



درخواست پیشنهاد (RFP)

پروژه

"توسعه مدل مفهومی بومی آب ژرف متناسب با شرایط زمین شناسی، تکتونیکی، اقلیمی و هیدروژئولوژیکی ایران"

خرداد ماه سال ۱۴۰۵

۱. مقدمه (شرح مختصر از پروژه)

در شرایط کنونی، تشدید تنش‌های آبی، کاهش مستمر رواناب‌های سطحی و افت کمی و تخریب کیفی آبخوان‌های کم‌عمق ناشی از برداشت‌های فراتر از ظرفیت تجدیدپذیر و تغییرات اقلیمی، برنامه‌ریزی منابع آب در ایران را با چالش‌های ساختاری و بلندمدت مواجه کرده است. در این راستا، بهره‌برداری علمی و پایدار از منابع آب زیرزمینی ژرف به عنوان راهبردی مکمل و اجتناب‌ناپذیر در تأمین امنیت آبی کشور مطرح شده است؛ اما ماهیت این منابع در ایران با عدم قطعیت‌های هیدروژئولوژیکی، تکتونیکی و ژئوشیمیایی قابل توجهی همراه است که استفاده از مدل‌های مفهومی توسعه‌یافته در سایر مناطق جهان را غیرقابل اعتماد و فاقد قابلیت تعمیم می‌سازد. این پروژه با هدف پر کردن خلأهای دانش پایه و کاربردی در حوزه آب‌های ژرف کشور، طراحی، تدوین و اعتبارسنجی یک مدل مفهومی بومی، چندرشته‌ای و داده‌محور را دنبال می‌کند. رویکرد اجرایی پروژه مبتنی بر بازخوانی انتقادی، پالایش، استانداردسازی و تلفیق نظام‌مند داده‌های موجود شامل سوابق چاه‌های ژرف، پروفیل‌های ژئوفیزیکی (لرزه‌نگاری و غیرلرزه‌ای)، داده‌های ایزوتوپی و هیدروژئوشیمیایی، نقشه‌های تکتونیکی و سوابق دیرینه‌اقلیمی است. خروجی نهایی، چارچوبی یکپارچه و مستند برای تعریف دقیق مرزهای سیستم، لایه‌بندی هیدرواستراتیگرافی، شناسایی مسیرهای جریان عمقی، تخمین زمان ماند هیدروژئولوژیکی و تحلیل برهم‌کنش‌های آب‌سنگ، ساختارهای تکتونیکی فعال و نفوذپذیری عمقی خواهد بود. این مدل مفهومی به‌گونه‌ای مهندسی می‌شود که علاوه بر ارائه زیرساختی علمی و قابل توسعه برای مدل‌سازی عددی (Numerical Modeling) آینده، چارچوب تصمیم‌گیری فنی، حقوقی و سیاستی را جهت بهره‌برداری پایدار، پایش تطبیقی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی و ژئومکانیکی در مقیاس ملی فراهم آورد.

۲. ضرورت اجرای پروژه

در شرایط کنونی، ایران با یکی از شدیدترین بحران‌های آبی تاریخ معاصر خود مواجه است. تشدید تنش‌های آبی، کاهش مستمر رواناب‌های سطحی، افت شدید سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های کم‌عمق و تخریب کیفی منابع آب ناشی از برداشت‌های فراتر از ظرفیت تجدیدپذیر و تأثیرات تغییرات اقلیمی، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب کشور را با چالش‌های ساختاری و بلندمدت مواجه کرده است. در چنین شرایطی، بهره‌برداری علمی، پایدار و مدیریت‌شده از منابع آب ژرف به عنوان راهبردی مکمل و ضروری برای تأمین امنیت آبی، تضمین توسعه متوازن مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و کاهش فشار بر منابع آب سطحی و آبخوان‌های کم‌عمق مطرح شده است. با این حال، علی‌رغم پتانسیل قابل توجه این منابع در کشور، دانش علمی ما از ماهیت، رفتار هیدروژئولوژیکی و پایداری بلندمدت آب‌های ژرف همچنان ناکافی و همراه با عدم قطعیت‌های جدی است. مهم‌ترین این عدم قطعیت‌ها شامل منشأ هیدروژئولوژیکی آب‌ها (تغذیه مدرن یا آب فسیلی دیرینه‌اقلیمی)، ارتباط سامانه‌های آب ژرف با ساختارهای تکتونیکی عمیق و گسل‌های فعال، نرخ واقعی تغذیه مجدد، زمان ماند هیدروژئولوژیکی طولانی، کیفیت شیمیایی و ژئوشیمیایی

منابع، پایداری برداشت بلندمدت، ریسک فرونشست زمین، پیامدهای ژئومکانیکی حفاری چاه‌های عمیق و تداخل احتمالی با آبخوان‌های کم‌عمق و اکوسیستم‌های وابسته به آن‌ها می‌باشد.

از سوی دیگر، پیچیدگی‌های ذاتی ساختار زمین‌شناسی و تکتونیکی ایران شامل کمربندهای چین‌خورده البرز و زاگرس، گسل‌های فعال متعدد، حوضه‌های درون‌ریز، فرونشست‌های ساختاری و تنوع شدید اقلیمی از شمال مرطوب تا مرکز و شرق خشک، باعث می‌شود که مدل‌های مفهومی توسعه‌یافته در سایر نقاط جهان (مانند حوضه‌های رسوبی بزرگ آفریقا، عربستان یا آمریکا) قابلیت تعمیم مستقیم به شرایط ایران را نداشته باشند. بسیاری از سامانه‌های آب ژرف در ایران تحت کنترل ساختارهای گسلی، شرایط دیرینه‌اقلیمی یا ترکیبی از هر دو قرار دارند که رفتار هیدرودینامیکی متفاوتی نسبت به مدل‌های استاندارد جهانی ایجاد می‌کند.

در نتیجه، استفاده مستقیم از مدل‌های خارجی بدون تطبیق بومی می‌تواند منجر به خطاهای سیستماتیک، اتلاف سرمایه‌گذاری‌های کلان، تشدید پدیده فرونشست در دشت‌های حساس، آلودگی متقابل آبخوان‌ها، آسیب به اکوسیستم‌های شکننده و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی جدی از جمله تأثیر بر معیشت جوامع محلی و تشدید تنش‌های اجتماعی شود. بنابراین، تدوین یک مدل مفهومی بومی، چندرشته‌ای، مبتنی بر شواهد میدانی و یکپارچه برای منابع آب ژرف ایران، دیگر یک فعالیت پژوهشی اختیاری نیست، بلکه یک الزام راهبردی اساسی در حکمرانی پایدار، عادلانه و آینده‌نگر منابع آب کشور به شمار می‌رود. این مدل می‌تواند پایه و اساس توسعه مدل‌های عددی، سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی‌های توسعه پایدار قرار گیرد و خلأ جدی موجود در دانش پایه منابع آب عمیق کشور را پر کند.

۳. بیان مسئله و شرح دقیق نیاز

چالش بنیادین در حوزه منابع آب ژرف ایران، عدم تطابق و ناکارآمدی مدل‌های مفهومی جهانی با شرایط منحصر به فرد زمین‌شناسی، تکتونیکی، اقلیمی و هیدروژئولوژیکی کشور است. مدل‌های توسعه‌یافته در سایر مناطق جهان عمدتاً بر پایه حوضه‌های رسوبی بزرگ با ساختارهای نسبتاً ساده، تغذیه مجدد فعال یا شرایط تکتونیکی آرام تدوین شده‌اند، در حالی که ایران دارای ساختاری پیچیده شامل کمربندهای چین‌خورده البرز و زاگرس، شبکه گسترده گسل‌های فعال، حوضه‌های درون‌ریز، فرونشست‌های ساختاری و تاریخچه دیرینه‌اقلیمی متلاطم است. این تفاوت‌های ساختاری و دینامیکی باعث ایجاد رفتار هیدرودینامیکی متمایز در سامانه‌های آب ژرف ایران شده و استفاده مستقیم از مدل‌های خارجی را منجر به عدم قطعیت‌های هیدرودینامیکی قابل توجه، خطاهای پیش‌بینی و ریسک‌های جدی زیست‌محیطی، ژئومکانیکی و اجتماعی می‌کند.

مسئله اصلی این است که بدون وجود یک مدل مفهومی بومی و معتبر، تصمیم‌گیری برای اکتشاف، بهره‌برداری و مدیریت منابع آب ژرف با ابهامات اساسی همراه خواهد بود. عدم شناخت دقیق منشأ آب (مدرن یا فسیلی)، مسیرهای جریان عمیق، نقش ساختارهای تکتونیکی در کنترل نفوذپذیری و بازچرخانی، زمان ماند هیدرولوژیکی، کیفیت ژئوشیمیایی و پتانسیل تداخل بین لایه‌های عمیق و کم‌عمق، همگی مانع از برنامه‌ریزی پایدار می‌شوند. این خلأ

دانشی می‌تواند منجر به برداشت ناپایدار، تشدید فرونشست زمین، آلودگی متقابل آبخوان‌ها، آسیب به اکوسیستم‌های وابسته و اتلاف سرمایه‌گذاری‌های کلان شود.

نیاز اصلی کارفرما، تدوین یک مدل مفهومی بومی، چندرشته‌ای و مبتنی بر شواهد میدانی است که به‌طور خاص برای شرایط ایران طراحی شده باشد. این مدل باید قادر به شناسایی، طبقه‌بندی، پایش، ارزیابی کمی و کیفی و مدیریت تطبیقی منابع آب ژرف باشد. مدل مورد نظر باید با تلفیق داده‌های زمین‌شناسی ساختمانی، گسل‌شناسی فعال، اقلیم دیرینه، هیدروژئوشیمی، ایزوتوپ‌ها و فناوری‌های GIS/RS تدوین شود و ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی، تکتونیکی و اقلیمی کشور را به‌طور کامل در نظر بگیرد.

این مدل مفهومی یک الزام راهبردی در حکمرانی پایدار و عادلانه منابع آب کشور به شمار می‌رود. مدل باید به‌گونه‌ای ساختار یابد که پایه‌گذار و پیش‌نیاز مدل‌های عددی (Numerical Modeling) آینده قرار گیرد و به‌طور کامل شامل تعریف دقیق پارامترهای مرزی سیستم، شرایط اولیه هیدرودینامیکی، سناریوهای مختلف بهره‌برداری، شاخص‌های پایداری و چارچوب تصمیم‌گیری فنی-حقوقی باشد. تنها با چنین مدلی می‌توان از بهره‌برداری ایمن، پایدار و مبتنی بر شواهد از منابع آب ژرف اطمینان حاصل کرد و ریسک‌های مرتبط را به حداقل رساند.

۴. اهداف اجرای پروژه

هدف ۱: توسعه یک مدل مفهومی جامع، بومی و علمی برای شناسایی، طبقه‌بندی، ارزیابی کمی و کیفی، مدیریت تطبیقی منابع آب ژرف و مدیریت پایدار سامانه‌های آب ژرف ایران برپایه اصول و فرایندهای اکتشافی معمول بویژه با الگوی ذخایر سیال در میدان‌های ایران

هدف ۲: تلفیق تحلیلی داده‌های زمین‌شناسی ساختمانی، گسل‌شناسی فعال، اقلیم دیرینه و هیدروژئوشیمیایی

هدف ۳: تعریف شاخص‌های پایداری، بازچرخانی طبیعی، ریسک نشست زمین و تداخل با آبخوان‌های کم‌عمق

هدف ۴: ارائه چارچوب تصمیم‌گیری فنی حقوقی برای بهره‌برداری، پایش و مدیریت تطبیقی منابع ژرف برپایه شرایط حاکم

۵. محدوده کار و شرح خدمات

فاز صفر و داده‌محور: گردآوری، پالایش و یکپارچه‌سازی داده‌های موجود (چاه‌های ژرف، پروفیل‌های ژئوفیزیک شامل پروفیل‌های لرزه‌نگاری انعکاسی و غیر لرزه‌ای، داده‌های ایزوتوپی، نقشه‌های تکتونیکی و هیدروژئولوژیکی، سوابق اقلیمی).

فاز مفهومی‌سازی: تعریف مرزهای سیستم (هیدرولیکی، هیدرودینامیکی، فیزیکو شیمیایی و ...)، لایه‌بندی هیدرواستراتیگرافی، مسیرهای جریان عمیق، زمان ماند آب، برهم‌کنش آب‌سنگ و اثرات ساختارهای تکتونیکی بر نفوذپذیری و بازچرخانی.

فاز اعتبارسنجی: کالیبراسیون کیفی کمی مدل با داده‌های میدانی، سنجش از دور و شواهد تاریخی و دیرینه‌اقلیمی.

فاز خروجی‌محور: تدوین نقشه‌های پتانسیل‌یابی، پهنه‌بندی ریسک و راهنمای فنی بهره‌برداری پایدار.

فاز انتقال دانش: برگزاری حداقل ۲ کارگاه تخصصی و ارائه نسخه نهایی قابل استناد برای سیاست‌گذاری.

۶. مشخصات فنی، کمیت و کیفیت مورد انتظار کارفرما

اجرای این پروژه مستلزم استفاده از رویکردهای بین‌رشته‌ای شامل هیدروژئولوژی، ژئوتکتونیک، اقلیم‌شناسی دیرینه، هیدروژئوشیمی و فناوری‌های GIS/RS است و در این مسیر، بهره‌گیری از استانداردهای بین‌المللی معتبر همراه با تطبیق دقیق آن‌ها با شرایط بومی ایران الزامی می‌باشد. هم‌زمان، رعایت اصول پایداری زیست‌محیطی، جلوگیری از تداخل با اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی و انطباق کامل با قوانین جاری وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست از الزامات غیرقابل‌صرف‌نظر این طرح است.

۷. خروجی‌های مورد انتظار

برون‌دادهای مورد انتظار از اجرای این پروژه شامل مجموعه‌ای جامع، یکپارچه و کاربردی از محصولات علمی، فنی و اطلاعاتی است که به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند تا نیازهای پژوهشی، مدیریتی و سیاست‌گذاری کارفرما را به‌طور کامل پوشش دهند. مهم‌ترین خروجی‌های پروژه عبارتند از:

پایگاه داده یکپارچه و لایه‌های اطلاعاتی GIS: شامل جمع‌آوری، استانداردسازی و یکپارچه‌سازی تمامی داده‌های موجود و تولیدشده در پروژه (داده‌های چاه‌های ژرف، پروفیل‌های لرزه‌نگاری، داده‌های ایزوتوپی، نقشه‌های زمین‌شناسی، هیدروژئولوژیکی و تکتونیکی و داده‌های سنجش از دور). این پایگاه داده باید در قالب فایل‌های Shapefile، GeoPackage و سایر فرمت‌های استاندارد GIS قابل استفاده در نرم‌افزارهای ArcGIS ارائه شود و همراه با مستندات metadata کامل و لایه‌های اطلاعاتی قابل جستجو و به‌روزرسانی باشد.

مستندات مدل مفهومی بومی: گزارش جامع و تحلیلی مدل مفهومی توسعه‌یافته برای منابع آب ژرف ایران، شامل متن کامل علمی، توصیف دقیق مرزهای سیستم، لایه‌بندی هیدرواستراتیگرافی، مسیرهای جریان عمیق، نقش ساختارهای تکتونیکی، زمان ماند هیدروژئولوژیکی، برهم‌کنش آب و سنگ و دیاگرام‌ها، جریان‌نماها (Flow Charts)، نقشه‌های مفهومی و مدل‌های شماتیک باشد. این مستندات باید در قالب PDF حرفه‌ای همراه با فایل‌های وکتوری ارائه گردد.

گزارش اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت مدل: گزارش کامل فرآیند اعتبارسنجی کمی و کیفی مدل مفهومی با استفاده از داده‌های میدانی، شواهد تاریخی، داده‌های دیرینه‌اقلیمی و سنجش از دور باشد. این گزارش باید شامل جداول کالیبراسیون، تحلیل حساسیت پارامترها، ارزیابی عدم قطعیت‌ها و بررسی سناریوهای مختلف بهره‌برداری باشد و به‌صورت PDF مستقل تحویل داده شود.

راهنمای فنی بهره‌برداری، پایش و مدیریت ریسک: سند کاربردی و اجرایی شامل دستورالعمل‌های فنی بهره‌برداری پایدار، برنامه پایش بلندمدت (کیفی و کمی)، شاخص‌های هشدار اولیه فرونشست، تداخل هیدرولیکی و تغییرات کیفیت آب و چارچوب تصمیم‌گیری فنی-حقوقی برای مدیریت تطبیقی منابع آب ژرف. این راهنما باید در دو نسخه چاپی (با کیفیت بالا) و دیجیتال (PDF searchable) ارائه شود.

نسخه نهایی و جامع پروژه: گزارش نهایی کامل پروژه که تمامی مراحل، یافته‌ها، تحلیل‌ها و پیشنهادات را به‌صورت یکپارچه در بر می‌گیرد. این گزارش باید به همراه پکیج کامل انتقال دانش شامل:

- مجموعه اسلایدهای آموزشی و ارائه فنی (PowerPoint) یا (PDF)

- مستندات ویدیویی کارگاههای تخصصی

- نسخه‌های قابل استناد و آرشیوی تمام خروجی‌ها تحویل داده شود.

تمامی خروجی‌ها باید با رعایت استانداردهای علمی و فنی روز، اصول محرمانگی داده‌ها و فرمت‌های قابل تبادل و آرشیو بلندمدت تهیه و تحویل گردند تا قابلیت استفاده مستقیم در سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی توسعه فناوری و اجرای پروژه‌های بعدی (مانند مدل‌سازی عددی) را داشته باشند.

۸. مدت زمان پروژه

مدت کل اجرای پروژه ۱۲ ماه تقویمی از تاریخ ابلاغ قرارداد خواهد بود و در این بازه زمانی، گزارش‌های پیشرفت هر ماه یکبار تهیه و جلسه بازبینی با کارفرما برگزار می‌گردد.

۹. شرایط احراز تسهیلات و قرارداد

حمایت مالی از طرح‌های منتخب، در قالب تسهیلات و پس از طی فرایند ارزیابی، تصویب و اخذ تضامین معتبر انجام خواهد شد. نوع، میزان و شرایط تضامین مورد نیاز، متناسب با مبلغ تسهیلات، ماهیت طرح، وضعیت حقوقی پیشنهاددهنده و ضوابط نهاد تأمین‌کننده منابع تعیین می‌شود.

میزان پیش‌پرداخت، مراحل پرداخت و سهم هر مرحله از تسهیلات، بر اساس برنامه زمان‌بندی، شرح فعالیت‌ها، نقاط تحویل، برآورد هزینه‌ها و جزئیات مالی ارائه‌شده از سوی پیشنهاددهنده تعیین خواهد شد. پرداخت‌ها می‌تواند به‌صورت مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت واقعی پروژه، ارائه گزارش‌های فنی و مالی، تأیید تحویل‌های میانی و نظر کارفرما انجام شود.

در صورت اجرای کامل و قابل قبول فعالیت‌ها، انطباق خروجی‌های پروژه با شرح خدمات مصوب، تحقق اهداف و شاخص‌های مورد انتظار و تأیید نتایج بر اساس ارزیابی و نظر ستاد توسعه اقتصاد دانش‌بنیان آب، انرژی و محیط‌زیست، امکان تبدیل تمام یا بخشی از تسهیلات به حمایت بلاعوض وجود خواهد داشت. این موضوع منوط به رعایت تعهدات مجری، ارائه مستندات فنی و مالی، تحویل خروجی‌های مصوب و تأیید نهایی کارفرما خواهد بود. برای قسمتهایی از تسهیلات که امکان بلاعوض شدن میسر نباشد، با نرخ مصوب بانکی، یک دوره تنفس شش ماهه و بازپرداخت ۱۲ ماهه تسویه حساب انجام خواهد گردید.

۱۰. شرایط احراز صلاحیت پیشنهاد دهندگان (سوابق اجرایی، فنی و ...)

پیشنهاددهندگان باید حداقل شرایط و توانمندی‌های فنی، مالی و شخصیتی در اسناد ارزیابی کیفی را احراز نموده و مستندات مربوطه را به همراه پیشنهاد فنی ارائه نمایند. عدم ارائه مستندات کافی برای هر یک از موارد به منزله عدم احراز صلاحیت تلقی خواهد شد.

۱۱. نظارت بر عملکرد

نظارت بر عملکرد و نحوی اجرای پروژه توسط ناظری که از طرف ستاد آب، انرژی و محیط‌زیست معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش بنیان رئیس جمهور معرفی خواهد شد به صورت مستمر انجام خواهد شد.

۱۲. ارسال مستندات

- تکمیل و ارسال مستندات پروپزال فنی در قالب فرمت استاندارد تهیه شده (پیوست)
- تکمیل و ارسال اسناد ارزیابی کیفی
- تکمیل و ارسال اسناد ارزیابی مالی و اعتباری به منظور اعطای تسهیلات

۱۳. فرآیند انتخاب پیشنهاد دهندگان

فرآیند ارزیابی متناسب با اسناد ارائه شده از طرف پیشنهاد دهندگان انجام خواهد شد. کارفرما حق رد تمام پیشنهادات، درخواست شفافسازی یا تغییر دامنه کار را قبل از عقد قرارداد محفوظ می‌دارد.