فصلنامه سنگ و معدن
تابستان ۱۴۰۱، شمـــاره ۵۶، قیمت ۴۰۰،۰۰۰ تومان



ایران را به جای بهتری برای سرمایه‌گذاری تبدیل کنیم

اقتصـــاد گردشی و معدنکاری دانش‌بنیان

اقتصاد گردشی؛ معدنکاری بدون پسماند در راه است

مؤثرترین راه حذف مس باقیمانده در قراضه فولاد

شرکت معدنی آهن آجین

مجری پروژه‌های:
عمرانی ,باطله‌برداری, تجهیز و راه‌اندازی معادن بزرگ



دفتر تهران: شهرک غرب، بلوار شهید پاکنژاد، بلوار شهید دکتر رحمان دادمان، برج طوبی ۱، طبقه هشتم کد پستی: ۱۴۶۶۷۹۳۸۳۹
تلفن : ۷۳ - ۹۶۶۶۷۰۶۰ فکس : ۹۶۶۶۷۰۷۴ صندوق پستی: ۱۵۸۱۵/۳۳۶۴
دفتر مرکزی: همدان، سعیدیه، خیابان سعیدیه، کوچه اردیبهشت، پلاک ۳، طبقه ۵ کد پستی: ۶۵۱۶۷۸۶۲۰۵

www.ajingroup.com E-mail: info@ajingroup.com



نام هنرمند: دیم ژاکلین باربارا هپورث
۱۹۷۵- ۱۹۰۳
مجسمه ساز بریتانیایی که نقش بسیار مهمی در تجربه‌ی مدرنیسم انگلستان داشت



بالا:
نام اثر: فرم های در حرکت
جنس: مس
ارتفاع: ۸۹ سانتی متر
تولید: ۱۹۶۵

راست:
نام اثر: چهار فیگور منتظر
جنس: برنز پرداخته شده
ارتفاع: ۶۰ سانتی متر
تولید: ۱۹۶۸



چپ:
نام اثر: بهار
جنس: مس و برنز
ارتفاع: ۸۱ سانتی متر
تولید: ۱۹۶۶

فصلنـــامه سنگ و معـــدن
رسانه بخش خصوصی معادن و صنایع ایران
شمـــــاره ۵۶، پاییز ۱۴۰۱

سرمقاله

ایران را به جای بهتری برای سرمایه‌گذاری تبدیل کنیم ۵
محمدرضا بهرامن

اقتصـاد گردشی و معدنکاری‌دانش‌بنیان ۸
غلامرضا حمیدی انارکی

توسعه‌ی پایدار

اقتصاد گردشی؛ معدنکاری بدون پسماند در راه است ۱۱

محیط‌زیست

مؤثرترین راه حذف مس باقیمانده در قراضه فولاد (بخش دوم) ۳۱
کاترین ای. دان، آندره کابِررا سِرنو، و جولی‌ین آلوود

خبرهاونظرها ۴۲

- نگاهی به غنای ذخایر و ارزش اقتصادی معادن افغانستان
- مشـــکل کم آبی ربطی به اســـتخر خانه ها و حتی مصرف کارخانه ها ندارد؛ جلوی اسراف در آب کشاورزی را بگیرید
- سعدمحمدی: دو سه نسل از فناوری معدنی عقب افتاده‌ایم،اگرتدبیرنکنیم فاصله بیشترمی‌شود
- افت محسوس ایران در «آزادی تجارت بین المللی»

صاحب امتیاز:
شرکت فصلنامه سنگ(سهامی خاص)

مدیر مسئول: محمدرضا بهرامن

سردبیر: غلامحسین فرشادی

زیر نظر شورای سیاست گذاری:
غلامرضا حمیدی انارکی، علی خطیبی، کیهان گوهرین، حمیدرضا معصومی، علیرضا باقری، حمیدرضا امیریان، سحر رکنی

مدیر فنی و هنری: فریبا معزی

آدرس: خیابان سمیه، بین فرصت و ایرانشهر، جنب بانک انصار، شماره ۱۹۵، طبقه اول
کد پستی: ۱۵۸۱۷۳۸۹۱۵
تلفن: ۸۸۸۴۷۴۶۰ - ۸۸۸۴۷۶۸۵
فاکس: ۸۸۸۳۰۵۸۱
www.iranminehouse.ir
آدرس الکترونیکی:info@iranminehouse.ir
پست الکترونیکی:

لیتوگراقی، چاپ و صحافی: کیان چاپ
خیابان دماوند، خیابان شهید غفاری پلاک ۷۵
۷۷۵۹۳۶۶۱

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

- سنگ و معدن نخستین رســـانه‌ی بخش خصوصی معادن و صنایع معدنی ایران است که هر سه ماه یک بار منتشر می‌شود.
- سنگ و معدن مطالبی را منتشـــر می‌کند که اهمیت و ارزش مزیت‌های معدنی و جنبه‌ها و آثار اقتصادی- اجتماعی و زیســـت محیطی ســـرمایه‌گذاری صنعتی بر مبنای منابع معدنی را بشناساند، ضرورت ارتباط با بازارهای بزرگ سرمایه و فناوری پیشرفته جهانی را نشان دهد و تفکر علمی برای سازمان‌دهی مدرن بخش خصوصی را ترویج کند.
- سنگ و معدن نشریه‌ای اســـت آزاد و مستقل که به هیچ گروه و دسته‌ای وابستگی ندارد و از هیچ دستگاه دولتی و غیر دولتی کمک مالی دریافت نکرده است.
- چاپ مطالب لزوما به معنی تایید دیدگاه پدیدآوردندگان این مطالب نیست.
- سنگ و معدن مقاله های پذیرفته شده را پس از ویرایش منتشر می‌کند.
- سنگ و معدن مطالب رســـیده را برنمی‌گرداند. مطالب باید به صورت خوانا، یک خط در میان و بر یک روی کاغذ ارسال شود.

گروه باریت ایران
IRAN BARITE GROUP
تولید کننده پیشتاز انواع پودرهای معدنی و صنعتی


کارخانه سلفچگان

نشانی : تهران ، خیابان سهروردی شمالی ، خیابان شهید میرزایی زینالی (کیهان شرقی)، شماره ۵۲
تلفن : ۸۸۴۳۸۰۶۴ - ۸۸۴۱۵۱۶۴ - ۸۸۴۱۶۲۶۲ فکس : ۸۸۴۱۱۱۱۴
www.iranbaritegroup.com Email : info@iranbaritgroup.com
Tel: 88438064 - 88415164 - 88416262 Fax: 88411114 P.O.Box.: 15875/9193

معدن باریت کمشچه

سرمقاله



ایران را به جـــای بهتری برای سرمـایه‌گـذاری تبدیـل کنیـم

تحریم‌ها و جنگ اکراین و حجم بالای نقدینگی، نگرانی و سردرگُمی‌های بســیاری در بین نخبــگان و ســرمایه‌گذاران و کارآفرینان ما به وجود آورده و انگیزه هر گونه ســرمایه‌گذاری زاینده را از بین برده است.

ثبات اقتصاد کلان و قدرت پیش‌بینی‌پذیری آن، یک اصل تعیین‌کننده است که متأسفانه این روزها روندی کاهنده یافته و در معرض مخاطره جدّی قرار گرفته است.

آن چیزی که این روزها در فضای مجازی جولان می‌دهد، خودش منشاء و مروّج فساد است. فساد بزرگ و بزرگ‌ترین علت فساد، حجم نقدینگی و روند افزایشــی لجام‌گســیخته آن است که خســارت‌های بسیاری بر پیکرهٔ نحیف تولید وارد می‌کند و با اســتفاده از قدرت رســانه‌ای‌اش، بخش واقعی اقتصاد کشور را به حاشیه می‌بَرَد.

دولت با کسری بودجه بالایی که دارد، نمی‌تواند جایگزین ســرمایه‌گذاری بخش خصوصی، اعم از داخلی و خارجی باشد.

ســرمایه گذرارنی که در سخت ترین شــرایط ناشــی از تحریم‌های بی‌سابقه، همچون ســربازان صف مقــدم جبهه، با چنگ و دندان، تولیــد را حفظ کرده‌اند، بیش از اینها باید مورد احترام باشند،

شــکاهش بیــکاری و فقرزدایی و برقراری عدالــت اجتماعی، به عکس آن چیــزی که در تیترهای زرد، ترویج می‌شــود، بــا پرداخت یارانه یا ســرکوب قیمت‌هــا و در یک کلام، با اقتصاد دســتوری و بگیر و ببند، حاصل نمی‌شــود و بلکه خود موجب رانت و فساد بیشتر می‌شود. جلب و جذب سرمایه‌گذاری‌های بزرگ به جای راه‌حل‌های مُسکّن و موردی، مهم‌ترین نیاز این روزهای کشور است.

دولت با کسری بودجه بالایی که دارد، نمی‌تواند جایگزین سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، اعم از داخلی و خارجی باشد. مهم‌ترین وظیفه دولت و مجموعه حاکمیت این است که ایران را جای بهتری برای سرمایه‌گذاری بکند. به بــزرگان و نخبگان و کارآفرینان کشــور، میدان عمل بدهد و احترام بگذارد.

ســرمایه گذرارنی که در ســخت ترین شــرایط ناشــی از تحریم‌های بی‌سابقه، همچون سربازان صف مقدم جبهه، با چنگ و دندان، تولید را حفظ کرده‌اند، بیش از اینها باید مورد احترام باشند.

این در حالتی است که جایگاه و اعتبار آنان در تصمیم‌سازی‌های کلان کشور بسیار پایین و در حال تضعیف شدن است.

به جای پرداختن به امور روزمرّه و دچار شدن به روزمرگی و هزینه‌کردِ بی‌فایــده برای مقابله با معلول یا معلول‌ها، به علت‌ها بپردازیم.

اگــر بخواهیم فقر را ریشــه‌کن و عدالت را برقرار کنیــم، باید بر عامل به‌وجودآورنــده‌اش توجه کنیم. بازگشــت ثبات اقتصــاد کلان، یعنی پیش‌بینی‌پذیری مطلوب و در نتیجه، خطای کمتر در تصمیم‌گیری‌های مربوط به آینده را جدّی بگیرید.


CERTIFICATION

N° PPG/2006/26760

POUDR SAZAN MFG. CO.
(A PART OF POUDR SAZAN INDUSTRIAL AND MINING GROUP)

PRODUCTION OF SUPER-MICRONIZED MINERAL POWDERS (INCLUDING BARITE, BENTONITE, FLUORINE, CALCIUM CARBONATE, RED IRON OXIDE AND OTHER MINERAL POWDERS) UP TO 5000 MESH (2 MICRONS).

Factory: Bouali Industrial State 4th km. Mahalat Road DELIJAN IRAN

Headquarters: No 1, Hamalan Corner West Kesheavarz Blvd. TEHRAN IRAN

AFAQ AFNOR International certifies that all the arrangements covering the above-mentioned activities and locations established to meet the requirements of the international standard:

AFAQ AFNOR International certifie que pour les activités et les sites référencés ci-dessus toutes les dispositions mises en œuvre pour répondre aux exigences requises par la norme internationale :

ISO/TS 29001 : 2003

have been examined and found conform.
ont été examinées et jugées conformes.

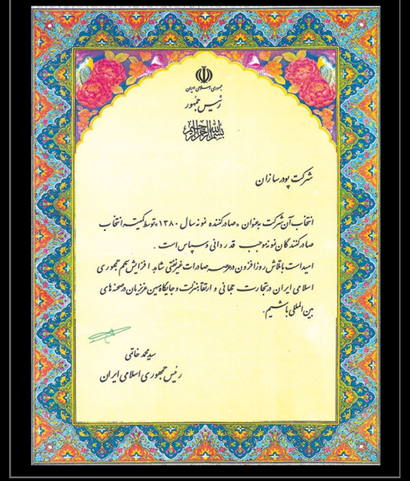
2006-05-21
2009-05-20

F. NICOLAS

A. KAZEMKHANI

Design by amirkhosro kazem




بسمه تعالی
ریاست جمهور
بسم الله الرحمن الرحیم
شرکت پودرسازان
انتخاب آن شرکت برتر، صادرکننده نمونه سال ۱۳۸۰ و سپس کسب انتخاب صادرکنندگان نمونه موجب قدردانی و سپاس است.
امید است با تلاش روزافزون موجب صادرات غیرنفتی شایسته، افزایش کم جمهوری اسلامی ایران و تجارت شرکت و جایگاه بین برتر بازار و صنعت‌های بین‌المللی باشیم.
سید محمد خاتمی
رئیس جمهوری اسلامی ایران

دریافت تندیس سپاس صادرکننده نمونه در سال ۱۳۸۰ از ریاست محترم جمهوری اسلامی

PS

POUDRSAZAN

Industrial & Mineral Group

www.poudrsazan.com

گروه صنعتی ومعدنی پودر سازان

متشکل از شرکتهای تولیدی پودر سازان- زنجان پودر- هرمزپودر

مجموعه ای با بیش از ۲۵ سال سابقه درخشان درصنعت تولید پودرهای میکرونیزه معدنی ودارنده گواهینامه بین المللی درمدیریت کیفیت ازیوکاس انگلستان واحد نمونه سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ودریافت لوح صادرکننده نمونه سال ۱۳۸۰ از ریاست محترم جمهوری وارائه دهنده خدمات مهندسی ومشاوره درطراحی واجرای خطوط تولید پودرهای میکرونیزه این گروه با دراختیار داشتن معادن مختلف در اقصی نقاط کشوروخطوط متعددتولید درکارخانـــجات خود شامل پودرسازان درشهرستان دلیجان-زنجان پودردرشهرستان قزوین و هرمزپودر دربندرعباس یکی ازبزرگترین تولیدکنندگان مواداولیه معدنی موردمصرف درصنایع حفاری چاههای نفت وگاز وسدسازی وسایر صنایع همچون رنگسازی- چینی وسرامیك لاستیك وپلاستیك- الکترود- لعاب شیشه وکاغذ- لنت ترمزنساجی- چسب ورزین- ایزولاسیون- گرانول- خوراك دام وطیور وآبزیان و صنایع شیمیایی در ایران میباشد.

سرمایه گذارنمونه کشور بابت احداث وبهره برداری واحدهای نمونه صنعتی و معدنی
ازطرف وزارت صنایع و معادن تیرماه ۱۳۸۴

منتهـــای مراتب این مزیت‌هـــا تنها با ســـرمایه‌گذاری‌های بـــزرگ از قوه به فعل در می‌آیند. اهتمام اصلـــی ما باید متمرکز بر رفع موانع و تســـهیل سرمایه‌گذاری‌های بزرگ باشد.

وجود مزیت‌های نسبی در کشور ما برای جلب و جذب سرمایه‌گذاری‌های بزرگ، یک موهبت اســـتثنایی اســـت که هر کشـــوری از آن برخوردار نیســـت. منتهای مراتب این مزیت‌ها تنها با سرمایه‌گذاری‌های بزرگ از قـــوه به فعل در می‌آیند. اهتمام اصلی ما بایـــد متمرکز بر رفع موانع و تسهیل سرمایه‌گذاری‌های بزرگ باشد.

متوســـط رشد اقتصادی ما در یک دهه گذشته، تقریباً صفر مطلق بوده و رشد ســـرمایه‌گذاری به صورت مستمر منفی بوده است. به طور قطع در همه دولت‌ها در این زمینه، ســـرمایه‌گذاری بلندمدت، کاستی‌هایی وجود داشـــته است و این نقصان مختص این یا آن دولت نیست.

به عنوان مثال بیشـــترین محرومیت‌های کشور ما در مناطق مرکزی و جنوب شرقی اســـت که حدود ۷۰درصد ذخایر قطعی معدنی کشور ما در این مناطق نهفته است.

غلبـــه بر این تضاد غم‌انگیز، یعنی غنای ذخایر و فقر ســـرمایه‌گذاری را باید با رویکردی آینده‌نگرانه چاره‌جویی کنیم.

وجـــود این تضـــاد غم‌انگیـــز مویّد این واقعیت اســـت که در ســـپهر جغرافیایی کشور، توازن سرمایه‌گذاری نداریم.با سرمایه‌گذاری صنعتی و صنعت‌گســـتری بر مبنای مزیت‌های نســـبی، به ویژه ذخایر معدنی و منابع عظیم انرژی پاک، خواهیم توانســـت نسبت به رفع فقر و افزایش رفاه مردم شریف ایران عزیز موفق باشیم. مهم این است که تمرین‌های ناموفق گذشته را تکرار نکنیم.

در این کارزار سخت و دشوار، سرمایه‌گذاری حرف اول را می‌زند

محمدرضـــا بهرامـــن



اقتصـــاد گردشی و معدنکاری دانش‌بنیان



غلامرضا حمیدی انارکی

ایران، در یک دوران پرنوسان، با چالش‌ها و اَبَرچالش‌های بسیاری دست و پنجه نرم می‌کند. بحران خشکسالی و کم‌آبی یک اَبَرچالش جدّی است که گزارش ۲۰۲۱ سازمان ملل متحد از آن به عنوان یک همه‌گیری جهانی، بعد از پاندمی کووید ۱۹ یاد می‌کند و نسبت به آن هشدار داده است.

توجـــه به اصل بهینگی با هدف اســـتحصال ارزش حداکثری منابع آب و خـــاک وانرژی و معدن، ضرورت فوری و حیاتی دارد. نحوه مدیریت منابع آب و خـــاک و مواد معدنی و افزایش عمر آن‌ها با توجه به اصول توســـعه پایدار، فقط از منظر اقتصادی مطرح نیســـت، بلکه هر گونه بی‌اعتنایی به این مقوله می‌تواند تبدیل به یک تهدید امنیتی شود.

باید پذیرفت که کشـــور ما پایان یـــک دورهٔ فراوانی آب و خاک و انرژی را ســـپری می‌کند. از این رو، برنامه‌ریـــزی آینده‌نگرانه به منظور تولید و بازتولید مواد، در حوزه‌های مختلف، اهمیت حیاتی دارد.

ما این موضوع را در دو شـــمارهٔ اخیر فصلنامه ســـنگ و معدن، به تفصیل



کاویده‌ایم: تولید کاغذ با اســـتفاده از سنگ‌های کربناتی، به جای درخت و الیاف ســـلولزی، و تولید رنگ‌های مرغوب از بازیافت گِل و لای معادن زغال‌سنگ و در شمارهٔ حاضر به نقش و کارکرد اقتصاد گردشی (Circular Economy) در معدنکاری و فلزات.

اقتصاد گردشی مفهومی نوظهور است که نحوهٔ تفکر ما را درباره استفاده از مواد معدنی و فلزات، دگرگون می‌سازد. ذهنیت تولید و تولید مجدد را جایگزین ذهنیت تولید - دفع پسماند می‌کند.

اصل اساســـی اقتصاد گردشی این اســـت که در طبیعت، چیزی به عنوان دورریختنی یا پسماند وجود ندارد، بلکه هر پسماند به نوبهٔ خود، مواد اولیه برای تولیدی دیگر است.

اقتصاد گردشـــی، زنجیره تولید و بازتولید مداوم را به حرکت در می‌آورد و معدنکاری بدون پســـماند را توصیه و تئوریزه می‌کند. و هدف آن حذف پســـماند از طریق طراحی بهتر مواد، محصولات، سیســـتم‌ها و مدل‌های کسب و کار است.

در این نظام باززاینده و بازگردانندهٔ مواد، پسماند وجود ندارد و جای خود را به تمرکز به بازگرداندن و باززنده‌سازی مواد می‌دهد.

امـــا اقتضای این تبدیل، تبدیل ماده به ســـتانده، مســـتلزم به کارگیری دانش و فناوری پیشرفته اســـت که امری بسیار سرمایه‌بر و دیربازده و با درجه ریسک بالا است. چون فناوری معمولاً با هزینه بسیار سنگین خلق می‌شـــود. به همین علت، کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به آن، جلب و جذب ســـرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را در دستور کار خود قرار داده اند .

ســـرمایه گذاری خارجی، فقط از منظر تأمین منابع مالی مطرح نیست. از آن مهم‌تر، انتقال فناوری پیشـــرفته است که یکی از مولفه‌های قطعی هر نوع آینده‌نگری بلندمدت به شمار می‌آید.

سازمان‌دهی مدرن بخش خصوصی و جذب مهارت‌ها و تجربیات تولیدی مدرن از طریق جذب ســـرمایه‌گذاری خارجی امکان پذیر می گردد و این در حالی اســـت که بخش معدن ما در حال حاضر با مشکل ماشین‌آلات و تجهیزات فرســـوده و مستعمل رو به رو است و دولت هیچ برنامه‌ای برای حل این مشکل ندارد.

افزایش حقوق گمرکی ماشـــین‌آلات تولیـــدی و حذف معافیت گمرکی، به دلیل حـــذف ارز ۴۲۰۰تومانـــی موجب ادامهٔ این معضـــل گردیده و ماشین‌آلات فرسوده باعث مصرف بالای انرژی شده است.
اضافه کنید معضلِ تحریم‌های حداکثری را که جریان سرمایه‌گذاری مولّد و پویا را به کلی از کار انداخته است.

بیشترین خسارت ناشی از تحریم‌ها، تحریم سرمایه‌گذاری‌های بزرگ است که برای کشـــور ما، در این روزهای ســـخت و دشوار، از نان شب واجب‌تر است.

غنای ذخایر معدنی و منابع عظیـــم انرژی پاک اقتضاء می‌کند در آینده، هـــزاران پارک تحقیق و فنـــاوری و بنگاه‌های دانش‌بنیان توســـط بخش خصوصی داخلی و خارجی ایجاد شود تا از طریق اتصال به بازار سرمایه و دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، مسیر آبادانی و رفاه مردم شریف ایران محقق شود.

کشـــور ما پایان یک دورهٔ فراوانی آب و خاک و انرژی را ســـپری می‌کند. از این رو، برنامه‌ریزی آینده‌نگرانه به منظور تولید و بازتولید مواد، در حوزه‌های مختلف، اهمیت حیاتی دارد.

اصل اساسی اقتصاد گردشی این است که در طبیعت، چیزی به عنوان دورریختنی یا پسماند وجود ندارد، بلکه هر پسماند به نوبهٔ خود، مواد اولیه بـــرای تولیدی دیگر است.

اقتصاد گردشی؛ معدنکاری بدون پسماند در راه است

پیشگفتار

این نوشته در پی کاویدن نقش معدنکاری و فلزات در اقتصاد گردشی است؛ اقتصاد گردشی مفهومی نوظهور است که هدف آن بیرون کشیدن ارزش حداکثری مواد است. در عمل، به کارگیری این مفهوم مستلزم این است که مواد با مسئولیت‌پذیری تولید شوند و تا جایی که ممکن است، از طریق طراحی و کاربرد هوشمندانهٔ کالا که در آن بازیافت و دفع نیز در نظر گرفته شده باشد، در مدار کاربرد باقی بمانند. مفهوم اقتصاد گردشی چند پرسش بنیادی را در باب ساختار زنجیره‌های ارزش کالا و نحوهٔ ارتباط آن‌ها با جهان پیرامون نیز مطرح می‌کند.

این مفهوم دیدگاه شورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات (ICMM) را در مورد نحوهٔ مدیریت منابع و افزایش عمر آن‌ها با توجه به اصول توسعهٔ پایدار نشان می‌دهد. در واقع یکی از ۱۰ اصل ما برای توسعهٔ پایدار، اعضا را متعهد می‌کند که «از سیستم‌ها و دانش پایهٔ طراحی، مصرف، بازمصرف، بازیافت و دفع مسئولانهٔ کالاهای حاوی فلزات و مواد معدنی پشتیبانی و آن‌ها را تسهیل کنند.»

در این نوشته مشخصه‌های اقتصاد گردشی تعریف می‌شود و زمینهٔ رشد علاقه و توجه به این مفهوم بررسی می‌گردد. سپس به کاوش در نقش‌های جاری و بالقوهٔ صنعت معدنکاری و فلزات در چنین اقتصادی خواهیم پرداخت.

روشن است که اقتصاد گردشی شامل تغییر نحوهٔ تفکر ما دربارهٔ استفاده از مواد معدنی و فلزات، از ذهنیت تولید- دفع، به طرف مصرف و بازمصرف است. نمونه‌های موجود از گردش در بخش معدنکاری و فلزات، مانند بازیافت، بازمصرف، یا طراحی برای پیاده کردن اجزا پس از مونتاژ، بخشی از مفهوم اقتصاد گردشی را تشکیل می‌دهند و شالودهٔ گسترش به سمت کالاهای دیگر را می‌ریزند. خواص منحصر به فرد فلزات، مثل رسانندگی، استحکام، دوام، و قابلیت بازیافت- افزایش عمر مصرف آن‌ها را در حل یکی از چالش‌های بنیادی نسل‌های فعلی و آینده بسیار مهم جلوه می‌دهد. شورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات به توسعهٔ پایدار متعهد است و نقش فعال خود را در این زمینه استمرار می‌بخشد.

تام باتلر
مسئول اجرایی ارشد، شورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات

توسعه‌ی پایدار



۱

مقدمه

هدف از این مقاله بحث دربارهٔ تعریف و چشم‌انداز مفهوم اقتصاد گردشی، و کاوش در مورد نقش بخش معدنکاری و فلزات در چنین اقتصادی است.

طی دهه‌های گذشته، جنبه‌هایی از اقتصاد گردشی به صورت‌های مختلف ترویج شده است و امروز سازمان‌های تأثیرگذار و با نفوذی مثل بنیاد الن مک‌آرتور (Ellen MacArthur Foundation) و فوروم اقتصاد جهانی (World Economic Forum) حامی آن هستند. اقتصاد گردشی شیوهٔ تولید را در چارچوب مدلی گردشی توصیف می‌کند که در آن بازارها، مقررات، و نظام‌های صنعتی بهینه‌سازی می‌شوند تا کالاهایی با عملکرد بالا طراحی شوند، تأثیرات زیست‌محیطی حداقل شود، محیط‌زیست بازسازی یا ترمیم شود، و مصرف مواد به وضعیت بهینه برسد. اقتصاد گردشی قصد ندارد جایگزین اقتصاد بازار شود، بلکه می‌خواهد کارکرد صحیح اقتصاد بازار را، با ارائهٔ اطلاعات دقیق در مورد هزینه‌های کل تولید، مصرف و پسماند به خریداران و فروشندگان، تضمین کند.

در عین حال که دولت‌ها، شرکت‌های پیشگام و سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن) عناصر مفهوم اقتصاد گردشی، مانند ترویج بازیافت مواد، افزایش بازده استفاده از منابع، و طراحی کالاها با توجه بیشتر به اصول توسعهٔ پایدار را تا مدتی شرح می‌دهند، دنبال می‌کنند و به ترویج آن‌ها می‌پردازند، این عناصر غالباً در بافت صرفه‌جویی در مصرف منابع، مدیریت پسماند، یا بازده بوم‌شناختی مطرح و تشریح شده‌اند. امروز بحث اقتصاد گردشی در مباحث اقتصاد کلان و اقتصاد خرد، مانند قیمت‌گذاری فراگیر اثرات جانبی، مکانیسم‌های تأمین منابع مالی برای تضمین بازیابی منابع، و سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی مطرح می‌شود. این بحث توجه نیروهای تأثیرگذار جهانی در اقتصاد بازار (مثلاً رشد جمعیت، ظهور طبقهٔ متوسط، پیشرفت‌های فناوری) را به خود جلب می‌کند. مفهوم اقتصاد گردشی خواستار استفاده از انرژی‌های کم‌کربن به عنوان سوخت موتور اقتصاد است.

وقتی دربارهٔ اقتصاد سخن می‌گوییم گرایش داریم روی اقتصاد به منزلهٔ یک نظام اقتصادی تمرکز کنیم. در وِب‌گاه فرهنگ‌های آکسفورد اقتصاد چنین تعریف شده است: «وضعیت کشور یا ناحیه‌ای برحسب تولید و مصرف کالاها و خدمات و تأمین پول.» اقتصاد گردشی بر تعریف دوم و قدیمی‌تر اقتصاد تأکید دارد که می‌گوید: «مدیریت محتاطانه و دقیق منابع موجود». این تعریف اقتصاد نیز ارتباط مستقیم با شورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات (ICMM) و اعضای آن دارد، زیرا این‌ها تولیدکننده‌های اصلی مواد معدنی و فلزات‌اند و مواد ثانوی را فرآوری می‌کنند؛ به‌علاوه مصرف‌کنندگان بسیاری از انواع منابع مانند انرژی، آب و مواد شیمیایی صنعتی نیز هستند.

بقیهٔ این مقاله ساختاری به شکل زیر دارد. در بخش ۲ آن دسته از مشخصه‌های اقتصاد گردشی را خلاصه می‌کنیم که همگان بر سر آن‌ها اتفاق نظر دارند. در بخش ۳ دربارهٔ زمینه و محرک‌های اقتصاد گردشی بحث می‌کنیم. بخش ۴ به کاوش دربارهٔ نقش فعلی صنعت معدنکاری و فلزات در اقتصاد گردشی و تنگناهای آن تخصیص دارد. در بخش ۵ بعضی از حوزه‌هایی را شناسایی می‌کنیم که انجام اقداماتی در آن‌ها ضروری است تا بتوان از اقتصاد گردشی بیشتر حمایت کرد و آن را تسهیل نمود؛ در این بحث تمرکز روی حوزه‌هایی است که با ICMM، اعضای آن، و محصولات آن‌ها، ارتباط ویژه دارند. سرانجام در بخش ۶ نتیجه‌گیری می‌کنیم.

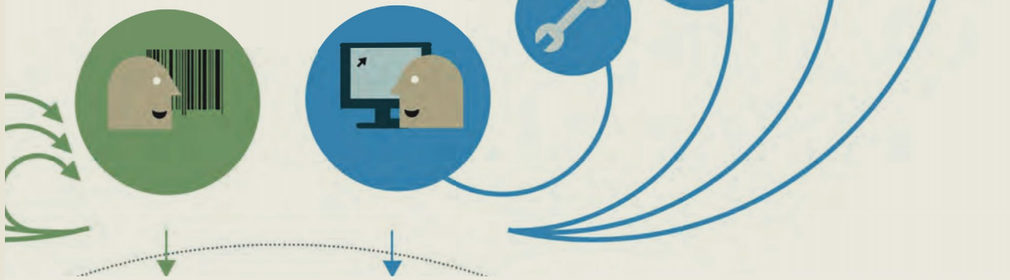
بسیاری از رهبران فکری بر این نکته تأکید دارند که تعریف و به‌کارگیری اقتصاد گردشی باید با تغییر چشمگیر نسبت به وضعیت موجود همراه باشد. در بعضی نوشته‌های مرتبط با اقتصاد گردشی، نیاز به تفکر دوباره دربارهٔ منظور ما از اقتصاد، موضوعی بنیادی و در پاره‌ای موارد کاملاً روشن است. اما مثال‌های خاص اقتصاد گردشی در معدنکاری و فلزات، از مدت‌ها قبل پیش چشم ما بوده است. این حوزه‌ای پیچیده است و نویسنده در گزارش حاضر در پی شکافتن هر چه ژرف‌تر این مفهوم نیست، بلکه صرفاً می‌کوشد تکمله‌ای سطح بالا بر نوشته‌های موجود با تمرکز روی پیامدهای بالقوهٔ آن در صنعت معدنکاری و فلزات ارائه دهد.

کادر یک

• دیدگاه بنیاد اِلِن مک‌آرتور دربارهٔ اقتصاد گردشی

«اقتصاد گردشی نوعی نظام صنعتی باززاینده یا بازگرداننده از جنبهٔ هدف و طرح است... این نظام شیوهٔ تفکر «پایان عمر محصول» را با مفهوم بازگرداندن آن به چرخهٔ مصرف جایگزین می‌کند و به سمت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، حذف مصرف مواد شیمیایی سمّی که مانع مصرف دوبارهٔ محصول می‌شوند، گرایش دارد و هدف آن حذف پسماند از طریق طراحی بهتر مواد، محصولات، سیستم‌ها، و مدل‌های کسب‌وکار است.»

«چنین اقتصادی بر چند اصل ساده مبتنی است. نخست، و مهم‌تر از همه، این که هدف اقتصاد گردشی «طراحی بدون پسماند» است. در این نظام پسماند وجود ندارد- محصولات طوری طراحی می‌شوند که بتوانند چرخهٔ پیاده کردن اجزا و مصرف مجدد را از سر بگذرانند. این چرخه‌های جمع‌وجور اجزا و محصول مشخصهٔ اصلی اقتصاد گردشی هستند و آن را از دفع، و حتی بازیافت، در مواردی که مقدار فراوانی انرژی و کار در محصول نهفته است که بر اثر بازیافت هدر می‌رود، متمایز می‌کنند. دوم این که، در اقتصاد گردشی بین اجزای مصرفی و اجزای بادوام هر محصول، تمایز اکید وجود دارد. برخلاف وضعیت فعلی، در اقتصاد گردشی مواد مصرف‌شدنی را از اجزای قابل تجزیهٔ زیستی یا «مواد مغذی» انتخاب می‌کنند که دست‌کم سمّی نباشند و در صورت امکان مفید هم باشند و بتوان با خیال راحت آن‌ها را به زیست‌سپهر (بیوسفر) بازگرداند؛ این کار را می‌توان مستقیماً یا طی زنجیره‌ای از کاربردهای پیاپی انجام داد. از طرف دیگر، اجزای بادوام، مثل موتورها یا کامپیوترها را از مواد مغذی فنی می‌سازند که برای بازگرداندن به زیست‌سپهر مناسب نیستند، مانند فلزات و اغلب پلاستیک‌ها. این اجزا را از ابتدا برای مصرف دوباره طراحی می‌کنند. سوم این که انرژی لازم برای راهبری این چرخه باید ماهیت تجدیدپذیر داشته باشد تا وابستگی به منابع کاهش و انعطاف‌پذیری سیستم (مثلاً در برابر شوک‌های نفتی) افزایش یابد.»





۲

اقتصاد گردشی چیست؟

مفهوم اقتصاد گردشی بسیاری از راهبردها و مفاهیم فعلی (مثلاً تفکر چرخهٔ عمر، اســـتفاده از منابع انرژی کم‌کربن، هم‌کوشی فراورده‌های جانبی، بهره‌وری منابـــع، بازیافت، مصرف مجدد، طراحی برای پیاده کردن اجزا) را به صورت یک مدل فراگیر برای نظام اقتصادی یک‌کاسه می‌کند (برای آشنایی با یک تعریف از اقتصاد گردشی و اصول آن به کادر ۱ رجوع کنید).

یکی از خصیصه‌های اقتصاد گردشـــی این است که در آن اندیشهٔ پایان عمر مواد و مصالح جای خود را به تمرکز روی بازگرداندن می‌دهد، خواه از طریق بازگرداندن مواد تجزیه‌پذیر زیستی به زمین، یا بازگرداندن مواد تجزیه‌ناپذیر زیستی به چرخهٔ اقتصاد.

اقتصاد گردشـــی بر پارادایم طراحی «از گهواره تا گهواره» مبتنی است که ویلیـــام مک‌دانـــا (William McDonough) و مایـــکل برانگارت (Michael Braungart) آن را ابـــداع کردند. این مفهوم در پاســـخ به



شکل ۱ اقتصاد گردشی

محدودیت‌های رویکرد بازده بوم‌شـــناختی (ایجاد ارزش بیشـــتر با تأثیر زیست‌محیطی کمتر) پی‌ریزی شد . مک‌دانا و برانگارت می‌گویند که این مفهوم، با پایین آوردن سرمایهٔ طبیعی، هر روز کارآمدتر می‌شود . مفهوم «از گهواره تا گهواره» به جای صرفاً کاهش تأثیر منفی، خواستار تمرکز روی تقویت کیفیت اقتصاد با استفاده از این اصول سادهٔ طراحی است:

- پسماند مساوی اســـت با غذا (مواد مغذی، مواد مغذی‌اند)- این اصل بـــر تضمین این نکته تمرکز دارد کـــه محصول و فراورده‌های جانبی آن (گازهای انتشـــار یافته و پســـماندها) را می‌توان به زمیـــن بازگرداند یا به‌عنوان منابـــع مصرف کرد یا آن‌ها را به صورت ورودی سیســـتم‌های تولید محصول مشابه یا متفاوت به کار برد.

- اســـتفاده از انرژی خورشیدی دریافتی فعلی- که خواستار تمرکز روی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است.

- ارج نهـــادن به تنوع- که خواســـتار توجه به تنـــوع محلی، فرهنگی و بوم‌شناختی در طراحی است.

مک‌دانا و برانگارت دو نوع «مادهٔ مغذی» را توصیف می‌کنند که خوراک محرک نظام‌های صنعتی است:

- مواد مغذی زیستی، مثل غذا، علف، درخت‌ها، و سایر منابع فیبری که سرانجام می‌توانند دوباره به خاک برگردند.

- مواد مغذی فنـــی مانند مواد معدنی، فلزات و پلاســـتیک‌ها که برای بازیابی، مصرف دوباره، یا بازیافت مناسب‌ترند.

به نظر مک‌دانا و برانگارت، بهینه‌ســـازی مصرف این مواد مغذی مستلزم به‌کارگیری رویکردهای جدید طراحی است که به راه‌حل‌های کارآمدتر از جنبهٔ بوم‌شناختی منتهی خواهد شد.

دیگـــران مفهوم از گهواره تا گهواره را گســـترش داده، آن را در مفاهیم پیشرو دیگری مثل کاپیتالیســـم طبیعی، تقلید زیستی، اقتصاد عمکرد و بوم‌شناســـی صنعتی ادغام کرده، تحلیل مفصل‌تری از اقتصاد گردشی را پیش‌بینی و پی‌ریزی کرده‌اند (نگاه کنید به شـــکل ۱). مرکز شکل ۱ معرف اقتصاد خطی ســـنتی اســـت که در آن مواد از زمین وارد مراحل تولید و مصرف می‌شوند و ســـرانجام به نوعی سناریوی بازیابی انرژی یا مدیریت پسماند می‌رسند.

دو طرف راســـت و چپ شکل ۱ نشـــان می‌دهند که مواد فنی و زیستی چگونـــه می‌توانند به روش‌هایی در اقتصاد جریـــان پیدا کنند که باعث مصرف بهینه شوند. بسیاری از این چرخه‌ها امروز هم وجود دارند، اما در

کادر ۲

فرصت‌های اقتصاد گردشی

«منظور از توان دایرهٔ داخلی به حداقل رساندن مصرف تطبیقی مـــواد در ارتباط با نظام تولید خطی اســـت. هـــر چه این دایره کوچک‌تر باشد، یعنی هر چه محصول در جریان مصرف مجدد، ترمیم و ساخت مجدد، کمتر نیازمند تغییر باشد، و سریع‌تر به چرخهٔ مصرف بازگردد، صرفه‌جویی بالقوه در ســـهم مواد، کار، انرژی و ســـرمایهٔ نهفته در محصول، و اثرات جانبی آن بیشـــتر می‌شود....

«منظـــور از توان گردش طولانی‌تر، به حداکثر رســـاندن تعداد چرخه‌هـــای بعدی (خـــواه تعمیر، مصرف مجدد، یا بازســـازی کامـــل) و/یا زمان ماندن در هر چرخه اســـت. چرخهٔ طولانی‌تر باعث جلوگیری از مصرف مواد، انرژی، و نیروی کار برای تولید محصول یا قطعه‌ای جدید می‌شود.

«منظور از توان مصرف آبشـــاری اشاره به متنوع‌سازی مصرف مجدد در زنجیرهٔ ارزش اســـت، مثل وقتـــی که از لباس کتانی کارکرده ابتدا به عنوان لباس دســـت دوم اســـتفاده می‌شـــود، سپس آن را به صنعت مبلمان می‌دهند تا به‌عنوان الیاف پرکن تشـــک‌ها مصرف شـــود، و الیافی که صرف پر کردن تشـــک‌ها شده بعداً به صورت عایق پشم‌سنگ در ساختمان‌سازی به کار می‌رود و جایگزین جریان مواد اولیهٔ بکر در هر مورد می‌شـــود- سرانجام الیاف پنبه، بدون تحمل هیچ خطری، به زیست‌سپهر بازگردانده می‌شوند.

«سرانجام، توان ورودی‌های خالص، در این نکته نهفته است که جریان‌های مادهٔ آلوده‌نشـــده موجب افزایش بازده جمع‌آوری و توزیع مجدد می‌شوند و در عین حال کیفیت مواد، به‌ویژه مواد فنی، را حفظ می‌کند که به نوبهٔ خود باعث افزایش دوام و عمر محصول و در نتیجه بالا رفتن بهره‌وری مواد خواهد شد.»

شـــکل ۱ بر اهمیت طراحی سیستم‌های محصول به منظور بهینه‌سازی حلقه‌های برگشـــت و، چنان کـــه بنیاد الن مک‌آرتور یادآور می‌شـــود، «توان» تضمین موارد زیر، تأکید می‌شود:

- مواد تا حد امکان بیشـــتر در چرخه می‌مانند، یعنی مواد فنی با هدف اولیه نگهداری می‌شـــوند، یا مواد زیســـتی دوباره بـــه عنوان خوراک در کاربردهای جدید یا متفاوت مصرف می‌شوند.
- مواد تا آخرین زمان ممکن در چرخهٔ اقتصاد باقی می‌مانند.
- مواد، هر جا ممکن باشـــد، به‌صورت آبشاری یا زنجیره‌ای در صنایع و بین سیستم‌های دیگر تولید کالا جابه‌جا می‌شوند.
- مواد تا حد مکان خالص و غیرسـمّی هستند و جداسازی آن‌ها آسان است تا مصرف و مصرف مجدد آن‌ها تسهیل شود (نگاه کنید به کادر ۲).

بنیاد الن مک‌آرتور با استفاده از مثال‌ها و برون‌یابی‌ها پتانسیل باقی‌مانده برای مدل کسب‌وکار گردشـــی در بخش‌های گوناگون را صدها میلیارد دلار از جنبـــه‌ی صرفه‌جویی در مصرف مواد و ایجاد صدها هزار شـــغل جدید برآورد می‌کند. این بنیاد یادآور می‌شـــود که ارزش از پارامترهای زیر سرچشمه می‌گیرد:

- محصولات و مواد بیشتر در چرخه می‌مانند و بازده بیشتری دارند.
- هزینه‌های مواد و مدیریت پسماند کاهش می‌یابد.
- ایجاد شغل و زیرساخت‌ها برای پشتیبانی از اقتصاد گردشی با ساخت دوباره، بازیابی مواد و اقتصاد خدمت رابطه دارد.
- نوآوری ناشـــی از تلاش بازیگران در زنجیرهٔ ارزش برای یافتن راه‌های جدید مصـــرف مواد، طراحی محصـــولات، و تضمین «گردشـــی بودن اقتصاد» (نگاه کنید به کادر۲).

توجه به این نکته مهم اســـت که اگر چه اقتصاد گردشـــی ممکن است فواید اجتماعی (مثلا ایجاد شـــغل) در پی داشته باشد، مستقیماً عنصر اجتماعی توسعهٔ پایدار را هدف نمی‌گیرد. تمرکز روی مواد، بهینه‌سازی مصرف منابع و سیســـتم‌های محصول است، نه اهداف توسعهٔ پایدار در حوزه‌هایی مانند کاهش فقر، نابرابری درآمد و مراقبت‌های بهداشتی. از این لحاظ، مفهوم اقتصاد گردشی مؤلفه‌ای با مفهوم گسترده‌تر در اقتصاد مبتنی بر توسعهٔ پایدار اســـت. این نکته‌ای مهم در صنایع معدنکاری و فلزات اســـت، زیرا در بالادست معدنکاری و استخراج مواد منافع بسیار، هم‌چنین تأثیرات سوء فراوان، برای جوامع محلی متصور است. در بخش ۳ زمینهٔ وسیع‌تر مربوط به اقتصاد گردشی را بررسی خواهیم کرد.

پسماند مساوی است با غذا (مواد مغذی، مواد مغذی‌انـــد) - این اصل بر تضمین این نکته تمرکز دارد که محصول و فراورده‌های جانبـــی آن (گازهـــای انتشـــار یافته و پسماندها) را می‌توان به زمین بازگرداند

اقتصاد گردشـــی مؤلفـــه‌ای با مفهوم گســـترده‌تر در اقتصاد مبتنی بر توسعهٔ پایدار اســـت. این نکته‌ای مهم در صنایع معدنکاری و فلزات است، زیرا در بالادست معدنکاری و اســـتخراج مواد منافع بسیار، هم‌چنین تأثیرات سوء فراوان، برای جوامع محلی متصور است





«فرایند توســـعهٔ سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و فناورشـــی جاری بســـیاری از فرض‌های بنیادی ما را به چالش می‌کشـــد. در هر بخش از جامعـــه، تصمیم‌گیران تقلا می‌کنند با پیچیدگی و عدم قطعیت روزافزون ناشـــی از ماهیت به‌شدت درهم‌تنیدهٔ جهان و سرعت روزافزون تغییرات کنار بیایند.»
کلاوس شـــواب، بنیادگـــذار و رئیس اجرایی فـــوروم اقتصادی جهانـــی. مخاطرات جهانی، ۲۰۱۵، ویراســـت دهم، ژنو، فوروم اقتصادی جهانی

۳

زمینهٔ اقتصاد گردشی

بحث اقتصاد گردشی در برهه‌ای از تاریخ مطرح می‌شود که انسان با چالش‌های خاصی درگیر است. تغییر اقلیم، افزایش جمعیت، تغییرات قیمت نفت و کالا (و بازار ســـهام)، کمبودهای ناحیه‌ای آب، چالش‌های مرتبط با کمیاب شـــدن منابـــع دیگر، بیکاری جوانان و افزایش نگرانی در مورد نابرابری درآمد فقط چند تا از چالش‌هایی به شمار می‌روند که بر دولت‌ها، کسب‌وکارها، و مردم گوشه و کنار جهان اثر می‌گذارند.

از میان همـــهٔ این چالش‌ها، افزایش جمعیـــت و تأثیرات افزایش تولید و مصـــرف، به‌ویژه تغییر اقلیم به محرک‌هـــای اصلی برای ایجاد اقتصاد گردشـــی‌تر تبدیل شـــده‌اند. پانل منابع بین‌المللی برنامهٔ محیط زیست سازمان ملل متحد موضوع مصرف منابع و تأثیرات زیست‌محیطی آن را به طور عمقی بررســـی کرده است و در گزارش سال ۲۰۱۴ خود یادآور می‌شـــود که «امروز سیاســـت‌گذاران، صاحبان صنایع و جامعهٔ مدنی به طور گســـترده‌ای به اضطرار منفک کردن مصرف روزافزون مواد و تنزل شرایط زیست‌محیطی، از رشد اقتصادی اذعان دارند.»

«این شـــرایط اضطـــراری در کار فوروم اقتصادی جهانـــی روی اقتصاد گردشی بازتاب یافته است؛ در گزارش این فوروم آمده است که در جهانی که جمعیت آن در ســـال ۲۰۳۰ از ۹ میلیارد نفر- شـــامل ســـه میلیارد نفر مصرف‌کنندهٔ جدید در طبقهٔ متوســـط- بیشتر می‌شود، چالش‌های توسعهٔ تأمین منابع برای پاسخگویی به تقاضای آینده بی‌سابقه است.»
هر دو این ملاحظات منعکس‌کنندهٔ چشـــم‌انداز دیرپای شورای تجارت جهانی برای توســـعهٔ پایدار (WBCSD) اســـت که بیـــش از یک دهه می‌شود که خواستار تفکیک رفاه انســـان از مصرف منابع، با استفاده از راهبردهایی مثل بازده بوم‌شـــناختی است. موضع شورای تجارت جهانی برای توسعهٔ پایدار (WBCSD) نیز به نوبهٔ خود و تا حدود زیادی تحت تأثیر بازگشـــت دولت‌ها به گزارش کمیســـیون جهانی محیط زیست و توســـعه (کمیســـیون برانتلند) با عنوان آیندهٔ مشترک ما، و بررسی‌ها و تأملات کنفرانس سال ۱۹۹۲ سازمان ملل متحد دربارهٔ محیط زیست و توســـعه در ریو دو ژانیرو است. این کنفرانس به تولید دستور کار شمارهٔ ۲۱ منتهی شد که در آن، در بحث الگوهای ناپایدار تولید و مصرف آمده بود که «توجه ویژه به تقاضا برای منابع طبیعی ناشـــی از مصرف ناپایدار و استفادهٔ مؤثر از آن منابع ضرورت دارد.»



«چین صنعت معدنکاری بزرگ و تقاضای انبوهی برای منابع معدنی دارد. این کشور شاهد صنعتی‌سازی و شهرنشینی سریع است و با چالش‌هایی مثل جمعیت بسیار زیاد، منابع سرانهٔ ناکافی، هم‌چنین آلودگی و نزول جدی شرایط زیست‌محیطی دست به گریبان است. به این دلایل، دولت چین به توسعهٔ پایدار متعهد است و برای توسعهٔ اقتصاد گردشی و معدنکاری سبز تلاش سترگی انجام می‌دهد.
بیانیهٔ هیئت چینی معدنکاری، در هجدهمین نشست کمیسیون توسعهٔ پایدار ۲۰۱۰

سال‌های بسیار، گرایش دولت‌ها این بود که پاسخ خود را در پایین‌دست زنجیرهٔ ارزش منابع روی این چالش متمرکز کنند (یعنی در جست‌وجوی راه‌هایی برای حداقل‌سازی پسماند و تشویق بازیافت بودند). با گذشت زمان آشکار شد که حل مشکل پسماند مستلزم اقدام در بالادست است:

- افزایش بازده سیستم‌های تولید
- اصلاح طرح محصولات
- کاهش مصرف

راهبرد اخیر به‌ویژه چالش‌برانگیز است، زیرا معیار پیشرفت از نظر بیشتر دولت‌ها تولید ناخالص داخلی (GDP) است که تا حدود زیادی معیار مصرف است. اما با افزایش تأثیر مصرف شاهد بوده‌ایم که دولت‌ها، صاحبان صنایع، و سازمان‌های جامعهٔ مدنی انواع خط‌مشی‌ها و راهبردها، از تقویت مسئولیت‌پذیری تولیدکننده تا خط‌مشی تولید یکپارچه، تا مدیریت چرخهٔ عمر، بهره‌وری منابع، پسماند صفر و بسیاری راهبردها و خط‌مشی‌های دیگر را در پیش می‌گیرند. هدف از این راهبردها و خط‌مشی‌ها کاهش تأثیر سیستم‌های تولید است و تا حدودی هم موفق بوده‌اند. سازمان همکاری و توسعهٔ اقتصادی (OECD) گزارش می‌دهد که از سال ۱۹۸۰ پیشرفت در تفکیک مصرف سرانهٔ منابع از رشد اقتصادی حاصل شده است. مثلاً اروپا استخراج منابع به‌ازای هر ۱۰۰۰ دلار آمریکا تولید ناخالص داخلی را از ۰٫۸۳ تن در دههٔ ۱۹۸۰ به ۰٫۴۶ تن در سال ۲۰۱۱ کاهش داده ست. اگر چه این پدیده روند مثبتی است، سازمان همکاری و توسعهٔ اقتصادی یادآور می‌شود که فشارهای زیست‌محیطی و مخاطرات کمیابی منابع هم‌چنان رو به افزایش دارد، زیرا تا سال ۲۰۵۰، با افزایش شدید جمعیت، فشار تقاضا روی محیط زیست بیشتر خواهد شد.

ناتوانی در کنترل افزایش کلی حجم منابع مصرف شده نیز به بازگشت نگرانی‌های مربوط به ته کشیدن و کمیابی منابع منتهی شده است. در حوزهٔ مواد معدنی و فلزات این چالشی است که باید به روشنی درک شود، زیرا کمیابی منابع مواد معدنی (یا برعکس، دسترس پذیری آن‌ها)

منظور از توان مصرف آبشاری اشاره به متنوع‌سازی مصرف مجدد در زنجیرهٔ ارزش است، مثل وقتی که از لباس کتانی کارکرده ابتدا به عنوان لباس دست دوم استفاده می‌شود، سپس آن را به صنعت مبلمان می‌دهند تا به‌عنوان الیاف پرکن تشک‌ها مصرف شود

با عوامل فنی و اقتصادی پیوند دارند، نه با ذخایر طبیعی واقعی. اما در مورد منابعی مثل آب، ذخایر و جریان‌ها در بعضی از نواحی بسیار مهم‌اند. همین امر باعث تمرکز شدید روی تفکیک شده است و انواع مختلف خط‌مشی و راهبرد روی سبزسازی اقتصاد و افزایش بهره‌وری منابع متمرکز شده‌اند.

دولت‌ها (هلند، انگلستان، آلمان، اتحادیهٔ اروپا، ژاپن و چین) پی‌ریزی خط‌مشی‌ها، قوانین و مقرراتی برای تشویق توسعه بر مدار نظام اقتصادی گردشی‌تر را شروع کرده‌اند. در سال ۲۰۰۰ ژاپن قانون بنیادی ایجاد جامعه‌ای با چرخهٔ مواد سالم را به اجرا در آورد. این قانون شامل خط‌مشی ۳ ب (بازکاهی، بازمصرف، بازیافت)، هم‌چنین مکانیسم‌های دیگری برای ترویج اقتصاد گردشی بود. در سال ۲۰۰۸، جمهوری خلق چین قانون ترویج اقتصاد گردشی را تصویب کرد که برای ترویج «توسعهٔ اقتصاد گردشی، افزایش بازده استفاده از منابع، حفاظت و اصلاح محیط زیست و تحقق توسعهٔ پایدار» فرمول‌بندی شده بود. در اتحادیهٔ اروپا، رهنمود پایان عمر خودرو (۲۰۰۰)، رهنمود تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی پسماند (۲۰۰۲) و رهنمود مربوط به ضوابط طراحی بوم‌شناختی برای محصولات مصرف‌کنندهٔ انرژی (۲۰۰۵)، مثال‌های اولیهٔ انواع خط‌مشی اقتصاد گردشی بودند. اخیراً، کمیسیون اروپایی یک برنامهٔ اقدام اقتصاد گردشی تدوین کرده است که در دسامبر سال ۲۰۱۵ پذیرفته شد. هدف این برنامه حفظ و نگهداری ارزش محصولات و مواد در چرخهٔ اقتصاد تا حداکثر زمان ممکن است.

تمرکز این ابتکارهای مختلف دولتی متغیر است (مثلاً بعضی روی بازیافت مواد تمرکز می‌کنند و بعضی دیگر بر چرخهٔ عمر محصول و طرح آن تمرکز

کادر ۳

استفاده از دورریزهای معدنی

از سنگ لاشه برای پر کردن چاله‌ها، محوطه‌سازی، و به‌عنوان سنگدانه در راه‌سازی استفاده می‌کنند و گاهی هم به عنوان خوراک اولیهٔ برای تولید سیمان و بتن به کار می‌رود، یا بعداً آن را بازفراوری می‌کنند تا بتوان مواد معدنی و فلزات را از آن استخراج کرد.

باطله‌های منگنزدار در درختکاری، ساختمان‌سازی و مصالح ساختمانی، و تولید پوشش‌ها، رزین‌ها، شیشه و لعاب به کار می‌روند.

باطله‌های غنی از خاک رُس در ساخت آجر، سرامیک و سیمان به کار می‌روند.

از سرباره غالباً در راه‌سازی، و تولید سیمان و بتن استفده می‌شود.

خاک سرخ بوکسیت پسماند قلیایی جامد تولید شده در واحدهای پالایش آلومینیم است. از خاک سرخ به عنوان مکمل خاک، در تصفیهٔ فاضلاب و به عنوان مادهٔ خام در ساخت شیشه، سرامیک و آجر استفاده می‌کنند.

از آب معدن برای فرونشانی غبار و فراوری مواد معدنی، و برای مصارف صنعتی و کشاورزی استفاده می‌کنند. آب معدن به عنوان سردکننده مصرف می‌شود و گاهی منبعی مناسب برای تولید آب آشامیدنی است.

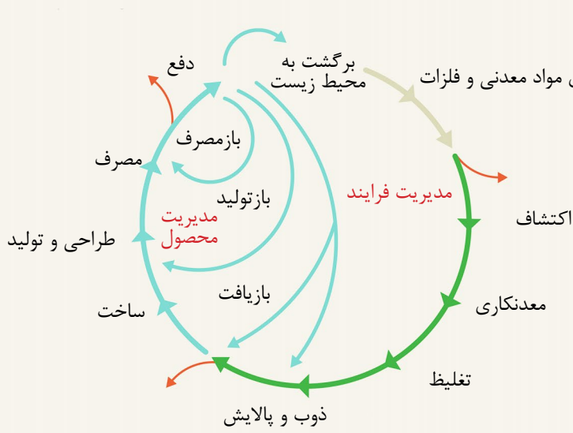
لجن حاصل از تصفیهٔ زهاب سنگ‌های اسیدی، که مقدار آهن آن بالاست، فروخته می‌شود تا در تولید رنگدانه‌ها به کار رود. کارخانه‌های ذوب معمولاً واحدهای اسیدسازی دارند تا گوگرد دی‌اکسید را به سولفوریک اسید تبدیل کنند که یک مادهٔ شیمیایی مفید در صنعت است.



دارنـــد)، اما به طور کلی گرایش آشـــکاری به ســـمت بهبود کاربرد و بازیابی مواد، اصلاح طرح محصول و حداقل‌ســـازی تولید پسماند دیده می‌شود.

تلاش‌هایی از قبیل کار شورای کسب‌وکار جهان برای دورنمای توسعهٔ پایدار در سال ۲۰۵۰، و معدنکاری و فلزات فوروم اقتصادی جهانی در جهان پایدار سال ۲۰۵۰ (WBSCD)، که روی تجسم یا تخیل جهانی پایدارتر تمرکز کرده‌اند نیز در جریان بوده اســـت. این تلاش‌ها شامل راهبردها و اهداف سازگار با اقتصاد گردشی، از قبیل تقویت زیرساخت بازیافت و تلاش برای رســـیدن به پسماند صفر است. در سپتامبر سال ۲۰۱۵، ســـازمان ملل متحد مجموعهٔ جدیدی از اهداف توســـعهٔ پایدار را در ســـندی با عنوان تحول جهان ما: دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعهٔ پایدار، منتشر کرد که خواستار «برنامهٔ اقدام برای مردم، سیارهٔ زمین، و پیشرفت» بود.

برنامهٔ ســـازمان ملل متحد شـــامل اهدافی در مورد صنعتی‌ســـازی و مصرف مسئولانه، نوآوری و زیرساخت، متکی بر اقتصاد گردشی است. شـــبیه هدف جاه‌طلبانهٔ به صفر رســـاندن پسماند در دورنمای ۲۰۵۰ WBSCD، اهداف جدید ســـازمان ملل متحد نیز خواستار کاهش در خور اعتنای تولید پسماند از طریق جلوگیری، کاهش مصرف، بازیافت و بازمصرف تا ســـال ۲۰۳۰ است. شایان ذکر است که این تلاش‌ها در راســـتای ده اصل ICMM برای توســـعهٔ پایدار بوده، از آن‌ها پشتیبانی می‌کند. این اصول حامی اقتصاد گردشـــی‌اند، اما از آن فراتر می‌روند، زیرا به گســـترهٔ وسیعی از مسائل توسعهٔ پایدار در این بخش نظر دارند کـــه به‌عنوان اولویت‌هـــا در گزارش معدنکاری، مواد معدنی و توســـعهٔ پایدار آمده است (نگاه کنید به انتهای مقاله).



شکل ۲: مراحل اصلی چرخهٔ عمر مواد معدنی و فلزات

۴

ســـهم معدنکاری، مواد معدنی و فلزات در اقتصاد گردشی چیست؟

از بسیاری جنبه‌ها، مواد معدنی و فلزات مواد مغذی فنی ایدآل برای اقتصاد گردشی به شمار می‌روند.

اغلب فلزات تا بی‌نهایت قابل بازیافت‌اند. بســـیاری از آن‌ها مشخصه‌هایی ذاتی مثل دوام، استحکام، و خواص ضد خوردگی دارند که باعث افزایش پایداری محصولات ســـاخته شده از این فلزات می‌شـــود: افزایش دوام، کاهش نیازهـــای تعمیر و نگهداری، و تأمین کارکردپذیری بالاتر. ارزش این فلزات میزان بازیابی آن‌ها را افزایش می‌دهد و زیرســـاخت در خور اعتنایی نیز برای تســـهیل مصرف مجدد، بازسازی و بازیافت آن‌ها وجود دارد. در شـــکل ۲ مراحل اصلی چرخهٔ عمر مواد معدنی و فلزات نشـــان داده شـــده و بین مســـئولیت‌های مربوط به اجرای عملیات معدنکاری بالادســـتی و تولید فلزات (عملیات فراوری که با رنگ ســـبز مشـــاهده می‌شـــوند)، و مسئولیت‌های مربوط به نظام‌های تولیدی که مواد معدنی و فلزات وارد آن‌ها می‌شـــوند (عملیات ساخت که با رنگ آبی نشان داده شده) تمایز ایجاد شده است.

عملیات معدنکاری

به‌خوبـــی می‌دانیم که معدنـــکاری باعث تولید مقدار زیادی پســـماند (ســـنگ لاشه، روبار، گازهای منتشر شده، باطله، لجن حاصل از تصفیهٔ آب، و آب معدن) می‌شـــود. اما اقتصاد گردشـــی جنبه‌های گوناگونی دارد کـــه می‌توان آن‌ها را در عملیات معدنـــکاری دنبال کرد. تعدادی از انجمن‌های ملی معدنـــکاری رهنمودها و برنامه‌هایی برای کمک به اعضـــای خود تهیه کرده‌اند تا بتوانند خود را به اســـتانداردهای تعیین شـــده برســـانند و در گســـتره‌ای از فعالیت‌های عملیاتـــی و تأثیرات زیســـت‌محیطی بهترین نقش را داشته باشـــند. مثلاً در کانادا، انجمن معدنکاری کانادا (MAC) برنامهٔ «به سوی معدنکاری پایدار» را تدوین کرده اســـت. برنامه‌ای اجباری برای شـــرکت‌های عضو انجمن، که با هدف اصلاح عملیات معدنکاری و بســـتن معدن، طراحی شـــده است. این برنامه شامل تأیید بیرونی عملکرد است و مستلزم دخالت و درگیر شـــدن چندین طرف ذینفع، هم در نظارت عالیه بر اجرای برنامه و هم در هر کارگاه استخراج معدن است. این برنامه شامل پروتکل‌ها، ابزارها، و شاخص‌هایی در امور زیر است:

- برنامه‌ریزی مدیریت بحران
- مدیریت مصرف انرژی و انتشار گاز گلخانه‌ای
- مدیریت باطله
- حفاظت از تنوع زیستی
- ایمنی و سلامت
- امداد اجتماعی و امداد به بومیان

در برنامهٔ «به سوی معدنکاری پایدار» پروتکل مصرف انرژی و انتشار گاز گلخانه‌ای شامل تشویق استفاده از انرژی‌های جایگزین است که می‌تواند به کاهش انتشـــار گازهای گلخانه‌ای منجر شود. پروتکل تنوع زیستی با هدف تقویت تنوع زیســـتی در نواحی بیرون از حوزهٔ معدن تهیه شـــده

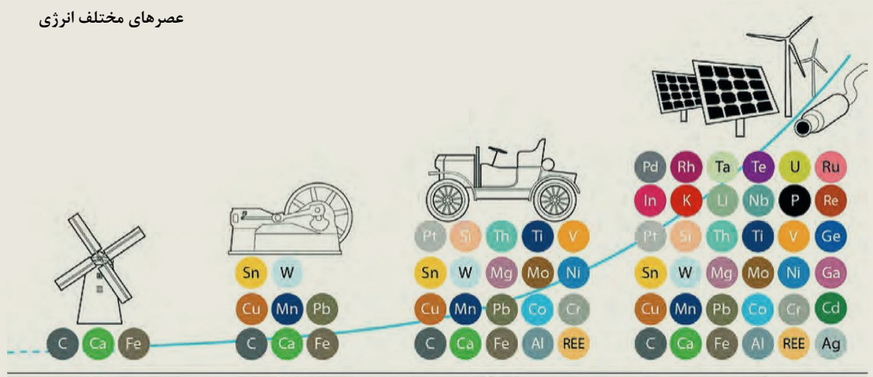
هدف اقتصاد گردشـــی «طراحی بدون پسماند» است. در این نظام پسماند وجود ندارد- محصولات طوری طراحی می‌شوند که بتوانند چرخهٔ پیاده کردن اجزا و مصرف مجدد را از ســـر بگذرانند. این چرخه‌های جمع‌وجور اجزا و محصول مشخصهٔ اصلی اقتصاد گردشی هستند

کادر ۴

فلزات- بهترین مواد مغذی فنی؟

«فلزات عنصرند. ماهیت عنصری آن‌ها را از ســـایر مواد متمایز می‌کنـــد و ارزش مـــادی پایهٔ آن‌ها را موجب می‌شـــود. فلزات مختلـــف خـــواص فیزیکی و شـــیمیایی متفـــاوت دارند که از مشـــخصه‌های تراز اتمی مرتبط با پیوند فلزی ناشی می‌شوند. به‌عـــلاوه، با توجه به این که فلزات عنصرند، نمی‌توان آن‌ها را از بین برد و به‌طور نظری تا بینهایت قابل بازیافت‌اند.»

شکل ۳: عناصر مورد استفاده در مسیرهای انرژی



است. نمونهٔ برجستهٔ مصرف انرژی کم‌کربن در معدنکاری، معدن الماس دیاویک در ریوتنتو، واقع در سرزمین شمال غربی کاناداست. این معدن یک نیروگاه بادی ۹٫۲ مگاواتی دارد که جای استفاده از موتورژنراتور دیزل را می‌گیرد و میلیون‌ها دلار در مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌شود. در کادر ۳ مثال‌هایی از نحوهٔ استفادهٔ مجدد از پسماند حاصل از معدنکاری نشان داده شده است. استفاده از سرباره به‌جای شن و ماسه در تولید بتن و در راه‌سازی، و استفاده از روبار معدن در شکل‌دهی به چشم‌انداز و ایجاد دوبارهٔ پوشش گیاهی بعد از بستن معدن رو به افزایش است. به‌علاوه، عملیات معدنکاری در گردشی کردن اقتصاد از طریق بازیافت تجهیزات (مثلاً لاستیک خودروها)، بازسازی تجهیزات سنگین، و بازیافت ورودی‌هایی، مانند آب و استفادهٔ مجدد از مواد شیمیایی نقش دارد.

■ عملیات معدنکاری در گردشی کردن اقتصاد از طریق بازیافت تجهیزات (مثلا لاستیک خودروها)، بازسازی تجهیزات سنگین، و بازیافت ورودی‌هایی، مانند آب و استفادهٔ مجدد از مواد شیمیایی نقش دارد.

ذوب و پالایش

مراحل ذوب و پالایش مواد معدنی و فلزات نیز، مانند مرحلهٔ معدنکاری، جریان‌های پسماند تولید می‌کنند که باید فکری به حال آن‌ها کرد، اما سهم اصلی آن‌ها در اقتصاد گردشی از طریق فراوری باقیمانده‌ها و فلزات ثانویه ادا می‌شود. واحدهای ذوب اولیه غالباً فلزات قراضه را در کنار کنسانتره‌های مواد معدنی مصرف کرده، فلزاتی با درصدهای مختلف مواد بازیافتی تولید می‌کنند. واحدهای ذوب ثانویه نیز مشغول کار هستند که به‌طور تخصصی مواد ثانویه مصرف می‌کنند تا قادر به کنترل فرایند باشند. مثلاً کارخانهٔ ذوب و پالایش ناوشیما متعلق به شرکت میتسوبیشی در سال ۲۰۱۵ تقریباً ۸۰۰۰۰ تن کوچک فلز را از قراضه‌های الکترونیکی استخراج و فراوری کرد و در سال ۲۰۱۶ ظرفیت آن به ۱۱۰۰۰۰ تن کوچک افزایش یافت. این کارخانه طلا، نقره، مس، پالادیم، و سایر فلزات قیمتی را از مدارهای چاپی «معدن شهری» لوازم خانگی دور ریخته شده، کامپیوترهای شخصی، تلفن‌های همراه معمولی و هوشمند، سِروِرهای مخابراتی و سایر وسایل دیجیتال استخراج کرد. توانایی فراوری کالاها و تجهیزات الکترونیکی پسماند، واحدهای ذوب و پالایش، مثل کارخانهٔ ناوشیما را به کانون‌های اساسی اقتصاد گردشی تبدیل می‌کند.

در صنعت فولاد دو مسیر اصلی تولید عبارت‌اند از مسیر کورهٔ بلند یا مسیر تجمیع‌شده، و مسیر کورهٔ قوس الکتریکی که به ترتیب ۷۰درصد و ۳۰درصد تولید جهانی فولاد را به عهده دارند. فولاد تولید شده در کورهٔ قوس الکتریکی معمولاً حاوی ۸۸درصد قراضهٔ بازیافتی است که می‌تواند تا ۱۰۰درصد هم برسد. در تولید فولاد از مسیر کورهٔ بلند معمولاً ۱۲درصد قراضه مصرف می‌شود که می‌تواند تا ۳۵درصد افزایش پیدا کند. در حال حاضر فولاد از هر مادهٔ دیگری در جهان بیشتر بازیافت می‌شود و میزان بازیافت سالانهٔ آن به ۶۵۰ میلیون تن می‌رسد.

در مرحلهٔ ذوب و پالایش، با افزایش بازیابی فراورده‌های همراه، می‌توان اقتصاد گردشی را بیشتر تقویت کرد. مثلاً یک تولیدکنندهٔ مس نه تنها مس را از کانه و کنسانتره استخراج می‌کند، بلکه انواع فلزات دیگر، مثل مولیبدن، طلا، نقره، سلنیم و فلزات دیگر را نیز استخراج می‌کند. به همین ترتیب، تولیدکنندگان نیکل غالباً فلزات گروه پلاتین (که در مبدل‌های کاتالیزی برای کاهش انتشار آلودگی خودروها مصرف می‌شوند)، هم‌چنین کبالت، مس، و فراورده‌های همراه دیگری را نیز تولید می‌کنند. با استخراج این فراورده‌های همراه، نیاز به عملیات اضافی برای معدنکاری و فراوری مواد معدنی کاهش می‌یابد.

■ توانایی فراوری کالاها و تجهیزات الکترونیکی پسماند، واحدهای ذوب و پالایش، مثل کارخانهٔ ناوشیما را به کانون‌های اساسی اقتصاد گردشی تبدیل می‌کند.

واحدهای ذوب اولیه سهم بزرگی هم در تولید سولفوریک اسید دارند که



«حرکتی با تمام قوا به سمت اقتصاد گردشی محتمل است، اما حمایت از این گذار، مستلزم تغییرات بنیادی، شامل تأمین زیرساخت مناسب، مقررات و قوانین درخور، و اقتصاد رقابتی است.»
فوروم اقتصادی جهانی و گروه مشاوران بوستون.

■ **خط‌مشی و چشم‌اندازی با نگرش عمومی، که از چالش‌ها درس بگیرد و موفقیت‌ها را مبنای فعالیت‌های خود قرار دهد، راهی است که پیش پای ما قرار دارد.**

■ **طراحی بهتری نیاز هست که بتوانند داده‌های توسعهٔ پایدار و ملاحظات اقتصاد گردشی را به کار بگیرند.**

نتیجهٔ تصفیهٔ گازهای خروجی از فرایندهای ذوب است. در فرایند تصفیهٔ این گازها، یک آلایندهٔ مشکل‌ساز (گازهای اسیدی) به یک محصول ارزشمند تبدیل می‌شود و نیاز به تولید سولفوریک اسید اضافی کاهش می‌یابد.

محصولات

با حرکت فلزات از واحد ذوب به مرحلهٔ ساخت و تولید محصول، فواید اقتصاد گردشی به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. اگر چه این مراحل تأثیرات ناشی از فرایند تولید را هم دارند، در همین مراحل است که مشخصه‌های ذاتی فلزات و آلیاژهای آن‌ها، از قبیل قابلیت بازیافت نامحدود (که در مورد مصارف پراکنده مصداق ندارد)، دوام (فولاد، آلومینیم، مس)، ضد خوردگی (روی)، رسانندگی (مس، آلومینیم) و شکل‌پذیری می‌توانند پایداری محصول را افزایش دهند. در محصولات، ماهیت و خواص فلزات معمولاً آسیب نمی‌بیند و بنابراین می‌توان بارها آن‌ها را بازیافت کرد (نگاه کنید به کادر ۴). فلزات، حتی در صورت آلوده شدن، قابل بازیافت به محصولی با ارزش پایین‌تر هستند.
بعضی از کاربردهای گردشی فلزات در محصولات به شرح زیر است:

انرژی کم‌کربن

فلزات، از طریق کاربرد در سلول‌های فوتوولتایی خورشیدی، توربین‌های بادی، و باتری‌ها، استفادهٔ اقتصادی از انرژی تجدیدپذیر را ممکن می‌کنند. شکل ۳ نشان می‌دهد که در طول زمان نحوهٔ استفاده از فلزات در تولید انرژی چگونه تکامل یافته است.

ساخت ساختمان سبز

فلزات به ساخت ساختمان سبز کمک می‌کنند، زیرا استحکام، دوام، و فقدان تأثیر سوء در هوای محیط‌های داخلی از ویژگی‌های مفید آن‌ها به‌شمار می‌رود. از فلزات در کاربردهای گوناگون سازه‌ای (پایداری ابعادی فولاد) و فناورشی (سیستم‌های ساختمان هوشمند) استفاده می‌شود و قابلیت بازیافت آن‌ها پشتیبان ساختمان‌سازی با رعایت اصول توسعهٔ پایدار است.

حمل‌ونقل

از آلومینیم و فولاد گالوانیزهٔ بسیار سبک برای کاهش وزن و افزایش بازده سوخت خودروها، قطارها، هواپیماها و تجهیزات ریلی سبک استفاده می‌شود. قطارهای برقی، تراموا‌ها و قطارهای سبک از طریق کابل‌های مسی هوایی برق می‌گیرند. نیکل، لیتیم، کبالت، سرب و خاک‌های کمیاب در فناوری ساخت باتری برای خودروهای برقی به کار گرفته می‌شوند. فلزات گروه پلاتین برای کار مبدل‌های کاتالیزی که گازهای سمّی خروجی از اگزوز خودروها را کاهش می‌دهند، مفیدند.

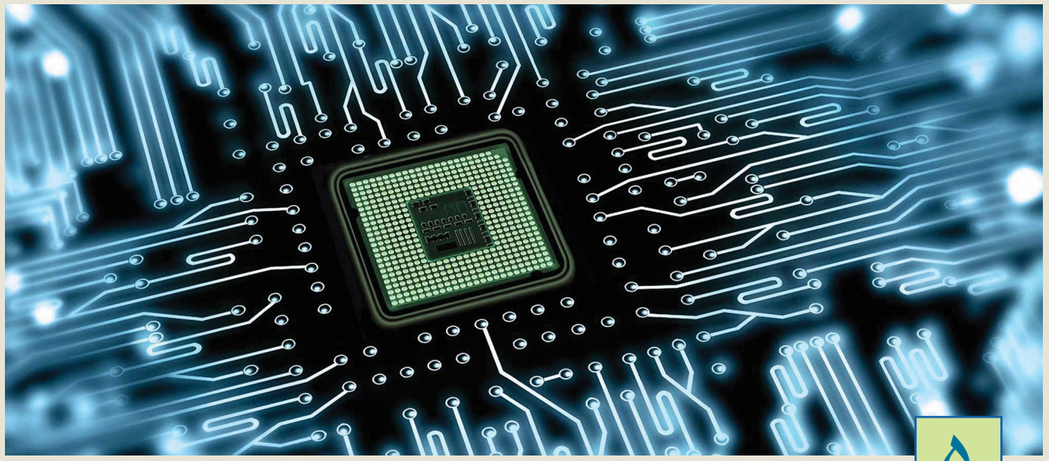
صنعت الکترونیک

فناوری تلفن هوشمند نمونهٔ کلاسیک محصولی چند کارکردی است (دوربین عکاسی، دوربین ویدئویی، تلفن و کامپیوتر) که نیاز به سیستم‌های چندمحصولی را کاهش می‌دهد. در یک تلفن هوشمند معمولی بیش از چهل نوع فلز مختلف به کار می‌رود و قابلیت‌های کارکردی آن را تا جایی افزایش می‌دهدکه نیاز به محصولات جداگانه را منتفی می‌کند. در بسیاری از باتری‌های قابل شارژ از کبالت استفاده می‌شود و در اغلب باتری‌های نیکل- کادمیم، نیکل- هیدرید فلزی، و یون- لیتیم نیز از اجزای ضروری است.

بازیافت

سهولت مصرف مجدد و ارزش مواد دو دلیل بازیافت بعضی از فلزات از هزاران سال قبل است. امروزه در بسیاری از نقاط ارزش فلزات، و سهولت نسبی جداسازی فلزات از سایر پسماندها به اجرای برنامه‌های اقتصاد گردشی کمک می‌کند و موجب افزایش آهنگ‌های بازیابی می‌شود. این نکته به‌ویژه در مورد فلزاتی که به صورت خالص یا عنصری مصرف می‌شوند، مثل مس، طلا، سرب، پلاتین، پالادیم، و رودیم صدق می‌کند. آلومینیم و فولاد (آلیاژهای آهن و عناصر دیگر) نیز به مقیاس وسیعی بازیافت می‌شوند. شایان ذکر است که فلزاتی که به صورت آلیاژ در می‌آیند سخت‌تر بازیافت می‌شوند و مصرف آن‌ها در کاربردهای غیرضروری باعث اتلاف آن‌ها در محیط خواهد شد.

در بعضی موارد خطرات زیست‌محیطی و جانی مواد معدنی و فلزات را باید با دقت در نظر گرفت و کنترل کرد. چنان‌که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، مواد معدنی و فلزات در انواع گسترده‌ای از فناوری‌های سبز، شامل توربین‌های بادی، پانل‌های خورشیدی، مبدل‌های کاتالیزی، باتری خودروهای برقی و دوچرخه‌ها به کار می‌روند. هر گاه این فناوری‌ها و محصولات حاوی فلزات خطرناک باشند، با مدیریت دقیق مواد می‌توان فواید استفاده از این مواد را محقق کرد و در عین حال خطرات را حذف کرد یا کاهش داد.



۵

برای حمایت و تسهیل اقتصاد گردشی چه کارهای دیگری می‌توان انجام داد؟

سهم داشتن در اقتصادی که از جنبهٔ استخراج، تولید، مصرف، بازیابی و بازیافت منابع و مواد کارآمد باشد، با هر نامی که آن را بنامیم، در قرن بیست و یکم اولویت روزافزونی خواهد داشت.

تغییر اقلیم، افزایش جمعیت، دسترس‌پذیری منابع و رقابت، پسماند و سایر صورت‌های آلودگی، همه نیاز به مدیریت بهتر مواد و افزایش خصیصهٔ گردشی اقتصاد را گوشزد می‌کنند. برای مقابله با این چالش، چندین نیاز را شناسایی کرده‌ایم که در ادامهٔ مطلب به آن‌ها می‌پردازیم.

آگاهی کافی از روندهای بازار و تنظیم پیش‌بینی‌های تقاضا در بلندمدت به شرکت‌های معدنکاری می‌توان توصیه کرد که تفکر اقتصاد گردشی را در ارزیابی روندهای بلندمدت و تغییرات بالقوه در تقاضا برای مواد معدنی و فلزات خاص دخالت دهند تا بتوانند تا حد امکان پاسخگوی نیازهای جامعه به شیوه‌ای دقیق و به‌موقع باشند. این گونه تغییرات تقاضا ممکن است سبب ایجاد فرصت‌های جدید، از طریق طراحی مشترک نمودارهای جریان برای فرایندهای معدنکاری و فراوری مواد معدنی، ذوب و پالایش شوند. در نتیجه آن‌ها که در پی تأمین بازار با طیف گسترده‌تری از مواد معدنی و فلزات‌اند، دانش مفصل‌تری دربارهٔ کانسارها کسب خواهند کرد.

ادامهٔ اصلاحات در عملیات معدنکاری و تولید فلزات

اگر چه دستیابی به اهداف آرمانی، مانند پسماند صفر، محل تردید است، عملیات معدنکاری باید نوآوری در پاسخ به روندهای بازار و کاهش آثار سوء را تداوم بخشد. این نوآوری‌ها می‌تواند شامل مصرف مجدد مواد، حمایت از ساخت مجدد یا بازسازی در زنجیره‌های عرضه، کاهش رد پای کربن، تأمین سود خالص برای جوامع میزبان و بازسازی چشم‌انداز محوطه‌ها باشد. زیرساخت‌های اشتراکی (در داخل هر بخش یا بین بخش‌های مختلف، یا با جوامع) نمونه‌ای از فرصت‌های حاصل است. شرکت‌های معدنکاری می‌توانند زیرساخت‌ها را با همکاری سایر ذینفعان طراحی و اجرا کنند، و می‌کنند، تا این زیرساخت‌ها پشتیبان

■ **گر چه دستیابی به اهداف آرمانی، مانند پسماند صفر، محل تردید است، عملیات معدنکاری باید نوآوری در پاسخ به روندهای بازار و کاهش آثار سوء را تداوم بخشد. این نوآوری‌ها می‌تواند شامل مصرف مجدد مواد، حمایت از ساخت مجدد یا بازسازی در زنجیره‌های عرضه، کاهش رد پای کربن، تأمین سود خالص برای جوامع میزبان و بازسازی چشم‌انداز محوطه‌ها باشد.**

پروژهٔ بهره‌برداری/توسعه باشند و عمری فراتر از عمر معدن داشته باشند. به این ترتیب منافع جامعهٔ میزبان تأمین می‌شود و استفاده از زیرساخت تداوم خواهد یافت. شرکت‌ها می‌توانند کارهای بیشتری هم برای اطمینان از بازیابی عنصرهای کم‌مقدار در باطله و سایر پسماندهای معدنی انجام دهند.

داده‌های بیشتر دربارهٔ جریان‌های مواد

بسیاری از مواد معدنی و فلزات در صدها نظام تولید مختلف مصرف می‌شوند. ایجاد درک بهتر بین‌حوزه‌ای و بین بخشی از دسترس‌پذیری منابع در حال و آینده، جریان مواد خروجی از این منابع، موقعیت این ذخایر در اقتصاد و محل اتلاف احتمالی آن‌ها در محیط، برای طراحی خط‌مشی‌ها و ایجاد زیرساخت به‌منظور بازیابی مواد در موارد ممکن، کاملاً ضرورت دارد. تعدادی از انجمن‌های کالاهای اساسی سهم خود را در جمع‌آوری داده انجام می‌دهند، اما باید داده‌های بیشتری از مصرف‌کنندگان مواد به دست آید و ایجاد درک بهتر از جریان‌ها، آهنگ‌های بازیابی و آهنگ‌های بازیافت، به‌ویژه برای مواد معدنی و فلزات جدید با فناوری پیشرفته ضرورت دارد. چنان‌که گرادل (Graedel) و اردمان (Erdmann) در مقالهٔ خود در باب کمیابی فلزات و احتمال جلوگیری از مصرف صنعتی آن‌ها یاداور می‌شوند، توجه به مصارف اصلی و قابلیت بازیافت ممکن است هم تحت تأثیر کاربرد قرار بگیرد و هم از این موضوع متأثر شود که آیا فلز به صورت خالص مصرف می‌شود، به صورت آلیاژی چندجزئی به‌کار می‌رود، در یک مجموعهٔ پیچیدهٔ مصرف می‌گردد یا مصرف پراکنده دارد.

تقویت زیرساخت بازیافت و بازیابی

تا به امروز، دسترس‌پذیری، و استحکام زیرساخت فعلی بازیابی و بازیافت تابع عوامل گوناگونی از جمله قیمت مواد، ضوابط و مقررات، محدودیت‌های محلی/منطقه‌ای کاربری زمین یا نیاز اقتصادی بوده است. رویکردهای تنظیم مقررات متفاوت و گاه متناقض برای مدیریت پسماند، عدم ثبات قیمت و رویکرد مدیریتی برای نحوهٔ برخورد با ناخالصی‌ها یا پسماندهای خطرناک، که در بعضی موارد ممکن است منبع بالقوهٔ مواد برای کاربردهای کم‌خطر باشند، باعث پیچیدگی عملیات جاری و احتمال سرمایه‌گذاری‌های بیشتر می‌شود. مثلاً افزایش تقاضا برای فلزات فرعی ممکن است فرصت‌های جدیدی برای ابداع فرایندهای انعطاف‌پذیر ذوب و پالایش فراهم کند؛ فرایندهایی که بتوانند طیف گسترده‌تری از مواد معدنی و فلزات را از کنسانتره‌های متنوع‌تری بازیابی کنند. دولت‌ها نیازمند پی‌ریزی رویکردهای هماهنگ‌تر و همکاری بیشتر و متناسب‌تر در هر منطقه و بین مناطق مختلف‌اند تا اعتماد بیشتری را نسبت به خود جلب کنند و بخش خصوصی علاقهٔ بیشتری به سرمایه‌گذاری پیدا کند.

مشارکت بیشتر در زنجیرهٔ ارزش

پروژهٔ «پیشگام مدیریت آلومینیم» و «بازار ملی مواد»، با هدایت «فوروم بوم‌شناختی مشترک»، «شورای کسب‌وکار ایالات متحدهٔ آمریکا برای توسعهٔ پایدار» و «شورای کسب‌وکار جهانی برای توسعهٔ پایدار»، نمونه‌هایی از انواع مشارکت است که احتمالاً برای پشتیبانی بیشتر از اقتصاد گردشی لازم‌اند. کسب‌وکارهای فردی، از طریق توسعهٔ مشارکتی محصولات فرصت‌های چشمگیری را شناسایی کرده‌اند و دانش مفصل‌تری را دربارهٔ خواص مواد در اختیار کسانی قرار داده‌اند که در پی آوردن کارکردهای خاص به بازار هستند. این ابتکارات و حفظ و تداوم آن‌ها مستلزم هدایت، تأمین مالی، استفاده از مدل‌های روشن کسب و کار، و برآمدهای مطلوب برای همهٔ مشارکت‌کنندگان است. تلاش‌های بیشتر برای شناسایی، شروع، و پر و بال دادن به انواع ابتکارهایی که به بالا و پایین زنجیرهٔ ارزش می‌رسند، به‌منظور آشکارسازی بازده‌های تحقق‌نیافته برای منافع متقابل ضرورت خواهد یافت. تضمین وجود خط‌مشی و چشم‌اندازی با نگرش عمومی، که از چالش‌ها درس بگیرد و موفقیت‌ها را مبنای فعالیت‌های خود قرار دهد، راهی است که پیش پای ما قرار دارد.

درک بهتر کاربردها و طراحی مناسب محصول

طراحی محصول با رعایت اصول توسعهٔ پایدار در حال ظهور است، اما هنوز محصولات بسیاری وجود دارند که از لحاظ مواد مصرفی، بازده در مرحلهٔ مصرف، مدولی بودن (در صورت اقتضا)، قابلیت آن‌ها برای ساخت مجدد و توانایی بازیابی مواد در پایان عمر مفید، بهینه نیستند. تحصیلات بهتر طراحان محصول و مهندسان ضرورت دارد، و به ابزارهای طراحی بهتری نیاز هست که بتوانند داده‌های توسعهٔ پایدار و ملاحظات اقتصاد گردشی را به کار بگیرند. تقویت خصیصهٔ «گردشی بودن» طراحی محصول از تأکید بیشتر خط‌مشی عمومی روی تفکر چرخهٔ عمر و مدیریت محصول، مخصوصاً در بخش‌هایی از صنعت که رد پای کربن بالایی دارند، سود می‌برد.

کشف مدل‌های جدید کسب و کار

به‌کارگیری اقتصاد گردشی مستلزم درک بهتر جریان‌های ماده، هم‌چنین کنترل بیشتر این جریان‌ها، از طریق مکانیسم‌هایی مانند انتقال از مدل کسب و کار تولیدی به خدماتی است. در چنین مدلی، فروشندگان مواد ممکن است مواد خود را به مصرف‌کنندگان اجاره بدهند و مالکیت آن را حفظ کنند. به این ترتیب فروشندگان مواد انگیزه‌هایی برای کنترل بهتر کیفیت و افزایش توانایی ردگیری مواد، هم‌چنین انگیزه‌هایی برای تضمین توانایی بازیابی مواد پیدا خواهند کرد. به‌علاوه، چنین تدبیری استفاده از مواد کمتر برای تحقق کارکرد مطلوب را نیز ترویج می‌کند.

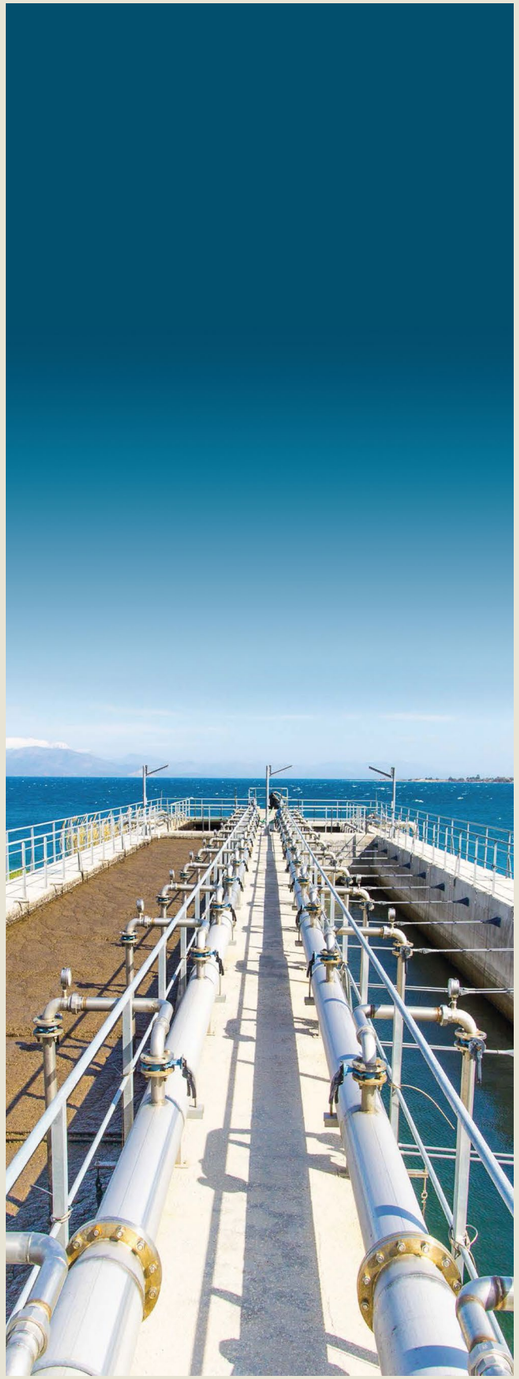
نتیجه‌گیری

مفهوم اقتصاد گردشی سهم مهمی در تلاش‌های ما برای تحقق توسعهٔ پایدار دارد، زیرا بسیاری از مفاهیم و ایده‌های توسعهٔ پایدار را، به صورت یک مدل و راهبرد منطقی، با هم تلفیق می‌کند؛ مدلی که اهداف قابل درکی دارد که غالباً می‌توانند موارد کسب و کار مثبت و جدید را آشکار کنند.

اگرچه تمرکز شهودی روی اهداف اقتصاد گردشی، مانند افزایش بازده منابع، پر و بال دادن به نوآوری‌های بوم‌شناختی، بهینه‌سازی بازیافت و افزایش همکاری، به‌اندازهٔ کافی معنادار هست، تاریخ نشان داده است که به‌کارگیری گستردهٔ روش‌های اقتصاد گردشی، تا به امروز، نسبتاً کُند و پیچیده بوده است. برای تسریع در کاربرد روش‌های اقتصاد گردشی، به درک، همکاری، و داده‌های بیشتری نیاز است.

صنعت معدنکاری و فلزات نقش مهمی در اقتصاد گردشی دارد. معدنکاری معرف سرمایه‌گذاری اولیه‌ای است که حاصل آن تولید مواد با ارزش، با دوام و قابل بازیافت برای جامعه است، به‌طوری که رفاه و بهروزی نوع بشر را، به‌طور کلی، افزایش دهد. مواد معدنی و فلزات مواد مغذی فنی ایدئالی هستند و تا همین جا هم درجهٔ بالایی از خصیصهٔ گردشی در اقتصاد امروز را نشان می‌دهند. اما فرصت‌های بیشتری وجود دارد و طراحی محصولات، خط‌مشی‌ها، ساختمان‌ها و زیرساخت، هم‌چنین سیستم‌های حمل و نقل، با در نظر داشتن اقتصاد گردشی، در بهینه‌سازی ارزش فلزات برای جامعه نقش بسزایی دارد.

سرانجام، این که هر چند تمرکز تلاش چشمگیر روی ساخت اقتصاد گردشی مهم است، این نکته نیز مهم است که اهداف گسترده‌تر توسعهٔ پایدار و داد و گرفت‌هایی را که ممکن است بین آن‌ها رخ دهد، در نظر داشته باشیم. تا این جا، شورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات، و اعضای آن به اجرای مجموعه‌ای بزرگ از اصول توسعهٔ پایدار متعهد شده‌اند که حامی اقتصاد گردشی است، اما به سایر مسائل مهم توسعهٔ پایدار، که طرف‌های ذینفع خارجی را اولویت‌های اصلی این بخش از صنعت می‌شناسند، نیز توجه دارد.



ده اصل شـــورای بین‌المللی معدنکاری و فلزات برای توســـعه‌ی پایدار

۱ از روش‌های کسب‌وکار اخلاق‌مدارانه و نظام‌های سالم ادارهٔ مشارکتی استفاده کنیم و در حمایت از توسعهٔ پایدار شفافیت نشان دهیم.

۲ ملاحظات توسعهٔ پایدار را با راهبرد شرکت و فرایندهای تصمیم‌گیری تلفیق کنیم.

۳ به حقوق و منافع، فرهنگ‌ها، آداب و رســـوم، و ارزش‌های کارکنان و افراد دیگری که فعالیت‌های ما در آن‌ها تأثیر می‌گذارند، احترام بگذاریم.

۴ راهبردها و نظام‌های مؤثر مدیریت ریسکی را به کار بگیریم که اساس علمی محکم دارند و درک طرف‌های ذینفع از ریسک را به حساب می‌آورند.

۵ آسیب‌رسانی صفر و اصلاح مستمر عملکرد ایمنی و بهداشتی خود را پیگیری کنیم.

۶ اصلاح مستمر عملکرد زیســـت‌محیطی، در موضوعاتی مانند مدیریت آب و انرژی و تغییر اقلیم، را پیگیری کنیم.

۷ در حفاظت از تنوع زیستی سهم داشـــته باشیم و رویکردهای خود به طرح کاربری زمین را یکپارچه کنیم.

۸ پایهٔ دانشی و نظام‌های مسئول طراحی، مصرف، مصرف مجدد، بازیافت و دفع محصولات حاوی فلزات و مواد معدنی را تسهیل و حمایت کنیم.

۹ اصلاح مســـتمر عملکرد اجتماعی را پیگیری کنیم و در توســـعهٔ اجتماعی، اقتصادی، و نهادی کشورها یا جوامع میزبان نقش داشته باشیم.

۱۰ طرف‌های ذینفع اصلی را به صورت فعال در چالش‌ها و فرصت‌های توســـعهٔ پایدار، به‌شیوه‌ای آزادانه و شـــفافِ درگیر کنیم و پیشرفت و عملکرد را به صورت مؤثر گزارش بدهیم و مستقلاً تأیید کنیم.



مؤثرترین راه حذف مس باقیمانده در قراضه‌ی فولاد

(بخش پایانی)

برای نخســـتین بار، چارچوبی برای تعریف گسترهٔ کامل مسیرهای جداسازی و ارزیابی پتانسیل آن‌ها برای حذف مس پیشنهاد شده و انرژی و مواد مورد نیاز آن‌ها برآورد می‌شود.

موجودی قراضهٔ فولادی که عمر آن به پایان رسیده در حال افزایش است، اما مس باقیمانده در این قراضه، ارزش آن را کاهش داده است. هنگامی که در جریان خرد کردن در آسیای چکشی، مس به قراضهٔ فولاد می‌چســـبد، هیچ فرایند تجاری غیر از جداسازی دستی برای استخراج آن وجود ندارد، در حالی که فراورده‌های تخت گران‌قیمت نباید بیش از ۰٫۱ درصد وزنی مس داشته باشند تا از بروز مشـــکلات متالورژیکی جلوگیری شود. دربارهٔ فنون مختلف جداسازی مس در آزمایشـــگاه تحقیق شده است، اما هنوز هیچ تلاشـــی برای ارزیابی همه‌جانبهٔ همهٔ گزینه‌ها به عمل نیامده است. بنابراین، برای نخســـتین بار، چارچوبی برای تعریف گسترهٔ کامل مسیرهای جداســـازی و ارزیابی پتانسیل آن‌ها برای حذف مس پیشنهاد شـــده و انرژی و مواد مورد نیاز آن‌ها برآورد می‌شود. ترمودینامیک، سینتیک و محدودیت‌های فنی روش‌های مختلف را تحلیل می‌کنیم تا نشـــان دهیم می‌توان با صرف انرژی و مواد نسبتاً کم، مس را تا زیر ۰٫۱ درصد وزنی حذف کرد. در صورت بالاتر بودن چگالی خرد کردن، جداسازی فیزیکی بیشتر امکان‌پذیر است، اما این فرایند نیازمند ارائهٔ مشـــوق‌های مناسب است. تقطیر در خلأ با استفاده از رئاکتوری که اتلاف گرمای تابشی را به حداقل می‌رســـاند نیز امکان‌پذیر است. پیش‌آمایش قراضهٔ جامد در دمای بالا، کمتـــر از عملیات روی مذاب انرژی مصرف می‌کند، امـــا کارآیی این روش در مورد قراضهٔ خرد شـــده هنوز تأیید نشده است. چارچوبی که در این جا مطرح می‌شود، در مورد سایر سیســـتم‌های فلزی با پایهٔ ناخالصی نیز قابل کاربرد است تا بتوان نوآوری فرایند را، با افزایش موجودی قراضه، هماهنگ کرد.

.مرحلهٔ ۴: برآورد مصرف ماده و انرژی مخصوص

در این مرحلهٔ آخر، مصرف ماده و انـــرژی مخصوص فرایندهای تعریف شـــده در مرحلهٔ ۳ ارزیابی می‌شـــود. فرض می‌شـــود هر فرایند، مطابق شکل ۹، به صورت یک مسیر بازیافت سنتی فولاد تجمیع شود. انرژی- گرمایـــی و مکانیکـــی- هم‌چنین موادی که به‌طور مســـتقیم در فرایند مصرف می‌شـــوند، به‌ازای هر تن فولاد تصفیه شـــده، برآورد می‌شـــود. اثرات ثانویهٔ تصفیـــه روی ترکیب فولاد، و انرژی و مواد مصرفی اضافی، شناسایی و افزوده می‌شوند. جزئیات کامل منابع مربوط به مصرف ماده و انرژی مخصوص برای هـــر فرایند در مطالب تکمیلی الکترونیکی ارائه شده است.

گرمـــای لازم برای هر فرایند با محاســـبهٔ موازنـــهٔ گرمایی تخمین زده می‌شـــود. فرض‌های مبنای موازنهٔ گرمایی بـــرای هر نوع فرایند (تصفیهٔ مذاب، عملیات روی قراضهٔ جامد در دمای بالا، فروشـــویی، و جدانشینی حین انجماد) در این جا شـــرح داده می‌شوند. برای تصفیهٔ مذاب، گرما از طریـــق فوق‌گرمایش در کـــورهٔ قوس الکتریکی یـــا گرمایش با قوس الکتریکی در پاتیل تأمین می‌شـــود. برای تخمین موازنهٔ گرمایی فرض می‌شود مذاب فولاد ابتدا در دمای لازم است، اما هر نوع واکنشگری که به آن اضافه می‌شـــود باید تا دمای لازم گرم شود و انرژی واکنش و هر نوع اتلاف انرژی ناشی از تابش و رسانش را نیز باید در نظر گرفت. تلفات انرژی به میزان زیادی به سیستم و مشخصات هندسی آن بستگی دارند،



مسیر فرآیند	واکنش دهنده	رئاکتور	دما C°	زمان دقیقه		منابع مصرف انرژی (به ازای هر تن فولاد)		اثرات ثانویه
اصلاح عملیات خرد کردن، جداسازی مغناطیسی		آسیای چکشی با آهنگ فراوری پایین، یا خرد کردن در چندین عبور، برای چگالی ۱٫۲–۱٫۵ t/m³.	۲۵	متفاوت است	۰٫۲–۰٫۱	الکتریسیته برای خرد کردن بیشتر یا تکرار عملیات خرد کردن (۲ تا ۳ عبور)	۴۰ –۲۰ kwh/t	افزایش بهره‌دهی؛ پاکیزگی در کورهٔ قوس الکتریکی
جداسازی بخش غنی از مس با استفاده از سرند/ سرند گردان		دستگاه سرند گردان توصیف شده در [۵۰].	۲۵	متفاوت است	۰٫۲–۰٫۱	تکاندن/لرزاندن	۰٫۵ kwh/t	هدایت/ فراوری بیشتر بخش غنی از مس.
						برق مصرفی دستگاه سرند گردان	۰٫۵ kwh/t	
تبخیر گاز واکنشگر	O_2 /Cl_2	فرایند کلرزنی توصیف شده در [۳۳].	۸۰۰	۱۰	۰٫۱	مصرف کل انرژی فرایند	۲۷ kWh/t با فرض دمای ۸۰۰C° برای قراضه	اکسایش آهن، روی و قلع خارجی، و کلریدسازی.
						انتقال به کورهٔ قوس الکتریکی	۲۰ –۱۰ kwh/t	
ذوب ترجیحی		گرمایش پیوستهٔ قراضه روی نوارنقاله در کورهٔ تونلی (که شرکت کن‌استیل به نمایش گذاشته است [۵۸]) همراه با لرزاندن در دمایی بالاتر از ۱۰۸۳C°.	۱۱۰۰	۱۰–۵	۰٫۴–۰٫۳۵	تأمین برق کوره حین عملیات	۵ –۳ kwh/t	
						تکاندن/لرزاندن	۰٫۵ kwh/t	
						انتقال به کورهٔ قوس الکتریکی	۲۰ –۱۰ kwh/t	
استخراج با حلال	Al	کوره‌های القایی کانالی به ظرفیت ۲۹۰ تن برای حمام‌های آلومینیم با نوارنقالهٔ لرزان، توصیف شده در [۴۷].	۹۵۰	۲۰	۰٫۲–۰٫۱	گرم کردن ۲۰ کیلوگرم آلومینیم تا دمای T	۱۰ –۷ kwh/t	چسبندگی آلومینیم، اکسید شدن در کورهٔ قوس الکتریکی (گرمای تشکیل: ۱۷۲ kWh/t [۶۹])
						تأمین برق کوره‌های آلومینیم حین عملیات	۳۰ –۲۰ kwh/t	
						نوارنقالهٔ لرزان گرم‌شده	۶ –۴ kwh/t	
						انتقال به کورهٔ قوس الکتریکی	۲۰ –۱۰ kwh/t	
استخراج مات	FeS-Na_2S	کورهٔ دوار (شبیه [۵۹]) با آهنگ دوران ۵ دور در دقیقه و مات مذاب.	۱۰۰۰	۱۵	۰٫۲–۰٫۱	گرم کردن ۱۰ کیلوگرم مات تا دمای T	۶ –۵ kwh/t	آلودگی به گوگرد: گوگردزدایی ضرورت دارد، ۲۰–۳۰ kWh/t [۴۵]
						تأمین برق کوره حین عملیات	۶ –۴ kwh/t	
						چرخاندن در مخزن استوانه‌ای	۲ –۱ kwh/t	
						انتقال به کورهٔ قوس الکتریکی	۲۰ –۱۰ kwh/t	
شکنندگی	محیط اکسیدکننده	کورهٔ تونلی اکسیدکننده، همراه با تکاندن.	۵۰۰	۲۴۰	۰٫۲–۰٫۱	تأمین برق کوره حین عملیات	۴۵ –۳۰ kwh/t	اکسایش آهن
						تکاندن/لرزاندن	۲ –۱ kwh/t	
		اضافه کردن گدازآور در کورهٔ دوار [۵۹]	۱۰۰۰	۱۵	۰٫۲–۰٫۱	افزودن گدازآور	۳۵ –۲۰ kwh/t شبیه‌استخراج مات	

مسیر فرآیند	واکنش دهنده	رئاکتور	دما C°	زمان دقیقه		منابع مصرف انرژی (به ازای هر تن فولاد)		اثرات ثانویه
فروشویی	با پایهٔ	رئاکتور فروشویی با همزدن و هوادهی [۹۷].	۲۵	۱۴۴۰ ۲۴ ساعت	۰٫۲–۰٫۱	هوادهی	۶۵ kwh/t –۴۰	قبل از ورود به کورهٔ قوس الکتریکی باید خشک شود.
						همزدن	۴۰ kwh/t –۳۰	
	با پایهٔ	رئاکتور فروشویی با همزدن و هوادهی [۹۷].	۸۰	۷۲۰ ۱۲ ساعت	۰٫۲–۰٫۱	گرم کردن قراضه تا دمای T	۲۵ kwh/t –۱۵	
						حفظ دمای T	۲۵ kwh/t –۱۵	
						همزدن	۲۵ kwh/t –۱۵	
	با پایهٔ	سپس رسوب‌دهی الکترولیزی [۷۰]	۸۰	۱۴۴۰ ۲۴ ساعت	۰٫۲–۰٫۱	گرم کردن قراضه تا دمای T	۲۵ kwh/t –۱۵	
						حفظ دمای T	۵۰ kwh/t –۳۰	
						همزدن	۴۰ kwh/t –۳۰	
						برق مصرفی برای رسوب‌دهی الکترولیزی	۱۰ kwh/t –۶	
فروشویی با گرمادهی اولیه به‌منظور حذف لاک	افزوده شده به هر فرایند فروشویی ذکر شده در بالا					گرم کردن قراضه تا ۸۰۰C°	kwh/t ۲۸۰–۱۸۵	
						فرایند فروشویی	kwh/t ۱۲۵ –۴۵	

شکل ۷ رئاکتور، شرایط، منابع مصرف انرژی، و اثرات ثانوی فرایندهای بالقوهٔ قراضهٔ جامد، دسته‌بندی شده براساس نوع: فیزیکی (نارنجی)، دمابالا (بنفش)، و فروشویی (آبی).

بنابراین از آهنگ‌های گزارش داده شده برای سیستم‌های گاززدایی در خلأ، پاتیل‌ها، و بارریزی استفاده می‌شود. برای جبران این تلفات، فولاد مذاب ظرفیت گرمایی ۰٫۲۲ kWh/tonne °C دارد و بریوس و همکاران (Breus et al.) بازده متوسط ۵۰ درصد را برای روش‌های گرمایش مذاب گزارش داده‌اند، در حالی که در بهترین شرایط می‌توان به بازده ۷۰ درصد رسید؛ بنابراین در این جا گسترهٔ ۵۰ تا ۷۰ درصد فرض شده است. عملیات روی قراضهٔ جامد در دمای بالا را می‌توان در گرمایش قراضه ادغام کرد. طرح‌های جایگزینی هم برای گرمایش قراضه با استفاده از گازهای اتلافی و احتراق مستقیم به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی در مقایسه با مسیر کورهٔ قوس الکتریکی وجود دارد. فرض می‌شود گرمایش تا دمای فرایند در کورهٔ پیشنهادی به‌اندازهٔ مسیر سنتی بازده دارد، و می‌توان در کورهٔ قوس الکتریکی فرایند پیوسته انجام داد، اما در هر فرایند عملیات روی قراضهٔ جامد در دمای بالا باید ۱۰ تا ۲۰ kWh/tonne انرژی اضافی مصرف کرد تا تلفات گرما حین انتقال به کورهٔ قوس الکتریکی جبران شود. انرژی گرمایی این فرایند به کورهٔ قوس الکتریکی داده می‌شود تا دمای ۱۰۰۰C° را ۱۰ دقیقهٔ دیگر تأمین نماید و سایر واکنشگرها را گرم کند. چِن و همکاران (Chen et al.) این شرایط را با تجزیهٔ خروجی‌های گرمایی کورهٔ گرم کردن مجدد شمش‌های فولادی تعیین کردند. آن‌ها بازده گرمایش را ۴۰ تا ۶۰ درصد فرض کردند. فروشویی در دمای محیط، یا ۸۰C° انجام می‌گیرد (که در دمای اخیر باید انرژی لازم برای تثبیت دمای رئاکتور را نیز محاسبه کرد)، اما ممکن است قبل از فروشویی به یک مرحله گرمایش اضافی نیاز باشد. سانو و همکاران (Sano et al.) برای حذف لاک سیم‌های لاکی، یک مرحله گرمایش اولیه را توصیه می‌کنند، بنابراین در این فرایند خاص، مصرف انرژی مخصوص برای بالا بردن دمای قراضه تا ۸۰۰C° را نیز باید در نظر گرفت. سرانجام، فرایندهای انجماد حین ریخته‌گری یا پس از آن رخ می‌دهند. انجماد تک‌جهتی جایگزین فرایند استاندارد ریخته‌گری می‌شود، اما مستلزم سرمایش آهسته در کوره‌ای با دمای بالاست. ذوب مجدد با قوس الکتریکی و تحت خلأ یک مرحلهٔ ذوب مجدد کمکی است و در این‌جا از آهنگ‌های مصرف انرژی گزارش داده شده برای این فرایند استفاده می‌شود.

فرایندهای انجماد حین ریخته‌گری یا پس از آن رخ می‌دهند. انجماد تک‌جهتی جایگزین فرایند استاندارد ریخته‌گری می‌شود، اما مستلزم سرمایش آهسته در کوره‌ای با دمای بالاست. ذوب مجدد با قوس الکتریکی و تحت خلأ یک مرحلهٔ ذوب مجدد کمکی است و در این‌جا از آهنگ‌های مصرف انرژی گزارش داده شده برای این فرایند استفاده می‌شود.

مسیر فرآیند	واکنش دهنده	رئاکتور	دما C°	زمان دقیقه		منابع مصرف انرژی (به ازای هر تن فولاد)		اثرات ثانویه
گاززدایی در خلأ (حداقل)		گاززدایی در مخزن در فشار ۱۰۰ Pa، $A=0.5m^{-1}$, $k=2*10^{-5}$ m/s	۱۶۰۰	۱۰	۰,۳۹	مصرف کل انرژی فرایند	۱۵ kwh/t	سایر ناخالصی‌های فِرّار، آخال‌ها، و عناصر فلزی، که به طور همزمان تقطیر می‌شوند
گاززدایی در خلأ (شدید)		گاززدایی با گردش مجدد در فشار ۱۰ Pa، $A=2m^{-1}$, $k=6.5*10^{-5}$ m/s	۱۶۰۰	۳۰	۰,۳۲	مصرف کل انرژی فرایند	۵۰ kwh/t	
تقطیر گسترده در خلأ همراه با تشکیل حباب		پاتیل ۱۶۰ تنی با حباب آرگون در فشار ۵۰ Pa، مدل برگرفته از	۱۶۰۰	۱۳۰	۰,۱	گرمایش حین عملیات	۱۴۰ –۷۰ kwh/t	
						ایجاد خلأ	۲ –۱ kwh/t	
						افزایش استفاده از پمپ	۲۰ –۱۰ kwh/t	
تقطیر افشانه‌ای گسترده در خلأ		قطره‌هایی با قطر ۱ میلی‌متر در خلأ ۱۰ Pa، $A=10m^{-1}$, $k=6.5*10^{-5}$ m/s	۱۶۰۰	۴ ثانیه	۰,۱	گرمایش حین عملیات	۲۲۰ –۱۲۵ kwh/t	
						ایجاد خلأ	۲ –۱ kwh/t	
تبخیر گاز NH_3	گاز NH_3	دمش NH_3 در فشار ۲۰۰ Pa، $A=10m^{-1}$, $k=3*3*10^{-5}$ m/s	۱۶۰۰	۶۰	۰,۱	اتلاف گرما حین عملیات	۱۱۵ –۴۵ kwh/t	فوق‌اشباع نیتروژن
						افزایش استفاده از پمپ	۲۰ –۱۰ kwh/t	
سرباره‌سازی سولفیدی (اشباع از کربن)	$FeS-Al_2S_2$	پاتیل ۱۶۰ تنی با همزن، $A=1m^{-1}$, $k=5*10^{-4}$ m/s فرایند با قابلیت تغییر مقیاس	۱۳۶۵	۵۰	۰,۱	گرمایش ۱۰۰ کیلوگرم سرباره تا دمای T	۵۰ –۴۰ kwh/t	کربن‌زنی قبلی، آلودگی گوگرد: گوگردزدایی لازم است (۲۰-۳۰ kWh/t
						اتلاف گرما حین عملیت	۵ –۴ kwh/t	
						همزدن	۱ kwh/t	
						کاربیدزدایی	۱۰۰ –۹۰+ kwh/t	
انجماد تک‌جهتی (اشباع از کربن)		کوره با آهنگ سرمایش C/hr°۶۰	۱۴۰۰ تا ۱۰۰۰	۴۰۰ ۶,۵ ساعت	۰,۴-۰,۳۲	تأمین برق کوره حین عملیت	۶۰۰ –۴۰۰ kwh/t	سایر عنصرهای حاضر نیز ممکن است گرادیان غلظت ایجاد کنند و در نحوهٔ تقسیم مس تأثیر بگذارند.
ذوب مجدد قوسی تحت خلأ		ذوب شمش ۳۰ تنی با آهنگ ۹ کیلوگرم در دقیقه در خلأ،	۱۶۰۰	۷۲۰ ۱۲ساعت	۰,۲-۰,۱	مصرف کل انرژی فرایند	۱۱۰۰ –۷۰۰ kwh/t	
تصفیه با فیلتر سرامیکی	$Al_2O_3-ZrO_2$	تصفیه با فیلتر حین بارریزی	۱۶۰۰	۳۰-۲۰	۰,۲۸	اتلاف گرما حین عملیت	۳۰ –۲۰ kwh/t	آلودگی به‌نرات سرامیک

شکل ۸ رئاکتور، شرایط، منابع مصرف انرژی، و اثرات ثانوی فرایندهای بالقوهٔ مذاب، دسته‌بندی شده بر اساس نوع: عملیات در خلأ (نارنجی)، سرباره‌سازی (بنفش)، و تصفیه با فیلتر سرامیکی (آبی).

برای بهبود انتقال جرم از طریق خرد کردن، چرخاندن در مخزن استوانه‌ای، همزدن، به‌کارگیری جریان گاز، یا کاهش فشار محفظه، باید انرژی مکانیکی مصرف کرد. آهنگ مصرف انرژی برای این عملیات به طرح فرایند بستگی دارد، بنابراین از داده‌های تجهیزات نمونه‌وار برای اطلاع یافتن از برق مورد نیاز به‌ازای هر تن فولاد استفاده می‌شود: ۰,۵ تا ۱ kWh برای تکاندن/لرزاندن قراضه، ۱ تا ۲ kW برای چرخاندن قراضه، ۲ تا ۳ kW برای همزدن حین فروشویی، و ۱,۵ تا ۲ kW برای همزدن الکترومغناطیسی مذاب. سپس این مقادیر مورد نیاز در زمان فرایند ضرب می‌شود و به‌عنوان مصرف انرژی به حساب آورده می‌شود. به منظور کاهش فشار محفظه، انواع مختلفی از پمپ‌های خلأ به کار می‌رود. پمپ فواره‌ای بخاری سنتی حدود ۵۰ kWh به ازای هر تن فولاد برق مصرف می‌کند تا خلأ مورد نیاز را تأمین کند، اما پمپ‌های خشکی که در مقیاس تجاری در دسترس‌اند می‌توانند با مصرف ۱ تا ۲kWh/tonne فشار محفظه را تا ۵۰ Pa کاهش دهند، بنابراین ما هم از همین عدد استفاده می‌کنیم. در خرد کردن فلزات به روش‌های مدرن تقریباً ۲۰ kWh/tonne انرژی مصرف می‌شود. از این رقم در برآورد انرژی لازم برای خرد کردن با چگالی بالا استفاده می‌شود. این منابع مصرف انرژی برای بعضی از فرایندها، در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده‌اند.

مواد لازم برای فرایندهای مختلف عبارت‌اند از مادهٔ فروشویی، حلال، گاز، یا سرباره. این واکنشگرها مصرف می‌شوند و مادهٔ حاوی مس محصول جانبی فرایند است. این ماده را می‌توان دوباره مصرف کرد. به‌منظور مقایسهٔ همهٔ فرایندها، در این تحلیل فقط مقدار ماده‌ای که مستقیماً مصرف می‌شود، به‌ازای هر تن فولاد فراوری‌شده، در نظر گرفته می‌شود. برای فروشویی و استخراج با حلال، عملیات مستلزم

فروبری (نسبت متداول مایع به جامد ۵mL/g است؛ مثلاً ۵۰۰۰ لیتر مادهٔ فروشویی به‌ازای هر تن فولاد، یا ۱۲ تن آلومینیم به‌ازای هر تن فولاد) در مادهٔ فروشویی یا حلالی است که می‌توان آن را دوباره مصرف کرد، در نتیجه فقط باید مقداری را در نظر گرفت که به‌ازای هر تن فولاد جایگزین می‌شود. در مورد مواد فروشویی، مقدار واکنشگرهای مصرفی با استفاده از معادلهٔ استوکیومتری محاسبه می‌شود. استفاده از آلومینیم به‌عنوان حلال منجر به تولید آلیاژ ارزشمند Al-Cu می‌شود، اما آلومینیم به قراضه می‌چسبد و در کورهٔ قوس الکتریکی اکسید می‌گردد، بنابراین باید این مقدار تلف شده را برآورد کرد. برای عملیات کلریدسازی و شکنندگی ناشی از اکسیژن، مقدار گاز مصرفی براساس واکنش استوکیومتری شامل مس محاسبه می‌شود. مقدار سرباره، حلال، یا مات لازم با توجه به نسبت توزیع در وضعیت تعادلی محاسبه می‌شود. انرژی موجود در این مقدار مادهٔ مصرفی با استفاده از مقادیر برگرفته از نوشته‌های علمی محاسبه شد.

اثرات ثانویهٔ عملیات، شامل اکسایش آهن، چسبندگی واکنشگر، کاربیدسازی، و آلودگی مذاب از جنبهٔ انرژی و مصرف مواد پیامدهایی دارند که باید در نظر گرفته شوند. عملیات گاز کلریدکننده و شکنندگی ناشی از اکسیژن نیز باعث اکسایش فولاد می‌شوند، بنابراین حاضر نیز ممکن است آهن اکسیدشده و اکسیژن مصرف‌شده نیز برآورد می‌شوند. عملیات سرباره‌سازی در پاتیل نیز مستلزم اشباع با کربن است (فعالیت مس افزایش می‌یابد و دمای مذاب را می‌توان کاهش داد که باعث پیشرفت واکنش تبدیل مس به سولفید مس می‌شود). اما در کورهٔ قوس الکتریکی معمولاً فولاد کم‌کربن فراوری می‌شود، بنابراین انرژی اضافی و مواد لازم برای کربن‌زنی و سپس کربن‌زدایی بعدی نیز به این فرایندها مربوط می‌شوند و باید آن‌ها را نیز در نظر گرفت. تولید مات سولفیدی و عملیاتی که روی سرباره انجام می‌گیرد نیز موجب آلوده شدن مذاب به گوگرد می‌شود، در نتیجه باید عملیات گوگردزدایی در پاتیل نیز انجام داد. کاربرد گاز آمونیاک در فرایند تقطیر مس موجب اشباع مذاب از نیتروژن خواهد شد، بنابراین باید پس از این عملیات، تصفیه در خلأ نیز انجام داد. این ملاحظات در شکل‌های ۷ و ۸ جمع‌بندی شده‌اند.

۳.نتایج

چارچوب توصیف‌شده در بخش ۲ امکان مقایسهٔ انرژی اضافی و مواد اضافی لازم برای همهٔ فنون مختلف جداسازی با هدف کاهش غلظت مس را فراهم کرد. در شکل ۱۰، غلظت نهایی مس در هر یک از فرایندهای تعریف شده در شکل‌های ۷ و ۸، در مقابل انرژی اضافی لازم برای هر فرایند نشان داده شده است.

فرایندهای نشان داده شده در شکل ۱۰ گسترهٔ وسیعی از مصرف انرژی مخصوص را تشکیل می‌دهند. فرایندهای واقع در منتهی‌الیه سمت راست زمان عملیات طولانی‌تری در دماهای بالاتر دارند، اما فرایندهای واقع در سمت چپ را می‌توان تقریباً در مسیر فولادسازی گنجاند. در انجماد تک‌جهتی و ذوب مجدد با قوس تحت خلأ از خاصیت جدانشینی مس از فولاد حین انجماد استفاده می‌شود، اما این کار مستلزم سرمایش آهسته و کاملاً کنترل شده است و به تقسیم‌بندی و جداسازی محدود مس منتهی می‌شود. ذوب مجدد با قوس الکتریکی تحت خلأ می‌تواند مس را به صورت قابل اعتمادی حذف کند و در مرحلهٔ تجاری شدن است. اما چون باید ذوب مجدد در خلأ و با آهنگ خیلی پایین انجام شود، کاربرد آن به تولید فولادهای بسیار مرغوب، با حجم کم محدود می‌شود که صرف انرژی اضافی برای تولید آن‌ها قابل توجیه است. در انتهای دیگر این طیف، جداسازی فیزیکی بهتر و مؤثرتر قراضهٔ جامد

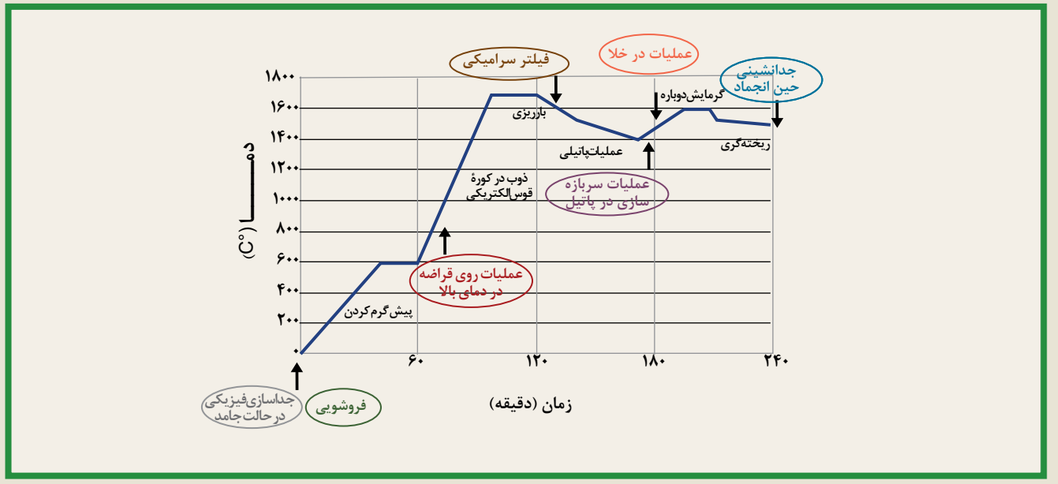


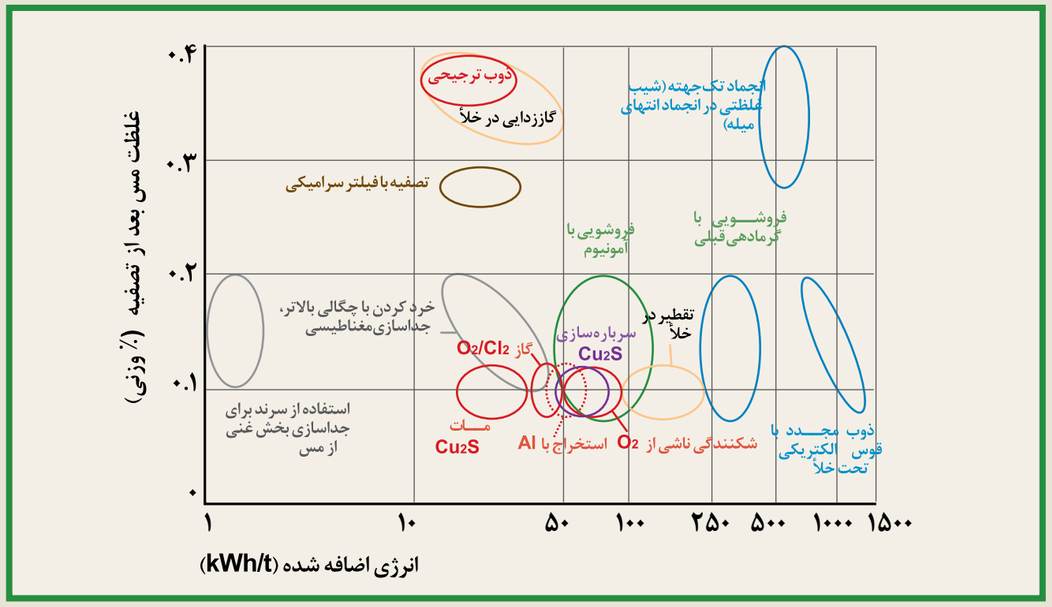
امکان‌پذیر است. ابوسوآن و همکاران (Abboussouan et al.)، نشان می‌دهند که غلظت مس در قراضهٔ خردشده، بسته به اندازهٔ ذرات قراضه، متغیر اســت؛ بنابراین با اســتفاده از سرند می‌توان ذرات غنی از مس را جــدا کرد. محصولات را می‌توان به ذراتی بــا چگالی بالاتر خرد کرد تا مس برای جداســازی مغناطیســی بهتر آزاد شود. به نظر می‌رسد ذوب ترجیحی و تصفیه با فیلتر سرامیکی کارآیی کمتری داشته باشد: هنگام ذوب کردن، مس به قراضه می‌چســبد و با آهنگ پایینی از مذاب جذب فیلتر سرامیکی می‌شود.

مجموعه‌ای از فرایندها برای کاهــش غلظت مس تا ۰٫۱ درصد وزنی و مصرف انرژی مخصوص متوســط (۲۰ تا ۱۲۵ کیلووات ســاعت بر تن) وجود دارد. به نظر می‌رسد عملی‌ترین آن‌ها تصفیهٔ قراضهٔ جامد در دمای بالا باشد: استخراج مات سولفیدی، استفاده از گاز کلریدساز، و استخراج بــا آلومینیم، کــه می‌توان آن را در گرمایش قراضه به کاربرد و شــامل واکنش‌های سریع است. فرایند عملی دیگری که روی قراضهٔ جامد انجام می‌شود فروشــویی با آمونیوم است، اما سرعت این فرایند پایین است و مصرف انرژی آن مربوط به همزدن مادهٔ فروشویی در زمان طولانی انجام فرایند است. هزینهٔ انرژی مصرفی برای فروشویی با آمونیوم بسیار متغیر اســت، زیرا نوع مادهٔ فروشویی است که شرایط فرایند را تعیین می‌کند (مادهٔ فروشــویی آمونیاک با پایهٔ کربنات به هوادهی شدید نیاز دارد، در حالی کــه آمونیوم کلرید به این میزان هوادهــی نیاز ندارد.) گرمادهی قبلی برای حذف لاک روی ســیم‌ها و ایجاد تماس بین مادهٔ فروشویی و مس باعث مصرف انرژی فراوانی می‌شود. فرایندهایی که نیازمند فروبری در دماهای بالا (استخراج با آلومینیم و فروشویی) هستند، فقط هنگامی قابل استفاده‌اند که به طور پیوسته اجرا شوند. برای حفظ دمای محفظه، انــرژی مخصوصی بین ۲۰ تا ۴۰ kWh/tonne لازم اســت، اما هزینهٔ انرژی لازم برای رســاندن کل مادهٔ حلال یا فروشویی به دمای عملیات مانع به‌کارگیری این فرایندهاست (بیش از ۵۰۰۰ کیلووات ساعت به‌ازای هر تن فولاد در فرایند اســتخراج با آلومینیم در ۹۵۰°C و بیش از ۸۰۰ کیلووات ساعت به ازای هر تن فولاد برای فروشویی در دمای ۸۰°C).

بــرای گاززدایی اســتاندارد در خلأ نیــز به مقدار مشــابهی انرژی نیاز اســت، اما در ایــن روش مس فقط تا حدودی حذف می‌شــود. معمولاً عملیات تصفیهٔ مذاب در خلأ طوری طراحی می‌شــود که فقط گازها و آخال‌های غیرفلزی را حذف کند. شــدیدترین فرایند گاززدایی موجب می‌شــود غلظت مس به حدود ۰٫۳۲ درصد وزنی کاهش یابد. به منظور حذف مس بیشتر باید آهنگ واکنش، مساحت سطح مخصوص، یا زمان عملیات را افزایش داد. آهنگ واکنش، k، در دماهای بالاتر و فشــارهای پایین‌تر (یا آهنگ جریان بالاتــر گاز تصفیه‌کننده) و در صورت افزودن مواد خاصی به مــذاب، چنان‌که در مطالب تکمیلــی الکترونیکی آمده اســت، بالاتر مــی‌رود. اما k را آهنگ تبخیر در فصل مشــترک محدود می‌کند. مساحت ســطح مخصوص را می‌توان با ایجاد حباب در مخزن یا افشــاندن مذاب افزایش داد. اما اتلاف گرمای تابشی با مساحت سطح مخصوص، ضرب در زمان عملیات (AXΔt) متناسب است؛ بنابراین بین میزان حذف مس و کل انرژی لازم باید مصالحه کرد. هیدانی و همکاران (Hidani et al.) در تلاش برای تشــکیل ترکیب مس‌دار فرّارتر، گازی را وارد مذاب کردند، اما مقدار k مشــابه مقدار آن در فرایند تقطیر بود و واکنش (و این که آیا گرما به سیســتم داده می‌شــود یا از آن گرفته

شکل ۹ نمودار دما- زمان برای مسیر کورهٔ قوس الکتریکی که یین (Yin) به دست آورده، همراه با فرایندهای بالقوه.





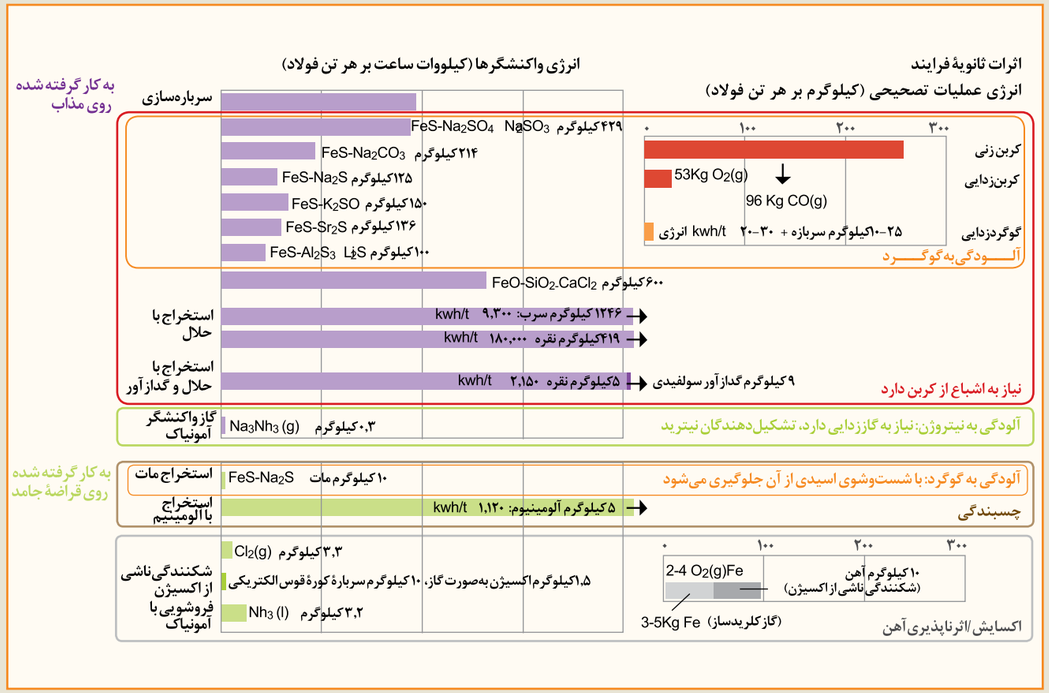
شکل ۱۰ کاهش غلظت مس از ۰٫۴ درصد وزنی و مصرف انرژی مخصوص تخمینی برای فرایندهای مختلف تعریف‌شده در شکل‌های ۷ و ۸.

می‌شود) کاملاً مشخص نشد. به‌طور کلی، انتقال مس از فاز مذاب به فاز گازی از جنبهٔ سینتیکی دشوار است.

مــس را می‌توان از مذاب به صورت فاز مــذاب انتقال داد که انتقال آن در مقایسه با انتقال از فاز گازی، از جنبهٔ سینتیکی، آسان‌تر است. برای سرباره‌سازی سولفیدی، مقدار k بزرگ‌تر است و واکنش گرمازاست، و با استفاده از لایهٔ ضخیمی از سرباره می‌توان مانع اتلاف تابشی حین انجام فرایند شد. اما باید به مذاب کربن اضافه کرد که در فولادسازی در کورهٔ قوس الکتریکی دشــوار است. در این جا فرض می‌شود که سرباره‌سازی ســولفیدی در فرایند پاتیلی انجام می‌گیرد، اما پاتیل‌های صنعتی برای کربن‌زنی و کربن‌زدایی تجهیز نشده‌اند. به‌طور کلی، انجام عملیات روی مذاب، خواه با استفاده از گاز و خواه به کمک مذاب، در مقایسه با انجام عملیات روی قراضهٔ جامد، مســتلزم صرف انرژی بیشتری است، اما این مزیت را دارد که می‌تواند مس محلول را نیز حذف کند، و به مســی که نسبت به قراضهٔ فولاد حالت خارجی دارد محدود نمی‌شود.

در شکل ۱۱ مقدار مواد لازم برای تصفیهٔ یک تن فولاد و رساندن میزان مس آن از ۰٫۴ درصد وزنی به ۰٫۱ درصد در فرایندهای مختلف، و انرژی لازم در مواد مورد نیاز، نشــان داده شده اســت. بعد از عملیات تصفیه، این ماده محصولی جانبی است که مس دارد، اما می‌توان مس را باززایی یا مصرف کرد (مثلاً به صورت آلیاژ Al-Cu در اســتخراج با آلومینیم). اثرات ثانویهٔ این فرایندها در ســمت راست شــکل ۱۱ نشان داده شده اســت. جداســازی‌های فیزیکی مبتنی بر انرژی در نظر گرفته نشده‌اند، زیرا نیازی به اضافه کردن مستقیم مواد ندارند. در مورد فرایندهایی که بــه اضافه کردن مواد نیاز دارند، بین مواد لازم برای تصفیهٔ قراضهٔ مذاب و قراضهٔ جامد تمایزی مشهود است.

تصفیهٔ مذاب به مصرف انرژی مخصوص بالایی نیاز دارد و حداقل سربارهٔ مورد نیاز ۱۰۰ کیلوگرم بر هر تن فولاد است. در تحقیقات آزمایشگاهی تلاش شــده است که با بهینه‌سازی ترکیب ســرباره، این مقدار کاهش یابد. در بیشــتر آزمایش‌ها از افزودنی‌های با پایهٔ ســدیم استفاده شده است، اما وانگ و همکاران بررسی روشمندی روی افزودنی‌های سولفید فلزی قلیایــی و خاک قلیایی انجام دادند و به این نتیجه رســیدند که Al_2S_3 از همه مطلوب‌تر اســت. اســتفاده از این ماده به ایجاد نسبت توزیع ۳۰ منتهی می‌شــود، اما این مقدار، از نســبت‌های توزیع حاصل در روش سنتی به سرباره فرستادن ناخالصی، یک مرتبهٔ بزرگی پایین‌تر است؛ در روش سنتی تقریباً به ۱۰ کیلوگرم سرباره به‌ازای هر تن فولاد نیاز اســت. مقدار سربارهٔ لازم را می‌توان با کاربرد مکرر، یا با استفاده از جریــان متقابل، باز هم کاهش داد. کوهن و همکاران (Cohen et al.) ایــن روش، هم‌چنین فرایند باززایی ســربارهٔ با پایهٔ Al_2S_3، را توصیف می‌کنند، اما با توجه به این که انجام این روش ســخت‌تر اســت و باعث



شـــکل ۱۱ جرم واکنشگرها (بر حسب کیلوگرم به‌ازای هر تن فولادی که تصفیه می‌شود، برچسب‌گذاری میله‌ها) و انرژی محاسبه‌شدهٔ متناظر با آن‌ها (برحسب کیلووات ســـاعت بر تن، ترسیم شـــده) برای کاهش غلظت مس از ۰,۴ درصد وزنی به ۰,۱ درصد وزنی در فرایندهای مختلف. مواد لازم برای عملیات تصحیحی، و سایر مشکلات ناشی از آلودگی بر اثر تصفیه در سمت راست نشان داده شده‌اند. همهٔ مواد سرباره با استفاده از رقم انرژی مربوط به یک سربارهٔ استاندارد محاسبه شدند. مقادیر انرژی موجود در فلزات مربوط به مسیر اولیه است.

کاهش بازده گرمایی می‌شـــود، شاید کاربرد آن در مورد مذاب‌هایی که کمتر از ۱ درصد وزنی مس دارند، عملی نباشد.

آلودگی مذاب به گوگرد نیز باعث می‌شود نتوان از این سرباره‌ها استفاده کرد. بررســـی‌های انجام شـــده از مذاب‌هایی با ۰,۱ تـــا ۱ درصد وزنی گوگرد- یعنـــی تا ۱۰۰ برابر مقدار گوگردی کـــه معمولاً هنگام تصفیه با آن ســـر و کار داریم، گزارش می‌دهند. ســـربارهٔ اکسیدی اصلاح شده با گوگرد که کوهن آن را طراحی کرد، و ســـربارهٔ کلریدی طراحی شده توســـط هو و همکاران (Hu et al.) از آلوده شـــدن مـــذاب به گوگرد جلوگیری می‌کنند، اما نسبت توزیع مس در آن‌ها بسیار پایین‌تر است.

یاماگوچـــی و همکاران (Yamaguchi et al.) نشـــان دادند که حلال فلـــزی، هرگاه به صورت لایه‌ای بین مذاب و گدازآور قرار گیرد، از آلوده شـــدن مذاب جلوگیری می‌کند و در عین حال مقـــدار گدازآور لازم را کاهش می‌دهد، اما این کار عملی نیست، زیرا چگالی نسبی مانع از ایجاد این نوع لایه‌بندی می‌شود.

فرایندهایی که در مورد قراضهٔ جامد به کار گرفته می‌شـــوند، در مقایسه با فرایندهایی که روی مذاب انجام می‌شـــوند، معمـــولاً به افزودنی‌های کمتـــری نیاز دارند، امـــا اثرات ثانوی هر فراینـــد را باید با دقت در نظر گرفت. هنگام اســـتفاده از مات ســـولفیدی روی قراضـــهٔ جامد، مس به صورت خالص حضور دارد و رقیق نشده است، بنابراین به مقدار کمتری مـــات نیاز خواهد بود؛ اما در این صورت هم آلودگی به گوگرد مشـــکل آفرین است- باید گوگردزدایی را در مقیاس وسیعی انجام داد و این کار به مصرف ۲۰ تا ۳۰ کیلوات ســـاعت انرژی اضافی به ازای هر تن فولاد نیاز دارد. در اســـتخراج با آلومینیم، برآورد شـــد که به‌ازای هر تن فولاد ۲۰ کیلوگـــرم آلومینیم به قراضه می‌چســـبد و در کورهٔ قوس الکتریکی می‌سوزد. این واکنش اکسایش باعث تولید ۲۶۵ کیلووات‌ساعت گرمای شیمیایی به ازای هر تن فولاد می‌شود، اما با در نظر گرفتن انرژی بالای نهفته در آلومینیم، این فرایند از لحاظ انرژی کارآمد نیســـت. تصفیه به

کمک گاز کلریدســـاز با مصرف مقدار کمی اکســـیژن و کلر امکان‌پذیر اســـت.ناخالصی‌های دیگری که با فولاد ترکیب شـــده‌اند- مانند قلع و روی- نیـــز به کلرید تبدیل می‌شـــوند، اما مقـــداری آهن هم به صورت اکسید تلف خواهد شد.

هنگام مقایســـهٔ این واکنشـــگرهای مختلـــف، باید تأثیـــرات ایمنی و زیســـت‌محیطی را نیز در نظر گرفت. گاز کلر بیش از همه مشکل‌ســـاز اســـت، زیرا سمّی و خورنده اســـت. به جای آن از مادهٔ فروشویی با پایهٔ آمونیاک استفاده می‌شود که کمتر سمّی است و سان و همکاران (Sun et al.) نشـــان می‌دهند که مـــس را می‌توان رســـوب داد، و از طریق بازیافـــت الکترولیـــزی آن را بازیابی کرد. حمل و جا بـــه جا کردن فلز مذاب خطرناک اســـت، اما فرایندهایی که در دمای بالا انجام می‌شـــوند در کارگاه‌های فولادسازی قابل اجرا هستند، زیرا در این کارگاه‌ها تدابیر ایمنی رعایت می‌شود و تخصص مورد نیاز موجود است.

۴.بحث

در شـــکل ۱۰ مشاهده می‌شـــود که فرایندهایی را می‌توان ابداع کرد که مس را با مصرف انرژی نســـبتاً کم از فولاد حـــذف کنند. تعریف فرایند بر اســـاس یک اصل کار پیچیده‌ای اســـت، اما محدودیت‌های ترمودینامیکـــی و ســـینتیکی مطـــرح شـــده در شـــکل‌های ۵ و ۶ تعیین‌کنندهٔ فضایی هســـتند که فرایند در آن انجام می‌شـــود. شکل ۱۰ نشـــان می‌دهد که با جداســـازی فیزیکی اصلاح شده، تقطیر در خلأ، سرباره‌ســـازی، و عملیات مقدماتـــی روی قراضهٔ جامد، می‌توان غلظـــت مس را به ۰,۱ درصـــد وزنی کاهـــش داد و در عین حال ۵ تـــا ۲۰ درصـــد به انرژی لازم بـــرای ذوب در کورهٔ قـــوس الکتریکی اضافه کرد. اکنون در این بخش نحوهٔ تکمیل و توســـعهٔ این چهار نوع فرایند را، با رعایت محدودیت‌های شناسایی‌شـــده، بررسی می‌کنیم. منظور از تکمیل و توسعهٔ این فرایندها متناسب‌سازی آن‌ها با شرایط



فولادســـازی و کاهش میزان انرژی و مواد مصرفی برآورد شده است.

جداســـازی فیزیکی در حالت جامد، انرژی کمتری مصرف می‌کند، اما به میزان و نحوهٔ خرد کردن قراضه قبل از عملیات جداســـازی بستگی دارد. در فولادســـازی با کورهٔ قوس الکتریکی غالباً از ارزان‌ترین قراضهٔ سبک استفاده می‌شود، زیرا قیمت قراضه تقریباً ۷۰ درصد هزینهٔ تولید فولاد را تشـــکیل می‌دهد. برای خرد کردن قراضه با چگالی بالاتر باید دســـت‌کم دو برابر فرایند ســـنتی انرژی مصرف کرد. اگر قیمت‌گذاری مســـتقیم قراضه با توجه به محتوای مس آن امکان‌پذیر باشد (شاید با اســـتفاده از روش تجزیهٔ فله‌ای بلادرنگ ممکن باشـــد)، مرکز فراوری قراضـــه یکی از این فرایندها را انتخاب خواهد کرد. بخش غنی از مس را می‌توان با اســـتفاده از ســـرند گردان یا سیستم پرتابی جدا کرد. در این رویکرد بخش در خور اعتنایی (۲۰ تا ۳۰ درصد) قراضهٔ جداسازی شـــده برای تولید فراورده‌هایی به کار می‌رود که به مس به‌عنوان عنصر آلیـــاژی نیاز دارند، یا در این مرحله می‌توان غلظت مس را برای فرایند استخراج دیگری افزایش داد.



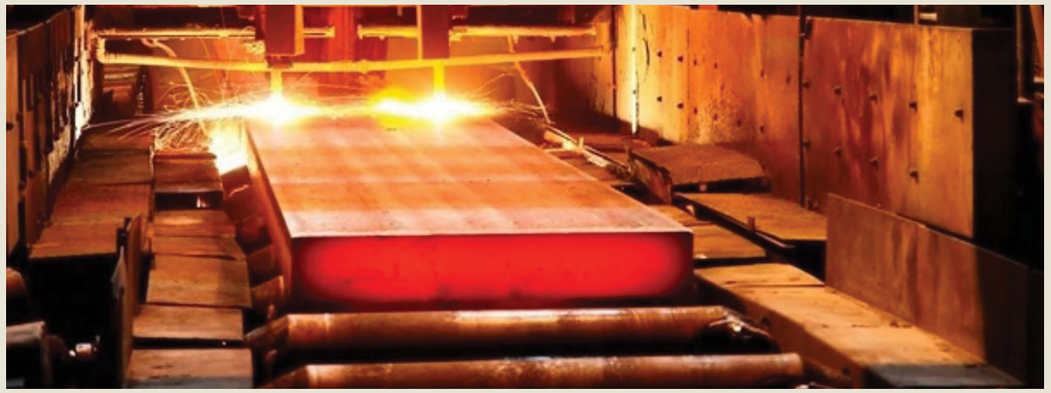
برای نخستین بار، چارچوبی برای تعریف گسترهٔ کامل مسیرهای جداسازی و ارزیابی پتانسیل آن‌ها برای حذف مس پیشنهاد شده و انرژی و مواد مورد نیاز آن‌ها برآورد می‌شود.

عملیات مقدماتی روی قراضهٔ جامد با دمای بالا نیز جای نوآوری دارند. فرایندهای ذوبی در دمای بالا انجام می‌شود و مدت زیادی طول می‌کشد، اما تجمیع فرایندهای گرم کردن و ذوب قراضه باعث می‌شود زمان و انرژی لازم فقط اندکی بیشتر شود. به نظر می‌رسد ذوب ترجیحی را چسبندگی مس مذاب به قراضهٔ فولاد محدود می‌کند، اما لیک و همکاران (Leak et al.) نشان می‌دهند که با ذوب در محیط نمک مذاب خنثا، که گرمایش پربازده و محدود شدن اکسایش از فواید آن است، می‌توان بر این مشکل غلبه کرد. به نظر می‌رسد اضافه کردن مات سولفیدی به قراضهٔ جامد از جنبهٔ انرژی کارآمد باشد، اما وقتی اثرات آلودگی گوگرد را در نظر بگیریم، کارآیی آن کاهش می‌یابد. در راه ابداع مادهٔ مؤثری برای فروشویی و طراحی فرایندی برای بازیابی الکترولیزی مس از پسماندهای الکترونیکی پیشرفت زیادی حاصل شده است و از همان اصول می‌توان در مورد قراضهٔ فولاد نیز استفاده کرد.

به‌طور کلی، شکل نامنظم قراضه‌ای که به پایان عمر خود رسیده است و توزیع ناهمگن مس در آن ممکن است مانع به‌کارگیری فرایندهای حذف مس از قراضهٔ جامد شود. جیمبو و همکاران گزارش می‌دهند که ۹۰ درصد مسی که قراضهٔ فولاد را آلوده می‌کند، روی سطح ذرات قراضه قرار دارد، اما شاید استفاده از مادهٔ فروشویی روی سطحی به این وسعت عملی نباشد. به‌علاوه، مسی که در نتیجهٔ فرایند بازیافت قبلی در فولاد حل شده است به مقدار بیشتری باز خواهد گشت و این فنون حذف مس از قراضه دیگر کارآیی نخواهند داشت.

محدودیت اصلی تقطیر در خلأ که در بررسی حاضر شناسایی شد، اتلاف گرمای تابشی حین عملیات طولانی است. در تحقیقات گذشته بیشتر روی افزایش آهنگ تبخیر مس در فشارهای متوسط تمرکز می‌شد، اما استفاده از خلأ با فشار پایین در صنایع متالورژی رو به افزایش است و از جنبهٔ نظری به کاربرد پمپ‌های خشک نیاز دارد که انرژی کمتری مصرف می‌کنند و در نتیجه مصرف انرژی و آب سردکننده را، در مقایسه با سیستم‌های پمپ فواره‌ای بخاری به شدت کاهش می‌دهند (اگر چه هزینهٔ سرمایه‌ای آن‌ها بالاتر است). تلفات گرما مانع انجام عملیات طولانی تحت خلأ روی مذاب می‌شود، اما این تلفات به طرح رئاکتور نیز بستگی دارد. بنابراین فرصت‌هایی برای طراحی رئاکتورهای بهینه‌سازی شده‌ای وجود دارد که در آن‌ها در برابر تابش حفاظ ایجاد می‌شود، و در عین حال نسبت سطح به حجم بزرگی دارند و منبع گرمای کارآمدی هستند. در صورتی که واکنش گرمازا باشد، و گاز مذاب را آلوده نکند، استفاده از گاز واکنشگر برای تبخیر ترکیب فرّار مس مفید است، اما گازهایی که تا امروز پیشنهاد شده‌اند، مناسب نبوده‌اند.

حذف مس از طریق سرباره‌سازی مشکل است. تنها عنصری که ترجیحاً با مس ترکیب تشکیل می‌دهد، گوگرد است، اما گوگرد خود از عناصر آلوده‌ساز فولاد به شمار می‌رود. شرط اشباع از کربن بودن فولاد و جرم سرباره‌های لازم نیز از دیگر عامل‌های بازدارنده هستند و با توجه به پژوهش گسترده روی ترکیب‌های ممکن سرباره، به نظر می‌رسد جای محدودی برای پیشرفت وجود داشته باشد. مسیری که کمتر مورد توجه قرار گرفته، کاربرد میدان الکتریکی برای جا به جا کردن تعادل مس بین مذاب و سرباره است. رُز (Rose) از سرباره‌ای با پایهٔ کریولیت و حاوی سولفیدهای مس استفاده کرد. بازده جریان پایین بود، اما در تحقیقات



بعدی کار روی سرباره‌های با پایهٔ فلورید توصیه شد. داده‌های مربوط به الکترولیت‌های تصفیهٔ فولاد، هم‌چنین تحقیقات تجربی که طرحی برای ساخت یک محفظهٔ واکنش قابل استفاده را تأیید کنند، در دست نیست. در این تحلیل روی فرایندهای استخراج تمرکز شد، اما چنان‌که در مقدمه گفته شد، در زنجیرهٔ تأمین قراضه نیز می‌توان مداخلات بسیاری انجام داد. جداسازی دستی باعث کاهش غلظت مس تا کمتر از ۰٫۲۵ درصد می‌شود. عامل اصلی محدودکنندهٔ کاربرد مؤثر این روش، هزینهٔ نیروی انسانی است، اما خودکارسازی می‌تواند این وضعیت را تغییر دهد. فناوری‌های حسگری هوشمند، مانند سیستمی که شولمان (Shulman) توصیف می‌کند، در این تحلیل گنجانده نشدند، زیرا این فناوری‌ها نوعی فناوری تفکیک‌اند، نه فنون جداسازی بر اساس خواص فیزیکی یا شیمیایی. اکنون بازیافت قراضهٔ آلوده و مصرف آن در بعضی کاربردها، که لزوماً نیازی به مواد اولیهٔ خیلی مرغوب ندارند، امکان‌پذیر است، اما مداخله برای کنترل مس هنگامی مطلوب است که بازار این نوع فولادهای نامرغوب اشباع شده باشد. به همین ترتیب، با توجه به فراوانی تولید فولاد اولیه، رقیق‌سازی نیز ممکن است. برای رقیق‌سازی یک تن فولاد و رساندن غلظت مس آن از ۰٫۴ درصد وزنی به ۰٫۱ درصد، به سه تن فولاد اولیه (که به‌طور متوسط بیش از ۵۰۰۰ کیلووات ساعت بر هر تن انرژی دارد) نیاز است. از اکنون تا سال ۲۰۵۰ موجودی قراضهٔ فولاد در سطح جهان سه برابر خواهد شد و پیش‌بینی می‌شود تولید فولاد اولیه تغییری نکند؛ بنابراین نسبت یاد شده برای رقیق‌سازی دیگر مصداق نخواهد داشت.

این مقاله به ارزیابی فرایندهای بالقوه از جنبهٔ فیزیکی، نه اقتصادی، پرداخته است. اصول حاکم بر جداسازی ثابت‌اند و در همه جا می‌توان آن‌ها را به کار برد، اما قیمت‌ها متغیرند و در نواحی مختلف بسیار متفاوت‌اند. کشورهای توسعه یافته با موجودی قراضهٔ در حال افزایش، کاهش تولید فولاد اولیه، و صنایعی با فناوری‌های پیشرفته، زودتر از بقیهٔ کشورها با محدودیت‌های ناشی از آلودگی مس رو به رو می‌شوند. در چنین شرایطی، انگیزهٔ خوبی برای حذف مس وجود دارد و اختلاف قیمت بین میل‌گرد و ورق عامل محرک حذف مس است. هنگام بررسی فرایندهای جدید، هزینه‌های سرمایه‌ای، جاگیری تجهیزات و زمان فرایند مهم است. با استفاده از اطلاعات شکل‌های ۷ و ۸، هم‌چنین توصیف رئاکتورها در مطالب تکمیلی الکترونیکی، می‌توان این ملاحظات را بین فرایندهای پیشنهادی مقایسه کرد. هزینه‌های سرمایه‌ای ممکن است چشمگیر باشند، اما اقتصاد حاکم بر فولادسازی در کورهٔ قوس الکتریکی رو به بهبود می‌رود. مدیریت درست قراضه و سلامت بخش صنعت به نفع کشور است، بنابراین حمایت از تولید فولاد مرغوب با استفاده از قراضه ضرورت دارد و برنامه‌هایی با حمایت مالی دولت لازم است تا انگیزهٔ نوآوری‌هایی شود که آلوود آن‌ها را شرح داده است.

بسیاری از فرایندهایی که روی آن‌ها تحقیق شده باعث کاهش بهره‌وری می‌شوند. از دههٔ ۱۹۶۰ تا کنون، بیشترین تمرکز در فولادسازی با کورهٔ قوس الکتریکی، افزایش بهره‌وری بوده است، زیرا از این طریق است که هزینه‌های نگهداری، نیروی انسانی، و مخارج کلی واحد تولیدی کاهش می‌یابد. اما تردیدی نیست که با تشدید اضطرار برای کاهش انتشار کربن دیوکسید، سیستم‌های ارزیابی و اهداف صنعتی نیز در معرض تغییر قرار می‌گیرند. افزایش بهره‌وری لزوماً باعث کاهش تأثیر زیست‌محیطی نخواهد شد. مثلاً، استفادهٔ بیشتر از کربن و اکسیژن زمان فولادسازی در کورهٔ قوس الکتریکی را کاهش می‌دهد، اما انتشار گاز کربن دیوکسید را مستقیماً افزایش خواهد داد. پیامدهای انرژی و و مواد مصرفی در این فرایندها، یکی از عامل‌های اصلی تصمیم‌گیری در آینده خواهد بود.

با مشخص‌تر شدن مسیرهای جداسازی، یا پیشرفت صنعت، می‌توان ارزیابی هماهنگ و نظام‌یافتهٔ ارائه شده در این مقاله را تعمیق بخشید. برآوردها بر اساس نتایج تجربی دسترس‌پذیر و آهنگ‌های مصرف انرژی گزارش داده شده برای رئاکتورهای موجود، و فرایندهای صنعتی مشابه به‌عنوان مبنای مقایسه، انجام شده است. برای تعریف دقیق‌تر فرایندها باید تحقیقات وارد مرحلهٔ واحد پیشاهنگ (پایلوت) شود و با ارائهٔ مدل‌های بهتر می‌توان برآوردهای دقیق‌تری انجام داد. در این تحلیل فرض می‌شود که زیرساخت بازیافت موجود بدون تغییر می‌ماند و عملیات جدیدی برای جداسازی مس به کار گرفته خواهد شد، اما بسیاری از این عملیات ممکن است بخشی از اصلاحات بزرگ‌تر با فواید جانبی باشند. مثلاً تولید قراضهٔ خرد شده با چگالی بالاتر باعث افزایش بهره‌دهی در کورهٔ قوس الکتریکی می‌شود، عملیات طولانی تحت خلأ موجب حذف سایر آخال و ناخالصی‌های فلزی می‌شود، نمک‌های مذاب واسطهٔ گرمایش و تصفیهٔ کارآمدی هستند، و عملیات حین گرمایش ممکن است همزمان موجب حذف سایر ناخالصی‌های خارجی، مثل قلع و روی نیز بشود.

مس در فولاد فقط یکی از نمونه‌های محدودیت کاربرد فلزات به سبب آلودگی است. در کل صنعت فلزات، آهنگ بازیافت قراضه در حال افزایش است. میزان استخراج آلاینده در بازیافت فلزات را پیشرفت تاریخی زیرساخت بازیافت و مشوق‌های موجود برای هر بخش در طول زنجیرهٔ تأمین تعیین می‌کند، نه برهم‌کنش‌های بنیادی. بنابراین فرایندهای جداسازی سایر سیستم‌های فلزی نیز، با چارچوب بدیعی که در این مقاله ارائه شد، قابل ارزیابی است.

کاترین ای. دان (Katrin E. Daehn)،
آندره کابررا سرنو (Andre Cabrera Serrerenho)،
جولی‌ین آلوود (Jullian Allwood)

نگاهی به غنای ذخایر و ارزش اقتصادی معادن افغانستان

افغانستان دارای معادن سرشار مواد معدنی گوناگون و همچنین میادین نفتی و منابع گازی است. اما تاکنون نتوانسته برای بهبود اوضاع اقتصادی از آن بهره ببرد. این در حالی است که با خروج نیروهای بین‌المللی از افغانستان و آغاز حاکمیت دوباره طالبان در این کشور، کمک‌های منظم خارجی متوقف، نظام بانکی آن دچار بحران نقدینگی و اقتصاد آن دچار ورشکستگی شده است.

براساس بررسی‌های مختلفی که در مورد ذخایر افغانستان انجام شده، این کشور دارای معادن قابل توجه از جمله مس، زغال سنگ، آهن، نیوبیم، کبالت، طلا، مولیبدن، نقره و آلومینیوم و همچنین منابع فلورسپات، اورانیوم، بریلیم، تالک و لیتیوم است.

این تصویرها که از سوی سازمان زمین شناسی آمریکا منتشر شده، مواد معدنی مختلف در افغانستان را با رنگ‌های مختلف نشان داده است. این اطلاعات در ۲۸ پرواز طی ۴۳ روز از ارتفاع ۱۵ کیلومتری زمین جمع آوری شده است.

معدن مس عینک، دومین معدن بزرگ مس جهان به حساب می‌آید که در ولسوالی محمد آغه ولایت لوگر در جنوب این شهر قرار دارد. شیلی بزرگترین معدن مس و ایران سومین معدن بزرگ مس در جهان را دارد.

قرارداد بهره‌برداری و غنی‌سازی مس معدن عینک در سال ۲۰۰۸ میان وزارت معدن افغانستان و یک شرکت چینی موسوم به «ام‌سی‌سی» (MCC) برای سی سال امضا شد. قرار بود این شرکت چینی در اول حدود سه میلیارد دلار روی این معدن سرمایه‌گذاری کند. اما روند استخراج این معدن به دلیل اختلاف میان طرف چینی و دولت افغانستان و همچنین ناامنی پیشرفت چندانی را نداشت.

اخیراً، روزنامه فایننشنال تایمز گزارش داد که در هفته‌های اخیر، چین با طالبان در مورد کار روی مس عینک در جنوب شرقی کابل، گفتگو کرده است.





بنا به خبرگزاری رویترز، شرکت چینی تخمین زده که از این معدن ۱۱.۰۸ میلیون تن مس استخراج کند که ارزش آن با قیمت فعلی بورس فلزات لندن، بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار می‌شود.

اخیراً حکومت طالبان در نشست کابینه خود به کمیسیون اقتصادی خود وظیفه سپرد که در برطرف کردن موانع بر سر راه استخراج معدن مس عینک لوگر دست به کار شود و قرارداد این معدن را دوباره بررسی کنند.

لیتیوم

در یکی از بررسی‌های سازمان فضایی آمریکا (ناسا) ارزش معادن لیتیوم افغانستان، که هنوز استخراج نشده حدود یک تریلیون دلار برآورد شده است.

خانم جوادی می‌گوید زمانی که او معاون وزارت معدن بود (حدود سه سال قبل) هر تن لیتیوم خام افغانستان حدود ۱۳-۱۶ هزار دلار در چین قیمت‌گذاری‌شده بود.

به گفته او موجودیت معادن لیتوم در مناطقی از سه ولایت افغانستان (دشت ناهور غزنی، انار دره فراه، اشترلی دایکندی) ثابت شده است و در ولایت‌های دیگر نیز وجود دارد.

گفته می‌شود معادن لیتیوم افغانستان به طول ۸۵۰ تا ۹۰۰ کیلومتر و عرض ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر از ولایت هرات آغاز می‌شود و تا ولایت نورستان ادامه دارد. عمر این معادن لیتیوم حدود هفتاد سال تخمین زده شده است.

لیتیوم به طور گسترده در باتری‌های دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود، این منابع در راستای سیاست‌های جهانی برای کاهش تولید میزان گازهای گلخانه‌ای حالا منابعی استراتژیک محسوب می‌شود.

گزارش سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ سازمان زمین‌شناسی آمریکا اشاره می‌کند که افغانستان دارای ذخایر اسپودومن است که یک ماده معدنی دارای لیتیوم است، اما تخمینی از مقدارآن ارایه نشده است. همچنین در گزارش ۲۰۱۹ افغانستان اصلاً اشاره‌ای به لیتیوم نشده است.

طلا و فلزات دیگر

در گزارش سال ۲۰۱۹ معادن افغانستان همچنین آمده که افغانستان بیش از ۲.۲ میلیارد تن سنگ آهن مواد خام برای فولادسازی با میزان خلوص حدود ۵۷ درصد دارد که ارزش آن بنا به یک برآورد به قیمت فعلی بازار بیش از ۳۵۰ میلیارد دلار است.

معدن حاجی‌گک، از مهم‌ترین معادن آهنگ نیز در منطقه «حاجی گک» در ۴۵ کیلومتری جنوب شرق بامیان واقع شده است.

ناحیه خاک‌ریز قندهار نیز معادن آهن وجود دارد که مقدار آن در حدود ۸.۲۳ میلیون تن تخمین شده است.

معادن آهن در مناطق غوریان هرات، سیاه دره بدخشان و جبل السراج پروان نیز وجود دارد.

افغانستان همچنین دارای معادن محدود طلا است. مقدار طلای



افغانســـتان حدود ۲۷۰۰ کیلوگرم تخمین زده شده است که ارزش آن تقریباً ۱۷۰ میلیون دلار است.

معدن زغال سنگ دره صوف در ولایت سمنگان در شمال افغانستان افغانستان دارای معادن بزرگ و غنی زغال سنگ نیز هست. این معادن از شمال شـــرقی افغانســـتان، از بدخشان شروع می‌شـــود و به صورت پراکنده تا قســـمت‌های جنوب غربی افغانســـتان ادامه پیدا می‌کند. در منطقه دره صوف ســـمنگانی، از مهمترین معادن زغال سنگ وجود دارد که در سال‌های گذشته به طور غیراستاندارد و گاهی غیرقانونی استخراج می‌شود.

معدن تالک افغانســـتان نیز قابل توجه اســـت. تالک موادی است که در ساخت لوازم آرایشی و بهداشـــتی و پودر اطفال استفاده می‌شود که به صورت رشته‌ای در کوه‌ها در ولایت ننگرهار وجود دارد. تالک افغانستان ســـفید رنگ است که ارزش بیشتری دارد و بیشتر در پوشه قرص‌ها نیز از آن استفاده می‌شود.

مشـــکل کم آبی ربطی به استخر خانه ها و حتی مصرف کارخانه ها ندارد؛ جلوی اسراف در آب کشاورزی را بگیرید

روزنامه اعتماد با اشـــاره به بحران کم آبی نوشت:مشـــکل نه در مصارف شهری و استخرها و نه در مصارف صنعتی مانند ذوب‌آهن که در مصرف آب در حوزه کشـــاورزی است. همان‌جا که ســـال گذشته در اعتراضات اصفهان شـــاهد بودیم و قبل از آن در اعتراضات خوزستان. هر دوی این اعتراضات و بیشتر اعتراضات به حوزه کشاورزی برمی‌گردد، همان‌جایی که بیشـــترین سهم آب کشـــور را مال خود کرده و اتفاقا اگر قرار است بحران خشکســـالی را حل کنیم، در این حوزه است که باید صرفه‌جویی کنیم.

همان‌جایـــی که حتی با ۱۰درصد صرفه‌جویی، باز هم ســـهم اصلی آب کشـــور یعنی ۸۰درصد را دارا خواهد بود. مســـاله این است که هر وقت بحران آب بالا می‌گیرد، اولین جایی که باید در مصرف صرفه‌جویی کند، شهرها هستند.

مشـــکل در پر و خالی شدن استخرها نیســـت که گاهی یک ماه به یک ماه ممکن است آبشان عوض شود، مشکل در بخش کشاورزی است که ممکن اســـت یک مزرعه کوچک، در هر روز به اندازه یک استخر بزرگ آب مصرف کند. مساله بحران آب در ایران هیچ راه‌حلی ندارد جز اینکه در ســـهم آب حوزه کشـــاورزی تغییری رخ دهد و این میسر نیست جز اینکه، نوع کشـــت و شـــیوه آبیاری در این بخش تغییر کند ولی به نظر می‌رسد به چند دلیل چنین انتظاری دست نیافتنی است؛ اول اینکه هر چه زمان می‌گذرد، حجم بی‌اعتمادی نســـبت بـــه برنامه‌های حاکمیتی کمتر می‌شود.

دوم، شـــاغلین بخش کشـــاورزی، گاهی در به کار بردن خشونت بسیار بی‌پروا هســـتند و این را در نزاع‌های مشهور کشاورزان بر سر نوبت آب که به کاربرد بیل ختم می‌شود می‌توان دید و چه کسی است که جرات داشته باشد در این حوزه از تغییر الگوی کشت و مصرف آب سخن بگوید و ســـوم، در این چند دهه شـــواهد متعددی بر آن وجود دارد که انتقال برای مصرف در مناطقی خاص صورت گرفته که به‌طور تاریخی صاحب این ســـهم از آب نبوده‌اند و در این چند ســـاله به طـــرز حیرت‌انگیزی سرسبز شـــده‌اند. در هر صورت اگر فکری به حال مصرف آب کشاورزی نکنیم، بحران‌ها هر روز افزون‌تر و غیرقابل حل‌تر خواهد شد.

سعدمحمدی: دو سه نسل از فناوری معدنی عقب افتاده‌ایم،اگر تدبیر نکنیم فاصله‌بیشتر می‌شود

اهمیت بخش معدن در اقتصاد بر هیچ کســـی پوشیده نیست. به‌ویژه در کشـــوری که از وابســـتگی به نفت، زخم و رنج بسیار دیده است. معادن گنجینه‌های بزرگی هســـتند که می‌توانند تولید داخلی و صنعت ملی را متحـــول کنند. اما چرا هنوز آن‌طور که باید از ظرفیت‌های بخش معدن اســـتفاده نشده است؟ چه مشکلاتی پیش روی مدیران معدنی است که نتوانســـته‌اند معدن را به جایگاه مناســـب خود در پیشرفت و شکوفایی اقتصاد ایران برسانند؟

شـــرکت ســـرمایه‌گذاری توســـعه معادن و فلزات به‌عنوان یکی از هفت شرکت بزرگ پیشـــران پیشرفت اقتصاد کشـــور، سال‌هاست در زمینه توســـعه معدن و صنایع معدنی فعالیت نمـــوده و جایگاه قابل توجهی را در صنعت به خود اختصاص داده اســـت. مهم‌ترین ویژگی این مجموعه، توســـعه محور بودن آن و فعالیت گسترده آن در تمام حلقه‌های زنجیره تولید از کشف و اســـتخراج معدن و فرآوری موادمعدنی تا تامین انرژی و فعالیت‌های زیرســـاختی در حوزه حمل‌ونقـــل و کارخانه‌های مختلف کنســـانتره، گندله، آهن‌اســـفنجی، فولاد و... را شـــامل می‌شود. این هلدینگ بزرگ درحال‌حاضر پروژه‌های متعددی را در اقصی نقاط کشور در دست اجرا دارد. در ادامه به برخی دغدغه‌ها و مسایل مربوط به حوزه معدن از نگاه مدیران این مجموعه اشاره می‌کنیم.

تغییر ساختار، اولین ضرورت

اردشیر ســـعدمحمدی مدیرعامل هلدینگ سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات چندی پیش در نشســـتی علمی به بررســـی مشـــکلات معادن پرداخت و گفت: توســـعه بخش معدن در ایران نیازمند تغییر ســـاختار در چارت مدیریتی و تغییر نگرش در ذهن سیاست‌گذاران کشور است.

ســـعدمحمدی افزود: بـــا حفاری‌های چنـــد صد هزار متری در ســـال نمی‌توانیم در بازار موادمعدنی با رقبایی که سالانه میلیون‌ها متر حفاری انجام می‌دهند، رقابت کنیم و نیازمند توسعه اکتشافات معدنی در اعماق هستیم.

مدیرعامل «ومعادن» تصریح کرد: اگر فرصت موجود برای گرفتن سهم از بازار جهانی را از دســـت دهیم، به راحتی رقبـــا جایمان را می‌گیرند





بنابراین ناچاریم از تکنولوژی روز دنیا در این رابطه استفاده کنیم.
او افزود: متولی بخش اکتشافات معدنی در کشور مشخص نیست و هیچ سازمانی اختیار تام و بودجه کافی برای انجام اکتشافات معدنی در اختیار ندارد.

اکتشاف، اولین دغدغه

سعدمحمدی گفت: اولین دغدغه در بخش معدن اکتشاف است. در ایران، مرکزی برای ارزیابی اکتشاف نداریم و هر سازمانی از نگاه خود میزان ذخایر را اعلام می‌کند. استرالیا ۱/۵ میلیارد دلار در بخش اکتشاف سرمایه‌گذاری کرده که سرمایه‌گذاری‌های ما در مقایسه با چنین کشورهایی نزدیک به صفر است.

او افزود: شرکت گلنکور در سال گذشته ۲۲۹ میلیارد دلار گردش مالی داشته که این رقم غیرقابل مقایسه با شرکت‌های ایرانی‌ست.او به این نکته نیز اشاره کرد که در منطقه سریدون یکی از شرکت‌های بزرگ خارجی اعلام کرد که این منطقه ذخیره مس ندارد اما توانستیم با سرمایه‌گذاری از محل منابع داخلی شرکت ملی مس، سه میلیارد تن ذخیره مس سریدون کشف کنیم.

سعدمحمدی با اشاره به وضعیت اکتشافات سنگ‌آهن افزود: حداقل ۱۶۰ میلیون تن سنگ‌آهن برای تولید ۵۵ میلیون تن فولاد نیاز داریم که ذخایر کنونی ما تا ۱۸ سال آینده فقط پاسخگوست.
او گفت: اگر قرار است جایگاه معدن ارتقا یابد نیاز به برنامه‌ریزی برای انجام اکتشاف وسیع و عمیق داریم.سعدمحمدی با اشاره به وضعیت ذخایر مس افزود: در دنیا ۸۷۰ میلیون تن مس خالص داریم که سهم ایران ۴۰ میلیون‌تن است.

کمبود تکنسین و بحران فناوری

سعدمحمدی با اشاره به کمبود تکنسین و کارگر ماهر معدنی در کشور گفت: حاضرم امضا کنم که تا ۱۰ سال دیگر معدنکاری که استخراج زغال‌سنگ را بداند به شدت کمیاب خواهد بود چون در پرورش تکنسین کوتاهی کرده‌ایم.

سعدمحمدی گفت: معادن کشور از نظر تکنولوژی دچار عقب‌افتادگی شده‌اند و به‌طور حرفه‌ای فعال نمی‌کنند از این رو نیاز است تا با ایجاد ارتباط با شرکت‌های بزرگ این عقب‌افتادگی تکنولوژیکی برطرف شود.
او افزود: به نرم‌افزارهای جدید در بخش معدن نیاز داریم چراکه هریک از کانسارها از توابع ریاضی بهره می‌برند. اگر شکل سه بعدی اکتشاف صحیح نباشد چگونه می‌توانیم معدن مناسبی را طراحی کنیم.

مدیرعامل هلدینگ معادن و فلزات افزود: نیازمند تغییر نگرش در ذهن سیاست‌گذاران برای توسعه بخش معدن هستیم چرا که هیچ بخشی در ایران به اندازه معدن سودده نیست و قدرت بزرگ شدن در کشور را دارد.
او با اشاره به کمبود زیرساخت‌ها در کشور افزود: نمی‌شود معدن‌کار علاوه بر انجام وظایف خود موظف به تامین برق، آب و گاز خود نیز باشد و بهتر است این زیرساخت‌ها از سوی وزارتخانه‌های تخصصی ایجاد

شود.او خطاب به دانشجویان رشته مهندسی معدن افزود: ارزش روز معدن را فقط مهندسان معدن‌می‌دانند و آن را باید پاس بدارند.او تصریح کرد: آنقدر کار در بخش معدن داریم که نیرو کم داریم. ما امروز حفار اکتشافی نداریم و مجبور شده‌ایم از ترکیه حفار بیاوریم.

معدنکاری دیجیتال، حلقه مفقوده

در نشست تخصصی کمیته راهبردی همایش و نمایشگاه معدن‌کاری دیجیتال از معدن‌کاری دیجیتال به‌عنوان حلقه مفقوده توسعه معدنی ایران یاد شد. حوزه‌ای که سیاست‌گذار و بازیگران توجه چندانی به آن ندارند. این غفلت بزرگ اما می‌تواند تبعات بسیاری برای کشور در پی داشته باشد؛ به‌طوری‌که در سال‌های آتی، کل زنجیره تامین صنایع در جهان تحت تاثیر این تحول قرار خواهند گرفت.

اردشیر سعدمحمدی، مدیرعامل شرکت سرمایه گذاری توسعه معادن و فلزات با اشاره به روندهای جهانی و تجربیات داخلی در زمینه معدن‌کاری هوشمند گفت: چنانکه می‌دانید، بخش معدن تقریبا در جهت منفی حرکت می‌کند و در آخرین آمارها هم رشد سال گذشته نسبت به سال ۱۳۹۹ به جای افزایش، نزول چهار درصدی را تجربه کرده است. این عدد بیانگر رفتار و سیستم مدیریتی است. دیدن فرآیندهای به‌روز معدن‌کاری در شرکت‌های برجسته به‌خوبی تفاوت‌های ما با جهان را به نمایش می‌گذارد. باید دید سیستم هوشمند در بخش اکتشاف قادر است چه اقداماتی انجام دهد. انتقال این توانایی‌ها به معدن‌کاران ایران از درجه اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از معدن‌کاران و شرکت‌های معدنی هنوز هم با این قبیل توانایی‌ها که در نتیجه هوشمندسازی معدن از طراحی تا عملیات، سیستم‌های محاسباتی و ذخایر که به کل متحول شده‌اند و قابل دسترسی است، آشنایی ندارند.

اکتشافات هنوز سنتی است

سعدمحمدی در ادامه گفت: امروز کل سیستم‌هایی که در ایران برای اکتشاف استفاده می‌شوند، سنتی هستند که این موضوع در زمینه محاسباتی اختلاف جدی با دنیا ایجاد کرده که باید مورد تاکید قرار گیرد. البته در بخش تکنولوژی بخش‌هایی از فناوری‌های نسل چهارم نظیر تکنولوژی VAR و پایش هوشمند سه‌بعدی در مجموعه‌هایی نظیر مس سرچشمه عملیاتی شده که فواید بسیاری در پی داشته است. امروز بسیاری از این فناوری‌ها در دسترس هستند؛ اما استفاده از آن‌ها در کشور شایع نشده است. امروز طراحی فازبندی‌ها در جهان به شکل آنلاین انجام می‌شود؛ اما در کشور به این رویه دسترسی نداریم.

مدیرعامل شرکت سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات افزود: امروزه دو تا سه نسل از فناوری معدنی عقب افتاده‌ایم و اگر تدبیری اندیشیده نشود که این فاصله کم شود، عقب‌ماندگی شدت می‌گیرد. استفاده از دامپ‌تراک‌های ۱۳۰ تنی به‌ندرت در کشور شایع است که امروزه تراک‌های مورد استفاده در دنیا با ظرفیت بیش از ۴۰۰ تن کار کرده و حتی برخی سازندگان به سمت ساخت دامپ‌تراک‌های ۵۵۰ تنی رفته‌اند.





حمل و نقل باید متحول شود

اردشـــیر سعدمحمدی در بخش دیگری از ســـخنانش گفت: از این بدتر وضعیت زیرســـاخت‌های حمل‌ونقل در کشـــور اســـت که از منظر نحوه کف‌سازی و زیرسازی به‌کل باید متحول شود تا با نیازهای جدید همسو شـــود. همه این عوامل موجب می‌شـــود تا هزینه تمام‌شده معدن‌کاران ایران ۱۰۰درصد از رقبای جهانی بیشـــتر باشـــد. سعدمحمدی با تاکید بر این موضوع که نباید به تعریف صرف از وضعیت بخش معدن کشـــور پرداخت، او گفـــت: همایش پیش‌رو باید به ســـوالات مختلف در حوزه معدن‌کاری دیجیتال پاسخ دهد، ضمن اینکه نقاط ضعف را باید مشخص کند تا شاید بتوان از این مسیر تغییراتی در بخش معدن ایجاد کرد.

قوانین و مقررات چالش زا

امین صفری معاون امور معادن و صنایع معدنی شـــرکت سرمایه گذاری توســـعه معادن و فلزات هم در گفت‌وگویی از دغدغه های کارشناسان بخش معدن سخن به میان آورد. صفری گفت: اجرای پروژه‌ها با محاسبات اقتصادی و فنی آغاز می‌شود اما نبود ثبات در قوانین و مقررات و صدور دســـتورالعمل‌های خلق‌الساعه، ممکن است اجرای بسیاری از پروژه‌ها را با چالش مواجه کند و محاســـبات فنی و اقتصادی را به طور کلی تغییر دهد.

امین صفری بیان کرد: شـــرکت سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات با توجه به اســـتراتژی‌ها، نقش و اهمیت شـــرکت در حوزه معدن و صنایع معدنی و فلزی کشور، پروژه‌های متعددی را در دست اقدام دارد.

وی افزود: با توجه به اینکه شرکت بیشتر سهام شرکت‌های حوزه معادن و صنایـــع معدنی و فلـــزی را در اختیار دارد، در ایـــن بخش به فعالیت می‌پردازد و بر همین اساس اکثر پروژه‌ها نیز در این حوزه تعریف شده‌اند.

پروژه ها همچنان پیش می روند

معـــاون امور معادن و صنایع معدنی «ومعـــادن» ضمن تاکید بر توانایی متخصصان داخلی برای پیروزشدن بر مشکلات حوزه معدن، با اشاره به یکی از بزرگ‌ترین پروژه‌هایی که در در حال انجام است عنوان کرد: یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین پروژه‌ها، معدن مس جانجا به شـــمار می‌آیدکه قرار اســـت در این معدن با انجام اکتشـــافات تکمیلی و باطله‌برداری و سپس اســـتخراج و در نهایت احداث کارخانه کنسانتره مس به ظرفیت ۱۳۰ هزار تن پروژه تکمیل شود.

صفری مطرح کرد: خوشـــبختانه در این پروژه قرارداد منعقد و شـــرکت مورد نظر و زمین برای انجام پروژه اختصاص داده شـــده است. همچنین مدیرعامل و هیئت مدیره شرکت جهت تسریع در فرایندهای اداری تعیین شده‌اند. علاوه‌براین، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی فازهای اجرای پروژه مشخص شـــده است. درحال‌حاضر نیز تیم اجرای پروژه در معدن فعالیت می‌کنند و عملیات اکتشـــافات تکمیلی را انجام می‌دهند تـــا بتوانیم جانمایی‌ها، طراحی‌ها و تســـت‌های تکنولوژی را مشـــخص کنیم و بر اســـاس نتایج مطالعات اولیه بتوانیم فرایند اجرایی و احداث کارخانه را آغاز کنیم.

وی تصریـــح کرد: اجرای پروژه مس جانجا در مســـیر خوبی قرار گرفته اســـت و این پروژه نســـبت به دیگر پروژه‌های بزرگ کـــه اقدامات اولیه در آن‌ها مدت زمان بیشـــتری به طول می‌انجامد، به نظر می‌رسد پروژه جانجا در زمان خوبی روی ریل اجرایی قرار گرفته است.

ابرچالش‌های اجرای پروژه‌ها

صفری با اشـــاره به چالش‌ها و مشـــکلات اجرای پروژه‌ها، اظهار کرد: به طـــور حتم اجرای پروژه‌های معدنی، با چالش‌هایی همراه خواهد بود. به طور مثال در بخش انرژی، به شدت با چالش کمبود برق مواجه خواهیم بود. بـــرای رفع این معضل، در حال تلاش و برنامه‌ریزی هســـتیم تا به ســـمت انرژی‌های تجدیدپذیر یا انرژی‌های پاک پیش برویم زیرا از نظر ســـرزمینی و زیســـت‌محیطی با توجه به کمبود انرژی در کشور، باید به این سمت حرکت کنیم.

وی اضافـــه کرد: در رابطه با تامین انرژی، در حال انجام برنامه‌ریزی‌های لازم هستیم زیرا استفاده از انرژی خورشیدی به عنوان سوخت معدن و صنایع معدنی تاکنون صرفه اقتصادی نداشـــته است. بنابراین با توجه به کمبودهایی که در صنعت برق وجود دارد، به‌طور حتم استفاده از انرژی تجدیدپذیر در بخـــش معدن و صنایع معدنی صرفـــه اقتصادی خواهد داشـــت. امیدوار هســـتیم بتوانیم یک طرح خوب در این زمینه تعریف کنیم و مدیرعامل هلدینگ نیز روی این موضوع تاکید جدی دارد.

معاون امور معادن و صنایع معدنی «ومعادن» خاطرنشان کرد: در بخش نیروی انســـانی در تمام پروژه‌ها و حوزه‌هـــای صنایع معدنی و فلزی، با کمبود نیروی متخصص مواجه هســـتیم. تـــلاش می‌کنیم در پروژه‌ها از نیروهای جوان استفاده کنیم و نسل جدیدی را در حوزه معدن و صنایع معدنی جهت اجرای پروژه به وجود آوریم.

صفری به یکی از ابرچالش‌های حوزه معدن و صنایع معدنی اشـــاره کرد و گفت: یکـــی از چالش‌های جدی ما در این زمینه، نبود ثبات قوانین و مقررات در کشـــور است. با توجه به طرح‌هایی که در دست اقدام داریم، هر یک از پروژه‌ها با محاســـبات اقتصادی پیش می‌روند. ثبات اقتصادی و قوانیـــن و مقررات در هر یک از این پروژه‌ها تاثیر می‌گذارد. همچنین تغییر قوانین و مقررات، صدور بخشنامه‌های جدید و دستورالعمل‌ها نیز تاثیـــر قابل توجهی در روند اجرایی پروژه‌ها و در نتایج و شـــاخص‌های اجرایـــی آن‌ها می‌گذارد. این مقوله اجـــرای پروژه‌ها را به صورت جدی با چالش مواجه کرده است. متاســـفانه برای این امر راهکاری نیز وجود ندارد؛ مگر اینکه با یک خرد جمعی، بخش خصوصی و حاکمیت بتوانند ثبات را در قوانین و مقررات ایجاد کنند.

وی بخـــش حمل و نقل را نیز دیگر چالش اجـــرای پروژه‌های معدنی و فلزی دانســـت و یادآور شد: کمبود ریل و راه آهن در کشور بسیار جدی اســـت و باید به این موضوع به صورت ویژه توجه شود. البته نیازمند این هستیم بخش‌هایی که متولی راه‌آهن هستند، برای توسعه آن پیش‌قدم شوند تا راه‌آهن توسعه پیدا کند.



افت محسوس ایران در «آزادی تجارت بین المللی»

بر اساس جدیدترین گزارش موسسه فریزر که به بررسی وضعیت شاخص آزادی اقتصادی در میان کشورهای مختلف جهان پرداخته، رتبه پایین ایران در این حوزه یک پله دیگر هم افت کرده و ایران همچنان در کنار کشورهای جنگ زده ای چون کنگو، لیبی و سوریه قرار دارد.

به گزارش عصر ایران، براساس گزارش ۲۰۲۲ موسسه فریزر که مرکز خدمات سرمایه‌گذاری اتاق تهران آن را بررسی کرده است، ایران در رتبه‌بندی آزادی اقتصادی، نسبت به گزارش قبلی این موسسه، یک پله نزول کرده و با کسب امتیاز ۴.۹۶ از ۱۰ در جایگاه ۱۵۹ از میان ۱۶۵ کشور مورد بررسی قرار گرفته است. موسسه فریزر در تازه‌ترین گزارش آزادی اقتصادی، وضعیت کشورها از حیث اندازه دولت، سیستم حقوقی و حقوق مالکیت، پول قوی، آزادی تجارت بین‌المللی و مقررات را مورد بررسی قرار داده‌است. این گزارش که نسخه سال ۲۰۲۲ آن منتشر شده و مرکز خدمات سرمایه‌گذاری اتاق تهران نیز آن را بررسی کرده است، نشان می‌دهد که میانگین آزادی اقتصادی جهانی در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۹ کاهش پیدا کرده و به ۶.۸۴ رسیده‌است. موسسه فریزر، یکی از دلایل کاهش آزادی اقتصادی در جهان را همه‌گیری ویروس کرونا و اعمال سیاست‌های اقتصادی برای مواجهه با این پدیده از سوی کشورها، عنوان کرده‌است.

به گزارش روابط عمومی اتاق تهران، گردآوری و بررسی وضعیت آزادی اقتصادی کشورها از سوی موسسه فریزر نشان می‌دهد که هنگ‌کنگ همچنان در جایگاه برترین کشور از لحاظ آزادی اقتصادی قرار دارد. سنگاپور در جایگاه دوم قرار دارد و پس از این کشور، سوئیس، نیوزیلند، دانمارک، استرالیا، آمریکا، استونی، موریس و ایرلند رتبه‌های بعدی را با بیشترین امتیاز کسب کرده‌اند. همچنین، ژاپن در رتبه۱۲، کانادا رتبه ۱۴، انگلستان رتبه ۲۲، آلمان رتبه ۲۵، ایتالیا رتبه ۴۴، فرانسه رتبه ۵۴، مکزیک رتبه ۶۴، هند رتبه ۸۹، روسیه رتبه ۹۴، برزیل رتبه ۱۱۴ را در شاخص آزادی اقتصادی به دست آورده و چین نیز در جایگاه ۱۱۶ جهان قرار گرفته است. این گزارش همچنین نشان می‌دهد که ۱۰ کشور جمهوری دموکراتیک کنگو، الجزایر، جمهوری کنگو، ایران، لیبی، آرژانتین، سوریه، زیمبابوه، سودان و ونزوئلا با کسب کمترین امتیاز در انتهای فهرست آزادی اقتصادی موسسه فریزر جای دارند. رتبه آزادی اقتصادی ایران از ۱۵۸ در سال ۲۰۱۹ به رتبه ۱۵۹ در سال ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده است. به این ترتیب، نمره آزادی اقتصادی ایران پایین‌ترین میزان در طی ۲۰ سال گذشته بوده است و به عدد ۴.۹۶ کاهش یافته است.

بنا بر تحلیل مرکز خدمات سرمایه‌گذاری اتاق تهران، مقایسه آمارهای ایران در سال ۲۰۲۰ و سال ماقبل آن یعنی ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که امتیاز ایران در ۲ زیرشاخص کاهشی و در ۲ زیرشاخص افزایشی بوده و در یک زیرشاخص نیز بدون تغییر مانده‌است. به این ترتیب، در زیرشاخص «اندازه دولت» بهبود نسبی امتیاز مشاهده می‌شود و امتیاز از ۶.۶۵ به ۶.۹۹ افزایش یافته است. در زیرشاخص «سیستم حقوقی و حقوق مالکیت» نیز کاهش اندکی اتفاق افتاده و امتیاز از ۳.۶۰ به ۳.۵۶ کاهش یافته است.

امتیاز «پول قوی» نیز برای ایران افزایش یافته ولی امتیاز «آزادی تجارت بین‌المللی» افت محسوسی داشته است. امتیاز زیرشاخص «مقررات» نیز بدون تغییر باقی مانده است. علاوه بر مشکلات ساختاری اقتصاد ایران مانند تورم مزمن و محدودیت‌های تجارت بین‌المللی و مقررات دست و پاگیر و ...، تحریم‌ها و همه‌گیری کرونا نیز در کاهش آزادی اقتصادی ایران موثر بوده است.



شرکت عمران مومان چابهار

OMRAN MOOMUN CHABAHAR

این شرکت در سال ۷۶ توسط گروهی از مهندسین با تجربه ایرانی و یک تاجر کویتی (ایرانی الاصل) تاسیس و فعالیتهای معدنی و صنعتی خود را جهت تهیه و تولید و صادرات مواد معدنی آغاز نمود.
حوزه فعالیت این شرکت در سه منطقه جغرافیای ذیل می باشد:
الف: عسلویه:شرکت در منطقه عسلویه استان بوشهر دارای سایتی با وسعت ۱۰۰ هکتار ، اسکله خصوصی مجاز ۵۰ هزار تنی و معادن سنگ آهک بوده که جهت تهیه شن و ماسه مورد نیاز بتن ، آرمور ، فیلتر مورد نیاز سازه های دریایی و ... کاربری داشته و مغادیر متنابهی به کشور های حوزه خلیج فارس و هندوستان صادر نموده است که در سه سال متوالی بهره بردار نمونه استان بوشهر شناخته شده است و اخیراً نیز به عنوان بهره بردار معدنی نمونه سال ۸۸ کشور انتخاب و از ریاست محترم جمهور لوح تقدیر دریافت نموده است.
در سال ۷۷ با تاسیس منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در عسلویه و آغاز پروژه های نفت و گاز در این منطقه ،صادرات غیر نفتی این شرکت خصوصی متوقف گردیدکه این وضعیت تاکنون ادامه دارد. شرکت در حال مذاکره و جستجوی روش هایی است که در صورت موافقت منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس ،صادرات غیر نفتی خود را در عسلویه از سر بگیرد.
ب:بندر عباس: شرکت در منطقه تنگ زاغ واقع در۱۲۰کیلومتری جاده کشوری بندرعباس به سیرجان دارای معادن سنگ آهن (هماتیت) می باشد که دارای مصارف مختلف جهت کارخانه های تهیه فولاد ،سیمان ،صنایع رنگرزی،صنایع حفاری و غیره میباشد و مقادیر قابل ملاحظه ای از محصولات آن به کشور چین و کشور های خلیج فارس صادر شده و بهره بردار نمونه سال ۸۴ استان شناخته شده است.
ج:اردبیل و زنجان:این شرکت در این دو استان دارای معادن غنی سنگ پرلیت می باشد. کارخانه خردایش و انبساط (پخت) سنگ پرلیت در سایتی به وسعت ۱۵ هکتار در نزدیکی شهرستان زنجان واقع شده که در نوع خود بی نظیر است.محصولات فعلی آن در چهار سایز ۱-۰ میلیمتر، ۱/۵-۱ میلیمتر ، ۲/۵-۱/۵میلیمتر ، ۳/۵-۲/۵ میلیمتر می باشد.سنگ پرلیت در موارد بسیار زیادی از جمله صنعت ساختمان ،کشاورزی،ریخته گری و ... دارای کاربری است.

سال دولت و ملت، همدلی و همزبانی

کارخانه انبساط و خردایش سنگ پرلیت
شرکت عمران مومان چابهار(زنجان)

بهره بردار معدنی نمونه سال ۱۳۸۸ دریافت لوح
تقدیر مدیرعامل شرکت از ریاست محترم جمهور





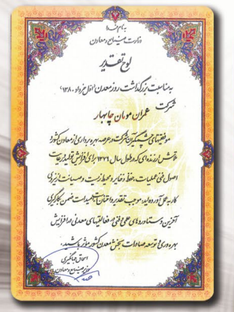






معدن سنگ آهن شرکت عمران مومان چابهار
(تنگ زاغ -بندرعباس)

اسکله اختصاصی شرکت عمران مومان چابهار در عسلویه







تهران ، خیابان خرمشهر ، پلاک۴۳ ، طبقه۳ ،کدپستی: ۱۹۱۱۶-۱۵۵۷۶
تلفن : ۵-۸۸۷۵۸۹۰۴
نمابر: ۸۸۷۵۹۱۵۸
پایگاه اینترنتی: www.o-m-ch.com پست الکترونیکی: Perlite_omch@yahoo.com

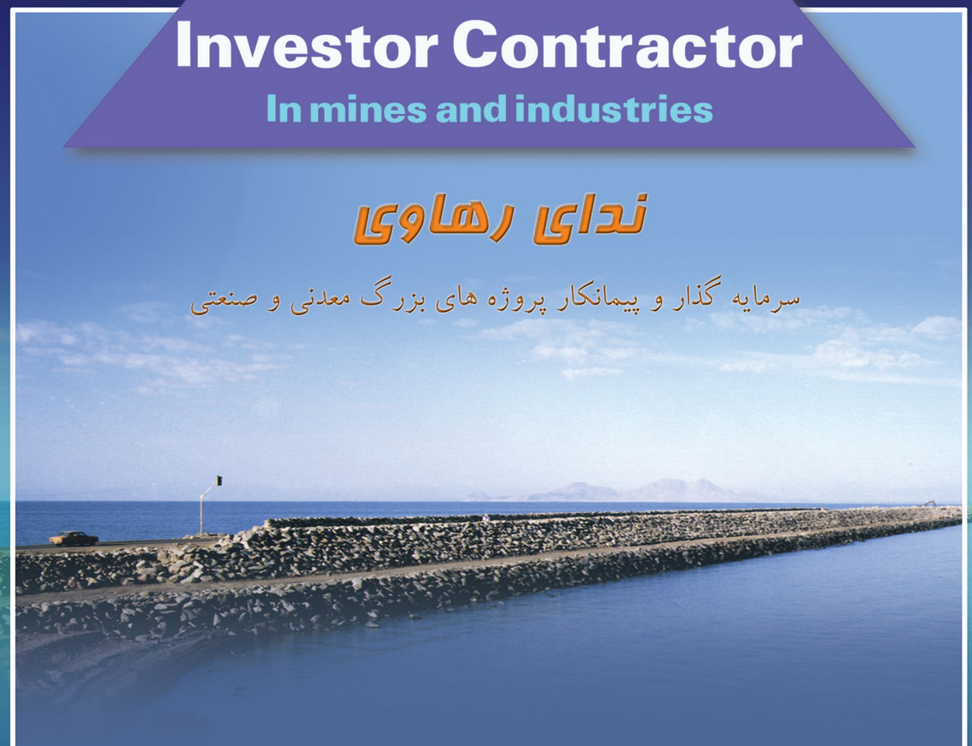
NEDAY-E-RAHAVI

Investor Contractor

In mines and industries

ندای رهاوی

سرمایه گذار و پیمانکار پروژه های بزرگ معدنی و صنعتی



تهران: سعادت آباد، میدان کاج، خیابان سرو غربی، بعد از میدان شهرداری، پلاک ۱۰۶، ساختمان شماره ۳۳

تلفن: ۲۲۰۹۳۴۷۳ فاکس: ۲۲۰۹۳۴۴۰

Email:info@nedayerahavico.com

IRANIAN
REFRACTORIES
PROCUREMENT&
PRODUCTION CO.

تهیه و تولید مواد نسوز کشور





Refractory Begins with MINING

45th Anniversary

www.irrep.com



Basic Monolithic:

Gunning Mass
Magnesia Casting Mass
Magnesia Filling Mass
Tundish Coating Mass
Tundish Dry Coating Mass



Bricks:

Magnesia fired Bricks
Magnesia-Graphite Bricks



Magnesia and Mag-Dolomite
EAF Cold Repair Mass



Magnesia, Mag-Dolomite
Hot Repairing Mass

STONE & MINE QUARTERLY
THE PRIVATE SECTOR MEDIA FOR MINING AND
MINERAL INDUSTRY IN IRAN
Summer 2022 NO. 56

STONE-MINEMAGAZINE

اصلاحیه شماره حساب
فصلنامه سنگ و معدن

فرم اشتراک فصلنامه سنگ و معدن

مشترک ارجمند؛

خواهشمندم قبل از درخواست اشتراک به نکات ذیل توجه فرمایید:

نشانی خود را کامل و خوانا با ذکر کدپستی مرقوم فرمایید.

جهت درخواست اشتراک این نشریه بهای اشتراک را مطابق جدول زیر به حساب جاری شماره ۰۱۳۴۰۱۶۰۴۳ بانک تجارت شعبه میدان فردوسی به نام فصلنامه سنگ واریز نموده و اصل فیش بانکی به همراه فرم تکمیل شده زیر را به نشانی: تهران خیابان سمیه، بین فرصت و ایران شهر، جنب بانک انصارشماره ۱۹۵ طبقه اول کد پستی:۱۵۸۱۷۳۸۹۱۵ ارسال نموده و یا به شماره ۸۸۸۳۰۵۸۱ فکس نمایید.

خواهشمند است کپی فیش واریزی را تا پایان مدت اشتراک نزد خود نگه دارید، پس از ارسال فرم از طریق تماس تلفنی از دریافت آن توسط نشریه و برقراری اشتراک خود مطمئن شوید.

شماره های تماس: ۸۸۸۴۸۴۰- ۸۸۸۴۷۴۱۷

تعرفه اشتراک برای مشترکین داخل کشور		
نوع اشتراک	تعداد	هزینه اشتراک
سالیانه	۴ عدد	۴/۴۰۰/۰۰۰ ریال

فرم اشتراک درخواست فصلنامه

نام نام خانوادگی(نماینده):..... نام شرکت:.....

شغل / نوع فعالیت:.....

استان:.....شهر:.....کد پستی ده رقمی:.....

نشانی کامل پستی:.....

.....

تلفن تماس:.....تلفن همراه:.....متقاضی اشتراک سالانه فصلنامه

از شماره .....تا .....می باشم.

مبلغ واریز شده:..... شماره فیش بانکی:.....تاریخ واریز:.....

خواهشمند است اشتراک اینجانب با مشخصات یاد شده را برقرار نمایید.

امضاء متقاضی

- از بزرگ‌ترین و برترین شرکت‌های خصوصی پیشرو در زمینه عملیات معدنکاری
- در زمره به‌روزترین و فعال‌ترین شرکت‌های معدنی کشور
- بازویی قدرتمند و قابل اتکا برای دولت‌ها و کارفرمایان
- انجام بیش از ۷۰ میلیون تن عملیات استخراج و باطله‌برداری در سال
- ثبت بیش از ۱/۲ میلیارد تن عملیات استخراج و باطله‌برداری در معادن مختلف کشور
- مدیریت و بهره‌برداری بیش از ۳۰۰ دستگاه ماشین‌آلات سنگین معدنی
- تجهیز ناوگان ماشین‌آلات شرکت به تجهیزات تخصصی و منحصربفرد در کشور
- ایجاد حس اعتماد، رضایت و اطمینان در کارفرمایان
- رعایت و اهتمام به استانداردهای جهانی در نگهداری از ماشین‌آلات

MOBIN

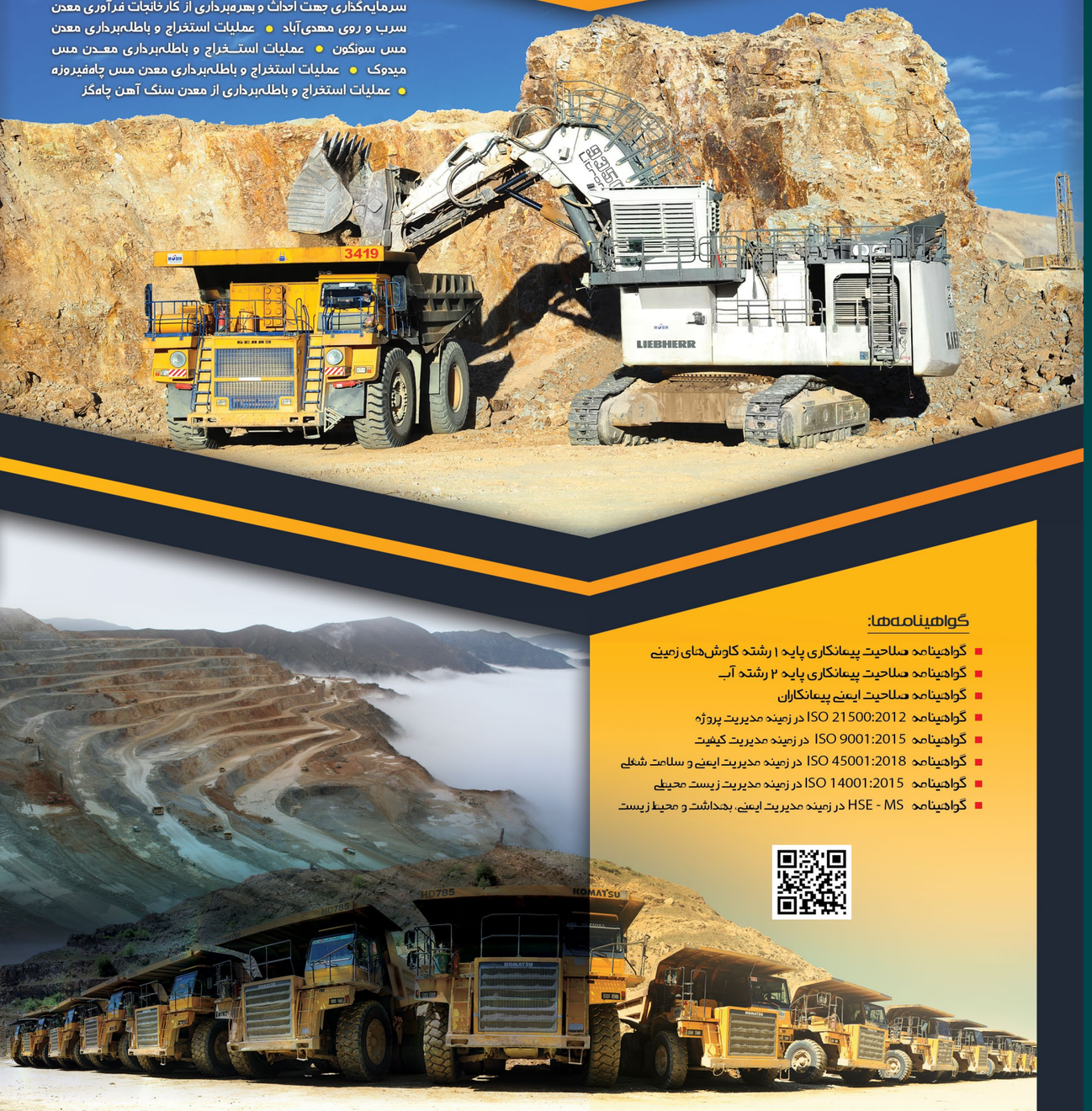
شرکت راه‌سازی و معدنی مبین

(سهامی خاص)

www.mobinco.com

پروژه‌های در دست اجرا:

سرمایه‌گذاری جهت احداث و بهره‌برداری از کارخانجات فرآوری معدن سرب و روی مهدی‌آباد • عملیات استخراج و باطله‌برداری معدن مس سونگون • عملیات استخراج و باطله‌برداری معدن مس میدوک • عملیات استخراج و باطله‌برداری معدن مس چاه‌فیروزه • عملیات استخراج و باطله‌برداری از معدن سنگ آهن چاه‌گز



گواهینامه‌ها:

- گواهینامه صلاحیت پیمانکاری پایه ۱ رشته کاوش‌های زمینی
- گواهینامه صلاحیت پیمانکاری پایه ۲ رشته آب
- گواهینامه صلاحیت ایمنی پیمانکاران
- گواهینامه ISO 21500:2012 در زمینه مدیریت پروژه
- گواهینامه ISO 9001:2015 در زمینه مدیریت کیفیت
- گواهینامه ISO 45001:2018 در زمینه مدیریت ایمنی و سلامت شغلی
- گواهینامه ISO 14001:2015 در زمینه مدیریت زیست محیطی
- گواهینامه HSE - MS در زمینه مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست

IRAN MINE HOUSE
(IMH)

خانه معدن ایران

IRAN MINE HOUSE

IS THE VOICE OF THE IRANIAN MINES & MINING INDUSTRIES

No.195, somaye st., postal code:1581738915
Tel: +98 21 88847460 - 88847685
fax: +98 21 88830581
www.iranminehouse.ir

STONE-MINEMAGAZINE
summer 2022 No. 56



A Quarterily Journal of

Iranian Mines & Mining Industries