

مقایسه روش‌های بارورسازی ابرها در ایران به کمک تصمیم‌گیری چند معیاره

محمد جواد عنبری^۱، رضا چراغی^۲ و مهدی ضرغامی^۳

دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

mj.anbari@yahoo.com

خلاصه

با توجه به تقسیم‌بندی اقلیمی ایران به خشک و نیمه‌خشک و رخداد خشکسالی‌های متعدد در سالیان اخیر، لزوم استفاده از راهکارهایی جهت مقابله با کم‌آبی، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. از جمله مهم‌ترین این راهکارها، استفاده از فناوری بارورسازی ابرها می‌باشد که نسبت به روش‌های دیگر استحصال آب شیرین، می‌تواند آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر باشد. اما در این بین، نکته‌ی حائز اهمیت، انتخاب روش بهینه جهت انجام این مهم می‌باشد. امروزه روش‌های زیادی جهت بارور نمودن ابرها در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد که به عنوان نمونه می‌توان به بارورسازی با بهره‌گیری از یدید نقره، یخ خشک، پروپان مایع، نیتروژن مایع و ... اشاره نمود. در این مقاله، با بررسی دقیق این روش‌ها و استفاده از شیوه‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) روش بهینه‌ی بارورسازی ابرها با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده، مشخص می‌گردد. معیارهای در نظر گرفته شده با توجه به مطالعه‌ی سایر تحقیقات در این زمینه عبارتند از: میزان هزینه‌ی بارورسازی، درصد بارورسازی، فاصله‌ی زمانی بارورسازی تا بارش، خطرات زیست محیطی، پیچیدگی کار و محدودیت‌های تزریق در ابر. در این مطالعه با به کارگیری چهار روش مهم (جمع وزنی ساده، برنامه‌ریزی سازه‌ای، تاپسیس و عملگر میانگین وزنی مرتب) و به کمک نظرات دانشمندان بین المللی گزینه‌های مختلف بارورسازی ابرها در ایران اولویت‌بندی و در نهایت، گزینه‌ی مناسب توصیه می‌شود که با محاسبات انجام گرفته استفاده از یخ خشک در اولویت کار قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: بارورسازی ابرها، تصمیم‌گیری چند معیاره، ایران.

۱. مقدمه

مسئله‌ی کم‌آبی، رشد فزاینده‌ی مصرف و لزوم یافتن راه‌های جدید استحصال آب، اهمیت استفاده از فناوری بارورسازی ابرها را بیش از پیش می‌نماید. بارورسازی ابرها نوعی رفتار هوشمندانه با ابرها و سامانه‌های ابری در جهت افزایش بارش در ابرهایی است که فرآیندهای بارش در داخل آن‌ها در حال شکل‌گیری و اجرا است. به عبارت دیگر، تولید باران با استفاده از هر عمل مصنوعی که با تحریک و تغییر در فرآیندهای درونی ابر همراه است، باروری ابر نامیده می‌شود. معمولاً باروری ابرها با اضافه کردن موادی خاص به نام عامل‌های باروری انجام می‌شود [۱].

یکی از مسائل مطرح در این زمینه، یافتن عامل بهینه‌ی بارورسازی ابرها با توجه به خصوصیات اقلیمی و به خصوص، ویژگی‌های ابرهای منطقه‌ی مورد نظر می‌باشد. از میان روش‌های مختلف چهار عامل بارورسازی ابر با استفاده از یدید نقره، یخ خشک، نیتروژن مایع و پروپان مایع به دلیل کاربرد و اهمیت بیش‌تر جهت ارزیابی انتخاب شدند. مشکلی محققان در این زمینه، نبود آزمایشگاه فیزیک ابر در کشور و ویژگی‌های مورد نظر بارورسازی در ابرهای منطقه بود. به همین دلیل، این تحقیق جهت به دست آوردن داده‌های ورودی ماتریس تصمیم‌گیری با محدودیت مواجه گردید. (در آینده‌ی نه چندان دور با ایجاد آزمایشگاه‌های فیزیک ابر در کشور، می‌توان به صورت دقیق‌تری این تحقیق را تکرار نمود). در نتیجه بررسی برای یک حالت میانگین ابرها انجام و نتایج در حالت عمومی مورد تحلیل قرار گرفت. هدف این مقاله، استفاده از تحلیل چند معیاره به عنوان ابزاری مناسب، جهت یافتن ماده‌ی بهینه در بارورسازی ابرها می‌باشد. در این نوع تحلیل، گزینه‌های موجود بر حسب معیارهای مطرح در قالب یک ماتریس ارزیابی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. هر یک از گزینه‌ها از نظر معیارهای در نظر گرفته شده آثار متفاوتی دارند که در یک ارزیابی جامع باید لحاظ شوند.

۱ و ۲. فارغ التحصیل کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه تبریز.

۳. استادیار دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه تبریز.