

صحنه از میدان تازه تقابل اقتصاد، فناوری و زمین‌شناسی گزارش می‌دهد:

# نبض فناوری در مشت عناصر نادر خاکی



امروزه که فناوری با شتاب بی‌سابقه پیش می‌رود، عناصر نادر خاکی به یکی از پیشران‌های اصلی این تحول بدل شده‌اند و جایگاهی راهبردی یافته‌اند. این ۱۷ عنصر، با وجود فراوانی نسبی، به دلیل پیچیدگی و هزینه بالای استخراج و فرآوری، به منابعی استراتژیک در قرن ۲۱ تبدیل شده‌اند. با گسترش انرژی‌های پاک، خودروهای برقی و فناوری‌های نوین، نقش این عناصر پررنگ‌تر شده است؛ از موتور خودروهای برقی و توربین‌های بادی تا نمایشگرها و تجهیزات پیشرفته، همگی به آن‌ها وابسته‌اند. همین موضوع، رقابت جهانی برای کنترل زنجیره تأمین را تشدید کرده و چین را به بازیگر مسلط این بازار تبدیل کرده است. در مقابل، کشورهای غربی به دنبال توسعه اکتشاف، بازیافت و بومی‌سازی فناوری‌ها هستند. در این میان، ایران نیز با ظرفیت‌های زمین‌شناسی قابل توجه، می‌تواند وارد این رقابت شود، اما اکتشافات پراکنده، نبود فناوری فرآوری و چالش‌های زیست‌محیطی، موانع اصلی پیش‌روی این بخش است. «صحنه» با گفت‌وگو با کارشناسان، فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌روی ایران در حوزه عناصر نادر خاکی را بررسی کرده است.



## پایه‌ای برای اقتصاد دیجیتال و فناوری‌های نوین

شرکت‌های دانش‌بنیان، مسیر بومی‌سازی فناوری استخراج و جداسازی را تسریع کرد. البته این مهم نیازمند سرمایه‌گذاری هدفمند و سیاست‌گذاری هماهنگ میان وزارت صمت، وزارت علوم و نهادهای حاکمیتی است.

**مسئله‌های جدی و قابل مدیریت**

در خصوص نگرانی‌های زیست‌محیطی، الماسی گفت: یکی از نگرانی‌هایی که همواره به معادن عناصر نادر وارد می‌شود، اثرات منفی زیست‌محیطی ناشی از فرآوری شیمیایی این عناصر است. پساب‌ها، مواد اسیدی و پسماندهای رادیواکتیو می‌توانند منطقه را آلوده کنند. اما اگر از ابتدا با طراحی مهندسی مناسب، روش‌های استخراج سازگار با محیط‌زیست و پایش دائمی پروژه پیش برویم، می‌توان این تهدید را به فرصت تبدیل کرد. حتی بازیافت عناصر نادر از زباله‌های الکترونیکی می‌تواند بخشی از این معضل را کاهش دهد.

مهندس الماسی در پایان گفت‌وگو، به اهمیت راهبردی این عناصر در استقلال صنعتی کشور اشاره کرد و گفت: در شرایط تحریم و محدودیت‌های بین‌المللی، توسعه صنعت عناصر نادر می‌تواند پشتوانه‌ای برای اقتصاد مقاومتی و تولید ملی باشد. سرمایه‌گذاری در این حوزه باید جزو اولویت‌های صندوق توسعه ملی، بانک‌های تخصصی و حتی سرمایه‌گذاران خصوصی قرار گیرد. بی‌تردید آینده صنعت بدون عناصر نادر قابل تصور نیست.

## سخن پایانی

در دنیایی که فناوری با سرعتی چشمگیر در حال تحول است، عناصر نادر خاکی به یکی از پایه‌های اصلی اقتصاد و امنیت تبدیل شده‌اند. از خودروهای برقی تا تجهیزات پیشرفته، همگی به این عناصر وابسته‌اند و همین موضوع رقابت جهانی برای تأمین آن‌ها را تشدید کرده است. ایران با برخورداری از ظرفیت‌های زمین‌شناسی قابل توجه در استان‌هایی مانند یزد، کرمان و خراسان جنوبی، امکان حضور در این عرصه را دارد؛ اما نبود فناوری فرآوری، ضعف در اکتشافات هدفمند و چالش‌های زیست‌محیطی، موانع اصلی این مسیر هستند. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد تنها با تکمیل زنجیره ارزش و سرمایه‌گذاری در دانش و فناوری می‌توان به جایگاه پایدار دست یافت. در این میان، توجه به نیروی انسانی متخصص و همکاری میان صنعت، دانشگاه و بخش خصوصی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در نهایت، اگر این فرصت با نگاهی راهبردی مدیریت شود، عناصر نادر خاکی می‌تواند به یکی از پیشران‌های اصلی اقتصاد صنعتی و اقتصاد دانش‌بنیان ایران تبدیل شوند.



## نیاز روزافزون جهان به منابع نادر

فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست است. در بسیاری از کشورها، به دلیل پساب‌های اسیدی و آلودگی‌های رادیواکتیو حاصل از فرآوری، اعتراضات محیط‌زیستی گسترده‌ای شکل گرفته است.

بنابراین توسعه این صنعت، بدون برنامه‌ریزی دقیق زیست‌محیطی، می‌تواند به بحران‌های محلی منجر شود. ایران باید از ابتدا بر پایه استانداردهای بین‌المللی و استفاده از فناوری‌های سبز پیش برود.

دکتر جلالی در بخش دیگری از این گفت‌وگو به لزوم ایجاد زنجیره ارزش داخلی اشاره کرد و گفت: اگر صرفاً ماده معدنی عناصر نادر را به‌صورت خام صادر کنیم، نه تنها سود اقتصادی پایین‌تری خواهیم داشت، بلکه در معرض نوسانات قیمتی بازار جهانی نیز قرار می‌گیریم. وی افزود: باید به سمت تکمیل زنجیره ارزش برویم؛ یعنی از مرحله اکتشاف، استخراج و فرآوری، تا ساخت آهنرباهای دائم، باتری‌ها و سایر محصولات نهایی. این کار مستلزم همکاری میان بخش‌های مختلف است. دانشگاه‌ها باید در تولید تخصصی عناصر نادر، مشابه آنچه در چین انجام شده، می‌تواند بستری برای رشد شرکت‌های دانش‌بنیان و سرمایه‌گذاری مشترک فراهم کند.

## فرصت‌های سرمایه‌گذاری و دیپلماسی معدنی

این استاد دانشگاه با تأکید بر اهمیت جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی گفت: صنعت عناصر نادر به شدت سرمایه‌بر است. از همین رو، باید مدل‌های مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) و همچنین سرمایه‌گذاری مشترک با کشورهای دارای فناوری در دستور کار قرار گیرد. در کنار سرمایه‌گذاری، باید به دیپلماسی معدنی نیز توجه کرد. کشورهای بسیاری برای تأمین پایدار عناصر نادر با یکدیگر توافق‌نامه‌های راهبردی امضا کرده‌اند. ایران نیز می‌تواند با استفاده از موقعیت ژئوپلیتیکی خود، بخشی از این زنجیره تأمین شود.

در پایان این گفت‌وگو، دکتر جلالی با اشاره به نقش پژوهش و آموزش گفت: برای توسعه پایدار این حوزه، نیازمند تربیت متخصصانی در حوزه ژئوشیمی، مهندسی معدن، فرآوری مواد معدنی و حتی اقتصاد معدنی هستیم. دانشگاه‌ها باید برنامه‌های آموزشی تخصصی در زمینه عناصر نادر طراحی کنند و ارتباط خود را با پروژه‌های میدانی افزایش دهند. همچنین باید به آینده‌نگری فناوری توجه داشت، چرا که کاربرد عناصر نادر در سال‌های آینده بسیار گسترده‌تر خواهد شد.

سیاوش جلالی، استاد زمین‌شناسی و مشاور اکتشاف عناصر نادر خاکی، در گفت‌وگو با «صحنه» به ابعاد مختلف اهمیت این عناصر پرداخت. وی گفت: عناصر نادر خاکی شامل ۱۷ عنصر هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به نئودیمیم، ساماریوم، لانتان، پرتودیومیم و ایتربیوم اشاره کرد. این عناصر با وجود نامشأن، در واقع چندان هم نادر نیستند، اما استخراج اقتصادی و تفکیک آن‌ها بسیار دشوار است. مهم‌ترین ویژگی این عناصر، نقش حیاتی آن‌ها در ساخت آهنرباهای دائم، تجهیزات پزشکی، باتری‌های لیتیوم-یون، سیستم‌های هدایت‌پذیر و حتی صنایع دفاعی است.

جلالی با اشاره به تسلط چین بر بازار جهانی عناصر نادر خاکی گفت: چین نزدیک به ۶۰ تا ۷۰ درصد از تولید جهانی این عناصر را در اختیار دارد و در برخی سال‌ها این رقم به بیش از ۸۰ درصد هم رسیده است. این انحصار، به کشور قدرت چانه‌زنی ژئوپلیتیکی می‌دهد.

وی افزود: در سال‌های اخیر، کشورهای غربی به‌ویژه آمریکا، کانادا و استرالیا به دنبال تنوع‌بخشی به زنجیره تأمین عناصر نادر خاکی بوده‌اند تا از وابستگی به چین بکاهند. این موضوع، برای کشورهای چون ایران که دارای پتانسیل زمین‌شناسی بالا هستند، فرصتی راهبردی محسوب می‌شود. این زمین‌شناس اقتصادی در ادامه درباره وضعیت ایران گفت: بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که ایران، به‌ویژه در استان‌هایی مانند خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، یزد، کرمان و حتی برخی نواحی آذربایجان شرقی، دارای اندیس‌های معدنی قابل توجهی از عناصر نادر خاکی است. متأسفانه تاکنون اکتشاف عناصر نادر در کشور به صورت نظام‌مند و عمیق دنبال نشده و اغلب مطالعات پراکنده و آزمایشگاهی بوده‌اند. اما طرح‌های جدید سازمان زمین‌شناسی و ایمیبدو برای پهنه‌بندی عناصر نادر، نویدبخش یک حرکت ملی است.

وی افزود: اگر بتوانیم نقشه‌های پتانسیل عناصر نادر را با دقت تهیه کنیم و وارد مرحله حفاری اکتشافی شویم، می‌توان ظرف ۵ تا ۷ سال آینده به بهره‌برداری تجاری رسید.

## چالش‌های فنی و محیط‌زیستی

جلالی در ادامه، به چالش‌های جدی این حوزه اشاره کرد و گفت: یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، فناوری استخراج و جداسازی این عناصر است. عناصر نادر به‌ندرت به صورت خالص یافت می‌شوند و معمولاً در کانی‌های فسفاتی، مولزیت، باستی‌زیت یا زنونتیم محبوس‌اند. وی افزود: فرایند جداسازی نیازمند تجهیزات پیشرفته و

## آگهی فراخوان مناقصه عمومی دو مرحله‌ای



**شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه (سهامی خاص)** به شناسه ملی ۱۴۰۱۲۱۹۰۸۴۵ به نظر دارد "تأمین کابل‌های LV از موقعیت DC BOX ها تا MV TURNKEY ها" نیروگاه خورشیدی ۱۰ مگاواتی کرمانشاه" را از طریق برگزاری مناقصه عمومی دو مرحله‌ای به تأمین‌کننده واجد شرایط واگذار نماید. از متقاضیان واجد شرایط دعوت به عمل می‌آید که در مهلت مقرر جهت دریافت اسناد مناقصه بصورت مراجعه حضوری و یا درخواست مکتوب جهت ارسال فایل اسناد به صورت الکترونیکی اقدام نمایند.

### شرایط مناقصه:

۱. نوع مناقصه: عمومی دو مرحله‌ای
  ۲. موضوع مناقصه: تأمین کابل‌های LV از موقعیت DC BOX ها تا MV TURNKEY ها نیروگاه خورشیدی ۱۰ مگاواتی کرمانشاه
  ۳. مهلت دریافت اسناد مناقصه: از روز یکشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۱۳ تا پایان وقت اداری روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۱۶
  ۴. محل دریافت اسناد مناقصه و تحویل پاکت: تهران- مرزداران- بلوار آریافر- نیش خیابان خلیج فارس- پلاک ۱۰- طبقه اول، دفتر شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه، تلفن: ۴۴۳۸۷۸۵۷-۴۴۳۸۷۸۵۹، کدپستی: ۱۴۶۶۴۴۷۸۳
  ۵. مدارک لازم جهت دریافت اسناد مناقصه: ارائه درخواست مکتوب
  ۶. نحوه دریافت اسناد از سوی متقاضی: از طریق مراجعه حضوری به دفتر شرکت و یا از طریق الکترونیکی در پیام‌رسان داخلی (بله) به شماره ۰۹۳۹۹۳۴۲۷۹۷
  ۷. آخرین مهلت ارسال پیشنهادات: تا ساعت ۱۳:۰۰ روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۲۳ ساعت ۱۳:۰۰
  ۸. نوع تضمین شرکت در مناقصه: ضمانتنامه بانکی و یا چک صیادی حقوقی ثبت شده در سامانه
  ۹. محل اجرای پروژه: استان کرمانشاه- شهر کرمانشاه- شهرک صنعتی زاگرس- جاده باغ فلک- پروژه نیروگاه خورشیدی پویای کرمانشاه
  ۱۰. آگهی به عهده برنده مناقصه می‌باشد.
- \* شرایط، مدارک مورد نیاز، سایر اطلاعات و جزئیات مربوطه در اسناد مناقصه مندرج می‌باشد.  
\* ارائه پیشنهاد به منزله پذیرش کامل مفاد اسناد مناقصه تلقی می‌گردد.  
\* شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه در قبول یا رد هر یک از پیشنهادات مختار می‌باشد.

شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه

## آگهی فراخوان مناقصه عمومی دو مرحله‌ای



**شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه (سهامی خاص)** به شناسه ملی ۱۴۰۱۲۱۹۰۸۴۵ به نظر دارد "تأمین کابل‌های MV از موقعیت MV TURNKEY ها تا PCC ها نیروگاه خورشیدی ۱۰ مگاواتی کرمانشاه" را از طریق برگزاری مناقصه عمومی دو مرحله‌ای به تأمین‌کننده واجد شرایط واگذار نماید. از متقاضیان واجد شرایط دعوت به عمل می‌آید که در مهلت مقرر جهت دریافت اسناد مناقصه بصورت مراجعه حضوری و یا درخواست مکتوب جهت ارسال فایل اسناد به صورت الکترونیکی اقدام نمایند.

### شرایط مناقصه:

۱. نوع مناقصه: عمومی دو مرحله‌ای
  ۲. موضوع مناقصه: تأمین کابل‌های MV از موقعیت MV TURNKEY ها تا PCC ها نیروگاه خورشیدی ۱۰ مگاواتی کرمانشاه
  ۳. مهلت دریافت اسناد مناقصه: از روز یکشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۱۳ تا پایان وقت اداری روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۱۶
  ۴. محل دریافت اسناد مناقصه و تحویل پاکت: تهران- مرزداران- بلوار آریافر- نیش خیابان خلیج فارس- پلاک ۱۰- طبقه اول، دفتر شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه، تلفن: ۴۴۳۸۷۸۵۷-۴۴۳۸۷۸۵۹، کدپستی: ۱۴۶۶۴۴۷۸۳
  ۵. مدارک لازم جهت دریافت اسناد مناقصه: ارائه درخواست مکتوب
  ۶. نحوه دریافت اسناد از سوی متقاضی: از طریق مراجعه حضوری به دفتر شرکت و یا از طریق الکترونیکی در پیام‌رسان داخلی (بله) به شماره ۰۹۳۹۹۳۴۲۷۹۷
  ۷. آخرین مهلت ارسال پیشنهادات: تا ساعت ۱۳:۰۰ روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۵/۰۲/۲۳ ساعت ۱۳:۰۰
  ۸. نوع تضمین شرکت در مناقصه: ضمانتنامه بانکی و یا چک صیادی حقوقی ثبت شده در سامانه
  ۹. محل اجرای پروژه: استان کرمانشاه- شهر کرمانشاه- شهرک صنعتی زاگرس- جاده باغ فلک- پروژه نیروگاه خورشیدی پویای کرمانشاه
  ۱۰. آگهی به عهده برنده مناقصه می‌باشد.
- \* شرایط، مدارک مورد نیاز، سایر اطلاعات و جزئیات مربوطه در اسناد مناقصه مندرج می‌باشد.  
\* ارائه پیشنهاد به منزله پذیرش کامل مفاد اسناد مناقصه تلقی می‌گردد.  
\* شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه در قبول یا رد هر یک از پیشنهادات مختار می‌باشد.

شرکت مولد برق نیروگاهی پویای کرمانشاه