پایداری سکونتگاه‌های روستایی با رویکرد بهره‌گیری استحصال آب از رطوبت هوا (مه)؛ مطالعه موردی: روستای امین‌آباد فیروزکوه

حسین سپهری*، حمیدرضا فرشچی، جواد دیواندری***، امیرحسین صادقپور******

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۲۲

چکیده
ایرانیان از قدیم‌الایام با معضل کمبود آب مواجه بوده‌اند و این امر باعث ایده‌های شگرف در زمینه‌های مختلف استحصال، ذخیره و انتقال آب همچون آب‌انبارها و قنات‌ها شده است. از سوی دیگر مصرف بالای آب برای امور مختلف شرب، کشاورزی و صنعت باعث کاهش منابع آب‌های جاری و زیرزمینی گشته است. امروزه به کمک فنّاوری و علم، روش‌های نوینی جهت جذب آب از رطوبت هوا به وجود آمده است. در یکی از این روش‌ها، در مسیر حرکت هوا موانعی قرار می‌گیرد که با برخورد هوا به آن‌ها مولکول‌های آب معلق در هوا جذب شده و به مخزن مشخصی منتقل می‌گردند. در این تحقیق به بررسی چگونگی فرایند جذب آب از رطوبت هوا پرداخته شده و هدف تحقیق دستیابی به ترکیب دستگاه استحصال آب با کمک عناصر معماری مانند دودکش‌های خورشیدی، برج‌ها، حجم و نمایی ساختمان است. روش تحقیق توصیفی - تحلیلی و از مطالعات کتابخانه‌ای (بررسی نمونه‌های مشابه در مناطق مختلف جهان)، نرم‌افزارهای مرتبط (ترسیمی، تحلیلی)، پیمایش میدانی و شناسایی روستاهایی که ظرفیت لازم را ازلحاظ اقلیمی دارند، استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد روستاهای منطقه فیروزکوه تهران، ازجمله روستای امین‌آباد، مناطق مناسبی برای استحصال آب از رطوبت هوا هستند؛ زیرا این مناطق در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز واقع شده‌اند و دارای ویژگی‌هایی همچون میزان رطوبت بالای ۵۰ درصد، جهت و وزش باد غالب موردنیاز، تابش خورشید، شیب و عوارض مناسب زمین است. این عوامل باعث تولید مه در دره‌ها شده و قابلیت برداشت آب را از مه ایجاد می‌کند. روش استحصال آب از مه توسط پارچه سه‌بعدی جاذب آب پیشنهاد شده است. با انتخاب و جانمایی مطلوب برای احداث دستگاه، طراحی معماری هماهنگ با ویژگی‌های خاص منطقه و استفاده از پرده‌های جاذب با درصد جذب بالای آب می‌توان به نتیجه مطلوب رسید. روش پیشنهادی می‌تواند بدون وابستگی به منابع آبی و مولد تولید انرژی، آب مورداستفاده روزانه ۸ واحد مسکونی انتخاب‌شده در این روستا را فراهم آورد.

کلمات کلیدی: مه، استحصال آب، امکان‌سنجی، روستا، پایداری سکونت روستایی، دستگاه جمع‌آوری مه.

* دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
** استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. Farshchi46@kashanu.ac.ir
*** استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
**** استادیار، گروه فن‌آوری و معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

مقدمه

با رشد جمعیت، درخواست آب شیرین به شدت بالا رفته ولی فقط ۳ درصد از آب‌های موجود کره زمین، شیرین و قابل شرب بوده و تنها ۱ درصد آن‌ها جاری یا به‌صورت آب‌های زیرزمینی قابلیت مصرف دارند (محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳، ۱۱۸). با این شرایط، سه‌چهارم جمعیت جهان به‌ویژه در مناطق آفریقا و خاورمیانه با کمبود شدید منابع آبی مواجه هستند. در این میان جوامع روستایی که اغلب دچار مشکل مدیریت منابع آبی و کمبود آب سالم هستند، در آینده چالش‌های جدی‌تری خواهند داشت (El Tayeb, 2017, 5).

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] پیش‌بینی کرده که با افزایش جمعیت شهرها و نیز مهاجرت روستائیان تا سال ۲۰۳۰، چهل‌وهفت درصد از جمعیت جهان در مناطق تحت فشار آب شیرین، زندگی خواهند کرد (Suau & Zappulla, 2015, 1936). علت مهاجرت روستائیان، کمبود آب و عدم زیرساخت‌های اقتصادی، بهداشتی و خدماتی مناسب است (کیانی و همکاران، ۱۳۹۵، ۳۴۰). خشکسالی مزمن، جدی‌ترین معضل بر سر راه رونق و توسعه روستایی در ایران نیز هست. کمیت و کیفیت پایین آب در فلات مرکزی ایران، یکی از مهم‌ترین علل تخلیه روستاها محسوب می‌شود (بنیاد انقلاب اسلامی، ۱۳۸۵). همچنین عدم مدیریت مناسب منابع آب، می‌تواند آن را به بحرانی اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل و پایداری حیات اقتصادی و اجتماعی بسیاری از روستاهای یک کشور را با مخاطره جدی مواجه نماید (Carlos dall'Asta, 2017). برای مقابله با کمبود آب شیرین، اغلب مطالعات و سرمایه‌ها در روش‌های تصفیه آب‌های شور و نمک‌زدایی از آب دریا متمرکز شده‌اند. هزینه فنّاوری‌های فوق، ۱۰ برابر بیشتر از استفاده منابع آب‌های شیرین زیرزمینی و جاری است (Lekouch et al., 2012, 60). در این میان، روش‌های نوینی پیشنهاد شده که می‌تواند باعث کاهش فشار خشکسالی باشد. یکی از شیوه‌های مناسب، روش جذب آب از مه، توسط الیاف جاذب آب است. بخار آب بر فراز دریاها تشکیل می‌شود، توسط وزش باد، به سمت خشکی حرکت کرده و در اراضی مرتفع، به مه تبدیل می‌شوند (Carlos dall'Asta, 2017, 5). در سراسر جهان مقدار زیادی از حجم آب به شکل بخارآب وجود دارد که با استفاده از قوانین ساده فیزیک، می‌تواند استحصال شده و به آب شیرین تبدیل گردد. در شرایط خاص با نزدیک بودن بخارهای آب به سطح زمین و شکل‌گیری توده‌های مرطوب، پدیده مه شکل می‌گیرد که منبع مهمی برای تأمین است (GROUND, 2019). یکی از روش‌های جذب آب از مه است. موانعی در جریان طبیعی هوا قرار می‌گیرد و پس از برخورد هوا به آن‌ها، طی مراحلی، مولکول‌های آب از هوا جدا شده، به قطراتی تبدیل گشته و به طرف مخزن جمع‌آوری آب حرکت می‌کنند. این موانع که تشکیل‌شده از یک سازه نگهدارنده و یک هسته پارچه‌ای (الیاف) مخصوص جاذب آب است، می‌تواند آب معلق در هوا را جدا نماید (Schemenauer, 2006). آب حاصل‌شده از مه، امکان جایگزینی منابع آب زیرزمینی و سطحی را در بسیاری از مناطق فراهم می‌سازد و می‌تواند در اموری مانند کشاورزی، مصارف خانگی، تأسیسات، فضای سبز و در روستاها و شهرها، مورداستفاده قرار گیرد. همچنین دستگاه‌های استحصال آب در طی انبوه‌سازی، سبب رونق اقتصادی در کشور شوند (Carlos dall'Asta, 2017, 3). ابعاد دستگاه‌ها، باتوجه‌به نوع کاربری و میزان برداشت آب تعیین می‌گردند (Suau, 2010). البته تأثیر اجتماعی پروژه

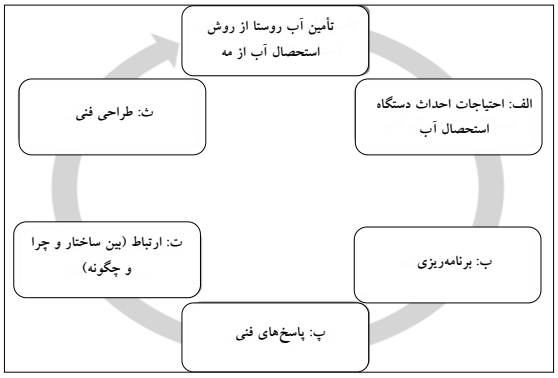
[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

احداث دستگاه استحصال مه به‌عنوان یک منبع جدید آب شیرین باید در نظر گرفته شود و عوامل لازم در یک بازه زمانی تعریف و مهیا شوند. برای مثال می‌توان این کار را از یک پروژه مسکونی یا مدرسه شروع و برای بازه زمانی سه سال، مقدار آب شیرین قابل استحصال را تعیین نمود و پس از موفقیت در این امر، مجموعه را در کل منطقه مورد بهره‌برداری قرارداد (Batisha Ayman, 2015, 1). تحقیقات انجام‌شده در مناطقی مانند سواحل اقیانوس آرام، شمال آمریکای جنوبی، جزایر قناری، مراکش، حوضه مدیترانه غربی و نامیبیا، نشان می‌دهد ترکیب دستگاه استحصال آب با جغرافیا و معماری منطقه، می‌تواند دریچه جدیدی در معماری پایدار باز نماید (Rivera, 2011, 335).

روش تحقیق

انتخاب نمونه مطالعاتی به شیوه پیمایش میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. همچنین از خروجی نرم‌افزارهای پایه اقلیمی و جغرافیایی در خصوص مکان و نحوه استقرار دستگاه و میزان ذخیره‌سازی و حجم آب قابل استحصال استفاده شده است. به علت نوع تحقیق، سمت‌وسوی پژوهش، بیشتر به سنجش کیفی جغرافیای منطقه با هدف ادغام معماری و استحصال آب از مه تمایل دارد. در این پژوهش، از روش سنجش کیفیت دیگری با عنوان روش تابع کیفیت (QFD)[۲] که توسط داس و موخرجی[۳] بیان شده نیز، استفاده شده است (Permana et al., 2020, 5). این روش، طبق تصویر شماره ۱، برای برنامه‌ریزی و توسعه محصولات ابداعی در نظر گرفته شده است و امکان به دست آوردن نتایج مشخص پیرامون هدف موردنظر را فراهم می‌کند.

در این تحقیق انتخاب روستا مبنی بر پایش روستاهای کم برخوردار استان تهران از دو بعد دسترسی به منابع آبی و نرخ مهاجرفرستی است. روستای امین‌آباد از توابع فیروزکوه، در حاشیه جنوبی رشته‌کوه البرز قرار دارد و دارای شرایط مناسبی نظیر رطوبت نسبی نسبتاً بالا و وزش باد مناسب برای استحصال آب از مه است.



ت۱. برنامه‌ریزی و توسعه محصولات ابداعی

سؤالات تحقیق

– روش‌های نوین استحصال آب از بخار هوا (مه) چیست؟

– چگونه می‌توان از اقلیم و توپوگرافی منطقه برای استحصال آب استفاده نمود و به پایداری و توسعه سکونت روستایی کمک کرد؟

کمبود آب و استحصال آن

محمد جانی و یزدانیان در تحقیقات خود بیان کردند درحالی‌که متوسط میزان بارندگی سالانه در جهان ۸۱۳ میلی‌متر است، میزان بارندگی در منطقه خاورمیانه و ایران به ترتیب ۲۱۷ و ۲۲۸ میلی‌متر است که کمتر از یک‌سوم متوسط بارندگی جهان است. از سویی، متوسط سرانه آب تجدیدپذیر کشور از ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به ۳۴۰۰ مترمکعب در سال۱۳۵۷، ۲۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۶۷، ۲۱۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۷۷ و ۱۷۱۸ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است. در صورت تداوم روند فعلی مصرف آب، این شاخص به حدود ۱۳۰۰ مترمکعب در

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

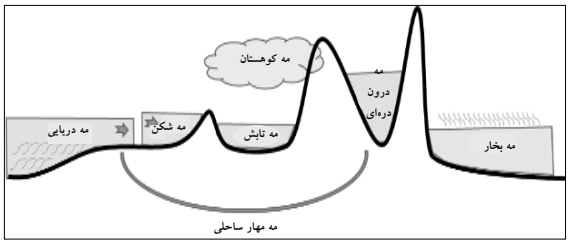
سال ۱۴۰۰ کاهش خواهد یافت (محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳، ۱۱۹). طبق گزارش EPI[۴] هرساله سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و نرخ ماندگاری جمعیت در مناطق روستایی کاهش چشمگیری دارد. آمار سازمان‌های جهانی نیز نشان می‌دهد که در شاخص‌های عملکرد محیط‌زیست، ایران در بین ۱۳۲ کشور، رتبه ۱۱۴ را به خود اختصاص داده و از منظر تولید دی‌اکسیدکربن، در رتبه ۱۰ جهانی قرار دارد (Afshinzadeh et al., 2016, 5). در طرح‌های محدوده مصرف روستایی را می‌توان برای هر نفر (بدون فضای سبز و دام و طیور) ۷۵ تا ۹۵ لیتر در شبانه‌روز به‌عنوان حد پایین و بالای سرانه خانگی در نظر گرفت (تابش، ۱۳۹۲، ۲۰). با روش استحصال آب از مه با تجمیع آب و ذخیره‌سازی آن با حداقل هزینه، می‌توان به منابع آب کمک زیادی نمود (El Tayeb, 2017, 5).

تعریف مه

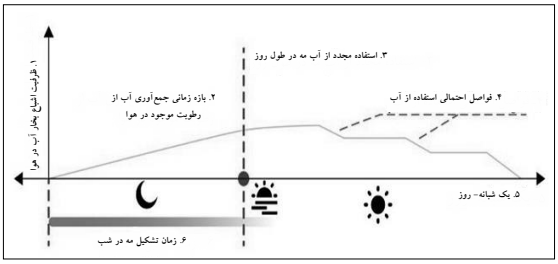
مه توده‌ای از هوا است که از تعداد بسیاری زیاد مولکول‌های آب تشکیل شده و باعث ایجاد عمق دید کمتر از ۱ کیلومتر می‌شود. مقدار جمع‌آوری ذرات آب درون مه، بستگی به قطر ذرات، سرعت باد و میزان سطح دستگاه جمع‌آوری دارد. مه موقعی که در ارتفاعات بالاتر از سطح دریا تولید می‌شود، محتوای بیشتری از آب قابل استحصال، نسبت به مه نزدیک به سطح دریا و زمین دارد و این نوع مه، برای تولید آب در اراضی خشک بیشتر موردتوجه است (Batisha Ayman, 2015, 2).

مه را ازنظر مکان تشکیل می‌توان به هفت دسته تقسیم نمود (McAdams et al., 2016, 19) (تصویر شماره ۲). مه دره بهترین نوع آن برای استحصال آب از مه است.

ترتیب زمانی تشکیل مه و چرخه فواصل برداشت آب از مه در یک شبانه‌روز عبارت‌اند از: ۱- ظرفیت اشباع بخار آب در هوا، ۲- بازه زمانی جمع‌آوری آب از رطوبت موجود در هوا، ۳- استفاده مجدد از آب استحصال‌شده مه در طول روز، ۴- فواصل احتمالی استفاده از آب، ۵-مدت‌زمان چرخه تشکیل مه (دریک روز)، ۶- زمان تشکیل مه قابل‌برداشت (این فرایند از ساعات نخستین شب شروع شده و تا طلوع خورشید ادامه دارد) (Fernandez et al., 2019, 541) (تصویر شماره ۳).



ت۲. انواع مه: مه دریایی، مه شکن، مه تابشی، مه کوهستان، مه درون دره، مه بخار، مه مهار ساحل (McAdams et al., 2016)



ت۳. مدل فرضی جمع‌آوری آب (Fernandez et al., 2019, 541)

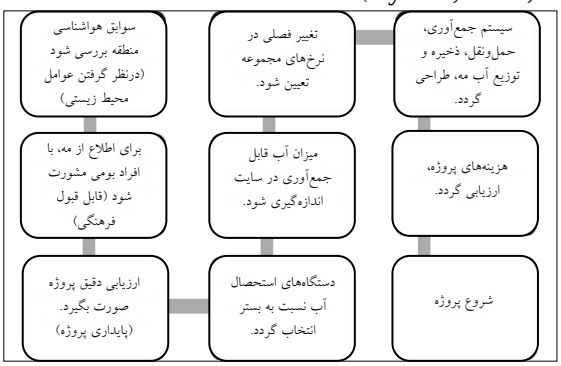
آسیب‌های خشکسالی و مزیت‌های استحضال آب برای جوامع روستایی

فقر آب برای ساکنین مناطق محروم که بیشتر زنان آنجا وظیفه تأمین آب خانه را به عهده دارند و مجبور به حمل آب در مسافت‌های طولانی به‌صورت روزانه هستند، پیامدها و آسیب‌های جدی جسمی، روانی و اجتماعی به همراه دارد. برای کاهش فشار این معضل،

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

یکی از روش‌های مناسب، انجام پروژه‌های استحصال آب است.

قبل از شروع یک پروژه باید دو اقدام صورت گیرد. اولین گام، شروع برنامه آموزش عمومی است. ابتدا باید به مزایا و مضرات سیستم اشاره کرد و به روشنی توضیح داد که چگونه باید رویکردهای استفاده از آب تغییر کند. پروژه استحصال آب، یک مزیت فوق‌العاده برای مردم محلی ایجاد می‌کند تا بتوانند در تصمیم‌گیری، ساخت، تعمیر و نگهداری پروژه‌ها مشارکت داشته باشند. دومین گام، طراحی دستگاه‌های جمع‌آوری آب، حمل‌ونقل، ذخیره و توزیع آب مه است. این امر به مواردی همچون دسترسی به بستر موردنظر، میزان مسافتی که آب باید جابه‌جا شود و چگونگی استفاده از آب باتوجه‌به نیاز اجتماعی مردم روستا بستگی دارد (تصویر شماره ۴). به‌بیان‌دیگر یک پروژه جمع‌آوری آب از مه، تا حدودی شبیه رفتن به یک منطقه و تصمیم‌گیری برای حفر چاه در یک روستا است. در بعضی موارد، آب برای مصارف خانگی موردنیاز نیست بلکه بیشتر برای کاربردهای کشاورزی یا جنگلداری است که این موضوع حجم و مقدار یک پروژه جمع‌آوری مه را تعیین می‌کند (Batisha Ayman, 2015, 7).



ت۴. مواردی که برای احداث دستگاه استحصال باید رعایت گردد (Batisha Ayman, 2015, 8)

تجربیات مناطق مختلف در سرتاسر جهان

دستگاه‌های استحصال آب، بنا به ابعادشان در دو سایز کوچک SFC[5] و بزرگ LFC[6] (بالای ۴۰ مترمربع) دسته‌بندی می‌شوند. مقادیر دریافت آب ازطریق دستگاه‌های استحصال آب در سراسر جهان به‌صورت آماری اندازه‌گیری و در جدول شماره ۱ گردآوری شده است (Gandhidasan Palanichamy et al., 2018, 203).

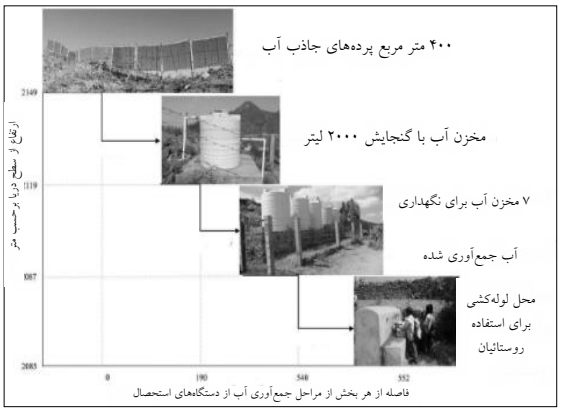
ج۱. نرخ جمع‌آوری آب از جمع‌کننده‌های بزرگ مه (LFC)؛ منبع: (Li Go & Ismail, 2021, 11)

محل احداث	میزان آب تولیدشده (LFC): میزان برداشت لیتر به ازای هر ۴۰ مترمربع در سال[7]
گوباب، نامیبیا[8]	۱۱۵۰۰
چونگونگو، شیلی[9]	۴۲۸۰۰
لیلفونتین، آفریقا جنوبی[10]	۱۴۷۰۰
ایلام، نپال[11]	۵۲۳۰۰
سیدی ایفنی، مراکش[12]	۳۱۸۰۰
تنریف، جزایر قناری[13]	۶۹۰۰۰
میجا، پرو[14]	۷۵۶۰۰
حجا، یمن[15]	۱۷۱۰۰
ظفور، عمان[16]	۶۱۶۰۰
کانارال، شیلی[17]	۲۱۹۰۰
نفاسیت، اریتره[18]	۱۲۶۰۰
توجیکیا، گواتمالا	۳۷۸۰۰

مراحل جمع‌آوری آب ازطریق دستگاه استحصال آب از مه تا مصرف آن در تناسبات یک مجموعه بزرگ در روستای آبروبو[19]، در تصویر شماره ۵ نشان داده شده است (Fessehaye et al., 2017, 1025). به‌طور میانگین در مناطق مختلف از هر ۱ مترمربع پرده‌های جاذب توانایی استحصال ۴ لیتر آب وجود دارد.

در تمام قاره‌های جهان پروژه‌های استحصال آب با استفاده از جذب رطوبت هوا دیده می‌شود و نمونه‌هایی در کشورهای شیلی، پرو، گواتمالا، دومنیکا، هائیتی، آفریقا جنوبی، نامیبیا، اریتره، تانزانیا، ایتیوپی، نپال، هند، عمان، یمن، عربستان سعودی، کرواسی، اسپانیا به بهره‌برداری رسیده است (Batisha Ayman, 2015, 2).

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]



ت۵. جزئیات فنی عملیاتی سیستم جمع‌آوری مه و آب در آبروبو (Fessehaye et al., 2017, 1025)

در بسیاری از روستاهای اتیوپی افراد برای تأمین آب بهداشتی و شیرین هر روز با مخاطرات گوناگونی روبه‌رو هستند تا به منبع آب سالم دست یابند. طراحان شرکت معماری چشم‌انداز[۲۰] با تکیه بر فنّاوری جدید «واکا واتر[۲۱]» در سال ۲۰۱۲ پروژه استحصال آب از مه را در این کشور به بهره‌برداری رساندند (Shawl, 2019, 1).

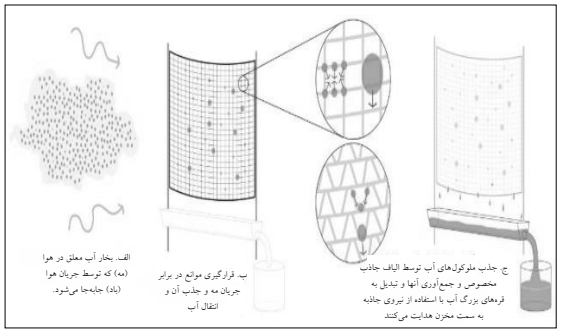
در عمان نیز یک پروژه آزمایشی بزرگ جمع‌آوری مه احداث شده است. در این کشور در تابستان‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ در ارتفاعات از ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد، دوره موسمی[۲۲] میزان جمع‌آوری بسیار بالای ۳۰ لیتر از هر ۲ مترمربع در روز، به دست آمده است.

شمال پایتخت صنعا در سال ۲۰۰۳ موردبررسی قرار گرفت. در آنجا قابلیت جذب آب از مه به‌صورت میانگین ۴/۵ لیتر از هر ۱ مترمربع در روز، در طی ۳ ماه خشک زمستان بوده است.

در اسپانیا دستگاه‌های استحصال آب از مه از سال ۲۰۰۳ احداث شده‌اند. ۲۴ جمع‌کننده مه در ۱۹ مکان مختلف نصب شده و مساحتی نزدیک به ۸۰۰ کیلومتر را در برگرفتند و طبق محاسبات ۷ لیتر به ازای ۱ مترمربع در یک روز به دست آمده است (Batisha Ayman, 2015, 3).

در کشور مراکش میزان دریافت آب با دستگاه‌های استحصال آب از مه برای ۱۵ شهر اندازه‌گیری و بررسی شده و شاخص‌های میزان استحصال آب ۱۰ درصد، ۲۰ درصد و ۵۰ درصد در ازای هر منطقه در نظر گرفته شده است (Lekouch et al., 2012, 71).

جزئیات و مراحل اجرای دستگاه استحصال آب از مه جزئیات عمومی جمع‌کننده‌های مه عبارت‌اند از: پارچه جذب آب که هسته مرکزی اصلی دستگاه است و با اتصلاتی به قاب وصل می‌شود. لبه زیرین صفحه پارچه‌ای باید از سطح زمین حداقل ۲ متر فاصله داشته باشد و علاوه بر این، با کابل‌های مهار، قاب اصلی محکم شود. یک ناودانی برای جمع‌آوری آب و لوله‌هایی برای انتقال آب از ناودانی‌ها به مخزن نیز وجود دارد (تصاویر شماره ۶ و ۷).



ت۶. مراحل جذب آب از مه ، جمع‌آوری و هدایت به سمت مخزن (Fernandez et al., 2019, 537)

در تصویر شماره ۷، یک جمع‌کننده مه، به همراه مخازن آب در مونته ماچوس[۲۳] اسپانیا نشان می‌دهد. احداث هر دستگاه بر چند اصل استوار است: طراحی آن ساده باشد؛ در هر مکان، امکان ساخته شدن را داشته باشد. توسط افراد غیرمتخصص قابل‌اجرا باشد،

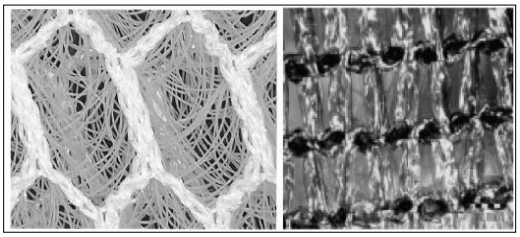
[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

هزینه‌های آن پایین باشد تا به مردم منطقه هزینه گزافی تحمیل نگردد، وابسته به هیچ‌گونه سیستم‌های فعال، از قبیل موتورهای الکترونیکی و درون‌سوز با سوخت فسیلی نباشد و درنهایت سبک و قابل‌حمل باشد (غنمی جابر و همکاران، ۱۳۹۵، ۵). در این فناوری همچنین بهتر است برای سازه دستگاه از مواد و مصالح بوم‌آورد استفاده شود (McAdams et al., 2016).



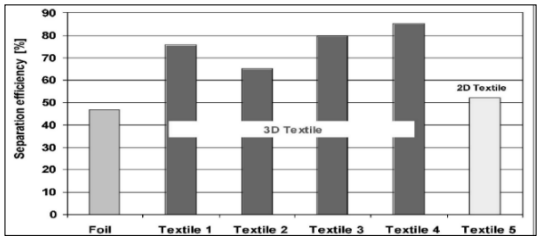
ت۷. یک قاب ساده برای استحصال آب در مونته ماچوس اسپانیا (Batisha Ayman, 2015, 4)

مهم‌ترین بخش دستگاه استحصال آب از مه، پارچه (الیاف) جاذب آب است. آن‌ها بسته به جنس، ضخامت و تک لایه یا چند لایه و دو بعدی یا سه بعدی انواع مختلفی دارند و نسبت به نوع اقلیم و میزان نیاز جذب آب، در پروژه‌ها انتخاب و استفاده می‌شوند. نتیجه کارکرد آن‌ها در آزمایشگاه و تحقیقات بررسی شده و در اختیار محققان و طراحان قرار می‌گیرد (McAdams et al., 2016, 21) (تصویر شماره ۸).



ت۸. ساختار فیزیکی و تفاوت در اجزای پرده‌های سمت راست دو بعدی و سمت چپ سه بعدی نشان داده شده است (Sarsour & Stegmaier, 2010, 15)

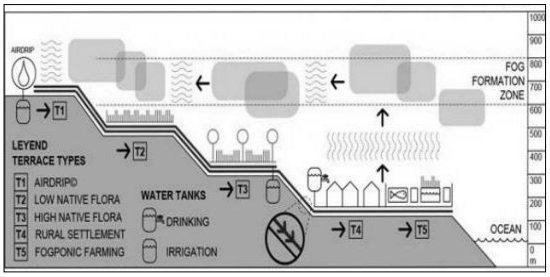
میزان قدرت جذب پرده‌های فلزی، سه بعدی و دو بعدی در نمودار به ترتیب نشان می‌دهد، به دلیل جذب آب بالاتر پرده‌های سه بعدی نسبت به الیاف دیگر برای استفاده در دستگاه استحصال آب مناسب‌تر هستند (Sarsour & Stegmaier, 2010, 15) (تصویر شماره ۹).



ت۹. میزان قدرت جذب پرده‌های فلزی، سه بعدی و دو بعدی در نمودار به ترتیب آمده است (Sarsour & Stegmaier, 2010, 15)

محل استقرار دستگاه

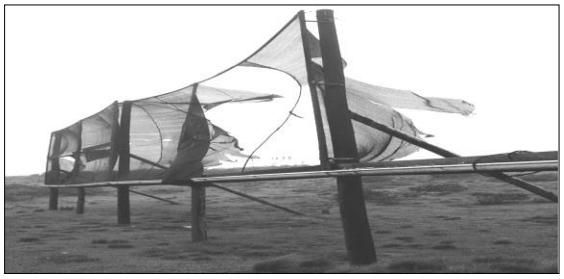
برای مکان‌سنجی، انتخاب صفحات جاذب و طراحی دستگاه استحصال آب، به متغیرهای مختلف ازجمله سرعت باد[۲۴]، رطوبت نسبی، عوارض زمین، ارتفاع از سطح دریا[۲۵]، تأثیر جهت‌گیری دستگاه استحصال آب بر اساس عوارض زمین[۲۶]، فاصله از خط ساحلی[۲۷]، فاصله بین دستگاه‌ها با یکدیگر[۲۸] و نسبت طول به ارتفاع صفحات جاذب آب بستگی دارد. هرچه دستگاه در ارتفاع بالاتر از سطح دریا قرار گیرد به دلیل سرعت وزش باد مناسب و میزان رطوبت بالا عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد (Suau & Zappulla, 2015, 1941) (تصویر شماره ۱۰).



ت۱۰. نمودار بخشی از جمع‌آوری، انتقال توسط خط لوله و توزیع آب در زمینه ساحلی خشک (Suau & Zappulla, 2015, 1941)

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

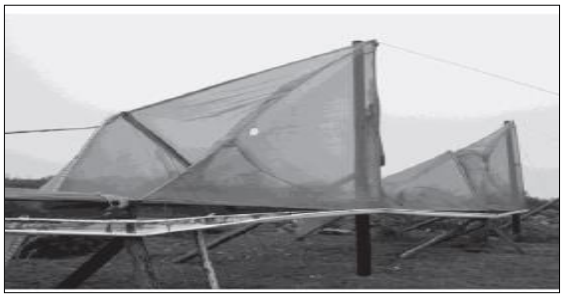
دستگاه‌های بـزرگ جمـع‌آوری آب از مـه معمـولاً در برابر عوامل محیطی (قرار گرفتن در معرض نـور شـدید خورشـید، گردوغبـار، طوفـان، بادهـای شـدید و...) آسیب‌پذیر هستند. این آسیب‌ها عملکرد آن‌هـا را پـایین آورده و یا به‌طور کامل از کـار مـی‌انـدازد (Bandeira Calixto, 2018, 78) (تصویر شماره ۱۱).



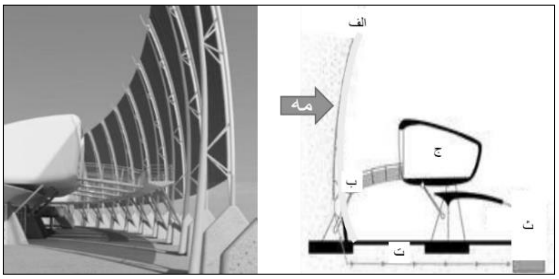
ت۱۱. نمونه‌ای از آسیب‌دیدگی و پارگی صفحات توسط باد (Bandeira Calixto, 2018, 78)

در نسخه‌هـای سـنتی و مسـطح، سـرعت و عملکـرد جریان باد به دلیل انسداد سطح دستگاه، پایین می‌آید. بـا تغییراتی در طراحی سازه دستگاه‌ها، می‌توان به توانـایی جذب مه بیشتر، مقاومت بالاتر و آسیب کمتـر در برابـر عوامـل جـوی دسـت یافـت (Holmes et al., 2015, 243) (تصویر شماره ۱۲).

مصالح مناسب برای ساخت سازه دستگاه چوب یا فلز است. البته بهتر است از مواد و مصالحی کـه تمایـل بـه زنگ‌زدگی دارند، اجتناب کرد. فـولاد ضـدزنـگ گزینـه مناسبی برای این کار است و چوب بـه دلیـل خاصـیت جذب آب و مقاومـت پـایین، کمتـر مورداسـتفاده قـرار می‌گیـرد (Bandeira Calixto, 2018, 46). بـا ترکیـب دستگاه‌های استحصال بـا معمـاری مـی‌تـوان بـه‌عنـوان عناصر ساختمان (مانند دیوارهای حائـل، دودکـش‌هـای خورشـیدی، بـرج دیـده‌بـانی و...) در داخـل و کنـار ساختمان استفاده نمود. در یک الگوی کلـی اجـزای آن عبارت‌اند از: (الف)- قسمت اصلی دستگاه (پـرده‌هـای جاذب آب از مه) که بر یک سازه مقاوم در برابر عوامل جوی نصب شده است. (ب)- ناودانی برای جمـع‌آوری آب حاصل‌شده. (ت)- مسیر انتقال آب به مخزن. (ث)- مخزن اصلی جمع‌آوری آب استحصال‌شده. (ج)- سـازه نگهبان و فضای تعمیر و نگهداری قطعـات. ایـن دیـوار به‌صورت یک دیوار در مقابل جهـت بـاد غالـب منطقـه قـرار مـی‌گیـرد (Atef Faggal, 2007, 13) (تصـویر شماره ۱۳).



ت۱۲. نمونه دستگاه جمع‌آوری آب از مه، که در برابر فشار باد مقاوم‌سازی شده است (Holmes et al., 2015, 243)



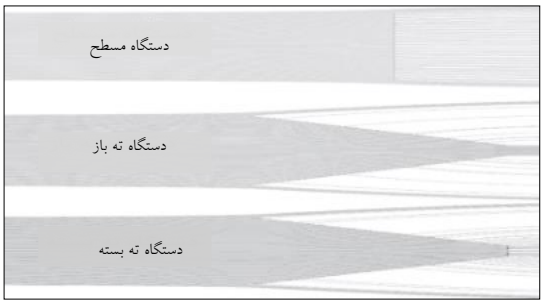
ت۱۳. نوع طرح اولیه دستگاه مناسب برای قرارگیری جهت جذب و استحصال مه (Atef Faggal, 2007, 13)

تجربه‌های تحلیل، طراحی و ترکیب‌شـده بـا عناصـر ساختمانی

رابرت هـولمز[۲۹] و همکـاران بـا انجـام آزمـایش‌هـای تحلیل جریـان هـوا[۳۰] بـر روی نمونـه‌هـایی از دسـتگاه استحصال، توانسته‌اند به یک ساختار بهینه دسـت یابنـد که نه‌تنها توانایی مقامـت بـالاتر در برابـر بـاد و عوامـل جوی را داشته باشد؛ بلکه میزان جـذب آب را تـا حـد

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

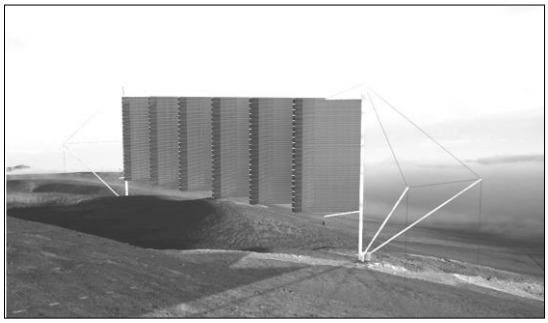
زیادی افزایش دهد. این دستگاه‌ها در ابعاد بزرگ به نام MF-LFC و در دو نمونه ته‌باز[۳۱] و ته‌بسته[۳۲] طراحی و آزمایش شده‌اند. این دو نمونه با نوع مسطح دستگاه در تأثیرگذاری بر روی جریان هوا مورد آزمایش قرار گرفته و نتیجه آن در تصویر شماره ۱۴آمده است و نکته حائز اهمیت در اینجا نوع ته‌بسته آن است که توانایی کنترل بیشتر جریان هوا را داد و همین علت باعث افزایش جذب آب بالاتر از مه نسبت به دو نوع دیگر شده است.



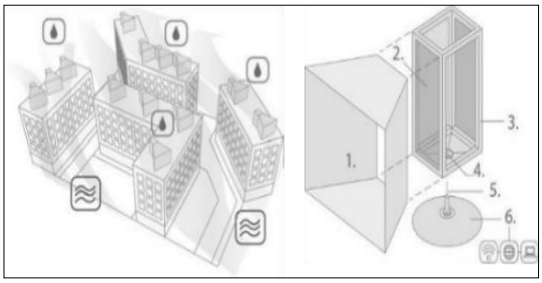
ت۱۴. در تصویر فوق، از بالا به پایین مسیر حرکت مه (با خطوط خاکستری) در درون دستگاه‌ها (مسطح، ته‌باز، ته‌بسته) و اطراف آن‌ها نشان داده شده است. مدل قیفی ته‌بسته، بهترین عملکرد را ازلحاظ به دام اندازی هوا و جذب مه دارد (Holmes et al., 2015, 247)

هولمز برای طراحی از سازه کش‌بستی[۳۳] استفاده کرده که باعث بهبود عملکرد دستگاه می‌شود، زیرا حداقل میزان مصالح برای ساخت این دستگاه در این روش به کار رفته و همین مسئله تأثیر مستقیمی بر فرایند تولید، نصب، نگهداری و درنهایت بر هزینه کل دارد. دستگاه‌ها به‌صورت قیفی شکل هستند و با قرارگیری کنار هم یک یا چند منحنی بزرگ تشکیل می‌دهند (تصویر شماره ۱۵). برای سازه کش‌بستی از قطعات و کابل‌های فولادی ضدزنگ و برای جذب آب از مه، از نوع پرده جاذب آب دو بعدی(ساده) استفاده شده است. بهینه‌ترین فاصله بین ردیف قرارگیری این نوع دستگاه ۱۴ متر است (Holmes et al., 2015, 245).

در ایتالیا، برای جمع‌آوری مه، ایده دستگاه‌های استحصال هوشمند، در مقیاس شهری بر بالای ساختمان‌ها بیان شده است. طرح پیشنهادی برای جمع‌کننده‌های مه شامل یک ساختار حجمی قیفی شکل است که نسبت به جهت باد گردش پیدا می‌کند و توانایی جهت‌دهی جریان‌های باد به داخل خود دارد (تصویر شماره ۱۶).



ت۱۵. یک دستگاه استحصال آب از مدولار قیفی با سازه کش‌بستی از نوع ته بسته طراحی‌شده توسط هولمز و همکاران (Holmes et al., 2015, 245)



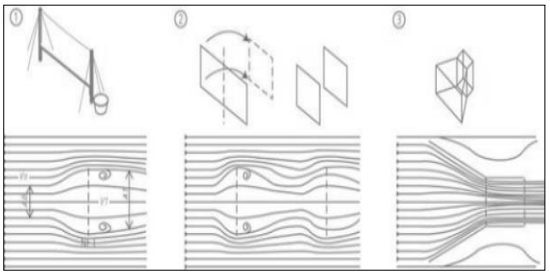
ت۱۶. شبکه هوشمند جمع‌آوری مه پیشنهادی برای استفاده شهری/ساختمانی در ایتالیا عبارت‌اند از: ۱) قیف ۲) مش برداشت ۳) سازه دستگاه ۴) نقطه جمع‌آوری ۵) لوله توزیع و محور صلب که امکان چرخش دستگاه را فراهم می‌کند ۶) پایه، جایی که دستگاه‌های الکترونیکی و شبکه قرار دارند (Fernandez et al., 2019, 542)

در هسته اصلی دستگاه دو شبکه جمع‌آوری آب (هر یک از این از صفحات مش دوجداره‌اند) به‌صورت

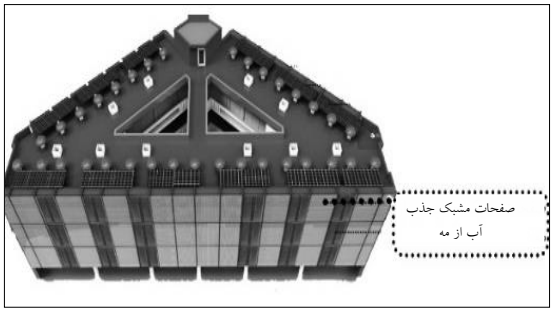
[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

پشت‌سرهم قرار می‌گیرند، تا میزان جمع‌آوری آب را افزایش دهند. طراحی سازه سه‌بعدی به‌گونه‌ای است که نه‌تنها ذرات معلق مه را به‌طور مؤثرتری به دام می‌اندازد، بلکه از تبخیر براثر وزش باد نیز جلوگیری می‌کند (Fernandez et al., 2019, 542) (تصویر شماره ۱۷).

استودیوی معماری E.Z.B، در طراحی نمای جدید خوابگاه مسکونی ریورساید، با قرار دادن صفحات مشبک جذب آب از مه، علاوه بر تولید آب، ساختمان را در برابر اشعه خورشیدی محافظت می‌کند (تصویر شماره ۱۸).

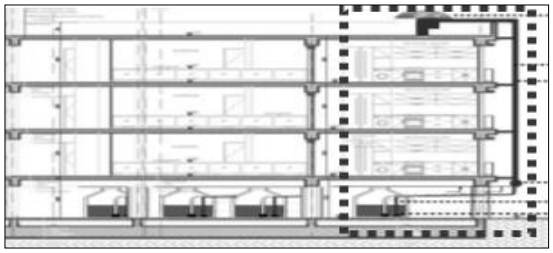


ت۱۷. فرایند مدل طراحی سیستم برداشت مه: ۱) دستگاه برداشت مه سنتی که در آن جریان باد قابل‌توجهی توسط مش مسطح منحرف می‌شود. ۲) مش دو لایه پیشنهادی که در آن جمع‌آوری با افزایش جریان باد افزایش می‌یابد. ۳) ساختار قیفی که باد را تماماً در خود می‌کشد و امکان جمع‌آوری آب بسیار بیشتری را فراهم می‌کند (Fernandez et al., 2019, 542)



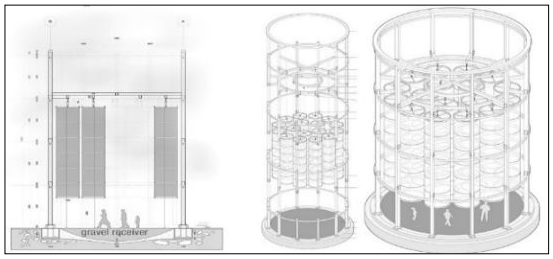
ت۱۸. صفحات مشبک جذب آب از مه در نما خوابگاه ریور ساید (Bodamyalızade & Alibaba, 2018, 171)

مزایای این طرح، سبکی، زیبایی در نما و زمان کوتاه برای نصب و اجرای آن است. این ساختار مشبک و یکپارچه می‌تواند مه را جذب کرده و به مخازن موردنظر انتقال دهد (Bodamyalızade & Alibaba, 2018) (تصویر شماره ۱۹).



ت۱۹. جزئیات اجرایی پرده‌های جاذب آب در نمای ساختمان خوابگاه ریور ساید (Bodamyalızade & Alibaba, 2018, 173)

در **شیلی**، پارک جدیدی احداث شده که از ترکیب عناصر معماری و منظر، برج دیده‌بانی[۳۴] دستگاه‌های جمع‌آوری به وجود آمده است. هدف اصلی این طرح، تولید و عرضه آب برای روستای کاویلولن[۳۵] و برنامه راهبردی برای پروژه معماری منظر است و در آن یک میدان جدید برای دیده‌بانی پیشنهاد شده است. ارزیابی برای احداث و طراحی دستگاه در روستای کاویلولن، شامل دو مرحله است: الف) انتخاب منطقه با بیشترین فراوانی مه؛ ب) انتخاب مناطقی که دچار خشک‌سالی و کم‌آبی هستند (ytaa.miesbcn.com, 2020) (تصویر شماره ۲۰).



ت۲۰. جزئیات طراحی برج دیدبانی چارک با قابلیت استحصال آب از مه (ytaa.miesbcn.com, 2020)

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

هزینه اجرای دستگاه استحصال آب

نوع و هزینه دستگاه‌های جمع‌کننده مه، به ابعاد دستگاه و مکان احداث آن بستگی دارد. هزینه برای دستگاه‌های کوچک بین ۷۵ تا ۲۰۰ دلار و برای مجموعه‌های بالاتر از ۴۰ مترمربع، حدود ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ دلار متغیر است (Batisha Ayman, 2015, 6).

جنبه‌های غیرفنی دستگاه استحصال آب

با احداث هر پروژه استحصال آب در مناطق مختلف نیاز به برنامه‌ریزی‌ها و هدف‌گذاری‌هایی در امور مختلف وجود دارد، مانند: ۱- نیاز به آموزش افراد بومی را دارد، ۲- تعداد جمعیت بستر حداقل ۸۰ نفر باشد (Batisha Ayman, 2015, 6)، ۳- جامعه بومی در فرایند توسعه مشارکت داشته باشند، هزینه‌های و نگهداری کاهش یابند، ۴- فاصله میان محل احداث تا روستا هدف کم باشد تا لوله‌کشی مقرون‌به‌صرفه باشد. ۵- تهیه مخازن آب و سامانه‌های پشتیبانی برای دوره‌های خشک با کم برداشت مه در نظر گرفته شود (Suau, 2010, 7). اشتغال‌زایی افراد محلی و آموزش اهالی روستا، مشارکت در ساخت و تولید و ...) است.

مزایای استحصال آب از مه

مزایایی که فن‌آوری استحصال آب از مه به دنبال خود برای یک روستا دارد عبارت‌اند از: ۱- ایمنی و بهداشت، آب شرب برای مناطق محروم امکان‌پذیر می‌شود (Anne Diehl, 2009). کیفیت آب مه توسط سازمان جهانی غذا و بهداشت[۳۶] و اتحادیه اروپا[۳۷] تهیه و تنظیم شده است (Suau & Zappulla, 2015, 1940). ۲- باعث پایداری اجتماعی و می‌تواند به فقر آب و مشکلاتی که با آن‌ها دست‌وپنجه نرم می‌کنند، کمک کنند و از مهاجرت اجباری جلوگیری کند (Anne Diehl, 2009, 5). ۳- حفظ منابع آبی و جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب‌های جاری و زیرزمینی کرد یا حتی‌الامکان به حداقل برساند. ۴- منافع اقتصادی احداث دستگاه‌های استحصال آب (بازگشت هزینه‌های ساخت و تولید، کاهش وابستگی بخش کشاورزی و صنعت به منابع آبی زیرزمینی، رونق کشاورزی در مناطق کم آب) در مناطقی که با کمبود آب روبه‌رو هستند، دارای منافع اقتصادی است. ۵- مدیریت بهینه رخدادهای طبیعی مانند سیل و زلزله که آب آشامیدنی و بهداشتی به علت آسیب واردشده قطع می‌گردد، با احداث دستگاه‌های موقت استحصال آب می‌توان آب شیرین و بهداشتی با هزینه پایین به‌صورت شبانه‌روز در اختیار افراد آسیب‌دیده قرار داد (Gandhidasan Palanichamy et al., 2018).

روستای امین‌آباد

روستای امین‌آباد فیروزکوه، در استان تهران، از توابع شهرستان فیروزکوه، در محدوده دهستان حلبرود واقع گردیده است. طبق سرشماری سال ۱۳۹۰، این روستا دارای ۱۱۶ خانوار و ۳۱۸ نفر جمعیت است و از نقاط محروم محسوب می‌شود. خبرگزاری مهر[۳۸] نیز در خصوص کمبود آب و آب‌رسانی این روستا[۳۹] گزارش‌هایی تهیه کرده است.

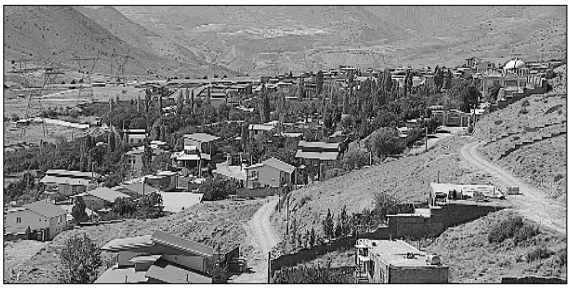
دلایل انتخاب روستای امین‌آباد برای برداشت مه

روستای امین‌آباد یکی روستاهای شرق استان تهران است، بستر روستا طبق تحقیقات ارزیابی‌های انجام‌شده شرایط لازم جهت احداث دستگاه استحصال آب مانند شیب مناسب دامنه جنوبی کوه، رطوبت نسبی، جریان هوا، کمبود آب و وجود مه دره قابل‌برداشت را دارد (تصویر شماره ۲۰).

برای انتخاب محل احداث دستگاه استحصال در میان منازل روستایی، محدوده‌ای با ۸ ساختمان، به مساحت تقریبی ۱۱۶۰۰ مترمربع مشخص شده و برای هر واحد مسکونی دستگاه‌های استحصال آب از مه به

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

مساحت حدودی ۱۰۰ مترمربع در نظر گرفته شده است (تصویر شماره ۲۱).



ت۲۰. دانه‌بندی و بافت واحدهای مسکونی روستای امین‌آباد



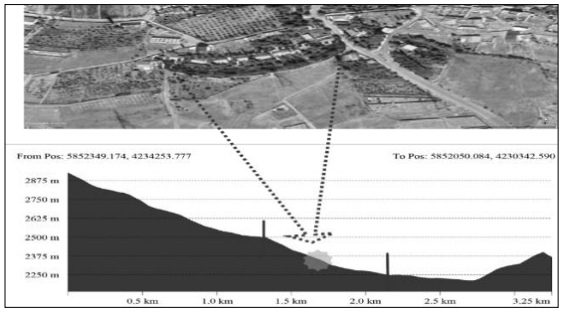
ت۲۱. در سمت راست تصویر، یک نمونه از واحدهای مسکونی انتخاب شده است و در سمت چپ تصویر، محدوده مسکونی منتخب برای احداث دستگاه‌های استحصال آب در روستای امین‌آباد است و محور محل نصب دستگاه‌ها نشان داده شده است

اقلیم منطقه و ویژگی‌های آن

به نقل از سایت اداره هواشناسی و طبق آمار مرکز سینوپتیک فیروزکوه، اقلیم منطقه نیمه‌خشک است و به علت اختلاف دمای ویژه شب و روز، در شب باد ملایمی از کوه به دره و در روز از دره به کوه می‌وزد. دی‌ماه کمترین و تیرماه بیشترین مقدار تبخیر را در سال به خود اختصاص داده‌اند. میانگین رطوبت نسبی سالیانه ۵۲ درصد است و حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۷۶ و ۳۵ درصد است. در این شرایط مه دره تشکیل می‌شود که مناسب‌ترین نوع مه برای جذب آب است. جهت و میزان وزش باد مشخص شده و به این شرح است: جهت باد غالب از سمت **شمال شرق** بوده و میانگین سرعت آن ۵/۵ متر بر ثانیه است. بیشترین سرعت باد در فیروزکوه، با ۲۱/۵ متر بر ثانیه از سمت جنوب غربی است (اداره هواشناسی فیروزکوه, ۱۴۰۰).

نحوه مکان‌یابی و نحوه جهت‌گیری دستگاه

منطقه موردمطالعه در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز قرار دارد و به علت تابش خورشید از یخ‌زدگی دستگاه جلوگیری می‌کند و از طرفی باعث تبخیر آب‌های سطحی شده و میزان رطوبت نسبی را بالا برده و کمک می‌کند دستگاه‌ها جذب بهتری از رطوبت هوا را داشته باشند (تصویر شماره ۲۲). چیدمان کلی تمام دستگاه‌های استحصال آب برای ۸ واحد به‌صورت یک محور منحنی است و جهت‌گیری هر دستگاه، به سمت شمال شرقی است تا بتوان از جهت وزش باد غالب برای جذب بهتر آب از مه استفاده کند.

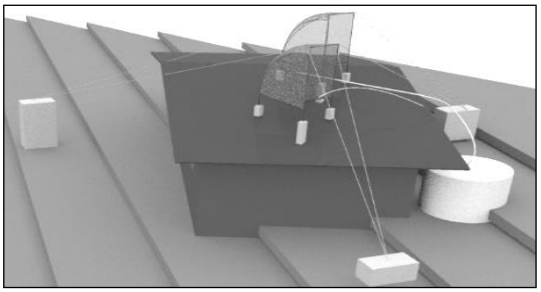


ت۲۲. نقشه مکان منتخب و برش از روستا (خط قرمز) و بستر محل قرارگیری دستگاه استحصال آب (نقطه نارنجی) نشان داده شده که توسط نرم‌افزارهای گوگل ارث[۴۰] و گلوبال‌مپر[۴۱] گرفته شده است

در (تصویر شماره ۲۳) محل قرارگیری و اجزای دستگاه‌ها بر روی بام هر واحد مسکونی و نحوه اتصال آن به مخزن جمع‌آوری نشان داده شده و دهانه اصلی آن به سمت وزش باد غالب تنظیم شده‌اند. دستگاه به نحوی طراحی شده که در برابر باد شدید جنوب غرب کمترین اصطکاک را داشته باشد و همچنین به لحاظ

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

چندوجهی بودن آن توانـایی میـزان جـذب رطوبـت را بالا می‌برد.



ت۲۳. محل قرارگیری و اجزای دستگاه استحصال آب بر بام منازل مسکونی روستای امین‌آباد

بـرای هـر واحـد مسـکونی دو دسـتگاه در کنـار هـم پیش‌بینی شده است. سطح مفید پـرده‌هـای جـاذب آب برای هر دستگاه نصب‌شـده ۷۰ مترمربـع اسـت، جمعـاً ۱۴۰ مترمربع می‌شود (۴۰ متر بیشـتر محاسـبه شـده تـا هنگام یک حادثـه عملکـرد دسـتگاه کـاملاً از کـار بـاز نماند). ساختار سازه دستگاه مانند یک سـازه فضـا کـار عمل می‌کند و دلایل آن عبارت‌اند از:

– توان تحمل تنش بالا در سازه به علـت شـکل و نـوع اتصـالات در هنگـام وزیـدن بادهـای شـدید مـی‌توانـد پایداری خود را حفظ کند.

– بیشترین میـزان عبـور جریـان هـوا از درون دسـتگاه به‌خاطر شکل دهانه دسـتگاه کـه طراحـی شـده اسـت، اتفاق می‌افتد.

– چند جداره بودن شکل دستگاه توان جذب آب از مـه را بالاتر می‌برد. (در تمام وجه‌ها، یک پـرده جـاذب آب نصب شده است، و تنها در وجه پایینی آن ناودانی برای جمع‌آوری آب قرار گرفته است).

ابعاد دستگاه برحسب متر در تصویر شـماره ۲۴ آمـده است. اجزای آن شامل:

– صفحات جاذب آب سه‌بعدی

– سازه لوله‌ای (لوله گالوانیزه) دستگاه که به‌صورت یک خرپا فضا کار عمل می‌کنند.

– پایه‌های فلزی برای اتصال به سطوح مختلف

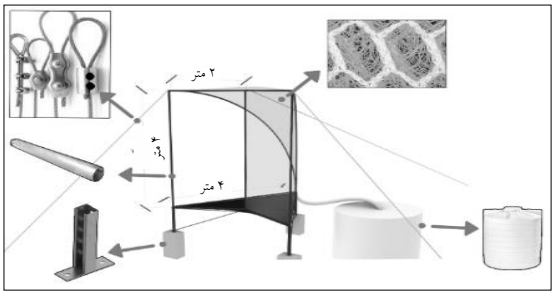
– صـفحه جمـع‌آوری (نـاودانی) و مسـیر انتقـال آب (لوله‌ها)، آب را در مخزن جمع‌آوری می‌کند.

– مخـزن جمـع‌آوری بـا گنجـایش حـداقل ۲۰۰۰ لیتـر آب است.

– کابل‌های مهار برای جلـوگیری از تـنش در سـازه در هنگام وزش بادهای شدید و حفظ پایداری آن است.

تحلیل جریان هوا در دستگاه

در قسمت جلوی طرح پیشنهادی، یک فرورفتگی ایجاد شده است که موجب هدایت بیشتر جریان هوا به داخـل دستگاه می‌شود و نیز مقاومت کمتری نسبت به نوع مسـطح در برابر جریان هوا دارد (تصویر شماره ۲۵).

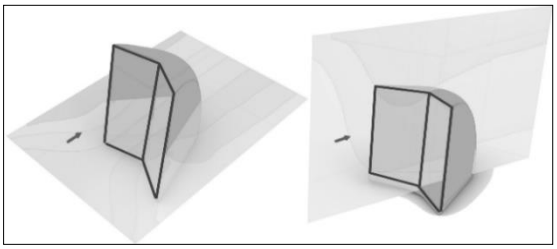


ت۲۴. دستگاه پیشنهادی برای نصب بر بام واحدهای مسکونی در امین‌آباد

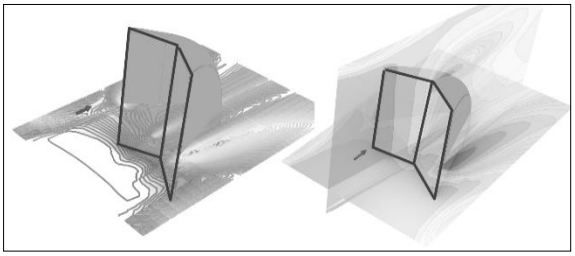
تلاقی اضلاع و بسته بـودن آن در قسـمت پشـتی نیـز باعث پایین آمدن سرعت جریان هوا می‌شود و عملکرد جذب مه را بالا بـرده و از آسـیب زیـاد بـه دسـتگاه در هنگام وزش بادهای شدید جلوگیری مـی‌کنـد (تصـویر شماره ۲۶).

تحلیل جریان هوا برای سازه طراحی‌شده انجـام شـده و نتایج آن در تصویر شماره ۲۷، میـزان تغییـر سـرعت و حرکت را بر جریان هوا با تونل باد شبیه‌سـازی‌شـده اقلـیم امین‌آباد به‌وضوح نشان می‌دهد، که توانایی تأثیر بـر جریـان و جذب رطوبت از آن را با تمام وجه‌های خود دارد.

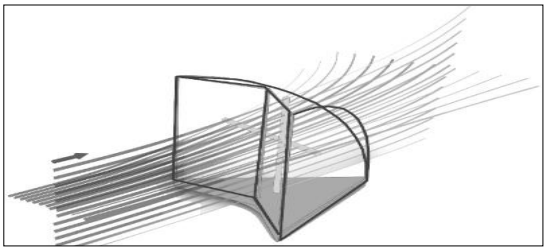
[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]



ت۲۵. تحلیل جریان هوا توسط نرم‌افزار Rhino CFD گرفته شده است. سمت راست تغییر منحنی مسیر باد در محور قائم و سمت چپ تغییر منحنی مسیر باد در محور افق را نشان می‌دهد



ت۲۶. در سمت راست میزان تأثیرگذار دستگاه بر دو محور قائم و افق و در سمت چپ میران کاهش سرعت باد درون دستگاه مشخص شده است



ت۲۷. شبیه‌سازی تونل باد غالب روستای امین‌آباد در زمان برخورد با دستگاه و تغییر جریان هوا از داخل آن را نشان می‌دهد

نتیجه

کشور ایران دارای مناطق بسیاری با کمبود آب است و یکی از نمونه‌های آن‌ها روستای امین‌آباد است که شرایط جغرافیایی و اقلیمی مساعد برای تشکیل مه و احداث دستگاه‌ها را دارد؛ مانند (باد غالب سمت شمال شرق با میانگین ۵ متر بر ثانیه و رطوبت ۵۲ درصد و واقع شدن آن در دامنه جنوبی البرز، مه دره و...). بافت و معماری روستا توانایی احداث سامانه‌های نوآورانه را در خود دارد و می‌توان با ترکیب عناصر و مصالح ساختمانی (دیوارها، بادگیر، برج دیدبانی، دودکش‌های حرارتی و...) با دستگاه‌های جذب آب از مه، به یک سیستم بهسازی‌شده در زمینه‌های مکان‌یابی، عملکرد جمع‌آوری آب و توسعه نسلی نو در طراحی به وجود آوریم. محل استقرار دستگاه‌های استحصال آب به شکل یک منحنی بر بالای بام‌ها ۸ واحد مسکونی روستا قرار گرفته است. سازه آن‌ها مانند یک خرپای فضایی عمل می‌کند. دستگاه به‌صورت چندوجهی طراحی شده و می‌تواند مقدار جذب آب را بالاتر ببرد و مقاومت بیشتر در برابر عوامل جوی (مانند وزش باد) نسبت به انواع تخت خود را داشته باشد. مساحت صفحه جاذب آب برای هر واحد از منازل مسکونی ۱۴۰ مترمربع در نظر گرفته شده است و نتایج تحقیقات نشان داده‌اند در شرایط مشابه و مساعد جغرافیایی منطقه احداث و نوع دستگاه طراحی‌شده، می‌توان از هر ۱ مترمربع در شبانه‌روز حداقل ۴ لیتر آب استحصال شود، که در این حالت از هر ۱۰۰ مترمربع پرده جاذب آب دستگاه‌ها حدود ۴۰۰ لیتر به دست می‌آید. اگر میانگین سرانه مصرف را برای هر فرد در روز ۸۰ لیتر آب در نظر بگیریم، میزان آب حاصل‌شده از دستگاه برای هر واحد مسکونی به‌طور تقریبی برابر آب مصرفی یک خانواده (۴ نفر) در شبانه‌روز است. این روش بسیار کم‌هزینه‌تر نسبت به روش‌های دیگر است و نیازی به استفاده از هیچ نیروی محرک و مولدی (موتور برق و یا درون‌سوز با سوخت فسیلی و ...) برای تسریع در عملکرد آن نیست.

پی‌نوشت

1. Organisation for Economic Cooperation and Development
2. Quality Function Deployment (QFD)

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

3. Debadyuti Das and Kampan Mukherjee
4. Environmental Performance Index(EPI)
5. Standard Fog Collectors
6. Lorg Fog Collectors
7. $L/40M^2/Year(m^3)$
8. Gobabeb, Nambia
9. Chungungo, Chile
10. Lepelfontein, South Africa
11. Ilam, Nepal
12. Sidi Ifni, Morocco
13. Tenerife, Canary Islands
14. Meija, Peru
15. Hajja, Yemen
16. Dhofur, Oman
17. Chanaral, Chile
18. Tojquia, Guatemala
19. Arborobue
20. Architecture and Vision.
21. Warka Water

۲۲. کلمه موسم دارای ریشه عربی است و به معنی فصل است به بادهایی که در فصول متضاد سال با جهات مخالف می‌وزند (موسمی‌ها) گفته می‌شود.

23. Mount Machos

۲۴. بادهای غالب – ثانویه (S-SW) برای جمع‌آوری مه‌شکن ایدئال هستند. وزش باد تقریباً از جنوب می‌وزد.

۲۵. یک ارتفاع مطلوب بهتر است دوسوم ضخامت ابر را در بربگیرد. این قسمت از ابر معمولاً بیشترین مقدار آب مایع را دارد. از ۶۵۰ متر به پایین شیب، جمع‌آوری آب مه در تمام ماه‌های سال ناچیز است.

۲۶. بسیار مهم است که محور طولی سازندها عمود بر جهت وزش بادهای غالب باشد.

۲۷. ارتفاعات در نزدیکی خط ساحلی به‌طورکلی مکان‌های ارجح برای برداشت مه هستند.

۲۸. بهترین نسبت طول / ارتفاع از هر دستگاه‌های استحصال ، ۱: ۱ یا ۱: ۲ است. اگر طول را افزایش دهیم ، عملکرد نسبی آن کاهش می‌یابد. جمع کننده‌های مه، باید در فواصل حداقل ۵ متر از یکدیگر قرار گیرند تا جریان هوا در بین آن‌ها وجود داشته باشد.

29. Robert Holmes
30. CFD
31. Open-fuse
32. closed-fuse
33. Tensegrity
34. SCAN
35. Cavilolén
36. WHO
37. EU
38. www.mehrnews.com/news/

۳۹. سرانه کل مصرفی آب روستا بنا به ضابطه طراحی سامانه آب‌رسانی کشور ۲۵۵۰۰ لیتر آب در شبانه‌روز است.

40. Earth Google
41. Global Mapper

فهرست منابع

– اداره هواشناسی فیروزکوه. (۱۴۰۰, ۱۰ ۱۰). بازیابی در ۱۰ ۱۴۰۰، از www.tehranmet.ir

– غنمی جابر، مصطفی؛ ملکی، محسن و قلیزاده، محمود. (۱۳۹۵). امکان‌سنجی تولید آب از مه (مطالعه موردی منطقه فندقلو شهرستان نمین). پنجمین همایش سامانه‌های سزوح آبگیر باران (ص. ۱–۸). گیلان–رشت: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان.

– کیانی، میلاد؛ اسدی، علی؛ ورمزیاری، حجت؛ براتی، علی اکبر. (۱۳۹۵). مدل معادلات ساختاری و تلفیقی علل و پیامدهای مهاجرت روستایی در بخش کیان شهرستان نهاوند. توسعه محلی روستایی–شهری, ۸(۲), ۳۵۸–۳۳۹.

– محمدجانی، اسماعیل؛ یزدانیان، نازنین. (۱۳۹۳). تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن. فصل نامه روند(۶۵–۶۶), ۱۴۴–۱۱۷.

- Afshinzadeh, N., Papzan, A., Ashjaee, M., Delangizan, S., Van Pasel, S., & Azadi, H. (2016). Renewable Energy Development in Rural Areas of Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 65, 743-755.
- Anne Diehl, R. (2009). Fog Collectors and Sustainable Development: Master of Environmental Science. Oxford, Ohio: Miami University.
- Atef Faggal, A. (2007). Biomimetic energy conservation techniques & its applications in Buildings. Architectural. Cairo,Egypt: Ain Shams University. Retrieved 2007, from http://biomimicryinstitute.org
- Bandeira Calixto, L. (2018, Februrary 21). Water for Life: An experiment on fog water harvesting for the Po Valley in northern Italy. 1-122.
- Batisha Ayman, F. (2015). Feasibility and sustainability of fog harvesting. Sustainability of Water Quality and Ecology, 1-10.
- Bodamyalızade, D., & Alibaba, H. (2018). Architectural Facade Design Proposal for Water Production via Air Content. International Conference on Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism, (pp. 170-173). Anglo-American Publications LLC.
- Carlos dall'Asta, J. (2017). WaLi Water for Life (Exploring Urban Landscapes for Water Harvesting with New Technologies). Politecnico di Milano.
- El Tayeb, O. A. (2017). Fog Harvesting Project in UAE. A Research and Design Project Conducted by the Following Final Year Chemical Engineering UAE Students Advised by the Faculty Member, 1-28.
- Fernandez, G., Morichi, G., & Calixto, L. (2019). Exploring fog harvesting nature-based solution tensile membrane structures towards sustainable development in Italian urbaan cintext. softening the habiats (pp.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]

DOI: 10.22034/41.180.71

535-546). Milan: the TensiNetSymposium.
- Fessehaye, M., A. Abdul-Wahab, S., J. Savage, M., Kohler, T., Gherezghiher, T., & Hurni, H. (2017, October 15). Assessment of fog-water collection on the eastern escarpment of Eritrea. WATER INTERNATIONAL, 1022-1036. Retrieved from https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1393714
- Gandhidasan Palanichamy , I., Abualhamayel, H., & Patel, F. (2018). Simplified Modeling and Analysis of the Fog Water Harvesting System in the Air Region of the Kingdom of Saudi Arabia. Aerosol and Air Quality Research, 18, 200-213.
- GROUND, W. C. (2019). Retrieved from Water from the Sky to the Ground, Warka Water Collecting: www.ideassonline.org/public/pdfWarkaWater
- Holmes, R., Rivera, J., & Jara, E. (2015). Large fog collectors: New strategies for collection efficiency and structural response to wind pressure. Atmospheric Research, 236-249.
- Lekouch, I., Muselli, M., Kabbachi, B., Ouazzan, J., Melnytchouk-Milimouk, I., & Beysens, D. (2012, April). Rooftop dew, fog and rain collection in southwest Morocco and predictive dew modeling using neural networks. Hydrology, 36(4), 60-72.
- Li Go, Y., & Ismail, Z. (2021). Fog-to-Water for Water Scarcity in Climate-Change Hazards Hotspots: Pilot Study in Southeast Asia. Malaysia: Heriot-Watt University Malaysia.
- McAdams, A., Santarsiero, R., Schubert, N., & Smallwood, D. (2016). Fog Water Collection. Developing Promotional Materials for COP22(WPI), 1-86.
- Permana, A., Susanti, I., & Wijaya, K. (2020). Architectural Tourism Development Model as Sustainable Tourism Concept in Bandung. A Y Permana et al 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ (Sci. 409 012005), 1-13.
Rivera, Juan de Dios. (2011). Aerodynamic collection efficiency of fog water collectors. Atmospheric Research, 335-342.
- Sarsour, J., & Stegmaier, T. (2010, march 11). Innovative technical textiles for water. Euro-Mediterranean Conference on Technical Textiles and Innovation. Euro-Mediterranean Region: Bundesministerium uùnrd BFodruSchung.
- Schemenauer, R. (2006). A News Letter for Members and Supporters of Fogquest.
- Shawl, R. (2019). Warka Water. Dorze, Ethiopia: 4539.ETH.
- Suau, C., & Zappulla, C. (2015). Pneumatic Fog Collector For Rural And Urban Environments In Arid Lands. Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), 2(7), 1936-1942.
- Suau, Cristian. (2010). Fog Collection and Sustainable Architecture in Atacama Coast. 5th International Conference on Fog, Fog Collection and DewMünster, (pp. 25-30). Germany.
- ytaa.miesbcn.com. (2020). Retrieved from ytaa.miesbcn.com/work/822

[Downloaded from jhre.ir on 2026-11-13]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.71]