

روش های سنتی و نوین استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه خشک

زهرا نوری^۱، مجید کاظم زاده^۲، پارسا حقیقی^۳، جواد اکبری^۴ و علیرضا مقدم نیا^۵

۱، ۲، ۳، ۴-دانشجویان کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی تهران

۵-دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

بارش باران در مناطق خشک و نیمه خشک محدود به طول دوره کوتاه و شدت زیاد است و از طرفی به طور یکنواخت توزیع نشده است لذا جمع آوری و ذخیره سازی آب باران در این مناطق اهمیت زیادی دارد. شیوه های مختلف جمع آوری و ذخیره سازی آب باران با استفاده از ایجاد و احداث سامانه های سطوح آبگیر باران در مناطق روستایی و شهری از دیر باز روشی برای تامین آب جهت مصارف مختلف به ویژه کشاورزی بوده است. استحصال آب باعث تامین یک منبع آب اضافی برای مناطق شهری و غیر شهری، کاهش دبی پیک، کاهش خطر آب گرفتگی معابر، بهبود کیفیت آب و تغذیه آبهای زیر زمینی می شود. در این مقاله سعی شده با معرفی شیوه های سنتی و مدرن مدیریت منابع آب، استحصال آب به عنوان روشی مدیریتی در جهت توسعه پایدار مورد بحث قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آب باران، استحصال آب، مناطق خشک و نیمه خشک، مناطق شهری و روستایی.

Traditional and Modern Methods of Rainwater Extraction in Arid and Semi-arid Areas

Zahra Noori¹, Majid Kazemzadeh^{2*}, Parsa Haghghi³, Javad Akbari⁴,
Ali Reza Moghaddamnia⁵

1, 2, 3, 4- MSc Student of Faculty of Natural Resources, Tehran University

5- Associate Professor of Faculty of Natural Resources, Tehran University

Abstract

Rainfall in arid and semi-arid area is limited by short duration and high intensity. On the other hand, this not distributed uniformly. As a result, rainwater collection and storage is very important in these areas. Different methods for water extraction and storage have long been employed using rainwater catchment levels systems in the rural and urban areas to water sources supply for a variety of consumptions especially agriculture. Water extraction is an additional water resource supply in the rural and urban area and lead to decrease peak flows, reduce the damage of urban drainage systems, and improve water quality and groundwater recharge. In this research, it is tried to introduce the modern and traditional water resources management, and water extraction is discussed as an important method for sustainable development.

Key words: Rainfall, water extraction, arid and semi-arid areas, rural and urban areas.

* Corresponding Author's E-mail(Mkazemzadeh@ut.ac.ir)

مقدمه

آب مایه‌ی حیات است و به روش‌های مختلفی مصرف می‌شود، همچنین بخشی از اکوسیستم‌های بزرگ را شامل می‌شود که تولید مثل تنوع زیستی به آن بستگی دارد. کمبود آب شیرین تنها مشکل مناطقی با آب و هوای خشک نیست بلکه در مناطقی با عرضه‌ی خوب، دسترسی به آب سالم یک مشکل بحرانی است. کمبود آب به دلایلی از جمله کاهش ظرفیت ذخیره سازی آب، نفوذ کم، نوسانات فصلی و سالانه بارش و تبخیر زیاد ایجاد می‌شود. پیش از این، استحصال آب تنها برای مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار می‌گرفت اما اخیراً استحصال آب در مناطق نیمه مرطوب و مرطوب نیز گسترش یافته است (Sivanappan, 2006).

جمع آوری و ذخیره سازی آب باران در مناطق خشک و نیمه خشک که دارای ویژگی‌های مانند کمبود بارش و بالا بودن میزان تبخیر و تعرق هستند اهمیت زیادی دارد. شیوه‌های مختلف جمع آوری و ذخیره سازی آب باران با استفاده از ایجاد و احداث سامانه‌های سطوح آبگیر باران از دیر باز روشی برای تامین آب جهت مصارف مختلف به ویژه کشاورزی بوده است (قدوسی، ۱۳۷۶). سیستم‌های سطوح آبگیر باران یکی از روش‌های متدائل در بهره برداری از آب‌های نظیر آب‌های سیلابی و آب باران می‌باشد. در استحصال آب رواناب حاصل از باران جمع آوری و ذخیره سازی می‌گردد و در اراضی مجاور یا نزدیک محل جمع آوری جهت آبیاری تکمیلی و یا سایر مصارف مورد استفاده قرار می‌گیرد (علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۵) به منظور دستیابی به اهداف توسعه پایدار و کشاورزی پایدار در مناطق خشک از جمله ایران، صرفه جویی در مصرف آب و مدیریت مناسب آب و خاک ضروری است. بهینه سازی بهره برداری از ریزش‌های جوی یکی از راهکارهای اجرایی مدیریت و بهره برداری از آب قابل دسترس به ویژه برای احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی می‌باشد (Hoogmoes & Stroosnijder, 1984).

Balasubramanya (۲۰۰۶) به بررسی امکان استفاده از آب باران به عنوان منبعی بدون آلودگی برای آشامیدن پرداخت. با استفاده از روش‌های جمع آوری آب باران از پشت بام منازل با روش‌های مانند کلرزنی، ضدغونی خورشیدی و استفاده از نیترات نقره که آلودگی آب را کاهش می‌داد نشان داد که همه روش‌های بالا باعث کاهش آلودگی و مناسب شدن آب برای آشامیدن می‌شود.

لذا هدف از این مقاله معرفی انواع روش‌های استحصال آب در مناطق شهری و روستایی جهت بهینه سازی بهره برداری از ریزش‌های جوی جهتمدیریت و بهره برداری از آب قابل دسترس به ویژه برای احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی و سایر اهداف می‌باشد.

۱- تعریف استحصال آب

به معنی جمع آوری و ذخیره آب باران و رواناب حاصل از آن و استفاده از آن برای آبیاری سالانه محصولات، مراتع و درختان، مصارف خانگی و دام و تغذیه آب زیرزمینی است. اجرای این طرح باعث افزایش آب مورد نیاز در دسترس و در نتیجه منجر به تولید اقتصادی می‌گردد.(Taghvaei abrishmi, 2007)

۲- مفهوم استحصال آب در کشاورزی

افزایش تقاضا برای آب بویژه برای بخش کشاورزی همچنین برای مصارف خانگی و اهداف صنعتی باعث افزایش نیاز به آب می‌شود بنابراین استحصال آب باران باعث افزایش بهره وری کشاورزی در مناطق روستایی می‌شود. بطور مثال ۴ هکتار زمین با بارش سالانه ۱۵۰ میلیمتر بارش داریم، این میزان بارش برای تولید هر محصولی کافی نیست. در صورتیکه ۲ هکتار اراضی کشت صورت نگیرد و سهم بارندگی سالانه خود را به نیم دیگر منتقل کند میزان تولید افزایش می‌یابد و اگر ۳ هکتار از کل اراضی به استحصال آب برای بخش باقیمانده زمین اختصاص دهیم میزان تولید بسیار بیشتر از حالت قبل می‌شود.

۳- اهداف استحصال آب در مناطق خشک

- بهبود شرایط زندگی مردم ساکن در مناطق خشک

- جایگزین کردن منبعی از آب بجای استفاده از آب‌های زیرزمینی

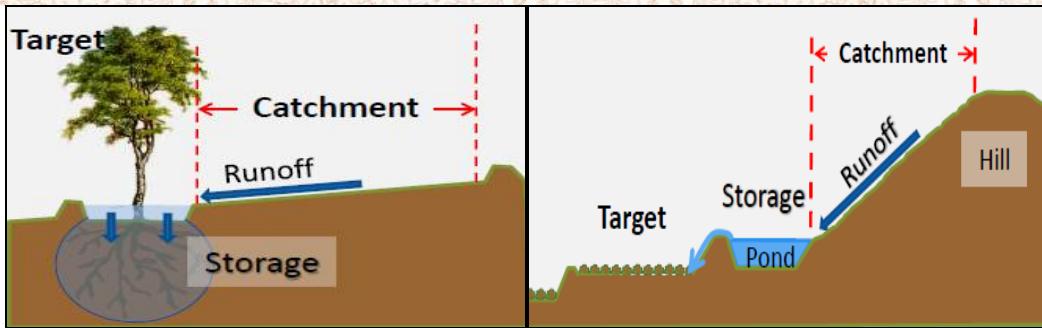
- کاهش رسیک سیلاب

- کاهش رسیک فرسایش خاک

- تغذیه آب‌های زیرزمینی

- کاهش رسیک و افزایش تولید

مولفه‌های یک سیستم استحصال آب شامل سطح آبگیر، محل ذخیره آب و منطقه هدف است. استحصال آب می‌تواند در سطح کوچک یا سطح بزرگ انجام شود. سیستم‌های آبگیر کوچک^۱ رواناب سطحی از یک سطح آبخیز کوچک با طول کوتاه جمع آوری می‌کند. این روش در یک قطعه زمین زراعی انجام می‌شود و آب استحصالی در محل ریشه گیاه ذخیره شده و مستقیماً به مصرف گیاه می‌رسد. سیستم‌های آبگیر بزرگ^۲ آب را از سطح بزرگتری جمع آوری کرده و در داخل مخزنی ذخیره می‌کند و سپس به منطقه هدف منتقل می‌شود که در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱- سیستم استحصال آب بزرگ مقیاس (سمت راست) و استحصال آب کوچک مقیاس (سمت چپ) (Prinz, 2011)

۴- چهار چوب طبیعی شرایط استحصال آب

حجم برنامه های استحصال آب بستگی به بارش که شامل متوسط بارش در هر فصل، تغییرات سالانه بارش، توزیع بارش در فصل بارانی، شدت بارش و تعداد وقایع بارش در هر فصل و ویژگی های خاک مانند عمق خاک منطقه (عمیق بودن)، نوع خاک حوضه آبخیز (نرخ تولید رواناب آن) و کیفیت خاک (ظرفیت نگهداری بالا) دارد.

۵- روش های استحصال آب

طبقه بندی سیستم های استحصال آب به روش های متفاوتی صورت می گیرد که رایج ترین نوع طبقه بندی آن بر اساس وسعت سطح آبگیر است که شامل سطوح آبگیر کوچک (پشت بام منازل و داخل مزرعه) و سطوح آبگیر بزرگ (سیستم های با شیب زیاد و سیستم های سیلابی) است در شکل ۲ نشان داده شده است.

۶- روش های استحصال آب در مناطق روستایی

طبقه بندی سیستم های استحصال آب به روش های متفاوتی صورت می گیرد که رایج ترین نوع طبقه بندی آن بر اساس وسعت سطح آبگیر است که شامل سطوح آبگیر کوچک (پشت بام منازل و داخل مزرعه) و سطوح آبگیر بزرگ (سیستم های با شیب زیاد و سیستم های سیلابی) است (چکشی و طباطبایی، ۱۳۹۲).

۷- سیستم های سیلابی

استفاده از سیلاب های تولیدی ناشی از ریزش های جوی کوتاه مدت از طریق انحراف سیلاب ها از مسیل ها و آبراهه ها و پخش آنها در اراضی کم شیب به منظور ذخیره رطوبت در پروفیل خاک برای زراعت دیم که در حال حاضر نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

۸- سیستم های شیبدار یا جمع آوری رواناب از حاشیه تپه ها

این روش که به پخش سیلاب معروف است رواناب سطحی توسط مجاری کوچک به اراضی هموار در پایین دست شیب منتقل می شود. در واقع پخش سیلاب مجموعه عملیاتی است که موجب تمرکز و گستردگی شدن آبهای غیر متمرکز و گسترش آن در اراضی کم شیب می باشد.



شکل ۲- روش های استحصلال آب

۹- سیستم های درون مزرعه ای

سیستم های آبگیر درون مزرعه ای طراحی نسبتا ساده با صرف هزینه اندک دارند. به آسانی قابل اجرا بوده و سازگاری نسبتا زیادی دارند. توانایی بیشتری در تولید رواناب نسبت به سطوح بزرگ دارند و فرسایش خاک را کنترل می کنند. سطوح آبگیر کوچک در هر شیبی و برای هر نوع محصولی قابل اجراست، اما نیاز به نگهداری مداوم و تحمل زحمات نسبتا زیاد دارد. مهم ترین سیستم های درون مزرعه ای شامل پشت های هلالی شکل، چاله های کوچک، حوضچه های کوچک رواناب، سطوح نواری، بند سار و تراس بندی روی خطوط تراز است.

۱۰- پشت بام منازل

در این روش سطح پشت بام منازل به عنوان سطح آبخیز در نظر گرفته شده و کلیه نزولات ریخته شده بر روی این سطح به طرف یک مخزن هدایت می شود و از این آب برای شرب دام های اهلی استفاده می شود. این سیستم می تواند در گلخانه ها، حیاط منازل و یا هر سطح غیر قابل نفوذ دیگری مانند جاده ها جمع آوری و سپس ذخیره سازی شود.



شکل ۳- دو نمونه مخزن جمع آوری آب از سقف منازل را نشان می دهد (The University of Arizona Cooperative Extension, 2012)

۱۱-استحصال آب در مناطق شهری

مناطق شهری به دلیل شدت بالای آلودگی و جمعیت زیاد با تقاضای زیاد آب روبه رو هستند. به علاوه مشکل اصلی توزیع نامناسب با دسترسی نسبتا کم آب است. تقاضای آب در مناطق شهری برای مصارف خانگی، غیرخانگی مانند مدارس و بیمارستانها، صنایع، استفاده تفریحی و سرگرمی مانند شنا و ورزش‌های آبی، استفاده زیست محیطی و استفاده کشاورزی برای پارک‌ها، باغچه‌ها و کشاورزی شهری است. مناطق شهری با مشکلاتی زیادی مرتبط به آب روبه رو هستند از جمله

- کمبود آب از منابع سنتی و بنابراین استحصال آب یک منبع عرضه مکمل است.

- سیلاب‌های شهری، استحصال آب به عنوان یک اقدام کاهش سیلاب است.

- برداشت زیاد از آب‌های زیرزمینی، استحصال آب به عنوان یک روش تغذیه مصنوعی است.

- از بین رفتن دریاچه‌ها و آبراهه‌های طبیعی، استحصال آب به عنوان یک روش تجدید کننده این آب‌ها است.

تکنولوژی مدیریت آب در مناطق شهری جهت بهبود کیفیت آب و کاهش تغییرات هیدرولوژیکی است. شهری شدن نه تنها باعث افزایش فراوانی و اندازه نقطه پیک جریان می‌شود بلکه باعث کاهش جریان پایه نیز می‌شود (Price, 2014). (تکنولوژی مناسب بستگی به رژیم جریان دارد که عبارتند از:

(۱) تکنیک‌های براساس نفوذ جریان آب شامل گودال‌ها، ترانشه‌های نفوذ، سیستم‌های نگهدارنده زنده، حوضه‌های نفوذ و پیاده روهای نفوذپذیر است. از ویژگی‌های مشخص این گروه کمک به تقویت جریان پایه از طریق تغذیه جریان‌های زیر سطحی و آب زیرزمینی است (Fletcher et al., 2013).

۱۲- گودال‌ها (Swales)

قسمت‌های کم عمق از زمین، که مرطوب یا باتلاقی است که ممکن است بطور طبیعی یا توسط انسان ساخته شود. گودال‌های مصنوعی اغلب برای مدیریت رواناب، کاهش آلینده‌ها و افزایش نفوذ آب باران طراحی می‌شوند. این گودال‌ها به منظور کاهش سرعت رواناب و حفظ آن با گسترش رواناب به صورت افقی در روی زمین (در طول خطوط ارتفاعی تراز) باعث تسهیل نفوذ آب به خاک می‌شوند. کاشت درختان و بوته‌ها در طول گودال می‌تواند با ایجاد سایه باعث کاهش تبخیر آب شود (la te zaetL., 2013) (شکل ۱-۴).

۱۲- حوضه‌های نفوذ (Infiltration basin)

حوضه‌های نفوذ برای نگهداری رواناب برای مدت کوتاهی تا آب به سطح آب زیرزمینی نفوذ کند استفاده می‌شود. یکی از بهترین اقدامات مدیریتی (BMP) است که باعث تصفیه رواناب و جذب آلینده‌ها با استفاده از سایت پوشش گیاهی و خاک می‌شود. حوضه‌های نفوذ برای مناطق زهکشی بزرگ مناسب است و آب ذخیره شده در سطح حوضچه قابل مشاهده است.

این حوضچه ها باید توانایی نگهداری آب را به اندازه کافی داشته باشند تا تصفیه آب به حد مجاز برسد و همچنین توانایی تخلیه رواناب را هرچه سریعتر داشته باشند(پاک باز و پیر مرادیان، ۱۳۹۱). (شکل ۴-۲).

۱۳- ترانشه های نفوذ (TrenchesInfiltration)

ترانشه های نفوذ برای مناطق زهکشی کوچک مناسب است و رواناب را در مخلوطی از شن و سنگ و خارج از دید ذخیره می کند. ترانشه توسط یک فیلتر پوشیده شده و یک لایه از فیلتر کمی پایین تر از سنگ سطحی برای اخذ رسوبات زیر خاک قرار می گیرد. حوضچه ها و ترانشه های نفوذ باید بطور دوره ای برای حذف رسوبات و احیای نفوذ پذیری تمیز شوند(Norrström, 2005) (شکل ۴-۳).

۱۴- سیستم های نگهدارنده زنده (Raingardens)

در این سیستم آلدگی و رسوب از رواناب های سطحی حذف می شود. رواناب در یک منطقه که شامل یک نوار بافر چمن، بستری از شن و ماسه، سطح نگهدارنده، لایه آلی یا یک لایه مالچ، خاک زراعی و گیاهان است جمع آوری می شود و بتدریج نفوذ می کند. ابتدا رواناب با عبور از لایه شن و ماسه سرعت آن کاهش می یابد و بطور یکنواخت در سطح نگهدارنده که متشکل از یک لایه آلی یا پوشش و خاک زراعی است توزیع می شود و سپس به تدریج به منطقه نگهدارنده زنده یا تبخیر و تعرق نفوذ می کند(Trowsdale & Simcock., 2011) (شکل ۴-۴).

۱۵- پیاده روهای نفوذ پذیر (Porous pavements)

پیاده روهای نفوذ پذیر اجازه می دهد آب از سطوحی که معمولا نفوذ ناپذیر است مانند آسفالت و یا سیمان، بتن و پارکینگ-ها نفوذ کند. باران و برف ممکن است آب زیرزمینی را تغذیه کنند و هوا برای تغذیه ریشه گیاهان و درختان از آن عبور می کنند. این سطوح باعث کاهش ریسک آبگرفتگی معابر، حفظ آب زیر سطحی و نفوذ تدریجی آن به خاک، کنترل آلدگی از طریق تخریب هیدروکربن ها به دی اکسید کربن و آب و حفظ فلزات در ساختار نگهدارنده خود برای جلوگیری از ورود به آب های زیرزمینی می شود(Scholz & Grabowiecki., 2013) (شکل ۴-۵).



شکل ۴- روش‌های استحصال آب در مناطق شهری (<http://www.phillywatersheds.org>, 2014)

۲) تکنیک‌های بر اساس حفظ و نگهداری رواناب که شامل تالاب‌ها، استخرها، سقف‌های با پوشش گیاهی، استحصال آب باران و آب سیلابی (تانک، حوضچه‌های ذخیره) که ویژگی مشخص این گروه، حفظ رواناب است. این روش‌ها ممکن است در نزدیک منبع یا در انتهای حوضه اعمال شود.

۱۵- تالاب‌ها (Wetlands)

تالاب‌ها بخش مهمی از محیط زیست طبیعی هستند. آنها سواحل را از برخورد امواج محافظت می‌کنند، باعث کاهش اثرات سیل، جذب آلاینده‌ها، تغذیه آب‌های پایین دست و بهبود کیفیت آب می‌شوند. آنها زیستگاهی برای حیوانات و گیاهان فراهم می‌کنند و شامل گیاهان و حیواناتی که در هیچ جای دیگر یافت نمی‌شوند. تالاب‌ها همچنین به دلیل نقش کلیدی خود در ماهیگیری، شکار، کشاورزی و تفریح و سرگرمی دارای اثرات اقتصادی هستند (Hettiarachchi, 2014) (شکل ۱-۵).

۱۶- سقف‌های سبز (Green roofs)

شهرهایی مانند شیکاگو، کاشت گیاهان را بر روی سقف‌ها برای دریافت و استفاده از آب باران آغاز کردند. بام‌های سبز علاوه بر افزودن زیبایی به بام ساختمان‌های تجاری باعث ارائه منافع اقتصادی از طریق کاهش حرارت و هزینه‌های نگهداری می‌شود (Mitchell et al., 2009) (شکل ۲-۵).

۱۷- استخرها (Ponds)

استخرها یا حوضه‌های نگهدارنده آب را معمولاً به پایین‌ترین نقطه از باغ از طریق یک سری از لوله‌ها یا نهرهای خشک هدایت می‌کند. آنها معمولاً دارای آب دائمی هستند که نیاز به دریافت آب باران بیشتر در آب و هوای گرم دارند (Winewatch, 2009) (شکل ۳-۵).



شکل ۵- روش‌های نگهداری آب باران (EPA, 2011)

بارش می‌تواند از سقف ساختمان‌های مسکونی و صنعتی و انبارها، مناطق سنگفرش و بدون سنگفرش جمع آوری شود. جمع آوری باران از این سطوح می‌تواند منبع آب پایدار و مناسبی را در جهت توسعه فضای سبز ایجاد کند. استحصال آب می‌تواند با اهداف مختلفی صورت گیرد. سیستم استحصال آب می‌تواند به مناطق بزرگ مقیاس مانند پارک‌ها، مدارس، مکان‌های تجاری، پارکینگ‌ها و مجتمع‌های آپارتمانی و مناطق کوچک مقیاس مانند منازل مسکونی تقسیم شود در شکل (۶) دو نمونه از روش‌های استحصال آب نشان داده شده است.



شکل ۶- یک سنگفرش نفوذ پذیر (۱) و (۲) برش لبه پیاده روهای برای هدایت آب به فضای سبز را نشان می‌دهد (<http://www.perviouspavement.org>)

نتیجه گیری

با توجه به ذاتی بودن پدیده خشکی در ایران استفاده بهینه از آب موجود و کنترل رواناب و استفاده از آنها برای اهداف خاص، راهبردی اساسی برای رفع کم آبی در کشور است. تقاضا برای آب روز به رو نه فقط برای کشاورزی بله برای مصارف خانگی و صنعتی افزایش می‌یابد.

استحصال آب باران بطور قابل توجهی باعث افزایش توانایی سیستم‌های نگهداری رواناب برای کاهش حجم سالانه رواناب برگشتی به سطوح توسعه یافته می‌شود. بعلاوه باعث کاهش نقطه پیک سیلاب و کاهش رسیک سیلاب، تامین تقاضای روزانه مثلا برای آبیاری، می‌شود. استحصال آب باعث تامین یک منبع آب اضافی برای مناطق شهری و غیرشهری می‌شود در نتیجه توجه به استحصال آب در سال‌های اخیر بسیار افزایش یافته است. با توجه به پیشرفت‌های زیاد تکنولوژی هنوز درک درست از ساختار مکانی و زمانی بارش هنوز ضعیف است. بنابراین اولویت‌های تحقیقاتی توسعه روشنی دقیق‌تر برای

پیش بینی بارش کوتاه مدت است. افزایش رواناب های شهری تهدیدی جدی برای انسان و آب است و همچنین فرصتی مناسب برای جوامع شهری است، استحصال آب مازاد می تواند از تخریب اکوسیستم های آبی حفاظت کند و یک منبع آب جدید برای شهرها فراهم کند. بنابراین انجام تحقیقاتی برای تعیین کمیت ارزش های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی استحصال آب و تکنولوژی های جدید برای اخذ، تصفیه و توزیع این آب ها نیاز است.

بنابراین، همانطور که بحث شد نیاز به اقدامات استحصال آب در مناطق شهری و روستایی برای استفاده در کشاورزی، آب آشامیدنی و سایر اهداف است. و همچنین باعث پیشگیری از ایجاد سیلاب های شهری، آب گرفتگی معابر و تغذیه سفره های آب زیرزمینی می شود.

فهرست منابع

پاک باز، ح. و پیر مرادیان، م.، ۱۳۹۱. بررسی پیرامون کیفیت رواناب های ناشی از بارندگی در حوضه. اولین کنفرانس ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، مشهد، ۲۲-۲۳ آذر ماه، ۸ صفحه.
طباطبایی یزدی، ج.، داوری، ک. و رئوف، ی.، ۱۳. تحلیل اقتصادی روش های استحصال آب باران برای کشاورزی، مطالعه موردي: ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خراسان شمالی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۹-۸ آبان، ۹ صفحه.

چکشی، ب. و طباطبایی یزدی، ج.، ۱۳۹۱. استحصال آب باران شیوه ای جهت استفاده از دانش بومی به منظور تامین آب در مناطق خشک، اولین همایش سامانه های سطوح آبگیر باران، مشهد، ۲۲-۲۳ آذر ماه، ۱۳ صفحه.
دستورانی، م.ت.، ۱۳۸۷. ارزیابی روش های نوین و پایدار در تامین آب برای توسعه فضای سبز، سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، کیش، ۴-۵ اسفند، ۱۱ صفحه.

دستورانی، م.ت.، ۱۳۹۱. بررسی امکان جمع آوری آب از سطح جاده ها و بزرگراهها جهت ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک، اولین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، مشهد، ۲۲-۲۳ آذر ماه، ۹ صفحه.
علیزاده، ا. و کوچکی، ع.، ۱۳۶۵. اصول زراعت در مناطق خشک، انتشارات آستان قدس، ۳۳۶ صفحه.

قوسوی، ج.، ۱۳۷۶. در جستجوی آب: نگاهی به سیستم های سطوح آبگیر باران در ایران، وزارت جهاد سازندگی با همکاری شهرداری تهران، ۱۰۸ صفحه.

لگزیان، ر. و حجی پور، م.، ۱۳۹۱. آبخیزداری شهری، رویکردی نوین در مدیریت رواناب برای دستیابی به توسعه پایدار شهری، اولین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، مشهد، ۲۲-۲۳ آذر ماه، ۱۰ صفحه.

Balasubramanya, N., 2006. Harvested Rainwater for Drinking. National Seminar on Rainwater Harvesting and Water Management, Nagpur.14: 16-19.

Environmental Protection Agency, 2011.

Fletcher, T.D., Andrieu, H. and Hamel, P., 2013. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters. Advances in Water Resources 51: 261-279.

Hettiarachchi, M., Morrison, T.H., Wickramsinghe, D., Mapa, R., Alwis, A.D. and Mcalpine, C., 2014. The eco-social transformation of urban wetlands: A case study of Colombo, Sri Lanka". Landscape and Urban Planning, 132: 55-68.

Hoogmoes, W.G. and Stroosnijde, L., 1984. tillage for soil and water conservation in the semi-arid. Soil till. 321-337.

<http://www.perviouspavement.org>.

<http://www.phillywatersheds.org>



- Lmteaz, M.A., Ahsan, A., Rahman, A. and Mekanik, F., 2013. Modelling stormwater treatment systems using MUSIC: Accuracy. Resources, Conservation and Recycling, 71: 15-21.
- Mitchell, V.G. and Morella, C., 2009. Quantifying stormwater benefits of extensive vegetated roofs in Melbourne. Towards water sensitive cities and citizens. The 6th international water sensitive urban design conference and hydropolis#3. AWA, Engineers Australia, SIA Western Australia, Perth.
- Norrström, A. C., 2005. Metal mobility by de-icing salt from an infiltration trench for highway runoff. Applied Geochemistry, 20: 1907-1919.
- Price, K., 2014. Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on base flow hydrology in humid regions: a review. Progress in Physical Geography; 35:465–92.
- Scholz, m. and Grabowiecki, P., 2013. Review of permeable pavement. Building and Environment, 42: 151-161.
- Sivanappan, R.K., 2006. Rain Water Harvesting, Conservation and Management Strategies for Urban and Rural Sectors". National Seminar on Rainwater Harvesting and Water Management, Nagpur.14: 1-5.
- Taghvaei abrishmi, A.A., 2007. Traditional Water Harvesting Systems Collections in Iran. International History Seminar on Irrigation and Drainage, 429- 444.
- The University of Arizona Cooperative Extension, 2012.
- Trousdale, S.A. and Simcock, R., 2011. Urban stormwater treatment using bioretention, Journal of Hydrology, 397: 167-174.
- Trousdale, S.A., Simcock, R., 2011. Urban stormwater treatment using bioretention, Journal of Hydrology, 397:167-174.
- Winewatch: Fact Sheet5, 2009. Ponds for percolation/ evaporation and storage of wastewater from small wineries ponds. Curtin University.