

## उच्च गुणवत्ता का सौर नमक उत्पादन: प्रक्रिया, कारक एवं अनुकूलन

सुमेश चंद्र उपाध्याय\*, बिपिन जी. व्यास, अरविंद कुमार, जिग्नेश जे. शुक्ला एवं कान्ति भूषण पाण्डेय  
सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान  
भावनगर, गुजरात-364002  
ई-मेल: scupadhyay@csmcri.res.in

**सारांश:** सौर नमक उत्पादन एक प्राचीन प्रक्रिया है। जिसमें समुद्री जल या ब्राइन को प्राकृतिक वाष्पीकरण से क्रिस्टलीय सोडियम क्लोराइड में परिवर्तित किया जाता है। सामान्य नमक में सल्फेट, कार्बोनेट, सिलिका/अधुलनशील पदार्थ इत्यादि जैसी अवांछनीय अशुद्धियाँ होती हैं। जो इसे औद्योगिक अनुप्रयोगों हेतु अनुपयुक्त बनाती हैं। उच्च शुद्ध नमक, अनुसंधान कार्यों, नई प्रौद्योगिकियों को विकसित करने और उन्नत उत्पादों का उत्पादन करने के लिए आवश्यक है। इस लेख में सौर नमक उत्पादन की प्रक्रिया, इसकी गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले कारकों तथा उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित करने के लिए डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों के उपयोग पर चर्चा की गई है। जो उत्पादन की प्रक्रिया में सुधार, उत्पादन में वृद्धि, उन्नत ब्राइन प्रबंधन, कम लागत एवं अपेक्षाकृत कम श्रम में उच्च गुणवत्ता वाले उत्पाद देने में मदद कर सकती है।

**मुख्य शब्द:** ब्राइन, सौर नमक, उत्पादन प्रक्रिया, गुणवत्ता, डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण

## High Quality Solar Salt Production: Process, Factors and Optimization

Sumesh Chandra Upadhyay\*, Bipin G. Vyas, Arvind Kumar, Jignesh J. Shukla and  
Kanti Bhushan Pandey  
CSIR-Central Salt and Marine Chemicals Research Institute  
Bhavnagar, Gujarat-364002  
E-mail: scupadhyay@csmcri.res.in

### Abstract

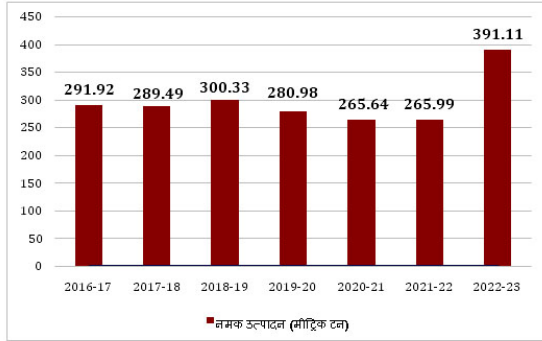
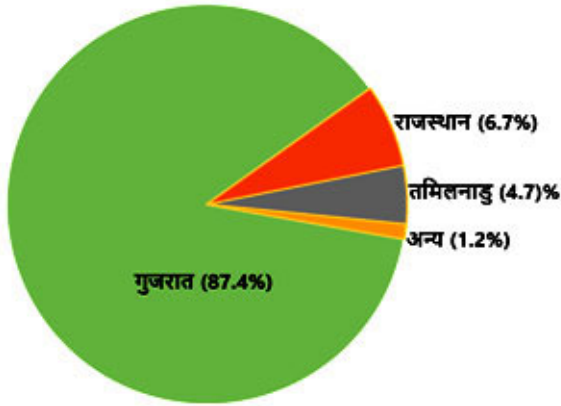
Solar salt production is an ancient process in which seawater or brine is converted into crystalline sodium chloride by natural evaporation. Common salt contains undesirable impurities like sulphate, carbonates, silica / insoluble, etc. which make it unsuitable for industrial applications. High pure salt is essential for research work, developing new technologies, and producing advanced products. This paper discusses the process of solar salt production, the factors affecting its quality, and the use of digital and analytical tools to optimize the production process which can lead to production process improvement, increased production, improved brine management, which can help in providing high-quality products at low cost and relatively less labour.

**Keywords:** Brine, Solar Salt, Production Process, Quality, Digital and Analytical Tools.

### 1. परिचय

19वीं सदी के अंत तक, नमक को मुख्य रूप से मानव उपभोग के लिए एक वस्तु के रूप में पहचाना जाता था। हालांकि, औद्योगिक क्रांति के आगमन के साथ, इसके उपयोग अन्य क्षेत्रों में काफी बढ़ गए। नमक, उद्योगों में प्रयुक्त होने वाला एक महत्वपूर्ण कच्चा माल

बन गया और अब इसका उपयोग कागज, वस्त्र, साबुन, दवाओं और अन्य के निर्माण में किया जाता है। इसके अतिरिक्त इसे चमड़ा उद्योग, जल को मृदुल बनाने, रेफ्रिजरेशन, खाद्य प्रसंस्करण, मछली संरक्षण, सिरमिक और अन्य क्षेत्रों में भी व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। वाणिज्यिक अनुप्रयोगों के लिए नमक की मांग लगातार बढ़ रही है।

चित्र 1. भारत में नमक उत्पादन<sup>1</sup>चित्र 2. वर्ष 2022-23 में भारत के प्रमुख नमक उत्पादक राज्य<sup>1</sup>

प्राकृतिक संसाधनों से समृद्ध और विकसित उद्योग वाले देश, जैसे चीन (53 मिलियन मीट्रिक टन), अमेरिका (42 मिलियन मीट्रिक टन) प्रतिवर्ष नमक उत्पादन में अग्रणी हैं। इस क्षेत्र में भारत (39 मिलियन मीट्रिक टन) का नंबर तीसरा है। चीन और अमेरिका के बाद भारत सबसे बड़ा नमक उत्पादक देश है। पिछले सात वर्षों में भारत का नमक उत्पादन में दिखाया गया है। वर्ष 2022-23 में, भारत का नमक उत्पादन 391.11 लाख टन था<sup>1</sup>। गुजरात, तमिलनाडु और राजस्थान, देश के नमक उत्पादन का 98.54% उत्पादित करते हैं (चित्र 1)।

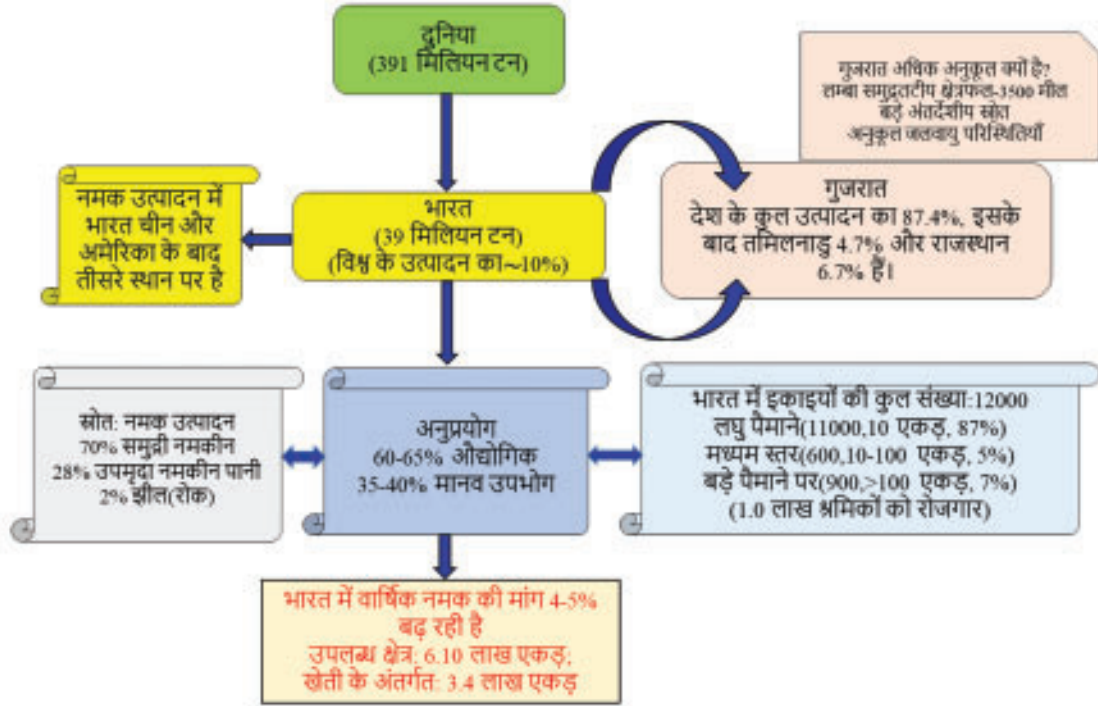
वर्तमान में भारत में नमक उत्पादन का प्रमुख हिस्सा गुजरात से आता है, जो > 87.4% नमक का उत्पादन करता है। इसके बाद राजस्थान 6.7% और तमिलनाडु 4.7% के साथ प्रमुख राज्य हैं। गुजरात का नमक उत्पादन इसकी विस्तृत समुद्र तट रेखा और अनुकूल जलवायु परिस्थितियों के कारण उच्चतम स्तर पर है, जो इसे नमक उद्योग का केंद्र बनाता है। अन्य राज्यों का कुल योगदान केवल 12%

है, जो देश के कुल नमक उत्पादन का एक छोटा हिस्सा है। (चित्र 2)।

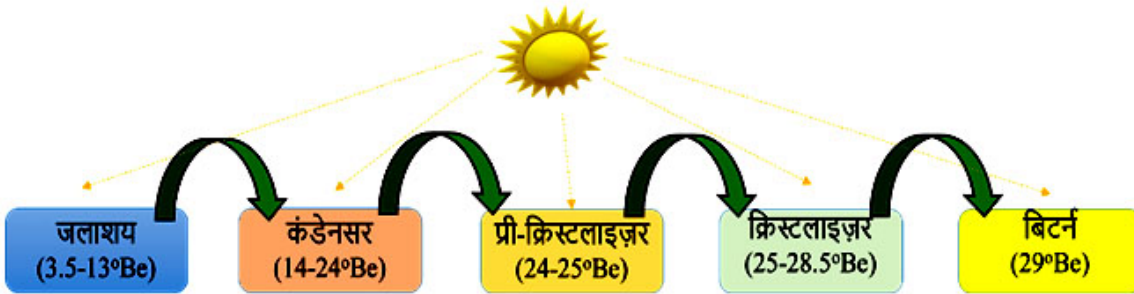
विश्व में कुल नमक उत्पादन 391 मिलियन मीट्रिक टन है, जिसमें भारत चीन और अमेरिका के बाद तीसरा सबसे बड़ा नमक उत्पादक देश है। भारत विश्व के कुल नमक उत्पादन का 10% योगदान देता है, जो कि लगभग 39 मिलियन मीट्रिक टन है (वर्ष 2022-23)। नमक का उपयोग मुख्य रूप से दो श्रेणियों में होता है: खाद्य ग्रेड और औद्योगिक ग्रेड। 60-65% नमक का उपयोग उद्योगों में किया जाता है, जबकि 35-40% का उपयोग खाने के लिए होता है। भारत में नमक की मांग हर साल 4-5% की दर से बढ़ रही है। नमक उत्पादन के लिए 6.10 लाख एकड़ भूमि निर्धारित है, जबकि कृषि के लिए 3.4 लाख एकड़ भूमि उपलब्ध है। नमक के स्रोत समुद्री जल (ब्राइन), भूमिगत ब्राइन, और झील के ब्राइन हैं, जिसमें 70% नमक समुद्री जल से, 28% भूमिगत ब्राइन से, और 2% झील के ब्राइन से प्राप्त होता है। भारत में कुल 12,000 नमक उत्पादन इकाइयाँ हैं, जिन्हें उनके आकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है: छोटे (10 एकड़ से कम), मध्यम (10-100 एकड़), और बड़े (100 एकड़ से अधिक)। इन नमक इकाइयों में लगभग 1 लाख लोग आजीविका कमा रहे हैं (चित्र 3)।

## 2. नमक निर्माण प्रक्रिया

सौर नमक का उत्पादन सौर नमक पैन में अंशात्मक क्रिस्टलीकरण के माध्यम से किया जाता है, जहां सबसे कम घुलनशील नमक पहले अवक्षेपित होता है, उसके बाद अन्य नमक उनकी घुलनशीलता और ब्राइन घनत्व के आधार पर अवक्षेपित होते हैं। निर्माण प्रक्रिया में चार प्रमुख चरण शामिल होते हैं<sup>2</sup>। जलाशय, कंडेन्सर, पूर्व-क्रिस्टलाइज़र, और क्रिस्टलाइज़र। प्रारंभ में, 3.5 °Be' (विशिष्ट गुरुत्व 1.025) के घनत्व वाली समुद्री ब्राइन को जलाशय में 13°Be' घनत्व तक एकत्र किया जाता है। कैल्शियम कार्बोनेट एवं सबसे कम घुलनशील नमक, प्रारंभ में अवक्षेपित होता है। शेष ब्राइन को फिर कंडेन्सर में ले जाया जाता है, जहां इसका घनत्व 14-24 °Be' की सीमा में रहता है, जिससे कैल्शियम सल्फेट (जिप्सम) अवक्षेपित होता है। जिप्सम का उपयोग प्लास्टर ऑफ पेरिस और सीमेंट उद्योग में किया जाता है। इसके बाद, ब्राइन 24-25 °Be' घनत्व में पूर्व-क्रिस्टलीकरण प्रक्रिया से गुजरती है और फिर क्रिस्टलाइज़र में स्थानांतरित की जाती है, जहां 25-28.5 °Be' घनत्व के बीच सामान्य नमक क्रिस्टलीकृत होता है। नमक के क्रिस्टलीकरण के बाद बचा हुआ तरल बिटर्न कहलाता है और इसमें पोटैश, मैग्नीशियम क्लोराइड आदि जैसे मूल्यवान खनिज प्रचुर मात्रा में होते हैं (चित्र-4)।



चित्र 3. वैश्विक और भारतीय नमक परिदृश्य<sup>1</sup>



चित्र 4. नमक निर्माण प्रक्रिया<sup>2</sup>

### 3. सौर नमक उत्पादन पर प्रभाव डालने वाले कारक

सौर नमक का उत्पादन, विभिन्न प्राकृतिक कारकों जैसे ब्राइन संरचना और लवणता, तापमान, हवा की गति एवं दिशा, मिट्टी के प्रकार और वर्षा से प्रभावित होता है<sup>4</sup>। नमक कार्यों के उचित डिजाइन के लिए इन कारकों का ध्यान रखना महत्वपूर्ण है। सौर नमक उत्पादन में उपयोग की जाने वाली ब्राइन की संरचना और लवणता उत्पादित नमक की मात्रा और गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण कारक हैं। विभिन्न स्रोतों से ब्राइन की संरचना और लवणता की निगरानी और समायोजन आवश्यक होता है ताकि वाष्पीकरण प्रक्रिया की दक्षता और नमक की शुद्धता सुनिश्चित हो सके। कुछ महत्वपूर्ण कारकों का वर्णन यहाँ किया गया है (चित्र 5)।

#### 3.1. पर्यावरणीय कारक

तापमान, हवा की गति एवं दिशा और वर्षा जैसे पर्यावरणीय कारक सौर नमक उत्पादन को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं<sup>2,4</sup>। ये कारक वाष्पीकरण की दर और तालाबों में नमक के क्रिस्टलों के निर्माण को प्रभावित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, उच्च तापमान और कम आर्द्रता वाष्पीकरण की दर को बढ़ा सकते हैं, जिससे अधिक नमक उत्पादन हो सकता है। हालांकि, अत्यधिक तापमान, छोटे और अवांछनीय नमक क्रिस्टलों के निर्माण का कारण बन सकता है। हवा की दिशा और गति भी वाष्पीकरण दर और तालाबों में नमक के क्रिस्टलों के वितरण को प्रभावित करती हैं। सौर

चित्र 5. सौर नमक उत्पादन पर प्रभाव डालने वाले कारक<sup>1</sup>चित्र 6. सौर नमक उत्पादन पर प्रभाव डालने वाले पर्यावरणीय कारक<sup>2,4</sup>

नमक उत्पादन को अनुकूलित करने के लिए, इन पर्यावरणीय कारकों की सावधानीपूर्वक निगरानी और नियंत्रण आवश्यक हैं। इसमें वाष्पीकरण तालाबों में पानी के स्तर को समायोजित करना, हवा के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए पवन अवरोधकों या अन्य संरचनाओं का उपयोग करना, या नमक क्रिस्टलीकरण के लिए अनुकूल स्थिति बनाए रखने के लिए कृत्रिम ताप या शीतलन प्रणालियों का उपयोग शामिल हो सकता है (चित्र 6)।

#### सौर विकिरण

- तरल से गैस में परिवर्तन हेतु 590 कैलोरी/ग्राम पानी आवश्यक।

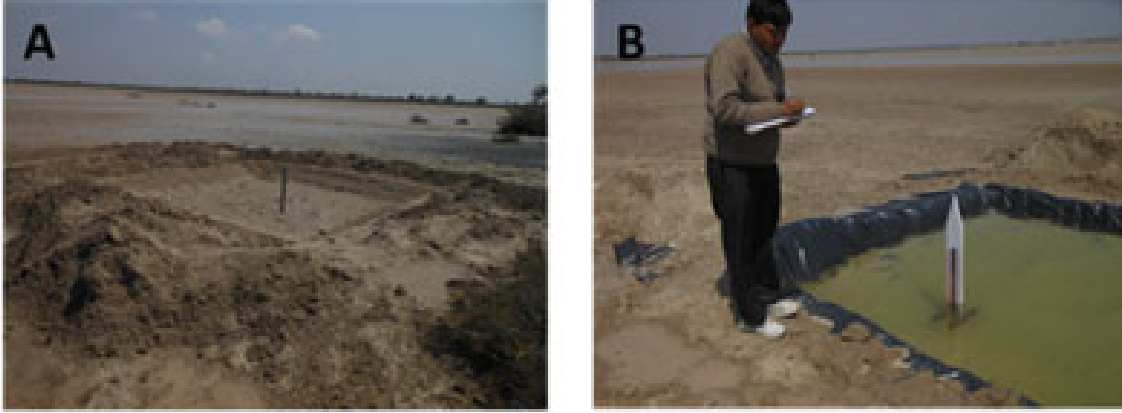
- सौर विकिरण वाष्पीकरण दर को नियंत्रित करता है।

#### परिवेश का तापमान

- हवा और पानी का तापमान सौर विकिरण पर निर्भर।
- उच्च तापमान पर वाष्पीकरण दर बढ़ती है।
- आदर्श तापमान: 20°C से 45°C।
- 10°C से नीचे वाष्पीकरण दर घटती है।

#### सापेक्षिक आर्द्रता

- सापेक्षिक आर्द्रता वाष्पीकरण दर को प्रभावित करती है।



चित्र 7. परिस्रवण अध्ययन, विभिन्न परतों में मिट्टी का नमूनाकरण

- कम सापेक्षिक आर्द्रता वाले क्षेत्र नमक उत्पादन के लिए उपयुक्त होती हैं।
- 80% से अधिक सापेक्ष आर्द्रता पर वाष्पीकरण रुकता है।

#### पवन वेग

- वायु वाष्पीकरण दर को बढ़ाती हैं।
- आदर्श वायु गति: 3 किमी/घंटा से 15 किमी/घंटा।

#### हवा की दिशा

- भूमि से बहने वाली वायु वाष्पीकरण में सहायक।
- समुद्र से बहने वाली वायु वाष्पीकरण को कम करती हैं।
- भारत में NE और NW दिशा से बहने वाली वायु वाष्पीकरण बढ़ाती हैं।
- वायु की दिशा वाष्पीकरण तालाबों और क्रिस्टलाइजर के स्थान पर प्रभाव डालती हैं।

#### वर्षा

- वाष्पीकरण दर वर्षा पर निर्भर करता है।
- वार्षिक वर्षा कम और सीमित महीनों में होनी चाहिए।
- कुल वर्षा 600 मिमी से अधिक न हो।
- 24 घंटों में 15-20 मिमी बौछारें नमक उत्पादन में बाधा नहीं बनती।

### 3.2. मिट्टी का प्रकार

सौर नमक उत्पादन के लिए उपयोग में लाई जाने वाली मिट्टी का प्रकार उत्पादित नमक की मात्रा और गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है<sup>3,4</sup>। आदर्श रूप से, मिट्टी को पानी के प्रति अविनाशी और

क्षरण प्रतिरोधी होना चाहिए ताकि रिसाव और वाष्पीकरण तालाबों की अखंडता बनी रहे। विभिन्न प्रकार की मिट्टियों के अलग-अलग गुण होते हैं जो उनकी सौर नमक उत्पादन के लिए उपयुक्तता को प्रभावित कर सकते हैं। हालांकि, यह दरारों और क्षरण के प्रति प्रवण हो सकती है, जिससे लीकेज और वाष्पीकरण तालाबों में जल स्तर की समस्याएँ हो सकती हैं। सौर नमक उत्पादन को अनुकूलित करने के लिए, मिट्टी का चयन और तालाबों की तैयारी सावधानीपूर्वक करनी चाहिए। इसमें मिट्टी को संपीड़ित करना, स्थिरकरण एजेंट जोड़ना, या लीकेज को रोकने के लिए विशेष लाइनर या मेम्ब्रेन का उपयोग शामिल हो सकता है (चित्र 7A,B)।

### 3.3. ब्राइन संघटन और लवणता

सौर नमक उत्पादन के लिए उपयोग की जाने वाली ब्राइन की संघटन और लवणता उत्पादित नमक की मात्रा और गुणवत्ता को प्रभावित करती हैं। ब्राइन की उचित संघटन और लवणता का ध्यान रखना, ब्राइन की गुणवत्ता और नमक क्रिस्टलों की गुणवत्ता को सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण है। सौर नमक उत्पादन को अनुकूलित करने के लिए, ब्राइन स्रोत का सावधानीपूर्वक चयन और उत्पादन प्रक्रिया के दौरान इसकी संघटन और लवणता की निगरानी आवश्यक है। इसमें ब्राइन को अशुद्धियों से मुक्त करने या उपयुक्त लवणता के अनुसार समायोजित करने के लिए पूर्व-उपचार शामिल हो सकता है।

### 4. सौर नमक विनिर्माण प्रक्रिया का अनुकूलन: डिजिटल और विश्लेषणात्मक पहल

बड़े पैमाने के सौर नमक कार्यों में, प्रभावी ब्राइन प्रबंधन के लिए डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का एकीकरण आम है। यह प्रौद्योगिकी दृष्टिकोण न केवल उत्पादन बढ़ाता है, बल्कि उच्च गुणवत्ता वाले सौर नमक के सुसंगत उत्पादन को भी सुनिश्चित करता है।

डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग करके, नमक निर्माता ब्राइन की संरचना, लवणता, और पर्यावरणीय स्थितियों जैसे विभिन्न पैरामीटरों की निगरानी और नियंत्रण कर सकते हैं ताकि सौर नमक उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित किया जा सके।

#### 4.1. ब्राइन निगरानी और नियंत्रण

सौर नमक उत्पादन में डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का एक प्रमुख अनुप्रयोग ब्राइन की निगरानी और नियंत्रण है। इसमें ब्राइन के विभिन्न पैरामीटर, जैसे लवणता, पीएच, तापमान, और संरचना को लगातार मापने और रिकॉर्ड करने के लिए सेंसर और उपकरणों का उपयोग करना शामिल है। रियल-टाइम में इन पैरामीटरों की निगरानी करके, नमक निर्माता ब्राइन में होने वाले बदलावों को तेजी से पहचान और प्रतिक्रिया दे सकते हैं। उदाहरण के लिए, यदि ब्राइन की लवणता एक निश्चित सीमा से नीचे गिर जाती है, तो निर्माता नमक क्रिस्टलीकरण के लिए अनुकूल स्थिति बनाए रखने के लिए वाष्पीकरण तालाबों में पानी के स्तर को समायोजित कर सकते हैं या अतिरिक्त ब्राइन जोड़ सकते हैं। डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग नमक कार्यों में ब्राइन के प्रवाह और वितरण को नियंत्रित करने के लिए भी किया जा सकता है। इसमें वाष्पीकरण तालाबों में ब्राइन के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए स्वचालित वाल्व और पंप का उपयोग करना, या ब्राइन को तालाबों में समान रूप से वितरित करने के लिए जीपीएस-गाइडेड वाहनों का उपयोग करना शामिल हो सकता है।

#### 4.2. पर्यावरणीय निगरानी और नियंत्रण

ब्राइन की निगरानी और नियंत्रण के अलावा, डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग सौर नमक उत्पादन को प्रभावित करने वाले पर्यावरणीय कारकों की निगरानी और नियंत्रण के लिए भी किया जा सकता है। इसमें तापमान, आर्द्रता, हवा की गति और दिशा और वर्षा को मापने के लिए मौसम स्टेशनों का उपयोग करना और इन आंकड़ों का उपयोग उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित करने के लिए करना शामिल हो सकता है। उदाहरण के लिए, यदि मौसम पूर्वानुमान उच्च हवा की एक अवधि का संकेत देता है, तो नमक निर्माता वाष्पीकरण तालाबों में पानी के स्तर को समायोजित कर सकते हैं ताकि ब्राइन या नमक के क्रिस्टलों के नुकसान को रोका जा सके। इसी प्रकार, यदि भारी वर्षा की उम्मीद है, तो निर्माता नमक कार्यों को बाढ़ या क्षरण से बचाने के लिए कदम उठा सकते हैं। डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग नमक कार्यों के भीतर वातावरण को नियंत्रित करने के लिए भी किया जा सकता है, जैसे कृत्रिम ताप या शीतलन प्रणालियों का उपयोग करके नमक क्रिस्टलीकरण के लिए अनुकूल तापमान बनाए रखना। इससे साल भर में उच्च गुणवत्ता वाले

नमक के सुसंगत उत्पादन को सुनिश्चित करने में मदद मिल सकती है, भले ही मौसमी परिवर्तनों के कारण मौसम की स्थिति में बदलाव हो।

#### 4.3. डेटा विश्लेषण और अनुकूलन

अंततः, डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग करके सौर नमक उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित किया जा सकता है। इसमें सांख्यिकीय विश्लेषण और मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म का उपयोग करके डेटा में पैटर्न और सहसंबंधों की पहचान की जाती है, जिससे भविष्य के मॉडल और उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, इतिहासपरक डेटा के आधार पर ब्राइन संघटन, लवणता और पर्यावरणीय स्थितियों का विश्लेषण करके, नमक निर्माता क्रिस्टलीकरण के लिए अनुकूल स्थिति की पहचान कर सकते हैं और तदनुसार उत्पादन प्रक्रिया को समायोजित कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त, वे भविष्य के उत्पादन स्तरों का पूर्वानुमान लगाने और मांग या आपूर्ति में होने वाले परिवर्तनों की योजना बनाने के लिए इन आंकड़ों का उपयोग कर सकते हैं।

डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग नमक की गुणवत्ता और सुसंगतिकी निगरानी के लिए भी किया जा सकता है, जिसमें स्पेक्ट्रोस्कोपी, क्रोमेटोग्राफी और मास स्पेक्ट्रोमेट्री जैसी तकनीकों का उपयोग करके नमक की रासायनिक संरचना और भौतिक गुणों का विश्लेषण शामिल है। इससे यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि नमक विभिन्न औद्योगिक और उपभोक्ता अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक विनिर्देशों को पूरा करता है।

#### 5. डिजिटल और विश्लेषणात्मक पहल का महत्व

डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग करके सौर नमक उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित करने से कई लाभ मिलते हैं।

- **उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग करके, नमक निर्माता ब्राइन की संघटन, लवणता और पर्यावरणीय कारकों की निगरानी कर सकते हैं, जिससे उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन सुनिश्चित होता है।
- **उत्पादन में वृद्धि:** प्रभावी ब्राइन प्रबंधन के माध्यम से, डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण, नमक उत्पादन को बढ़ाने में मदद करते हैं, जिससे नमक निर्माताओं को अधिक लाभ प्राप्त होता है।
- **लागत में कमी:** उच्च गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन और इसमें वृद्धि से, नमक निर्माता अपनी लागत को कम कर सकते हैं, जिससे उनकी प्रतिस्पर्धात्मकता और लाभप्रदता बढ़ती है।

- **सुरक्षा में सुधार:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण नमक कार्यों में सुरक्षा को बेहतर बनाने में मदद करते हैं, उदाहरण के लिए, स्वचालित वाल्व और पंप का उपयोग करके, कर्मचारियों को खतरनाक क्षेत्रों से दूर रखा जा सकता है।
- **पर्यावरण के अनुकूल:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण पर्यावरण के अनुकूल प्रौद्योगिकियों को अपनाने में मदद करते हैं, जैसे अपशिष्ट प्रबंधन में सुधार से पर्यावरण को नुकसान कम होता है।

## 6. भविष्य की संभावनाएं

सौर नमक उत्पादन में डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों के उपयोग की भविष्य की संभावनाएं अत्यंत उज्ज्वल हैं। कुछ प्रमुख संभावनाएं निम्नलिखित हैं।

- **उन्नत ब्राइन प्रबंधन:** भविष्य में, डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण ब्राइन प्रबंधन को और उन्नत बना सकते हैं। उदाहरण के लिए, मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म का उपयोग करके, नमक निर्माता ब्राइन की संरचना और लवणता के पैटर्न की भविष्यवाणी कर सकते हैं और उत्पादन प्रक्रिया को तदनुसार समायोजित कर सकते हैं।
- **स्वचालित नमक कार्य:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण भविष्य में नमक कार्यों को स्वचालित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, स्वचालित वाल्व और पंप का उपयोग करके, ब्राइन के प्रवाह और वितरण को नियंत्रित किया जा सकता है, जिससे उत्पादन प्रक्रिया में कार्यकुशलता और दक्षता में सुधार होगा।
- **उन्नत गुणवत्ता नियंत्रण:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण भविष्य में नमक की गुणवत्ता नियंत्रण को और उन्नत बना सकते हैं। उन्नत विश्लेषणात्मक तकनीकों का उपयोग करके, नमक निर्माता उत्पादित नमक की गुणवत्ता की लगातार निगरानी कर सकते हैं और किसी भी गुणवत्ता संबंधी मुद्दों को तुरंत समाधित कर सकते हैं।
- **नये मूल्य-वर्धित उत्पाद:** डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरण भविष्य में नमक से नये मूल्य-वर्धित उत्पादों के

विकास में सहायक हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, उन्नत विश्लेषणात्मक तकनीकों का उपयोग करके, नमक निर्माता नमक के अपशिष्ट से नए रासायनिक और औद्योगिक उत्पाद प्राप्त कर सकते हैं।

## 7. निष्कर्ष

उच्च शुद्ध नमक अनुसंधान कार्यों, नई प्रौद्योगिकियों को विकसित करने और उन्नत उत्पादों का उत्पादन करने के लिए विशेष रूप से उद्योगों के लिए आवश्यक हैं जो उत्कृष्ट प्रदर्शन और गुणवत्ता की मांग करते हैं। प्रस्तुत लेख में सौर नमक उत्पादन में उसकी गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले कारकों और उत्पादन प्रक्रिया को अनुकूलित करने के लिए डिजिटल और विश्लेषणात्मक उपकरणों के उपयोग पर चर्चा, न केवल इस क्षेत्र से जुड़े शोधार्थियों को उच्च-गुणवत्ता वाले नमक हेतु नवाचारों में मदद करेगा बल्कि नमक निर्माताओं, नमक कृषिकार्य के कृषकों तथा इस क्षेत्र में रूचि रखने वालों के लिए महत्वपूर्ण हैं।

**आभारोक्ति:** लेखक, निदेशक-सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, भावनगर को संस्थान के वैज्ञानिक नवाचारों को राजभाषा हिन्दी में लिखने हेतु प्रोत्साहित करने के लिए आभार प्रगट करते हैं।

## संदर्भ

1. सॉल्ट डिपार्टमेंट, भारत सरकार, वार्षिक रिपोर्ट 2022-23। वाणिज्य एवं उद्योग मंत्रालय, उद्योग और आंतरिक व्यापार संवर्धन विभाग (DPIIT)।
2. 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।
3. बी.एस. जोशी और आर.बी. भट्ट, सौर नमक कार्यों का डिज़ाइन और लेआउट, छठा अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी नमक पर, 1983-वॉल्यूम II।
4. डी.जे. मेहता, सौर नमक कार्यों का डिज़ाइन और लेआउट, सॉल्ट टेक्नोलॉजी पर मद्रास में आयोजित प्रशिक्षण पाठ्यक्रम और संगोष्ठी में दिया गया व्याख्यान, 4 - 22 अगस्त 1981।

## 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 पैनेल 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 एबस्ट्रैक्टिंग और इंडेक्सिंग 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

- पाण्डुलिपि 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  $\infty$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  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<sup>१</sup>। 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 एबस्ट्रैक्टिंग सर्विस का पूरा संदर्भ दें, जैसे- जैन, ओम प्रकाश, यू एस पेटेंट 3425, 16 जुलाई 1992; कैमिकल एबस्ट्रैक्ट्स, 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 अधिकाधिक 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](http://www.niscpr.res.in) के अंतर्गत nopr का अवलोकन करें।

**लेखकों की सूची**

1. कुमार इंद्रेश	07	7. उपाध्याय चंद्र सुमेश	37
2. ढींगरा भावना	07	8. व्यास बिपिन जी.	37
3. प्रकाश भानु	13	9. कुमार अरविंद	37
4. थियोडोर रीता	23	10. शुक्ला जिग्नेश जे.	37
5. प्रसन्ना एन के	23	11. पाण्डेय भूषण कान्ति	37
6. यादव कुमार शरद	32		