



واکاوی طرح تحول زمین‌شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور قسمت اول: معرفی، اساس طراحی و دستاوردهای کنونی

رضا جدیدی

مشاور معاون امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت
مدیر کل اسبق دفتر برنامه‌ریزی، فناوری اطلاعات و بودجه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

امید اردبیلی

مدیر کل اسبق پایگاه جامع داده‌های علوم زمین - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مقدمه

بلکه در مدیریت مخاطرات طبیعی، برنامه‌ریزی عمرانی، توسعه زیرساخت‌ها، مدیریت منابع آب، حفاظت محیط‌زیست، توسعه انرژی و آمایش سرزمین نیز نقش اساسی ایفا می‌کنند. از این رو، کیفیت، دقت و جامعیت داده‌های زمین‌شناسی یکی از شاخص‌های مهم توسعه‌یافتگی در بخش معدن و علوم زمین به شمار می‌رود.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور نیز طی بیش از شش دهه فعالیت، با تولید نقشه‌های زمین‌شناسی، اطلاعات ژئوشیمیایی، مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی و سایر داده‌های تخصصی، نقش مهمی در توسعه دانش علوم زمین و پشتیبانی از فعالیت‌های معدنی و عمرانی کشور ایفا کرده است. با این حال، تغییر نیازهای کشور، پیشرفت

بخش معدن یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه اقتصادی کشور و از پایه‌های اصلی تحقق رشد اقتصادی پایدار، توسعه صنعتی، ایجاد اشتغال و افزایش ارزش افزوده محسوب می‌شود. تحقق این اهداف مستلزم دسترسی به اطلاعات پایه دقیق، به‌روز و قابل اعتماد در حوزه علوم زمین است؛ اطلاعاتی که بتواند مبنای تصمیم‌گیری‌های کلان، کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار سرزمین قرار گیرد.

در اغلب کشورهای دارای بخش معدن توسعه‌یافته، سازمان‌های زمین‌شناسی مسئولیت تولید، به‌روزرسانی و انتشار اطلاعات پایه علوم زمین را بر عهده دارند. این اطلاعات نه‌تنها در اکتشاف ذخایر معدنی،

- کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در بخش معدن با توجه به اینکه کمبود داده‌های دقیق زمین‌شناسی یکی از عوامل اصلی افزایش ریسک اکتشاف و سرمایه‌گذاری معدنی بوده است.

- ضرورت کشف ذخایر پنهان و عمقی با توجه به اینکه بخش زیادی از ذخایر سطحی کشور شناسایی شده و توسعه آینده بخش معدن نیازمند تمرکز بر ذخایر پنهان و عمقی است.

- توسعه اقتصاد دریا محور با مطالعات زمین‌شناسی دریایی و شناسایی ظرفیت‌های معدنی و زیست محیطی سواحل و پهنه‌های آبی کشور.

- لزوم ایجاد تحول در زیرساخت‌های داده‌ای علوم زمین

- نیاز به استانداردسازی، یکپارچه‌سازی و دیجیتالی‌سازی بانک‌های اطلاعاتی علوم زمین (توسعه پایگاه جامع داده‌های علوم زمین)

اهداف راهبردی طرح

اهداف کلیدی

- توسعه مناطق کمتر برخوردار از طریق رونق فعالیت‌های معدنی
- ایجاد اشتغال مولد با تأکید بر نیروی انسانی بومی و متخصص
- تولید اطلاعات پایه نوین علوم زمین
- اکتشاف سیستماتیک و هدفمند ذخایر معدنی
- توسعه پوشش ژئوفیزیک هوابرد
- توسعه مطالعات زمین‌شناسی دریایی
- کاهش زمان تبدیل کانسار به معدن
- افزایش مشارکت بخش خصوصی
- توسعه زیرساخت‌های فناوری و پایگاه‌های داده علوم زمین

ساختار اجرایی طرح

طرح تحول در قالب یک مدل مشارکتی سه‌جانبه میان نهادهای اصلی بخش معدن کشور اجرا شد:

- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به عنوان راهبری علمی و فنی

- ایمیدرو به عنوان تأمین مالی و پشتیبانی اجرایی

- معاونت امور معادن وزارت صمت به عنوان سیاست‌گذاری و هماهنگی

فازهای سه‌گانه طرح

فاز اول: تولید اطلاعات پایه زمین‌شناسی و اکتشافی

فناوری‌های نوین، افزایش تقاضا برای اطلاعات دقیق‌تر و ضرورت کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در بخش معدن، لزوم تحول در رویکردهای سنتی تولید اطلاعات پایه را بیش از پیش آشکار ساخت.

در پاسخ به این نیاز، « طرح تحول زمین‌شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور » از سال ۱۴۰۰ با هدف ایجاد جهشی اساسی در نظام تولید اطلاعات پایه علوم زمین، ارتقای کیفیت داده‌های زمین‌شناسی، توسعه اکتشافات سیستماتیک، افزایش پوشش ژئوفیزیک هوابرد، توسعه مطالعات زمین‌شناسی دریایی و ایجاد زیرساخت‌های نوین اطلاعاتی طراحی و اجرا شد. این طرح با مشارکت سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو) و معاونت امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت، یکی از بزرگ‌ترین برنامه‌های ملی در حوزه علوم زمین محسوب می‌شود و با رویکردی یکپارچه، زمینه توسعه پایدار بخش معدن و افزایش جذابیت سرمایه‌گذاری در این بخش را فراهم کرده است.

گزارش حاضر با هدف ارزیابی جامع این طرح تهیه شده و ضمن بررسی روند شکل‌گیری، اهداف، دستاوردها و عملکرد آن، به تحلیل نقاط قوت، چالش‌ها، فرصت‌های بهبود، ریسک‌های پیش‌رو و ارائه پیشنهادها، اجرایی و سیاستی می‌پردازد. رویکرد گزارش، فراتر از یک گزارش عملکرد بوده و تلاش دارد با بهره‌گیری از تحلیل‌های مدیریتی و راهبردی، تصویری واقع‌بینانه از وضعیت موجود و مسیر پیش‌روی طرح ارائه کند تا بتوان از نتایج آن در برنامه‌ریزی‌های آینده، ارتقای نظام مدیریت پروژه و بهبود سیاست‌گذاری در حوزه علوم زمین و معدن کشور استفاده کرد.

ضرورت شکل‌گیری طرح تحول

طی دهه‌های گذشته بخش قابل توجهی از اطلاعات پایه زمین‌شناسی کشور در مقیاس‌ها و با فناوری‌هایی تولید شده بود که اگرچه در زمان خود ارزشمند و راهگشا محسوب می‌شدند، اما پاسخگوی نیازهای جدید کشور در حوزه اکتشاف ذخایر پنهان، توسعه زیرساخت‌های عمرانی، مدیریت مخاطرات طبیعی و جذب سرمایه‌گذاری‌های بزرگ معدنی نبودند.

مهم‌ترین ضرورت‌های شکل‌گیری طرح تحول را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

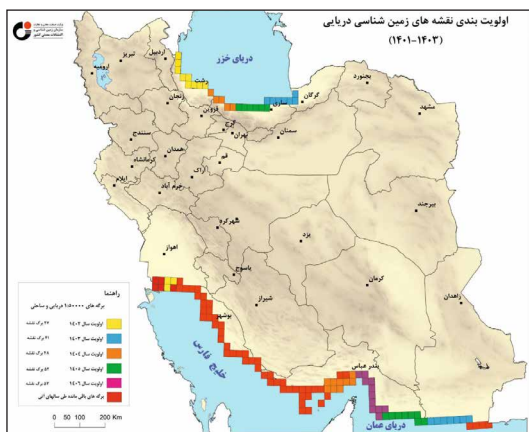
- نیاز به افزایش دقت اطلاعات پایه

- تغییر مقیاس مطالعات به ۱:۵۰,۰۰۰ با هدف افزایش دقت، کاهش عدم قطعیت و شناسایی بهتر نواحی امیدبخش معدنی.

اکتشافات معدنی کشور در حوزه ژئوفیزیک هوابرد طراحی شده است، ۱۵۰۰،۰۰۰ کیلومتر خطی از مساحت کشور مورد پیمایش و شناسایی اکتشافی قرار می‌گیرد. لازم به توضیح است که این روش برای شناسایی ذخایر پنهان و عمقی معدنی به کار می‌رود که تاکنون نیز منجر به اکتشاف کانسارهای خوبی در سطح کشور شده است.

فاز سوم: زمین‌شناسی دریایی

این طرح با هدف تولید اطلاعات پایه در حوزه سواحل و محیط‌های آبی کشور اجرا خواهد شد که شامل سه لایه رسوب‌شناسی، ژئومورفولوژی و ژئوشیمی زیست محیطی خواهد بود.



کاهش ریسک سرمایه گذاری

تولید اطلاعات پایه استاندارد، ریسک سرمایه گذاری بخش خصوصی را کاهش داده و زمینه ورود سرمایه گذاران جدید به بخش معدن را فراهم کرده است.

توسعه مناطق کمتر برخوردار

تمرکز اجرای پروژه در استان های کمتر توسعه یافته، موجب ایجاد اشتغال، افزایش فعالیت های فنی و ارتقای ظرفیت های تخصصی در این مناطق شده است.

استفاده از ظرفیت بخش خصوصی

برون سپاری بخش قابل توجهی از عملیات اجرایی به دانشگاه ها، شرکت های مهندسی مشاور و آزمایشگاه ها موجب فعال شدن ظرفیت های فنی کشور شده است.

توسعه زیرساخت های داده ای

استانداردسازی داده ها، ایجاد و توسعه سامانه های ذخیره سازی و ارائه اطلاعات (فرا داده) و سرویس کاتالوگ، توصیفی اسنادی و مکانی، از مهم ترین دستاوردهای زیربنایی طرح محسوب می شود.

تربیت سرمایه انسانی

طرح تحول بستری مناسب برای آموزش کارشناسان جوان، انتقال تجربه و ارتقای توان تخصصی نیروهای داخلی فراهم کرده است.

ارزیابی عملکرد و دستاوردهای طرح تحول زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور

ارزیابی عملکرد طرح های ملی، تنها به سنجش میزان تحقق اهداف کمی محدود نمی شود، بلکه میزان تأثیرگذاری، اثربخشی، کارایی و ارزش آفرینی آن ها در تحقق اهداف توسعه ای نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. در این چارچوب، ارزیابی طرح تحول زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور بر مبنای دو محور اصلی انجام می شود:

۱- تحقق اهداف و برنامه های اجرایی شامل پیشرفت فیزیکی پروژه ها، توسعه پوشش مطالعاتی، تولید اطلاعات پایه و اجرای فعالیت های تخصصی.

۲- اثرات و پیامدهای طرح شامل کاهش ریسک سرمایه گذاری، توسعه دانش فنی، تقویت زیرساخت های اطلاعاتی، توسعه ظرفیت

بخش خصوصی و ایجاد زمینه برای کشف ذخایر معدنی جدید.

با این رویکرد، عملکرد طرح صرفاً از منظر حجم فعالیت ها ارزیابی نمی شود، بلکه میزان ارزش افزوده ایجاد شده برای بخش معدن، دستگاه های اجرایی و اقتصاد کشور نیز مورد توجه قرار می گیرد.

ارزیابی عملکرد فاز نخست: تولید اطلاعات پایه زمین شناسی و اکتشافی

فاز نخست طرح، هسته اصلی برنامه تحول محسوب می شود و با هدف تولید اطلاعات پایه در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰، اجرای مطالعات زمین شناسی، اکتشافات ژئوشیمیایی و زمین شناسی اقتصادی طراحی شده است. مطابق برنامه، اجرای این فاز در قالب ۴۲۰ سلول اطلاعاتی و ۱۲۶۰ پروژه تخصصی پیش بینی شده است. مهم ترین دستاوردهای این فاز عبارتند از:

● ارتقای دقت و کیفیت اطلاعات پایه علوم زمین از طریق تغییر مقیاس مطالعات

● ایجاد پوشش اطلاعاتی مناسب برای پهنه های اولویت دار معدنی کشور

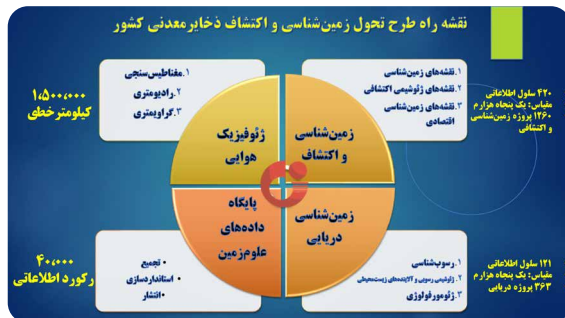
● شناسایی نواحی امیدبخش برای ادامه مراحل اکتشاف

● تولید و ارائه داده های علوم زمین مطابق استاندارد تدوینی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور که قابل استفاده در برنامه ریزی های اکتشافی و ملی هستند

● کاهش عدم قطعیت در تصمیم گیری های اکتشافی و سرمایه گذاری از منظر راهبردی، این فاز موجب می شود که اطلاعات پایه زمین شناسی از یک محصول صرفاً علمی به ابزاری برای تصمیم سازی در توسعه بخش معدن، زیرساخت های عمرانی و آمایش سرزمین تبدیل شود.

ارزیابی عملکرد فاز دوم: ژئوفیزیک هوابرد

اجرای عملیات ژئوفیزیک هوابرد، یکی از مهم ترین نوآوری های طرح تحول محسوب می شود. هدف این فاز، توسعه شناخت ساختارهای زیرسطحی و افزایش احتمال کشف ذخایر پنهان و عمقی از طریق برداشت گسترده داده های ژئوفیزیکی است. بر اساس برنامه، حدود ۱/۵ میلیون کیلومتر خطی عملیات ژئوفیزیک هوابرد برای کشور پیش بینی شده است. این فاز زمینه گذار از اکتشافات سنتی به اکتشافات داده محور و مبتنی بر فناوری را فراهم کرده است. دستاوردهای مورد انتظار این فاز شامل موارد زیر است:



آن بر توسعه اقتصادی، ارتقای زیرساخت های علمی و فنی، بهبود نظام تصمیم گیری، افزایش مشارکت بخش خصوصی و کاهش ریسک سرمایه گذاری مورد ارزیابی قرار گیرد.

طرح تحول زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور با هدف ایجاد تحول در نظام تولید اطلاعات پایه علوم زمین طراحی شد و آثار آن فراتر از حوزه زمین شناسی، بخش های معدن، صنعت، عمران، محیط زیست و برنامه ریزی سرزمین را نیز تحت تأثیر قرار داده است. تا زمان نگارش این گزارش، مهم ترین دستاوردهای طرح در ابعاد مختلف به شرح زیر است.

دستاوردهای کمی پروژه تحول بیرجند (استان خراسان جنوبی)

محدوده طرح	۱۲,۵۰۰ کیلومتر مربع
تعداد پروژه	۶۰ پروژه
تعداد کارشناس روز	۱۴,۰۰۰ روز
تعداد نمونه زمین شناسی و اکتشافی	۲۰,۰۰۰ نمونه
محدوده های آنومالی	۱۷ محدوده طلا
	۶۰ محدوده مس
	۲۵ محدوده نیکل
	۹ محدوده منیزیت
	۶ محدوده سرب و روی

دستاوردهای کمی پروژه تحول دیواندره (استان کردستان)

محدوده طرح	۱۵,۶۲۵ کیلومتر مربع
تعداد پروژه	۷۵ پروژه
تعداد کارشناس روز	
تعداد نمونه زمین شناسی و اکتشافی	۲۹,۳۱۷
محدوده های آنومالی	۵۷ محدوده طلا
	۳۶ محدوده مس
	۱۸ محدوده آهن
	چندین نشانه منگنز
	۱۰ محدوده سرب و روی
پرواز ژئوفیزیک هوایی	۲۲,۴۰۰ کیلومتر خطی

- افزایش دقت در شناسایی ساختارهای زمین شناسی.
- کاهش هزینه و زمان اکتشاف در مراحل بعدی.
- افزایش احتمال کشف ذخایر عمیق.
- تولید داده های پایه برای مدل سازی های پیشرفته علوم زمین.
- پشتیبانی از مطالعات آب های ژرف و سایر کاربردهای زیرسطحی.

ارزیابی عملکرد فاز سوم: زمین شناسی دریایی

ورود مطالعات زمین شناسی دریایی به عنوان یکی از ارکان طرح تحول، نشان دهنده توسعه نگاه راهبردی به ظرفیت های دریایی کشور است. این فاز با هدف تولید اطلاعات پایه در سواحل و پهنه های آبی، شناسایی منابع معدنی دریایی، پشتیبانی از پروژه های عمرانی و حفاظت از محیط زیست دریایی طراحی شده است. از مهم ترین آثار این فاز می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- افزایش شناخت از ظرفیت های معدنی سواحل و بستر دریا.
- پشتیبانی از توسعه اقتصاد دریامحور.
- کمک به جانمایی و ایمن سازی پروژه های زیرساختی دریایی.
- تولید داده های پایه برای مدیریت محیط زیست دریایی.
- تقویت جایگاه علوم زمین در برنامه ریزی های کلان دریایی کشور.

بررسی عملکرد سه فاز اصلی طرح تحول نشان می دهد که این برنامه، فراتر از اجرای مجموعه ای از پروژه های زمین شناسی، موفق شده است زیرساخت های دانشی و اطلاعاتی مورد نیاز توسعه بخش معدن را به شکل قابل توجهی تقویت کند. تغییر رویکرد از تولید پراکنده اطلاعات به اجرای یک برنامه یکپارچه، استفاده از فناوری های نوین، گسترش همکاری با بخش خصوصی و توجه هم زمان به خشکی و دریا، از مهم ترین ویژگی های این طرح به شمار می رود. در عین حال، تحقق کامل اهداف طرح مستلزم استمرار تأمین منابع مالی، تقویت سرمایه انسانی، توسعه زیرساخت های فناورانه و استقرار نظام های مؤثر پایش و کنترل کیفیت است. از این رو، ارزیابی عملکرد نشان می دهد که ضمن وجود دستاوردهای ارزشمند، تداوم موفقیت طرح نیازمند مدیریت فعال چالش ها و بهبود مستمر فرآیندهای اجرایی خواهد بود.

تحلیل دستاوردهای طرح تحول زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی کشور

دستاوردهای یک طرح ملی آشکار می شود که با توجه تعداد پروژه های اجرا شده، حجم عملیات و میزان اعتبارات هزینه شده، آثار

مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، توسعه نظام برون سپاری فعالیت‌های تخصصی، افزایش مشارکت بخش خصوصی و حرکت به سمت مدیریت پروژه‌محور از دیگر آثار مدیریتی این طرح محسوب می‌شود.

۴- دستاوردهای اجتماعی و منطقه‌ای

تمرکز بخش قابل توجهی از عملیات اجرایی در استان‌های کمتر برخوردار، موجب رونق فعالیت‌های فنی، ایجاد فرصت‌های شغلی، افزایش تقاضا برای خدمات مهندسی و ارتقای توان تخصصی نیروهای بومی شده است. علاوه بر این، حضور تیم‌های تخصصی در مناطق مختلف کشور موجب افزایش شناخت ظرفیت‌های معدنی، ارتقای تعامل با دستگاه‌های استانی و تقویت نگاه توسعه‌محور به منابع طبیعی شده است.

۵- دستاوردهای علمی و فناورانه

اجرای طرح تحول، فرصت مناسبی برای توسعه دانش فنی در حوزه علوم زمین ایجاد کرده است. تولید حجم گسترده‌ای از داده‌های علوم زمین، ایجاد روش‌های نوین برداشت (نرم افزار زمین برداشت)، استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در پردازش داده ها، توسعه سامانه های پایگاه جامع داده‌های علوم زمین، زمینه ارتقای توان علمی کشور را فراهم ساخته است. همچنین، اجرای این طرح موجب افزایش تعامل میان سازمان، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های دانش بنیان شده و بستر مناسبی برای توسعه فناوری‌های نوین در بخش معدن ایجاد کرده است.

دستاوردهای کمی پروژه تحول تکاب - مهاباد (استان آذربایجان غربی)

محدوده طرح	۷،۵۰۰ کیلومتر مربع
تعداد پروژه	۳۶ پروژه
تعداد کارشناس روز	
تعداد نمونه زمین شناسی و اکتشافی	۷،۸۴۸
محدوده‌های آنومالی	۲۹ محدوده طلا
	۴۳ محدوده مس
	۳۲ محدوده آهن
	۱۲ محدوده سرب و روی
	چندین محدوده خاک صنعتی، آهک، دولومیت، بوکسیت و دغالسنگ

● تکمیل عملیات اکتشاف ژئوفیزیک هوایی در بلوک دیواندره استان کردستان به وسعت ۲۲،۴۰۰ کیلومتر خطی جهت شناسایی ذخایر پنهان معدنی

● اجرای عملیات اکتشاف ژئوفیزیک هوایی در منطقه بردسکن استان خراسان رضوی (منطقه بردسکن - کاشمر - سبزوار) به وسعت ۸۲،۰۰۰ کیلومتر خطی جهت شناسایی ذخایر پنهان معدنی
به طور کلی دستاوردهای پروژه را می‌توان در چند دسته زیر توصیف کرد:

۱- دستاوردهای فنی و تخصصی

از مهم‌ترین دستاوردهای فنی طرح، ارتقای کیفیت و دقت اطلاعات پایه علوم زمین است. تغییر مقیاس مطالعات به ۱:۵۰،۰۰۰، توسعه اکتشافات ژئوشیمیایی، مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی، ژئوفیزیک هواپرد و زمین‌شناسی دریایی، امکان شناخت دقیق‌تر ساختارهای زمین‌شناسی و پهنه‌های امیدبخش معدنی را فراهم کرده است. همچنین، توسعه سامانه‌های تجمیع، ذخیره‌ساز و ارائه اطلاعات استاندارد و پردازش داده‌ها، زمینه بهره‌گیری گسترده‌تر از فناوری‌های نوین در اکتشافات معدنی را فراهم ساخته است.

۲- دستاوردهای مدیریتی

اجرای طرح تحول، تجربه‌ای ارزشمند در مدیریت یک برنامه ملی چندبخشی ایجاد کرده است. همکاری میان سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، امیددرو، وزارت صنعت، معدن و تجارت، شرکت‌های مهندسی مشاور، دانشگاه‌ها و سایر نهادهای مرتبط، الگویی از هم‌افزایی سازمانی را شکل داده که می‌تواند در سایر طرح‌های ملی نیز