که شیب کم دارند.
- با توجه به اینکه وظیفه یک شبکه فاضلاب، انتقال پساب‌های شهری می‌باشد، بنابراین باید طوری طراحی شود که کمترین نیاز را به نیروی انسانی جهت نگهداری داشته باشد و مهمترین موردی که در طراحی مورد توجه باشد شیب کانال‌ها می‌باشد، به طوریکه مانع از رسوب شدن مواد معلق شناور در فاضلاب گردد.

#### ۵- ارائه مدل‌های جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی درون شهری

در روش‌های نوین مدیریت رواناب‌های شهری با هدف حفظ طبیعت و سیستم اکولوژیکی موجود، حفظ رفتار طبیعی هیدرولوژیکی حوضه آبریز، کاهش زمان ماند و سرعت حرکت آب، حفظ کیفیت آب‌های سطحی و زیرسطحی و کاهش انواع مختلف آلاینده ورودی به رواناب، کاهش نیاز به سیستم تأمین آب شهر و استفاده از رواناب مهارشده به عنوان منبع تأمین نیازهای غیرشرب، کاهش حجم و سرعت رواناب جاری شده در محیط زیست طبیعی و تعدیل اثرات مخرب آنها، ارتقا محیط زندگی به لحاظ مسائل زیبایی‌شناختی، اجتماعی، فرهنگی و اکولوژیکی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان توصیه شده است [۱۰]. در این راستا به منظور هدایت آب‌های سطحی جهت بهبود تردد عابرین پیاده و نیز وسایل نقلیه مدل‌های مختلفی ارائه شده است که از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل انتقال لوله-ای، سیستم‌های روباز و سیستم‌های سر بسته اشاره نمود که در ادامه به مزایا و معایب هر کدام اشاره می‌گردد.

#### ۵-۱- جمع‌آوری آب‌های سطحی از طریق شبکه لوله

از جمله عوامل کاهش ایمنی، کمبود فضای پیاده‌رو می‌باشد که باعث تجاوز عابرین به سطح سواره‌رو شده و مشکلات ایمنی برای عابرین ایجاد می‌کند. همچنین وضعیت بد پیاده‌رو یا وجود خودروهای پارک شده یا اشغال پیاده‌رو توسط دست‌فروشان و بعضی از مغازه‌داران از عوامل استفاده عابرین از سطح خیابان‌ها می‌باشند. در این روش به دلیل استفاده بهینه از سطوح پیاده‌رو، آب‌های سطحی سواره‌رو و پیاده‌رو از طریق کانیو به دریچه‌های ورود آب باران هدایت



## پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

و سپس وارد شبکه لوله که در زیر سطح خیابان تعبیه شده اند می‌گردد. مزایای این سیستم که در اغلب شهرهای بزرگ دنیا انجام شده است عبارتند از:

- دفع زباله و آشغال توسط شهروندان به داخل سیستم امکان‌پذیر نبوده و از نظر بهداشت محیط، سیستم مناسبی است.
- مقطع هیدرولیکی و سرعت جریان آب در آن بهتر از کانال مستطیلی می‌باشد.
- از آنجائیکه لوله‌ها در زیر عمق یخبندان مدفون می‌باشند، در تقاطع‌ها موجب ناهمواری و عوارض نامطلوب در سطح آسفالت نمی‌گردند.
- فضای اضافی از سطح پیاده‌رو یا سواره‌رو اشغال نمی‌گردد.
- برای تردد عابرین به خصوص معلولین و افراد کهنسال مناسب می‌باشد.
- لزومی به تبعیت شیب لوله‌ها از شیب طولی خیابان نبوده و در نتیجه خط پروژه خیابان با آزادی بیشتری می‌تواند انتخاب شود.
- فضای کافی برای نصب تجهیزات خیابانی از جمله باجه تلفن، شیرآب آتش‌نشانی و نیمکت جهت نشستن عابرین پیاده و عبور ویلچر معلولین وجود دارد. از معایب و مشکلات این سیستم می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:
- در نگهداری آن باید دقت شود و به اکیپ نگهداری آموزش‌های لازم جهت مراقبت از سیستم داده شود.
- در فصول بارندگی کم لازم است که معابر سطح شهر شستشو شود تا از رسوب‌گذاری در لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.
- پاک نمودن لوله‌های با قطر کم با گوی‌ها مخصوص و روش‌های فنی باید صورت گیرد.
- در صورت انسداد لوله‌ها با توجه به دفنی بودن آن‌ها مخارج بازسازی سنگین خواهد بود.

### ۵-۲- جمع‌آوری آب‌های سطحی از طریق کانال‌های روباز

در این روش کانال‌های آبرو عمدتاً روباز بوده و فقط در نقاط ضروری از قبیل تقاطع خیابان‌ها و یا پل عابر پیاده به صورت روبسته اجرا می‌گردد. این روش گرچه از نظر هزینه ساخت کانال از سایر روش‌ها ارزان‌تر بوده و همچنین تمیز کردن آن آسان‌تر است، اما دارای عوارض نامطلوبی به شرح ذیل می‌باشد:

- در خیابان‌ها باعث کاهش سطح پیاده‌رو می‌گردد، به خصوص در خیابان‌های فرعی که عرض پیاده‌روی آن ۲ الی ۳ متر می‌باشد و این کاهش عرض با در نظر گرفتن فضای سبز کاملاً محسوس و نامطلوب است.
- با توجه به عوارض محدوده مورد طراحی در صورتیکه عرض کلی پیاده‌رو به علت جوی روباز تعریض گردد، مخارج عملیات خاکی افزایش خواهد یافت.
- غالباً جوی‌ها به محل تخلیه زباله توسط عابرین، کسبه و اهالی تبدیل شده و باقی ماندن مواد در جوی باعث آلودگی، تعفن و محل تخم‌گذاری حشرات می‌گردد.
- تغییر ابعاد و یا سرپوشیده شدن آن در موارد ضروری باعث متغیر بودن عرض پیاده‌رو می‌گردد.
- ایمنی تردد عابرین پیاده به خصوص اشخاص کهنسال و معلولین مختل می‌گردد.
- عبور جوی‌ها از عرض خیابان در محل تقاطع، ایجاد عوارض نامطلوب در این نقاط می‌نماید.
- به علت روباز بودن کانال، وجود زباله در کانال‌ها در زیر پل‌ها باعث انسداد جریان آب می‌گردد.



## پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

- امکان یخ زدگی کانال وجود دارد.
- خطرات احتمالی برای عابر پیاده در محل هایی که کانال عمیق می شود.
- مزایای سیستم فوق، در امکان استفاده از آن به عنوان کانال های آبیاری درختان مجاور پیاده رو و نیز ارزان تر بودن نسبت به سایر سیستم ها می باشد.

### ۵-۳- جمع آوری آب های سطحی از طریق کانال های روبسته

- معمولاً کانال های سرپوشیده با سطح مقطع کوچک به صورت درجا و یا با قطعات پیش ساخته غیر بتن آرمه و درپوش بتن آرمه اجرا می گردد و کانال های بزرگ به صورت تمام بتن آرمه طراحی می شود. این کانال ها که در کنار راه های اصلی طراحی می گردند که می بایست برای دبی ۵ ساله طراحی می شوند. مزایای این گزینه به شرح زیر می باشد:
- دفع زباله و آشغال توسط اهالی به داخل سیستم عملی نبوده و از نظر بهداشت محیط، سیستم مناسبی است.
  - فضاهایی از سطح پیاده رو و یا سواره رو اشغال نمی گردد.
  - برای تردد عابرین به خصوص افراد کهنسال و معلولین مناسب می باشد.
  - به علت قابل برداشت بودن درپوش های بتنی در پیاده رو، لایروبی این سیستم آسان تر از سیستم لوله می باشد.
  - لایروبی کانال های زیر سواره از طریق درپوش های فلزی امکان پذیر می باشد.

### ۶- نتیجه گیری: انتخاب گزینه مناسب سیستم جمع آوری و دفع آب های سطحی

در طرح جامع شهرها توصیه می گردد که جوی های موجود روباز فعلی با قطعات پیش ساخته بتنی پوشانده شده و برای توسعه آبی سیستم لوله توصیه شده است، ولی این سیستم نمی تواند به صورت مجزا از سایر قسمت های شهر، در یک پروژه اجرا گردد زیرا سیستم کانال های سرپوشیده، با وضع موجود شبکه آب های سطحی شهرهایی مانند تهران و کرج انطباق بیشتری داشته و فاقد بسیاری از معایب سیستم روباز است و لذا استفاده از این سیستم توصیه می گردد.

تیپ کانال های سرپوشیده و مقطع آن ها بستگی به نوع معبر و مقدار دبی رواناب دارد. در خیابان هایی که دارای پیاده روهای نسبتاً کم عرض می باشند، بهتر است این کانال ها در زیر سواره رو احداث گردند و درپوش چدنی یا فلزی برای هدایت آب های سطحی خیابان به داخل کانال تعبیه شده است.

مزیت استقرار کانال در زیر سواره رو این است که در پیاده روها لطمه ای به فضای سبز کنار خیابان وارد نخواهد آمد. البته در صورت نیاز به لایروبی این کانال ها به ناچار بخشی از سطح خیابان می بایست موقتاً بدین کار اختصاص یابد. البته در بدنه بزرگراه ها و رمپ تقاطعات که باید از درجه ایمنی بالاتری برخوردار باشند و نیز در کناره سواره روها، باید فضای کافی وجود داشته باشد. این کانال ها در زیر پیاده رو احداث می گردند و رواناب های سطحی بدنه بزرگراه و رمپ ها از طریق کانال ها هدایت می گردند.

### ۷- پیشنهادات

- یکی از راهکارهای اجرایی به منظور ساماندهی آب های سطحی، لایروبی مسیل ها، کانال ها و قنوات می باشد. در واقع کانال های سطح شهر می بایست لایروبی شوند تا در زمان باران دچار آبگرفتگی نشوند. سپس به منظور بوزدایی و گندزدایی کانال ها و انهار آهک به درون کانال ها ریخته می شود. لایروبی کانال ها به دو شکل مکانیزه و دستی (مکانیزه



## پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

توسط ماشین‌آلات سنگین و دستی توسط کارگران شهری) در سطح مناطق انجام می‌پذیرد که مشکل عمده مناطق نیز زباله و ضایعاتی است که ورودی جوی خیابان‌ها و معابر را مسدود و آب را به سطح خیابان سرازیر می‌کند. البته بهتر است لایروبی و پاکسازی انهار به صورت روزانه و مستمر انجام شود تا بهداشت زیست محیطی ارتقاء یابد.

- در برخی نقاط شهر پس از شناسایی قنات‌های منطقه در طول سال پس از احیا و بازسازی قنات‌هایی که دچار آسیب شده‌اند می‌بایست مجموعه قنات‌ها به منظور جلوگیری از آبگرفتگی به صورت مستمر کنترل شوند.
- می‌بایست چاه‌های جذبی را پاکسازی کرد.
- شناسایی نقاط آبگیر منطقه و مواردی که نیاز به کار عمرانی دارد با اصلاح شیب جوی‌ها، کف‌سازی، جدول‌گذاری و مواردی از این قبیل، در کنار شناسایی نقاط بحرانی می‌تواند از اقدامات شهرداری‌ها در کاهش مشکلات موجود باشد.

## مراجع

۱. مختاری، سمیه. راهکارهای کنترل سیلاب، فصلنامه مسکن و محیط روستا. دوره ۲۸، شماره ۱۲۶، سال ۱۳۸۸.
2. Moore, R.J., Bell, A.V. and Jones, D.A. Forecasting for flood warning. C.R. Geosci., 337, 203–217. National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://www.nws.noaa.gov>. 2005.
۳. تیموریان، تیمور. پهنه‌بندی خطر سیلاب شهری، فصلنامه علوم تکنوژی محیط زیست، دوره 21، شماره 11، سال ۱۳۹۸.
۴. ولایتی، سعدالله، کتاب منابع و مسائل آب ایران، ناشر صحرا شرق کیمیا، سال 1394.
۵. سبزواری، تورج. زمان تمرکز حوضه‌های آبریز، همایش ملی منابع بحران آب، دانشگاه آزاد واحد مرودشت، سال ۱۳۸۸
۶. هیدرولوژی مهندسی، تالیف دکتر حمیدرضا صفوی، استاد یار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان
7. Papathanasiou, C., Makropoulos, C., Mimikou, M. Hydrological modelling for flood forecasting: Calibrating the post-fire initial conditions. J. Hydrol. 529, 1838-1850. 2015.
۸. محمدرضایی، مریم، راهدان، عباس. مروری بر سیستم‌های پیش‌بینی، هشدار و مدیریت سیلاب، پنجمین کنگره بین‌المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران، تبریز، سال ۱۴۰۰.
۹. مرادی‌نژاد، امیر، روانی، هادی، داودی‌راد، علی‌اکبر. روش‌های نوین جمع‌آوری آب‌های سطحی، نهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، تبریز، سال ۱۳۹۹.
۱۰. تدوین ضوابط و معیارهای فنی طراحی، اجرا و نگهداری روش‌های نوین جمع‌آوری و مدیریت روانابهای سطحی شهر تهران، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، تابستان ۱۳۹۵.