Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Water collection from fog in the mountainous areas (Case study: Saravarsoo village of Eshkevar-e-Rudsar)

Kourosh Kamali[1]

1. Assistant Professor, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran. E-mail: kamali_kourosh@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 16 October 2025
Revised: 24 October 2025
Accepted: 25 October 2025
Published online: 12 November 2025

Keywords:
Guilan, Eshkevar, Compatibility with water scarcity, Fog

ABSTRACT

The mountainous regions of Eshkevar-e Rudsar, renowned as a major center for hazelnut cultivation and medicinal plant production in Iran, face persistent challenges in securing sufficient water for both agricultural and domestic purposes. In these highland areas, rain and fog serve as valuable sources of water, and local residents have developed various rainwater harvesting systems to make optimal use of environmental resources. This article explores the potential of fog water collection systems implemented in the mountainous village of Saravarsoo, Eshkevar-e Rudsar, which has an average relative humidity of 63.7%. Continuous monitoring of metal mesh fog collectors over 365 days recorded 69 foggy events in the area. On average, the total amount of water collected per m² was 500 L year^{-1}, with a mean daily yield of 7.37 L m^{-2} day^{-1}. The highest monthly collection was observed in December (12.4 L m^{-2} day^{-1}), while the lowest occurred in February (1.5 L m^{-2} day^{-1}). Successful implementation of fog water harvesting projects depends on both technical and social factors, including fog frequency, wind speed and direction, fog moisture content, topography, community water needs, and local participation in the installation, monitoring, and maintenance processes. Given its low installation and maintenance costs, fog water harvesting, alongside rainwater collection methods, offers a sustainable and practical approach to addressing part of the water demand in vulnerable mountainous regions.

Citation: Kamali, K. (2025). Water collection from fog in the mountainous areas (Case study: Saravarsoo village of Eshkevar-e-Rudsar). *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 11(3), 91-106.

DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Kourosh Kamali
Address: Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran
Tel: +989122689053
Email: kamali_kourosh@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Water collection from fog in the mountainous areas (Case study: Saravarsoo village of Eshkevar-e-Rudsar)

Kourosh Kamali*
1. Assistant Professor, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran. E-mail: kamali_kourosh@yahoo.com

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Rainwater harvesting systems are a method for more optimal use of precipitation resources with the aim of increasing the quality and quantity of water storage in reservoirs or plant root expansion areas. To provide the water needed during the critical months of the year for agricultural purposes and drinking water, residents of the Eshkevar region of Rudsar County use various rainwater harvesting systems, including collecting rainwater from the roofs of houses, creating surface water harvesting surfaces with pools, and constructing an eyebrow-shaped terraces system around hazelnut trees to trap runoff and manage green water. Extracting water from fog and air humidity is also of great importance as one of the modern and sustainable methods for providing water resources in areas with a shortage of water resources, and also in drought conditions. The deployment of fog harvesting systems is carried out in mountainous and less developed regions of many countries. Water harvesting from fog and air humidity has various advantages compared to other methods. In this article, water collection from fog in the mountainous areas of Eshkevar in Rudsar County was carried out to investigate the possibility of extracting water from fog and increasing the resilience of the residents of these areas in the face of the water shortage crisis. The existence of areas with more than 50 days of fog in these areas has provided a good opportunity to collect it for drinking and gardening purposes. In summary, it can be said that considering the abundant potential of fog and humidity in the northern regions of Iran, water collection from this source is an important step in providing water of suitable quality for drinking, irrigation, and other uses.

Methodology: Eshkevar is a mountainous and summer region located along the Alborz mountain range. Saravarsoo village is located at an altitude of 1350 masl in Rahimabad district, Rudsar city, Guilan province. This village is located in a mountainous area. Locating the installation of fog water collection systems was the first step in this study. The best method for selecting places susceptible to fog water collection is to use meteorological maps and data, which can be used to determine the location of the air humidity collection systems by extracting the number of cloudy days in the study area. Knowledge of the prevailing wind direction also has a significant impact on the success of the project. In addition to using meteorological data, utilizing local knowledge, the experiences of farmers and leading operators in the region, and considering their observations, greatly contributed to the appropriate deployment of the systems. In general, to select the location for the project, attention should be paid to the technical and social requirements of the location of the systems. Next, the necessary equipment was prepared to design and build 1x1 m metal mesh curtain collection systems, as well as to transport and store water. The construction of fog water collection systems was carried out at the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. A collection was carried out by installing water collection tanks, and the volume of water stored in each of the collectors was measured with a graduated beaker, to monitor the rate of conversion of air humidity into water and determine the volume of water.

Results and Discussion: A one-year (2021-2022) survey and monitoring of water collection from metal mesh fog collection systems recorded 69 fog events in this region. The total amount of water collected per m^2 from these collectors averaged 500 liters per year. In those events, the average collector performance was 7.37 L m^{-2} day^{-1}. A survey of the average collector performance showed that the maximum monthly collection was in December with 12.4 L m^{-2} day^{-1} and the minimum was 1.5 L m^{-2} day^{-1} in February.

Conclusion: Rainwater harvesting is a local measure to ensure livelihoods and empower rural communities with the participation of the people. In the mountainous village of Saraversoo, with an altitude of 1350 m above sea level, collecting rainwater from the roof catchment and storing and using it in various cases, as well as

***Corresponding author:** Kourosh Kamali
Address: Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran
Tel: +989122689053
Email: kamali_kourosh@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

collecting and storing runoff from the slopes and using it in agriculture are two examples of utilizing rainwater in the sustainability of water resources. In implementing the water harvesting project from fog, it is important to pay attention to technical and social requirements such as the frequency of fog occurrence, wind speed and direction, moisture content of fog, topographic features, people's need for water, and people's participation in the implementation, monitoring, and maintenance of the project. The design and construction of fog collection systems should also be carried out in a way that, while being simple and low-cost, it is practically possible to deploy and operate them. Thus, improving the efficiency of these systems in accordance with the natural conditions of each region will lead to the expansion of the use of this method in susceptible areas. Therefore, providing appropriate management and promotion solutions to establish low-cost systems for the users of these areas to benefit from this environmental capacity can be a suitable solution to deal with the water shortage crisis in the region. Comparing and examining the value of fog water collection systems with other water production sources from an economic, social, environmental and commercial perspective is advisable. Due to the low cost of implementation and maintenance, fog water harvesting, along with other methods of rainwater harvesting, can be considered by planners as a sustainable option to meet part of the water needs of susceptible areas.

Ethical Considerations

Data availability statement: The datasets are available upon a reasonable request from the corresponding author.

Funding: This research was funded by the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute in the form of a completed research project with code 2-58-29-029-990704.

Authors' contribution: **Kourosh Kamali** conducted all parts of the research and wrote the whole article.

Conflicts of interest: The author of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Acknowledgment: The author of this article is grateful to the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute & Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center.

.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

جمع‌آوری آب از مه؛ منبع آبی پایدار در مناطق کوهستانی (مطالعه موردی: روستای سراورسو- اشکورات شهرستان رودسر)

کورش کمالی*[۱]

۱. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، kamali_kourosh@yahoo.com

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۲۴ مهر ۱۴۰۴
بازنگری: ۰۲ آبان ۱۴۰۴
پذیرش: ۰۳ آبان ۱۴۰۴
انتشار برخط: ۲۱ شهریور ۱۴۰۴

واژه‌های کلیدی:
استحصال آب باران، اشکور، ذخیره رطوبت، سازگاری با کم‌آبی، مه

چکیده

در مناطق کوهستانی اشکورات که به‌عنوان قطب توسعه فندق و گیاهان دارویی کشور شناخته می‌شوند، ضرورت تامین آب مورد نیاز باغات و مزارع و هم‌چنین تامین آب شرب، با بهره‌گیری از موهبت خدادادی باران و مه دو چندان است. ساکنان این مناطق با استفاده از سامانه‌های متنوع سطوح آبگیر باران، از تمام ظرفیت‌های محیطی به‌منظور تامین آب مورد نیاز برای مصارف گوناگون بهره می‌برند. در این مقاله با استقرار سامانه‌های جمع‌کننده پرده‌ای آب از مه در روستای کوهستانی سراورسو از توابع اشکور شهرستان رودسر با میانگین رطوبت نسبی ۶۳/۷ درصد، بهره‌گیری از این سرمایه محیطی مورد توجه قرار گرفته است. بررسی و پایش داده‌های ثبت شده از سامانه‌های استحصال آب از مه با توری فلزی طی ۳۶۵ روز، ۶۹ واقعه مه‌آلود را در این منطقه ثبت نمود. مقدار کل آب جمع‌آوری شده برای هر مترمربع از این جمع کننده‌ها بیش از ۵۰۰ لیتر در سال بود. در این وقایع متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳۷ لیتر در مترمربع در روز به‌دست آمد. بررسی متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها نشان داد که حداکثر مقدار برداشت ماهانه در آذرماه با ۱۲/۴ (لیتر/ مترمربع/ روز) و حداقل آن ۱/۵ (لیتر/ مترمربع/ روز) در بهمن ماه بود. در اجرای پروژه استحصال آب از مه توجه به الزامات فنی و اجتماعی هم‌چون فراوانی وقوع مه، سرعت و جهت باد، محتوای رطوبتی مه، ویژگی‌های توپوگرافی، نیاز مردم به آب و مشارکت مردم در اجرا، پایش و نگهداری پروژه حائز اهمیت است. برداشت آب از مه به‌دلیل هزینه اندک اجرا و نگهداری، در کنار سایر روش‌های استحصال آب باران می‌تواند به‌عنوان یک گزینه پایدار در تامین بخشی از نیاز آبی مناطق مستعد، مورد توجه برنامه‌ریزان قرار گیرد.

استناد: کمالی، کورش. (۱۴۰۴). جمع‌آوری آب از مه؛ منبع آبی پایدار در مناطق کوهستانی (مطالعه موردی: روستای سراورسو- اشکورات شهرستان رودسر). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۳(۳)، ۹۱-۱۰۶.

DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** کورش کمالی
نشانی: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۲۶۸۹۰۵۳
پست الکترونیکی: kamali_kourosh@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

مقدمه

سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی برای استفاده مطلوب‌تر از منابع نزولات آسمانی با هدف افزایش کیفیت و کمّیّت ذخیره آب در مخازن و یا ناحیه گسترش ریشه گیاه است (Brooks et al., 1991). استحصال آب از مه و رطوبت هوا به‌عنوان یکی از روش‌های نوین و پایدار برای تأمین منابع آب در مناطق با کمبود منابع آب و هم‌چنین در شرایط وقوع خشکسالی از اهمیت بالایی برخوردار است (خواجه امیری خالدی و همکاران، ۱۳۹۴). مه، بخش قابل توجهی از هیدرولوژی مناطق کوهستانی را تشکیل می‌دهد. از نظر هواشناسی، مه نوعی ابر استراتوس است که از سطح زمین عبور می‌کند (Houze Jr, 2014). با افزایش رطوبت هوا و تنزل دما به نقطه شبنم، بخار آب موجود در هوا متراکم شده و قطرات آب معلق به قطر یک تا ۴۰ میکرومتر تحت عنوان "مه" تشکیل می‌شوند. قطر قطرات معمولی مه ۱۰ میکرومتر است (Tu et al., 2018). مه از قطرات ریز مایع تشکیل شده است. در یک متر مکعب مه، معمولاً از ۰۵ /۰ تا ۵ /۰ گرم آب مایع وجود دارد.

سابقه تاریخی استحصال آب از مه به امپراتوری اینکا (Inca) در آمریکای جنوبی باز می‌گردد؛ جایی‌که در آن آب مه توسط درختان جمع‌آوری و در مخازن ذخیره می‌شدند (Ismail and Go, 2021). طبیعت نیز شواهد فراوانی برای جمع‌آوری آب از مه به‌عنوان منبع آب شیرین ارائه داده و الهام‌بخش طرح‌های احتمالی برای ایجاد سامانه‌های جمع‌آوری مه توسط انسان بوده است. به عنوان مثال، سوسک‌های بیابانی نامیب با جمع آوری آب مه در منطقه‌ای با بارندگی سالانه ۱۲ میلی‌متر سازگار شده‌اند (Domen et al., 2014 به نقل از Henschel and Seely, 2008). پشت سوسک از یک سطح آبگریز تشکیل شده که با برجستگی‌های آب دوست صاف پوشانده شده است، که به جمع‌آوری آب مه‌آلود و تخلیه آن در امتداد کانال‌های ایجاد شده از برجستگی‌ها به دهان سوسک کمک می‌کند.

بررسی پروژه‌های اجرا شده در کشورهای مختلف مبین جمع‌آوری حجم قابل توجهی آب از این روش است. با استفاده از سیستم‌های استحصال رطوبت هوا می‌توان تا ۱۵۰۰۰ لیتر در روز از هر واحد (۵۰ کلکتوری) آب شرب در مناطق ساحلی تامین نمود. هم اکنون این فعالیت‌ها با رشد خوبی در کشورهای مختلفی در جهان نظیر ساحل غربی آفریقای جنوبی، پرو، عمان، یمن، هائیتی، شیلی، نامبیا، اکوادور، نپال و کانادا در حال انجام می‌شود. به‌عنوان مثال در سال ۱۹۹۲ با به‌کار بردن سیستم استحصال آب از مه، در مناطق ساحلی خشک شمال شیلی روزانه به‌طور متوسط ۱۱ هزار لیتر آب تولید شد. این پروژه که به‌عنوان بزرگ‌ترین پروژه استحصال آب از رطوبت هوا محسوب می‌شود؛ در یک دامنه کوهستانی در سواحل مرکزی شمال کشور شیلی انجام شده است. در این مکان ۵۰ جمع‌کننده بزرگ رطوبت هوا که هر یک شامل یک لایه مضاعف از شبکه الیاف پلی‌پروپیلن به سطح ۴۸ مترمربع بوده است نصب شده‌اند (International Development Research Center, 2003). در کشور عمان که در مجاورت دریای عمان واقع شده است؛ با نصب دستگاه‌های بزرگ جمع‌آوری مه، پروژه استحصال آب از رطوبت هوا در منطقه ظفار که ارتفاعی حدود ۹۰۰ الی ۱۰۰۰ متر دارد به مرحله اجرا گذاشته شد. نتایج حاصل از این پروژه نشان داد که برای یک دوره سه ماهه مقدار آب به‌دست آمده حدود ۲۰ لیتر در مترمربع در روز بوده است (Abdul-Wahab and Lea, 2008). در جدول (۱) خلاصه‌ای از پتانسیل برداشت آب از مه برای مکان‌های منتخب جهان آمده است (Domen et al., 2014). نکته قابل توجه در این موضوع، استقرار سامانه های جمع‌آوری مه در مناطق کوهستانی و کم‌تر توسعه‌یافته این کشورها است. برداشت آب از هوای محیط در مقایسه با روش‌های دیگر، از مزایای مختلفی (غیرمتمرکز، پایدار و تمیز) برخوردار است. علاوه‌براین، این فرآیند یک روش برای تولید آب شیرین در مناطق روستایی و سکونتگاه‌های کوچکِ کم آب است (Danışmaz and Alhurmuzi, 2021).

جدول ۱- خلاصه‌ای از پتانسیل برداشت آب مه برای مکان‌های منتخب جهان (Domen et al., 2014) به نقل از منابع مختلف

Table 1- Summary of water harvesting potential for selected locations around the world (Domen et al., 2014) citing various sources

محل	متوسط عملکرد (لیتر/مترمربع/روز)*	تعداد وقایع مه‌آلود در سال	متوسط عملکرد جمع‌کننده‌های ۴۰ مترمربعی (لیتر/روز)
آفریقای جنوبی	4.6	80	184
نپال	6.8	192	272
شیلی	3	365	120
پرو	9	210	360
عمان	20	77	800
جزایر قناری	9.5	230	380
نامیبیا	2.4	120	96
عربستان	4	45	160
مراکش	7.1	141	284

*متوسط عملکرد در طول وقایع (ساعات) مه‌آلود

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

محمودی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه امکان سنجی استحصال آب از رطوبت هوا در جنوب استان سیستان و بلوچستان ابتدا داده‌های فشار بخار آب، رطوبت نسبی و بارش ایستگاه چابهار را برای یک دوره آماری ۲۰ ساله اخذ نمودند. مقدار آب استحصالی از رطوبت هوا نیز توسط یک جمع‌کننده پرده‌ای به ابعاد ۱*۱ مترمربع طراحی و به مرحله اجرا گذاشته شد. مقدار آب استحصالی از این جمع کننده به‌صورت روزانه و به مدت ۳۶۵ روز ثبت شد. نتایج حاصل از محاسبات تئوری نشان داد که سواحل جنوب شرقی ایران به‌علت میانگین رطوبت نسبی بالا مستعد اجرای طرح استحصال آب از رطوبت هوا است. هم‌چنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میانگین آب موجود در یک مترمکعب هوای منطقه مورد مطالعه در مرطوب‌ترین حالت ۲۹ گرم و در خشک‌ترین حالت ۸/۱ گرم است. اما با توجه به این که استحصال آب به شرایط مختلفی وابسته بوده و در بهترین شرایط نیز نمی‌توان همه رطوبت موجود در جو را جمع‌آوری نمود، طی آزمایش میدانی و بررسی آمارهای موجود مشخص شد که می‌توان حدود ۲۰ درصد از آب موجود در هوا را در این منطقه استحصال نمود. بنابراین براساس این آستانه، بیش‌ترین مقدار آب استحصالی مربوط به ماه خرداد با ۸/۶ لیتر بر مترمربع در روز و کم ترین مقدار آن مربوط به ماه بهمن با ۱/۱ لیتر بر مترمربع در روز است. در مجموع نتیجه حاصل از این مطالعه نشان داد که در جنوب شرق ایران با توجه به داشتن رطوبت نسبی بالای۷۰ درصد در بیش‌تر ایام سال و وزش مداوم باد، شرایط مناسبی جهت استحصال آب از رطوبت هوا وجود دارد. در ارتفاعات کوهستانی شمال شرق کشور در استان خراسان شمالی قابلیت سامانه‌های جمع‌کننده آب از مه آزموده شده است (Mousavi-baygi, 2008). مطابق نتایج این پژوهش، این سامانه روزانه بین ۰/۵ تا ۳/۳ لیتر در مترمربع قابلیت استحصال آب داشته است. در این پژوهش بر کاربرد این سامانه و ارزان بودن و طرح‌های مختلف نصب جهت بالابردن راندمان آن تاکید شده است. Rahimi (۲۰۱۲) با بررسی ۱۱۵ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی کشور ایران در بازه زمانی ۴۰ ساله (۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵) بر قابلیت استحصال آب از مه تاکید نموده است. لیکن وی در این پژوهش به کاهش روند تعداد روزهای مه در مناطق کوهستانی در مقابل افزایش تعداد روزهای مه در مناطق ساحلی اشاره نموده است. هم‌چنین مطابق این پژوهش در کشور ایران آستارا با ۲۲۰ روز و جزیره کیش با ۲۱۳ روز همراه با مه، بیش‌ترین طول فصل مه را دارند.

امکان‌سنجی استحصال آب از مه در منطقه آبی‌بیگلو که محل اصلی ورود بادهای حاوی رطوبت دریای خزر به دشت اردبیل است، توسط کانونی و کهن (۱۴۰۳) بررسی شد. بالابودن میانگین رطوبت نسبی (بیش از ۷۰ درصد) در طول سال، بالا بودن تعداد روزهای مه‌آلود (بیش از یک سوم سال) و هم‌چنین سرعت مناسب باد (به‌طور میانگین ۴/۶ متر بر ثانیه) و فراوانی بالای آن نشان داد پتانسیل زیادی در جمع‌آوری مه ورودی به این منطقه وجود دارد. میانگین روزانه آب جمع شده در دوره وقوع مه برابر با ۳/۶ لیتر در مترمربع به‌دست آمد که در مقایسه با نتایج پروژه‌های مشابه مقدار قابل قبولی را نشان می‌دهد. به‌طور کلی باتوجه به نتایج کمی و کیفی آب جمع‌آوری شده، اجرای طرح‌های استحصال آب از مه در منطقه توجیه‌پذیر بوده و می‌توان برای تامین بخشی از نیازهای آبی منطقه مورد توجه قرار داد.

ساکنان منطقه کوهستانی اشکور شهرستان رودسر و از جمله روستای سراورسو به‌منظور تامین آب مورد نیاز در ماه‌های بحرانی سال برای مصارف کشاورزی و تامین آب شرب از سامانه‌های مختلف سطوح آبگیر باران از جمله جمع‌آوری آب باران از سطح بام خانه‌ها، ایجاد سطوح آبگیر روزمینی با تعبیه استخر، احداث سامانه نعل اسبی در اطراف درختان فندق به‌منظور تله‌اندازی رواناب و مدیریت آب سبز استفاده می‌کنند. در برخی از روستاهای کوهستانی منطقه اشکور شهرستان رودسر که به‌دلیل ویژگی‌های توپوگرافی امکان دسترسی به منابع آب زیرزمینی و سطحی رودخانه‌ها و یا چشمه‌های طبیعی فراهم نیست، جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام راهکار مناسبی برای فایق آمدن بر معضل کم‌آبی است. آب باران جمع‌آوری شده از سقف، از طریق یک یا دو ناودان به مخزن موجود در کنار خانه هدایت و در آن ذخیره می‌شود. در نواحی شمال شرقی ایران به‌ویژه در مناطق گمیشان، مراوه تپه، آق قلا و بندر ترکمن نیز به‌دلیل پایین بودن جریان پایه رودخانه‌ها و هم‌چنین کیفیت پایین آب‌های سطحی و شور بودن منابع آب زیرزمینی، جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی رایج است (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۸۷). اکنون جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها خانه‌های احداثی در منطقه کوهستانی اشکور شهرستان رودسر به متداول‌ترین روش تأمین آب برای مصارف خانگی تبدیل شده است (شکل ۱).

سطوح آبگیر روزمینی با جمع‌آوری رواناب‌های سطحی و ورقه‌ای تولیدی از سطوح آبگیر تیمار شده (از طریق شکل‌دهی، کوبیدن و فشرده نمودن خاک پس از پاکسازی سطح خاک از سنگریزه و خار و خاشاک) و هدایت آن به داخل مخزن، امکان آبیاری تکمیلی مزارع گیاهان دارویی و باغ‌های فندق این روستا را فراهم آورده است (کمالی، ۱۴۰۱). اراضی با طول دامنه کم‌تر از ۵۰ متر به‌صورت سطوح آبگیر کوچک مقیاس درون مزرعه‌ای، تولیدکننده رواناب‌های سطحی ورقه‌ای بوده که به داخل مخزن هدایت می‌شوند (شکل ۲). هم‌چنین باغداران این

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

مناطق با ایجاد سامانه‌های نعل‌اسبی جمع‌آوری رواناب در شیب بالایی درختان فندق، رطوبت خاک را در محدوده توسعه ریشه این درختان ذخیره می‌کنند (کمالی، ۱۴۰۱).

شکل ۱- نمایی از استحصال آب باران از سقف شیروانی در روستای سراورسو

Figure 1- A view of rainwater harvesting from a gable roof in the village of Saraversoo

شکل ۲- جمع‌آوری آب باران از سطح کوچک آبگیر و ذخیره آن در مخزن در روستای سراورسو

Figure 2- Collecting rainwater from a small catchment area and storing it in a reservoir in the village of Saraversoo

با توجه به وجود مه در مناطق کوهستانی اشکور شهرستان رودسر و در روستای سراورسو، در این مقاله جمع‌آوری آب از مه کوهستانی با هدف بررسی امکان استحصال آب از مه به‌منظور افزایش توان تاب‌آوری ساکنین این مناطق در مواجه با بحران کم آبی بررسی شده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

لازم به ذکر است مه کوهستانی معمولاً از ابرهایی تشکیل می‌شوند که از پایین‌ترین سطح تراکم خود در ابتدای شیب کوهستان به سمت بالا امتداد می‌یابند (Lakra و Avishek، ۲۰۲۲). وجود مناطقی با بیش از ۵۰ روز مه‌آلودگی در این مناطق (Rahimi، ۲۰۱۲)، فرصت مناسبی را برای جمع‌آوری آن برای مصارف شرب و باغداری فراهم آورده است. در مجموع می‌توان گفت با توجه به پتانسیل فراوان مه و رطوبت در مناطق شمالی ایران، استحصال آب از این منبع، گامی مهم در تامین آبِ با کیفیت مناسب برای نیازهای آشامیدنی، آبیاری و سایر مصارف است.

مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

اشکور، یک منطقه کوهستانی و ییلاقی است که در امتداد رشته کوه البرز واقع شده است. منطقه اشکور جزء بخش رحیم آباد شهرستان رودسر بوده و از سه دهستان اشکور سفلی به مرکزیت زیاز، سیارستاق ییلاقی (اشکور علیا) به مرکزیت ارکم و اشکور مرکزی به مرکزیت شوئیل تشکیل شده است. معیشت مردم منطقه وابسته به فندق‌کاری، کاشت گیاهان دارویی و دامداری است، به‌طوری‌که بیش از ۱۲هزار هکتار سطح زیرکشت فندق در این مناطق وجود دارد. علاوه‌بر فندق، انواع گیاهان دارویی هم‌چون گل گاوزبان، گل بنفشه، کنگر، گلپر، گزنه، گون، گل همیشه بهار، قارچ‌های خوراکی و دیگر گیاهان دارویی در منطقه اشکور رشد و پرورش می‌یابند. روستای سراورسو با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا در دهستان شوئیل، بخش رحیم‌آباد شهرستان رودسر و در استان گیلان واقع شده است. این روستا در منطقه کوهستانی واقع شده و مطابق سرشماری سال ۱۳۹۵، ۱۰۵ نفر جمعیت دارد. شکل (۳) نمایی از منطقه مورد پژوهش را در کشور، استان و شهرستان نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

شکل ۳- نمایی از منطقه مورد پژوهش در استان گیلان، شهرستان رودسر و روستای سراورسو
Figure 3- View of the research area in Saraversoo Village, Rudsar County and Guilan Province

روش تحقیق

مکان‌یابی نصب سامانه‌ها

بهترین روش برای انتخاب مکان‌های مستعد استحصال آب از مه استفاده از نقشه‌ها و داده‌های هواشناسی است، که با استخراج تعداد روزهای ابرناکی در منطقه مورد مطالعه بتوان محل استقرار سامانه‌های جمع‌آوری رطوبت هوا را تعیین نمود. آگاهی از جهت باد غالب نیز در موفقیت طرح تاثیر به‌سزایی دارد. در منطقه مورد مطالعه ایستگاه هواشناسی وجود نداشت؛ لذا از داده‌های ایستگاه هواشناسی سینوپتیک دیلمان با توجه به واقع شدن در منطقه کوهستانی در رقوم ارتفاعی حدود ۱۵۰۰متری و نزدیک به منطقه اشکورات استفاده شد. بررسی اطلاعات این ایستگاه طی دوره آماری ۱۳۹۷-۱۳۸۵ نشان داد مقادیر پارامترهای حداقل، حداکثر و میانگین درجه حرارت به‌ترتیب ۶/۸، ۱۶/۷ و ۱۱/۷ درجه سانتگراد، حداکثر بارش ۲۴ ساعته یا حداکثر بارندگی در یک روز ۵۱ میلی‌متر، تعداد ساعات آفتابی ۵/۸ ساعت در روز، میانگین سرعت وزش باد ۲/۴ (متر بر ثانیه) و حداقل، حداکثر و معدل رطوبت نسبی نیز به‌ترتیب ۴۹/۱، ۷۹/۸ و ۶۳/۷ درصد است. بررسی میانگین میزان رطوبت نسبی در این ایستگاه (بیش از ۶۰ درصد)، نشان‌دهنده بالابودن این پارامتر در مناطق مرتفع کوهستانی از جمله منطقه مورد پژوهش در اشکورات است. Rahimi (۲۰۱۲) این مناطق را با بیش از ۵۰ روز مه‌آلودگی معرفی نموده است. در پژوهش کانونی و کهن (۱۴۰۳) در منطقه آبی‌بیگلو اردبیل نیز بالابودن میانگین رطوبت نسبی (بیش از ۷۰ درصد) در طول سال، بالا بودن تعداد روزهای مه‌آلود (بیش از یک سوم سال) و هم‌چنین سرعت مناسب باد (به‌طور میانگین ۴/۶ متر بر ثانیه) و فراوانی بالای آن، پتانسیل زیاد این منطقه را در جمع‌آوری مه نشان داد. هم‌چنین علاوه‌بر استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه دیلمان، بهره‌گیری از دانش بومی با پرسش از ساکنان قدیمی، مصاحبه با ریش‌سفیدان منطقه و اخذ تجربیات کشاورزان محلی و بهره‌برداران پیشرو و مورد توجه قرار دادن مشاهدات آن ها از جمله تعداد روزهای مه‌آلود، محتوای رطوبتی مه، رخداد مه خشک یا مه آبدار، جهت غالب باد، ارتفاعات مه‌گیر و ... کمک شایانی به استقرار مناسب سامانه‌ها نمود.

در مجموع برای انتخاب محل اجرای پروژه می‌بایست به الزامات فنی و اجتماعی محل استقرار سامانه‌ها توجه نمود. الزامات فنی شامل فراوانی وقوع مه و وجود مناطقی با بیش از ۵۰ روز مه‌آلودگی در سال، وجود توپوگرافی مناسب و دسترسی به منطقه، محتوای رطوبتی مه، وجود محیط بادخیز و آگاهی از جهت و سرعت باد در مناطق نصب سامانه‌ها است. الزامات اجتماعی نیز شامل نیاز مردم منطقه به آب برای مصارف کشاورزی و شرب، توجه به مالکیت اراضی محل نصب سامانه‌ها (اجرای پروژه در اراضی مستثنیات اشخاص) و مشارکت ذینفعان و بهره‌برداران محلی در اجرای پروژه، دیده‌بانی و حفاظت از تجهیزات و سامانه‌های نصب شده است (کمالی، ۱۴۰۳).

ساخت و کارگذاری سامانه

به‌منظور طراحی و ساخت سامانه‌های جمع‌کننده پرده‌ای توری فلزی به ابعاد ۱*۱ متر و هم‌چنین انتقال و ذخیره کردن آب، ادوات مورد نیاز تهیه شد. معمولاً جمع‌کننده‌های توری[1] با توجه به مساحت سطح مش به دو گروه اصلی جمع‌کننده‌های مه استاندارد (SFC)[2] و جمع‌کننده های مه بزرگ (LFC)[3] تقسیم می‌شوند (Klemm و همکاران، ۲۰۱۲). اندازه معمولی در جمع‌کننده‌های مه استاندارد ۱*۱ متر است، در حالی‌که جمع‌کننده‌های مه بزرگ می‌توانند از نظر اندازه عرض بیش‌تری داشته و به‌دلیل شرایط آیرودینامیک معمولاً مستطیل‌شکل هستند. معمولاً برای اجرای یک پروژه برداشت مه، ارزیابی اولیه با جمع‌کننده‌های مه کوچک لازم است. لذا کار ساخت سامانه‌های جمع‌آوری آب از مه با ابعاد ۱*۱ متر در کارگاه بخش خدمات فنی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شد. یک سامانه جمع‌کننده مه به‌صورت ساده عبارت است از یک تور با منافذ ریز و وسایلی که آن را در یک حالت قائم پا برجا نگه می‌دارند. جمع‌کننده شامل دو تیر قائم است که در چاله‌ای در سطح زمین قرار گرفته و با سنگ یا سیمان ثابت شده‌اند. تور در بین این دو تیر قائم نصب شده است. سعی شد با تهیه توری فلزی از جنس گالوانیزه با ضخامت ۰/۴ میلی‌متر و اندازه چشمه یک میلی‌متر نسبت به اجرای پژوهش اقدام شود. بررسی Caldas و

[1] Mesh collectors
[2] Standard Fog Collectors (SFCs)
[3] Large Fog Collectors (LFCs)

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

همکاران (۲۰۱۸) نشان می‌دهد جمع‌کننده‌های توری در شرایط رطوبت نسبی بالا کارآمد بوده و بازدهی در محدوده ۳ تا ۶ لیتر بر مترمربع در روز دارند؛ لیکن اگرچه این جمع‌کننده‌ها سیستم‌های ساده و ارزانی هستند، اما خرابی زودرس در اثر رخداد باد و طوفان ممکن است در طول عمر مفید آن‌ها رخ داده که نیاز به جایگزینی فوری دارند. به‌منظور هدایت آب جمع‌آوری شده از توری‌ها به مخزن نیز، یک ناودان از جنس PVC تعبیه شد. لوله‌هایی نیز برای انتقال آب از ناودان به مخزن یا منبع آب در انتهای این جمع‌کننده نصب شدند. لازم به ذکر است سامانه‌ها عمود بر جهت باد غالب منطقه و در رقوم ارتفاعی مناسب نصب شدند. شکل (۴) سامانه‌های نصب شده به‌منظور جمع‌آوری آب از مه را در منطقه اجرای پژوهش نشان می‌دهد.

جمع‌آوری و پایش میزان تبدیل رطوبت هوا به آب و تعیین حجم آب

با تعبیه مخازن جمع‌آوری آب، حجم آب ذخیره شده در هر یک از جمع‌کننده‌ها با بشر مدرج اندازه‌گیری شدند (شکل ۵). دیده‌بانی در ساعت ۱۳ هر روز انجام و در صورت رخداد مه، میزان آب جمع‌آوری شده در مخزن اندازه‌گیری شد.

شکل ۴- نمایی از استقرار سامانه‌های جمع کننده پرده‌ای آب از مه در روستای سراورسو- اشکورات

Figure 4- A view of the deployment of fog water curtain collection systems in the village of Saravarsoo-Eshkevar

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

شکل ۵- نمایی از اندازه‌گیری آب جمع‌آوری شده در مخازن

Figure 5- A view of measuring water collected in tanks

نتایج و بحث

بررسی و پایش یک ساله (۱۴۰۱-۱۴۰۰) جمع‌آوری آب از سامانه‌های استحصال آب از مه با توری فلزی، ۶۹ واقعه مه‌آلود را در این منطقه ثبت نمود (شکل ۶). مقدار کل آب جمع‌آوری شده برای هر مترمربع از این جمع‌کننده‌ها بیش از ۵۰۰ لیتر در سال بود (جدول ۲). در این وقایع مطابق جدول‌های (۳) و (۴) متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳۷ لیتر در مترمربع در روز به‌دست آمد. متوسط عملکرد جمع‌کننده‌های آب از مه در کشور مراکش با ۱۴۱ واقعه مه‌آلود در سال ۷/۱ لیتر در مترمربع در روز، در نپال با ۱۹۲ واقعه مه‌آلود ۶/۸ لیتر در مترمربع در روز، در آفریقای جنوبی با ۸۰ واقعه مه‌آلود ۴/۶ لیتر در مترمربع در روز، در جزایر قناری با ۲۳۰ واقعه مه‌آلود ۹/۵ لیتر در مترمربع در روز و در عمان با ۷۷ واقعه مه‌آلود ۲۰ لیتر در مترمربع در روز گزارش شده است (Domen et al., 2014). هم‌چنین محمودی و همکاران (۱۳۹۵) نیز بیش‌ترین مقدار آب استحصالی را ۸/۶ لیتر بر مترمربع در روز و کم‌ترین مقدار آن را ۱/۱ لیتر بر مترمربع در روز گزارش کرده اند. میانگین روزانه آب جمع‌شده در دوره وقوع مه در منطقه آبی‌بیگلو اردبیل نیز توسط کانونی و کهن (۱۴۰۳)، ۳/۶ لیتر در مترمربع بیان شده است. بررسی متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها مطابق شکل (۷) نشان داد که حداکثر مقدار برداشت ماهانه در آذر با ۱۲/۴ (لیتر/ مترمربع/ روز) و حداقل آن ۱/۵ (لیتر/ مترمربع/ روز) در بهمن بوده است. هم‌چنین مجموع آب جمع‌آوری شده در شش‌ماهه اول سال بیش از ۳۲۴ لیتر بود.

جدول ۲- مقدار کل آب جمع‌آوری شده بر حسب لیتر برای هر مترمربع از جمع‌کننده‌های توری فلزی با سه تکرار طی پایش یک‌ساله

Table 2- The total amount of water collected in L m^{-2} of metal mesh collectors with three replications during one-year monitoring

ماه	تیمار توری فلزی (لیتر)		
	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳
مهر	53	53	53
آبان	49.8	51.4	45.3
آذر	24	24	26
دی	24.5	25	32.5
بهمن	3	2.5	3.3
اسفند	28.5	28	26
فروردین	33.5	32.8	33.2
اردیبهشت	62	62.2	60.6
خرداد	24.1	24.6	21.6

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

تیر	111.7	113	108.7
مرداد	26	26	25.5
شهریور	69.5	70.5	68
مجموع	509.6	513	503.7

جدول ۳- پتانسیل استحصال آب از مه در منطقه مورد مطالعه طی یک‌سال

Table 3- Water harvesting potential from fog in the study area during one year

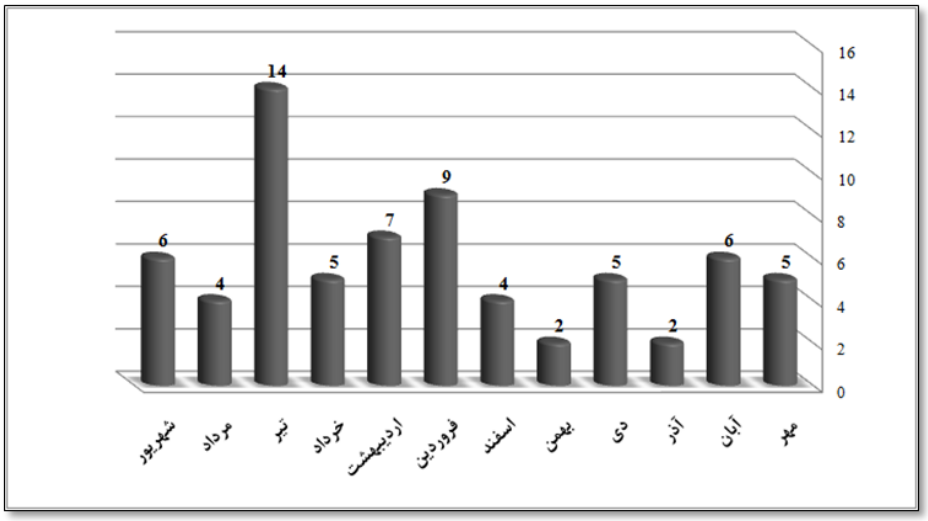
ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مجموع
تعداد واقعه مه‌آلود (مورد)	5	6	2	5	2	4	9	7	5	14	4	6	69
میانگین آب استحصال شده در ماه (لیتر)	53	48.8	24.7	27.3	2.9	27.5	33.2	61.6	23.4	111.1	25.8	69.3	508.6
متوسط عملکرد جمع‌کننده (لیتر/مترمربع/روز)*	10.6	8.1	12.4	5.5	1.5	6.9	3.7	8.8	4.7	7.9	6.5	11.6	7.37

*متوسط عملکرد در طول وقایع (ساعات) مه‌آلود

جدول ۴- میانگین عملکرد تکرارها و میزان انحراف معیار میزان آب جمع‌آوری شده از توری‌های فلزی (لیتر/مترمربع/روز)

Table 4- Average performance of replicates and standard deviation of water collected from metal mesh ($L\ m^{-2}\ day^{-1}$)

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
data	207	19.55	0.45	20.00	7.37	0.36	5.23	27.34
Valid N (listwise)	207							

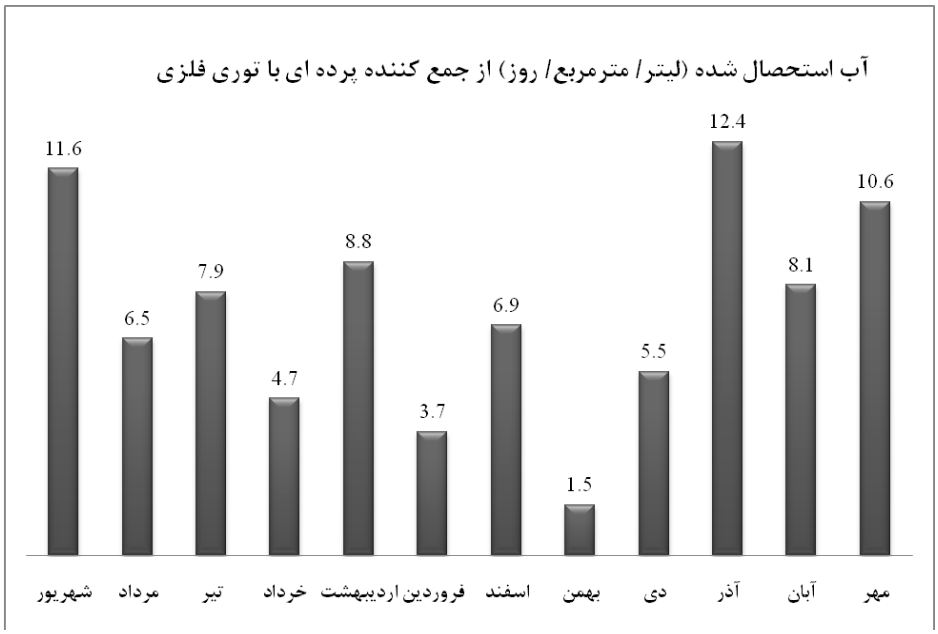


شکل ۶- تعداد وقایع مه‌آلود ثبت شده در هر ماه طی دوره یکساله اندازه‌گیری

Figure 6- The number of foggy events recorded in each month during the one-year measurement period

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]



شکل ۷- نمودار میانگین ماهانه آب استحصالی از جمع‌کننده پرده‌ای با توری فلزی (لیتر/ مترمربع/ روز)

Figure 7- The average water extracted from the metal mesh curtain collecting system (Li/ m^2/day)

با تحلیل نتایج و بررسی هزینه به منفعت هر یک از جمع‌کننده‌ها، راهکارهای مدیریتی به‌منظور توسعه این روش به‌عنوان یک منبع آبی کوچک در مناطق کوهستانی اشکورات قابل توصیه خواهد بود. مجموع هزینه مواد اولیه، لوازم، تجهیزات، طراحی، ساخت و استقرار هر سامانه جمع‌کننده یک مترمربعی از نوع پرده‌ای با توری فلزی شامل لوله‌ها و قوطی‌های گالوانیزه، توری‌ها، ناودان و منبع ذخیره در سال ۱۴۰۲، ۱۴۵۰۰۰۰۰ ریال سرمایه‌گذاری اولیه است (جدول ۵). این سرمایه‌گذاری در سال اول اجرای طرح انجام و سالیان متمادی (حداقل ده سال) از آن بهره‌برداری خواهد شد. داده‌های اندازه‌گیری شده طی یک سال مطابق جدول (۳) نشان داد که به‌طور میانگین جمع‌کننده های فلزی ۵۰۸ لیتر آب جمع‌آوری می‌نمایند. در منطقه مورد پژوهش قیمت خرید هر لیتر آب برای آبیاری باغات به‌طور میانگین ۳۵۰۰ ریال است. مصاحبه با باغداران مناطق کوهستانی اشکور نشان داد که ساکنان این مناطق برای آبیاری باغات خود در ماه‌های بحرانی تیر و مرداد، برای هر تانکر آب آبیاری هزار لیتری، مبلغی بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ هزار تومان هزینه می‌نمایند. میزان عایدی طی ۱۰ سال با افزایش ۱۰ درصدی مبلغ آب‌بهاء، برای جمع‌کننده‌های توری فلزی ۲۸۳۳۰۰۰۰ ریال محاسبه شد. بدین ترتیب با احتساب هزینه ۱۵۷۵۰۰۰۰ ریالی احداث هر سامانه جمع‌کننده توری فلزی، نسبت فایده به هزینه در این پروژه برای سامانه جمع‌کننده توری فلزی ۱/۸ به‌دست آمد. در این بررسی اگر میزان جمع‌آوری آب را محدود به دو فصل بهار و تابستان کنیم، میزان آب جمع‌آوری شده از هر سامانه توری فلزی ۳۲۴ لیتر خواهد بود. در این شرایط نیز نسبت فایده به هزینه برای این سامانه‌ها ۱/۱۵ به‌دست آمده که اقتصادی بودن این شیوه را در کنار سایر روش‌های استحصال آب باران نشان می‌دهد. لازم به ذکر است ارائه راهکارهای مدیریتی و توصیه‌های ترویجی متناسب با شرایط منطقه و محل احداث، امکان استقرار سامانه‌های ارزان قیمت را برای بهره‌برداران این مناطق فراهم خواهد نمود. در مجموع پتانسیل اقتصادی و اثربخشی اجرای پروژه جمع‌آوری آب از مه در مناطق مستعد کوهستانی را می‌توان در شکل (۸) خلاصه نمود.

جدول ۵- هزینه مواد اولیه، لوازم، تجهیزات، ساخت و استقرار یک سامانه جمع‌کننده پرده‌ای یک مترمربعی در سال ۱۴۰۲

Table 5- The Cost of raw materials, supplies, equipment, construction and installation of a one square meter curtain collector system in 2023

ردیف	لوازم و تجهیزات	مقدار مورد نیاز	قیمت واحد (ریال)	جمع کل (ریال)
۱	لوله قوطی گالوانیزه	۱۲ کیلوگرم	315000	3780000
۲	توری فلزی	یک مترمربع	1000000	1000000
۳	ناودان PVC	یک متر	270000	270000
۴	لوله پولیکا	نیم متر	320000	160000
۵	زانو و چسب پولیکا	یک عدد	300000	300000

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

۶	مخزن ذخیره (گالن ۲۰ لیتری)	یک عدد	600000	600000
۷	سیمان	۲۰ کیلوگرم	14000	280000
۸	شن و ماسه	۶۰ کیلوگرم	3500	210000
۹	دستمزد ساخت و انتقال	--		6500000
۱۰	هزینه‌های پیش‌بینی نشده (بازسازی سامانه ناشی از وزش باد و طوفان)	--		2650000
۱۱	**مجموع هزینه (ریال)**	--		15750000

شکل ۸- پتانسیل اقتصادی و اثربخشی جمع‌آوری آب از مه در مناطق کوهستانی مستعد

Figure 8- Economic potential and effectiveness of water harvesting from fog in prone mountainous areas

نتیجه‌گیری

استحصال آب باران یک اقدام محلی برای تامین معیشت و توانمندسازی جوامع روستایی با مشارکت مردم است. در مناطق کوهستانی اشکور شهرستان رودسر، ایجاد سامانه‌های جمع‌آوری آب باران متناسب با شرایط خاص هر منطقه، با هدف تامین آب شرب، مصارف خانگی، افزایش ذخیره رطوبت خاک در باغ‌های فندق و کاهش تنش آبی انجام می‌گیرد. باغداران منطقه اشکورات با پشتوانه دانش بومی تا حد ممکن نیازهای توسعه باغ‌ها را تامین نموده‌اند؛ لیکن دانش بومی به تنهایی قادر به برآوردن این نیاز نیست. لذا لازم است با تلفیق دانش بومی و نوین بهترین و کارآمدترین شیوه را به‌منظور مدیریت رواناب، حفظ رطوبت و کنترل تبخیر مورد توجه قرار داد. در روستای کوهستانی سراورسو با رقوم ارتفاعی ۱۳۵۰ متر از سطح دریا، جمع‌آوری آب باران از سطح آبگیر پشت بام و ذخیره و مصرف آن در موارد مختلف، هم‌چنین جمع‌آوری و ذخیره رواناب دامنه‌ها و مصرف آن در کشاورزی دو نمونه از بهره‌گیری آب باران در پایداری‌سازی منابع آب است. ارائه الگوهای علمی سامانه‌های استحصال نزولات جوی نیز می‌تواند نقش مهمی در اشاعه فرهنگ بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و بهبود وضعیت معیشت آبخیزنشینان این منطقه داشته باشد. در اجرای پروژه استحصال آب از مه که به‌عنوان منبع آبی پایدار در مناطق کوهستانی اشکور شناخته می‌شود، بررسی و پایش یکساله جمع‌آوری آب در این روستا از سامانه‌های استحصال آب از مه با توری فلزی، ۶۹ واقعه مه‌آلود را با متوسط ۸ ساعت فراوانی در شبانه‌روز با محتوای رطوبتی مختلف ثبت نمود. مقدار کل آب جمع‌آوری شده برای هر مترمربع از این جمع‌کننده‌ها بیش از ۵۰۰ لیتر در سال و متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳۷ لیتر در مترمربع در روز بود. در اجرای پروژه استحصال آب از مه توجه به الزامات فنی و اجتماعی هم‌چون فراوانی وقوع مه، سرعت و جهت باد، محتوای رطوبتی مه، ویژگی‌های توپوگرافی، نیاز مردم به آب و مشارکت مردم در اجرا، پایش و نگهداری پروژه حائز اهمیت است. طراحی و ساخت سامانه‌های جمع‌کننده مه نیز باید به‌صورتی انجام شود که در عین سادگی و هزینه کم، عملاً امکان استقرار و بهره‌برداری از آن وجود داشته باشد. به‌طوری‌که بهبود کارایی این سامانه‌ها متناسب با شرایط طبیعی هر منطقه، موجب گسترش کاربرد این شیوه در مناطق مستعد خواهد شد. بنابراین ارائه راهکارهای مدیریتی و ترویجی مناسب به‌منظور استقرار سامانه‌های ارزان قیمت برای بهره‌مندی بهره‌برداران این مناطق از این ظرفیت محیطی می‌تواند راهکار مناسبی برای مقابله با بحران کم‌آبی منطقه باشد. مقایسه و بررسی ارزش سامانه‌های جمع‌آوری آب از مه با سایر منابع تولید آب از نظر اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و تجاری قابل توصیه است. برداشت آب از مه به‌دلیل هزینه اندک اجرا و

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

نگهداری، در کنار سایر روش‌های استحصال آب باران می‌تواند به‌عنوان یک گزینه پایدار در تامین بخشی از نیاز آبی مناطق مستعد، مورد توجه برنامه‌ریزان قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

حمایت مالی: اعتبار این پژوهش در قالب پروژه پژوهشی خاتمه‌یافته با کد ۹۹۰۷۰۴-۰۲۹-۵۸-۲ توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تامین شده است.

مشارکت نویسندگان: بخش‌های مختلف مقاله توسط کوروش کمالی انجام و نگاشته شده است.

تضاد منافع نویسندگان: نویسنده این مقاله اعلام می‌دارد که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارد.

سپاس‌گزاری: از مساعدت همکاران محترم پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی (فندق) اشکورات رودسر در انجام مراحل مختلف این پژوهش و هم‌چنین همکاری و تلاش ارزشمند بهره‌برداران سختکوشِ روستای سراورسو، سرکار خانم زلیخا علیزاده و جناب آقای صفر آقاپور سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

۱. خواجه امیری، چکاوک و سالاری، محمدرضا (۱۳۹۴). آبیاری گیاهان با استفاده از آب استحصال شده از رطوبت هوا (مطالعه موردی: گیاهان غالب منطقه چابهار). *همایش ملی بحران کم آبی و راه‌های برونرفت*، همدان.

۲. عرب‌خدری، محمود و کمالی، کورش (۱۳۸۷). روش‌های سنتی حفاظت خاک و آب در ایران، *انتشارات سبحان با همکاری انجمن آبخیزداری ایران*، چاپ سلام، ۱۱۰ صفحه.

۳. کانونی، امین و کهن، محمدرضا (۱۴۰۳). امکان‌سنجی استحصال آب از مه در منطقه آبی‌بیگلو، اردبیل، *آب و توسعه پایدار*، ۱۱ (۲): ۲۷-۳۸، ۱۴۰۳. https://doi.org/10.22067/jwsd.v11i2.2402-1307

۴. کمالی، کورش (۱۴۰۱). شیوه‌های ذخیره نزولات و افزایش رطوبت خاک در باغ‌های دیم فندق، نشریه فنی، *انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*، شماره ثبت: ۶۱۸۲۱، ۳۹ صفحه.

۵. کمالی، کورش (۱۴۰۳). الزامات استحصال آب از مه، دستورالعمل فنی، *انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*، شماره ثبت: ۶۵۵۸۱، ۴۶ صفحه.

۶. محمودی، پیمان، خواجه امیری، چکاوک، و سالاری محمدرضا (۱۳۹۵). مطالعه امکان‌سنجی استحصال آب از رطوبت هوا در جنوب استان سیستان و بلوچستان. *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۲۳ (۲): ۲۶۵-۲۵۳. doi: 10.22069/jwfst.2016.3067

References

1. Abdul-Wahab, S.A., & Lea, V. (2008). Reviewing fog water collection worldwide and in Oman. *International Journal of Environmental Studies*, 65(3), 487-500. doi:10.1080/00207230802149983
2. Arabkhedri, M., & Kamali, K. (2008). Traditional techniques of soil and water conservation in Iran, *Sobhan Publications in cooperation with the Iranian Watershed Management Association*, Salam Press, 110. [In Persian]
3. Brooks, K.N., Folliott, P.F., Gregersen, H.M., & Thames, J.L. (1991). Hydrology and the Management of Watersheds. *Iowa State Univ. Press*, Ames.
4. Caldas, L., Andaloro, A., Calafiore, G., Munechika, K., & Cabrini, S. (2018). Water harvesting from fog using building envelopes (part I). *Water and Environment Journal*, 32(4), 493-499. doi:10.1111/wej.12335
5. Domen, J., Stringfellow, W., Camarillo, M., & Gulati, S. (2014). Fog water as an alternative and sustainable water resource. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(2), 235–249. doi:10.1007/s10098-013-0645-z
6. Danışmaz, M., & Alhurmuzi, M. (2021). A literature review on extraction of potable water from atmospheric air using solar stills: recent developments. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 991-999. doi:10.31590/ejosat.1039866
7. Houze Jr, R. A. (2014). Types of clouds in earth's atmosphere. *International Geophysics*, 104, 3-23. doi:10.1016/B978-0-12-374266-7.00001-9

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]

8. Ismail, Z., & Go, Y. I. (2021). Fog-to-water for water scarcity in climate-change hazards hotspots: Pilot study in Southeast Asia. *Global Challenges*, 5, 2000036. doi:10.1002/gch2.202000036.
9. International Development Research Center, (2003). A Lesson about the Value of Multidisciplinary Research. *IDRC Annual Report 2002-2003*, 39.
10. Kamali, K. (2022). Methods of storing precipitation and increasing soil moisture in dry land hazelnut gardens. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute Publications*, Technical publication, 61821, 39 p. [In Persian]
11. Kamali, K. (2024). Requirements for water extraction from fog. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute Publications*. Technical guidelines, 65581, 46 p. [In Persian]
12. Khajeh Amiri, Ch., & Salari, M.R. (2015). Irrigation of plants using water extracted from air humidity (Case study: dominant plants of Chabahar region). *National Conference on Water Scarcity Crisis and Ways Out*, Hamedan. [In Persian]
13. Kanooni, A., & Kohan, M. (2024). Feasibility of Fog Water Harvesting in Abi-beyglu, Ardabil. *Journal of Water and Sustainable Development*, 11(2), 27-38. doi:10.22067/jwsd.v11i2.2402-1307 [In Persian]
14. Klemm, O., Schemenauer, R.S., & Lummerich, A. (2012). Fog as a fresh-water resource: overview and perspectives. *Ambio*, 41(3): 221–234. doi:10.1007/s13280-012-0247-8
15. Lakra, K., & Avishek, K. (2022). A review on factors influencing fog formation, classification, forecasting, detection and impacts. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 33(2), 319-353. doi:10.1007/s12210-022-01060-1
16. Mahmoudi, P., Khajeh Amiri Khaledi, Ch. & Salari Fanodi M.R. (2016). Examining the Feasibility of Water Harvesting from Air Humidity in the Southern Province of Sistan and Baluchistan. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23(2), 253-265. doi: 10.22069/jwfst.2016.3067 [In Persian]
17. Mousavi-baygi, M. (2008). The implementation of fog water collection systems in Northeast of Iran. *International Journal of Pure and Applied Physics*, 4, 13–21. https://www.ripublication.com/ijpapv3/ijpapv4n1_2.pdf
18. Rahimi, M. (2012). Analyzing the temporal and spatial variation of fog days in Iran. *Pure and Applied Geophysics*, 169(5-6), 1165-1172. doi:10.1007/s00024-011-0326-y
19. Tu, Y., Wang, R., Zhang, Y., & Wang, J. (2018). Progress and expectation of atmospheric water harvesting. *Joule*, 2(8), 1452–1475. doi: 10.1016/j.joule.2018.07.015

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.3.6.0]