

## سخن نخست

### هوا، اقلیم و آب، میراث نسل‌های آینده

#### چکیده

شعار روز جهانی هواشناسی سال ۲۰۲۳ «آینده وضع هوا، اقلیم و آب در گذر نسل‌ها» انتخاب شده و ناظر بر وضعیتی است که آیندگان با آن روبرو خواهند بود. یادداشت حاضر بیان می‌کند که گرچه تغییرات کمی و کیفی نامطلوب این سه مؤلفه که به انضمام مؤلفه خاک پایه‌های اصلی امنیت غذایی را تشکیل می‌دهند ابعاد جهانی داشته و بسیاری از مناطق را در بر گرفته است ولی آنچه درجه آسیب کشورها را در مقابل این تغییرات از یکدیگر متمایز می‌سازد نحوه مدیریت و تعادل بخشی بین منابع و مصارف آب و همچنین شیوه اجرای برنامه‌های تقابل، تاب‌آوری و سازگاری در مقابل بحران‌هاست. بررسی حاضر در سه محور یاد شده، به آسیب‌های وارده بر وضع هوا، آب و اقلیم در ایران پرداخته و تأکید می‌نماید که تغییر اقلیم و خشکسالی به تنهایی مسبب بحران‌های زیست محیطی نیستند و به خصوص نقش خشکسالی و تغییر اقلیم در بروز بحران آب در مقایسه با نقش مدیریت منابع و مصارف آب، بسیار کم‌تر ارزیابی می‌شود و نتیجه‌گیری شده است که خشکسالی همانند ترسالی یک پدیده اقلیمی طبیعی، قابل انتظار و تکرار شدنی است. از تحلیل داده‌های ۱۲۰ ساله بارندگی چهار ایستگاه قدیمی ایران (اصفهان، بوشهر، تهران و مشهد) چنین نتیجه شده است که در ایران خشکسالی‌ها با دوام حداقل یک، دو، سه، چهار و پنج سال متوالی، صرف‌نظر از شدت آن‌ها، به طور میانگین هر چهار، هشت، ۱۷، ۳۳ و ۴۰ سال یکبار رخ می‌دهند. حقیقت این است که ثروت آبی کشور همین بارشی است که میانگین مکانی آن در گستره کشور بین ۱۴۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال‌های مختلف نوسان دارد و لازم است این محدودیت به عنوان پیش‌فرض اصلی چالش‌های هوا، اقلیم، آب و خاک نسل حاضر و آینده در مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: روز جهانی هواشناسی، چالش آب، چالش هوا، چالش اقلیم، آینده محیط زیست

#### ورود به سخن

سازمان هواشناسی جهانی همه ساله بیست و سوم ماه مارس (سوم فروردین) را به مناسبت اجرایی شدن کنوانسیون تأسیس خود گرامی می‌دارد. شعار روز جهانی هواشناسی سال ۲۰۲۳ «آینده وضع هوا، اقلیم و آب در گذر نسل‌ها»<sup>۱</sup> انتخاب شده و ناظر بر وضعیتی است که آیندگان با آن روبرو خواهند بود. شعاری که در بطن خود ارتباط بین پوسته زمین و انسان را یادآور می‌شود و توجه کشورهای عضو را به شرایط شکننده این ارتباط و مسئولیتی که نسل حاضر برای محافظت از هوا و آب و اقلیم در قبال آیندگان دارد جلب می‌نماید. سه مؤلفه مرتبطی که در این شعار آورده شده به انضمام مؤلفه خاک پایه‌های اصلی امنیت غذایی را تشکیل می‌دهند و متأسفانه شیب تند تغییرات کمی و کیفی منفی آن‌ها دغدغه مردم، مدیران جامعه، دانشمندان و برنامه‌ریزان آینده‌نگر را تشکیل می‌دهد. واقعیت این است که حیطه اثر این مؤلفه‌ها که مستقل از یکدیگر نیز نیستند محدود به سرزمین خاصی نیست و ابعاد جهانی دارد و به عبارت دیگر این شکنندگی پدیده‌ای زمینی است نه سرزمینی ولی آنچه درجه آسیب کشورها را در مقابل این تغییرات از یکدیگر متمایز می‌سازد نقش مدیریت منابع آب و کارایی برنامه‌های تقابل، تاب‌آوری و سازگاری در مقابله با بحران‌هاست.

نگاهی گذرا به موارد بیان شده در شعار سازمان هواشناسی جهانی اهمیت هشدارهای مکنون در آن را آشکار می‌سازد.

**یکم، درباره هوا:** بررسی‌های روندیابی آماری و دینامیکی وضع هوا، نشان می‌دهند که فراوانی انحراف زمانی و مکانی پدیده‌های هواشناسی از سیر طبیعی و نرمال وقوع آن‌ها افزایش یافته است. این انحراف در تاریخ و شدت وقوع پدیده‌های حدی همچون امواج گرمایی یا سرمایای شدید، تغییر تاریخ وقوع سرماهای زیان‌بخش فصلی، افزایش فراوانی تعداد رگبارهای سیل‌آسا، خاکبادهای و ریزگردها، کاهش روزهای هوای پاک و نظایر آن در مطالعات متعدد تأیید شده و ردگیری روند آن‌ها در ایران با همین آمار شصت ساله هواشناسی موجود امکان‌پذیر است و بعضاً در قالب رساله‌ها و پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاهی

<sup>1</sup> The future of weather, climate and water across generations

ایران با محوریت موضوعی «آشکارسازی تغییرات پارامترهای اقلیمی در ایران» درباره بسیاری از عوامل هواشناسی انجام شده است.

**دوم، اقلیم آینده:** تصویر اقلیم جهان در صورت ادامه روند کنونی نحوه تعامل انسان با محیط، بسیار شفاف‌تر و پیامدهای آن در گذر زمان مستندتر است. اثرات تخریبی تغییر اقلیم که عمدتاً ناشی از افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و پس از آن مربوط به کاهش پوشش‌های سبز کره زمین است در مقیاس ملی و جهانی بر همگان آشکار و بسیار به آن پرداخته شده است. همه کوشش‌ها در جهت این است که افزایش دمای اتمسفر زمین مهار شود و برای این منظور، انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یابد و دست‌درازی به زمین‌های سبز محدود گردد. ولی عملاً نتایج تفاهم‌های بین‌المللی و آنچه در کاپ ۲۲ گذشت در حد «بهتر از هیچ» بود. متأسفانه در پژوهش‌های انجام شده نشانه‌ای از بهبود اقلیم و یا توقف تخریب اقلیمی چه در مقیاس جهانی و چه در مقیاس ملی دیده نمی‌شود. به عنوان مثال میانگین ضریب خشکی سال به سال دمارتن برای گستره ایران که در طول دوره اقلیمی (۲۰۱۰-۱۹۶۰) نوسانات نامنظمی بین ۴/۹ (اقلیم فراخشک) تا ۱۳/۳ (نیمه خشک) داشته است بطور متوسط با شیب سه صدم میلیمتر بر درجه در سال روند کاهشی را نشان می‌دهد<sup>۱</sup> که نمایانگر رو به خشکی رفتن آب و هوای ایران در این دوره است. گفتنی است که این کاهش بیشتر ناشی از روند گرم شدن معنی‌دار اتمسفر زمین است نه تغییرات بدون روند بارندگی. به عنوان شاهدهی دیگر در مطالعات آینده‌نگری تغییر پهنه‌های اقلیمی ایران در طی قرن حاضر، افزایش اقلیم‌های فراخشک ایران زیر سناریوهای A1B و A2 تا سال ۲۰۵۰ به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۰/۲ درصد سطح فعلی آن‌ها برآورد شده است.<sup>۲</sup>

**سوم، درباره آب:** سازمان هواشناسی جهانی هشدار داده است که تقریباً نیمی از جمعیت جهان در حال حاضر حداقل برای بخشی از سال با کمبود شدید آب مواجه هستند و انتظار می‌رود که این وضعیت بدتر شود. این هشدار از آن رو شایسته توجه است که سرمنشأ همه آب‌ها بارندگی است و این که آب اساسی‌ترین و در عین حال محدودترین ثروت هر سرزمین به حساب می‌آید. ثروتی که چه کم و چه زیاد چنانچه در هزینه کردن آن رعایت اعتدال نشود زیان‌های چند بعدی آن قابل جبران نخواهد بود. سیمای اقلیمی بارندگی در ایران در سال‌های گذشته توسط کارشناسان حوزه آب تقریباً بطور واضح ترسیم شده است. میانگین پنجاه ساله بارش سالانه‌ی سطح کشور بر اساس برآورد دفتر مطالعات پایه منابع آب ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر گزارش شده که بین ۱۴۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال‌های مختلف نوسان داشته است. تصویر تقریبی‌ای از وضعیت بارش در طی دوره درازمدت (۲۰۱۴-۱۸۹۴) نیز بر اساس آمار چهار ایستگاه قدیمی بوشهر، اصفهان، تهران و مشهد که معرف اقلیم‌های خشک و یا نیمه خشک ایران می‌باشند نیز در دسترس است و به کمک روابط همبستگی گسترش سری بارش‌های ۵۰-۶۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک فعلی به ۱۲۱ ساله قابل تعمیم و برآورد است. تحلیل این داده‌ها نشان می‌دهد که بطور میانگین در ۲۳٪ سال‌ها (تقریباً هر چهار سال یکبار) نوعی از خشکسالی‌ها با شدت  $(SIAP \leq -0.5)$ <sup>۳</sup> و در همین حدود ترسالی (اعم از نسبتاً مرطوب تا خیلی مرطوب با شدت  $(SIAP \geq +0.5)$ ) را تجربه کرده‌ایم. همچنین به طور میانگین خشکسالی‌های متوالی دوساله یا بیشتر ایران در هر ۱۰۰ سال ۱۳ بار، سه ساله یا بیشتر ۶ بار و ۴ ساله یا بیشتر ۳ بار رخ می‌دهند و تنها یک مورد یک خشکسالی که ده سال متوالی ادامه داشته در اواسط قرن بیستم به وقوع پیوسته است. البته به علت گستردگی جغرافیایی و تنوع اقلیمی کشور وسعت و شدت پهنه‌های تحت تاثیر خشکسالی‌ها و ترسالی‌های متفاوت‌اند.<sup>۴</sup> پیگیری انتزاعی آماری تغییرات بارش سالانه در شبکه جامع ایستگاه‌های هواشناسی ایران، فرض تصادفی بودن پدیده ترسال یا خشکسالی بودن یک سال معین در سری‌های زمانی مربوط، چه در شرایط تغییر اقلیم و چه در شرایط پیشین را مردود نمی‌شمارد. فرضی که از نظر تاریخی در نیایش کورش و ترانه‌های باران‌خواهی ملل و ادعیه ادیان مختلف در طی اعصار نیز منعکس است و بنابراین

<sup>1</sup> Climate change impacts in Iran: Assessing our current knowledge; Theoretical and applied climatology, 2019, 135, 545-564

<sup>2</sup> Climate of Iran; Chapter3 in The Soils of Iran.; Springer Nature, 2018, 25 pages.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-69048-3\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-69048-3_3)

<sup>3</sup> SIAP: Standard index of annual precipitation:  $(P_{\text{year}} - P_{\text{mean}}) / SD_p$  with P=Annual precipitation.

<sup>4</sup> Spatial analysis of meteorological drought in Iran from 1965 to 2003. Desert:2013 18: 63-71.

خشکسالی یک حادثه اقلیمی معمولی است و بر این اساس ساده‌انگاری است که همه یا حتی بخش مهمی از مسایل بحران آب را به گردن خشکسالی‌ها یا تغییر اقلیم بیندازیم و قویاً چنین به نظر می‌رسد که نقش تغییر اقلیم یا خشکسالی در بحران آب بسیار کم‌رنگ‌تر از نقش مدیریت در تعادل بخشی بین منابع و مصارف آب است.

حقیقت این است که موجودی اقلیمی آب کشور در گذر زمان همواره در همین حدود که هست، بوده است و در طول اعصار همین مقدار آب، برکه‌ها و تالاب‌های ما را پرآب، رودخانه‌هایمان را جاری و آبخوان‌هایمان را پررمق و اکوسیستم‌های ما را تا همین چند دهه پیش سر پا و سرفراز نگه داشته بود. اینک چرا چنین در تنگنای معیشت آبی قرار گرفته‌ایم؟ پاسخ این است که دانسته و ندانسته در بهره‌گیری و حفاظت از سرمایه‌های خدادادی زیست‌بوم‌مان هم برای خود و هم برای آیندگان مراقبت و امانت‌داری لازم و مدیریت کارساز نداشته‌ایم. نظم طبیعی توزیع آب‌های سطحی را به هم زده‌ایم و فشاری فراتر از تاب‌آوری آبخوان‌ها بر آب‌های زیرزمینی وارد کرده‌ایم. مسلم است که ادامه روش کنونی در بهره‌گیری از منابع آب، به خصوص منابع لاغر آب زیرزمینی و تخصیص نامتوازن مصرف آن در بخش‌های مختلف کشاورزی، محیط زیست، صنعت، و شرب و شهری و نیازهای وابسته به جمعیت رو به رشد و بسیاری دیگر، صدماتی به کشور وارد خواهد ساخت که جبران آن زمان‌بر، پرهزینه، دیربازده و گاه غیرممکن خواهد بود. بی‌انصافی نیست که بگوییم «بحران آب قهر طبیعت نیست، جهالت انسان است».

**چهارم، راه دشوار برون‌رفت:** به نظر می‌رسد که گام اصلی برای فایق آمدن بر دشواری‌های موجود آسیب‌شناسی اقدامات انجام شده و پذیرش نگاه‌های انتقادی به روش‌ها، قوانین و عملکردهایی است که مستقیم یا غیرمستقیم در ایجاد این شرایط اثرگذار بوده‌اند. این نگرش به تکرار در نوشته‌های کارشناسان مستقل و دانشگاهی و در محصولات اتاق‌های فکر و در گروه‌های فنی فضای مجازی به طور انتزاعی منعکس شده ولی جمع‌بندی، قانون‌مند و گاه شنیده نشده‌اند. از جمله در رهنمودهایی که تاکنون در مورد آب کشاورزی و اقلیم دیده شده موضوعاتی محوری همچون مدیریت تلفیقی جریان‌های زیست محیطی و کشاورزی آب، اصلاح قانون آب، کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی، برنامه‌ریزی قانونمند برای سازگاری با کم‌آبی، مشارکت دادن کاربران در برنامه‌ریزی مدیریت آب، توسعه فناوری‌های جدید بوم‌سازگار، فرهنگ‌سازی استفاده صحیح از آب، ارزیابی اقتصادی زیست محیطی تکنیک‌های شیرین کردن آب دریاها، آزاد و پیشنهادهای سازنده دیگر مطرح شده است که امید است خواننده شود و با استفاده از تجربیات بدنه کارشناسی قوی و مستقل کشور و تجربه‌های جهانی مورد استفاده مدیران و تصمیم‌سازان قرار گیرد.

سردبیر: علی خلیلی

استاد دانشگاه تهران

[akhalili@ut.ac.ir](mailto:akhalili@ut.ac.ir)



## Editorial Topic

### Weather, Climate, and water; the heritage of future generations

#### Abstract

The World Meteorological Day 2023's theme is “The Future of Weather, Climate and Water across Generations” and it refers to the situation that the future will face. These three components together with the soil element form the main fundamentals of food security. The current note states that although the quantitative and qualitative unfavorable variations of these three components have global dimensions and covers many regions of the world , but what differentiates countries from each other in terms of the degree of damages due to these changes is the ways of managing and balancing water resources and water consumptions, as well as the implementation of resistance, resilience and adaptation programs in the face of crises. This study deals with the damages caused to the weather, water and climate in Iran and emphasizes that climate change and drought alone are not the cause of environmental crises. Especially, the effects of drought and climate change in the occurrence of water crisis are much less compared to the effect of water resources management. It has been concluded that drought like wet year is a natural, expectable and repeatable climatic phenomenon. Based on the 120 years rainfall data analysis of four old stations in Iran (Isfahan, Bushehr, Tehran and Mashhad) it has been concluded that the one, two, three, four and five consecutive years lasting droughts in Iran, regardless of their severity, occur once every four, eight, 17, 33 and 40 years in average. In fact, the water wealth of the country is the rainfall that the spatial average of which fluctuates between 140 and 350 millimeters in different years and it is necessary to consider this limitation as fundamental assumption in weather climate, water and soil challenges of the present and future generations.

**Keywords:** World Meteorological Day, water challenge, climate challenge, weather challenge, future of the environment

Ali Khalili  
Chief Editor  
Prof. Emeritus; Univ. of Tehran  
akhalili@ut.ac.ir