

<http://doi.org/10.22133/mtlj.2023.385147.1170>

## Jurisprudential review of cloud artificial fertilisation technology with a look at its environmental aspects

Ebrahim Jawanmard Farkhani<sup>1</sup>, Hamid Miri<sup>2\*</sup>, Saleh Yamerli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor of Theology Department, Gonbad Kavos University, Gonbad Kavos, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor of Theology Department, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor of Theology Department, Gonbad Kavos University, Gonbad Kavos, Iran

### Article Info

### Abstract

#### Original Article

#### Received:

08-02-2023

#### Accepted:

07-04-2023

#### Keywords:

Fertility

Artificial

Rain, Cloud

Environment

Artificial cloud fertilisation technology has recently affected various aspects of human life. This technology affects air, water, and land and has potential implications for economic development, production, and the environment. Cloud fertility technology can have both positive and negative effects on the environment. The application of this technology will increase rainfall, develop required water reserves, reduce drought, and improve human health and well-being. However, silver iodide particles and other substances used in cloud fertilisation may have harmful environmental effects. Based on this, this research was conducted with jurisprudence and legal investigation of the environmental aspects of cloud fertility and with a descriptive-analytical method. The research findings show that the reasons for opposing this technology are not real, and this matter's complications and biological risks are more imaginary and caused by a pessimistic attitude. The extraction of water using cloud fertility technology does not pose environmental risks. Therefore, it is possible to use this technology from a jurisprudential and legal point of view.

#### \*Corresponding author

e-mail: [ha\\_miri@gonbad.ac.ir](mailto:ha_miri@gonbad.ac.ir)

#### How to Cite:

Jawanmard Farkhani, E., Miri, H., & Yamerli, S. (2023). Jurisprudential review of cloud artificial fertilisation technology with a look at its environmental aspects. *Modern Technologies Law*, 4(8), 37-51.

Published by University of Science and Culture <https://www.usc.ac.ir>

Online ISSN: 2783-3836



# حقوق فناوری های نوین

<http://doi.org/10.22133/mtlj.2023.385147.1170>

## بررسی فقهی - حقوقی فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها با نگاهی به جنبه های زیست محیطی آن

ابراهیم جوانمرد فرخانی<sup>۱</sup>، حمید میری<sup>۲</sup>، صالح یمرلی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه الهیات دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه الهیات دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

<sup>۳</sup> استادیار گروه الهیات دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله

فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها طی سال های اخیر جوانب گوناگون زندگی انسان را متأثر کرده است. این فناوری نه فقط بر آب و هوا و زمین تأثیر می گذارد، بلکه پیامدهای بالقوه ای برای توسعه اقتصادی، تولید و محیط زیست دارد. فناوری باروری ابرها هم تأثیرات مطلوب و هم تأثیرات نامطلوب در محیط زیست دارد. در واقع به کارگیری این فناوری موجب افزایش بارندگی و توسعه ذخیره آب لازم، کاهش خشکسالی و بهبود سلامت و رفاه انسان می شود. با وجود این، ذرات یدید نقره و دیگر موادی که در عملیات بارورسازی ابرها استفاده می شوند ممکن است آثار مخرب زیست محیطی داشته باشند. پژوهش حاضر با هدف بررسی فقهی - حقوقی جنبه های زیست محیطی باروری ابرها و باروش تحلیلی - توصیفی انجام شده است. یافته های پژوهش نشان می دهد دلایلی که برای مخالفت با این فناوری بیان شده، حقیقی نیست و عوارض و خطرات زیستی این امر بیشتر موهوم و ناشی از نگرشی بدبینانه است. استحصال آب با استفاده از فناوری باروری ابرها موجب خطرات زیست محیطی نمی شود؛ از این رو از نظر فقهی و حقوقی، به کارگیری این فناوری مجاز است.

### مقاله پژوهشی

### تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۱۱/۱۹

### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۱/۱۷

### واژگان کلیدی:

احراز اصالت باروری

مصنوعی

باران

ابر

محیط زیست

### \*نویسنده مسئول

رایانامه: [ha\\_miri@gonbad.ac.ir](mailto:ha_miri@gonbad.ac.ir)

### نحوه استناددهی:

جوانمرد فرخانی، ابراهیم، میری، حمید، و یمرلی، صالح (۱۴۰۲). بررسی فقهی - حقوقی فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها با نگاهی به جنبه های زیست محیطی آن. حقوق فناوری های نوین، ۴ (۸)، ۳۷-۵۱.

ناشر: دانشگاه علم و فرهنگ <https://www.usc.ac.ir>

شاپای الکترونیکی: ۲۷۸۳-۳۸۳۶

بارورسازی ابرها روشی مصنوعی برای تولید باران از طریق افزودن مواد شیمیایی به ابرهاست. در سراسر جهان، از این روش برای تعدیل آب‌وهوا، جلوگیری از تشکیل تگرگ، رونق محصولات کشاورزی، کاهش آلودگی، از بین بردن مه در فرودگاه‌های پرتراфик، کاهش اثر طوفان‌های شدید و افزایش ذخایر آب زیرزمینی استفاده می‌شود (Conrad et al., 2016, p. 1-9)؛ برای مثال در استرالیا از این روش برای تشکیل برف بیشتر و توسعه جاذبه‌های گردشگری زمستانه، در چین برای افزایش باران و کاهش دمای هوا، در اندونزی برای مقابله با آتش‌سوزی جنگل‌ها و توسعه ذخیره آب مورد نیاز و در آمریکا برای رفع بحران کم‌آبی و کمک به توسعه کشاورزی بهره می‌برند (Farhat & Biswanath, 2020, p. 33). Xiaofeng et al., 2021, P. 146؛ Abuelgasim, 2021, p. 951). از ایران نیز می‌توان به منزله یکی از کشورهای پیش‌رو در این عرصه یاد کرد. تاکنون مرکز ملی تحقیقات و بارورسازی ابرها و نیروی هوافضای سپاه مستقر در وزارت نیرو، پروژه‌های متعددی را در این زمینه انجام داده که برای تعدیل وضع آب‌وهوا و افزایش باران در کشور تاحدی موفقیت‌آمیز بوده است (قبادیان، ۱۳۶۴، ص ۳۷).

هرچند باران مصنوعی راهکاری مطلوب برای کاهش خشک‌سالی و کم‌آبی است، اما ممکن است در برخی مناطق آلودگی زیست‌محیطی یا کاهش بارندگی ایجاد کند که هنوز عوارض آن برای جانداران و گیاهان به‌خوبی بررسی نشده است. تحقیقات جدید نشان داده است که بهره‌برداری از این فناوری در یک کشور ممکن است به کشور دیگر آسیب برساند (Kuhl, 2022, p. 1). کشور دوم دچار شرایط جوی نامناسب می‌شود و از نعمت باران بی‌نصیب می‌ماند یا به دلیل باران‌های زیاد و سیلاب ایجادشده توسط کشور رقیب، درگیر خسارات جدی می‌شود (American Meteorological Society, 2010, p. 1).

باید توجه داشت که اگر کنترل آب‌وهوا به ابزار دست کشورهای قدرتمند و ثروتمند تبدیل شود، دسترسی به آب ممکن است به‌وسیله فشار یا آغاز درگیری و ایراد خسارت تبدیل شود. برخی کشورها ممکن است با بهره‌گیری از امکانات ویژه به‌گونه‌ای عمل کنند که ابرهای بارانی تخلیه شوند و به مناطق دیگر نرسند (عباسیان شیرازی و ظریفکار فرد، ۱۳۹۷، ص ۱۲۳). همچنین از این فناوری می‌توان به‌منزله سلاح نظامی استفاده کرد (House et al., 1996, p. 3) و از طریق ورود مواد شیمیایی مضر به محیط زیست، ایجاد باران اسیدی، تشکیل طوفان، سونامی و برف مصنوعی، افزایش سرعت باد و احداث امواج دریایی بر روی اقلیم و محیط زیست کشورهای دیگر اثر منفی گذاشت (هنکرتز و همکاران، ۱۳۹۱، ج ۱، ص ۲۶۲). از این رو، ماده یک کنوانسیون سازمان ملل متحد در خصوص ممنوعیت استفاده خصمانه از تکنیک‌های تغییر اقلیم مصوب ۱۹۹۲ مقرر کرده است: «کشورهای عضو این کنوانسیون نباید در استفاده نظامی یا هر نوع استفاده خصمانه از تکنیک‌های تغییرات زیست‌محیطی، که تأثیرات گسترده، شدید یا بلندمدت دارد، به‌منزله ابزار نابودی، تخریب یا آسیب به دیگر کشور عضو مشارکت کنند.»<sup>۱</sup> همچنین توجه به این نکته حائز اهمیت است که براساس اصل پنجاه قانون اساسی ایران، ماده ۹ قانون حفاظت و به‌سازی محیط زیست مصوب ۱۳۵۳ و ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی مصوب ۱۳۷۵، اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم کند ممنوع است. این درحالی است که در شیوه رایج بارورسازی ابرها، ماده دیدید نقره به ابرها تزریق می‌شود که در شرایطی برای محیط زیست زیان‌بار است. اگر بارورسازی ابرها بارها در منطقه‌ای خاص اعمال شود و مقادیر زیادی از این ماده در محیط انباشته شود، ممکن است بر روی موجودات زنده در اکوسیستم‌های زمینی و آبی عوارض خطرناکی داشته باشد (Fajardo, 2016, p. 433). با وجود این، قانون‌گذار ایرانی این فناوری را قانونی تلقی کرده و وزارت نیرو را طبق ماده ۱۹ قانون آب و نحوه ملی شدن آن، مصوب ۱۳۴۷ و ماده ۲۶ قانون توزیع عادلانه آب مصوب ۱۳۶۱ موظف کرده است که آب مورد نیاز کشور را از راه‌های گوناگون، از جمله بارورکردن ابرها تأمین کند.

واقعیت آن است که تغییر آب‌وهوای زمین و کاهش نزولات جوی در دهه‌های اخیر خسارت‌های بسیاری را به پوشش‌های گیاهی طبیعی و کشاورزی وارد کرده است. در این راستا، پیشرفت‌های علمی و فناوری‌های نوین امکانات جدیدی را برای تغییر اقلیم فراهم می‌کند. همچنین

1. United Nation Framework Convention On Climate Change (UNFCCC)

استفاده از فناوری‌های نوظهور برای اهداف صلح‌آمیز رابطه بین افراد و طبیعت را تقویت می‌کند و در حفاظت و توسعه محیط زیست به نفع نسل حاضر و نسل‌های آینده است (جهانشیر، ۱۴۰۰، ۵۹۱). حال با توجه به موضوع کاهش بارندگی در فصل بارش، معضل کم‌آبی و بحرانی بودن وضعیت سفره‌های آب‌های زیرزمینی، بارورسازی ابرها ابزاری برای تأمین مقاصد مذکور در نظر گرفته می‌شود (سیدحسینی، ۱۳۹۱، ص ۱۹۰).

باین‌وصف، برای تبیین بهتر این موضوع نگاهی به ادله موافقان و مخالفان داریم و آن‌ها را تحلیل و بررسی می‌کنیم.

پیرامون بایستگی و ضرورت انجام چنین پژوهشی گفتنی است اگرچه از مطالب فوق تاحدودی به کارایی و اثربخشی این تحقیق پی می‌بریم، چه بسا روشن‌ترین ضرورت پرداختن بدان، به‌ویژه در زمینه فقه اسلامی، نبود پیشینه پژوهشی مستقل درباره این موضوع است. ازاین‌رو، بررسی این موضوع با نگاهی به ادله نقلی و عقلی و با تأکید بر ابعاد زیست‌محیطی موضوع بسیار ارزشمند است.

باتوجه به مراتب فوق، آنچه در این پژوهش بررسی می‌شود پاسخ به این سؤالات است: (۱) آیا جایز است ابرها را برای مبارزه با پدیده خشک‌سالی و مشکل کم‌آبی بارور کرد؟ (۲) در پروژه‌های استحصال آب، با استفاده از روش باروری ابرها، آلودگی زیست‌محیطی وجود دارد؟ (۳) آیا قدرت‌های بزرگ می‌توانند از این فناوری برای غلبه نظامی بر دیگران سود ببرند؟ (۴) فقدان امنیت و ابهام‌های علمی در این فناوری ما را از به‌کارگیری آن باز می‌دارد؟

## ۱. موضوع‌شناسی

باروری مصنوعی ابرها اقدامی نوین برای تعدیل آب‌وهوا و افزایش میزان بارندگی است که با تزریق مواد شیمیایی به درون ابر انجام می‌شود. در این روش، با افزودن یخ خشک (دی‌اکسیدکربن منجمد)، دیدید نقره یا سایر ذرات مناسب، که به‌منزله هسته‌های چگالشی عمل می‌کنند، توانایی ابرها در تولید باران یا برف افزایش یافته و شرایط لازم برای تشکیل دانه‌های برف یا قطرات باران فراهم می‌شود (Dennis, 1980, p. 5).

این فرایند به‌منزله رایج‌ترین و بهترین روش شناخته‌شده تعدیل آب‌وهوا با دو روش هوایی یا زمینی انجام می‌شود (Neiburger, 1969, p. 6). روش هوایی با هواپیماهای مجهز به تانک‌های آب و وسایل اسپری انجام می‌شود. در این روش، هواپیماها به سمت ابرهای انتخاب‌شده پرواز و بسته‌هایی از ذرات دیدید نقره را روی ابرها پخش می‌کنند. هنگامی که این ذرات در مجاورت ابرها قرار می‌گیرند، که رطوبت سرد دارند، باعث تشکیل بلورهای یخ و قطرات باران می‌شوند. همین تکنیک در روش زمینی بارورسازی ابرها با ژنراتورهای زمینی یا با استفاده از راکت زمین به هوا انجام می‌شود (امیدوار، ۱۳۸۳، ص ۱۶).

افزایش تقریبی ۱۰ تا ۲۰ درصد بارندگی و کاهش بین ۳۰ تا ۷۰ درصد خسارات ناشی از تگرگ در طول دوره عملیاتی بارورسازی ابرها در بسیاری از پروژه‌های دنیا ثبت شده است (Conrad, 2016, p. 23). اثربخشی این فناوری به وضعیت آب‌وهوای منطقه، شرایط محیط، نوع ابرها، روش اجرا و نحوه مدیریت پروژه بستگی دارد. در این میان، بسیاری از کشورهای جهان به‌صورت آزمایشی این عملیات را انجام داده‌اند که نتیجه آن در برخی از کشورها تأثیرات مثبت و در برخی دیگر تأثیرات منفی داشته است (سامانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۴). در ایران نیز، بسته به زمان و منطقه اجرا، به‌طور میانگین میزان افزایش بارش در طول دوره عملیاتی بارورسازی ابرها ارزیابی شده است (زهرایی و همکاران، ۱۴۰۰، ص ۱۸۷). پیامدهای ناخواسته یا جانبی بارورسازی ابرها از جمله تأثیرات پایین‌دست یا تأثیرات زیست‌محیطی و اکولوژیکی این فناوری هنوز ثابت نشده است، اما نمی‌توان آن را تا نهایه شدن تحقیقات رد کرد (Korneev et al., 2017, p. 477).

## ۲. دیدگاه فقه اسلامی و حقوق ایران درمورد باروری مصنوعی ابرها

در این خصوص نظریات متعددی بیان شده که در ذیل آن‌ها را بیان خواهیم کرد. نخست آرای صاحب‌نظران موافق و مخالف تبیین و در ادامه، به بررسی ادله آن‌ها خواهیم پرداخت.

## ۱-۲. نظریه جواز

براساس این نظریه، جایز است ابرها را به منظور تعدیل آب و هوا و تغییر اقلیم بارور کرد؛ زیرا این فرایند به تحولات و پیشرفت‌های بسیار بااهمیت در عرصه حفاظت و توسعه محیط زیست منجر می‌شود که به نفع کل جامعه بشری خواهد بود. نویسندگان این دیدگاه، شواهدی از ادله نقلی و عقلی ارائه کرده‌اند که به شرح زیر است:

### ۱-۱-۲. نقش آفرینی اسباب و ابزارهای جریان خلقت

یکی از دلایلی که می‌توان در این زمینه به آن استناد کرد، آیاتی از قرآن کریم است که بر تسخیر و سلطه بشر بر جهان هستی اشاره دارد. از جمله این آیات عبارت‌اند از:

۱. «وَلَقَدْ مَكَّنَّاكُمْ فِي الْأَرْضِ وَ جَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ» (سوره اعراف، آیه ۱۰) «و قطعاً شما را در زمین قدرت عمل دادیم و برای شما در

آن وسایل معیشت نهادیم.»

۲. «وَسَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِنْهُ» (سوره جاثیه، آیه ۱۳) «و آنچه را در آسمان‌ها و آنچه را در زمین است به سود

شما مسخر گردانید.»

این آیات به خوبی حلیت همه‌چیز و جواز هر کاری را نشان می‌دهد؛ زیرا لازمه مستخر بودن هستی برای ما امکان تصرف است و لازمه تصرف، حلیت و اباحه است. در واقع با نگرشی به این آیات، درمی‌یابیم که این عالم مبتنی بر اسباب و مسببات است؛ بدین معنا که در نظام هستی، هر سببی از مسبب خود پیروی می‌کند. به این منظور، خداوند متعال برای نزول باران علل و اسبابی را قرار داده است که با فراهم شدن آن‌ها مسبب نیز برآورده می‌شود. بارورسازی مصنوعی ابرها نیز یکی از علل و اسبابی است که انسان قادر است بر آن سلطه داشته باشد و آن را در اختیار بگیرد. به راستی در نظام آفرینش، حق بهره‌گیری از امکانات برای همه انسان‌ها قرار داده شده تا انسان بتواند نیازمندی‌های خود را برطرف کند. خداوند انسان‌ها را در این زمین جای داده و نیز این توان را به آن‌ها بخشیده است که به منظور تأمین منافع خود، امکانات مادی را زیر فرمان و به استخدام خود درآورد. از این منظر، خدای سبحان نه فقط بهره‌گیری از علل طبیعی را نفی نکرده است، بلکه در موارد گوناگون به بهره‌برداری از آن سفارش نیز کرده است. اساساً رویه خداوند بر این است که کارها را از طریق اسباب محقق می‌سازد. بر این اساس، فناوری باروری ابرها نوعی کشف اسرار و به‌کارگیری قواعد طبیعی است که با تقلید از طبیعت، باران مصنوعی افزایش یا تولید می‌شود. به دیگر سخن، ما در به‌کارگیری فناوری باروری ابرها از روش‌های موجود در طبیعت استفاده می‌کنیم و همان شرایط موجود در طبیعت را به شکل مصنوعی فعال می‌سازیم.

### ۲-۱-۲. وظیفه‌مندی انسان بر پیشرفت و توسعه

یکی از دلایل طرفداران فناوری باروری ابرها آن است که این فناوری را در تکمیل و بهبود برخی از جنبه‌های زندگی انسان مؤثر می‌دانند. توضیح آن‌که، خدای متعال انسان را موظف کرده است که ابزارهای پیشرفت و توسعه را فراهم کند. خصلت پیشرفت‌ورزی به لحاظ تکوینی در فطرت انسان نهادینه شده است؛ زیرا انسان کمال‌خواه است و تمایلات ذاتی به سمت تعالی و تکامل دارد. در نگاه اسلامی و دینی نیز انسان موظف است به رشد، پیشرفت و توسعه دست یابد و وضعیت زندگی خویش را اصلاح و ارتقا بخشد (رشاد، ۱۳۹۹، ص ۱). این اصلی است که از پاره‌ای از آیات قرآن به دست می‌آید: «هُوَ أَنشَأَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا» (سوره هود، آیه ۶۱) «او شما را از زمین پدید آورد و شما را در آن به آباد کردن فراخواند». با توجه به این آیات، می‌توان دریافت که خدای متعال مسئولیت آباد کردن زمین را به انسان سپرده و از او به جدّ خواسته در به‌دست آوردن وسایل زندگی سعادت‌مندانانه بکوشد. خداوند برای این آبادانی، به انسان هوش، استعداد، فناوری و خلاقیت داد تا سرمایه‌های نهفته در زمین و آسمان را شکوفا کند و آن‌ها را برای اهداف الهی و انسانی به‌کار گیرد و در انجام این تکلیف، ابزار لازم را در پرتو صنعت و فناوری فراهم کند و با برنامه‌ریزی لازم، موانع را مرتفع و راه انجام آن را هموار سازد (سلمان‌پور، ۱۳۸۴، ص ۶۵). واضح است که آباد کردن زمین تأکیدی بر بهبود زندگی و رفاه انسان، اصلاح زندگی بشر و سلامت محیط زیست است (جوادی آملی، ۱۳۸۶، ص ۲۸). همچنین قرآن در این زمینه به

نکته مهمی اشاره کرده است: «يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنَّ اسْتِطْعَتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ» (سوره الرحمن، آیه ۳۳) «ای گروه جن و انس! اگر می‌توانید از مرزهای آسمان‌ها و زمین نفوذ کنید. شما قادر نیستید در آسمان‌ها نفوذ کنید، مگر به سلطان». ما در اینجا به دنبال تفسیر و تأویل «سلطان» نیستیم، اما هرچه مراد باشد، به توانایی و قدرت علمی و استفاده از ابزار و فناوری نفوذ در آسمان‌ها اشاره دارد؛ یعنی به منظور وصول به مواهب موجود در طبیعت، باید از جدیدترین فناوری‌ها بهره برد (قرانتی، ۱۳۸۳، ج ۱۱، ص ۳۹۴). براین اساس، امکان نفوذ در عمق زمین و اوج فضا و کرات آسمانی برای انسان وجود دارد، اما شرط آن داشتن سلطه علمی و صنعتی بر این کار است. در همین راستا، فناوری بارورسازی ابرها برای انسان این امکان را فراهم آورده تا در طبیعت مداخله کند و زندگی بهتری را برای خود مهیا سازد؛ به‌ویژه آن‌که این فناوری افق جدیدی را برای رفع خشکسالی گشوده و با افزایش بارش، بحران جدی کمبود آب را کاهش می‌دهد.

### ۳-۱-۲. جلوگیری از خسارت و ضرر

یکی از دلایل جواز به‌کارگیری فناوری بارورسازی ابرها، حکم عقل به لزوم دفع ضرر محتمل یا مظنون است. براساس این قاعده، هر جا که احتمال ضرر وجود داشته باشد، باید برای جلوگیری از آن اقدام کرد (نانینی، ۱۴۰۹ق، ج ۳، ص ۲۱۴). برای توضیح این استدلال، باید یادآور شویم که به طور سالیانه بارش تگرگ در بسیاری از نقاط جهان موجب خسارت مالی فراوان و همچنین آسیب‌های جبران‌ناپذیر به محصولات کشاورزی می‌شود. در این میان، بهترین روش برای جلوگیری از تشکیل تگرگ و ممانعت از بارش دانه‌های بزرگ و زیان‌بار آن، تزریق یدید نقره به درون ابرهای طوفانی است. افزون‌براین، فناوری بارورسازی ابرها می‌تواند خسارت‌های بحران جدی کمبود آب را کاهش دهد. همچنین این فناوری در کاهش مه‌زدایی و بهبود وضعیت دید در فرودگاه‌های مه‌آلود، جلوگیری از وقوع سیلاب‌های بزرگ، از بین بردن خصوصیات الکتریکی ابرهای مولد رعدوبرق و پیشگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها و فرودگاه‌ها مفید است (مفیدی، ۱۳۸۵، ص ۴۹).

### ۴-۱-۲. بایستگی و ضرورت بارورسازی ابرها

یکی دیگر از دلایلی که می‌توان در این زمینه به آن استناد کرد آن است که به‌کارگیری این فناوری موجب اقتدار جامعه اسلامی خواهد شد؛ زیرا روش‌های تغییر اقلیم نه‌فقط در محیط زیست تأثیر می‌گذارند، بلکه پیامدهای بالقوه‌ای برای توسعه اقتصادی، مانورهای سیاسی و تکامل اجتماعی نیز دارند. در نتیجه برای عمل به آیه شریفه «وَأَعِدُّوا لَهُمْ مَا اسْتَطَعْتُمْ مِنْ قُوَّةٍ» (سوره انفال، آیه ۶۰) «هر نیرویی در قدرت دارید، برای مقابله با دشمنان آماده سازید» از انجام آن ناگزیریم. افزون‌براین، فناوری بارورسازی ابرها فواید درازمدت بسیار مهمی را به همراه دارد و جان انسان‌های بی‌شماری را نجات می‌دهد. بی‌گمان اگر در حوزه تعدیل آب‌وهوا، کاهش آلودگی و رونق محصولات کشاورزی از فناوری بارورسازی ابرها استفاده نشود، بشر در زمینه‌های صنعتی، کشاورزی، و اقتصادی دچار بحران‌های جدی خواهد شد.

امروزه نفوذ و سیطره کشورهای توسعه‌یافته از رهگذر مهندسی آب‌وهوا و تکنیک‌های تغییر اقلیم به طرق و ترفندهای مختلف در حال گسترش است. بسط فناوری‌های تغییر محیط زیست و توسعه فناوری‌های مدرن طریق عمده پیشگیری از سیطره کشورهای منفعت‌طلب بر ممالک اسلامی و مقابله با تسلط بیگانگان قلمداد می‌شود. در این راستا، نباید تردید کرد که مسلمانان باید در همه حیطه‌ها و حوزه‌های علمی، فناوری و نظامی اقتدار خویش را حفظ کنند. همچنین توجه به این نکته حائز اهمیت است که حوزه تغییر اقلیم، آب و محیط زیست اگر مهم‌ترین معرکه تعالی و توسعه قلمداد نشود، از مهم‌ترین میادین هم‌اوردی میان جوامع معاصر است. از این‌روی، در مقام بازدارندگی و دفاع از کیان اسلامی، این فناوری به‌کار می‌آید.

## ۲-۲. نظریه عدم جواز

در مقابل دیدگاه نخست، دیدگاه دومی هم وجود دارد. براساس این دیدگاه، اگر به‌گونه‌ای منطقی به این مسئله بنگریم و به عوارض و خطرات زیستی استفاده از این فناوری توجه کنیم، درمی‌یابیم که اقدام به بارورکردن ابرها ممنوع است. برای تبیین بهتر، مناسب است شواهدی دال بر این نظریه بیان و نقد و بررسی شود.

### ۲-۲-۱. معایب، زیان‌ها و عواقب نامطلوب باروری ابرها

یکی از دلایل مخالفان به‌کارگیری فناوری بارورسازی ابرها، ناشناخته‌بودن آثار این فناوری و احتمال بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی است. از این منظر، صرف وجود فواید برای این فناوری کافی نیست، بلکه عوارض و خطرات نیز باید بررسی شود. واقعیت آن است که در شیوه رایج بارورکردن ابرها، موادی مانند یدید نقره به ابرها تزریق می‌شود که می‌تواند آثار مخرب زیست‌محیطی داشته باشد. این ماده سمی است و به انسان، گیاهان، جانوران، موجودات دریایی و غیره آسیب می‌رساند (Fajardo, 2016, p. 433).

خطر احتمالی دیگر این فناوری، پتانسیل آن برای ایجاد مشکلات محیط زیستی بر روی اقلیم دیگر کشورهاست. برای مثال، اگر کشوری تصمیم بگیرد که ابرها را در منطقه‌ای بارور کند، درحالی‌که آن منطقه در کنار مرز کشور دیگری قرار دارد و بارش در منطقه‌ای در مرز اتفاق بیفتد، این مسئله ممکن است باعث مناقشات سیاسی شود؛ به‌خصوص اگر بارش ناگهانی باعث آسیب به مناطق کشور دیگر شود (American Meteorological Society, 2010, p. 1).

باید توجه داشت خطرات زیست‌محیطی، سیاسی و اجتماعی زیادی در این فناوری وجود دارد که باید مدنظر قرار گیرند. امروزه فعالیت‌های باروری ابرها در مناطق خاصی از ایالات غربی آمریکا، کانادا و بسیاری مناطق دیگر کره زمین به‌منظور افزایش باران و برف و کاهش صدمات ناشی از بارش تگرگ انجام می‌شود که در نتیجه آن، مقداری یدید نقره به داخل اتمسفر آزاد می‌شود (طالعات، ۱۳۸۹، ص ۹). اگر بارورسازی ابرها در اتمسفر تأثیر دائمی داشته باشد، مردم در تغییر آن ناتوان خواهند بود و نسل‌های آینده باید با این تأثیرات مقابله کنند (Jamieson, 1996, p. 323). با توجه به این مخاطرات محیطی و تهدیدات بالقوه، از نظر فقهی و حقوقی این فناوری مجاز نیست.

نقد و بررسی: در نقد این دلیل، گفتنی است اول این‌که هرچیزی حتی یک داروی مسکن ساده نیز عوارض منفی دارد. عقلاً هنگام تحلیل یک پدیده، عوارض منفی و پیامدهای مثبت آن را کنار یکدیگر قرار می‌دهند و در صورتی که پیامدهای مثبت آن بیشتر از عوارض منفی‌اش بود، آن را خوب می‌دانند. قرآن کریم نیز این روش را هنگام تحلیل منافع و مضار شراب به‌کار می‌گیرد (سوره بقره، آیه ۲۱۹). فقها، عالمان دین و قانون‌گذاران نیز این کار را می‌کنند. در این روند، به عوارض ضعیف، نادر و با ضریب احتمال پایین توجهی نمی‌کنند و به عوارض منطقی و عقلایی آن اعتنا می‌کنند. عقل و دین حکم می‌کند که درباره فناوری باروری ابرها نیز از همین شیوه سود و زیان بهره بگیریم و بر همین مبنا، بحث را پیش ببریم. براین اساس، سوء استفاده‌ها و خطرات احتمالی را نباید دلیلی استوار علیه این فناوری به‌شمار آورد. باید نتایج مستقیم و آثار منطقی این عمل را نشان داد. دوم این‌که زیان‌های موهومی که مخالفان طرح کرده‌اند هم ممکن است در این روش و هم در جاهای دیگر وجود داشته باشند. آسیب‌ها و خساراتی که خشک‌سالی به محیط زیست وارد کرده است به مراتب بیشتر از خطرات احتمالی ناشی از به‌کارگیری فناوری باروری ابرهاست. سوم این‌که در هر فناوری نوین، درصد اندکی مخاطره و عوارض جانبی وجود دارد. کافی است که با در نظر گرفتن یا وضع محدودیت‌ها و ضوابط مورد نیاز از این مخاطرات بکاهیم. چهارم این‌که مطالعات وسیع میدانی و آزمایشگاهی نشان داده‌اند استحصال آب با استفاده از باروری ابرها هیچ تأثیر مفهومی در محیط زیست ندارد و خطر زیست‌محیطی استفاده از مواد هسته‌ساز یخی، به‌ویژه یدید نقره، ناچیز است و تأثیر معناداری در گیاهان و حیوانات ندارد (Cooper & Jolly, 1970, p. 88). به تعبیر دیگر، موادی که در باروری ابرها استفاده می‌شوند، مثل نمک خشک، اوره یا یدید نقره، هرگز باعث آلودگی نمی‌شوند و خطری ایجاد نمی‌کند؛ زیرا مقدار این مواد بسیار ناچیز است

(Standler & Vonnegut, 1972, p.1388). با توجه به این نگرش، به کارگیری فناوری باروری ابرها را می‌توان مشروع تلقی کرد و این بهره‌گیری و استفاده را در حدودی دانست که زیانی قطعی و جدی دربر نداشته باشد.

### ۲-۲-۲. اولویت دفع مفسده بر جلب منفعت

یکی از قواعدی که در این زمینه می‌توان به آن استناد کرد، قاعدة فقهی «درء المفسد اولی من جلب المنفعه» است. براساس این قاعده، هرگاه امر دایر شد بین این‌که کاری انجام دهیم تا منفعتی به دست آوریم یا این‌که آن کار را ترک کنیم تا از ضرری نجات یابیم، عقل می‌گوید آن کار را رها کن تا از مفسده دور کنی (طباطبایی حکیم، بی‌تا، ص ۵۴۴). با این رویکرد، اگر اثبات شود که فناوری باروری ابرها منافی هم دارد، طبق این قاعده ممنوع است؛ زیرا این فناوری سلاحی دولبه است که ممکن است مفسد و خطراتی بر آن مترتب شود. همچنین احتیاط حکم می‌کند از کارهایی که ما را به خطر می‌اندازد دوری کنیم؛ زیرا روایاتی که به ما امر کرده «توقف در مورد شبهه بهتر از افتادن در چاه هلاکت است» و ده‌ها حدیث مشابه (حرعاملی، بی‌تا، ج ۱۸، ص ۷۵)، ما را به بازایستادن فرامی‌خواند.

نقد و بررسی: پذیرفتن این دلیل بسیار دشوار است؛ زیرا اول این‌که گاه درست برخلاف قاعدة فوق، عقل و عرف و سیره متشرعه حکم می‌کند که جلب مصلحت را بر دفع مفسده مقدم بداریم؛ بنابراین قاعدة دفع مفسده کلیت و عمومیت ندارد؛ چراکه عقلاً جلب مصلحت اهم را بر دفع مفسده مهم مقدم می‌دارند (نائینی، ۱۴۰۹ق، ج ۳، ص ۴۵۱). برای مثال، در دوران امر بین مصلحت نجات نفس محترمه و مفسده ورود به مکان غصبی، کسی به اولویت دفع مفسده حکم نداده است. دوم این‌که این قاعده در جایی که مفسده و مصلحت یقینی و مشخص باشد جاری می‌شود، اما در مواردی که مصلحت و مفسده احتمالی باشد جاری نمی‌شود (خویی، ۱۴۱۷ق، ج ۲، ص ۳۲۹). بنابراین، در مواردی مانند فناوری باروری ابرها، که در اصل وجود مفسده تردید است، نمی‌توان از این قاعده بهره برد. سوم این‌که مجرای قاعده جایی است که مصلحت و مفسده هر دو برابر و در یک رتبه باشند، اما در جایی که مصلحت بیشتر از مفسده باشد، نمی‌توان به این قاعده تمسک جست. درباره فناوری باروری ابرها نیز مسئله چنین است. معمولاً چنین نمایانده می‌شود که فناوری‌های تغییر محیط زیست و روش‌های تغییر اقلیم عنصری مخرب و وحشتناک خواهند بود؛ درحالی‌که هیچ دلیل قانع‌کننده‌ای بر چنین نگاه بدبینانه‌ای وجود ندارد (Korneev et al., 2017, p. 477). بارورسازی ابرها فناوری مؤثری است که اثربخشی آن به لحاظ علمی اثبات شده و طبق تجربیات جهانی تأیید شده که این فناوری در شرایط ایده‌آل، تا ۱۵ درصد بارندگی را افزایش و خسارات ناشی از تگرگ را بین ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش می‌دهد (Kuhl, 2022, p. 1).

### ۲-۲-۳. ابهام علمی و عدم امنیت تکنیکی

یکی از مهم‌ترین ایرادهای واردشده بر فناوری بارورسازی ابرها آن است که از نظر علمی، تمامی ابعاد زیستی این فناوری کاملاً مشخص نیست. به لحاظ همین ابهام علمی، ممکن است این فناوری برخی خطرات جدی، سرطان‌های پیش‌بینی نشده و دیگر بیماری‌های خطرناک را به همراه داشته باشد. در چنین حالتی، مجریان و متولیان این پروژه را باید مسئول حقوقی و حتی کیفری ناشی از این پیامدها و عواقب دانست. با توجه به این رویکرد، نباید هر فناوری نوینی را بی‌درنگ در زندگی خود به کار بندیم؛ به‌ویژه فناوری‌هایی که مستقیماً با سلامت انسان در ارتباط‌اند؛ چراکه هنوز از عواقب سوء احتمالی آن‌ها اطلاع نداریم.

همچنین توجه به این نکته حائز اهمیت است که درحال حاضر، هیچ راهی برای پیش‌بینی دقیق تأثیرات منفی مهندسی آب‌وهوا وجود ندارد. این فناوری به‌راحتی مشکلاتی را که درحال حاضر به دلیل افزایش بی‌ثباتی آب‌وهوا با آن مواجه‌ایم افزایش می‌دهد. با توجه به وضعیت فعلی دانش ما درباره سیستم پیچیده جهانی، درحال حاضر امکان شناسایی خطرات محیطی، اجتماعی، سیاسی، قانونی و اقتصادی این تکنیک وجود ندارد. هم عدم قطعیت در مدل‌سازی تغییرات آب‌وهوا و هم پیامدهای بالقوه و گسترده مهندسی آب‌وهوا و هم ارائه اظهارات نامطمئن درباره خطرات نسبی، پیامدها و مزایای این فناوری، استفاده از آن را ناممکن می‌کند (Liu & Chen, 2015, p. 197). علاوه‌براین، مواد بذریابی ابر ممکن است همیشه با موفقیت هدف قرار نگیرد و باعث ایجاد تأثیرات مدنظر در منطقه‌ای متفاوت از منطقه هدف شود. این امر ما



را نگران می‌کند که فعالیت‌های انجام‌شده برای منفعت برخی، ممکن است تأثیر نامطلوبی در دیگران داشته باشد. در این راستا، اگر کشور موجب بارش ناخواسته در کشور هم‌مرز شود، حتی ممکن است به جنگ بین این کشورها دامن بزند ( American Meteorological Society, 2010, p. 1).

نقد و بررسی: در پاسخ گفتنی است این دلیل، به فرض قبول، تنها دلیل موقت علیه فناوری باروری ابرها به‌شمار خواهد رفت. احتمال وجود آلودگی‌های زیستی و بیماری‌های خطرناک با پیشرفت فناوری کاهش خواهد یافت؛ همان‌طور که در سایر موارد چنین شده است. بی‌گمان هر فناوری نوینی در ابتدا با خطرات و مشکلاتی همراه است، اما پس از ممارست فراوان، کاربرد آن بهبود می‌یابد و میزان خطرپذیری آن کم می‌شود. فناوری باروری ابرها نیز از این قاعده مستثنی نیست و محققان می‌توانند با مطالعات پی‌درپی در این حوزه، میزان خطرپذیری را به کمترین حد ممکن خود برسانند. اگر بخواهیم از این دلیل منع فناوری باروری ابرها را استنباط کنیم، عملاً راه دیگر پیشرفت‌های علمی را خواهیم بست. از این منظر، فقط عملی مجاز خواهد بود که هیچ‌گونه مخاطره‌ای در پی نداشته باشد، حال آن‌که چنین نگرشی ما را از هرگونه پیشرفتی باز می‌دارد.

#### ۲-۲-۴. ناکارآمدی و بازدهی اندک

یکی از مهم‌ترین دلایل مخالفان، پایین بودن کارآمدی و اثربخشی اندک فناوری بارورسازی ابرهاست. این فناوری در موارد متعددی با شکست مواجه شده است؛ زیرا به‌کارگیری این فناوری در آغاز راه قرار دارد. اساساً روش باروری ابرها روشی نیست که در مناطق مختلف جهان اجرا شده و نتیجه مثبت گرفته باشند. بسیاری از کشورهای جهان به‌صورت آزمایشی این کار را انجام داده‌اند که نتیجه آن در برخی کشورها تأثیرات مثبت و در برخی دیگر تأثیرات منفی داشته است. با نگاهی به مطالعات و پژوهش‌های بین‌المللی نیز می‌توان دریافت که هنوز دلیل قطعی مبنی بر کارآمدی بارورسازی ابرها در جهان به اثبات نرسیده است. در واقع با این‌که این روش در برخی از کشورها جواب داده، اما به دلیل پیش‌بینی ناپذیری بودن نمی‌تواند روش مناسبی برای ایجاد بارندگی در کشورها باشد (مفیدی، ۱۳۸۵، ص ۵۱).

نقد و بررسی: دلیل فوق نمی‌تواند به‌گونه‌ای قانع‌کننده بهره‌گیری از فناوری باروری ابرها را منع کند. واقعیت آن است که این دلایل بیش از آن‌که جنبه علمی داشته باشد، منعکس‌کننده نگرانی‌های خاصی است که در برخی پنداره‌های بدبینانه و مفروضات خطا ریشه دارد. تازگی مسئله، ناشناختگی و تعارض آن با عوارض موهوم و پیش‌بینی نشده در کنار یکدیگر سده شده‌اند تا برخی با این فناوری مخالفت کنند. بنابر نظر محققان، همین مقدار آب باران اضافی برای کشاورزی، صنعت نیروی برق آبی در مناطق کوهستانی، تأمین آب شهری و امور آبیاری مفید است (Conrad, 2016, p. 150). افزون‌براین، ناکارآمدی در برخی روش‌های دیگر همچون استحصال آب از مه، شیرین‌سازی آب دریا و... نیز وجود دارد.

#### ۲-۲-۵. مخالفت با قانونمندی طبیعت

از نظر مخالفان به‌کارگیری فناوری باروری ابرها، باران هدیه و عطیه‌ای الهی به‌شمار می‌رود که تکنیک‌های تعدیل آب‌وهوا این هدیه مقدس را دستکاری و آن را به فرایندی انسانی و ساختگی تبدیل می‌کند. از این روی، این تکنیک‌ها، فارغ از کارایی یا ناکارآمدی‌شان، در واقع شیوه‌ای نادرست برای به‌وجودآوردن یا افزایش باران به‌شمار می‌آیند؛ زیرا تولید باران را از دایره طبیعی خارج می‌کنند و به دخالت تکنیکی بشر پیوند می‌دهند. طبق این نگرش، طبیعت شئی مقدس است که نباید آن را دستکاری کرد؛ اما این فناوری در پی آن است که باران را از بهترین هدیه الهی به محصول خواسته‌های خودمان تبدیل کند. از این منظر، هیچ هدفی، هرچند خوب، نمی‌تواند وسیله را توجیه کند و چنین دخالتی را موجه سازد. در واقع معنای این کار آن است که پروژه اقدام‌کنندگان از پروژه خداوند بهتر است؛ زیرا این کار دستکاری طبیعتی است که خداوند طرح آن را ریخته و به‌گونه خاصی سازمان داده است و هر تلاشی برای تغییر آن، ناقض طرح خدایی است.

نقد و بررسی: در مقام نقد این دلیل گفتنی است که فناوری بارورسازی ابرها به‌مثابه اسباب و ابزارهای جریان خلقت نقش آفرینی می‌کند. براین اساس، باروری ابرها هرگز عملی برخلاف طبیعت نیست؛ بلکه با الهام از طبیعت شکل گرفته و چیزی نیست جز به‌کارگیری قوانین پنهان الهی که در طبیعت رخ می‌دهد. درواقع مداخله انسان در طبیعت، خود بخشی از برنامه خداوند است؛ زیرا طبیعت به شکلی خلق شده است که در خدمت انسان باشد و نیازهای او را برطرف کند. گاه حیات انسان و تولیدات مواد غذایی او وابسته به مداخله در طبیعت است. خدای متعال طبیعت را مسخر انسان قرار داده است تا با بهره‌برداری و تصرف در آن از آرامش، رفاه و تعالی برخوردار باشد (مکارم شیرازی، ۱۳۵۳، ج ۱۱، ص ۱۷۱). براین اساس، انسان می‌تواند ابرها را برای رسیدن به هدف صحیح خویش وسیله قرار دهد و در خدمت خود درآورد.

## ۲-۲-۶. ناسازگاری با عدالت

به نظر مخالفان، تخصیص منابع مالی کشور برای این فناوری پرهزینه بسیار مورد توجه است؛ زیرا صرف هزینه‌های زیاد برای این طرح - درحالی‌که این مخارج می‌تواند برای اهداف مهم‌تری هزینه شود و معضلات جدی‌تر را حل کند - با عدالت ناسازگار است. گرچه تحلیل‌های اقتصادی بیانگر آن است که این فناوری در صورت موفقیت منافع اقتصادی بسیاری به همراه دارد، اما عدم قطعیت باعث می‌شود سرمایه‌گذاری در این زمینه با ضررهای بالقوه‌ای همراه باشد. بی‌گمان هیچ‌کس دقیقاً نمی‌داند که بارورسازی ابرها برای هر پروژه چقدر هزینه دارد، اما بی‌شک این فناوری مخارج زیادی را دربر دارد؛ به‌خصوص وقتی که هزینه توسعه فناوری، برنامه‌ریزی مأموریت‌ها و خرید همه مواد در نظر گرفته شوند. هزینه‌های بارورسازی ابرها با در نظر گرفتن هزینه‌های مواد، هزینه‌های پرواز، حقوق دانشمندان و خلبانان، هزینه‌های نرم‌افزار و موارد دیگر بسیار سریع افزایش می‌یابد. افزون‌براین، همیشه خطر هزینه‌شدن کل این پول‌ها در یک پروژه بارورسازی ابرها وجود دارد؛ حال آن‌که ممکن است این پروژه هیچ بارشی را تولید نکند. واقعیت آن است که ایجاد باران مصنوعی به شرایط محیطی بسیار وابسته است؛ بنابراین اگر شرایط تغییر کرده و ابرها به‌جای بارش پراکنده شوند، تمامی پول صرف‌شده هدر می‌رود. همچنین، اگر پروژه‌ای اشتباه انجام شود و بارش در غیر از منطقه هدف ایجاد شود، آن‌گاه خسارت را نیز باید پرداخت کرد (American Meteorological Society, 2010, p. 1). درنهایت، تمامی این خطرها باید با توجه به مزایای بالقوه این فناوری تجزیه و تحلیل شوند تا به‌طور کلی تصمیمی آگاهانه در این مورد اتخاذ شود.

نقد و بررسی: در پاسخ به این دلیل مخالفان، گفتنی است نه بارورسازی ابرها و نه هیچ فناوری دیگری، به‌تنهایی راهکاری منحصربه‌فرد برای جبران کمبود آب نیست، اما در میان گزینه‌های موجود، اثربخشی این فناوری به لحاظ علمی و طبق تجربیات جهانی اثبات شده است. به‌رغم این ادعان که هیچ فناوری یا دانشی نمی‌تواند مشکلات پیچیده کمبود آب یا تغییرات آب‌وهوایی را برطرف کند، ایجاد باران مصنوعی به‌منزله راهبرد سازگار با آب‌وهوا در دستور کار بسیاری از کشورهای جهان قرار دارد. کشورهایی مثل آمریکا، استرالیا و روسیه در این زمینه موفقیت‌های فراوانی به‌دست آورده‌اند و توانسته‌اند با پدیده خشک‌سالی مقابله کنند (Kuhl, 2022, p. 1). کشور چین نیز آب‌وهوای خود را برای جلوگیری از بلایای کشاورزی تغییر داده و با اصلاح آب‌وهوا، سال‌هاست که از تولیدهای کشاورزی حمایت کرده است (Guo, 2009, p. 28). همچنین بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که از طریق بارورسازی ابرها، مشکل کم‌آبی حتی در منطقه‌ای کوچک و در بازه زمانی کوتاه حل شده است (امیدوار، ۱۳۸۰، ص ۱۹). براین اساس، بهره‌گیری از فناوری بارورسازی ابرها برای تأمین آب مورد نیاز و جبران آب ازدست‌رفته در وضعیت کنونی، یکی از شیوه‌های علمی و کارآمد، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

## ۲-۲-۷. وجود روش‌های جایگزین

از نظر مخالفان فناوری بارورسازی ابرها، به لحاظ زیان‌های احتمالی و ابهام علمی این فناوری، باید استفاده از آن را محدود به مواردی دانست که نتوان از سایر شیوه‌های طبیعی برای تعدیل آب‌وهوا استفاده کرد؛ بنابراین به‌جای بهره‌گیری از فناوری بارورسازی ابرها باید در حوزه‌های دیگر از جمله آبخیزداری و آبخوان‌داری سرمایه‌گذاری شود که به تقویت پوشش گیاهی و منابع آب زیرزمینی کمک می‌کند (Simms, 2010, p. )

920). با توجه به این نگرش، استفاده از شیوه‌های دیگر همچون سدسازی، آبیگری از مه و شیرین‌سازی آب دریا و انتقال آن به مناطق بحران‌زده راه‌حل بهتری برای حفظ آب و توسعه ذخیره آب مورد نیاز خواهد بود.

نقد و بررسی: در پاسخ به این ایراد باید گفت شیوه‌های دیگر برای استحصال و افزایش آب یا اصولاً ناممکن و غیرعملی است و یا فواید بسیار محدودی دارد و نمی‌تواند در همه موارد جایگزین فناوری باروری مصنوعی ابرها شود. بنابر نظر محققان، بارورسازی ابرها بسیار ارزان‌تر از ساختن سد یا انتقال آب دریا به مناطق بحران‌زده است؛ برای نمونه در ایالات متحده آمریکا، شرکت‌هایی که نیروگاه‌های برق آبی را راه‌اندازی می‌کنند و از روش‌های تغییر آب‌وهوا به‌صورت هوشمندانه بهره می‌برند، به‌صراحت ابراز کرده‌اند که در بین راهکارهای موجود، بارورسازی ابرها مقرون‌به‌صرفه‌ترین راهکار برای افزایش منابع آب به‌شمار می‌آید (Young, 2009, p. 1).

## ۲-۸. ابرزدی و استفاده نظامی از ابرها

یکی دیگر از دلایل مخالفان به‌کارگیری فناوری بارورسازی ابرها آن است که منافع این فناوری ممکن است منحصرراً در اختیار برخی کشورها یا افراد ثروتمند و منفعت‌طلب قرار گیرد. باید برای خطر سوء استفاده‌های احتمالی چاره‌ای اندیشید (Currier, 2017, p. 964). به نظر مخالفان، با استفاده از این فناوری، می‌توان پیش از ورود ابرها به آسمان کشوری دیگر، از آن‌ها بهره‌برداری بارشی کرد تا پیش از ورود به کشور همسایه به ابرهای غیربارشی تبدیل شود. براین اساس، اگر فناوری بارورسازی ابرها گسترش یابد، به‌راحتی برخی کشورها از تکنیک‌های تغییر ویژگی‌های جوی و دستکاری در وضعیت بارش ابرها به‌منزله ابزاری در برابر مخالفان استفاده می‌کنند یا تلاش دیگر کشورها برای بارورکردن ابرها را سبب تغییرات آب‌وهوای داخلی خود اعلام می‌کنند. از این منظر، کشور گرم یا خشکی که با تولید باران مصنوعی موجب ضرر به همسایگان خود می‌شود بی‌شک چیزی را می‌گیرد که متعلق به او نیست (Kuhl, 2022, p. 1).

صاحبان این رأی ادعا می‌کنند که دستکاری در اقلیم و کنترل بارش‌ها امری ناممکن نیست و راهکارهایی برای آن وجود دارد. همان‌گونه که تزریق یدید نقره به ابرها برای بارورکردنشان امکان‌پذیر است، افزودن نوعی دیگر از مواد برای تخلیه و عقیم‌کردن ابرها نیز امکان دارد. در موارد گوناگون، چنین برنامه‌هایی در کشورهای مختلف جهان به وقوع پیوسته است (House et al., 1996, p. 3). در این زمینه، می‌توان به عملیات پاپ آی که وزارت دفاع آمریکا برای به‌راه‌انداختن سیل و طوفان در ویتنام انجام داد و به‌کارگیری طرح‌هایی مشابه در کوبا برای ایجاد خشک‌سالی اشاره کرد. گفتنی است عملیات پاپ آی اولین و بزرگ‌ترین عملیات دخالت انسان در آب‌وهوا برای اهداف نظامی به‌شمار می‌رود. هدف این اقدام، افزایش بارش باران و به‌راه‌انداختن سیل و طوفان در ویتنام و ایجاد اختلال در سیستم حمل‌ونقل دشمن بود. در این فعالیت نظامی، آمریکایی‌ها با بارورسازی ابرها، بارندگی‌ها را در قسمت‌هایی از ویتنام تا ۳۰ درصد افزایش دادند و نیروهای ویتنامی را زمین‌گیر کردند (Committee on Science and Technology, 2010, p. 71). این درحالی است که طبق منشور سازمان ملل متحد و قوانین بین‌المللی، دستکاری در شرایط آب‌وهوایی برای اهداف نظامی ممنوع است، اما برخی کشورهای قدرتمند هنوز هم فکر آن را در سر می‌پروراندند (مهاجری ایروانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۴۷). اگرچه مزایای بالقوه استفاده از آب‌وهوا سلاح یا ابزاری برای دفاع و سوسه‌انگیز به نظر می‌رسند، اما تکنیک‌های تغییر اقلیم این فرصت را برای برخی سوء استفاده‌کنندگان همچون تروریست‌ها نیز فراهم می‌آوردند (Joronen et al., 2011, p. 55). برخی از صاحب‌نظران معتقدند: «استفاده از تکنولوژی‌های جنگ آبی محدود به کشورهای ابرقدرت نمی‌شود و حتی کشور ترکیه که در همسایگی ما قرار دارد نیز از این تکنولوژی‌ها استفاده می‌کند. ترکیه از حدود بیست سال پیش روی پروژه باران‌زایی کار می‌کند. ترکیه توانایی باران‌زایی ابرها را قبل از این‌که به کشور ما برسند به طور کامل تخلیه می‌کند و زمانی که این ابرها به کشور ما می‌رسند، قدرت باران‌زایی آن‌ها کاهش یافته است که در نتیجه آن احتمال بارش نیز کاهش می‌یابد» (آموزگار، ۱۴۰۰، ص ۱).

نقد و بررسی: در مقام نقد این دلیل باید گفت که تکنیک‌های مؤثر و عملی در صدمه‌زدن به دشمن مانند دزدیدن ابرها، ایجاد رویدادهای شدید آب‌وهوایی یا انحراف طوفان‌های شدید و تغییرات رعدوبرق مبنای علمی نداشته و هیچ محقق و صاحب‌نظر هواشناسی چنین مسائلی را

معتبر نمی‌داند. پس طرح فرضیاتی نظیر این که ابرهای بارور شده تهران در کشورهای همسایه باریده‌اند، پایه و اساس علمی ندارند؛ زیرا ابرهای حاضر در هر ناحیه حتی در ساعات و دقایق پیاپی، مشخصات فیزیکی متفاوتی پیدا خواهند کرد. به عبارت دیگر، همان‌گونه که وضعیت جوی و ویژگی‌های مکانی از جایی به جای دیگر متفاوت‌اند، ابرها نیز که تحت تأثیر مستقیم شرایط محلی قرار دارند، از جایی به جای دیگر و از زمانی به زمان دیگر به سرعت تغییر می‌یابند و ماهیت اولیه خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین وقوع بارش در یک مکان، نتیجه فراهم شدن مجموع شرایط جوی مناسب محلی در خود آن منطقه است (مفیدی، ۱۳۸۵، ص ۵۲). با توجه به این توضیح، ادعای تأثیر باروری ابرهای یک کشور در منابع آب کشور همسایه بی‌اساس و فاقد مدرک علمی معتبر است (سامانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۲۰). همچنین نتیجه بررسی‌ها بیانگر آن است که پروژه‌های افزایش بارش در ترکیه هیچ تأثیری در بارش‌های جوی و منابع آب در ایران نداشته است؛ زیرا این تکنیک برای افزایش بارش در زمان و مکان محدود به کار می‌رود و نمی‌تواند بر مناطق گسترده تأثیر گذارد (سامانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۹). افزون‌براین، به صرف چنین پیامدی و چنین سوء استفاده‌ای از این فناوری نمی‌توان اصل بهره‌گیری از این دستاورد را نادرست شمرد. این نوع سوء استفاده‌ها ممکن است در هر نوع تکنیکی رخ دهد. از این رو، لازم است میان نتایج مستقیم و منطقی یک عمل و لوازم ناخواسته، عرضی و جانبی آن فرق گذاشته شود. اگر بخواهیم بر اثر سوء استفاده‌هایی که از یک تکنیک می‌شود آن را محکوم یا ممنوع کنیم، باید بسیاری از فناوری‌های نوین ممنوع شود. سوء استفاده از فناوری باروری ابرها چیزی در حد سوء استفاده از دیگر فناوری‌ها خواهد بود؛ از این رو اگر از یک فناوری سوء استفاده شد، نمی‌توان به نام اصل آن را ممنوع کرد، بلکه باید کوشید تا مانع این سنخ سوء استفاده‌ها شد.

## ۲-۳. نظریه برگزیده

با نگرشی به شریعت اسلامی و قوانین و مقررات ایران مشخص شد دلایل موجه و قانع‌کننده‌ای بر ممنوعیت به کارگیری فناوری بارورسازی ابرها وجود ندارد؛ از این رو می‌توان از منظر فقهی و براساس مبانی حقوقی، استحصال آب با استفاده از تکنیک‌های تغییر ویژگی‌های جوی و دستکاری در وضعیت بارش ابرها را مجاز و مشروع دانست؛ البته باید توجه داشت برای پیشگیری از عوارض و خطرات احتمالی، لزوم توجه عمیق به تبعات و آثار زیست‌محیطی این فناوری و تدوین محدودیت‌ها و ضوابط مورد نیاز ضروری است. با این نگرش، این فناوری باید به نحوی اعمال شود که منافعی برای جامعه داشته و از همه نوع آلودگی‌های زیست‌محیطی مبری باشد. بارورسازی ابرها باید براساس چارچوب‌های سیاستی تنظیم شود؛ مثلاً باید مقرراتی درباره زمان مناسب برای انجام بارورسازی ابرها و همچنین محدودیت‌هایی برای مکان انجام بارورسازی تنظیم شود. این محدودیت‌ها به منظور اطمینان از مفیدبودن بارورسازی ابرها و پیشگیری از وقوع سیل است.

## نتیجه‌گیری

از پژوهش حاضر نتایج ذیل حاصل شده است:

۱. پیامدهای ناخواسته بارورسازی ابرها مانند تغییر در بارندگی یا دیگر تأثیرات زیست‌محیطی به وضوح مشخص نشده است، اما نمی‌توان آن‌ها را نیز رد کرد.
۲. افزایش بارش از طریق بارورسازی ابر باید محتاطانه - به منزله معیار کاهش خشک‌سالی - در نظر گرفته شود. اگر قرار باشد این فناوری به دفعات استفاده شود، سیاست‌مداران و رهبران دولت باید قوانینی را برای استفاده از آن وضع کنند.
۳. فواید این فناوری بر زیان‌های احتمالی آن غلبه دارد؛ مشروط بر این که متخصصان این امر متعهد شوند مراقب خطاهای احتمالی باشند.
۴. باید میان نتایج مستقیم و منطقی یک عمل و لوازم ناخواسته با نتایج غیرمستقیم آن تفاوت گذاشته شود؛ از این رو به جای ممنوعیت فناوری باروری ابرها باید کوشید تا از طریق قانون‌گذاری و دیگر سازوکار بازدارنده، مانع سوء استفاده‌های احتمالی شد.

۵. نمی‌توان با هر تکنیکی که اندکی مخاطرات محیطی دارد مبارزه کرد و آن را ممنوع شمرد. این حکم کلی، که هر تکنیکی را به صرف داشتن اندکی خطر تحریم کنیم با مبانی دینی ناسازگار است؛ بنابراین باید بکوشیم این معایب و زیان‌ها را از بین ببریم، نه آن‌که به‌کارگیری فتاوری را ممنوع کنیم.

## منابع

### قرآن کریم.

امیدوار، کمال (۱۳۸۳). اقلیم‌شناسی بارش در منطقه کرمان جهت انتخاب جایگاه باروری ابرها، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۶ (۱)، ۱۵-۳۰.  
امیدوار، کمال (۱۳۸۰). تحلیل سینوپتیکی سیستم‌های باران‌زا و امکان افزایش بارش آن‌ها به‌وسیله باروری ابرها در منطقه کرمان. پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۰ (۰)، ۱۹-۳۲.

آموزگار، سیدفرید (۱۴۰۰). «واقعیت استفاده از سلاح هارپ علیه کشورهایمانند ایران چیست؟». خبرگزاری تسنیم. ۱۴۰۰/۰۸/۲۱.  
جوادی آملی، عبدالله (۱۳۸۶). اسلام و محیط زیست. تنظیم و تحقیق عباس رحیمیان. قم: مرکز نشر اسراء.  
جهانشیر، آرزو (۱۴۰۰). واکاوی تشدید الکترومغناطیسی وردسپهر در افزایش باران‌زایی. فیزیک زمین و فضا، ۴۷ (۳)، ۵۷۹-۵۹۳.  
حرعاملی، محمدبن حسن (بی‌تا). وسائل الشیعه الی تحصیل مسائل الشریعه. قم: مؤسسه آل‌البیت.  
خوبی، سیدابوالقاسم (۱۴۱۷ق). مصباح الاصول. قم: مکتبه‌الداوری.  
رشاد، علی‌اکبر (۱۳۹۹). درس خارج فقه: مهندسی ژنتیک و جنگ بیولوژیک. جلسه هفتم. ۱۳۹۹/۰۲/۰۶.  
زهرایی، بنفشه، پوسپاهی سامیان، حامد، ناصری، محسن و طاهری، سیدمحمود (۱۴۰۰). ارزیابی آماری عملیات بارورسازی ابرهای فلات مرکزی ایران در سال آبی ۹۳-۹۴. فیزیک زمین و فضا، ۱۷ (۱)، ۱۸۷-۲۰۳.  
سامانی، جمال محمدولی، مظاهری، مهدی، عبدالمنافی، نرجس السادات و خسروی، خسرو (۱۳۹۴). گزارش بررسی کارشناسی دو شبهه در مورد بحران آب: الف) تأثیر باروری ابرها در کشورهای همسایه بر میزان بارش ایران؛ ب) نقش آب‌های ژرف در تأمین آب کشور. تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

سلیمان‌پور، محمدجواد (۱۳۸۴). آموزه‌های اسلام در جهت توسعه اقتصادی. رواق اندیشه، ۴۵، ۵۸-۷۴.  
سیدحسینی، منصوره (۱۳۹۱). باروری ابرها: از باور تا واقعیت. تهران: انتشارات وزارت نیرو.  
طلعات، زهرا (۱۳۸۹). اثرات زیست محیطی باروری ابرها. تهران: مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها.  
طباطبایی حکیم، سیدمحمدتقی (بی‌تا). الاصول العامه للفقهاء المقارن. قم: مؤسسه آل‌البیت.  
عباسیان شیرازی، فروغ و ظریفکار فرد، محسن (۱۳۹۷). بارورکردن ابرها از منظر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست. مطالعات علوم سیاسی، حقوق و فقه، ۴ (۱)، ۱۲۳-۱۲۹.

قبادیان، عطاء‌الله (۱۳۶۴). فلات مرکز ایران: سیمای طبیعی استان کرمان در ارتباط با مسائل کویری. اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز.  
قرائتی، محسن (۱۳۸۶). تفسیر نور. تهران: مرکز فرهنگی درس‌هایی از قرآن.  
مفیدی، عباس (۱۳۸۵). تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها «مفاهیم، روش‌شناسی و چالش‌ها». رشد آموزش جغرافیا، ۷۶، ۴۰-۵۳.  
مکارم شیرازی، ناصر (۱۳۵۳). تفسیر نمونه. تهران: دارالکتب الاسلامیه.  
مهاجری ایروانی، مژگان، نقیبی، فاطمه و مطهری‌نیا، مرتضی (۱۳۹۴). سلاخی به نام هارپ، یک مطالعه مروری کلاسیک. پرستار و پرزنتک در رزم، ۹ (۳)، ۴۱-۵۰.

- نائینی، محمدحسین (۱۴۰۹ق). *فوائد الاصول*. قم: مؤسسه نشر اسلامی.
- هنکرتز، ژان ماری، دوسوالدبک، لوئیس، آلورمن، کارولین، رول، باتیست و دورمن، کنوت (۱۳۹۱). *حقوق بین‌المللی بشردوستانه عرفی*. ترجمه دفتر امور بین‌الملل قوه قضائیه و کمیته صلیب سرخ. تهران: انتشارات مجد.
- American Meteorological Society. (2010). *Planned Weather Modification Through Cloud Seeding. An Information Statement of the American Meteorological Society (Adopted by the AMS Council)*.
- Biswanath, D. (2020). Rain Enhancement Technology: Making Sense of the “Cloud Seeding” Program in India, *Bulletin of Science, Technology & Society*, 39(3-4), 33-42.
- Keyes Jr., C. G., Bomar, G. W., DeFelice, T. P., Griffith, D. A. & Langerud, D. W. (2016). *Guidelines for Cloud Seeding to Augment Precipitation, Third Edition*, Published by the American Society of Civil Engineers, New York.
- Cooper, C. F., & Jolly, W. C. (1970). Ecological effects of silver iodide and other weather modification agents: a review. *Water Resources Research*, 6(1), 88-98. Dennis. A.S. (1980). *Weather Modification by Cloud seeding, Internation Geophysics Series*, London: Academic Press.
- Fajardo, C., Costa, G., Ortiz, L. T., Nande, M., Rodríguez-Membibre, M. L., Martín, M., & Sánchez-Fortún, S. (2016). Potential risk of acute toxicity induced by AgI cloud seeding on soil and freshwater biota. *Ecotoxicology and environmental safety*, 133, 433-441.
- Farahat, A., & Abuelgasim, A. (2021). Effect of cloud seeding on aerosol properties and particulate matter variability in the United Arab Emirates. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(2), 1-18.
- Guo, X., & Zheng, G. (2009). Advances in weather modification from 1997 to 2007 in China. *Advances in Atmospheric Sciences*, 26(2), 240-252.
- House, Col T., Near, J. Lt Col B., Shields, W. LTC B., Celentano, Maj R., Husband, Maj D.M., Mercer, Maj A. E., & Pugh, Maj J. E. (1996). *Weather as a Force Multiplier: Owning the Weather in 2025*, United States Air Force .
- Jamieson, D. (1996). Ethics and intentional climate change. *Climatic change*, 33(3), 323-336.
- Joronen, S., Oksanen, M., & Vuorisalo, T. (2011). Towards weather ethics: from chance to choice with weather modification. *Ethics, Policy and Environment*, 14(1), 55-67.
- Korneev, V. P., Potapov, E. I., & Shchukin, G. G. (2017). Environmental aspects of cloud seeding. *Russian Meteorology and Hydrology*, 42(7), 477-483.
- Kuhl, L. (2022). Dodging silver bullets: how cloud seeding could go wrong, *Bulletin of the Atomic Scientists*. <https://thebulletin.org>.

- Neiburger, M. (1969). Artificial Modification of Cloud and Precipitation, World Meteorological Organization (WMO), 249. <https://library.wmo.int>.
- Standler, R.B., & Vonnegut, B. (1972). Estimated Possible Effects of AgI Cloud Seeding on Human Health, *Journal of Applied Meteorology*, 11(8), 1388-1391.
- Xiaofeng, L., Yu, F., & Zhengjun, S. (2021). Advances of silver iodide seeding agents for weather modification, *Journal of Applied Meteorological Science*, 32(2), 146-159 .
- Liu, Z., & Chen, Y. (2015). Impacts, risks, and governance of climate engineering. *Advances in Climate Change Research*, 6(3-4), 197-201.
- Young, S. (2009). Governments Turn to Cloud Seeding to Fight Drought, U.S. NEWS, Dec. 11, 2009, <https://phys.org/news/2009-12-cloud-seeding-drought.html>.
- Simms, V. (2010). Making the Rain: Cloud Seeding, the Imminent Freshwater Crisis, and International Law, *Journal of International Lawyer*, 44 (2), 915.
- Currier, M. (2016). Rain, Rain, Don't Go Away: Cloud Seeding Governance in the United States and a Proposal for Federal Regulation. *U. Pac. L. Rev.*, 48(4), 949.
- Committee on Science and Technology. (2010). Hearing Before The Committee On Science And Technology, House Of Representatives, Geoengineering: parts I, II, and III, U.S. Government Printing Office Washington. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-111hhr53007/pdf/CHRG-111hhr53007.pdf>.