

جمع آوری آب باران راهکاری برای کاهش مصرف آب

سارا صادقی

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

sa.sadeghi.1391@gmail.com

مریم قاسمی سیچانی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

mghasemi@khuisf.ac.ir

چکیده

موضوع کمبود آب در اکثر مناطق خشک، نیمه خشک از جمله کشور ایران معضل بزرگی به شمار می رود. استفاده بهینه از منابع آبی موجود و تلاش جهت دستیابی به منابع آبی جدید دو راه حل عمده برای رفع نسبی این مشکل به شمار می رود. جمع آوری آب باران یکی از راهکارهای مدیریت آب برای مقابله با کم آبی می باشد که در مناطق مواجه با کم آبی به سرعت در حال توسعه است. جمع آوری آب باران یک تکنولوژی استفاده شده برای جمع آوری و ذخیره آب باران از روی پشت بام، سطح زمین، و یا پنجره ها است که از سیستم های ساده از قبیل آب پاش ها، تانک ها و مخازن استفاده می کند. روش تحقیق در این مقاله کیفی است و از روش مطالعه و بررسی اسناد و مدارک استفاده شده است. این مقاله به بررسی مفاهیم مرتبط با سیستم های جمع آوری آب باران و اجزاء آن، انواع این سیستم ها می پردازد و عملکرد آن ها در صرفه جویی مصرف آب را مورد مطالعه قرار می دهد. در اینجا منظور از جمع آوری آب باران صرفاً به دام انداختن آب روی سطح بام ساختمان است. از آنجایی که مدیریت فاضلاب سطحی حاصل از آب باران فرصتی خاص برای جمع آوری آب باران و استفاده مجدد است، با توجه به شرایط اقلیمی سایت و در نظر گرفتن ویژگی های مکانی و زمانی کاربری مورد نظر این سیستم ها می توانند گزینه ای مناسب در جهت کاهش آب آشامیدنی باشند.

واژه های کلیدی: جمع آوری آب باران، کاهش مصرف آب، سطح بام ساختمان .

– مقدمه

بیش از ۹۵ درصد از سطح غرب آسیا و شمال آفریقا در اقلیم سرزمین‌های گرم و خشک قرار دارد. این نواحی دارای اقلیم مدیترانه‌ای، زمستان‌های سرد و بارانی و تابستان‌های گرم و خشک هستند (Owieis, Hachum and Kijine 1999).

در مناطق خشک و نیمه خشک بارندگی کم، نامطمئن و دارای توزیع زمانی نامناسب است و عمده بارش به خاطر عوامل مختلفی از جمله کمبود پوشش گیاهی و شدت زیاد بارش به رواناب تبدیل می‌شود. مثلاً ۱۰ میلی‌متر بارش در این مناطق قادر است ۱۰۰ هزار لیتر رواناب در هکتار تولید کند. از طرفی تبخیر در این مناطق بسیار بالا بوده و همین میزان کم بارش را نیز از دسترس خارج خواهد کرد. جمع‌آوری این میزان آب می‌تواند در مناطقی که سایر منابع آب وجود ندارد یا به دلیل هزینه یا کیفیت پایین آب زیرزمینی نمی‌توان چاه احداث نمود، بسیار مفید باشد. به همین خاطر است که استفاده از سیستم‌های جمع‌آوری آب از گذشته‌ای دور در این مناطق رواج یافته تا بتوان به طرق مختلف این آب را جمع‌آوری کرده و در مواقع نیاز مورد استفاده قرار داد (2003 Anschutz.J., et al).

نمودار (۱) میزان بارندگی ایران را با متوسط بارندگی جهان و آسیا مقایسه نموده است.

سیستم‌های جمع‌آوری آب باران، آب باران را از روی پشت بام‌ها سطح زمین و یا پنجره‌ها جمع‌آوری و ذخیره می‌کنند و به این منظور از سیستم‌های ساده از قبیل آب‌پاش‌ها، تانک‌ها و مخازن استفاده می‌کنند. بارانی که به سطح زمین می‌رسد غالباً به عنوان فاضلاب سطحی در نظر گرفته می‌شود زیرا کیفیت آن اغلب پایین‌تر است به این دلیل که پتانسیل بیشتری برای آلوده شدن دارد. در مقیاس شهری، مدیریت فاضلاب سطحی یک فرصت خاص برای جمع‌آوری و استفاده مجدد است. اما این خارج از محدوده اهداف این مقاله است و در اینجا منظور از جمع‌آوری آب باران صرفاً به دام انداختن آب روی سطح بام ساختمان است. سه ملاحظه اولیه هنگامی که جمع‌آوری آب باران در هر مقیاسی داریم وجود دارد.

اول، آب جمع‌آوری شده باید به قدر کافی برای استفاده مورد نظر، تمیز باشد.

دوم، آب باید به طور فصلی و به اندازه‌ی کافی و مطمئن در دسترس باشد.

سوم، ناحیه باران‌گیر (حوزه آبخیز) و حجم جمع‌آوری باید برای تأمین تقاضا برای هر سیستمی که هدف مورد خدمت قرار گرفتن است، کافی باشد (Cascadia Green Building Council 2011).

در فصل‌های گرم سال نیز توجه داشته اند و برای تحقق این مساله، «آب انبار» را بنیان گذاشته اند.

۳- انواع سیستم های جمع آوری آب باران

سیستم‌های جمع‌آوری آب باران به ۳ نوع اصلی تقسیم می‌گردند که عبارتند:

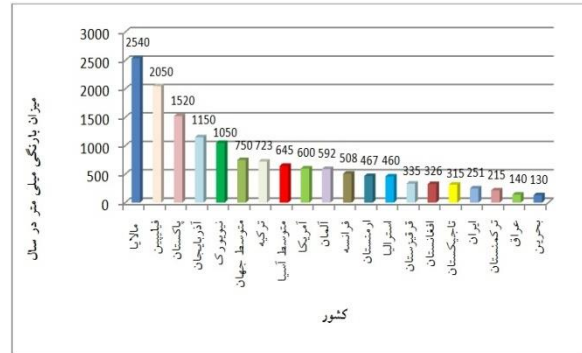
- حفاظت و نگهداری رطوبت (حفاظت آب و خاک) برای تولید محصولات زراعی.
 - متمرکز نمودن روان آب برای حیوانات اهلی، وحشی و زراعت
 - جمع‌آوری و ذخیره‌سازی روان آب به دست آمده از بام‌ها و سطح زمین برای مصارف خانگی و زراعی (احمدی و دیگران ۱۳۹۱).
- که از موارد فوق مورد سوم در حوزه معماری می‌گنجد.

۴- اجزاء سیستم

اجزاء سیستم جمع آوری آب باران در نمودار ۴ نشان داده شده است، در زیر به صورت مفصل توضیحاتی راجع به هر جزء داده می‌شود.

- رویه سقف:

ناحیه باران‌گیر آب باران معادل ناحیه سطح تماس لازم سقف است که در مقابل سطح ناحیه ای سقف قرار می‌گیرد (به نمودار ۲ نگاه کنید). هر سطح آبگیری باید تمیز و عاری از خاک و خاشاک و سنگ و شن باشد که این امر با کم کردن هر پوشش گیاهی آویزان از ساختار سقف و شست و شوی



نمودار (۱) مقایسه میانگین بارندگی در نقاط مختلف جهان،

(یونسکو ۱۳۹۲)

۲- پیشینه جمع آوری آب باران

جمع آوری آب باران در اردن از ۸۵۰ سال قبل از میلاد استفاده می‌شده است. مثال‌های تاریخی مشخص که به طور مؤثر از سیستم‌های جمع آوری آب استفاده کرده‌اند شامل مخازن سنگ برش بناتین پترا زیرزمینی یافت شده در صحرای اومایا^۱، قلعه‌های زمان کروسادر^۲ و خانه‌های سنتی روستایی است (Hoffman and Bil, Ghobbano, 2011).

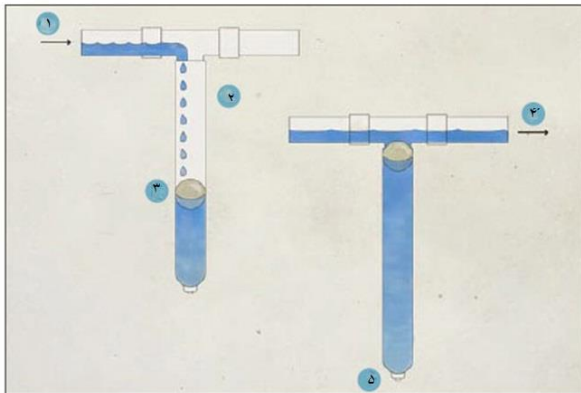
در ایران نیز به دلیل اینکه ریزش‌های آسمانی، به جز ناحیه شمالی و سواحل دریای مازندران، در بقیه نواحی بسیار کم است، از دیرباز در بیشتر دشت‌های وسیع ایران، برای دسترسی به آب، تلاش چشمگیری صورت گرفته و ایرانیان با بهره جستن از تمامی توانایی‌های خود، ده‌ها کیلومتر قنات حفر کرده اند. آنها در کنار ساخت قنات‌ها و سدها، به ذخیره سازی آب‌های فراوان زمستانی برای به مصرف رساندن آنها

¹Umayyad
²Crusader

انتقال آب باران ممکن است از طریق آبراه، دهانه فاضلاب، مجرای سرریز آب، لوله و یا ناودان انجام شود. مانند رویه سقف، سیستم انتقال آب آشامیدن سیستم آبگیر نیز باید ساخته شده از مصالح مناسب برای آب آشامیدنی باشد. لوله کشی بسته در جایی که نگرانی وجود آلودگی و کثافت هست ترجیح داده می شود.

- فیلتر ناودان:

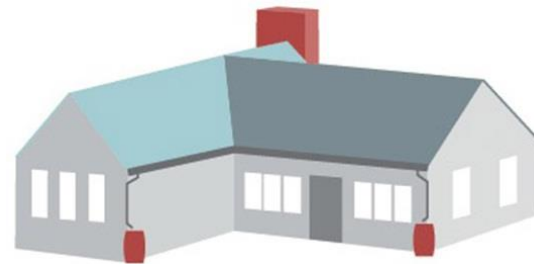
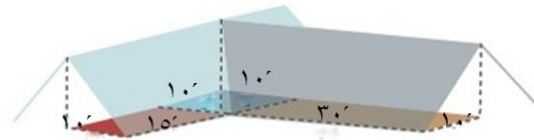
هنگامی که آب از سقف بیرون آورده می شود، باید از طول یک سیفون فیلتر به منظور گرفتن خس و خاشاک و کمک به ته نشینی سنگریزه و سایر ذرات کوچک عبور کند. سیفون باید به راحتی برای مشاهده و تمیزکاری مرتب قابل دسترس باشد. علاوه بر این، ساختمانها باید همراه ناودانها ضخامت محافظی روی آنها برای جلوگیری از گرفتگی نصب کنند (Cascadia Green Building Council 2011).



نمودار (۳) اجزاء اولین جداکننده سیفون (فلاش)، (Cascadia Green Building Council 2011).

دوره ای سقف به منظور کاهش گرده افشانی، برگ ها، فضولات حیوانی و سایر ذرات بدست می آید. در طول دوره ی شست و شو، ناودان باید به صورت مستقیم از تانک ذخیره دور باشد تا آب ذخیره شده را تمیزنگه دارد. اگر آبگیر به منظور استفاده آشامیدنی است، سقف باید با مصالح غیرواکنشزا از قبیل لعاب، فلز رنگ شده، روکش الاستومریک^۳ ضد آب و بیشتر باکاشی های سرامیک و شیشه پوشانده شود (Owieis, Hachum and Kijine 1999).

از فلاشینگ سربی و سقف آسفالتی باید اجتناب شود، زیرا مواد شیمیایی را به داخل منبع آب می شویند (Cunliffe 1998).



نمودار (۲): محاسبه کردن ناحیه جمع آوری، ناحیه جمع آوری با محاسبه کردن ناحیه اثرسقف به جای سطح واقعی بام محاسبه می شود، (Cascadia Green Building Council 2011).

- انتقال:

^۱elastomeric

- مخزن

تانک مخزن ذخیره آب باران نوعاً از جنس چوب، فایبرگلاس، فولاد گالوانیزه، پلاستیک یا بتن است. منبع آب بتنی، آهک را در آب صافی می‌کند. بار اول آن‌ها پر هستند و باید قبل از استفاده اولیه سیفون کشیده شود (Cunliffe 1998). این قبیل منابع نباید از بتن در جایی که آهک با سوزاندن هدررفت‌ها مواد سمی تولید کند و یا بتن ترکیب شود، ساخته شوند (Owieis, Hachum and Kijine 1999).

منابع آب باران ممکن است روی زمین یا زیر آن قرار گیرند. برای سیستم‌هایی که حجم زیادی آب را ذخیره خواهند کرد، کمبود فضای سطحی در دسترس ممکن است منبع آب زیرزمینی را دیکته کند. به هر حال، مخزن روی زمین از هزینه‌های تخلیه می‌کاهد و اجازه مشاهده و نظارت و نگهداری راحت تری را می‌دهد. سرریز منبع می‌تواند به صورت مستقیم به باغچه باران یا ناحیه فیلتراسیون به عنوان بخشی از کل طراحی برای مدیریت کردن فاضلاب سطحی در سایت باشد (Cascadia Green Building Council 2011).

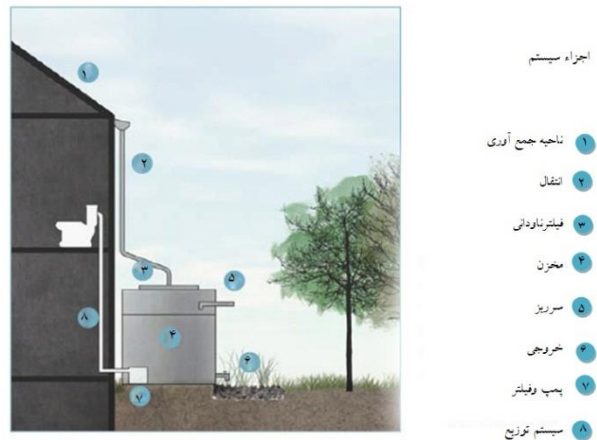
- پمپ

آب اغلب برای استفاده در لوله‌کشی و آبیاری تحت فشار قرار می‌گیرد. در سایت‌هایی که اجازه برای سیستم تغذیه ثقلی دارند، 2.3ft ارتفاع می‌تواند 1.0psi فشار ایجاد کند. تعداد پمپ‌های مکانیکی نیز همچنین هنگامی که سیستم‌های تغذیه شده ثقلی پذیرفتنی هستند، در دسترس است. این پمپ‌ها آب را تحت فشار قرار می‌دهد و هر زمانی که یک تقاضا برای آب داشتیم، عمل می‌کند. این نوع سیستم‌ها ممکن



- اولین جداساز سیفون (فلاش)

اولین جداساز سیفون دقیق اولیه‌ی بارش باران را به سمت یک لوله ایستاده جدا یا محفظه هدایت می‌کند. این سیفون اولیه محتوی، مقدار زیادی از موادی است که روی سقف، بین بارش‌های باران جمع شده. بسیاری از سیستم‌ها شامل یک لوله حلبی کوچک که به آرامی این آب را به یک ناحیه دور از غوطه‌وری زهکشی کند، است. سایر گزینه‌ها برای انتقال این آب به سیستم بازیافت آب، باز به دام انداختن آن برای استفاده در ساختمان است. این جزء اختیاری باید توسط طراح بر پایه مکانیابی و شرایط آب و هوایی محلی در نظر گرفته شود، اجزاء اولین جداساز سیفون در نمودار ۳ نشان داده شده است (Cascadia Green Building Council 2011).



نمودار (۴) اجزاء سیستم جمع آوری آب باران، (شورای

ساختمان سبز کاسکادیا، ۲۰۱۱)

شیمیایی توأم باشد. در یک حالت حداقل یک فیلتر ۵ میکرون باید قبل از لامپ یو وی قرار گیرد. این سیستم فشرده و کارآمد است اما تعدادی از اجزاء باید مرتباً جایگزین شود) (Cascadia Green Building Council 2011).

- نظارت و مشاهده سیستم:

آخرین جزء سیستم جمع آوری آب باران برنامه ای نظارتی است. سطح آب داخل تانک، سیستم فیلتر و کلیه عملکردهای اجزاء سیستم باید به صورت دوره‌ای نظارت شود. تعدادی از تانک‌ها بیشتر از بقیه رسوب جمع خواهند کرد و ممکن است، نیاز به تمیز کردن ۲ تا ۵ بار در سال داشته باشند. تست کردن کیفیت آب ممکن است مورد نیاز باشد یا توصیه شود. با نگهداری خوب، سیستم جمع آوری آب باران می‌تواند کیفیت آب در سایت را برای دهه‌ها قبل از نیاز به جایگذاری تأمین کند (Cascadia Green Building Council 2011).

۵- موقعیت سیستم

موقعیت ناحیه آبگیر باید از کثافت‌هایی که توسط برگ، آلودگی حیوانات یا آلودگی‌های صنعتی که معادل آن است، در طراحی یک سیستم جمع آوری به دور باشد. برای سیستم‌های بزرگتر، جاییکه پمپ‌های مکانیکی و فیلترها مورد نیاز است فضای کافی برای این عملیات باید اختصاص داده شود. ملاحظات دقیقی برای دسترسی آسان به این سیستم‌ها برای نگهداری باید در نظر گرفته شود. مخزن آب ممکن است روی زمین یا زیر آن خارج از مکان ساختمان در زیرزمین یک ساختمان قرار گیرد. نصب تانک‌ها روی زمین از

است وابسته به استفاده از انرژی خورشیدی برای پرکردن تانک‌های بالاتر باشند و یا از جاذبه برای ایجاد فشار استفاده کنند) (Cascadia Green Building Council 2011).

- سیستم تصفیه

آب باران معمولاً بعد از ذخیره شدن و قبل از استفاده تصفیه می‌شود. تصفیه برای استفاده‌های غیر آشامیدنی از قبیل سیفون توالت و آبیاری، ممکن است تنها نیازمند فیلتراسیون برای پیش‌گیری از مسدود شدن لوله‌ها و پمپ‌های انتقال توسط شن و خاشاک باشد. آب باران برای استفاده‌های آشامیدنی نیازمند سطح بالاتری از فیلتراسیون برای حذف عوامل بیماری‌زا به خوبی ترکیبات ارگانیک و شیمیایی است. این نوع استفاده‌ها نیازمند فیلتراسیون در حد عفونت زدایی است. به این منظور از یک سری فیلترهای کاهش دهنده سائز گلوله فشنگی استفاده می‌شود. که محدوده اندازه آن از ۲۰ میکرون تا قبل ۱ میکرون به منظور عفونت زدایی برای حذف عوامل بیماری‌زا است.

مرحله فیلتراسیون با استریزه کردن دنبال می‌شود. تصفیه با اشعه ماورای بنفش یکی از روش‌های مؤثر استریزاسیون برای حذف میکرو ارگانیزم‌ها از آب باران است. در حالیکه این فرآیند عاری از مواد شیمیایی است، نیازمند صرف انرژی برای قدرت دادن به لامپ‌های یو وی^۴ است. استریزاسیون ممکن است با فیلتراسیون کربن برای جذب مواد ارگانیک و

^۴UV

۶- چه مقدار آب باران می توانیم جمع آوری کنیم؟

معمولاً بناهایی که تعداد بیشتری پشت بام برای جمع آوری آب باران دارند، پیشنهاد می شود. برای به حداکثر رساندن جمع آوری آب باران، سایر نواحی سخت نفوذناپذیر از قبیل فضاهای باز آسفالت شده یا موزائیک شده، جاهائی هستند که می تواند برای جمع آوری آب باران در نظر گرفته شود. مقدار آب باران جمع آوری شده مستقیماً مرتبط با ابعاد ناحیه نفوذناپذیر و میانگین دریافت سالانه است. در نظر گرفتن ۸۰ درصد آب باران جمع آوری شده به صورت کارآمد، برای محاسبه افت هایی که به علت تبخیر، بیرون پاشیدن از ناودانی و فلاش تقسیم اول، پتانسیل مقدار آب باران جمع آوری شده به صورت زیر محاسبه می شود:

فرمول شماره ۱: (m^2) پتانسیل سالانه آب باران به دام افتاده =

$$0.8/1000 \times \text{بارش سالانه (mm)} \times \text{نواحی نفوذناپذیر (m}^2\text{)}$$

مقدار ذخیره آب باران که برای ساخت به صرفه است، بر پایه ی جریان آب باران جمع آوری شده ماهانه، مقدار مصرف آب استخراج شده ماهانه و هزینه ساخت مخزن است) (Cascadia Green Building Council 2011).

۷- در کجا از آب باران جمع آوری شده استفاده می کنیم؟

اگر پیشنهادات حفاظت از کیفیت آب که در بالا ذکر شده، رعایت شود، آب باران جمع آوری شده می تواند در بناها

هزینه های گودبرداری جلوگیری می کند و دسترسی به آن ممکن است نسبت به تانک های زیر خاک آسانتر باشد. در سیستم های زیر زمینی که ممکن است با موانع سایت که روی سائز و شکل تانک اثر خواهد گذاشت مواجه باشند، زیباسازی اهمیت بیشتری دارد. تانک های زیر زمینی می توانند ظرفیت بیشتری را در حالیکه فضای روی سطح را آزاد می کند، ایجاد کنند و در هر حال، هزینه های افزایش یافته نصب، مربوط به گودبرداری اتفاق خواهد افتاد. فضایی برای جای دادن سربز سیستم آب باران در سایت مورد نیاز است. به طور ایده آل سرریزها روی سایت در قسمت فیلتراسیون رها خواهند شد، جائیکه در آب های زیرزمینی نفوذ می کنند و به آبخوان محلی تخلیه مجدد می شوند. در تصویر نمونه ای از این تانک روی زمین و سرریز آن را مشاهده می کنید (Cascadia Green Building Council 2011).



تصویر (۱) مخزن مکانیایی شده روی زمین و سرریز آن،

(Cascadia Green Building Council 2011).

سطحی موجود، هزینه های حاصل از گودبرداری و شرایط محیطی انجام می گیرد.

- آب بدست آمده از این روش هم می تواند برای مصارف خوراکی و هم غیرخوراکی مصرف شود و اگر پیشنهادات حفاظت از کیفیت آب که در بالا ذکر شده، رعایت شود، آب باران جمع آوری شده می تواند در بناها برای آبیاری فضای سبز، رختشویی، فلاشینگ توالت ها و تمیز کردن زمین استفاده شود و در کاربردهای غیر آشامیدن و با سطح تصفیه بالاتر برای مصارف آشامیدن است.

قرن جدید قرن جنگ بر سر آب خواهد بود. کشور ما نیز دارای یک سوم متوسط بارندگی جهان می باشد و بیشتر وسعت کشور در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که از لحاظ کمبود و کیفیت آب در وضعیت مناسبی قرار ندارند، با توجه به شرایط موجود جمع آوری آب باران و جلوگیری از هدر رفت آن با در نظر گرفتن شرایط مکانی و زمانی مورد نظر می تواند راهکاری برای کاهش مصرف آب آشامیدنی در راستای مدیریت منابع آبی باشد.

احمدی عامله، علیرضا، رضایی فاطمه، هنربخش افشین. ۱۳۹۱.
روش های سنتی جمع آوری آب باران، اولین همایش

برای آبیاری فضای سبز، رخت شویی، فلاشینگ توالت ها و تمیز کردن زمین استفاده شود.

آب بدست آمده از این روش هم می تواند برای مصارف خوراکی و هم غیرخوراکی مصرف شود. مثلاً تأمین آب شرب، تأمین آب دام و حیات وحش و ... را می توان نام برد. از طرف دیگر مصارف غیرخوراکی آن را نیز می توان استفاده های خانگی دانست. از جمله فواید استفاده از آب باران می توان به پاک بودن آن اشاره کرد. این آب، فاقد نمک بوده و استفاده زراعی از آن منجر به شوری خاک نخواهد شد. همچنین از این سیستم ها می توان برای تغذیه آب زیرزمینی استفاده کرد (Unanimouse 2012).

۸- نتیجه گیری

- اجزاء سیستم جمع آوری آب باران از جمله رویه سقف، سیستم انتقال آب آشامیدن و سیستم آبگیر باید ساخته شده از مصالح مناسب برای آب آشامیدنی باشد.

- منابع آب باران ممکن است روی زمین یا زیر آن قرار گیرد. انتخاب نوع زیرسطحی یا روسطحی با توجه با در نظر گرفتن فضا

منابع

یونسو، صادق. ۱۳۹۲. اصلاح الگوی مصرف
آب، تهران: پژوهاک فرهنگ، صفحه ۹.

Ghobbano M, Bil E, Hoffman A, Water Demand Management Project (USAID-IDARA). 2011. Hotel water Efficiency Guide.

ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، تهران، ۲۴ تا ۲۵ اردی بهشت ماه، صفحه ۲.

Oweis, T, A. Hachum, and J. Kijine, Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas. Vol. 7. 1999: IwMi publication.

Anschutz, J., et al. water harvesting and soil moisture retention. 2003: *agromisa Foundation*.

Cascadia Green Building Council. 2011. Toward Net Zero Water: Best Management Practice For Decentralized Sourcing and Treatment. Available from:

Unanimouse. runoff collection using surface and underground structure. 2012; Available from: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea59e/chl4.htm>

<http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Cunliffe, D. A. and National Environmental Health Forum. 1998. Guidance on the use of rainwater tanks. Adelaide: National Environmental Health Forum.

The Rainwater harvesting strategy to Reduction of water consumption

Water shortage is a big problem in the dry and relative dry countries such as Iran. The optimum consumption of existence water source and try to achieve new water source are two major suggestions to solve this problem. Rainwater harvesting is one of the strategies to manage the water shortage in the dry region that is developed to similar regions rapidly. Rainwater harvesting is a technology to collect and save the rainwater from roof surface, ground surface or windows that uses simple systems such as sprays, and storage tanks. Research Methodology is based on the study and investigation of the documents. This paper presents the concepts and the performance of the rainwater harvesting systems. In this paper, Rainwater harvesting merely means the trapping water on the roof surface. The management of the surface sewerage due to the rainwater is a special opportunity to use and reuse of the rainwater harvesting. These systems can be suitable option to reduce the potable water consumption with according to the climate condition of site.

Key word: Rainwater harvesting, water consumption, roof surface of building