

Management of Fine Dust Crisis and National Economic Security: An Approach Based on Circular Economy and Utilization of Industrial by-Products

Abdolreza Gholami  Karun Petrochemical Company, Tehran, Iran

Asieh Sedghi * Karun Petrochemical Company, Tehran, Iran

Abstract

Introduction

Within the contemporary sustainability paradigm, national security is increasingly defined by environmental resilience rather than conventional military-political metrics. Transboundary particulate matter (PM₁₀) transport intensified by persistent droughts, land degradation, and climate change epitomizes this non-traditional security threat. Elevated PM concentrations severely impair public health, disrupt macroeconomic stability across agriculture, industry, and tourism, and exacerbate regional geopolitical friction. Although conventional petroleum-based mulches offer immediate soil stabilization, their substantial carbon footprint, prohibitive costs, and potential for secondary soil and groundwater contamination constrain their long-term viability. In response, circular economy principles provide a strategic imperative through industrial symbiosis and waste valorization. A compelling opportunity involves synthesizing calcium chloride (CaCl₂) mineral mulch from byproduct hydrochloric acid (HCl) a hazardous petrochemical effluent exceeding 320,000 metric tons annually in Iran thereby transforming a critical industrial liability into an eco-efficient soil-stabilizing resource.

* Corresponding Author: Asedghee@krnpc.ir

How to Cite: Gholami, A., Sedghi, A. (2026). Management of Fine Dust Crisis and National Economic Security: An Approach Based on Circular Economy and Utilization of Industrial by-Products. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(14), pp. 84-98. DOI: 10.22054/eenr.2026.91818.232

Objective

This study evaluates the technical and strategic feasibility of synthesizing high-purity CaCl_2 mulch from industrial byproduct HCl and locally sourced limestone. By coupling petrochemical waste management with sustainable soil stabilization, this research develops an integrative framework aligning industrial resource efficiency with national environmental security.

Research Method and Materials

The synthesis of CaCl_2 was conducted using industrial-grade limestone (97% CaCO_3 purity) and 32 wt% hydrochloric acid obtained from the Karun Petrochemical Company. The batch reaction was performed with a stoichiometric excess of limestone, designating HCl as the limiting reactant. Given the highly exothermic profile of the reaction and the associated evolution of CO_2 and acidic vapors, specialized containment and ventilation protocols were maintained. Following a 12-hour reaction period, the cessation of effervescence indicated reaction completion, after which the pH was neutralized. The resultant supernatant was separated and quantified via classical acid-base titration (0.1 N NaOH), while X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy was performed on the thermally dried precipitate to determine elemental composition and structural purity.

Results and Discussion

Analytical characterization confirmed the successful synthesis of a 32 wt% CaCl_2 aqueous solution. XRF spectroscopy of the dried crystalline product demonstrated an exceptionally high purity of 99.36%, with only minor trace impurities of iron (Fe), magnesium (Mg), and potassium (K). Upcycling this hazardous byproduct into a high-value commodity simultaneously resolves the environmental liabilities of HCl disposal and generates a multifunctional agent suitable for fugitive dust suppression, de-icing, and oilfield operations. This closed-loop valorization pathway curtails dependency on imported chemical stabilizers, mitigates the compounding economic losses of dust storms, and offers a scalable framework for regional

environmental diplomacy and cooperative transboundary dust abatement.

Conclusion and Policy Recommendations

Mitigating dust emissions across Iran's 15 million hectares of vulnerable terrain necessitates a paradigm shift from fragmented end-of-pipe interventions toward integrated circular economy frameworks:

- I. **Industrial Symbiosis:** Policymakers must establish regulatory and fiscal frameworks that mandate and incentivize petrochemical complexes to channel hazardous acidic effluents into environmental remediation value chains.
- II. **Strategic Diversification:** The dual functionality of CaCl_2 across dust suppression and oil-gas operations should be strategically harnessed to bolster macroeconomic resilience and advance industrial import substitution.
- III. **Resilience Governance:** Dust abatement strategies must be institutionalized within national security frameworks and transboundary diplomatic agendas, fostering regional environmental cooperation and community-based watershed restoration to safeguard socio-ecological integrity.

Keywords: National Security, Hydrochloric Acid, Limestone, Soil Stabilizer, Circular Economy.

JEL Classification: F52, O38, O32, Q56



مدیریت بحران ریزگردها و امنیت اقتصاد ملی: رویکردی مبتنی بر اقتصاد چرخشی و بهره‌گیری از محصولات جانبی صنعتی

عبدالرضا غلامی  پتروشیمی کارون، تهران، ایران.

آسیه صدقی  * پتروشیمی کارون، تهران، ایران

چکیده

امروزه، امنیت ملی به معنای واقعی، وابستگی فزاینده‌ای به مدیریت پایدار محیط‌زیست و منابع طبیعی و مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی مانند پدیده ریزگردها یافته است. این پژوهش با تمرکز بر نقش راهبردی تولید مالچ‌های معدنی (مانند کلسیم کلراید) در قالب اقتصاد چرخشی، به تحلیل تأثیر این رویکرد بر تقویت ابعاد چندگانه امنیت می‌پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهد که بهره‌گیری از محصولات جانبی برخی صنایع (نظیر اسید کلریدریک) برای تثبیت خاک، علاوه بر بستن حلقه مواد و کاهش فشار بر منابع اولیه، به‌طور مستقیم از طریق مهار کانون‌های گردوغبار به تحکیم امنیت کمک می‌کند. در بعد امنیت بهداشتی-اجتماعی، کاهش مواجهه با ریزگردها، شیوع بیماری‌های ریوی و قلبی را کاهش داده و علاوه بر اینکه بار مالی نظام سلامت را کم کرده، از نارضایتی آحاد جامعه به‌دلیل کاهش کیفیت زندگی، آسیب به کسب و کارها و افزایش بیماری‌ها پیشگیری می‌کند. در حوزه امنیت اقتصادی، حفظ خاک و کاهش روزهای تعطیل ناشی از طوفان‌های گرد و خاک، پایداری فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی را تضمین نموده و در امنیت سیاسی، زمینه همکاری‌های فرامرزی و دیپلماسی محیط‌زیستی را فراهم می‌آورد. نتیجه‌گیری مطالعه مؤید آن است که تلفیق اقتصاد چرخشی با فناوری‌های مقابله با بیابان‌زایی، فراتر از یک راهکار فنی، یک ضرورت راهبردی برای تأمین امنیت جامع، تاب‌آوری ملی و توسعه پایدار است.

کلیدواژه‌ها: امنیت ملی، اسید کلریدریک، سنگ آهک، مالچ، اقتصاد چرخشی

طبقه‌بندی JEL: F52, O38, O32, Q56

* نویسنده مسئول: Asedghee@krmnpc.ir

۱. مقدمه و بیان مسئله

امنیت ملی در پارادایم نوین، دیگر صرفاً مفهومی نظامی-سیاسی نیست، بلکه به شدت تحت تأثیر چالش‌های زیست‌محیطی قرار دارد. ریزگردها، به‌عنوان ذرات جامد معلق در هوا با قطر کمتر از ۱۰ میکرون که توانایی طی مسافت‌های طولانی را دارند، نماد بارز این تهدیدات فرامرزی هستند. تشدید این پدیده در سال‌های اخیر به دلیل خشک‌سالی‌های مداوم، تخریب زیست‌بوم‌ها و تغییرات اقلیمی، آن را به یک بحران امنیتی چندوجهی تبدیل کرده است. این بحران، امنیت بهداشتی جامعه را با افزایش شیوع بیماری‌های تنفسی و قلبی-عروقی به خطر می‌اندازد، امنیت اقتصادی را با تعطیلی مراکز تولیدی، اختلال در کشاورزی و گردشگری و تحمیل هزینه‌های گزاف درمانی تضعیف می‌کند، امنیت اجتماعی را با ایجاد نارضایتی ناشی از افت کیفیت زندگی و مهاجرت‌های محیط‌زیستی متزلزل می‌سازد و درنهایت با ایجاد تنش بر سرمنشأ و مدیریت این پدیده، امنیت سیاسی و منطقه‌ای را به چالش می‌کشد (حق دوست همکاران، ۱۴۰۰).

یکی از راهکارهای فنی مقابله با این تهدید، تثبیت خاک‌های مستعد فرسایش از طریق مالچ‌پاشی است. مالچ‌های نفتی سنتی اگرچه سریع‌اثر هستند، اما به دلیل آلودگی شدید خاک و آب، هزینه بالا و وابستگی به نفت، نه تنها راهکاری پایدار نیستند، بلکه خود به عاملی برای تهدید امنیت زیست‌محیطی بلندمدت تبدیل می‌شوند. در این میان، رویکرد اقتصاد چرخشی با ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر بازیافت و ارزش‌آفرینی از پسماند، پاسخی راهبردی و امنیت‌ساز به این چالش ارائه می‌دهد (یوسفی و ناصری، ۱۳۹۳).

تولید مالچ معدنی کلسیم کلراید از اسید کلریدریک (یک محصول جانبی ناخواسته و مشکل‌ساز در صنایعی مانند پتروشیمی) نمونه‌ای عالی از این راهبرد است (کمپ و کیگان، ۲۰۰۵)^۱. شرکت‌های بزرگ پتروشیمی در ایران سالانه حدود ۳۲۰ هزار تن از این اسید مازاد را تولید می‌کند که مدیریت ایمن آن یک چالش و هزینه است. تبدیل این تهدید محیطی و اقتصادی به یک فرصت امنیت‌ساز، هسته اصلی این طرح است. تولید

¹ Kemp & Keegan

کلسیم کلراید، ضمن بستن حلقه مواد و کاهش فشار بر منابع طبیعی، به تحکیم چندین لایه از امنیت ملی کمک شایانی می‌کند. این فرآیند با تثبیت خاک و کاهش چشمگیر منشأ ریزگردها، به‌طور مستقیم امنیت محیطی و بهداشتی جامعه را با بهبود کیفیت هوا و سلامت عمومی ارتقاء می‌بخشد. از منظر اقتصادی، این طرح برای صنعت تولیدکننده، با تبدیل یک محصول جانبی کم‌ارزش و پرهزینه به یک کالای باارزش و پرکاربرد (در ضد یخ جاده‌ها، حفاری نفت، بتن‌سازی و سایر صنایع)، منجر به درآمدزایی و افزایش رقابت‌پذیری می‌شود. هم‌زمان برای اقتصاد کلان کشور، با کاهش روزهای تعطیل و اختلالات ناشی از طوفان‌های گردوغبار، از فعالیت‌های اقتصادی حیاتی محافظت نموده و از خروج ارز برای درمان بیماری‌های ناشی از آلودگی می‌کاهد. این رویکرد همچنین با ایجاد یک منبع داخلی و پایدار برای ماده‌ای با کاربردهای گسترده صنعتی، امنیت تأمین منابع را افزایش داده و وابستگی به واردات را کاهش می‌دهد. در عرصه سیاسی، چنین پروژه‌ای می‌تواند به الگویی مؤثر برای دیپلماسی محیط‌زیستی تبدیل شود. عرضه این فناوری و محصول به کشورهای همسایه درگیر با ریزگردها، می‌تواند زمینه‌ساز همکاری‌های منطقه‌ای، کاهش تنش‌ها و ارتقای نقش آفرینی ایران به‌عنوان یک بازیگر مسئول و امنیت‌ساز محیطی در منطقه گردد.

رویکرد اقتصاد چرخشی با پیوند زدن حل معضل پسماندهای صنعتی (مانند اسید کلریدریک) به تولید مالچ‌های معدنی پایدار (مانند کلسیم کلراید)، یک راهبرد چندبُرد و امنیت‌ساز را ارائه می‌دهد. این راهبرد هم‌زمان به تحکیم امنیت بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور کمک می‌کند، تاب‌آوری ملی را در برابر مخاطرات طبیعی افزایش داده و توسعه پایدار را محقق می‌سازد؛ بنابراین، سرمایه‌گذاری و تسریع در اجرای چنین طرح‌هایی نه یک انتخاب که یک ضرورت راهبردی برای تضمین امنیت جامع و آینده‌ای پایدار برای ایران است (افشاری راد و همکاران ۱۴۰۴).

شکل ۱. استحکام و چسبندگی سطح خاک بعد از پاشش کلسیم کلراید



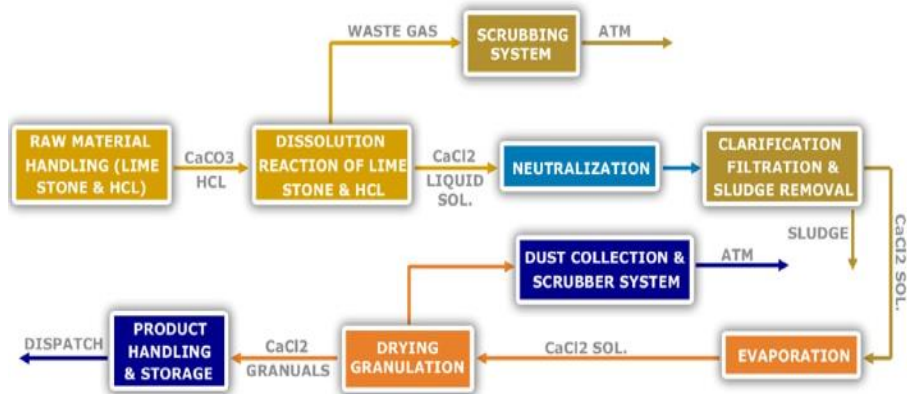
مأخذ: مطالعات تحقیق

بر این اساس پتروشیمی کارون به عنوان یک واحد پایلوت اقدام به تولید آزمایشی کلسیم کلرید از اسید کلریدریک و سنگ آهک نموده است. کلسیم کلرید حاصل شده به صورت مایع ۳۲٪ حاصل شده و برای بررسی بیشتر ویژگی های آن به سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران (فرم مایع) و شرکت متالوژی رازی (پس از خشک کردن و تبدیل به فرم جامد) ارسال گردید.

۲. تحلیل و بحث

یکی از روش های رایج تولید کلسیم کلراید استفاده از سنگ آهک و اسید کلریدریک به عنوان مواد اولیه است. شکل ۲، شمای کلی فرایند تولید کلسیم کلراید را نشان می دهد.

شکل ۲. شمای کلی طرح تولید کلسیم کلراید



مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر این اساس فرایند تولید کلسیم کلراید با استفاده از سنگ آهک ۹۷٪ (درصد خلوص کربنات کلسیم) و اسید کلریدریک ۳۲٪ پتروشیمی کارون منجر به تولید کلسیم کلراید ۳۲٪ وزنی گردید. در این روش تولیدی در مقیاس آزمایشگاهی و پایلوت میزان سنگ آهک بیشتر از میزان استوکیومتری و به صورت مازاد در واکنش استفاده شده و اسید کلریدریک به عنوان عامل محدودکننده در نظر گرفته می شود. واکنش انجام شده به شدت گرمازا بوده و هنگام کار بخارهای اسیدی و گاز دی اکسید کربن حاصل می شوند که رعایت نکات ایمنی در مواجهه با گازهای متصاعد شده ضروری بوده و انجام واکنش زیر هود و یا در فضای باز توصیه می شود. واکنش به صورت بچ انجام شد و پس از گذشت ۱۲ ساعت، چک کردن و تنظیم PH محلول تشکیل شده (نبود حباب در محلول تشکیل شده نشان دهنده پایان واکنش است)، محلول رویی جداسازی و برای انجام آنالیز به آزمایشگاه ارسال شد. کلسیم کلراید تولید شده با روش کلاسیک تیتراسیون پس از رقیق سازی با کاستیک ۰/۱ نرمال تیترا شده و نتایج آنالیز تولید کلسیم کلراید ۳۲٪ وزنی را اثبات کرد.

به منظور بررسی ترکیب درصد عناصر تشکیل دهنده و سایر ناخالصی های احتمالی مقدار ۱۰۰ گرم از محلول تولید شده تحت تأثیر حرارت مستقیم قرار گرفت و پس از خشک شدن جامد سفید تشکیل شده برای انجام آنالیز XRF مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج آنالیز به شرح جدول ۱ است:

جدول ۱. آنالیز کلسیم کلراید تولیدی پتروشیمی کارون (آزمون XRF از نمونه جامد)

ردیف	عنصر	درصد وزنی
۱	Na	۰/۰۶
۲	Cl	۶۳/۴۴
۳	Fe	۰/۱۴
۴	Mg	۰/۱۲
۵	K	۰/۱۶
۶	Al	۰/۰۳
۷	Ca	۳۵/۹۲
۹	Si	۰/۱
۱۰	Mn	۰/۰۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

کاهش ریزگردها یک راهبرد کلیدی برای تقویت امنیت اجتماعی و اقتصادی است. بحران ریزگردها تنها یک مشکل زیست محیطی نیست، بلکه تهدیدی مستقیم برای سلامت جامعه، ثبات اقتصادی و انسجام اجتماعی محسوب می‌شود. اقدام مؤثر برای کنترل ریزگردها می‌تواند با ایجاد المان‌های زیر به ثبات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کمک کند:

ایجاد ثبات اقتصادی: احیای کشاورزی و کاهش خسارات صنعتی، امنیت معیشتی جوامع محلی را افزایش می‌دهد.

تقلیل فشار بر نظام سلامت: با کاهش بیماری‌ها، منابع مالی و انسانی نظام سلامت آزاد می‌شود تا روی سایر اولویت‌ها متمرکز شود.

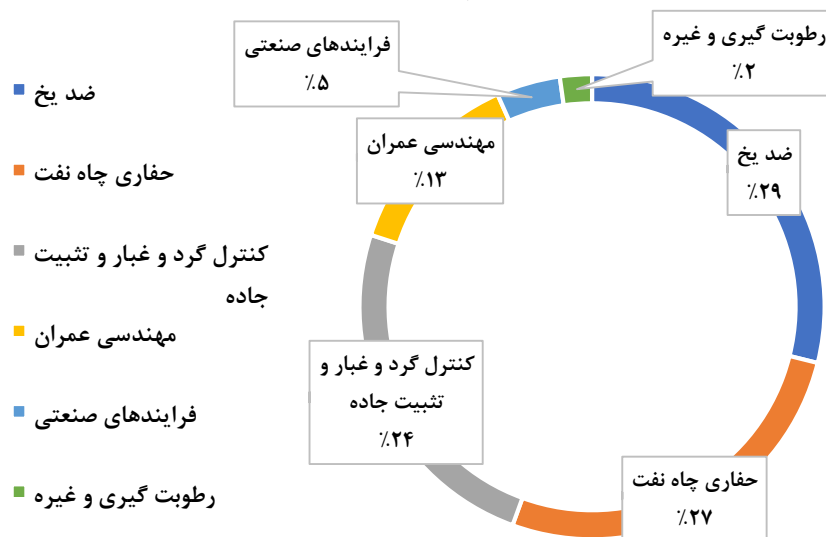
افزایش سرمایه اجتماعی: زندگی در محیطی سالم‌تر و باکیفیت‌تر، احساس امنیت و رضایت شهروندان را تقویت کرده و انسجام اجتماعی را افزایش می‌دهد.

پیشگیری از منازعات: با رفع تهدید ریزگردها، منبع بالقوه تنش و منازعه بر سر

منابع محدود (مانند آب و زمین حاصلخیز) نیز کاهش می‌یابد. استفاده از مواد معدنی مانند نمک‌های معدنی کلسیم کلراید، منیزیم کلراید و ... برای پوشش و استحکام بخشی به سطح خاک در برخی کشورها مانند چین و آمریکا کاربرد دارند. از جمله مزایای این مالچ‌ها می‌توان به قیمت پایین تر نسبت به سایر مالچ‌ها، کم خطر تر بودن آن‌ها نسبت به مالچ‌های نفتی و حمل آسان تر آن‌ها اشاره کرد. گرچه این قسم مالچ‌ها با محدودیت‌هایی چون اثر موقت، حساسیت به آب‌شویی و نیاز به تمدید مواجه هستند، ولی به دلیل عملکرد سریع و فناوری ساده تولید و استفاده در مناطقی که احیای پوشش گیاهی در دستور کار فوری نیست (مانند حفاظت از پایه دکل‌ها یا خطوط لوله)، می‌تواند یک راه حل مهندسی-اقتصادی قابل تأمل باشند.

از جمله این چالش‌ها می‌توان به چالش ماسه‌های روان به عنوان یک تهدید زیرساختی در خوزستان اشاره کرد. برخی از پهنه‌های بیابانی خوزستان، مانند دشت آزادگان، فاقد هرگونه پوشش گیاهی پایدار هستند. حرکت تپه‌های ماسه‌ای در این مناطق، خطری مستقیم برای جاده‌ها، خطوط انتقال (نفت، گاز، برق)، زمین‌های کشاورزی حاشیه‌ای و سکونتگاه‌ها ایجاد می‌کند. در این شرایط، نیاز به یک اقدام سریع و فنی برای تثبیت فیزیکی ماسه‌ها، پیش از هرگونه برنامه‌ریزی بلندمدت، احساس می‌شود. استفاده از کلسیم کلراید برای حفاظت اضطراری و کوتاه مدت از یک زیرساخت خاص در برابر ماسه‌های روان پیشنهاد می‌شود. این استفاده بهتر است همراه با پایش دقیق شوری خاک و آب‌های زیرزمینی منطقه باشد.

شکل ۳. میزان مصرف کلسیم کلرید در صنایع مختلف جهان در سال



مأخذ: مطالعات تحقیق

مطابق با مطالعات صورت گرفته غلظت ۳۸٪ از کلسیم کلراید برای استفاده بسیار مناسب بوده و به این منظور استفاده از ۰/۲۷ gal/yd² که معادل ۱/۲۲ L/m² بوده کافی است. برای کلسیم کلرید ۳۵٪ این مقدار مصرف معادل ۱/۳۶ L/m² است (کیرچنر و گال،^۱ ۱۹۹۱). در حال حاضر با در نظر گرفتن میزان تولید اسید کلریدریک مازاد بر نیاز صنایع بزرگ، حجم قابل تولید کلسیم کلراید ۳۲٪ را می توان تا ۴۹۰ هزار تن کلسیم کلراید مایع ۳۲ درصد تخمین زد. این مقدار برای مالچ پاشی ۲۹ هزار هکتار از زمین های مستعد تولید گردوغبار مناسب است. مساحت زمین های مستعد گردوغبار بحرانی در استان خوزستان به صورت تقریبی ۱۰۰ هزار هکتار برآورد می شود.

نتایج مطالعات امکان سنجی فنی و اقتصادی مربوط به دو شرکت طراحی و مهندسی فرانکر صنعت و شرکت توسعه پارک های شیمیایی ایرانیان در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ نشان دهنده توجیه پذیری احداث کارخانه های تولید کلسیم کلراید به ترتیب در ظرفیت های

¹ Kirchner and Gall

۱۵ و ۱۲۰ هزار تن در سال است. در مطالعات انجام شده نرخ بازده داخلی به ترتیب ۲۲٪ و ۳۰٪، ارزش خالص فعلی در نرخ تنزیل ۱۸٪ و ۱۵٪ به ترتیب ۳۰/۶۴۸ میلیون ریال و ۱۳/۹ میلیون دلار برآورد شده که نشانگر توجه‌پذیری اقتصادی تولید این ماده است. به علاوه بالاتر بودن نرخ بازده داخلی تولید این ماده از نرخ تنزیل در زمان این مطالعات، بیانگر سودآور بودن طرح است.

۳. پیشنهادهای سیاستی

مقابله با ریزگردها تنها یک اقدام زیست‌محیطی نیست، بلکه یک مأموریت امنیت ملی است. در نتیجه‌گیری این مقاله می‌توان تأکید نمود که پدیده ریزگرد با تحت‌تأثیر قراردادن ۱۵ میلیون هکتار از عرصه‌های طبیعی کشور، دیگر صرفاً یک معضل زیست‌محیطی نبوده و به تهدیدی چندبعدی برای امنیت ملی تبدیل شده است. این پدیده با تخریب پایه‌های اکولوژیک، مستقیم‌ترین تأثیرات را بر امنیت انسانی گذاشته و از طریق تهدید سلامت عمومی، کاهش حاصلخیزی خاک و ناامنی معیشتی، به تشدید ناپایداری‌های اجتماعی و مهاجرت‌های اجباری دامن می‌زند. راه‌حل پایدار برای مهار این بحران، نیازمند یک تحول پارادایمی در مدیریت منابع است. تحولی که در آن، رویکردهای فنی پراکنده جای خود را به یک راهبرد یکپارچه و هوشمند مبتنی بر ویژگی‌های منطقه‌ای (خاک، اقلیم و پوشش گیاهی) می‌دهد. در این راهبرد، استفاده ترکیبی از مالچ‌های مختلف، اعم از نفتی، غیرنفتی و زیست‌سازگار مانند مالچ‌های پلیمری، معدنی و بر پایه ضایعات کشاورزی همراه با روش‌های مکملی چون کشت گیاهان مقاوم، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. با این حال، کلید موفقیت این راهکار، تلفیق آن با اصول اقتصاد چرخشی است. اقتصاد چرخشی با تغییر بنیادین در الگوی خطی استخراج، تولید و دورریز، به دنبال بستن حلقه مواد و انرژی است. این رویکرد در حوزه مالچ‌پاشی به معنای بهره‌گیری از ضایعات و محصولات جانبی صنایع (مانند اسید کلریدریک برای تولید مالچ کلسیم کلراید) و بازیافت مواد از پسماندهای شهری و صنعتی است تا وابستگی به منابع اولیه بکر به حداقل رسیده و فشار بر زیست‌بوم‌ها کاهش یابد. از سوی دیگر، تمرکز بر تولید محصولاتمانند کلسیم کلراید که

علاوه بر تثبیت خاک، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع حیاتی مانند حفاری نفت دارد می‌تواند ضمن تقویت امنیت اقتصادی و ایجاد فرصت‌های صادراتی، به کاهش وابستگی‌های راهبردی کمک کند؛ اما پیاده‌سازی این چشم‌انداز، مستلزم تقویت حاکمیت قانون، شفافیت و پاسخگویی در نظارت بر پروژه‌ها و نیز جلب مشارکت واقعی جوامع محلی است. درنهایت، احیای سرزمین‌های تخریب‌شده تنها زمانی به پایدارترین شکل ممکن محقق می‌شود که حفاظت از محیط‌زیست در کانون تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و امنیتی قرار گیرد؛ بنابراین، مهار ریزگردها نه یک اقدام فنی محدود، بلکه یک مأموریت راهبردی برای حفظ تمامیت ارضی، تاب‌آوری اجتماعی و امنیت پایدار کشور است که موفقیت آن در گرو نگاهی نظام‌مند، آینده‌نگر و مبتنی بر همکاری بین‌بخشی و فرامرزی است.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از پتروشیمی کارون، سازمان حفاظت محیط‌زیست و دانشگاه شهید چمران اهواز به‌خاطر همکاری، پشتیبانی و فراهم آوردن امکانات در طول این پژوهش و همچنین سردبیر و داوران محترم که با ارائه پیشنهادهاى خود باعث ارتقای مقاله شده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند، تعارض منافعى وجود ندارد.

ORCID

Abdolreza Gholami  <http://orcid.org/0009-0003-9378-7083>

Asieh Sedghi  <http://orcid.org/0009-0004-7509-6200>

منابع

- افشاری راد، مجید، سهیلی احمدی، حبیب و رضایی دستگردی، معصومه. (۱۴۰۴). اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا و عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی. *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی*، ۵ (۱۲)، ۱-۳۸.
- بی‌نام. (۱۳۹۸). مطالعات امکان‌سنجی طرح تولید کلسیم کلراید، شرکت توسعه پارک‌های شیمیایی ایرانیان به سفارش شرکت ملی صنایع پتروشیمی، 98-R-143-V O2.
- بی‌نام. (۱۳۹۷). گزارش امکان‌سنجی کلسیم کلراید، شرکت طراحی-مهندسی فرانگر صنعت به سفارش شرکت پتروشیمی کارون.
- حق دوست، علی اکبر، دهنویه، رضا، کلوانی، خلیل. (۱۴۰۰). تأثیرات مختلف COVID-19 بر سلامت جهان و راهبردهای کنترل آن: مدل چرخ آینده. پایش. ۲۰ (۵)، ۶۲۹-۶۳۱.
- یوسفی، هادی و ناصری، حمیدرضا. (۱۳۹۳). نقش مالچ در کنترل فرسایش بادی، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری. سمنان، ایران.

References

- Afsharirad, M., Soheyli Ahmadi, H. and Rezaei Dastgerdi, M. (2025). The Threshold Effect of Foreign Direct Investment on Environmental Performance in MENA and OECD Countries (PSTR Approach). *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(12), 1-38. [In Persia].
- Anonymous (2016). Calcium chloride presentation. *Teta Chemicals Europe*, www.dammbindning.nu.
- Anonymous, (1397). Calcium Chloride Feasibility Report, *Fara Negar Sanat Engineering-Design Company (FIDEC)*, commissioned by Karun Petrochemical Company. [In Persia].
- Anonymous, (1398). Feasibility studies of calcium chloride production plan, *Iranian Chemical Parks Development Company (ICPDC)*, commissioned by the National Petrochemical Industries Company, 98-R-143-V O2. [In Persia].

- Haghdoost A A, Dehnavieh R, kalavani K.(2021) The impact of COVID-19 on global health and the strategies to control it: The futures Wheel Model. *Payesh*, 20 (5),629-631
- Kemp, R., Keegan, S.E. (2005). Calcium Chloride. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*, 7, 1999-2011.
- Kirchner, H., Gall, J. A. (1991). Liquid Calcium Chloride for Dust Control and Base Stabilization of Unpaved Road Systems, *Transportation Research Record*, 1291, 173-178.

استناد به این مقاله: غلامی، عبدالرضا، صدقی، آسیه. (۱۴۰۴). مدیریت بحران ریزگردها و امنیت اقتصاد ملی: رویکردی مبتنی بر اقتصاد چرخشی و بهره‌گیری از محصولات جانبی صنعتی، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، ۵(۱۴)، صفحات ۷۵-۹۸. DOI: 10.22054/eenr.2026.91818.232.۷۵-۹۸



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.