

استرالیا علیه سلطه چین بر باز ار گالیوم

استرالیا یکی از معدود کشورهایی در سطح جهان به شمار می‌آید که از ذخایر قابل توجه فلز گالیوم برخوردار است؛ فلزی که در صنایع الکترونیک، تولید لامپ‌های ال ای دی و نیمه‌رساناها به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در راستای تنوع‌بخشی به منابع مواد معدنی حیاتی، شرکت «Alcoa» اخیرا اعلام کرد که توافق‌نامه‌ای مشترک با شرکت «JAGA» به منظور بررسی امکان فرآوری گالیوم در یکی از پالایشگاه‌های آلومینای خود واقع در غرب استرالیا امضا کرده است.
گفتنی است شرکت «JAGA» به واسطه همکاری میان شرکت «Sojitz» و سازمان تامین مواد معدنی و انرژی ژاپن (JOGMEC) راه‌اندازی شده که نمایانگر تلاش راهبردی ژاپن برای تامین مواد معدنی حیاتی داخلی در صنایع دفاعی و حوزه فناوری است.

❑ **فلز گالیوم و ارزش روبه‌رشد آن**

فلز گالیوم که محصول جانبی فرآوری بوکسیت محسوب می‌شود، اگرچه شاید در رسانه‌ها چندان بر روی پوشش اخبار آن مانور داده نمی‌شود اما واقعیت این است که در پشت پرده، این فلز جایگاهی کلیدی در تولید برخی از پیشرفته‌ترین سیستم‌ها و ابزارهای فناورانه در جهان دارد. از گالیوم به طور گسترده در تولید سخت‌افزار هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها و سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود.
همانند بسیاری از فلزات و عناصر نادر خاکی، چین حدود ۸۰ درصد از عرضه جهانی فلز گالیوم را در اختیار دارد و اخیرا دولت این کشور محدودیت‌هایی بر صادرات این عنصر حیاتی اعمال کرده است. در این میان، کشورهایی مانند استرالیا، ژاپن و ایالات متحده آمریکا فلز گالیوم را عنصری مهم برای حفظ امنیت ملی و جایگاه خود در حوزه فناوری قلمداد کرده و این عنصر را در فهرست مواد اولیه حیاتی خود قرار داده‌اند.

نکته قابل توجه در خصوص گالیوم اینکه در حال حاضر از این فلز به عنوان یکی از عناصر کلیدی در حوزه هوش مصنوعی استفاده می‌شود. با توجه به رشد بی‌سابقه تقاضا برای سخت‌افزارهای تخصصی محاسباتی در حوزه هوش مصنوعی، ترکیبات گالیوم به ویژه نیتريد گالیوم (GaN) به دلیل عملکرد عالی آن نسبت به نیمه‌رساناهای مبتنی بر سیلیسیم، نقش غیرقابل جایگزینی در فناوری‌های پیشرفته پیدا کرده است. بر همین اساس و در صورت موفقیت پروژه شرکت «Alcoa»، استرالیا می‌تواند به یکی از بزرگ‌ترین منابع تامین گالیوم در جهان تبدیل شود که این امر موقعیت ژئوپلیتیکی و اقتصادی این کشور را به طور قابل توجهی تقویت خواهد کرد. هرچند تاثیر مالی کوتاه‌مدت این پروژه بر درآمدهای شرکت «Alcoa» قابل توجه نخواهد بود اما اقدام حر کتی جسورانه برای ایجاد یک پایگاه راهبردی در بلندمدت برای کاهش وابستگی کشورهای غربی به چین در زمینه تامین گالیوم محسوب می‌شود. طبق آخرین برآوردهای صورت گرفته، تولید گالیوم در پروژه شرکت «Alcoa» از سال ۲۰۲۶ آغاز خواهد شد.

❑ **شرکت «Critical Metals Corp» به گالیوم پرعیار دست یافت**

پس از انتشار خبر همکاری شرکت «Alcoa» با شرکت «JAGA» در زمینه تولید گالیوم، شرکت «Critical Metals Corp» اعلام کرد که نتایج نمونه‌برداری‌های اخیر پروژه «Tambreez» این شرکت در جنوب گرینلند نشان می‌دهد در پروژه نامبرده ذخایر قابل توجهی از گالیوم پرعیار وجود دارد. گزارش شرکت «Critical Metals Corp» که اخیرا متن آن منتشر شده، اهمیت راهبردی این پروژه را به ویژه در شرایط افزایش تنش‌های جهانی در زنجیره تامین برجسته‌تر کرده است. در بیانیه مطبوعاتی شرکت نامبرده اعلام شده است که در آخرین حفاری انجام شده به روش حفاری الماسی، عیار اکسید گالیوم در پروژه مذکور را در بازه ۸۰ تا ۱۴۰ قسمت در میلیون برآورده شده که به طور قابل توجهی بالاتر از میانگین عیار اعلام شده در سایر ذخایر این فلز راهبردی در نقاط مختلف جهان است.
تونی سیج، مدیرعامل و مدیر اجرایی شرکت «Critical Metals Corp» در این بیانیه تاکید کرد: توسعه منابع داخلی گالیوم به دلیل ممنوعیت صادرات این فلز از سوی چین به آمریکا، امری ضروری و حیاتی است و دیگر نمی‌توان به تامین آن از منابع خارجی به ویژه چین اتکا کرد.
اینکه پتانسیل گالیوم در حوزه انرژی پاک غیرقابل انکار است اما فرایند استخراج این فلز به سادگی سایر مواد معدنی حیاتی نیست. در واقع، گالیوم به صورت مستقیم استخراج نمی‌شود بلکه تولید آن از طریق فرآوری بوکسیت آلومینیوم و فلز روی انجام می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که بیش از ۱۷ هزار تن گالیوم موجود در سنگ معدن بوکسیت، تنها حدود چهار هزار و ۵۰۰ تن آن به بازار عرضه می‌شود و مابقی در فرایند فرآوری بوکسیت یا باطله گل قرمز از بین می‌رود. این موضوع باعث شده است حجم عرضه گالیوم با حجم تقاضای آن در تعادل نباشد. علاوه براین، تولید گالیوم به شرایط قیمت سایر فلزات در بازار جهانی وابسته است که همین مسئله آسیب‌پذیری زنجیره تامین را افزایش می‌دهد.

بر همین اساس کشورهایی مانند آمریکا و هند با ریسک‌هایی ناشی از وابستگی بیش از حد به واردات گالیوم و سایر مواد اولیه حیاتی از چین مواجه هستند؛ اگرچه آمارهای دقیقی از میزان صادرات گالیوم چین منتشر نشده است اما داده‌های منتشر شده توسط سازمان تامین مواد معدنی و انرژی ژاپن نشان می‌دهد که این کشور یکی از واردکنندگان اصلی گالیوم از چین است. در همین راستا و در سال ۲۰۲۱، از ۱۶۷ تن گالیوم مصرفی در ژاپن، حدود ۹۷ تن آن از طریق واردات تامین شده و به گفته شماری از کارشناسان، حدود ۶۰ درصد این واردات از چین صورت گرفته است. با این حال، واردات گالیوم ژاپن از چین طی سه‌سال اخیر به دلیل محدودیت‌های صادراتی پکن کاهش یافته است. در مجموع استرالیا با اقداماتی حساب شده در جهت توسعه منابع داخلی گالیوم، در حال شکل دهی به نقشی محوری خود در زنجیره تامین جهانی این فلز حیاتی بوده که پیش از این تحت سلطه چین بوده است. این حرکت نه تنها فرصت‌های اقتصادی جدیدی برای کشور فراهم می‌آورد بلکه به عنوان راهبرد مهمی برای کاهش وابستگی کشورهای غربی به منابع محدود و پرریسکی مانند مواد معدنی حیاتی شناخته می‌شود. با توجه به افزایش حجم استفاده از هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین که به گالیوم وابسته هستند، می‌توان انتظار داشت نقش این فلز در اقتصاد جهانی و امنیت ملی کشورها روزبه‌روز مهم‌تر شود و سرمایه‌گذاری‌هایی که امروز در این راستا انجام می‌شود، زمینه‌ساز موفقیت در ایجاد زنجیره تامین صنعت مواد معدنی حیاتی در آینده به ویژه در کشورهای غربی خواهد بود.

در ترجمه اختصاصی چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی معادن کوچک را بررسی کرد:

# نسخه نجات معدنکاری سنتی



معدنکاری سنتی و مقیاس کوچک، با وجود سهم قابل توجه در اشتغال و تأمین مواد معدنی، همواره با چالش‌هایی مانند تخریب محیط‌زیست، ضعف ایمنی، فعالیت‌های غیررسمی و نبود نظارت کافی همراه بوده است. با این‌حال، حذف این بخش به دلیل وابستگی میلیون‌ها نفر به درآمد آن، راهکار واقع‌بینانه‌ای به نظر نمی‌رسد. در همین زمینه، **معدن** در این گزارش به بررسی راهکارهای رسمی‌سازی، آموزش، توسعه فناوری و همکاری میان دولت، معدنکاران و شرکت‌های معدنی برای حرکت این بخش به سمت فعالیتی ایمن تر و پایدار تر پرداخته است.

معدنکاری سنتی؛ شمشیری دولبه

تأثیر اقتصادی معدنکاری سنتی نیز قابل توجه است. این بخش سهم قابل توجهی از عرضه جهانی مواد معدنی حیاتی مانند طلا، کبالت، قلع، تنگستن و تانتالوم را تولید می‌کند؛ موادی که برای فناوری‌ها و صنایع مدرن ضروری هستند. در سال ۲۰۲۳، غنا ۴۰۳ میلیون اونس طلا استخراج کرد که بخش قابل توجهی از آن تحت تأثیر افزایش تولید معدنکاران سنتی و مقیاس کوچک قرار داشت.

با این حال، این مسیر حیاتی برای تأمین درآمد می‌تواند هزینه سنگینی برای محیط‌زیست داشته باشد. تخریب محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های کنترل‌نشده معدنکاری سنتی اغلب شدید است؛ به‌طوری‌که در برخی موارد جنگل‌ها از بین می‌روند، زمین‌های کشاورزی تخریب می‌شوند و رودخانه‌ها با مواد شیمیایی سمی مانند جیوه و سیانید مورد استفاده در فرآوری طلا آلوده می‌شوند.

کیفیت هوا در مناطق معدنی نیز اغلب به دلیل گردوغبار و انتشار آلاینده‌ها از روش‌های ابتدایی فرآوری با مشکل مواجه است. این آثار زیست‌محیطی نه‌تنها اکوسیستم‌های محلی را تخریب می‌کنند، بلکه خطرات جدی برای سلامت معدنکاران و جوامع اطراف به همراه دارند.

### چالش تنظیم مقررات معدنکاری سنتی

و فرآیندهای بیش‌ازحد بوروکراتیک صدور مجوز را ساده کند تا دریافت مجوز از نظر هزینه مقرون‌به‌صرفه و از نظر اقتصادی جذاب باشد.

دولت‌ها باید چارچوب‌های قانونی‌ای ایجاد کنند که موانع رسمی‌شدن را برطرف کند، برای جوامع محروم تنبیهی نباشد و فرآیندهای بیش‌ازحد بوروکراتیک صدور مجوز را تسهیل کند. ما به توانایی ایجاد چارچوب‌های قانونی شفاف و جامع نیاز داریم که واقعیت‌های معدنکاری مقیاس کوچک را به رسمیت بشناسد و با آن سازگار باشد. این چارچوب علاوه بر ساده‌سازی فرایند صدور مجوز، باید دسترسی عادلانه به زمین و تعیین استانداردهایی واقع‌بینانه زیست‌محیطی و ایمنی را نیز تضمین کند؛ استانداردهایی که معدنکاران مقیاس کوچک بتوانند آنها را رعایت کنند. رسمی‌سازی نه‌تنها به ورود معدنکاران به اقتصاد قانونی کمک می‌کند، بلکه موجب بهبود رعایت مقررات، تسهیل دسترسی به منابع مالی و بازارها و ایجاد پایه‌ای برای ارتقای استانداردهای کاری و زیست‌محیطی خواهد شد.

❑ **آموزش و همکاری**

یکی دیگر از مؤلفه‌های حیاتی اصلاح معدنکاری سنتی، آموزش و توانمندسازی است. برنامه‌های آموزشی هدفمند در زمینه بهترین روش‌های معدنکاری، استانداردهای ایمنی، حفاظت از محیط‌زیست و مهارت‌های کسب‌وکار می‌توانند معدنکاران را قادر سازند فعالیت‌های خود را به شکل موثرتر و پایدارتر انجام دهند، آثار منفی فعالیت‌هایشان را کاهش دهند و در عین حال سودآوری محلی را افزایش دهند.

تنها روش‌هایی که مستقیماً با خود معدنکاران کار می‌کنند، موثر خواهند بود. تصمیم‌گیری درباره مقررات معدنکاری بیش از حد معمول بدون مشارکت افرادی انجام می‌شود که بیشترین

### پیامدهای اقتصادی و ضرورت ساماندهی

تجهیزات بسیار پیچیده و گران‌قیمت نیست؛ بلکه حتی ابزارهای ساده‌تر برای فرآوری بهتر مواد معدنی، کاهش مصرف مواد شیمیایی، مدیریت آب و افزایش ایمنی می‌توانند تغییر قابل‌توجهی در عملکرد معادن کوچک ایجاد کنند.

از مهم‌ترین اولویت‌هاست. آموزش روش‌های جایگزین و فراهم کردن تجهیزات مناسب می‌تواند میزان آلودگی آب و خاک را کاهش دهد و همزمان سلامت معدنکاران و ساکنان مناطق اطراف را بهتر حفظ کند. چنین اقداماتی زمانی موفق خواهند بود که معدنکاران بتوانند از نظر اقتصادی نیز اجرای آنها را مقرون‌به‌صرفه بدانند. همکاری همکار می‌ان دولت‌ها، شرکت‌های معدنی بزرگ، سازمان‌های محلی و خود معدنکاران می‌تواند زمینه‌انتقال فناوری و تجربه را فراهم کند. شرکت‌های بزرگ‌تر می‌توانند در زمینه آموزش، تأمین تجهیزات و ایجاد زنجیره‌های تأمین مسئولانه نقش داشته باشند و دولت‌ها نیز با ایجاد مشوق‌های مناسب، مسیر حرکت معدنکاران به سمت فعالیت رسمی و پایدار را هموار کنند.

❑ **اصلاح بدون حذف معدنکاران**

پیامدهای اجتماعی معدنکاری سنتی نیز به همان اندازه نگران‌کننده است. معدنکاران به دلیل ماهیت غیررسمی این فعالیت، اغلب شرایط کاری نامناسب را می‌پذیرند و در معرض خطرات شناخته‌شده مرتبط با سلامت قرار می‌گیرند، بدون آنکه از حمایت‌های قانونی، مزایا یا پشتیبانی برخوردار باشند.

متأسفانه کار کودکان نیز در این بخش غیرمعمول نیست و کودکان خردسال در معرض همان خطراتی قرار می‌گیرند که بزرگسالان با آن مواجه هستند. زنان که بخش قابل‌توجهی از نیروی کار معدنکاری سنتی را تشکیل می‌دهند، اغلب با تبعیض و آزار جنسی مواجه‌اند. ورود معدنکاران به مناطق جدید نیز می‌تواند موجب اختلالات اجتماعی، از جمله افزایش نرخ جرم و فروپاشی ساختارهای سنتی جوامع شود.

علاوه بر این، غیررسمی بودن بخش بزرگی از فعالیت‌های معدنکاری سنتی باعث می‌شود این فعالیت‌ها اغلب خارج از چارچوب‌های قانونی و مقرراتی انجام شوند. این مسئله می‌تواند به ایجاد درگیری با فعالیت‌های معدنی رسمی، کاهش درآمدهای دولت از طریق فرار مالیاتی و قاچاق منجر شود. برآورد می‌شود غنا سالانه ۲ میلیارد دلار به دلیل قاچاق طلا از دست می‌دهد و تنها در سال ۲۰۲۲ حدود ۶۰ تن طلا از این کشور قاچاق شده است.

تأثیر را از این فعالیت‌ها می‌پذیرند؛ یعنی خود معدنکاران محلی. مشارکت دادن مردم محلی در حکمرانی معدنکاری سنتی تضمین می‌کند که راهبردهای تدوین‌شده، واقعیت‌های موجود در میدان را هدف قرار دهند، نه اینکه مشکلات را تشدید کنند. پیچیدگی‌های بخش معدنکاری سنتی نیازمند رویکردی هماهنگ است که از توانمندی‌ها و منابع همه ذی‌نفعان، از جمله شرکت‌های فعال در این زنجیره‌ها، استفاده کند. شرکت‌های خصوصی باید مسئولیت بیشتری در زمینه سرمایه‌گذاری و فراهم کردن روش‌های معدنی سبزتر و پایدارتر که معدنکاران بتوانند از آنها استفاده کنند، بر عهده بگیرند.

❑ **حرکت معدنکاری به سوی آینده‌ای ایمن‌تر**

اگرچه معدنکاری سنتی و مقیاس کوچک چالش‌های متعددی ایجاد می‌کند، اما ظرفیت قابل‌توجهی نیز به‌عنوان محرکی برای توسعه پایدار دارد. نمی‌توان این بخش را به‌سادگی تعطیل کرد، زیرا برای میلیون‌ها نفر منبع حیاتی معیشت است. در عوض، تمرکز باید بر تبدیل معدنکاری سنتی به بخشی پایدارتر و کارآمدتر از اقتصاد باشد.

این امر نیازمند رویکردی متوازن شامل رسمی‌سازی، آموزش و همکاری است. با اتخاذ چنین رویکردی، می‌توان بخش معدنکاری سنتی را ساماندهی کرد و اطمینان یافت که این فعالیت به‌صورت مثبت در توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامعی که به آن وابسته‌اند، نقش آفرینی می‌کند.

بوریس ایوانوف مدیرعامل شرکت Emiral Resources، یک گروه معدنی جهانی است که بر اکتشاف، استخراج و تولید منابع معدنی زمین در مناطقی از جمله سودان، غنا و موریتانی تمرکز دارد. نسخه‌ای از این مقاله نخستین بار توسط شرکت Emiral منتشر شده است.

یکی از مهم‌ترین نکات در سیاست‌گذاری برای معدنکاری سنتی این است که مقابله با فعالیت‌های غیرقانونی نباید به حذف کامل معدنکاران کوچک و فقیر منجر شود. تفاوت میان یک معدنکار سنتی که برای تأمین معاش خانواده خود فعالیت می‌کند و شبکه‌های سازمان‌یافته استخراج و قاچاق غیرقانونی باید در سیاست‌گذاری‌ها مورد توجه قرار گیرد.

رویکرد صرفاً تنبیهی ممکن است فعالیت‌ها را به مناطق دورافتاده‌تر منتقل کند و نظارت دولت را دشوارتر سازد. در مقابل، ایجاد مسیر مشخص برای دریافت مجوز، آموزش معدنکاران و فراهم کردن مشوق‌های اقتصادی می‌تواند انگیزه بیشتری برای ورود آنها به اقتصاد رسمی ایجاد کند.

در نهایت، آینده معدنکاری سنتی نه در تعطیلی این بخش، بلکه در ساماندهی، رسمی‌سازی و ارتقای شیوه‌های فعالیت آن قرار دارد. اگر دولت‌ها و سایر ذی‌نفعان بتوانند میان نیازهای اقتصادی جوامع محلی، حفاظت از محیط‌زیست و الزامات ایمنی تعادل ایجاد کنند، معدنکاری سنتی می‌تواند از یک فعالیت پرریسک به عمدتاً غیررسمی به بخشی سازمان‌یافته‌تر و پایدارتر از زنجیره معدن تبدیل شود.

#### سخن پایانی

اجتماعی بکاهد و هم بهره‌وری این بخش را افزایش دهد. در نهایت، موفقیت در این مسیر به ایجاد تعادلی میان معیشت معدنکاران، منافع اقتصادی دولت و ضرورت حفاظت از محیط‌زیست وابسته است؛ تعادلی که می‌تواند معدنکاری سنتی را از یک چالش به بخشی موثرتر از توسعه پایدار تبدیل کند.

ساماندهی معدنکاری سنتی و مقیاس کوچک بیش از آنکه به معنای حذف این بخش باشد، به معنای هدایت آن به سمت فعالیتی رسمی، ایمن و پایدار است. ایجاد مسیرهای ساده برای دریافت مجوز، آموزش معدنکاران، دسترسی به فناوری و تجهیزات مناسب و مشارکت جوامع محلی می‌تواند هم از آسیب‌های زیست‌محیطی و

❑ **فناوری؛ بخشی از راه‌حل**

استفاده از فناوری‌های مناسب نیز می‌تواند نقش مهمی در اصلاح معدنکاری سنتی داشته باشد. فناوری لزوماً به معنای استفاده از