भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 33 अंक (1) जून 2025 पृ. 43-48
DOI:

उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादनः शोधन प्रक्रिया एवं उपयोग

बिपिन जी. व्यास*, अरविंद कुमार, सुमेश चन्द्र उपाध्याय, राहुल जे. संघवी, पारुल साहू, जिग्नेश जे. शुक्ला,
महेश मकवाना एवं कान्ति भूषण पाण्डेय

सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर, गुजरात-364002
ई-मेलः bgvyas@csmcri.res.in

सारांश

नमक या लवण (सोडियम क्लोराइड) मानव उपभोग और विभिन्न रासायनिक उद्योगों के लिए आवश्यक है। भारत में यह मुख्य रूप से समुद्री जल और भूमिगत ब्राइन के सौर वाष्पीकरण के माध्यम से उत्पादित होता है। इस समीक्षा लेख में नमक के परिष्करण में शामिल जटिल प्रक्रियाओं एवं उच्च शुद्धता वाले नमक की प्राप्ति में चुनौतियों व इस क्षेत्र में हुई प्रगति का वर्णन है। इस लेख में सौर वाष्पीकरण के दौरान फेज नियम-आधारित लवणों के पृथक्करण पर चर्चा के साथ संचालन नियंत्रण और ब्राइन घनत्व के नमक की गुणवत्ता पर प्रभाव को उजागर किया गया है। प्रगति के बावजूद, भारत में उच्च शुद्धता वाले नमक का उत्पादन पश्चिमी मानकों से पीछे हैं। इस लेख में नमक की विभिन्न परिष्करण विधियों, जैसे यांत्रिक धुलाई और पुनः क्रिस्टलीकरण का परीक्षण करते हुए, उनके आर्थिक एवं व्यावहारिक पहलुओं पर जोर दिया गया है। लेख नमक की गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए उन्नत तकनीकों तथा संवर्धित धुलाई प्रक्रियाओं की आवश्यकता को रेखांकित करता है। यह लेख सौर नमक प्रौद्योगिकी को अपनाने, अनुसंधान और विकास को बढ़ावा देने तथा नमक उद्योग के लिए संगठनात्मक और सरकारी समर्थन सुनिश्चित करने की अनुसंशा करता है। इसके अलावा यह लेख भारत में परिष्करण प्रक्रियाओं में अंतर्दृष्टि प्रदान करने सहित उच्च गुणवत्ता वाले नमक के उत्पादन के लिए वैज्ञानिक और तकनीकी नवाचारों की भी अनुशंसा करता है।

मुख्य शब्दः सोडियम क्लोराइड, नमक परिष्करण, सौर वाष्पीकरण, ब्राइन, नमक शुद्धता, यांत्रिक धुलाई, पुनः क्रिस्टलीकरण, प्रदूषण नियंत्रण।

Production of High Quality Salt: Purification Process and Uses

Bipin G. Vyas*, Arvind Kumar, Sumesh Chandra Upadhyay, Rahul J. Sanghavi, Parul Sahu,
Jignesh J. Shukla Mahesh Makwana and Kanti Bhooshan Pandey

CSIR-Central Salt and Marine Chemical Research Institute, Bhavnagar, Gujarat-364002
E-mail: bgvyas@csmcri.res.in

Abstract

Salt (sodium chloride) is essential for human consumption and various chemical industries. In India, it is mainly produced through the solar evaporation of seawater and underground brine. This review article explores the complex processes involved in refining salt, addressing the challenges and advancements in achieving high-purity salt. The article discusses the phase rule-based separation of salts during solar evaporation, highlighting the operational controls and brine density impact on salt quality. Despite advancements, high-purity salt production in India lags behind Western standards. Various refining methods, including mechanical washing and recrystallization, are examined, emphasizing their economic and practical aspects. The review underscores the necessity for advanced techniques and improved washing processes to enhance salt quality. It advocates for adopting solar salt technology, promoting research and development, and ensuring organizational and governmental support for the salt industry. In conclusion, the article provides insights into refining processes in India, recommending scientific and technological innovations to produce high-quality salt.

Keywords: Sodium chloride, salt refining, solar evaporation, brine, salt purity, mechanical washing, reerystallization, pollution control.

1. प्रस्तावना

परिचयनमक (रासायनिक नामः सोडियम क्लोराइड) मानव के सीधे उपभोग एवं उद्योगों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह सोडा ऐश, कास्टिक सोडा और अन्य रासायनिक उद्योगों के लिए एक मौलिक कच्चा माल है। भारत में यह विशेष रूप से समुद्री जल और भूमिगत ब्राइन (खारे जल) के सौर वाष्पीकरण द्वारा निर्मित किया जाता है। समुद्री जल से नमक का निर्माण एक जटिल जलीय प्रणाली है और इस प्रणाली से विभिन्न लवणों का पृथक्करण, फेज (अवस्था) नियम पर आधारित है, जो समुद्री जल में उपस्थित विभिन्न लवणों की आपसी घुलनशीलता संबंध पर निर्भर करता है। कई शोधकर्ताओं ने फेज नियम के आधार पर समुद्री जल के सौर-वाष्पीकरण के विभिन्न चरणों के दौरान लवणों के पृथक्करण की रासायनिक प्रक्रिया का अध्ययन किया है[1]।

सौभाग्यवश, सौर नमक कार्यों के संचालन को नियंत्रित करना संभव है ताकि सामान्य नमक और इसके अन्य सहउत्पादों को नियंत्रित घनत्व पर समुद्री जल, ब्राइन और बिटर्न की वास्तविक घनत्व माप का उपयोग करके प्राप्त किया जा सके। यह ज्ञात है कि समुद्री जल के सौर-वाष्पीकरण के दौरान एक लवण का जमाव दूसरे लवण के ऊपर होता है, और इसलिए समुद्री जल में उपस्थित विभिन्न लवणों को अत्यधिक शुद्ध रूप में पुनःप्राप्त करना संभव नहीं है। इसलिए, समुद्री जल या अन्य ब्राइन स्रोतों के सौर-वाष्पीकरण द्वारा प्राप्त नमक हमेशा कुछ सामान्य अशुद्धियों जैसे कैल्शियम और मैग्नीशियम के लवणों (सल्फेट और क्लोराइड के रूप में) एवं अघुलनशील पदार्थों के साथ संदूषित होता है[2,3]। कैल्शियम सल्फेट की अशुद्धि सामान्य नमक में होती है क्योंकि सोडियम क्लोराइड के क्रिस्टलीकरण बिंदु (ब्राइन घनत्व ~25°Be') से पहले यह अशुद्धि लगभग 80-85% तक अलग हो जाती है, और शेष 15-20% नमक के साथ 25° से 30°Be' ब्राइन घनत्व के दौरान अलग होती है[4,5]। मैग्नीशियम की अशुद्धि सामान्य नमक में 29° से 30°Be' ब्राइन और बिटर्न के साथ चिपकने के कारण होती है, जो नमक क्रिस्टल और क्रिस्टल समूहों पर हार्वेस्टिंग के समय होती है। नमक में अघुलनशील अशुद्धि हार्वेस्टिंग के समय मिट्टी के कणों की मिलावट और नमक के क्रिस्टलीकरण के दौरान वायुमंडलीय धूल जमाव के कारण होती है।

स्वतंत्रता के बाद भारत में नमक उद्योग का उल्लेखनीय विकास हुआ है। सामान्य नमक का उत्पादन 1951 में 2 लाख टन से बढ़कर 2022-23 (नवंबर 2022 तक) में लगभग 260.09 लाख टन हो गया है[6]। बड़े नमक कारखानों (साल्ट वर्क्स) द्वारा उत्पादित समुद्री नमक की गुणवत्ता 97 से 98% (w/w)NaCl होती है, जो बारिश के पानी से धुलने पर 98.5 से 99% (w/w) तक बढ़ जाती है, जबकि छोटे नमक कारखानों (साल्ट वर्क्स) द्वारा उत्पादित नमक की गुणवत्ता कम होती है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, भावनगर के प्रायोगिक नमक फार्म में बारिश के कारण नमक शोधन के संकलित आंकड़े तालिका 1 में दिए गए हैं।

कई पश्चिमी देशों जैसे अमेरिका, फ्रांस, ऑस्ट्रेलिया, मैक्सिको में 99.5%(w/w)NaCl और उससे अधिक शुद्धता वाला सौर नमक, सख्त घनत्व, प्रवाह और ब्राइन की गहराई के नियंत्रण द्वारा ताजे उत्पादित नमक की यांत्रिक शोधन के बाद निर्मित किया जाता है[7]। इसलिए, यांत्रिक शोधन इन देशों में सौर नमक उत्पादन का अभिन्न हिस्सा है।

कई दशकों तक कास्टिक सोडा और क्लोरीन उद्योग के लिए उच्च शुद्धता वाले नमक की आवश्यकता महसूस नहीं की गई थी, लेकिन सख्त प्रदूषण नियंत्रण नियमों के लागू होने और भारत में क्लोर-एल्कली निर्माण के लिए मेम्ब्रेन सेल तकनीक के आगमन के साथ, भारत में उच्च शुद्धता वाले नमक की आवश्यकता बढ़ रही है। भारत में मौजूदा नमक कारखाने उच्च शुद्धता वाले नमक के निर्माण के लिए अनुकूलित नहीं हैं, जो पश्चिमी देशों में 99.5%(w/w) NaCl और उससे अधिक है। इसलिए, यह आवश्यक है कि भारत में अच्छे गुणवत्ता वाले नमक के उत्पादन के लिए इस क्षेत्र में समान वैज्ञानिक तकनीकों को अपनाया जाए, साथ ही ताजे उत्पादित नमक की यांत्रिक शुद्धि की जाए।

2. नमक शोधन द्वारा शुद्धता बढ़ाना

नमक की शुद्धता को इसके संतृप्त ब्राइन के पुनः क्रिस्टलीकरण द्वारा 99.9%(w/w) NaCl तक बढ़ाया जा सकता है, जिसे रासायनिक

तालिका क्रमांक 1

तत्व	बिना धोया/शोधन किया नमक	धोया हुआ नमक	% हटाई गई
NaCl	98.30%(w/w)	99.63%(w/w)	--
$CaSO_4$	0.60% (w/w)	0.15%(w/w)	75
$MgSO4+ MgCl_2$	1.00% (w/w)	0.20%(w/w)	80
अघुलनशील पदार्थ	0.10%(w/w)	0.02%(w/w)	80

प्रशोधन के बाद कृत्रिम वाष्पीकरण द्वारा खुले (ओपन) पैन या निर्वात (वैक्यूम) पैन में किया जाता है। हालांकि, पुनःक्रिस्टलीकरण और इसके बाद के संचालन जैसे अपकेंद्रण और सुखाने की लागत अपेक्षाकृत अधिक होती है। ऐसे परिष्कृत नमक का उपयोग सोडा ऐश या कास्टिक सोडा के निर्माण के लिए किफ़ायती नहीं माना जाता है। इसलिए, सोडा ऐश और कास्टिक सोडा निर्माण के लिए बड़े पैमाने पर अशुद्धियों को हटाने के लिए नमक की धुलाई द्वारा शोधन को आर्थिक और व्यावहारिक प्रक्रिया माना जाता है, जो रासायनिक प्रशोधन की लागत को बचाने में मदद करती है। धुलाई की प्रक्रिया एक सरल संचालन है, जिसमें उपयुक्त उपकरणों जैसे स्क्रू संपर्कक, हाइड्रोसाइक्लोन, मिक्सिंग टैंक आदि में NaCl के संबंध में संतृप्त लेकिन मैग्नीशियम के संबंध में असंतृप्त संतृप्त ब्राइन के साथ नमक को धोना शामिल है, इसके बाद जल निकासी द्वारा धुलाई तरल (वॉश-लिकर) को धोए गए नमक से अलग किया जाता है। धोए गए नमक की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए, तंत्र से मैग्नीशियम सांद्रता को निश्चित स्तर पर रखने के लिए धोए गए तरल का एक हिस्सा लगातार बाहर निकाला जाता है। शेष धोए गए तरल को ताजे पानी या समुद्री जल या तनु ब्राइन मिलाकर लगभग मूल मात्रा में समायोजित करके प्रणाली के उपयुक्त बिंदु पर पुनर्नवीनीकरण किया जाता है ताकि धुलाई दक्षता बढ़ाई जा सके। धुलाई प्रक्रिया में, धोए गए तरल के साथ छोटे नमक कणों के बहने और ताजे पानी या समुद्री जल के मिलाने से नमक के घुलने के कारण हमेशा कुछ नमक का नुकसान होता है। यह नुकसान 10 से 30% के बीच हो सकता है।

धुलाई की लागत कच्चे नमक की गुणवत्ता और अंतिम नमक की गुणवत्ता, धुलाई उपकरणों की क्षमता और प्रकार, तथा नमक की लागत पर निर्भर करती है, जो नमक की हानि के रूप में सीधे परिचालन लागत में जुड़ती है। सामान्य तरीके से धुलाई की लागत को निम्नलिखित सूत्र द्वारा उचित रूप से प्रदर्शित किया जा सकता हैः

$$C = a + (x)c$$

जहाँः C = धुलाई की लागत, रुपये/टन; a = मूल्यह्रास, उपयोगिता, कार्मिक, निवेश पर ब्याज आदि का कारक, रुपये/टन; c = कच्चे नमक की लागत, रुपये/टन; x = नमक का नुकसान, प्रति टन नमक

3. भारत में नमक शोधन की प्रक्रिया

3.1 सौर नमक के बड़े और मध्यम पैमाने के कारखाने

भारत में, कुछ बड़े और मध्यम पैमाने के सौर नमक कारखानों में उत्पादित नमक को क्रिस्टलाइजर्स से उठाने और प्लेटफॉर्म पर ढेर बनाने से पहले ताजे संतृप्त ब्राइन से धोया जाता है। आमतौर पर इस

चित्र 1. नमक की कृत्रिम स्प्रे वॉशिंग

ढेर बनाए गए नमक को प्राकृतिक बारिश में खुला छोड़ दिया जाता है, जिससे इसका और अधिक शुद्धिकरण होता है। यह विधि मैग्नीशियम की अशुद्धियों को हटाने में मदद करती है, लेकिन कैल्शियम और अघुलनशील पदार्थों की मात्रा इस प्रकार की धुलाई में थोड़ी बढ़ जाती है[8]। कुछ सौर नमक कार्यों में निर्मित नमक के त्वरित निपटान के लिए, छोटे ढेरों पर कृत्रिम स्प्रे वॉशिंग की जाती है) (चित्र 1)। यह क्रिस्टलाइजर्स या प्लेटफॉर्म पर ताजे पानी या समुद्री पानी से किया जाता है। यह विधि भी मैग्नीशियम की अशुद्धियों को हटाने में मदद करती है, लेकिन कैल्शियम और अघुलनशील पदार्थ इस प्रकार की धुलाई में नहीं हटते।

3.2 यांत्रिक धुलाई

भारत में मध्यम एवं वृहद नमक निर्माताओं द्वारा यांत्रिक धुलाई अपनाई जाती है। कुछ सोडा ऐश और कॉस्टिक सोडा उद्योगों ने रासायनिक प्रशोधन लागत को कम करने के लिए अपनी फैक्ट्री साइटों पर भी यांत्रिक वॉशरी स्थापित की हैं। इन यांत्रिक वॉशरी में सामान्यतः निम्नलिखित प्रक्रिया अपनाई जाती है।

- **पहली प्रक्रियाः** पहले स्क्रू कन्वेयर में नमक को संतृप्त ब्राइन से और दूसरे स्क्रू कन्वेयर में पानी से धोया जाता है। धोए गए नमक से प्राप्त संतृप्त ब्राइनको वाइब्रेटिंग ड्रेनर द्वारा अलग किया जाता है और सेटलिंग के बाद पुनःचक्रित किया जाता है। मैग्नीशियम सांद्रता को बनाए रखने के लिए संतृप्त ब्राइन का एक हिस्सा बाहर निकाल दिया जाता है। (चित्र 2)
- **दूसरी प्रक्रियाः** सामान्य नमक को मुख्य टैंक से प्राप्त संतृप्त ब्राइन के साथ 1:3 से 1:4 के अनुपात में मिलाया जाता है और स्लरी को हाइड्रोसाइक्लोन में एक लंबी पाइप लाइन के माध्यम से पंप किया जाता है। हाइड्रोसाइक्लोन नमक और संतृप्त

चित्र 2. नमक की यांत्रिक धुलाई

ब्राइन को साफ करता है। अशुद्धि-पूर्णब्राइन मुख्य टैंक में वापस चली जाती है। हाइड्रोसाइक्लोन से नमक को स्लरी के रूप में सीव (छलनी) बेंड पर ले जाया जाता है जहां और अधिक निस्यंदन होता है और फिर यह एक ऊर्ध्वाधर कॉलम में गिरता है। यहां इसे शुद्ध पानी से प्रतिप्रवाह विधि से धोया जाता है। इस प्रक्रिया में नमक को सेंट्रीफ्यूज नहीं किया जाता है, बल्कि इसे सीधे ऊर्ध्वाधर टैंक से सोडा ऐश बनाने के लिए घोला जाता है।

- **तीसरी प्रक्रियाः** नमक को पीसकर संतृप्त ब्राइन के साथ एक प्रतिप्रवाह कॉलम में मिलाया जाता है। कुछ कैल्शियम सल्फेट और अघुलनशील पदार्थ यहां से हटा दिए जाते हैं। फिर इसे एक एजिटेटर में ले जाया जाता है, जहां इसे अगले चरण से प्राप्त ब्राइन के साथ और अधिक धोया जाता है। अंत में इसे हाइड्रो एक्सट्रैक्टर में रखा जाता है और सेंट्रीफ्यूज किया जाता है।

स्क्रू वॉशरी प्लांट के संचालन के दौरान परिचालन आंकड़े तालिका-2 में दिए गए हैं।

4. अन्य देशों में नमक शोधन की प्रक्रिया और उपकरण

विभिन्न देशों में नमक शोधन की प्रक्रिया तथा प्रयोग में लाये गए उपकरण अलग अलग हैं[9,10]। प्रमुख देशों में बड़े पैमाने पर धुलाई के लिए नमक में इस्तेमाल होने वाली प्रक्रिया और उपकरणों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

4.1 संयुक्त राज्य अमेरिका

नमक को एक गढ्ढे (पिट) में डाला जाता है और संतृप्त ब्राइन के साथ मिलाया जाता है। यहाँ से इसे डबल स्क्रू वॉशर में 20% स्लरी के रूप में पंप किया जाता है, जहाँ इसका काउंटर करेंट वॉशिंग किया जाता है। फिर इसे एक वायर बेल्ट पर डिस्चार्ज किया जाता है, जहाँ इसे विशेष फिश टेल नोजल्स के माध्यम से संतृप्त ब्राइन के साथ धोया जाता है। इसके बाद इसे छिद्रित चेन ड्रैग एलीवेटर में भेजा जाता है, जहाँ 380 लीटर ब्राइन और 50 लीटर पानी प्रति टन नमक पर स्प्रे किया जाता है। स्वच्छ संतृप्त ब्राइन को पहले वायर बेल्ट और चेन ड्रैग एलीवेटर पर स्प्रे किया जाता है, और फिर इसे रिसाइकिल किए गए ब्राइन के साथ मिलाया जाता है। स्क्रू वॉशर से निकली सबसे गंदी ब्राइन को सेटलिंग पोंड में भेजा जाता है।

तालिका क्रमांक 2

तत्व	कच्चा नमक	धोया हुआ नमक
NaCl	98.54%(w/w)	99.70%(w/w)
Ca^{+2}	0.16%(w/w)	--
Mg^{+2}	0.20%(w/w)	--
SO^{4-2}	0.68%(w/w)	-

4.2 फ्रांस

फ्रांस में नमक शोधन के लिए स्लरी पंप, हाइड्रोसाइक्लोन, मिक्सिंग कॉलम और निरंतर सेंट्रीफ्यूज का उपयोग किया जाता है। नमक को एक कंक्रीट गढ्ढे (पिट) में डाला जाता है, जहाँ इसे ब्राइन की धारा के साथ मिलाया जाता है। यहाँ से नमक को विशेष स्लरी पंप के माध्यम से 1 किग्रा/सेमी^{2} दबाव पर हाइड्रोसाइक्लोन में भेजा जाता है। हाइड्रोसाइक्लोन अधिकांश अशुद्धियों को अलग करता है। इसके बाद नमक को मिक्सिंग टैंक में भेजा जाता है, जहाँ इसे ताजे

ब्राइन के साथ और अधिक धोया जाता है। फिर इसे निरंतर सेंट्रीफ्यूज में भेजा जाता है। फ्रांस में नमक तत्व की संरचना तालिका-3 के अनुसार होती है।

4.3 स्पेन

स्पेन में समुद्री नमक को लंबे कंक्रीट चैनलों में धोया जाता है, जिनके नीचे हेलीकॉइडल स्क्रू होता है। धोए गए नमक को ढेरों में जमा किया जाता है और बारिश से धोया जाता है। इस प्रक्रिया मेंलगभग 18-20% नमक की हानि होती है। स्पेन में नमक तत्व की संरचना तालिका-4 के अनुसार होती है।

4.4 उत्तर पश्चिम ऑस्ट्रेलिया

यहाँ नमक शोधन के संयंत्र को इस तरह डिजाइन किया जाता है कि ताजे उत्पादित नमक को संतृप्त ब्राइन के उच्च मात्रा में धोया जा सके। धोए गए नमक की गुणवत्ता 99.6 से 99.7% (w/w)NaCl होती है।

4.5 मेक्सिको

मेक्सिको में नमक की संरचना तालिका-5 के अनुसार होती है।

यहाँ की यांत्रिक वॉशिंग प्रक्रिया नमक में NaCl की मात्रा को 98.54% (w/w) से बढ़ाकर 99.7% (w/w) तक करती है। नमक वॉशिंग प्रक्रिया में पर्याप्त समय प्रदान किया जाता है, जिससे अतिरिक्त Mg^{+2} और SO^{4-2} अशुद्धियों को भी प्रभावी रूप से हटाया जा सके।

5. निष्कर्ष और संस्तुति

- **समुद्री नमक का उत्पादन और गुणवत्ता सुनिश्चित करने के लिए उन्नत तकनीकों का अनुसरण किया जाना चाहिएः** भारत में समुद्री नमक का उत्पादन बढ़ रहा है, लेकिन उच्च गुणवत्ता वाले नमक उत्पादन के लिए नवीनतम तकनीकों का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- **नमक की धुलाई के लिए नए तकनीकों का अनुसरणः** धुलाई द्वारा शोधन प्रक्रिया में नमकहानि को कम करने और उच्च गुणवत्ता वाले नमक के उत्पादन को संभव बनाने के लिए नई तकनीकों का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- **सौर नमक प्रौद्योगिकी को बढ़ावा देनाः** सौर नमक प्रौद्योगिकी के प्रयोग को बढ़ावा देना चाहिए ताकि उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन किया जा सके और उपयोगिता में वृद्धि हो।
- **समुद्री नमक की उपयोगिता में सुधारः** समुद्री नमक की उपयोगिता में सुधार करने के लिए अनुसंधान और विकास को बढ़ावा देना चाहिए ताकि इसका अधिक उपयोग हो सके।
- **प्रदूषण नियंत्रणः** प्रदूषण नियंत्रण को ध्यान में रखते हुए, उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन बढ़ाया जाना चाहिए।
- **अनुभव को परस्पर साझा करनाः** भारतीय नमक उद्योग को अनुभवी विदेशी नमक उद्योगों के साथ परस्पर अनुभवों को साझा करना चाहिए ताकि नई तकनीकों को जानने एवं उसका उपयोग करने में सहायता मिले।
- **सामाजिक और पर्यावरणीय प्रभाव का मूल्यांकनः** नमक उद्योग के पर्यावरणीय प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए अधिक अनुसंधान और सामाजिक प्रभाव के अध्ययन कीआवश्यकता है।
- **संगठन और सरकारी समर्थनः** नमक उद्योग को संगठित रूप से प्रशासनिक, वित्तीय, और तकनीकी समर्थन प्रदान किया

तालिका क्रमांक 3

तत्व	शोधन और ड्रेनिंग के बाद	शोधन और सेंट्रीफ्यूजिंग के बाद
Mg^{+2}	0.025% (w/w)	0.015% (w/w)
हानि	25% (w/w)	15%(w/w)

तालिका क्रमांक 5

तत्व	बिना धोया/शोधन किया नमक
NaCl	98.54%(w/w)
Ca^{+2}	0.16%(w/w)
Mg^{+2}	0.20%(w/w)
SO^{4-2}	0.68%(w/w)

तालिका क्रमांक 4

तत्व	बिना धोया/शोधन किया नमक	धोया हुआ नमक	शिपमेंट के समय धोया हुआ नमक
NaCl	97.05% (w/w)	98.78%(w/w)	99.32% (w/w)
Ca^{+2}	0.38% (w/w)	0.08% (w/w)	0.06% (w/w)
Mg^{+2}	0.34% (w/w)	0.21% (w/w)	0.10% (w/w)
SO^{4-2}	1.34% (w/w)	0.48% (w/w)	0.28% (w/w)
अघुलनशील पदार्थ	0.22% (w/w)	0.03% (w/w)	0.03% (w/w)

जाना चाहिए। सरकार को नमक उत्पादन के लिए आवश्यक नियामक प्रक्रियाओं को प्रोत्साहित करने में सहायता करनी चाहिए।

इन संस्तुतियों (सिफारिशों) के अनुसार, नमक के शोधन की लागत को कम करने के लिए, यहां कुछ उपाय प्रस्तावित हैं।

- उत्पादन प्रक्रिया में सुधार करनाः सुधार के माध्यम से, नमक की धुलाई के दौरान उसके घुलने का नुकसान कम किया जा सकता है, जो धुलाई की लागत को कम करेगा।
- उत्पादन की उपयुक्तता में सुधार करनाः अधिकतम उत्पादन की उपयुक्तता से, धुलाई की लागत को कम किया जा सकता है।
- नवीनतम प्रौद्योगिकी का उपयोग करनाः उत्पादन प्रक्रिया को और संगठित बनाने के लिए, नवीनतम प्रौद्योगिकी का उपयोग किया जा सकता है, जो धुलाई की लागत को कम करेगा।

इन प्रस्तावित उपायों के माध्यम से, धुलाई की लागत को कम करके नमक के उत्पादन को अधिक लाभकारी बनाया जा सकता है। संक्षेप में, नमक उद्योग को सुरक्षित और लाभकारी बनाने के लिए, अधिक गुणवत्ता वाले नमक के निर्माण के लिए उपयुक्त तकनीकों का उपयोग किया जाना चाहिए। इसके अलावा, धोये गए नमक की उपयुक्तता में सुधार करने के लिए प्रौद्योगिकी का उपयोग किया जा सकता है। यह सभी उपाय नमक उत्पादन प्रक्रिया को स्थिरता और लाभकारी बनाने में मदद करेंगे।

संदर्भ

1. बी.जी. व्यास, पी. के. लभसेटवार, ए. यादव, ए. आर. पाइटल, समुद्री जल और भूमिगत ब्राइन से नमक उत्पादन के लिए वाष्पीकरण तकनीकों का संकलन, केमिकल पेपर्स, स्प्रिंगर, 76 (2022), 6659-6674।
2. इंद्रजीत मुखोपाध्याय, पुष्पितो कुमार घोष, पुथूर मोहनदास वडक्के, अब्दुल हामिद उस्मान भाई हामिदानी, वेंकटरामा कृष्णा, सरमा सुसरला, राहुल जसवन्तराय संघवी, उच्च शुद्धता और सफेदी वाले सौर नमक की तैयारी के लिए एक लागत प्रभावी प्रक्रिया पेटेंट संख्याः WO2007036949A1 (5 अप्रैल 2007)।
3. एम. एम. मोहिउद्दीन एट अल, साधारण नमक की धुलाई, नमक अनुसंधान उद्योग (सीएसएमसीआरआई, भावनगर की त्रैमासिक पत्रिका), खंड-1, संख्या 08, अक्टूबर (1964)
4. एम.एच. जाधव, सामान्य नमक पर गुणवत्ता नियंत्रण, नमक अनुसंधान उद्योग (सीएसएमसीआरआई, भावनगर की त्रैमासिक पत्रिका), खंड 4, संख्या 01, जनवरी (1967)।
5. मासुज़ावाटी, सौर और वैक्यूम वाष्पीकृत नमक के क्रिस्टल के अंदर मौजूद अशुद्धियाँ। chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.salt-partners.com/pdf/MasuzawaT.5thSaltSymp.pdf
6. नमक विभाग, जी.ओ.आई. वार्षिक रिपोर्ट 2022-23, वाणिज्य एवं उद्योग मंत्रालय, उद्योग एवं आंतरिक व्यापार संवर्धन विभाग (DPIIT) (2022-23)Achrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://imgs.mongabay.com/wp-content/uploads/sites/30/2024/03/27110514/salt-report-2022&23-pdf
7. वी.एम. सेडिवी, रासायनिक और मानव उपभोग के लिए नमक का शुद्धिकरण, औद्योगिक खनिज, अप्रैल (1996)। https://www.salt-partners.com/
8. एम.पी.भट्ट एट अल, आम नमक क्रिस्टल में अशुद्धता संघ और वितरण, नमक अनुसंधान उद्योग (सीएसएमसीआरआई, भावनगर की त्रैमासिक पत्रिका), खंड-7, संख्या 01, जनवरी (1970)।
9. एम.पी.भट्ट एट अल, सामान्य नमक के ढेरों की बारिश से धुलाई, नमक अनुसंधान उद्योग (सीएसएमसीआरआई, भावनगर की त्रैमासिक पत्रिका), खंड-10, संख्या 02, सितंबर (1974)।
10. एम.पी.भट्ट, अन्य देशों में बड़े पैमाने पर धुलाई के लिए नमक में इस्तेमाल होने वाली प्रक्रिया और उपकरणों का संक्षिप्त विवरण, नमक अनुसंधान उद्योग (सीएसएमसीआरआई, भावनगर की त्रैमासिक पत्रिका), खंड-10, संख्या 02, सितंबर (1974)।

भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका

लेखकों के लिए निर्देश

सीएसआईआर-राष्ट्रीय विज्ञान संचार एवं नीति अनुसंधान संस्थान (वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्) द्वारा प्रकाशित इस तिमाही पत्रिका का ध्येय विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के विभिन्न क्षेत्रों में हो रहे शोध का प्रसारण हिन्दी में करना है। इस पत्रिका के विषय-क्षेत्र में विज्ञान के सभी विषय, जैसे भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, वनस्पति विज्ञान, जीव विज्ञान, जीवरसायन विज्ञान, जीवभौतिकी, भूविज्ञान, समुद्र विज्ञान आदि के साथ अभियांत्रिकी तथा प्रौद्योगिकी की विभिन्न शाखाएं भी समाहित हैं। जैव-प्रौद्योगिकी, पर्यावरण नियंत्रण, ऊर्जा के विकल्प, विज्ञान और समाज, सूचना विज्ञान/सूचना प्रौद्योगिकी आदि नवोदित विषयों पर लेखों के प्रकाशन का भी प्रावधान इस पत्रिका में है।

इस पत्रिका में निम्नलिखित प्रकार के लेख प्रकाशित किये जाते हैं:

- शोध-पत्र (रिसर्च पेपर)
- समीक्षा-पत्र (रिव्यू आर्टिकल)
- राष्ट्रीय एवं अन्तर्राष्ट्रीय संगोष्ठियों पर विवेचनात्मक लेख (कॉन्फ्रेंस रिपोर्ट)
- पुस्तक समीक्षा (बुक रिव्यू)
- राष्ट्रीय एवं अन्तर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में छपे लेखों से उद्धृत वैज्ञानिक समाचार और टिप्पणियों के संग्रहण का एक खण्ड, 'सार संग्रह' भी इसमें सम्मिलित किया जाता है।

इस पत्रिका का स्तर राष्ट्रीय विज्ञान संचार एवं नीति अनुसंधान संस्थान द्वारा प्रकाशित की जा रही अन्य शोध-पत्रिकाओं के स्तर के समकक्ष बनाए रखने के लिए प्रकाशनार्थ प्राप्त लेखों की जांच अन्तर्राष्ट्रीय रैफरी पैनल से चुने विषय-विशेषज्ञों द्वारा कराई जाती है। रैफरी द्वारा इस निरीक्षण को सुगम व सहज बनाने हेतु लेखकों से निवेदन है कि वे लेख का प्रामाणिक अनुवाद अंग्रेजी में भी उपलब्ध करायें।

इस पत्रिका में छपे लेखों के व्यापक प्रचार तथा एब्स्ट्रैक्टिंग और इंडैक्सिंसग सेवाओं की सुविधा हेतु प्रत्येक लेख का शीर्षक, लेखकों के नाम व संस्था तथा लेख का सारांश अंग्रेजी में भी छापा जाता है। अतः यह विवरण एक पृथक पृष्ठ पर टाइप करवा कर संलग्न करें।

पाण्डुलिपि

- पांडुलिपि की दो प्रतियां जिनमें एक मूल प्रति भी हो, भेजें।
- प्रकाशनार्थ भेजे गए लेख कहीं अन्यत्र नहीं छपे होने चाहिए या फिर अन्यत्र छपे लेखों का अनुवादित रूप नहीं होना चाहिए।
- अंकों के लिए अंतर्राष्ट्रीय स्वरूप 1,2,3,4,5..... आदि का ही प्रयोग करें।
- लेखों के साथ संलग्न सारणियों का नम्बरीकरण सारणी 1, सारणी 2.....आदि करें तथा पृथक पृष्ठों पर टाइप करायें। लेख में यथास्थान उनका उदाहरण दें।
- चित्र, ट्रेसिंग या आर्ट पेपर पर काली स्याही से बने होने चाहिए। इनका भी चित्र 1.....आदि द्वारा संख्याबद्ध करें तथा लेख में उचित स्थान पर उद्धृत करें। यथासंभव चित्र का शीर्षक दें।
- यूनिटों के लिए उनके अन्तर्राष्ट्रीय मान्यता प्राप्त रूपों का ही प्रयोग करें, जैसे cm, kg, Hz, °C आदि। कुछ मात्रक तथा उनके प्रतीक अंत में दिये गये हैं। ग्रीक अक्षरों जैसे $\propto$, β, δ आदि का उनके मूल रूप में प्रयोग करें।

संदर्भ

किसी भी वैज्ञानिक लेख में संदर्भों का एक महत्वपूर्ण स्थान होता है, अतः संदर्भ सही व पूरे होने चाहिए। संदर्भों की संख्या 1,2,3,.. .....आदि देते हुए उन्हें लेख में पंक्ति के ऊपर दर्शाएं। जैसे- जैन[3]। संदर्भ में पहले लेखक का सरनेम और फिर नाम या प्रथम अक्षर लिखें, तत्पश्चात् जर्नल का पूरा मौलिक नाम हिन्दी में, वॉल्यूम नं., वर्ष और पृष्ठ संख्या लिखें। जैसे- चन्द्र महेश, *इंडियन जर्नल ऑफ कैमिस्ट्री*, 21A (1993) 48-54.

हिन्दी में वैज्ञानिक और तकनीकी साहित्य-शब्दावली और अन्तर्राष्ट्रीय प्रतीकों का प्रयोग, भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका, 1 (1993) 1-10. पुस्तक के संदर्भ में लेख का नाम, पुस्तक का पूरा नाम, प्रकाशक व शहर, प्रकाशन वर्ष तथा पृष्ठ संख्या दी जानी चाहिए, जैसे- मेहरोत्रा रा. च., सॉल-जेल साइंस एण्ड टेक्नोलॉजी (संपादक : एम. ए. एकरटर) (वर्ल्ड- साइंटिफिक पब्लिशर्स, न्यूयॉर्क) 1989, पृष्ठ 1-16.

पेटेंटों से सम्बन्धित संदर्भों के लिए पेटेंट कराने वाले व्यक्ति या संस्था का नाम, पेटेंट करने वाले देश का नाम तथा पेटेंट नम्बर, पेटेंट स्वीकृत होने की तिथि तथा एब्स्ट्रैक्टिंग सर्विस का पूरा संदर्भ दें, जैसे- जैन, ओम प्रकाश, यू एस पेटेंट 3425, 16 जुलाई 1992; कैमिकल एब्स्ट्रैक्ट्स, 77 (1993) 34256.

शोध पत्र

शोध-पत्र निम्नलिखित उपशीर्षकों के अन्तर्गत तैयार किया जाना चाहिए :

- **शीर्षक :** यह न अधिक लम्बा और न बहुत ही छोटा होना चाहिए। यह ऐसा होना चाहिए कि जिसे पढ़कर ही लेख में प्रस्तुत सामग्री के विषय में अंदाज लग सके।
- **प्रस्तावना :** इसमें विषय के वर्तमान ज्ञान के स्तर के साथ ही शोध कार्य के महत्व का वर्णन किया जाना चाहिए। यह बहुत अधिक लम्बी नहीं होनी चाहिए।
- **सामग्री एवं विधि :** प्रयोग की गई विधि व सामग्री के स्रोत आदि का पूर्ण विवरण इस प्रकार दिया जाना चाहिए कि यदि कोई अन्य अनुसंधानकर्ता चाहे तो वह शोध-कार्य को दोहरा सके। यदि प्रयुक्त की गई विधि नई हो तो उसका विवरण विस्तार से करें अन्यथा केवल संदर्भ देना ही पर्याप्त है।
- **परिणाम :** केवल वही आंकड़े प्रस्तुत करें जो शोध कार्य से सीधे संबंध रखते हों, अध्ययन द्वारा प्राप्त किये गए हों तथा जो व्याख्या के लिए अनिवार्य हों। प्रामाणिक सारणियों, चित्रों, आंकड़ों आदि का प्रयोग भी किया जा सकता है। साथ ही सारणियों, चित्रों, आंकड़ों आदि का संदर्भ या स्रोत भी दें।
- **व्याख्या :** लम्बी व्याख्या न देकर शोध के परिणामों पर आधारित चर्चा ही प्रस्तुत करें। परिणाम के अन्तर्गत प्रस्तुत आंकड़ों आदि को पुनः न दोहरा कर व्याख्या को शोध-अध्ययन में प्राप्त नवीन परिणामों पर ही आधारित रखें।
- **आभार :** आभार संक्षिप्त और केवल उन्हीं के प्रति होना चाहिए जिन्होंने शोध-कार्य में किसी रूप में सहायता की हो।
- **संदर्भ :** इसकी व्याख्या पहले ही कर दी गई है।

समीक्षा-पत्र

समीक्षा-पत्र जैसा कि नाम से ही विदित होता है किसी विषय वस्तु में हुए विकास को तो दर्शाते ही हैं साथ ही उस विकास का विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में होने वाले प्रभाव की भी विवेचना करते हैं। समीक्षा-पत्र में लेखक के अध्ययन की गरिमा, अधिकार एवं दर्शन क्षमता का बोध होना चाहिए। अतः इन लेखों के लिए गत 8-10 वर्षों में सामयिक विषयों के विकास की विवेचनात्मक व्याख्या प्रस्तुत करें। लेख को सुग्राह्य बनाने के लिए सारणियों, चित्रों आदि का अधिकायिक प्रयोग करें।

संदर्भ समीक्षा-पत्र के प्राण होते हैं। उनका पूर्ण विवरण दें। बहुत प्राचीन संदर्भों, जो प्रायः पुस्तकों में सम्मिलित कर लिए गए हों, के उदाहरण न दें। संदर्भों की संख्या 100-125 से अधिक न रखें। संदर्भ लिखने के विषय में व्याख्या पहले ही कर दी गई है।

रीप्रिंट्स

रीप्रिंट्स के लिए कृपया संस्थान की वेबसाइट www.niscpr.res.in के अंतर्गत nopr का अवलोकन करें।

लेखकों की सूची

1.	दास ब्रजेश्वरी	07
2.	रांगी अभिलाषा	07
3.	हिप्परगी एस. ए.	07
4.	श्रीनिवास	07
5.	पेरियासामी एस.	07
6.	गुप्ता मीनल	13
7.	सोनी चित्रलेखा (कडेल)	13
8.	जैन सिद्धि	21
9.	तंवर कुमुद	21
10.	सिंह स्वाति	21
11.	काकोडिया अशोक के.	21
12.	मृत्युंजय डॉ.	26
13.	मजूमदार गुहा	26
14.	व्यास बिपिन जी.	43
15.	कुमार अरविंद	43
16.	उपाध्याय सुमेश चन्द्र	43
17.	संघवी राहुल जे.	43
18.	साहू पारुल	43
19.	शुक्ला जिग्नेश जे.	43
20.	मकवाना महेश	43
21.	पाण्डेय कान्ति भूषण	43