

مرکز ملی آب، کلید پایش، پیش‌بینی و توسعه پایدار منابع آب ایران

کامران امامی، مدیر عامل، مهندسان مشاور کُریت کارآ
*پست الکترونیکی: kkemami@gmail.com

چکیده

با توجه به چالش‌های بزرگ آب در جهان و در کشور، روش‌های غیرسازه‌ای از اهمیت روزافزونی در حل معضلات آب و افزایش بهره‌وری برخوردار بوده و خواهد بود. در این راستا تاسیس و راه‌اندازی مرکز اطلاعات ملی آب که وظیفه پایش، یکپارچه کردن اطلاعات و آمار، پیش‌بینی‌های کوتاه مدت و دراز مدت و ارائه سریع آن به همه کاربران با یک فرمت را فراهم کند. منافع مرکز ملی آب عبارتند از:

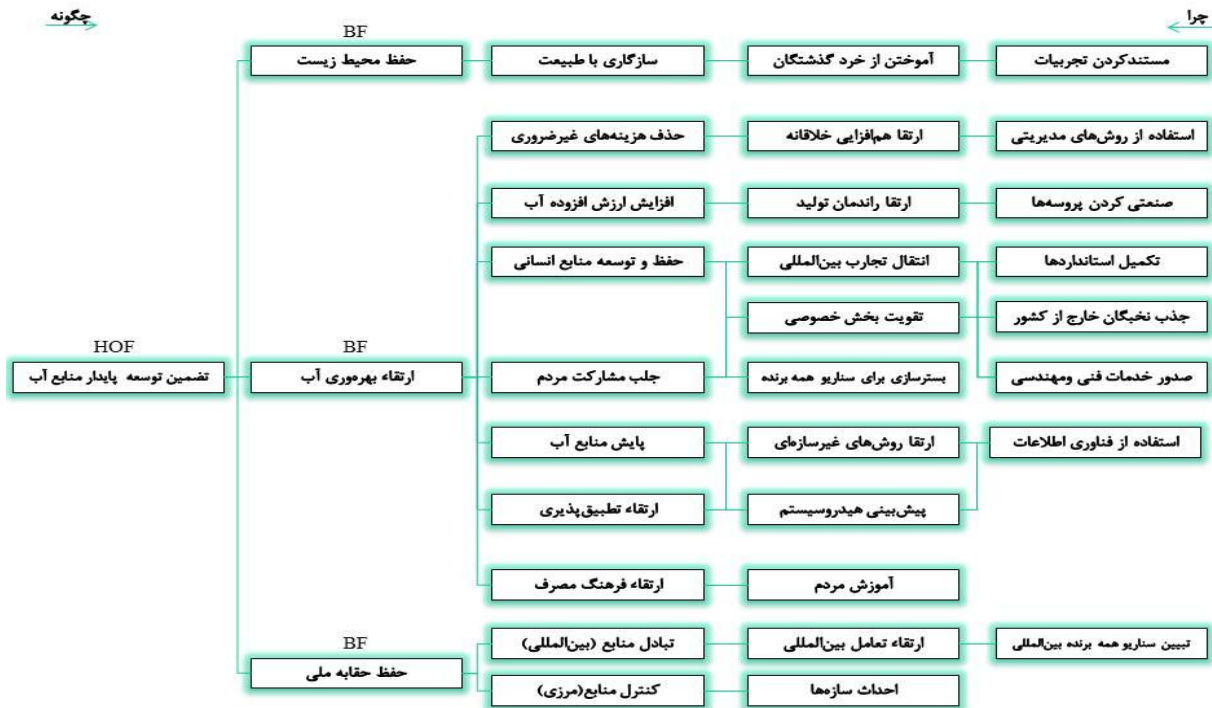
- بهره‌وری بیشتر در مصرف آب
- جلب مشارکت مردم
- قیمت‌گذاری عادلانه و تسهیم مناسب منابع محدود آب
- عملکرد مناسب بازارهای آب
- ارتقاء حکمرانی آب
- شناخت بهتر هیدروسیستم‌های برای مدیریت تطبیقی منابع آب
- مدیریت بهتر منابع آب سطحی و زیرزمینی، سدها، شبکه‌های توزیع و
- مدیریت کارآتر سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها
- تخصیص محتاطانه حق‌آبه‌ها محیط‌زیستی
- در این مقاله‌ی نتایجی مطالعه‌ای که برای تهیه نقشه راه مرکز پیش‌بینی‌ها وزارت نیرو انجام گرفته ارائه می‌گردد.

مرکز ملی - اطلاعات آب - پایش - پیش‌بینی - بهره‌وری - مدیریت دانایی محور

1- مقدمه

ایران با چالش‌های بزرگی در زمینه منابع آب مواجه است که برای توسعه پایدار، مدیریت دانایی محور نقش محوری و کلیدی دارد. با استفاده از تکنیک نمودار تحلیل کارکرد سیستم (FAST¹) که ارتباط منطقی میان کارکرد سطح بالا (چشم‌انداز) و کارکردهای اصلی و ثانویه برقرار می‌کند راهبردهای کلیدی برای توسعه پایدار و دانایی محور منابع آب ایران ارائه شده است (شکل (1)):

¹ Function Analysis System Technique



شکل (1) نمودار تحلیل کارکرد سیستمی (FAST) مدیریت منابع آب ایران

بر اساس تجارب جهانی پیش‌بینی‌های کوتاه مدت و درازمدت از کارآترین ابرازهای برای مدیریت منابع آب کشور هستند. در این راستا مطالعه تدوین نقشه‌ی راه مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو تعریف گردید و در حال انجام است. [1]

2- اهمیت پیش‌بینی‌های منابع آب و سیلاب

متأسفانه تاکنون در زمینه‌ی پیش‌بینی و هشدار پدیده‌هایی هم‌چون سیل موفقیت‌چندانی در کشور کسب نشده است. بنابراین بازنگری و بهبود راهبردهای مواجهه با پدیده‌های طبیعی مرتبط با منابع آب از جمله سیل و خشکسالی، ضروری به‌نظر می‌رسد. پیش‌بینی به‌هنگام و دقیق، در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بسیار موثر خواهد بود.

از جمله چالش‌هایی که منجر به افزایش اهمیت چگونگی مواجهه با مخاطرات هواشناسی و هیدرولوژیکی در چارچوب مدیریت یکپارچه منابع و مصارف آب شده عبارتند از؛

- رشد جمعیت و رشد اقتصادی، افزایش فشار به منابع آب را در پی داشته است.

- افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های اقتصادی در عرصه‌های سیل خیز، افزایش ریسک سیل را به دنبال داشته و افزایش ارزش اقتصادی-اجتماعی مناطق، باعث افزایش خسارت خشکسالی شده است.
- کمبود داده‌ها از نظر زمانی و مکانی، همواره چالشی پیش‌روی مدل‌سازی دقیق و یافتن الگوی حقیقی تغییرات یا نوسانات متغیرها به‌شمار می‌رود.
- شدت و مدت وقایع بارش، احتمالاً با پدیده تغییر اقلیم افزایش می‌یابد و به‌صورت افزایش فرکانس سیل‌های بزرگ در بسیاری از مناطق بروز می‌کند و مدل‌سازی این موضوع در صورت کمبود داده عدم قطعیت‌ها را افزایش می‌دهد.

در سه دهه اخیر کاربرد روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب و به‌خصوص پیش‌بینی و هشدار سیل برای کاهش ریسک سیلاب‌ها روندی افزایشی داشته است (به‌خصوص در کشورهای توسعه یافته). موارد فراوانی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان مصداق‌های بارز کارآیی، اهمیت فوق‌العاده و ضرورت حیاتی سامانه‌های هشدار سیلاب ارائه شود. [2]

راه‌اندازی سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار، کم‌هزینه بوده و نیاز به زمان زیادی ندارد. به‌علاوه، درصد قابل ملاحظه‌ای از هزینه‌های این سامانه‌ها مربوط به نیروی انسانی است که در کشورهای در حال توسعه با هزینه‌ی بسیار کم‌تری نسبت به کشورهای توسعه یافته قابل تامین است. افزون بر این، انقلاب اطلاعاتی و توسعه اینترنت، فرصت‌ها و امکاناتی را که پیش از این، کارشناسان سیلاب در رویا هم نمی‌دیدند برای ارتقای کارآیی سامانه‌های پیش‌بینی، فراهم آورده است. از طرف دیگر تعداد سیلاب‌های فاجعه‌بار در جهان رو به افزایش بوده و تغییر اقلیم و توسعه عمرانی در سیلاب‌دشت‌ها موجب رشد خطرات سیلاب گردیده است. این روند نگران‌کننده نیز توجه بیش‌تر به روش‌های غیرسازه‌ای و به‌ویژه سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب را موجب گردیده است. [2] [3]

پیشرفت‌های اتفاق افتاده در مدل‌های عددی، انقلاب آرامی محسوب می‌شود چرا که نتیجه پیشرفت مستمری از دانش و فن‌آوری در طول سال‌های متمادی است و این موضوع پتانسیل خوبی برای توسعه رویکرد غیرسازه‌ای و دانایی محور به‌شمار می‌رود. [4]

3- نقشه‌راه مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو

نقشه راه یک تکنیک انعطاف‌پذیر برنامه‌ریزی است که می‌تواند با تطبیق اهداف کوتاه‌مدت و درازمدت با راه‌حل‌های خاص فنی، برنامه‌ریزی استراتژیک و درازمدت را امکان‌پذیر کند. در رابطه با تدوین نقشه راه مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو تجارب مراکز جهانی پیش‌بینی‌های بلندمدت و کشورهای پیشرو در پیش‌بینی و هشدار سیلاب از جمله کشورهای زیر جمع‌آوری و مطالعه

گردید: [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]

- هند
- ژاپن
- آمریکا
- بنگلادش
- استرالیا
- بوتان

4- نتایج کلیدی مطالعات نقشه راه

علاوه بر تجارب جهانی، مروری بر نتایج فعالیت‌های ملی نیز صورت گرفت. نتایج کلیدی این مطالعات و بررسی‌ها عبارتند از:

[1]

1. با توجه به پیشرفت‌های عظیم فن‌آوری اطلاعات از یک طرف و افزایش خسارت بلایای طبیعی مرتبط با آب و هوا، بهره‌وری و سود به هزینه روش‌های غیرسازه‌ای روند افزایشی داشته و خواهد داشت.
2. در کل به نظر می‌رسد کاربرد پیش‌بینی‌ها منابع آب و سیلاب در دهه‌های گذشته در کشور در مقایسه با کشورهای پیشرفته مانند ژاپن و کشورهای در حال توسعه مانند هند و بنگلادش موفقیت زیادی نداشته است.
3. با توجه به دغدغه‌های جدی نهادهای مهم ملی (مانند دولت، مجلس، مجمع تشخیص مصلحت، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و ...) در مورد بحران آب، می‌توان تلاش کرد تا بودجه تاسیس و راه‌اندازی مرکز به نحوی خارج از بودجه وزارت نیرو تامین شود.
4. راهبرد «چند لایه» در ابعاد مختلف در کاربرد روش‌های غیرسازه‌ای، از جمله پیش‌بینی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی باید به کار گرفته شود. در این راستا وجود سازمان هواشناسی و مرکز اقلیم‌شناسی نباید مانع راه‌اندازی مرکز پیش‌بینی‌های منابع آب وزارت نیرو شود.
5. با توجه به ایستگاه‌های موجود سازمان هواشناسی و وزارت نیرو از یک طرف و امکان استفاده از اطلاعات سامانه‌های پایشی خارجی توسط اینترنت از طرف دیگر، توصیه می‌شود محوریت مرکز پیش‌بینی منابع آب وزارت نیرو مغزافزار و نرم‌افزار باشد.
6. با توجه به عدم قطعیت‌های مهندسی آب و پیشرفت‌های سریع فن‌آوری مرتبط، توصیه می‌شود، اعمال راهبرد تطبیقی و گام به گام در راه‌اندازی مرکز پیش‌بینی‌های منابع آب توصیه می‌شود.

7. با توجه به تجارب موفق جهانی، مدل ستادی برای مرکز پیش‌بینی‌های منابع آب پیشنهاد می‌شود. در عین حال در سال‌های بعد مرکز می‌تواند نمایندگانی در مطالعات پایه سازمان‌های آب داشته باشد.
8. با توجه به تجارب جهانی، انجام پیش‌بینی‌های آزمایشی و صحت‌سنجی پیوسته نتایج مرکز و دیگر مراکز ملی و بین‌المللی توصیه می‌شود. بدیهی است که انتشار سالانه صحت‌سنجی‌ها می‌تواند در ارتقاء بهره‌وری مرکز موثر باشد. در ضمن صحت‌سنجی نتایج پیش‌بینی‌های سال‌های قبل نیز باید در دستور کار باشد (به‌خصوص در زمان‌های که پیش‌بینی در دستور کار مرکز نیست).
9. بر اساس تجارب جهانی و ملی پیش‌بینی و هشدار سیلاب از کارآترین روش‌های غیرسازه‌ای محسوب می‌شود. این در حالی است که اصولاً روش‌های غیرسازه‌ای کم‌هزینه، اثربخش و کارآ هستند. سود به هزینه سامانه‌های پیش‌بینی در محدوده‌ی چند ده به یک تا چند صد به یک گزارش شده‌اند. در این راستا می‌توان با اطمینان برای تاسیس، راه‌اندازی و بهره‌برداری این مرکز هزینه کرد.
10. با توجه به تجربه طولانی، دقت بالای پیش‌بینی‌ها (98 درصد دقت در پیش‌بینی ورودی به سدها)، چارچوب‌های کلی کمیسیون مرکزی آب هند (CWC) می‌تواند مدل مناسبی برای مرکز پیش‌بینی‌های منابع آب وزارت نیرو (مپاو) باشد. در عین حال موفقیت کشورهای فقیری مانند هند و بنگلادش در به‌کارگیری اثربخش و کارآی پیش‌بینی‌های منابع آب، می‌تواند اطمینان از موفقیت راه‌اندازی مرکز را افزایش دهد.
11. بسیاری از متخصصان ایرانی در دانشگاه‌ها و مراکز معتبر جهانی، در پیش‌بینی‌های منابع آب فعال‌اند. در این راستا و با توجه به اطلاعات و امکانات در دسترس این کارشناسان، توصیه می‌شود از توان کارشناسان ایرانی مقیم خارج کشور برای مشورت در شرایط خاص و با قراردادهای سالانه استفاده شود.
12. یکی از دلایل عدم پیشرفت در پیش‌بینی‌ها هیدرولوژیکی و هواشناسی، شفافیت کم در صحت‌سنجی پیش‌بینی‌های قبلی و مطالعه در مورد چگونگی بهبود دقت مدل‌ها است به نحوی که آرشیو پیش‌بینی‌های قبلی در بسیار از موارد در دسترس نیست. این اشتباه نباید تکرار شود و شفافیت باید یکی از محورهای اصلی فعالیت‌های مرکز شود. برای مثال آرشیو پیش‌بینی‌های اقلیمی IRI آمریکا از سال 2002 به صورت کامل در دسترس است.
13. وب‌سایت مراکز پیش‌بینی معتبر بین‌المللی در آمریکا، اروپا، استرالیا و آسیا نقش اساسی در آرایه به‌هنگام و گسترده پیش‌بینی‌ها و فرهنگ‌سازی برای نهادهای غیرسازه‌ای و آرایه اطلاعات و آمار لازم به کارشناسان، محققان و حتی مردم عادی داشته و دارند. بنابراین توصیه می‌شود برای مرکز بخش فن‌آوری اطلاعات اختصاصی و بتوان پیش‌بینی شود. در عین حال این بخش نقش مهمی در جمع‌آوری اطلاعات و پایش پیش‌بینی‌ها دارد.

14. با توجه به نقش کلیدی پیش‌بینی‌های هواشناسی در پیش‌بینی‌های منابع آب مرکز، توصیه می‌شود بخشی از مرکز عهده‌دار پایش، صحت‌سنجی و تفسیر پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت مراکز بین‌المللی و ملی باشد. خروجی این بخش ورودی مدل‌های پیش‌بینی مرکز خواهد بود.

15. ماهیت فعالیت‌های مراکز پیش‌بینی با فعالیت‌های مدیران آب کشور، تفاوت جدی دارند و نیاز به یک بخش حایل برای انتقال به موقع و مناسب پیش‌بینی‌ها به کاربران مختلف برای کاربرد کامل پیش‌بینی‌ها وجود دارد.

16. هم‌افزایی میان پیش‌بینی‌های مختلف درازمدت و کوتاه‌مدت می‌تواند کارآیی و اثربخشی مرکز پیش‌بینی را به نحو قابل ملاحظه افزایش دهد.

17. با توجه به تجربه‌ی نسبتاً کم پیش‌بینی‌های منابع آب در کشور، توصیه می‌شود بخشی برای آموزش‌های تخصصی در مرکز برای آموزش و به‌روزرسانی پرسنل مرکز و دیگر کارشناسان در نظر گرفته شود. در این رابطه بورس‌های تحصیلی و شغلی نیز باید در نظر گرفته شود.

18. با توجه به ماهیت پیک، تمرکز و چند رشته‌ای بودن فعالیت‌های مرتبط با پیش‌بینی، استفاده از اساتید دانشگاهی و متخصصان شاغل در وزارت‌خانه‌های دیگر در چارچوب قراردادهای سالانه می‌تواند با هزینه‌ی نسبتاً کم، اثربخشی و کارآیی پیش‌بینی‌ها را افزایش دهد.

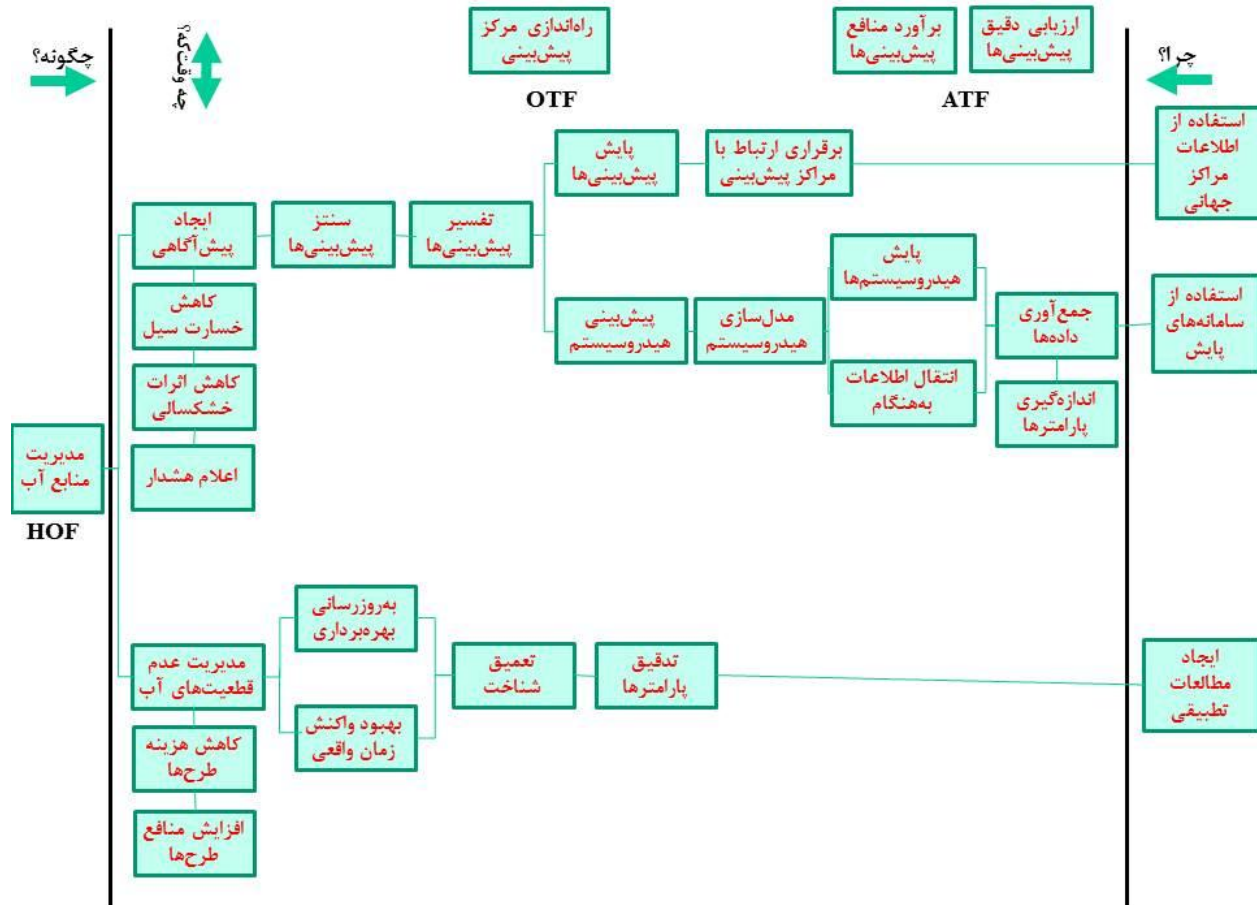
19. بر اساس تجارب و توصیه‌های سازمان هواشناسی جهانی، تضمینی در دقت بالاتر مدل‌های پیچیده و گران نسبت به مدل‌های ساده‌تر وجود ندارد و در این رابطه مناسب است طیف گسترده‌ای از تکنیک‌های پیش‌بینی در مرکز مورد استفاده قرار گیرد.

20. عدم قطعیت‌های هواشناسی و مهندسی آب بسیار جدی است. ارایه پیش‌بینی‌ها به‌خصوص پیش‌بینی‌های فصلی باید با احتیاط و محافظه‌کاری برای ذی‌ربطان ارایه شود و از اغراق‌های غیر فنی در مورد دقت پیش‌بینی اجتناب شود.

21. در رابطه با پیش‌بینی‌های فصلی اقلیمی با توجه به پیچیدگی‌ها مربوط و عدم آشنایی افکار عمومی با این پیش‌بینی‌ها، زبان پیش‌بینی‌ها باید بسته به مخاطب متفاوت باشد و چارچوب‌های علوم ارتباطاتی رعایت شده باشد.

بر اساس نتایج ارایه شده و با استفاده از تکنیک نمودار تحلیل کارکرد سیستمی چارچوب کارکردی مرکز پیش‌بینی‌های وزارت

نیرو تهیه شد (شکل (2))



شکل (2)- نمودار تحلیل کارکرد سیستمی (FAST) مرکز ملی اطلاعات آب و مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو

5- تلفیق کارکردهای مرکز ملی اطلاعات آب و مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو

در اوایل دهه‌ی اول قرن بیست و یک میلادی، خشکسالی بسیار شدید در استرالیا روی دارد که آن‌را "خشکسالی هزاره" نامیدند. به‌دنبال تعامل جدی محافل حرفه‌ای و دانشگاهی با سیاست‌مداران آن کشور، یک برنامه ده مرحله‌ای، ده ساله و ده میلیارد دلاری

تیین و اجرا گردید. محورهای این برنامه عبارتند از: [1]

1. نهاد جدید برای حوضه آبریز موری دارلینگ

2. خرید آب توسط دولت

3. مدیریت حقایه‌بران

4. بهبود سیستم‌های انتقال آب

5. اقدامات صرفه‌جویی آب در مزرعه

6. بهبود سیستم رودخانه‌ای موری دارلینگ

7. اصلاحات در قوانین بازار آب

8. تدقیق برآوردهای پتانسیل آب استرالیای شمالی

9. اندازه‌گیری و تله‌متری ملی مصرف آب

10 برنامه ملی اطلاعات آب

در رابطه با بند 10 (برنامه‌ی ملی اطلاعات آب) اقدامات زیر در دستور کار قرار گرفت:

1. وضع قوانین ملی برای اطلاعات آب

2. جمع‌آوری اطلاعات از حدود 180 سازمان مختلف و ایجاد یک پایگاه ملی

3. ارزیابی سازمان‌های جمع‌آوری اطلاعات آبی برای بهبود سیستم‌های نظارت آن‌ها

4. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه اطلاعات آبی

5. ارائه طیف وسیعی از محصولات و خدمات با ارزش افزوده اطلاعات آب برای عموم

در این رابطه سرمایه‌گذاری 450 میلیون دلاری در طی 10 سال به شرح زیر برنامه‌ریزی شد:

- سرمایه‌گذاری 80 میلیون دلاری در سازمان‌های نظارت هیدرولیکی و جمع‌آوری داده
- سرمایه‌گذاری 30 میلیون دلاری در تحقیق و توسعه
- استخدام 140 متخصص آب و تکنولوژی اطلاعات در اداره هواشناسی
- هزینه‌های جاری سالانه با هزینه 25 میلیون دلار در سال

چارچوب‌های اصلی کارکردهای مرکز ملی اطلاعات آب استرالیا در شکل 2 ارائه شده است:



شکل (2) کارکردهای مرکز ملی اطلاعات آب استرالیا

با توجه به بازخورد فعالیت‌های مرکز ملی اطلاعات آب استرالیا و شرایط و بحران‌های آبی کشورمان، تاسیس یک مرکز برای تلفیق کارکردهای برنامه ملی اطلاعات آب ایران و مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو توصیه گردید.

6- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

چشم‌انداز برنامه ملی اطلاعات آب ایران به شرح زیر تبیین گردید:

چشم‌انداز:

- مدیریت و توسعه پایدار و دانایی محور منابع آب کشور

ماموریت:

- افزایش بهره‌وری آب
- پایش و ارایه اطلاعات آب
- شناخت روزافزون هیدروسستم‌ها
- ایجاد پیش‌آگاهی و مدیریت عدم قطعیت‌ها

محدوده‌ی فعالیتهای فاز اول:

- جمع‌آوری آمار اطلاعات آب کشور (سطحی، زیرزمینی، کیفیت آب، ...)
- راه‌اندازی فاز اول وبگاه برنامه ملی اطلاعات آب ایران
- تصمیم‌سازی برای وضع قوانین ملی برای اطلاعات آب
- پیش‌بینی سیلاب‌های ورودی به سدها منتخب
- پیش‌بینی آورد ورودی به سدها منتخب در بهار
- پیش‌بینی اقلیمی بارش فصلی برای حوضه‌های منتخب
- پیش‌بینی سیلاب‌ها در مقاطع منتخب رودخانه‌ها
- پیش‌بینی تراز آب دریاچه‌ها و تالاب‌های منتخب

معیارها انتخاب سدها:

- ریسک سیلاب در پایین‌دست (وجود شهر، ...)
- کارکرد سد (تامین آب شرب و صنعت، تولید برق، کشاورزی، کنترل سیلاب و...)
- ابعاد سد و مخزن - حجم ورودی - مرزی بودن
- سابقه‌ی عبور سیلاب‌های بزرگ، مدیریت ضعیف

4- مراجع

- [1] مهندسان مشاور کزیت کارآ، نقشه راه مرکز پیش‌بینی‌های وزارت نیرو، 1396
- [2] معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی، “راهنمای جامع مطالعات طرح، بهره‌برداری و نگهداری سامانه پیش‌بینی و هشدار سیل”، نشریه شماره 583، 1391

- [3] کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، “راهنمای روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب”، نشریه شماره 40، 1379

[4] Peter Bauer, Alan Thorpe & Gilbert Brunet, “The quiet revolution of numerical weather prediction”, doi:10.1038/nature14956,

[5] WMO, "Use of Climate Predictions to Manage Risks", No. 1174, 2016

[6] WMO. "Guide To Public Weather Services Practices", No. 834, Second Edition, 1999,

[7] 2015WMO, "Manual on Flood Forecasting and Warning", No. 1072, 2011

[8] International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM) and Tomonobu SUGIURA, “River information management and flood forecasting in Japan”.

[9] The world bank, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), “Modernization Of Hydrological Services In Japan And Lessons For Developing Countries”, Foundation of River & Basin Integrated Communications, Japan (FRICS),

[10] Government of India, Ministry of Water Resources, River Development & Ganga Rejuvenation Central Water Commission (CWC), “Standard Operating Procedure For Flood Forecasting (SOP)”_ April, 2017