

مقدمه

گرچه در زمان‌های ماقبل تاریخ، مردم تلاش می‌کردند که جریان آب رودخانه‌ها و کیفیت آب را کنترل کنند. جدال در رابطه با آب در منطقه بین‌النهرین از اوایل ۴۵۰۰ سال پیش (عصر برنز) شناخته شده است. به عنوان مثال، قدیمی‌ترین قوانین قانونی در این زمان تصویب شد، به طوری که حفظ کانال‌های آبیاری در بابل ناباکدنصر^۳ حدود ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد بود. رومیان قوانینی داشتند که آلودگی آب را ممنوع می‌کرد، به طوری که نقض قوانین به شدت مجازات داشت [۲۰]. بر خلاف علم حفاظت خاک، مطالعه و پهنه‌بندی انواع فرسایش و روش‌های مقابله و مبارزه با آن که سابقه‌اش به حدود سه قرن پیش می‌رسد، آبخیزداری^۴ به شکل شناخته شده امروزی علم و فن جوانی است که تولد آن به ابتدای قرن بیستم بر می‌گردد. در این سال‌ها پس از گسترش علوم خاک و آب و تلاش برای حفاظت و احیاء منابع آن در کشورهای آمریکای شمالی، روسیه، اروپا و شمال آفریقا، علم آبخیزداری بنیان‌گذاری شد [۸، ۹، ۳۶]. "آبخیزداری" را می‌توان به صورت ترکیب علم و فن یکپارچه، اداره و بهره‌برداری علمی و پایدار منابع مختلف آب، خاک، پوشش گیاهی، آب‌یان و خاک‌زبان، معادن، اراضی، و تنظیم، ساماندهی و هدایت کلیه فعالیت‌هایی که به دست انسان بر پهنه‌ی یک حوزه‌ی آبخیز^۵ تعریف کرد. از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به زراعت، دامداری، باغداری، مرتع‌داری، جنگل‌داری، معدن‌کاوی، ساختمان‌سازی و شهرسازی، شکار و صید، و راه‌سازی اشاره نمود [۹ و ۴۱]. بنابراین آبخیزداری، علم و مهارتی با هدف نیل به مدیریت، برنامه‌ریزی، ساماندهی و بهره‌برداری هماهنگ، یکپارچه و قانونمند منابع طبیعی، زیستی، کشاورزی، انسانی و اقتصادی یک حوزه‌ی آبخیز در جهت ارتقاء رفاه آبخیزنشینان است؛ مشروط بر آن که سرمایه‌های اصلی یعنی منابع آب، خاک، و پوشش گیاهی حفظ شود [۴۹].

در مفاهیم و تعاریف جدید آبخیزداری، حوزه‌ی آبخیز می‌تواند به عنوان واحد هیدرولوژیک و برنامه‌ریزی جامع‌نگر، تمام منابع موجود در پهنه و عرصه را در زیر چتر یک برنامه‌ریزی و مدیریت واحد قرار دهد. این عرصه می‌تواند اراضی طبیعی، شهری و روستایی با انواع کاربری‌های مختلف، با مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، آب‌های سطحی و زیرزمینی، فعالیت‌های انسانی، و حتی

نقش آبخیزداری شهری در توسعه‌ی پایدار شهری با تأکید بر مدیریت رواناب‌ها

سید مسعود سلیمان پور^{۱*} و محبوبه معتمدنیا^۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۱۶

چکیده

در صورتی که آبخیزداری را به معنی یکپارچه یک حوزه‌ی آبخیز بدانیم، شهر به عنوان یکی از واحدهای اصلی یک حوزه‌ی آبخیز به شمار می‌رود. امروزه آبخیزداری شهری، به عنوان یکی از زیر شاخه‌های مهم آبخیزداری، راه‌کارهای بهره‌برداری و مدیریت پایدار از منابع آبخیز در حوضه‌های شهری و حریم آن‌ها را به منظور بازسازی تخریب‌هایی که در اثر توسعه‌ی شهری به وجود آمده است طراحی و تدوین می‌نماید و در پی راه‌کارهایی با تأکید بر توسعه‌ی پایدار شهری جهت نگهداری منابع برای حال و آینده در محیط شهر، از طریق استفاده‌ی بهینه از زمین، و وارد کردن کمترین ضایعات به منابع تجدیدناپذیر است. با توجه به اهمیت توسعه و ترویج آبخیزداری شهری در ایران، و ارتباط نزدیک آن با توسعه‌ی پایدار شهری، و ضرورت آگاهی مدیران و برنامه‌ریزان عرصه‌های شهری، در این پژوهش سعی بر آن شده به بررسی نقش آبخیزداری شهری در توسعه‌ی پایدار شهری با تأکید بر کنترل رواناب و استفاده بهینه از باران از طریق استحصال آب باران در پشت‌بام‌ها، بام سبز، و یا در راستای تقویت آب‌های زیرزمینی از قبیل استفاده از روکش‌های نفوذپذیر که همگی بر اهمیت مدیریت رواناب‌ها در مباحث آبخیزداری شهری تأکید دارند، پرداخته شد.

واژه‌های کلیدی: آبخیزداری شهری، توسعه‌ی پایدار، رواناب،

مدیریت

۱- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، نویسنده مسئول.
Email: m.soleimanpour@yahoo.com

۲- دکتری تخصصی علوم و مهندسی آبخیزداری

3- Nebuchadnezzar

4- Watershed Management

5- Watershed

توجه به مخاطرات طبیعی باشد (شکل ۱). به بیان دیگر، حوزه آبخیز محدوده ای است با توپوگرافی مشخص که بارش جذب شده را به صورت جریان‌های سطحی و زیرزمینی از یک خروجی زهکش می‌نماید [۶ و ۲۸]. در این محدوده بر اساس شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی، و خاک، اکوسیستم‌های مختلف جنگل، مرتع، بیابان و شهر واقع شده‌اند و کلیه فعالیت‌های بشری در داخل هر یک از این اکوسیستم‌ها استقرار یافته و انسان با توجه به شرایط اجتماعی-اقتصادی در آن زیست کرده و دارای فرآیند تولید از نظر اقتصادی است [۱۵].



شکل ۱: نمایی شماتیک از مدیریت یکپارچه‌ی حوزه‌ی آبخیز [۴۸]

با توجه به مطالب فوق، در صورتی که آبخیزداری را به معنی یکپارچه یک حوزه‌ی آبخیز بدانیم؛ شهر به عنوان یکی از واحدهای اصلی یک حوزه‌ی آبخیز است. شهر، موجودی زنده است که در محیطی طبیعی به حیات خود ادامه می‌دهد، رشد می‌کند، بیمار می‌شود، و می‌میرد. با تأمل در اجزای درونی این موجود زنده، مجموعه‌ها و عناصری قابل مشاهده است که در ظاهر مجزا، ولی در باطن کاملاً به هم مربوط و تأثیرگذارند. امروزه کلان شهرها دارای مسائل و مشکلات خاصی شده‌اند که باید به آن‌ها به صورت ویژه نگریسته شود و گر نه دچار عواقبی خواهند شد که به طور جدی زندگی شهرنشینان را به مخاطره می‌اندازد. مسائل و مشکلاتی که امروزه پیش آمده است می‌تواند بخشی از آن نتیجه‌ی عملکرد و درک نادرست پیشینیان از محیط پیرامون و طبیعت‌شان بوده باشد. به طوری که اگر مدیران عرصه‌های طبیعی و شهری در این مقطع زمانی، درست مدیریت نکنند و رفتارها و عادت‌های خود را بر مبنای علم و خرد پایه‌ریزی ننمایند، عواقب آن گریبان‌گیر نسل‌های آینده نیز خواهد شد [۱۸].

امروزه آبخیزداری شهری^۱، به عنوان یکی از زیر شاخه‌های مهم آبخیزداری، در اغلب کشورهای جهان، در حال رشد و توسعه

می‌باشد. فاکتورهای زیادی در بحث آبخیزداری شهری مورد بررسی قرار می‌گیرد که در برگیرنده‌ی مجموعه بحث‌هایی مانند: مدیریت رواناب‌ها، فاضلاب شهری و بهره‌برداری از آن، وضعیت منابع آب، هوا و خاک، تفرجگاه و اوقات فراغت و مقابله با بحران‌های احتمالی مانند سیل و خشکسالی و غیره است [۱۸]، بنابراین آبخیزداری شهری، راه‌کارهای بهره‌برداری و مدیریت یکپارچه و پایدار از منابع آبخیز در حوضه‌های شهری و حریم آن‌ها را به منظور بازسازی تخریب‌هایی که در اثر توسعه‌ی شهری به وجود آمده است طراحی و تدوین می‌نماید و در پی راه‌کارهایی با تأکید بر توسعه‌ی پایدار شهری جهت نگهداری منابع برای حال و آینده در محیط شهر، از طریق استفاده‌ی بهینه از زمین، و وارد کردن کمترین ضایعات به منابع تجدیدنپذیر است. توسعه^۲، یک مفهوم گسترده و دارای ابعاد مختلف است که بعضاً به عنوان رشد و پیشرفت مطرح شده است. در این میان، توسعه‌ی پایدار شهری^۳، در جهت دستیابی به الگویی است تا با ایجاد شهری پایدار، زمینه را برای ایجاد زندگی سالم همراه با ملاحظات اجتماعی و محیط زیستی برای کلیه‌ی شهروندان مهیا سازد [۴۱]. نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار شهری، حاصل بحث‌های طرفداران محیط زیست درباره‌ی مسائل محیط زیستی به خصوص محیط زیست شهری است که به دنبال نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار^۴ برای حمایت از منابع طبیعی ارائه شد. در این نظریه موضوع نگهداری منابع، برای حال و آینده از طریق استفاده‌ی بهینه از زمین و وارد کردن کمترین ضایعات به منابع تجدیدنپذیر مطرح است. این نظریه موضوع جلوگیری از آلودگی‌های محیط شهری و ناحیه‌ای، کاهش ظرفیت‌های تولید محیط محلی، ناحیه‌ای و ملی، حمایت از بازیافت‌ها، عدم حمایت از توسعه‌ی زیان‌آور و از بین بردن شکاف میان فقیر و غنی را مطرح می‌کند؛ هم‌چنین راه رسیدن به این اهداف را برنامه‌ریزی شهری، روستایی، ناحیه‌ای، و ملی که برابر قانون، کنترل کاربری‌ها، و کنترل بیشتر در شهر و روستا است، می‌داند. این نظریه به مثابه دیدگاهی راهبردی، به نقش دولت در این برنامه‌ریزی‌ها اهمیت بسیاری می‌دهد و معتقد است دولت‌ها باید از محیط زیست حمایت همه جانبه‌ای داشته باشند [۳۳].

به این منظور، توسعه‌ی پایدار شهری به توسعه‌ی شهر با لحاظ نمودن منافع نسل آینده توجهی ویژه دارد؛ به نحوی که طرفداران این نظریه به بهره‌برداری عاقلانه از منابع شهری توسط شهروندان بدون آلوده کردن بیش از حد محیط زیست تأکید می‌کنند. مفهوم اصلی توسعه‌ی پایدار شهری توسط پیترهال^۵ این گونه تعریف می‌شود: شکلی از توسعه‌ی امروزی که توان توسعه‌ی مداوم شهرها و جوامع شهری نسل‌های آینده را تضمین می‌کند. از نظر کالبدی، توسعه‌ی پایدار شهری یعنی، تغییراتی که در کاربری زمین و سطوح متراکم جهت رفع نیازهای ساکنان شهر در زمینه‌ی مسکن، حمل و

2- Development
3- Urban Sustainable Development
4- Sustainable Development
5- Peterhall

1- Urban Watershed Management

نقل، اوقات فراغت و غذا به عمل می‌آید تا در طول زمان شهر را از نظر محیط زیستی قابل سکونت و زندگی (هوای پاک، آب آشامیدنی سالم، اراضی و آب‌های سطحی و زیرزمینی بدون آلودگی)، و از نظر اقتصادی بادوام (اقتصاد شهری هماهنگ با تغییرات فنی و صنعتی جهت حفظ مشاغل پایه‌ای و تأمین مسکن مناسب در حد استطاعت ساکنان، با بار مالیاتی سرانه‌ی عادلانه)، و از نظر اجتماعی همبسته (الگوهای کاربری اراضی همبستگی اجتماعی و احساس تعلق شهروندان به میراث‌های شهر را ارتقاء خواهند داد) نگه دارد. بنابراین ارزیابی گسترش شهری، ناشی از چنین توسعه‌ای، باید اصول توسعه‌ی پایدار را در تمام مناطق و حوضه‌ها و محلات نشان دهد [۳۳]. در راستای توسعه و ترویج آب‌خیزداری شهری، استفاده از واژه‌ی مدیریت یکپارچه و جامع حوزه‌ی آب‌خیز^۱ به خصوص در سه دهه‌ی قرن اخیر بسیار مشهود است [۲۶ و ۳۸]. سوییچمیت و موریسون [۳۷] آب‌خیزداری را در سه فاز فرآیند، مقیاس و اجرا در حوزه‌ی آب‌خیز شهری در کشور استرالیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها ضمن تأکید استفاده از طرح‌های آب‌خیزداری و تأثیر مهم آن در تنظیمات شهری کشورهای فراضنتی و با سرعت بالای شهرنشینی، لزوم فرآیند برنامه ریزی، ساختارهای گسترده‌تر اداری به ویژه وجود دولت محلی به عنوان یک نقش کلیدی در آب‌خیزداری شهری را پیشنهاد داد. در پژوهشی دیگر که توسط برومبال و همکاران [۵] انجام شد ارزیابی مشارکت پایدار آب‌خیز با استفاده از رویکرد آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره^۲ در یک منطقه‌ی شهری در چین در یک دوره‌ی زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ بررسی شد. در این رویکرد، پایداری اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که انجام اقدامات صورت گرفته نتایج خوبی بر روی حوزه‌ی آب‌خیز شهری مربوطه داشته به طوری که نتایج برنامه‌ی کاربردی مدل نشان می‌دهد که برنامه‌ای که در حوزه‌ی آب‌خیز شهری مربوطه اجرا شد، نتایج مثبتی در بهبود شرایط محیطی، ارائه‌ی راه‌های پایدارتری برای مدیریت منابع انسانی و رشد اقتصادی ایجاد کرده است. با وجود تلاش‌های صورت گرفته توسط مقامات محلی، عملکرد شاخص‌های اجتماعی به دلیل سیاست‌های جابجایی، افزایش قیمت مسکن و کمبود مشارکت عمومی، نسبتاً بدتر بود [۵].

با بررسی نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار شهری در می‌یابیم که اصول چهارگانه‌ی؛ محیط، وقایع آینده، عدالت، و مشارکت در توسعه‌ی شهری باید مورد توجه قرار گیرد. در این نظریه، شهر به مرکزی برای سرزندگی، فرصت، و ثروت بدل می‌شود. در این میان به راه‌حلی نیاز است که بتواند کارآمدترین استفاده‌ی ممکن را از فضا ترویج کند و از میزان تخصیص اضافی زمین به امور توسعه‌ی شهری بکاهد [۴۱]. به بیان دیگر، مدیریت پایدار منابع با توجه به مسائل آب‌خیزداری شهری، می‌تواند در ایجاد یک شهر پایدار و

کمک به زیرساخت‌ها در تدوین برنامه‌های استراتژیک و دستیابی به توسعه‌ی پایدار و انعطاف‌پذیر در شهرها مفید باشد [۳۲، ۴۱ و ۴۲]. با عنایت به مطالب فوق، و اهمیت توسعه و ترویج آب‌خیزداری شهری در کشور، و ارتباط نزدیک آن با توسعه‌ی پایدار شهری، و ضرورت آگاهی مدیران و برنامه‌ریزان عرصه‌های شهری، در این پژوهش سعی بر آن شده به بررسی نقش آب‌خیزداری شهری در توسعه‌ی پایدار شهری پرداخته شود. همچنین نظر به اهمیت مدیریت رواناب‌ها در مباحث آب‌خیزداری شهری و وضعیت فعلی منابع آب در کشور، بر این موضوع نیز تأکید شده است. امید است این اثر بتواند گام مؤثری در اهمیت جایگاه واقعی آب‌خیزداری شهری و مدیریت رواناب‌ها در سیاست‌گذاری‌های توسعه‌ی شهری در کشور داشته باشد.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این اثر، معطوف به بررسی، مطالعه، و تحلیل منابع و پژوهش‌های مرتبط با موضوع، و تفسیر آن‌ها، با تأکید بر موارد کاربردی در خصوص مدیریت رواناب در حوزه‌های آب‌خیز شهری است.

نتایج و بحث

اهمیت مدیریت رواناب در ایران

با وجود پیشرفت‌های زیادی که در خصوص آب‌خیزداری شهری در مناطق مختلف جهان وجود دارد، هنوز در کشور ایران در مورد چرخه‌ی آب شهری، سیستم‌های تأمین آب پایدار، و توسعه‌ی شهری بر فرآیندهای هیدرولوژیکی طبیعی، کیفیت آب، و فرایندهای اکوسیستم، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری علمی و مبسوطی انجام نشده است. ایران یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و بسیاری از چالش‌های موجود در پایداری منابع آب را تجربه کرده است و با توسعه‌ی شهرنشینی و تغییرات طبیعی و مصنوعی در زمینه‌ی استفاده از زمین، محیط‌هایی به نام حوزه‌های آب‌خیز شهری با رفتارهای هیدرولوژیک و هیدرولوژیکی مختلف در اقصی نقاط آن ایجاد شده است؛ اما هیچ یک از شهرهای ایران، به عنوان یک حوزه‌ی آب‌خیز شهری کامل، با در نظر گرفتن تمام منابع و جوانب آن مورد مطالعه قرار نگرفته و هیچ‌گونه بهینه‌سازی در مورد اختصاص منابع آب و خاک شهری، با توجه به منابع مختلف در آن‌ها انجام نشده است [۲۳].

به دلیل موقعیت مکانی شهرها و روستاها و گستره‌ی وسیع مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران از یک سو، و تیپ اراضی از نظر شکل ظاهری زمین، مشتمل بر حدود ۸۷ میلیون هکتار اراضی کوهستانی و ۷۸ میلیون هکتار اراضی کم شیب (دشت‌ها) از سوی دیگر، اکثر شهرها و روستاها با چالش‌ها و مسائلی چون سیل (ورود سیلاب‌ها از آب‌خیزهای مشرف به شهرها و روستاها یا آب‌خیزهای پیرامون شهری و روستایی)، سیلاب‌های شهری و در برخی مناطق

1- Integrated Watershed Management (IWM)

2- Multi-Criteria-Decision- Analysis (MCDA)

سیلاب‌های روستایی (به ویژه روستاهایی با وسعت و گستره زیاد)، عدم وجود مدیریت مناسب و برنامه‌ریزی شده، جمع‌آوری و استحصال و استفاده از رواناب‌های سطحی درون و برون‌شهری، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، نبود یا کمبود فضاهای سبز چند منظوره درون و پیرامون شهری و آمایش اراضی شهری و روستایی روبرو هستند. به طور مثال، راه‌کارها و اقدام‌های ارائه شده توسط مهندسان عمران، شهرسازی، و آب، علی‌رغم تلاش‌ها و دقت عمل‌های اعمال شده مرتفع‌کننده‌ی چالش‌ها و معضلات اشاره شده نبوده و یا فاقد نتایج مورد انتظار بوده‌اند [۱۷].

مدیریت رواناب در آبخیز شهری

اثرات نامطلوب افزایش سطوح نفوذناپذیر

یکی از مسائل مهم در آبخیزداری شهری، بهینه‌سازی منابع آب و به ویژه رواناب‌ها است؛ بنابراین لازم است نسبت به بهینه‌سازی این منابع، با هدف ضرورت درک تغییر مصرف بسیاری از شهروندان، و عملی کردن استفاده از آب ناشی از فاضلاب‌های شهری و رواناب‌ها جهت آبیاری و نظیف فضای سبز، معابر، و بزرگراه‌ها اقدامات عملی انجام شود؛ زیرا وجود سطوح غیر قابل نفوذ گسترده در حوزه‌های آبخیز شهری، منجر به تغییرات زیادی در نفوذپذیری، و جریان رواناب در مقیاس‌های مختلف می‌شود [۲۶]، به طوری که در یک حوزه‌ی آبخیز شهری (در نوار غزه)، افزایش یک درصدی مناطق شهری، منجر به کاهش ۴۱ درصدی نفوذپذیری کل شده است [۱۲]، یا وجود سطوح نفوذناپذیری مانند آسفالت و قیر در مناطق مختلف شهرها، باعث کاهش ۴۴ درصدی نفوذ، و افزایش ۶۶ درصدی تبخیر می‌شود [۱۳ و ۲۹].

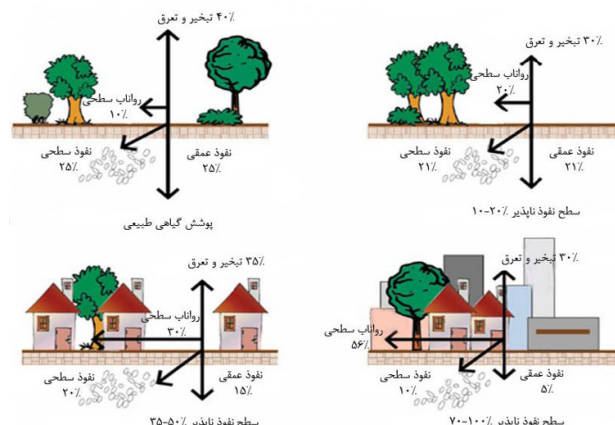
در حالی که سطوح سیمانی (بتن)، ۶۹ تا ۸۳ درصد آب را تبدیل به رواناب می‌کنند [۲۹]. شکل ۲ تأثیر توسعه‌ی عمرانی بر افزایش سطوح نفوذناپذیر در مناطق شهری را به خوبی نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، در صورتی که عرصه دارای پوشش گیاهی طبیعی و فاقد هرگونه توسعه‌ی عمرانی باشد، جمعاً ۵۰ درصد بارش به نفوذ سطحی و عمقی اختصاص می‌یابد و تنها ۱۰ درصد آن به

رواناب سطحی تبدیل می‌شود. این در حالی است که در شرایطی که توسعه‌ی عمرانی و ساخت و سازهای شهری، منجر به ایجاد ۷۰ تا ۱۰۰ سطوح نفوذناپذیر شوند (وضعیت فعلی اکثر شهرها)، تنها ۱۵ درصد بارش به نفوذ سطحی و عمقی اختصاص پیدا می‌کند و ۵۶ درصد بارش، به رواناب تبدیل می‌شود که متأسفانه در اغلب موارد، به هدر رفته و هیچ استفاده‌ی بهینه‌ای از آن‌ها صورت نمی‌گیرد.

بنابراین توسعه‌ی شهری، و تغییر کاربری اراضی، و تبدیل آن‌ها به سطوح نفوذناپذیر شهری، سبب افزایش دبی پیک رواناب می‌شود؛ به طوری که میانگین تغییرات دبی پیک جریان در یک دوره‌ی ۱۲ ساله در حوزه‌ی آبخیز شهری شهر زنجان، افزایش ۹۶/۸۵ درصدی را نشان می‌دهد [۱۱]، و یا در منطقه‌ای شهری، که ۴۰ درصد از اراضی آن غیرقابل نفوذ بوده (پشت‌بام و خیابان)، و تمامی شهر تحت پوشش شبکه‌ی فاضلاب شهری قرار داشته، دبی حداکثر سیلاب ۳/۲ برابر قبل از توسعه‌ی شهری بوده است [۲۷]. به عنوان مثال، با افزایش ۱۹۷ درصدی توسعه‌ی شهری در مکه، حجم سیلاب ۲۴۸ درصد افزایش یافته است [۱۶]، و یا در شهر کنسو ویتنام مشخص شد در صورت گسترش شهر و افزایش ۵۵ درصدی سطوح نفوذناپذیر تا سال ۲۰۵۰، عمق آب‌گرفتگی در معابر شهری ۲۰ درصد افزایش خواهد داشت [۲۲]، این امر به سبب گسترش مناطق غیر قابل نفوذ در حوزه‌های آبخیز شهری، و به تبع آن افزایش رواناب است [۲۱]، بنابراین در صورت عدم رعایت اصول علمی و فنی، عدم رعایت ایجاد سطوح نفوذپذیر مناسب، و عدم مدیریت بهینه‌ی رواناب‌های شهری، باید به این نکته اذعان داشت که توسعه‌ی شهری می‌تواند به طور قابل توجهی خطر سیل را افزایش دهد [۲۱]، زیرا اثر افزایش سطوح نفوذناپذیر در مناطق شهری به حدی است که در برخی موارد می‌تواند سبب افزایش دو برابری حجم سیلاب گردد [۳۰].

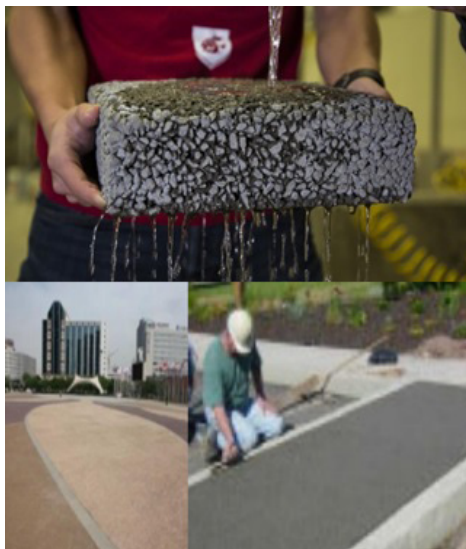
راه کارهای افزایش سطوح نفوذپذیر در حوزه‌ی آبخیز شهری

در راستای تسهیل و تشدید نفوذ آب باران در خاک و کاهش رواناب سطحی، افزایش سطوح نفوذپذیر و کاهش سطح نفوذناپذیر در حوزه‌ی آبخیز شهری که منجر به تأخیر در زمان حرکت رواناب و کاهش دبی اوج جریان سطحی، تسهیل و تشدید نفوذ آب باران



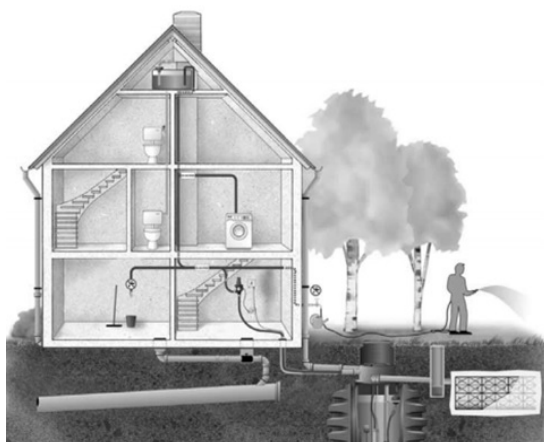
شکل ۲: تأثیر توسعه‌ی عمرانی بر افزایش سطوح نفوذناپذیر در مناطق شهری [۹]

می‌شود. با ذخیره‌ی موقت آب، امکان تأمین اهدافی چون کاهش حجم رواناب، تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی و بهبود کیفیت آب را به ارمغان می‌آورد. روش مذکور به لحاظ تصفیه‌ی رواناب‌های شهری و بهبود کیفیت آن نیز قابلیت بالایی دارد [۲۴؛۴].



شکل ۴: استفاده از روکش نفوذپذیر در پارک و پارکینگ‌ها

جمع‌آوری آب از پشت‌بام منازل و مناطق مسکونی
یکی از اقدامات ساده و در عین حال تأثیرگذار در آبخیزداری شهری به منظور مدیریت بهینه‌ی رواناب‌ها و حل مشکل سطوح نفوذناپذیر، جمع‌آوری آب از پشت‌بام‌ها می‌باشد، به طوری که برای تسکین کمبود آب و حفاظت از محیط زیست به طور فزاینده در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است [۳ و ۳۱]. در اقصی نقاط مختلف جهان مطالعات متعددی در راستای جمع‌آوری آب از پشت‌بام منازل و مناطق مسکونی که در راستای مدیریت آب باران و استحصال رواناب در حوزه‌ی آبخیز شهری صورت گرفته است. شکل ۵ نمایی از بهره‌برداری آب باران و استفاده‌ی بهینه از آن را نشان می‌دهد.

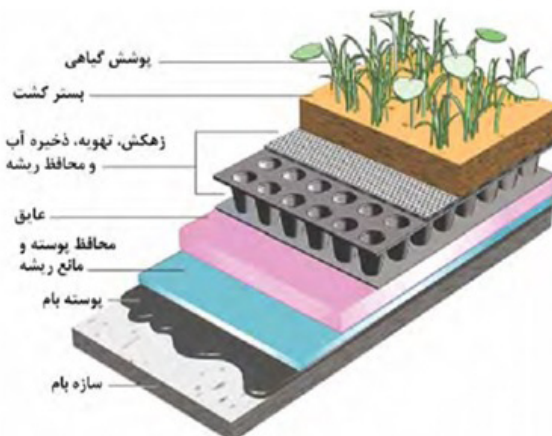


شکل ۵: استفاده از آب باران در آبیاری فضای سبز [۷]

در خاک و افزایش پتانسیل تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی می‌شود، می‌توان از راهکارهایی استفاده کرد که با اجرای روش‌های زهکشی شهری پایدار، بتوان رواناب بیش‌تری را مدیریت کرد [۲۴]. از جمله روش‌های مذکور می‌توان به استفاده از سنگ‌فرش‌ها یا روکش‌های نفوذپذیر، کاشت گسترده‌ی درختان و پوشش گیاهی، جوی باغچه، بام سبز، روکش‌های نفوذپذیر می‌توان نفوذ و تغذیه را تسهیل نمود؛ به طوری که سنگ‌فرش‌های آجری نفوذپذیر، تنها ۹ درصد از آب دریافت شده را به رواناب تبدیل می‌کنند. در اینجا به تشریح برخی از این روش‌ها پرداخته می‌شود.

بام سبز

یک سیستم چند لایه بوده که بر روی سطح آن گیاهان رشد می‌کنند (شکل ۳). نکته‌ی قابل توجه در این سیستم استفاده از گیاهانی است که در محیط پشت‌بام و در شرایط کم آبی و یا بی‌آبی و دیگر عوامل اقلیمی مقاومت کند. نوع گیاهان انتخابی بسته به نوع آب و هوا و شرایط اقلیمی مختلف و میزان و توزیع بارش سالانه وابسته می‌باشد اجرای چنین بامی تفاوت چندانی با بام‌های معمول نداشته و شامل عایق رطوبتی حرارتی پوشش ضد آب ماسه و درزپوش می‌باشند و در کنار آن شامل مصالح و عناصری است که بتوانند عمل نگهداری زهکشی رطوبت و اسباب نگهداری گیاهان (مطابق استاندارد) را در ساختمان‌سازی فراهم آورند [۲۴].



شکل ۳: نمایی از بام سبز و لایه‌های آن

روکش‌های نفوذپذیر

این پوشش می‌تواند به عنوان سنگ‌فرش برای خیابان‌هایی با ترافیک کم، معابر، پارکینگ‌ها، پارک‌ها، حاشیه‌ی سواحل و غیره مورد استفاده قرار گیرد. همچنین استفاده از فیلتر در بتن نفوذپذیر در این مطالعه، باعث جلوگیری از هدررفت و جمع‌آوری آب جهت مصرف دوباره‌ی آب می‌گردد. این سیستم از نظر اقتصادی نسبت به دیگر روش‌های تصفیه‌ی رواناب مقرون به صرفه می‌باشد (شکل ۴). روش کار این سیستم‌ها به این گونه است که رواناب ناشی از آب باران از طریق روکش نفوذپذیر به لایه‌های زیرین نفوذ کرده و لذا بخشی از آن تصفیه

تانگ [۴۵] به مطالعه‌ی کیفیت آب و تجزیه و تحلیل درآمد به هزینه سامانه‌ی جمع‌آوری آب باران در کشور هند پرداختند. نتایج وی نشان داد که الگوهای متفاوت مصارف خانگی آب در مقابل سرمایه‌گذاری و هزینه انجام شده برای سامانه‌ی مذکور سودمند می‌باشد. علاوه بر این نتایج کیفیت آب نیز نشان داد که آب باران جمع‌آوری شده می‌تواند منبع آب مناسب برای شرب به شمار رود. در پژوهش دیگر طباطبایی‌زیدی و همکاران [۴۴] با هدف تحلیلی اقتصادی روش‌های استحصال آب باران جهت مصارف کشاورزی مطالعه‌ای در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خراسان شمالی انجام دادند. نتایج ایشان نشان داد که حداکثر کارایی سامانه‌های سطوح آبگیر پیش‌بینی شده برای کشت گیاه بادام بوده است. وانجیرو و زایا [۴۷] در پژوهشی به ارائه‌ی مدلی برای استفاده از آب باران جمع‌آوری شده از پشت بام برای آبیاری چمنزار پرداخت و نشان داد در حدود ۱۷/۴ درصد پتانسیل صرفه‌جویی در مقایسه با زمانی که از منابع آب شهری به طور مستقیم استفاده می‌شود، وجود دارد. روستاد و همکاران [۳۴] عملکرد سامانه‌ی جمع‌آوری آب باران در چهار کلان شهر ایالت متحده‌ی آمریکا پرداختند و نتایج نشان داد که با کمک سامانه‌ی عادی جمع‌آوری آب باران با مساحت سقفی در حدود ۱۰۰ متر مربع و متصل به مخزنی با حجم ۵ متر مکعب تا بیش از ۶۵ درصد می‌تواند میزان نیاز به آب شرب را کاهش دهد و به طبع آن رواناب را نیز کاهش دهد. آدهام و همکاران [۱] به ارائه‌ی مدلی برای بهینه‌سازی جمع‌آوری آب باران در منطقه‌ای در تونس پرداختند و نشان دادند ارتفاع سرریز و جهت جریان اثر قابل توجهی در بازدهی سامانه‌ی جمع‌آوری آب باران دارد. سعدالدین و همکاران [۳۵] به بررسی و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی جمع‌آوری باران در پشت‌بام‌های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان پرداختند. نتایج محاسبه‌ی بیلان آبی نشان داد که جمع‌آوری آب باران به طور قابل ملاحظه‌ای حتی در ماه‌های خشک میزان تکیه بر منابع آب شیرین شهری را کاهش می‌دهد. شادمهر طوسی و همکاران [۴۰] به بررسی پتانسیل موجود برای جمع‌آوری آب از سطح پشت‌بام‌های واقع در منطقه‌ی ۹ شهرداری مشهد پرداختند. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که این سامانه با کاربری‌های مختلف از قبیل مسکونی، تجاری، آموزشی و اداری سالیانه به ترتیب قابلیت حداقل ۲۳۶۷۱۵۱، ۳۹۸۳۷، ۷۰۸۲۱ و ۱۳۲۱۵ متر مکعب ذخیره آب در یک حوزه‌ی آبخیز شهری در مشهد را دارد که رقم قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. علاوه بر این در ماه‌های پر باران کاربرد این سامانه در منازل مسکونی در سال‌هایی با بارندگی متوسط، کم‌ترین و بیش‌ترین بارندگی می‌تواند به ترتیب ۳۱، ۲۶، ۶۶ درصد از نیاز ماهانه را تأمین کند. از مزایای این سیستم با هزینه‌ای بسیار اندک، اثرگذاری قابل ملاحظه‌ای در جمع‌آوری و ذخیره‌ی نزولات دارد؛ به نحوی که به طور مثال، در صورتی که مساحت یک پشت‌بام ۴۸ متر مربع (۸ متر طول، و ۶ متر عرض) باشد؛ با در نظر گرفتن ضریب رواناب ۰/۶۹، و میزان متوسط بارندگی سالانه‌ی ۲۵۰ میلی‌متر، حجم

رواناب استحصال‌ی از این پشت‌بام ۸۲۸۰ لیتر در سال است [۳]؛ ۱۴]. با تعمیم این اعداد به مساحت پشت‌بام‌های موجود در شهرها، می‌توان نتیجه گرفت با اجرای این روش ساده، علاوه بر این که درصد قابل ملاحظه‌ای از مشکلات رواناب‌ها مرتفع می‌گردد؛ آب استحصال شده می‌تواند بسیاری از نیازهای مصرفی را در شرایط فعلی و بحرانی آب در کشور تأمین نماید. این سیستم از اجزاء بسیار ساده‌ای شامل: بخش جمع‌کننده‌ی آب باران، بخش انتقال، و بخش فیلتر و مخزن ذخیره تشکیل شده است. البته در این روش قابل ذکر است که نکاتی همچون چون به دام انداختن رسوبات و پاک کردن آن‌ها صورت منظم، برداشتن رسوبات و تمیز کردن دیواره‌های داخلی مخزن قبل از شروع فصل بارندگی اشاره کرد. بهینه‌سازی سامانه‌های بومی و رفع نواقص احتمالی آن‌ها با ارائه‌ی کمک‌های فنی و مالی به کاربران محلی، معرفی، آموزش و ترویج استفاده از این سامانه‌ها برای مصارف خانگی در سطح مراکز آموزشی از دیگر موارد مورد تأکید می‌باشد اجرای چنین سیستم‌هایی در مناطق نیمه‌خشک که مواجه با مشکل کمبود آب به خصوص در ماه‌های گرم سال مواجه هستند، به منظور تأمین و ذخیره‌ی آب در فصل بارش و دوره‌های ترسالی و استفاده آن در ماه‌های خشک‌تر قابل توصیه می‌باشد. البته در این گونه مناطق پژوهش‌های بیشتر در خصوص بیلان آبی و نیز ارزیابی مالی این گونه سامانه‌ها ضروری است [۳۵ و ۴۰].

نتیجه‌گیری

در سالیان دراز گذشته، عدم احترام به طبیعت و استعدادهای ذاتی حوزه‌های آبخیز، و برنامه‌ریزی بر اساس "خواسته‌ها"، نه "داشته‌ها"، شرایط امروزی ما را رقم زده است. بنابراین در شرایط فعلی، باید در فکر تغییر رفتار خود با طبیعت و محیط پیرامون خود باشیم. زیرا عامل کاهش بیش از حد منابع و افزایش هزینه‌ها و مخاطرات، استفاده‌ی غیر منطقی انسان از سرزمین است و سرزمین، یک منبع محدود و آسیب‌پذیر به شمار می‌رود [۳۹].

آنچه در پایداری شهری مهم می‌نماید، تداوم زندگی عادی شهروندان توأم با بالندگی و رفاه اجتماعی است که در عین برخورداری از حداکثر رفاه، به پایداری محیط شهری آسیب نرساند. متأسفانه توسعه‌ی شهری در طول دهه‌های گذشته آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به محیط زیست شهری وارد کرده است. مدل‌های عملی که برای پایداری شهری طراحی شده است به ندرت ضوابط معیارهای پایداری زیست محیطی و بهداشتی را در خود دارد؛ به طوری که حتی توسعه‌ی شهرهای اروپایی نیز باعث کمتر شدن پایداری زیست محیطی و بهداشتی شده است [۳۳]. با عنایت به موارد فوق، هدف توسعه‌ی پایدار و مدیریت منابع آب و خاک، به درستی برآورد نیاز نسل فعلی و نسل‌های آینده است. این امر با در نظر گرفتن بهره‌وری صحیح و منطقی در استفاده از منابع آب و خاک، و تلاشی مستمر در حفاظت از این منابع در سطح ملی میسر است؛ بنابراین در هنگام ترسیم برنامه‌های توسعه‌ی پایدار شهری،

لازم است اصول توسعه‌ی پایدار، قوانین محیط‌زیست، و مشارکت عمومی به طور همزمان مورد توجه قرار گیرند [۱۳]، همچنین توجه به این نکته ضروری است که آبخیزداری شهری، مقوله‌ای جدید در مدیریت منابع آب و خاک است که می‌تواند با هماهنگی و تلفیق با تخصص‌های مختلف شهری از جمله مهندسی عمران، معماری، شهرسازی، منابع طبیعی، آبخیزداری، و فضای سبز، ضمن تأمین و حفظ منابع آب و خاک، و محیط زیست، پایدار در توسعه را به دنبال داشته باشد؛ بنابراین نگرش دقیق، علمی، و واقع‌بینانه به بحث آبخیزداری شهری و تلفیق آن با مباحث توسعه‌ی پایدار شهری، راهکاری مفید و مؤثر خواهد بود؛ و این امر، مستلزم اراده و عزم ملی و اقدام‌های عملی متولیان شهری در سراسر کشور است.

در اصول و مفاهیم مربوط به آبخیزداری شهری، دستیابی به تعادل اکولوژیک در حد توان طبیعی بین منابع آب، خاک، و گیاه در حوزه‌های آبخیز شهری، مشرف، یا پیرامون شهری مطرح است؛ اما ضرورت دارد اصول زیر به دقت مد نظر قرار گرفته و رعایت شوند:

- ایمن‌سازی پایدار شهرها از هجوم و ورود سیلاب‌ها همراه با جلوگیری و مهار ورود رسوبات ناشی از فرسایش در آبخیزهای مشرف به شهرها یا پیرامون شهری به محدوده‌ی شهرها با مدیریت بهینه‌ی رواناب‌ها که منتج به پیشگیری، مهار، و ساماندهی سیلاب‌ها گردد.

- ساماندهی شبکه‌ی زهکشی در مناطق مختلف شهری با هدف جمع‌آوری، استحصال، هدایت، و استفاده از رواناب‌های درون شهری به منظور پیشگیری از آب گرفتگی معابر و سایر مسائل مشکل‌ساز، و استفاده‌ی مفید از آن‌ها.

- آمایش اراضی شهری با تأکید بر خطرات تمرکز و تجمع رواناب و سیلاب‌های درون و برون‌شهری، همراه با فراهم‌سازی امکانات استفاده از آن‌ها در مصارف شهری.

- پیشگیری و مهار انواع حرکت‌های توده‌ای زمین، به خصوص رانش و لغزش زمین در مناطق شهری.

- فراهم‌سازی امکانات زیربنایی برای ایجاد فضاهای سبز درون و پیرامون شهری به خصوص برای ایجاد تفرجگاه‌ها، تلطیف هوا، کاهش آلودگی، و پناهگاه‌ها با نقاط امن برای بهره‌برداری در زمان وقوع حوادث غیر مترقبه [۱۷ و ۴۳].

علاوه بر اصول فوق‌الذکر، لازم است با توجه به تعریف سیستمی آبخیزداری، توسط دلیری و همکاران [۳]، برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران، و مدیران اجرایی عرصه‌های شهری، آبخیزداری شهری را در سه کلاس آبخیزداری درون شهری، آبخیزداری حوزه‌های مشرف به شهر، و آبخیزداری توأم (تلفیقی) را مد نظر قرار دهند. بدون شک توجه به این امر، سهم قابل توجهی در کاهش هزینه‌های اجرایی شهر و پایدارسازی سیستم، به ویژه از جنبه‌ی منابع آب، خاک، آلودگی، رسوب، و کنترل سیل خواهد داشت؛ همچنین نظر به عدم توجه به چرخه‌ی آب مهندسی شده در ایران، به منظور اندازه‌گیری کل چرخه‌ی آب شهری و تعیین میزان نفوذ در مناطق مختلف شهر،

توجه به بحث نفوذ و غیر قابل نفوذ بودن عرصه‌های آبخیز شهری باید از اولویت‌های سیاست‌گذاران و مدیران شهری باشد؛ به علاوه لازم است نسبت به تأثیر مناطق شهری بر دینامیک آب و هوا در مقیاس زمانی، و تأثیرات این حوادث در زیرساخت‌های سیل و کیفیت آب، توجه ویژه‌ای انجام شود؛ زیرا سیستم‌های پایدار منابع آب و خاک برای پیشبرد اهداف کنونی و آینده‌ی جوامع بشری طراحی شده‌اند تا بتوانند به طور مطلوب مورد استفاده قرار گیرند.

پیشنهادهای

در پایان، به منظور پایدارسازی در شهرها و دستیابی به توسعه‌ی پایدار شهری به معنای واقعی، زمینه‌های فعالیتی زیر، به شهرسازان، مدیران و برنامه‌ریزان عرصه‌های شهری توصیه و پیشنهاد می‌گردد:

- حمایت از سرمایه‌های طبیعی حساس (آب، خاک، و زیستگاه‌های طبیعی و غیره)، و حداقل بهره‌برداری از منابع تجدیدنپذیر.

- استفاده از روش‌های نوین و مدرن در راستای استحصال آب باران و مدیریت بهینه رواناب با تأکید بر شرایط اقلیمی و نوع منطقه. بررسی کیفیت و کمیت آب حاصل از روش‌های نوین در مدیریت بهینه رواناب و مقایسه آن‌ها و ارائه مدل و روش بومی برای منطقه و نواحی کشور.

- آینده‌نگری در تصمیم‌ها، برنامه‌ریزی با افق بلندمدت، و استفاده از روش‌های علمی در ارزیابی و تصمیم‌گیری‌ها با تأکید بر این نکته که هر حوزه‌ی آبخیز شهری، بر اساس محدودیت‌ها و منابع موجود در آن مدیریت و ساماندهی شود.

- تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و اجرای شفاف و خلاقانه‌ی مدیران عرصه‌ی شهری در راستای توسعه پایدار شهری با تأکید بر استفاده از ابتکارات و روش‌های جدید در راستای دستیابی به توسعه‌ی پایدار شهری با محوریت آبخیزداری شهری.

- نگرش سیستمی بر حوزه‌های آبخیز شهری به عنوان یک اکوسیستم تأثیرپذیر و تأثیرگذار، با تأکید بر پرهیز از توجه به مبحثی خاص به عنوان اولویت مقطعی، و لزوم کلی‌نگری در مدیریت شهری.

- برنامه‌ریزی جهت کاهش حداقل خسارات به چرخه‌های حیاتی و محیط زیست درون و پیرامون حوزه‌های آبخیز شهری با تأکید بر ارزیابی محیط زیستی در پروژه‌های عمرانی، و معرفی نمونه‌های موفق در شهرهای مختلف جهان (به ویژه در زمینه‌ی مدیریت و بهره‌برداری از رواناب‌ها، و استفاده از انرژی‌های نو در امورات زندگی و حمل و نقل).

- توجه جدی به پنج رویکرد اقتصادی-اجتماعی، زیست‌محیطی، فرهنگی، هنری، و مشارکتی در اجرای برنامه‌های آبخیزداری شهری، و به تبع آن توسعه‌ی پایدار شهری.

- توجه ویژه به اثرات مطلوب اجتماعی و اقتصادی در مباحث آبخیزداری شهری (علاوه بر نگاه اجمالی به نقش آبخیزداری در حفاظت از منابع آب و خاک، و جلوگیری از سیلاب‌های ویرانگر).

Bank, Washington, DC, 164 pp.

9- Dastorani, M.T. Talebi, A. Dehghani, H., 2009. Urbanized watershed management and its role on sustainability and integration of urban development projects. Proceedings of the 4th National Conference on Watershed Management and Water and Soil Resources Management, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, I.R.Iran. pp 34-42. (In Persian)

10- Deliri, F., Khalafi, M. Seraji, H., 2009. Runoff management and droughts with water resource planning. Mahab e Ghods Magazine. 43: 21-28. (In Persian)

11- Einloo, F., Salajegheh, A., Malekian, A. Ahadnejad, M. 2018. Effect of land use change and urbanization on runoff peak discharge (Case Study: Zanjan City). Journal of Range and Watershed Management. 71(1): 205-221. (In Persian)

12- Eshtawi, T. Evers, M. Tischbein, B., 2016. Quantifying the impact of urban area expansion on groundwater recharge and surface runoff, Hydrological Sciences Journal, 61(5): 826-843.

13- Eslamian, S., Tarkesh-Esfahani, S., 2011. Water Recycling (Urban Wastewater Applications). Arkane-Danesh Publications. 340 (In Persian).

14- Fahandezh Saadi, S., 2016. The location of rainwater harvesting in needs securance of urban space. Proceedings of Workshop on Collecting Rainwater for Agriculture and Urban Greenspace. Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, I.R.Iran. pp 17-22. (In Persian)

15- Ghaffari, G., Ahmadi, H., Bahmani, O., Nazari Samani, A.A., 2017. Technical assessment of watershed operating steps in sologan aquifers basin, 70(1): 169-180 (In Persian).

16- Ghamadi, K.A., 2012. Impacts of urban growth on floods hazards in Makkah city, Saudi Arabia. International Journal of Water Resources and Environmental Engineering. 4(2): 23-34.

17- Ghodousi, J., 2008. Study and analysis of Urban Watershed management. Proceedings of the 4th National Conference on Sciences and Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran. 6 (In Persian).

18- Gholbabaie, H., Atapourfard, A., Mirab, S.M. Mehdivafa, H., 2008. Urban Watershed management status in integrated watershed management. Proceedings

- شناخت و به کارگیری پتانسیل‌های بومی و طبیعی حوزه‌های آبخیز شهری، به منظور دستیابی به توسعه پایدار شهری با الگو برداری از نتایج تحقیقات انجام شده در سایر نقاط جهان که دارای شرایط، چالش‌ها، و مسائل مشابه مناطق شهری ما بوده‌اند.
- آموزش، تبیین، و تدریس دروس ویژه‌ی آبخیزداری شهری، در مقاطع کارشناسی، کارشناسی‌ارشد، و دکتری در رشته‌های منابع طبیعی (آبخیزداری و محیط زیست)، شهرسازی، عمران، و معماری.
- انجام پژوهش‌های کاربردی و بهره‌گیری از تجارب متخصصان، با تأکید بر توسعه پایدار شهری و مدیریت رواناب‌ها در آبخیزهای شهری.

منابع

1- Adham, A., Wesseling, J.G., Riksen, M., Ouassar, M., Ritsema, C.J., 2016. A water harvesting model for optimizing rainwater harvesting in the Wadi Oum Zessar watershed, Tunisia. Agricultural Water Management, 176: 191-202.

2- Ahmadi, H. 2016. Evaluation and analysis of natural resources projects. Course notes of Ph.D., Department of Sciences and Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, I.R.Iran, 68pp. (In Persian)

3- Amos, C.C., Rahman, A., Karim, F., Gathenya, J.M., 2018. A scoping review of roof harvested rainwater usage in urban agriculture: Australia and Kenya in focus, Journal of Cleaner Production, 202(20): 174-190.

4- Brattebo, B.O. Booth, D.B., 2003. Long-Term Stormwater Quantity and Quantity performance of permeable pavement Systems; Water Research, 37: 4369-4376 .

5- Brombal, D., Niu, Y., Pizzol, L., Moriggi, A., Wang J., Critto, A., Jiang, X., Liu, B., Marcomini, A., 2018. Participatory sustainability assessment for integrated watershed management in urban China, Environmental Science and Policy 85 (2018) 54–63.

6- Brooks, K.N., Folliott, P.F.F., Greengard, H. M. and J.L.Thames.1991. Hydrology and the Management of Watersheds, Iowa State University Press/AMES.392p.

7- CIRIA, B., 2007. The SUDS Manual; CIRIA, C697; London, Uk, 599p.

8- Darghouth, S., Christopher, W. Gambarelli, G. Styger, E., Roux, J., 2008. Watershed Management Approaches, Policies, and Operations: Lessons for Scaling Up, The World

- 31- Philips, A.A., 2005. City of Tucson water harvesting guidance manual. City Department of Transportation, Storm Water Management Section, Tucson, 41p.
- 32- Platt, R.H., 2006. Urban Watershed Management sustainability, one stream at time, *Environmental*, 48 (4): 26-42.
- 33- Pourmousavi, S.M., 2009. Sustainable development of social ecology and urban violence. *Quarterly of Osweh*. 12: 16-23. (In Persian)
- 34- Rostad, N., R. Foti, F.A. Montalto, 2016. Harvesting rooftop runoff to flush toilets: Drawing conclusions from four major U.S. cities. *Resources, Conservation and Recycling*, 108: 97-106.
- 35- Sadoddin, A., M. Bai, M., Naeimi, A., 2015. Technical and economic feasibility study of rooftop rainwater harvesting system (Case Study: The Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources), *Journal of Water and Soil Conservation*, 21(6): 27-50 (In Persian).
- 36- Satterlund, D.R., 1972. *Wildland Watershed Management*. The Ronald press Company. New York. 370p.
- 37- Schmidt, P., Morrison T.H., 2012. Watershed management in an urban setting: process, scale and administration, *Land Use Policy*, 29: 45– 52.
- 38- Schussel, B., Zulma, Y., Neto, K., Nascimento, P., 2015. Urban planning based on watersheds: From theoretical debate to municipal management. *Ambiente Sociedade*, (3): 135–150.
- 39- Seyed Hosseini, S.H. Seyed Hosseini, A., 2015. Urban watershed management guarantees the sustainability of urban architecture and engineering in islamic countries with an emphasis on Iran in five infrastructure approaches. *Proceedings of the International Congress on Sustainability in Architecture and Urbanism*, Dubai, UAE. 21pp. (In Persian)
- 40- Shadmeheri Toosi, A.H., Shahnaz Danesh, SH. Seyed Mahmood Hosseini, S.M., 2017. Evaluation of potential for rainwater harvesting (Case study: A municipality District in the City of Mashhad), the 4th international conference on environmental planning and management, 23-24 May, 13pp (In Persian).
- 41- Soleimanpour, S.M. 2011. Urban watershed management fountains a road to sustainable urban development. *Proceedings of 7th National Conference on* of the 4th National Conference on Sciences and Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran. 8pp. (In Persian)
- 19- Gil, J.H., 1985. Development of Watershed FAO Blue. 26: 285p.
- 20- Heathcote, I.W., 1998. *Integrated watershed management. Principles and practice*. New York. 464pp.
- 21- Huong, H.T.L., Pathirana, A. 2013. Urbanization and climate change impacts on future urban flooding in Can Tho city, Vietnam. *Hydro l. Earth Syst. Sci.* 17: 379-394.
- 22- Huong, H.T.L., Pathirana, A. Tran, T. 2012. Facing multiple challenges: the future of flooding in Can Tho city. *Journal of Science, Earth Sciences*, 28: 84-91.
- 23- Jafarzadeh, M.S., Ostad-Ali-Askari, K., Eslamian, S., Singh, V.P., Dalezios, N.R., Etebarian, M.R., 2018. Water Management in Urban Watersheds. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, 6(2): 23-36.
- 24- Jahandede, O., Asadi, O., 2018. Modern methods for using in urban runoff management, 13th national conference on watershed management science and engineering of Iran, Mohaghegh Ardabili university, Ardabil, 2-3 October, 10 pp.
- 25- Jalilov, Sh.M., Kefi, M., Kumar, P., Masago, Y., Kumar, Mishra, B., 2018. Sustainable Urban Water Management: Application for Integrated Assessment in Southeast Asia, *Sustainability*. 12(10): 2-22.
- 26- Kidd, S., 2007. Integrated water resource management and institutional integration: realising the potential of spatial planning in England. *Geographic Journal*. 173 (4), 321–329.
- 27- Leopold, L.B., 1968. *Hydrology for Urban Land Planning: A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use*. Geological Survey Circular; U.S. Geological Survey: Washington D.C., USA. 554.
- 28- Mahdavi M., 2002. *Applied hydrology*, Tehran university press, 364 p (In Persian).
- 29- Mansell, M., Rollet, F., 2006. Water balance and the behavior of different paving surfaces. *Water and Environment Journal*. 20(1): 7-10.
- 30- Mikovits, C., Rauch, W., Kleidorfer, M., 2014. Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure. *Proceedings of the 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry*, Procedia Engineering. 1147- 1156.

Sciences and Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran. 7pp. (In Persian)

42- Soleimanpour, S.M. 2015. Urban watershed management role in urban sustainable development. Environmental Awareness Journal. 1: 60-62. (In Persian)

43- Soleimanpour, S.M. and Mesbah, H. 2016. Urban watershed management is a good solution for sustainable urban development. Proceedings of the 1st Shiraz Ecosystem Resilient Conference, Shiraz, I.R.Iran. 7pp. (In Persian)

44- Tabatabaee Yazdi, T., Davary, K., Yahya, R., 2007. Economic analysis for using rainwater harvesting methods in agriculture: (Case study: North Khorasan, Natural Resources Research Center). The 6th National Conference on Agricultural Economics, 9p. (In Persian).

45- Tang, Ch., 2009. Water quality study and cost-benefit analysis of rainwater harvesting in Kuttanad, India. B.Sc. Thesis Environmental Science from the Center of Environmental Studies at Brown University, 84p.

46- Walsh, C.J. Roy, A.H. Feminella, J.W. Cottingham, P.D. Groffman, P.M. and Morgan, R.P. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. Journal of the North American Benthological Society. 24(3): 706–723.

47- Wanjiru, E.M. X. Xia, 2015. Energy-water optimization model incorporating rooftop water harvesting for lawn irrigation. Applied Energy, 160: 521-531.

48- Website of MENARID. 2018. www.menarid.ir. (In Persian)

49- Website of Watershed Management Society of Iran. 2018. wmsi.ir. (In Persian)



Abstract

**Urban Watershed Management Role in Urban Sustainable Development with
Emphasis on Runoff Management**S.M. Soleimanpour*¹ and M. Moatamednia²

Received: 2018/07/23 Accepted: 2019/04/05

Urban area is considered as one of the main units of a catchment, if watershed considered as integrated watershed management of a watershed catchment. Today, urban watershed management, as one of the main watershed subdivisions, have designed and developed utilization strategies and sustainable management of watershed resources in urban catchment and their habitats in order to reconstruct damages caused by urban development and also try to find solutions by considering urban sustainable development to keep resources for the present and future in the urban environment, through the optimal use of land, and lowest damages to non-renewable resources. Considering the importance of the extension and development of urban watershed management in Iran and its close relationship with sustainable urban development, and the necessity of managers and planners awareness of urban areas, in this research, we attempted to study the role of urban watershed management in urban sustainable development with an emphasis on runoff control and optimal use of rain by extracting rainwater in the backyard, green roof, or in the direction of boosting water Underground such as the use of permeable coatings, all of which emphasized the importance of runoff management in urban watersheds, was emphasized. The results showed that the annual rainfall index is very severe in the desertification class, the index of drought persistence in the low desertification class, and the SPI drought index in the severe desertification class are located, and the geometric mean of these indicators and their synthesis intensity The desertification of the area on the horizon of 1409 is in severe class. The results of this study can help in the management of desertification processes in the region.

Keywords: Urban watershed management, Sustainable development, Runoff, Management

1- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran, Corresponding Author, Email: m.soleimanpour@yahoo.com

2- Ph.D. of Watershed Management Engineering