# ارزیابی روشهای نوین و پایدار در تامین آب برای توسعه فضای سبز

**محمدتقی دستورانی**
استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

**چکیده**

موضوع کم آبی در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک معظل بزرگی به شمار می رود که اکثر فعالیتهای عمرانی از جمله توسعه فضای سبز شهری را با مشکل مواجه می نماید. امروزه بشر از آخرین فن آوری‌های موجود علمی وعملی برای حل این مشکل کمک می گیرد. استفاده بهینه از منابع آبی موجود و نیز تلاش در جهت دستیابی به منابع آبی جدید دو راه حل عمده برای رفع نسبی این مشکل بشمار می روند.

برنامه ریزی جهت جمع‌آوری آب باران از سطوح آماده شهری (پشت بامها، سطح عایق کارخانجات و انبارها، باند فرودگاهها، سطح معابر، خیابانها و جاده‌ها و ...) و نیز طراحی و اجرای پروژه‌های استحصال آب از مه و شبنم دو روشی هستند که در بسیاری از مناطق کشور می تواند منبع آب پایدار و مناسب را جهت توسعه فضای سبز ایجاد نماید.

در این مقاله ویژگیها و چهارچوب کلی این روشها جهت تامین آب به منظور توسعه فضای سبز مورد بررسی قرار گرفته و مناطق مناسب در ایران (از جنبه‌های مختلف) برای بهره گیری از این روشها بطور کلی ارزیابی گردیده است.

**واژه‌های کلیدی:** جمع‌آوری رواناب، توسعه فضای سبز، منبع آب پایدار، جمع‌آوری مه.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**۱- مقدمه**

با افزایش جمعیت و نیاز به زمین بیشتر به تدریج اراضی حاشیه‌ای همراه با محدودیتهای زیستی مورد استفاده قرار می گیرد. بیشتر این اراضی در کمربند خشک و نیمه خشک کرهٔ زمین واقع شده جایی که بارش کم و نامنظم است و بخش عمده آب حاصل از بارش سریعاً بصورت رواناب سطحی از دسترس خارج می گردد. در این گونه مناطق خصوصاً در سالهای خشکسالی وضعیت برای جوامع ساکن بسیار دشوار شده و شرایط برای برداشت محصول و نیز توسعه فضای سبز نامساعد می گردد. در چنین شرایطی آبیاری شاید واضح ترین راه مقابله با شرایط خشک باشد ولی به علت کمبود آب این فعالیت نیز پرهزینه شده و دامنه آن کاهش می یابد . به همین خاطر اکنون تمایل به گزینه‌های کم هزینه و نیز پایدار و محلی افزایش پیدا کرده است که عمده ترین آنها به عملیات جمع‌آوری آب باران و نیز استحصال آب از منابع غیر متعارف باز می گردد.

جمع‌آوری آب در حقیقت گردآوری روانابها برای اهداف تولیدی می باشد. بجای آنکه روانابها کنترل نشده رها شوند و باعث تخریب و فرسایش شوند آنها گردآوری و مورد استفاده مفید واقع می گردند. اشکال متفاوتی از جمع‌آوری آب در طی قرون گذشته همواره به صورت سنتی استفاده می شده است . در اغلب مناطق خاورمیانه انحراف آب مسیل‌ها به اراضی مستعد کشاورزی جهت آبیاری این اراضی به گذشته‌های بسیار دور بر می گردد . در صحرای نقب در فلسطین اشغالی سیستم‌های جمع‌آوری آب که آثار و بقایای آنها کشف گردیده به بیش از ۴۰۰۰ سال قبل بر می گردد (اواناری [۱] و همکاران در گزارش فائو ۱۹۹۸). این سیستمها شامل فعالیتهایی از قبیل پاکسازی شیب‌ها ودامنه‌ها از پوشش گیاهی و تخته سنگ به منظور افزایش رواناب و سپس انحراف آن به اراضی کشاورزی در پایین دامنه‌ها بوده است .

کشاورزی سیلابی ( انحراف سیلاب به ارا ضی زراعی ) در آریزونا و شمال غرب نیومکزیکو حداقل از ۱۰۰۰ سال قبل مرسوم بوده است (زائوندرروهاچینسون [۲] در گزارش فائو ۱۹۹۸).

سرخپوستان بومی آمریکا در صحرای کلرادو و زمینهای واقع شده در دهانه خشکه رودها را شخم می زدند جایی که در محل خروجی جریانها از مناطق کوهستانی واقع شده ( که جریان متمرکز به علت شیب کم زمین پخش می گردید ) و آکچین [۳] نامیده می شود ( در اصطلاح محلی ). پی سی و کولیس [۴] (در گزارش فائو ۱۹۹۸) گزارش‌کرده اند که تکنیک آبخیزهای خرد [۵] جهت کشت درخت در مناطق جنوبی تونس استفاده می شده است که در قرن نوزدهم توسط جهانگردان کشف شده است .

در سیستم دیگری به نام « خدین [۶]» در هندوستان جریان سیلاب در پشت پشته‌های خاکی ذخیره می گردد و پس از نفوذ در خاک و تأمین رطوبت خاک این محدوده مورد کشت قرار می گیرد ( مشابه بندر سارها در ایران).

اهمیت سیستم‌های سنتی جمع‌آوری آب که در مقیاسهای کوچک در آفریقا انجام می شود بر کسی پوشیده نیست. در این منطقه به عنوان مثال از خطوط ساده سنگی در برخی کشورهای غرب آفریقا از جمله بورکینافاسو استفاده می شود.در حالی که در شرق سودان و مراتع نواحی میانی سومالی از سیستم پشته خاکی استفاده می گردد .

آب جمع اوری شده از سطح عایق پشت بامها جهت شرب، استفاده‌های بهداشتی و آبیاری فضای سبز اطراف منازل و پارکها در بسیاری از نقاط در گذشته رایج بوده و در حال حاضر نیز به عنوان منابع کم هزینه و پایدار نظر متخصصین و برنامه ریزان را به خود جلب نموده است.

در رابطه با جمع‌آوری آب از مه و شبنم در دهه گذشته تحقیقات ارزشمندی در نقاط مختلف جهان صورت گرفته که غالبا همراه نتایج بسیار موفقیت آمیزی بوده و از این روش به عنوان یک منبع جدید و ارزشمند تامین آب یاد شده است. از جمله می توان به تحقیقات (شمنائر و کرسدا ۱۹۹۴)، (شمنائر و همکاران ۲۰۰۴)و میلتا و همکاران ۲۰۰۵ اشاره کرد که نتایج حاصله در قسمتهای بعدی این مقاله ذکر گردیده اند.

در ایـن مقاله ویژگیهـا و چهارچـوب کلی این روشها جهت تامین آب به منظور توسعه فضای سبز مورد بررسـی قرار گرفته و مناطق مناسب در ایران (از جنبه‌های مختلف) برای بهره گیری از این روشها بطور کلی ارزیابی گردیده است.

## ۲- مواد و روشها

### ۱-۲-اهمیـت و ضرورت پروژه‌های جمع آوری آب

در فناوریهایـی چـون جمـع‌آوری آب همـواره روشـهای مناسب بایسـتی برآمده از دل تجربیات و روشـهای سـنتی در مناطق مختلف باشد و در آنها آموخته‌هـای مربوط به پروژه‌هایی که قبلاًاسـتفاده شـده اسـت لحـاظ گـردد . مهمتر ازهمـه، روش مناسب اساساً بایستی مورد استقبال مردمی که می خواهند از آن استفاده کنند قرار گیرد چرا که بدون مشـارکت و اسـتقبال منطقه‌آی احتمـال موفقیت پروژه‌هـای جمع‌آوری آب ناچیز خواهد بود. پروژه و فناوری جمع‌آوری آب فرآیندی سـازگار با مناطق خشـک و نیمه خشک‌اسـت جایی که کمبود آب، خشکی و خشکسالی، فشار جمعیت بر منابع آبی موجود وتخریب منابع محیطی مشکلات عمده محسوب می‌شوند. جمـع‌آوری آب در حقیقـت جزئـی از مجموعه راه حل‌های غلبه بر این مشـکلات بوده و بی شـک در آینده توسعه بیشتری خواهد داشت.

چشم انداز دسترسی به منابع آب شیرین و پایدار در اغلـب نقاط دنیـا و بخصـوص در خاورمیانه در دهه‌های آتی متأسفانه چشم انداز روشن و مناسبی نیست. رشد جمعیت و افزایش مرتب تقاضا به آب از یک طرف و فشار بیش از حد به منابع آبی زیر زمینی که منجر به افت بیشتر سفره‌ها و تبعات ناشی از این عارضه (هجوم سـفره‌های شور به سفره‌های شیرین و در نتیجه کاهش کیفیت آب سـفره‌های شیرین ، ایجاد ترک و نشست در سطح زمین ، افزایش هزینه پمپاژها و کاهش آبدهی چاهها ودر مجموع توسـعه فرآیند بیابانی شـدن می گردد لـزوم توجه و روی آوردن به گزینه‌های پایدار در بحث تأمین آب در راه آینده چند برابر خواهد کرد (دستورانی ۱۳۸۴).

در رابطـه بـا گزینه‌هـای پایـدار بخصـوص در کشورهای در حال توسعه و بویژه درمنطقه خاورمیانه و از جمله کشـور ما افزایش راندمان استفاده از آب و کاهـش هدر رفتـن آن در اسـتفاده‌های مختلف (کشـاورزی، صنعت و بهداشـت)، توسـعه بیشـتر پروژه‌هـای کنترل و بهره بـرداری از روانابها و یا به عبـارت دیگر جمـع‌آوری آبهایی که هر سـاله هدر مـی رود و نیز اسـتحصال آب از منابع غیر متعارف (استفاده مجدد از آبها، جمع‌آوری آب از مه، باروری مصنوعی ابرها و شیرین کردن آبهای شور) مواردی اسـت که می توان نام بـرد. لذا اهتمام بیشـتر در کنتـرل و اسـتفاده از حجـم عظیم روانابهـا که به کفه‌های کویری سـرازیر شده و وارد سفره‌های شور می شـود و یا بلااسـتفاده وارد دریاها و دریاچه‌های شـور می شـود موردی اسـت که در آینده اجتناب ناپذیر است. بایسـتی متذکر شد که کنترل روانابها موضوعی حیاتی اسـت که دو مزیت مهم را تواماً به دنبال دارد:

۱- تأمیـن حجم قابل توجهـی از آب با کیفیت مناسـب برای جمعیـت در حال رشـد خصوصاً در کشورهای در حال توسعه و بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک

۲ - جلوگیری از عوارض و خسارات ناشی از عدم کنترل آنها که عمده ترین این عوارض عبارتند از:

الف ) خسارات سیلاب که در اثر تمرکز روانابهای کنترل نشـده پـس از بارندگی و پیوسـتن آنها به همدیگر هر ساله خسارات قابل توجهی را در مناطق کم شـیب و دشتهای سیلابی متوجه جوامع انسانی مـی نماید که تلفـات جانی، تخریب بناهـا، از بین رفتن احشام، شسته شدن حجم عظیمی از خاکهای حاصلخیز از حوزه‌های آبخیز، ایجاد رعب و وحشـت و مشکلات روحی و روانی در جوامع سیلزده و شیوع انواع بیماریها در اثر به هم خوردن سیستم بهداشتی ایـن مناطق و تجمع آبهای آلوده و گندیدگی آن در بخشـهای گود و زیرزمینهای مناطق مسکونی تنها بخشی از این خسارات است.

ب )نفوذ سـفره‌های شور به سـفره‌های شیرین وکاهش کیفیت منابـع آب زیر زمینی ، این عارضه در اغلب مناطق خشـک ونیمه خشـک ایران که در

حاشـیه پلایاهای داخلی قرار دارد مسئله مهم و در خوذ توجه می باشد. دراین مناطق اغلب سفره شور پلایا در کنار سـفره شـیرین دشت و دشت سر قرار دارد. در حالت تعادل غالباً سطح سفره شیرین بالاتر بوده و با توجه به بالاتر بودن فشـار اسمزی آب شور نفوذ آب از سفره شور به طرف سفره شیرین صورت نمـی گیرد و یا ناچیز اسـت و در نتیجه کیفیت آب سفره شیرین محفوظ می ماند ولی در اثر عدم کنترل روانابها و سرازیر شدن آنها به چاله‌های کویری وارد سـفره شور شـده و علاوه بر از دسـت رفتن حجم عظیمی از این روانابها به مرور باعث بالا آمدن سطح سـفره شـور می گردد. این در حالی است که اغلب سفره‌های شیرین که در مجاورت این سفره‌های شور واقع گردیده به علت برداشـت بیش از حد از آبهای زیرزمینی و تغذیه کم آنها (در اثر جریان سـریع و روانابها و عبور آنها از محدوده سـفره‌های شیرین در سـطح زمین و ورود به محدوده سـفره‌های شـور ) سـطح این سـفره‌ها مرتب کاهش می یابد و در اثر پایین افتادن سـطح آنها نسبت به سطح سفره‌های شـور مجاور و در اثر شـیب هیدرولیکی ایجاد شده از طرف سـفره شور به طرف سـفره شیرین کیفیت سـفره‌های شیرین تهدید شده وبه تدریج شوری آن افزایش می یابد.

پایش از کیفیت آب اغلب شهرهای حاشیه کویر و مقایسه شـوری آنها طی سالهای مختلف در طول یکی دو دهه گذشـته به وضوح نشـان می دهد که افزایـش تدریجی و خزنده‌ای در میزان شـوری آنها مشـاهده می‌گردد که البته هشداری خطرناک است و اگـر به همین صورت ادامه پیـدا کند پس از طی مدت زمان مشـخص به وضعیت محدوده کننده ای در اسـتفاده های مختلف می رسد. با توجه به موارد فوق خصوصاً در کشـورهای واقع شـده در مناطق خشک و نیمه خشک در آینده چاره‌ای جز بها دادن بیشـتر به جمع‌آوری، کنترل و اسـتفاده از روانابها در محل تشـکیل یا مسافت نسبتاً کمی پایین تر از محل تشکیل و تمرکز باقی نمی ماند. این مسئله در حقیقت یکی از گزینه‌های اصلی مدیریت و استفاده از منابع آبی و جزء مهمی از برنامه‌های توسعه پایدار وهمه جانبه محسوب می شود .

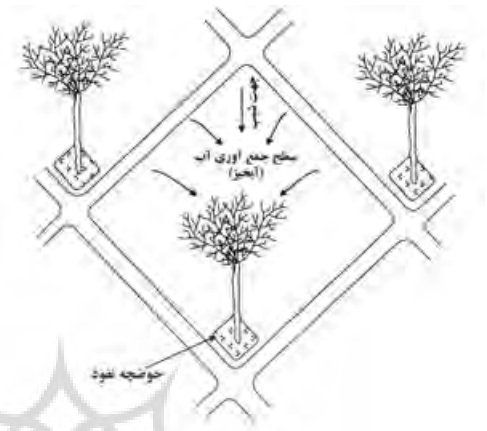
### ۲-۲-چهارچوب کلی پروژه‌های جمع آوری آب

جمـع‌آوری آب مـی تواند به عنوان یک شـکل خاصـی از تامین آب و آبیاری تلقی شـود، که البته رواناب فقط زمانی قابل جمع‌آوری اسـت که بارش اتفـاق بیافتد. آب جمع‌آوری شـده در هنگام بارش میتوانـد مسـتقیما به محدوده فضای سـبز هدایت گـردد و نیاز آبی گیاهان و درختان را مرتفع سـازد و یـا اینکه در مخازنی ذخیره شـده و در مواقع نیاز اسـتفاده گـردد. در مناطقی که فضای سـبز بطور کامل وابسـته به بارندگی باشـد، اغلب یک کاهش ۵۰ درصـدی در میـزان بارش فصلی ممکن اسـت باعـث از بیـن رفتـن پوشـش گیاهی و یـا صدمه جدی به آن گردد در صورتـی که درچنین حالاتی اگر بارش موجوددر سـطح کوچکتری جمع‌آوری و اسـتفاده شـود حداقل آب مورد نیاز جهت حفظ و حتی توسـعه فضای سـبز فراهم می گردد. البته در سالهایی که شدت خشکسالی بسیار بالا باشد ممکن است رواناب چندانی جهت جمع‌آوری فراهم نگردد ولی یک سیستم مناسب جمع‌آوری آب قطعاً شرایط رشد پوشـش گیاهی را در اکثر سالها فراهم خواهد کرد. یک سیسـتم جمع‌آوری آب بطور ساده از یک منطقه جمع‌آوری آب و یک منطقه نفوذ یا استفاده یا ذخیره تشکیل گردیده است. سطح جمع‌آوری آب میتواند یک سـطح آماده شده زمینی باشد و یا یک آبخیز پشـت بام منازل، کارخانجات و انبارها باشد. شکل ۱ یک سیستم کوچک و ساده جمع‌آوری آب بـاران را کـه از یک بخش جمـع‌آوری و یک بخش نفوذ (اسـتفاده) تشـکیل شده نشـان می دهد. در این سیستم درختان کشت شده چندین برابر میزان بارندگی آب دریافت میکنند و طبیعتا می توانند نیاز آبی خود را برطرف نموده و رشد نمایند.

مقدار آبی که بدین وسیله در هر بارش درحوضچه نفوذ متمرکز شده و نفوذ می کند براساس معادله ۱ قابل محاسبه است:

$$R_C = R(1 + C\frac{A_1}{A_2}) \quad (۱)$$

$R_c$: ارتفاع آب در منطقه نفوذ (میلی متر)، R: میزان بارندگی درهر بارش (میلی متر)، C: ضریب رواناب درسطح آبخیز جمع‌آوری کننده آب، $A_1$: مساحت منطقه جمع‌آوری آب (متر مربع)، $A_2$: مساحت منطقه نفوذ (متر مربع)




**شکل ۱ یک سیستم ساده جمع‌آوری آب باران را که از یک بخش جمع‌آوری و یک بخش نفوذ (استفاده) تشکیل شده.**

لازم به ذکر است که که پروژه‌های جمع‌آوری آب باران اغلب به عنوان یک منبع کمکی می تواند بهتر نقش ایفا نماید. در این حالت بخشی از نیاز آبی فضای سبز توسط بارش مستقیم باران و یا منابع آبی دیگر مرتفع می شود و آب اضافی مورد نیاز می تواند بدینوسیله تامین گردد. در این حالت سطح مورد نیاز بر اساس میزان آب اضافی مورد نیاز (علاوه بر آنچه موجود است) تدارک دیده می شود. در این حالت می توان از رابطه ۲ استفاده کرد:

$$MC = DR \times \frac{WR - DR}{DR \times K \times EFF} \quad (۲)$$

MC = سطح جمع‌آوری مورد نیاز به متر مربع
DR= بارش طرح به میلیمتر
WR= نیاز آبی گونه گیاهی به میلیمتر
K= ضریب رواناب
EFF= ضریب کارایی (راندمان)

این معادله بر این اساس بدست آمده است که:
مقدارآب اضافی مورد نیاز(علاوه بر آنچه موجود است)= مقدار آب جمع‌آوری شده * بارش طرح* ضریب رواناب* ضریب کارایی (راندمان)

مقدار آب اضافی مورد نیاز= سطح فضای سبز*(بارش طرح - نیاز آبی گونه‌های استفاده شده در فضای سبز)

### ۳ -۲- جمع‌آوری آب از سطوح آماده

### ۱-۳-۲- جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها (سطوح عایق آماده)

جمع‌آوری آب باران قبل از رسیدن به زمین این مزیت را دارد که آب قبل آلودگی زیاد جمع‌آوری می شود و بدین علت این آب برای بسیاری از مصارف خانگی نیز مناسب خواهد بود .

در این روش از شیروانیها و پشت بامهای ساختمانهای مسکونی و صنعتی و انبارها جهت تأمین آب مورد نیاز استفاده می شود .مقدار آبی که می توان از این طریق جمع‌آوری کرد به دو عامل میزان بارندگی وسعت منطقه ای که آب از آن جمع‌آوری می شود بستگی دارد. استفاده از این سطوح به دلیل اینکه هزینه آماده سازی سطح عایق را ندارد (از قبل آماده است ) بسیار ارزانتر از برخی روشهای دیگر است .

امروزه با جمع‌آوری آب باران از طریق بامها بطور گسترده درآفریقا ،فلسطین اشغالی ،قسمتهایی از ایالت راجستان در هند و برخی مناطق در برمودا بخش عمده آب مورد نیاز جهت مصارف خانگی و فضای سبز تامین می شود . درجریزه برمودا که بارندگی آن سالانه حدود ۱۴۳۰ میلی متر است مردم برای تهیه آب تقریباً بطور کامل به طرحهای جمع‌آوری نزولات متکی هستند و قوانین دولتی مدونی درموردساخت پشت بامها (به منظور تناسب با این نوع استفاده ) دراین منطقه وجود دارد .در برخی از مناطق شمال ایران (منطقه ترکمن صحرا) نیز آب جمع‌آوری شده از پشت بامها به آب انبارهایی هدایت می شود که به مصرف ساکنین منازل می رسد . شکل ۲ نمایی ساده از جمع‌آوری آب ازسطوح عایق آماده (پشت بام منازل ،کارخانجات و...) که

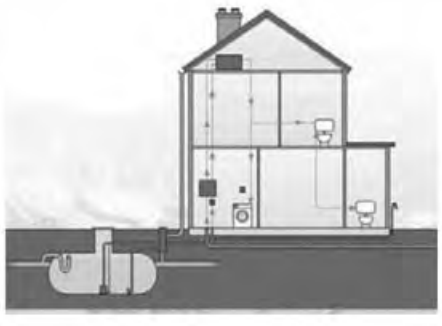
شکل ۲ نمایی ساده از جمع‌آوری آب ازسطوح عایق آماده (پشت بام منازل ،کارخانجات و...).

جهت مصارف خانگی وتوسعه فضای سبز اطراف منازل و مناطق صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد را نشان می دهد.

درمناطق مسکونی ایران پشت بامها معمولاً از ورقهای گالوانیزه موج دار، سفال ،آزبست ،کاهگل و آسفالت پوشش داده می شوند که آب جمع‌آوری شده از این سطوح جهت آبیاری فضای سبز اطراف منازل مسکونی و صنعتی، پارکها و فضاهای سبز شهری تناسب کامل دارد. دراین حالت پشت بامها به تناسب این نوع بهره برداری شکل داده می شود ودرحقیقت در آبخیز پشت بام (Roof Catchment) آب بارندگی جمع‌آوری شده وتوسط لوله به آب انبارهای (Cistern) تدارک دیده شده برای این هدف هدایت می گردد، و یا مستقیما به فضای سبز هدایت می شود.

آب جمع‌آوری شده از این طریق می تواند در منابعی که بدین منظور احداث شده نگهداری گردد و در فصول مورد نیاز استفاده شود. اندازه منابع بر اساس میزان متوسط آب قابل جمع‌آوری در نظر گرفته می شود. چنانچه این منابع در سطح زمین ساخته شوند آب آنها می تواند بدون استفاده از پمپ و بصورت ثقلی به فضای سبز محدوده اطراف آن هدایت گردد. جهت صرفه جویی در فضای سطح زمین این منابع می تواند در زیر زمین احداث شده و در هنگام نیاز با یک پمپ کوچک به فضای سبز سطح زمین هدایت شود. شکل ۳ نمایی از این دو حالت را نشان می دهد.

در برخی مناطق ممکن است اولین آب بارانی که از بامها جاری می شود دارای مقداری گل ولای باشد. هر چند برای فضای سبز این موضوع مشکل چندانی ایجاد نمی کند ولی در صورت نیاز می توان با عملیات ساده جداسازی این مشکل را برطرف کرد (ابریشمی ۱۳۶۸). ساده ترین راه علمی برای این منظور خارج کردن آب اولین بخش باران از مسیر انتقال به مخزن است. برای انجام این کار می توان از نوعی قیف متحرک که درمحل ورودی



شکل ۳ نمایی از آبخیز پشت بام و مخازن سطحی و زیرزمینی احداث شده جهت نگهداری آب جمع‌آوری شده.

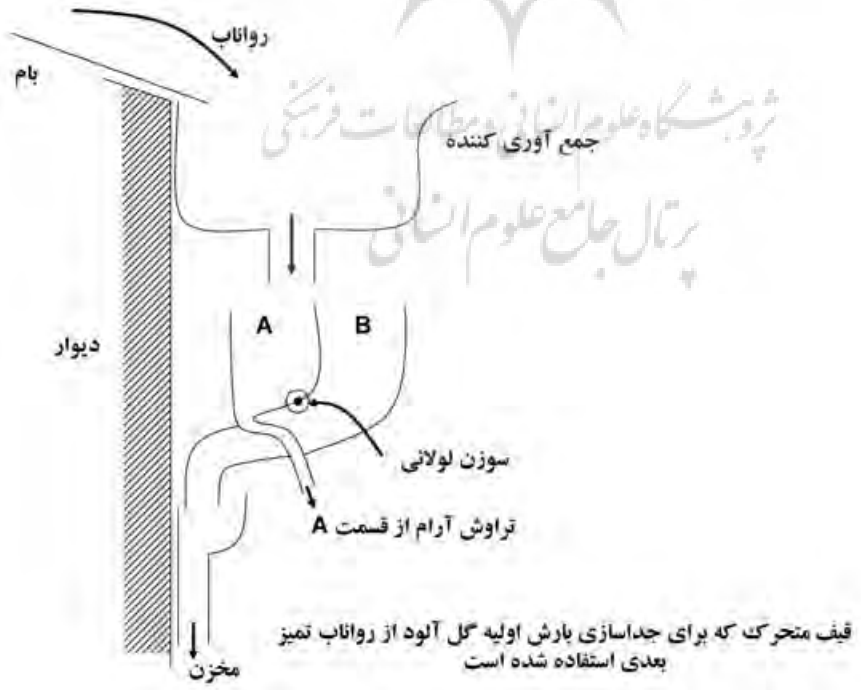
مخزن نصب می شـود استفاده کرد. دراین دستگاه که درشـکل ۴ نشان داده شـده است اولین ریزش آب باران به قسمت A وارد میشود که باعث افزایش وزن قیف می گردد (زیرا آب از این قسمت به کندی خارج می شود) و پس از سنگین شدن این قسمت قیف تعادل خود را از دست داده و ته آن به سمت دیوار حرکت می کند وآب بعدی که تمیز اسـت از طریق قسـمت B به طرف آب انبار جاری می شود. تراوش آرام آب از قسـمت A باعث میشود که قیف پس ازمدتی تخلیه وسـبک شده و به وضعیت قبلی خود بر گردد تا جهت ریزش باران بعدی آماده شود.

### ۲-۳-۲- جمع آوری آب از سطح بزرگراهها

ایـن روش با توجه به آماده بودن سـطح روش بسـیار مناسـب و مقرون به صرفه ای محسـوب مـی شـود. در بزرگراههـای بیـن المللی بطور متوسـط درهـر کیلومتـر حـدود ۲ هکتار سـطح جمـع‌آوری (آبخیز) ایجاد می شـود کـه با ضریب رواناب ۹۰ درصد و بارندگی متوسـط سالیانه ۲۵۰ میلی متر سـالانه حدود ۷ /۴ میلیون لیتر آب از هر کیلومتر بزرگراه قابل استحصال است (تحقیقات در ایالت وایومینگ آمریکا این نتیجه را عملاً به اثبات رسانده است) (ابریشمی ۱۳۸۶). آب جمع‌آوری شده از سـطح بزرگراهها را می تـوان جهت درختکاری و ایجاد فضای سـبز در اطـراف بزرگراهها و جاده‌ها اسـتفاده نمود و یا بـه مزارع اطـراف هدایت کرد. لازم به ذکر اسـت که برای مناطق خشک و دارای فرآیندهای فرسایش بادی و تپه‌های ماسه ای فضای سـبز اطراف جاده‌ها علاوه برنقش تفرجگاهی از نظر حفاظت جاده درمقابل طوفانهای ماسه ای نیز ارزش فوق العاده ای خواهد داشت. ایجاد تفرجگاه و فضای سبز در اطراف جاده‌های خشک و بیابانی در محدوده ایران مرکزی میتواند محل مناسبی برای استراحت رانندگان و جلوگیری از یکنواختی و خسـتگی آنان که شاید عامل اصلی تصادفات جاده ای است باشد.

### ۴ -۲- جمع آوری آب از مه

روش مناسـب دیگـر جهـت تامیـن آب برای آبیاری فضای سـبز اسـتحصال آب از مه می باشد که به عنـوان یک منبع جدید آب می تواند توجیه اقتصادی داشـته باشد. هزینه اسـتحصال آب از مه نسـبت به سـایر روشـهای تامین آب نسبتا، کمتر




شکل۴ قیف متحرک که برای جداسازی بارش اولیه گل آلود از رواناب تمیز بعدی استفاده می شود.

است. همچنین تکنولوژی ساده و قابل دسترس و استحصال آب با کیفیت خیلی خوب و پایداری منبع آب برای سالهای متمادی، از عوامل مورد توجه قرار گرفتن این فن آوری جدید بوده است.

برخی اوقات مه دارای حجم قابل توجه ای از ذرات آب است که در اثر حرکت بوسیله جریان باد و برخورد به یک جسم مناسب بصورت قطرات آب بر روی جسم نشسته و جریان می یابد. به عنوان نمونه در یک بررسی به عمل آمده مشخص گردید که از دو درخت زیتون کوچک مجاور هم در ناحیه ظفار در عمان بطور متوسط مقدار آب حاصله برابر ۸۶۰ لیتر در روز بطور متوسط برای یک دوره ۷۹ روزه در سال ۱۹۸۹ و ۵۸۰ لیتر در روز در یک دوره زمانی ۸۳ روزه در سال ۱۹۹۰ بصورت قطره چکیده شد. این درختان در یک محیط بادی قرار گرفته بودند و به صورت تقریبا" ثابتی در مه و باران بویژه سبک قرار داشتند. درختان موجود در ناحیه ظفار مقدار آب بیش از حد نیاز خودشان را در این محیط مرطوب تولید کردند و رواناب سطحی قابل ملاحظه، در زیر این درختان واضح و معلوم بود. بزرگترین طرح استحصال آب از مه که از مارس ۱۹۹۲ اجرا شده است. بطور متوسط ۱۱ هزار لیتر آب در هر روز در یک دهکده ۳۳۰ نفری در بیابان ساحلی خشک شمال شیلی تولید کرده است (شمنائر و کرسدا ۱۹۹۴). در سه کشور شیلی، پرو و عمان تحقیقاتی در خصوص امکان جمع‌آوری آب از مه در طی دهه گذشته صورت گرفته که نتایج کمی آنها در جدول ۱ خلاصه شده است (رحیمی ۱۳۷۸).

در یک پروژ تحقیقاتی مقدار آب حاصله در دو ماه و نیم در عمان ۷۰ لیتر بر متر مربع در روز (یا ۳۳۶۰ لیتر بر روز در هر جمع کننده) بوده است.

در یمن در یک پروژه جمع‌آوری آب از مه در سال ۲۰۰۴ از هر جمع کننده بزرگ (۴۰ متر مربع سطح) بطور متوسط ۱۸۰ لیتر در روز آب جمع‌آوری گردید. در این پروژه با نصب تعداد بیشتری جمع کننده در حال حاضر در هر روز حدود ۴۵۰۰ لیتر آب جمع‌آوری می گردد که به مصرف شرب روستائیان می رسد(شمنائر و همکاران ۲۰۰۴).

میلتا و همکاران ۲۰۰۵ نتایج یک تحقیق چندساله را در رابطه با جمع‌آوری آب از مه و شبنم در چند نقطه از کشور کرواسی ارائه نمودند. در این تحقیق از هر متر مربع سطح مشبک از جنس پلی پروپیلن توانستند تا ۱/ ۱۹ لیتر در روز آب جمع‌آوری نمایند. این مقدار در روزی که هیچگونه بارندگی اتفاق نیفتاده بود استحصال شد، در حالی در روزهایی که همراه با اندکی بارش بود تا ۲۷/۸ لیتر آب از هر متر مربع سطح مشبک (قرار گرفته بصورت قائم در مقابل جریان باد) جمع‌آوری گردید. در رابطه با جمع‌آوری آب شبنم نیز سطوحی مخصوص جهت این کار در سه نقطه در کرواسی تدارک دیده شد. میزان آب جمع‌آوری شده در این نقاط با هم متفاوت بوده و از ۸/ ۱۱ میلیمتر (ارتفاع آب جمع‌آوری شده در سطح) در طول حدود یک فصل تا ۶/۱ میلیمتر در طول مدت حدود یک سال متفاوت بود. عواملی از جمله سرعت باد، طول مدت ابرناکی و میزان رطوبت نسبی از جمله عوامل تاثیرگذار در میزان آب قابل جمع‌آوری از شبنم ذکر شده اند. نکته قابل ذکر در این رابطه این است که جمع‌آوری شبنم اساسا در فصول گرم و خشک تابستان که نیاز به آب بیشتر است امکان پذیر بوده و از این نظر اهمیت دو چندان دارد.

میزان آب مایع موجود در هوای ابری از ۰/ ۰۵

**جدول ۱ خلاصه ای از آمار تهیه آب از مه در سه کشور شیلی و عمان و پرو**

| مکان | متوسط تولید L / m ۲. d | طول فصل مه d / yr | تولید سالانه L / m ۲. yr |
|---|---|---|---|
| شیلی | ۳ | ۳۶۵ | ۱۰۹۵ |
| پرو | ۹ | ۲۱۰ | ۱۸۹۰ |
| عمان | ۳۰ | ۷۵ | ۲۲۵۰ |

تا۰/۳ گرم بر سانتی متر مکعب تغییر می کند. در جایگاههای استحصال آب از مه مقادیری چون ۰/۲ گرم بر سانتی متر مکعب می تواند مناسب باشد. مقدار آب تولیدی بستگی به سطح جمع کننده و کارآمد بودن جمع کننده در شکار قطرات آب موجود در مه و سرعت باد دارد. یک جمع کننده آب مه به صورت ساده عبارت است از یک تور با منافذ ریز و وسایلی که آنرا در یک حالت قائم پا بر جا نگه می دارند. جنس تور مخصوص بوده و باید از جنسی باشد که قبلا" توسط پژوهشگران تائید شده باشد. بدیهی است که کارایی این روش در مناطقی که روزهای مه آلود بیشتری دارد بهتر است. شکل ۵ نمای کلی جمع کننده‌های مه و نحوه استقرار آنها در زمین را نشان می دهد.

موضوع استحصال آب از مه در ایران می تواند به عنوان یک فن آوری نوین در عرصه منابع آبی مورد توجه قرار بگیرد. هر نوآوری در یک رشته خاص علمی، موضوعی است که بدون رد شدن از بوته آزمایش نمی تواند مورد تائید قرار بگیرد و به همین ترتیب نیز نمی توان بدون دلیل معتبر علمی و اثبات عدم عملی بودن آن، مهر رد بر پیشانی آن زد. بنابراین منطقی بنظر می رسد که پروژه‌های ارزیابی مختلف قابلیت تولید مه در نقاط مه خیز و دارای توجیه اقتصادی انجام گیرد. بعد از تعیین مناطق مستعد تولید آب از مه می توان به صورت گسترده ای از این نعمت خدادادی به عنوان یک منبع طبیعی تجدید شونده با صرف هزینه‌های قابل توجیه استفاده نمود

در ایران آستارا با ۲۲۰ روز بیشترین تعداد روز همراه با مه را در طول سال دارد و بعد از آن جزیره کیش قرار دارد که ۲۱۳ روز همراه با مه دارد. بعضی از مناطق که طول فصل مه در آنها زیادتر است مثل آستارا، بوشهر، بندرعباس جزء مناطق ساحلی می باشند (رحیمی ۱۳۷۸). مه‌های تشکیل شده در این مناطق بیشتر وزشی می باشند و در پی ورود توده هوای گرم و مرطوب دریایی به خشکیهای مجاور تشکیل می شوند. از آنجایی که استحصال آب از مه یک روش غیر مرسوم تهیه آب بشمار میرود یک برنامه آموزشی و ترویجی در شروع هر طرح بایستی صورت گیرد. در این برنامه مزایا و معایب روش جدید وچگونگی نیل به استفاده از منبع آبی جدید باید برای مصرف کنندگان به روشنی توضیح داده شود.

آگاهی عمومی خوب و روبه رشدی در رابطه با تکنیک‌های جمع‌آوری آب خصوصاً جهت تولید محصول در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ شروع گردید. این مسئله همزمان بود با خشکسالیهای گسترده در قاره آفریقا که باعث کاهش قابل توجه محصولات کشاورزی و فقر گردید. این باعث گردید که گرایش و توجه به روشهای جمع‌آوری آب به عنوان راهکاری ممکن جهت تأمین آب مورد نیاز محصولات معطوف گردد . البته در این رابطه علاوه بر شرایط خشکسالیها، نتایج گزارشات موفق پروژه‌های جمع‌آوری آب

شکل: صفحات مشبک نصب شده در جهت عمود بر جریان باد جهت جمع‌آوری آب مه و هدایت آن به منبع تعبیه شده بوسیله یک سیستم ساده لوله کشی.

در صحـرای نقـب نیـز تأثیر عمـده‌ای در ایجاد انگیزه و گرایش به سـمت این نوع پروژه‌ها داشت (فائـو ۱۹۹۸).

البتـه اکثر تجربیاتی که در رابطه با جمع‌آوری آب در کشـورهایی ماننـد آمریـکا و اسـترالیا کسـب شده اسـت سـازگاری و تطابق کمتری با مناطق نیمه خشـک وخشـک آفریقا و آسیا دارد. تحقیقات انجام شـده در اسـرائیل بیشـتر تأکید برروی جنبه‌هـای هیدرولوژیکی ایجاد آبخیزهای خرد جهت کشـت درختـان میـوه از قبیل بادام وپسـته صورت گرفته اسـت. در آمریکا و استرالیا از روشـهای جمع‌آوری آب اغلب به منظور تأمین آب جهت اسـتفاده‌های خانگی و نیز برای شـرب دامها استفاده گردیده است و در نتیجه تحقیقات نیـز عمدتاً روی افزایش ضریب رواناب وتولید آب بیشـتر از سـطوح زمینی فراهم شـده برای این منظور جهت گیری شـده اسـت.

تعدادی از پروژه‌ها جمع‌آوری آب در صحرای آفریقا طی دهه‌های گذشـته اجرا گردیده اسـت که هدف عمـده آنها در حقیقـت مقابله با اثرات خشکسـالی با توسعه پوشـش گیاهی و تولیدات مربوطـه خصوصـا گونه‌های غذایی یکسـاله بوده اسـت. لذا ایـن پروژه‌هـا اغلب در مناطـق فقیر نشـین و اراضـی تخریـب شـده صـورت گرفته اسـت (کریچلی و ریچ ۱۹۸۹). ولـی به هر حال تعـدادی از آنهـا در ترکیب تجربیات و رسـیدن بـه کارایی خوب باهزینه کم در اسـتقبال مردم منطقـه موفقیت قابـل توجهی داشـته اند. علت عـدم موفقیـت برخی دیگـر نیز بخشـی به علت فقـر دانش و اطلاعات فنی بوده و بخشـی نیز به علت نامناسـب بودن روش بسته به شرایط خاص اقتصادی و اجتماعی منطقه بوده اسـت.

### نتیجـه‌گیـری نهایـی

قرن جدید، قرن جنگ بر سر منابع آب خواهد بود و از اینک نیز شـواهدی در این رابطه وجود دارد. با عنایت به این موضوع در اکثر کشـورهای دارای کمبـود آب، سیاسـتگذاریهای خرد وکلان در زمینـه منابـع آب مبتنی بر اسـتفاده صحیح و صرفـه جویی در اسـتفاده از منابع آب موجود و سـعی در دسـتیابی به منابع نوین آبی استوار اسـت. شایسـته نیسـت که ما دراین مسیر عقب بمانیـم. هر گونه درنـگ و تاخیـر در این رابطه ممکن اسـت باعث بروز صدماتی بشود که جبران آن مشـکل و ناممکن شـود. با توجـه به هدرفت بالای روانابها در کشـور از یکطرف و فشـار زیاد بـه منابـع آب زیرزمینی از طرف دیگـر توجه و توسـعه پروژه‌های جمـع‌آوری آب امری ضروری اسـت. در توسـعه فضاهای سبز شـهری توجه به اسـتفاده از روانـاب قابـل جمع‌آوری از سـطوح عایق پشـت بامها و ترویج آن در بین شـهروندان مـی تواند کمـک بزرگی به تامیـن آب مورد نیاز فضاهـای سـبز خصوصـا در مقیاسـهای جزئی و حاشـیه خیابانهـا بنماید. بسـیاری از شـهرهای کشـور خصوصـا شـهرهای مسـتقر در سـواحل جنوب و شـمال کشور و نیز مناطق شهری مستقر در ارتفاعـات کـه دوره‌های مه آلـود کافی دارند شـرایط بسیار مسـاعدی جهت بهره گیری از آب مه بمنظور توسـعه فضای سـبز را دارا میباشـند کـه هم کم هزینه و هم پایدار میباشـد. البته در این خصوص لازم است ابتدا پتانسیل سنجی لازم صـورت‌پذیـرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**منابع:**

۱- ابریشمی، محمد حسین (مترجم)، جمع‌آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی- انتشارات آستان قدس رضوی-۱۳۶۸.

۲- دستورانی، محمدتقی، جمع‌آوری و استحصال آب در مناطق خشک و نیمه خشک (جزوه درسی)، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۱۳۸۴.

۳ - رحیمی، محمد، استحصال آب از مه، سازمان هواشناسی کشور، ۸۷۳۱.

4- F.A.O., Water harvesting, (www.fao.org)

5- Mileta, M., Beysens D., Nikolayev, V., Milimouk, I., Clus, O., and Muselli, M., Fog and dew collection projects in Croatia, 2005, (www.)

6- Schemenauer R .& Cereceda P. , 1994 , Fog Collections role in water planning for developing countries, Natural Sources Forum, 18 (2), PP: 91 – 100.

7- Schemenauer R., Osses, P. & Leibbrand, M. Fog collection evaluation and operational projects in the Hajja Governorate, Yeman, 2004. (www.).

**پی نوشت:**

[1]-Evanari
[2] - Zaunderrer and Hutchinson
[3] - Akchin
[4] Pacey and Cullis
[5] - Microcatchment
[6] - Khadin

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# Evaluation of the new and sustainable approaches of water production for greenspace development.

**Mohammad T. Dastorani**
**Assistant professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran**

***Abstract***

The problem of water shortage is a common limitation of development in most arid and semi-arid areas including urban greenspace extensiont. Today, human is trying to employ the most advanced technology and knowledge to solve this problem. Optimization of available water resources usage as well as meeting new water resources are the main solutions to this limitation. Planning to harvest rainwater from previously prepared surfaces (homes, factories and commertial building roofs, impermeable surfaces of airports, streets and roods and …) and also fog and dew collection projects are the methods that can supply sustainable and suitable water for greenspace irrigation in different parts of Iran. This paper tries to review the main characteristics and advantages of these methods for developing greenspace from different points of view, and in different parts of the county.

**Keywords:** Water harvesting, greenspace development, sustainable water resources, fog collection.