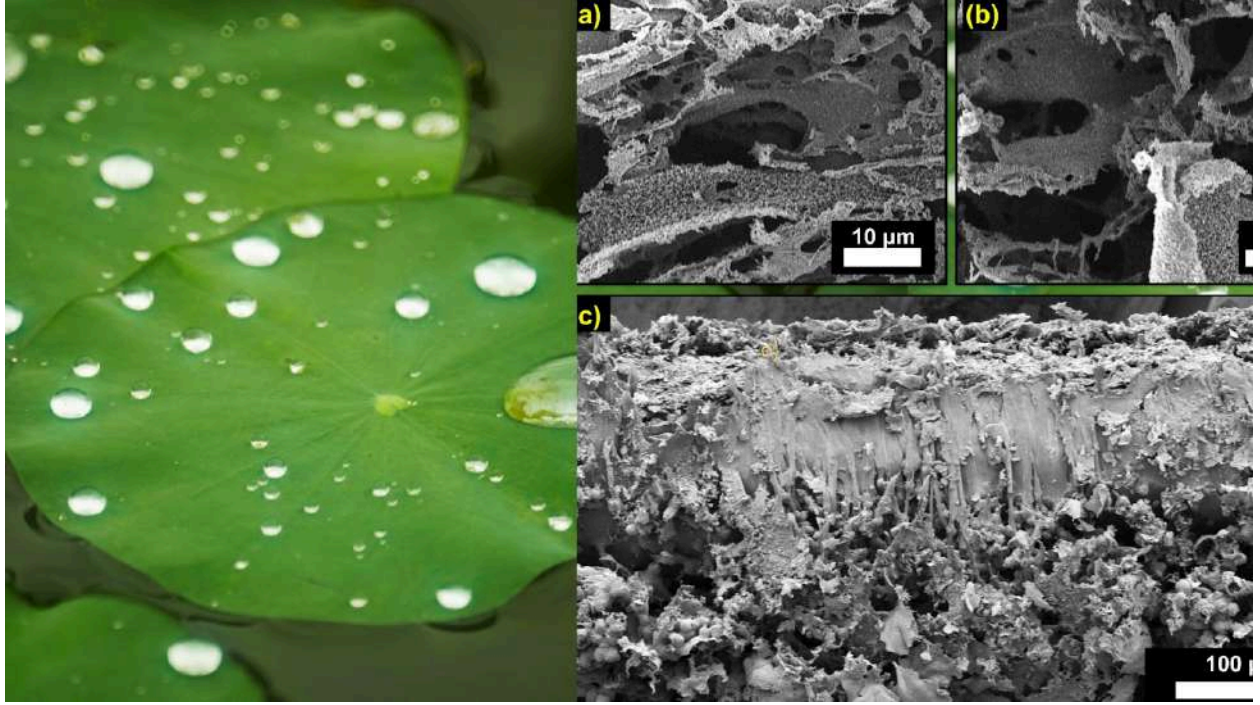


## खान्या पाण्याच्या शुद्धीकरणासाठी कमळाच्या पानासारखा सौर बाष्पक

आयआयटी मुंबईच्या शास्त्रज्ञांनी विकसित केलेला ग्राफिन आधारित जलविरोधी पदार्थ गोड्या पाण्याच्या संकटावर तोडगा ठरू शकतो.



कमळाचे पान. आतील चित्र: पदार्थावरची सच्छिद्र रचना दर्शविणारी SEM प्रतिमा: a) सुधारित PES LIG चा पृष्ठभाग b) PVDF silica LIG घटक . (c) संपूर्ण बाष्पकाचे काटछेदी दृश्य. स्रोत: [अध्ययन](#)

गोड्या पाण्याची टंचाई ही जगात अनेक ठिकाणी भेडसावणारी महत्त्वाची समस्या आहे आणि येल्या काही वर्षात ती आणखी तीव्र होण्याची शक्यता आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर मुबलक पाणी असून [त्यातील फक्त ३% च गोडे पाणी आहे आणि त्यातले सुद्धा ०.०५% पेक्षा कमी सहजपणे उपलब्ध आहे](#). या समस्येचे निराकरण करण्यासाठी समुद्राच्या पाण्यातील किंवा मचूळ पाण्यातील क्षार काढून टाकणे (desalination/विक्षारण) हा एक उपाय असू शकतो. संशोधक कार्यक्षम आणि जलदपणे विक्षारण (डिसेलिनेशन) करू शकणारी तंत्रे विकसित करायच्या प्रयत्नात आहेत. पण विक्षारणाच्या प्रक्रियेमध्ये निर्माण होणारे ब्राइन (क्षारांचे संहत द्रावण) ही भूवेष्टित (लँडलॉकड) जागांसाठी मोठी समस्या आहे. म्हणून औद्योगिक क्षेत्र द्रव पदार्थ निर्माण न होणाऱ्या प्रक्रियेच्या शोधात आहे.

अशाच एका प्रयत्नात, भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (आयआयटी), मुंबई येथील संशोधक प्रा. स्वतंत्र प्रताप सिंग आणि ऐश्वर्या सी. एल. यांनी पाण्याचे विक्षारण अधिक सुकर करणारा नवीन पदार्थ [विकसित](#) केला. संशोधकांनी 'ड्युअल-साइडेड सुपरहायड्रोफोबिक लेझर-इन्ड्यूस्ड ग्राफिन' (दोन बाजूंचा अतिजलविरोधी लेझर-प्रेरित ग्राफिन; DSLIG) बाष्पक (evaporator), असे नाव दिलेला हा पदार्थ आधीच्या बाष्पकांमधील अनेक त्रुटींचे निराकरण करतो. शिवाय या पदार्थाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर करणे शक्य आहे.

कार्बन उत्सर्जन कमी असल्यामुळे सौर ऊर्जेवर आधारित विक्षारण पद्धती इष्ट समजल्या जातात. पण सूर्यप्रकाशाची उपलब्धता व त्याची कमी-अधिक तीव्रता आणि प्रकाश शोषण्याचा दर कमी असणे यासारख्या घटकांचा सौर ऊर्जेवर आधारित पद्धतींच्या कार्यक्षमतेवर आणि सातत्यपूर्ण कार्यावर लक्षणीय परिणाम होतो. अलीकडील काही वर्षांत, [इन्टरफेशियल इव्हॅपोरेशन सिस्टिम्स ही आश्वासक पद्धती उदयास आली आहे.](#) सौर ऊर्जा शोषून घेऊन तापू शकणाऱ्या पदार्थापासून बनलेला बाष्पक या प्रणालींचा महत्त्वाचा घटक आहे. सगळे पाणी एकदम न तापवता, पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवलेला बाष्पक त्याच्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या पातळ थरावर सौर ऊर्जा केंद्रित करतो. मर्यादित स्थानापुरते गरम केल्यामुळे उष्णतेचा अपव्यय कमी होतो आणि विक्षारण प्रक्रियेची कार्यक्षमता वाढते.

हा फायदा असला तरी पारंपरिक विक्षारण तंत्राच्या समस्या इन्टरफेशियल बाष्पकालासुद्धा भेडसावतात. प्रा. सिंग सांगतात, “सौर उत्सर्जनाच्या कमी-अधिक तीव्रतेमुळे बाष्पकाच्या पृष्ठभागावरील तापमानात चढ-उतार निर्माण होतात. पावसाळी वातावरणात सौर ऊर्जेच्या अभावामुळे इन्टरफेशियल प्रणालींची कामगिरी ठप्प होते. तसेच दिवसभरातील सौर उत्सर्जनाच्या तफावतीचा बाष्पीभवनावर परिणाम होतो. सामान्यतः दुपारी दोन वाजता, जेव्हा सूर्यप्रकाशाची तीव्रता सर्वात जास्त असते तेव्हा बाष्पीभवनाचा दर सर्वोच्च असतो.”

बाष्पकाच्या पृष्ठभागावर जमा होणारे क्षारांचे स्फटिक हे इन्टरफेशियल बाष्पीभवन प्रणाली समोरचे दुसरे मोठे आव्हान आहे. पृष्ठभागावर जमा झालेले क्षार पाण्याला बाष्पकाच्या संपर्कात येण्यापासून रोखतात. परिणामी बाष्पकाची कार्यक्षमता कालांतराने कमी होत जाते.

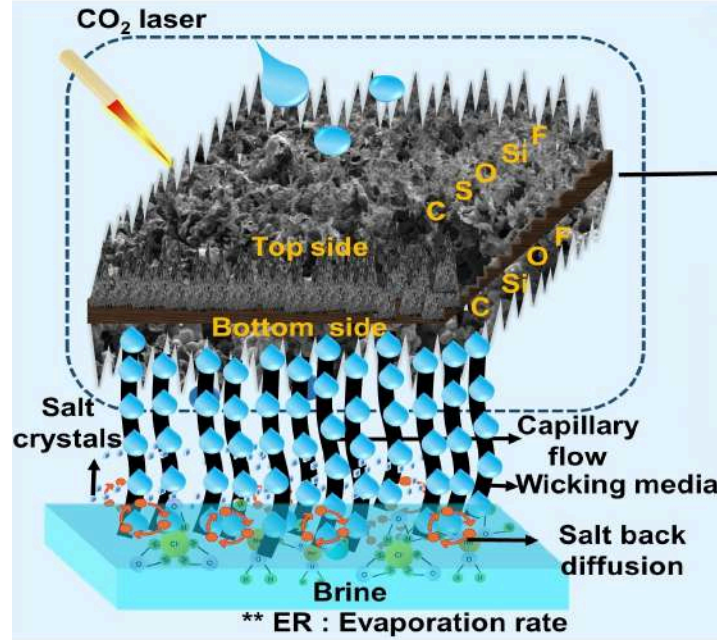
प्रा. सिंग आणि ऐश्वर्या यांचे संशोधन या दोन्ही समस्यांचे निराकरण करायचा प्रयत्न करते. DSLIG बाष्पक सौर ऊर्जा आणि वीज (ज्यावर आधारित केलेल्या तापनाला ज्यूल हीटिंग म्हणतात) दोन्ही वापरून तापवता येतो. सौर आणि विद्युत ऊर्जा एकत्रितपणे वापरल्यामुळे सूर्यप्रकाशाच्या कमी-अधिक उपलब्धतेच्या समस्येपासून पदार्थ सुरक्षित राहतो. जेव्हा सूर्यप्रकाश कमी असेल किंवा नसेलच तेव्हा बाष्पकाला गरम करण्यासाठी वीज वापरता येते आणि बाष्पकाचे समान तापमान राखता येते. यामुळे बाष्पकाचे कार्य सातत्याने चालू राहण्याची खात्री होते.

शिवाय DSLIG अत्यंत जलविरोधी (superhydrophobic) आहे. म्हणजेच हा पदार्थ कमळाच्या पानाप्रमाणे पाण्याला दूर लोटतो. या गुणधर्मांमुळे हा अत्यंत जलविरोधी पदार्थ त्याच्या पृष्ठभागाचे आणि पाण्याच्या थेंबांचे संपर्क क्षेत्र कमी करतो. त्यामुळे पाण्याचे थेंब त्याला ओले न करता त्याच्यावर घरंगळतात. विक्षारणासाठी उपयोग करताना DSLIG चा अतिजलविरोधी गुणधर्म पाण्यात विरघळलेल्या क्षारांना बाष्पकाच्या पृष्ठभागावर चिकटू देत नाही आणि दीर्घकाळ कार्यक्षमता राखतो. “कमळाच्या पानांसारखा परिणाम दाखवणारा आणि सौर आणि ज्यूल हीटिंग दोन्ही बरोबर काम करू शकणारा अतिजलविरोधी पृष्ठभाग तयार करणे हा आमच्या कामाचा प्राथमिक उद्देश होता,” प्रा. सिंग म्हणाले.

संशोधकांनी पॉलि एथर सल्फोन (PES) या पॉलिमर LIG च्या पातळ थराच्या एका बाजूवर पॉलिक्विनिलिडीन फ्लोराईड (PVDF) या दुसऱ्या पॉलिमरचा थर देऊन DSLIG पदार्थ बनवला. त्यानंतर कोरण्याचे लेझर-आधारित तंत्रज्ञान (लेसर-बेस्ड एनग्रेव्हिंग टेक्नॉलॉजी) वापरून पदार्थाच्या PVDF

पॉलिमर असलेल्या बाजूवर ग्राफिन वापरून कोरले. अशा प्रकारे या पदार्थाच्या दोन बाजूंना दोन वेगळे पॉलिमर असतात. यावरून तसेच त्याला बनवण्याच्या तंत्रावरून त्याला नाव दिले आहे. PES पाण्याला दूर लोटत नाही पण बाष्पकाला सहजपणे तुटण्यापासून वाचवण्यासाठी तो महत्त्वाचा आहे.

प्रा. सिंग सांगतात, “जर फक्त PES वापरले तर अंतिम पृष्ठभाग दोन्ही बाजूंनी ओला होईल. पण PVDF वापरल्यामुळे दोन्ही पृष्ठभाग जलविरोधी झाले. PES ला अधःस्तर म्हणून वापरल्यामुळे पदार्थाला यांत्रिक स्थिरता मिळाली. तसेच PVDF थरामुळे बाष्पीभवनाच्या प्रभावी क्रियेसाठी आवश्यक असणारे जलविरोधी गुणधर्म मिळाले.”



DSLIG चे आलेखीय प्रतिरूपण. श्रेय: [अभ्यासकार्याचे](#) लेखक

प्रयोगशाळेतील चाचण्यांनुसार DSLIG त्याच्या कमळाच्या पानाप्रमाणे असलेल्या गुणधर्मांमुळे क्षार जमा होऊ देत नाही आणि सौरऊर्जा आणि वीज दोन्ही वापरून उत्तम कार्यक्षमतेने विक्षारण करतो. एवढेच नव्हे तर तो अत्यंत संहत खारे पाणी सुद्धा प्रभावीपणे शुद्ध करतो. म्हणून तो इतर विक्षारण प्रक्रियांमधून निघालेल्या अपशिष्ट खान्यापाण्याला आणि औद्योगिक सांडपाण्याला शुद्ध करण्यासाठी आदर्श आहे. DSLIG चे अनेक बाष्पक जर एकावर एक रचले तर कामगिरी अधिक चांगली होते असे संशोधकांनी दाखवून दिले आहे.

DSLIG पदार्थ कार्बन उत्सर्जन कमी असणारा, विषारीपणा कमी असणारा आणि किफायती आहे. मोठ्या प्रमाणावर होणाऱ्या आणि दीर्घकाळ शाश्वतपणे चालणाऱ्या विक्षारण प्रक्रियेसाठी आणि औद्योगिक सांडपाण्याच्या शुद्धीकरणासाठी तो वापरता येऊ शकतो. मात्र मोठ्या प्रमाणावर वापरण्यापूर्वी प्रत्यक्ष स्थितींमधील आणखी क्षेत्रीय चाचण्यांची (फिल्ड टेस्ट्स) आवश्यकता आहे असे प्रा. सिंग यांनी नमूद केले. औद्योगिक अनुकूलतेची तजवीज करण्यासाठी आणि चाचण्या घेण्यासाठी संशोधकांसमोरील सर्वात मोठी अडचण म्हणजे निधीची कमतरता. दरम्यान, सौरऊर्जा आणि वीज दोन्ही एकाच वेळी अधिक कार्यक्षमतेने वापरू शकणारे अतिजलविरोधी पदार्थ विकसित करण्यासाठी प्रा. सिंग आणि त्यांचा गट उत्सुक आहेत.

अर्थसहाय्य: विज्ञान आणि तंत्रज्ञान विभाग, भारत सरकार (Department of Science and Technology (DST)), DST इन्स्पायर, आणि भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई यांच्याकडून या कामासाठी निधी प्राप्त झाला.

<b>VETTED / UNVETTED</b>	Vetted
<b>Title of Research Paper</b>	Dual-sided superhydrophobic Laser-Induced Graphene Evaporator for Efficient Desalination and Brine Treatment under High Salinity
<b>DOI of the Research Paper as a link</b>	<a href="https://doi.org/10.1021/acsami.4c19058">https://doi.org/10.1021/acsami.4c19058</a>
<b>List of all researchers with affiliations</b>	Aiswarya C.L and Swatantra P. Singh, IIT Bombay
<b>Email of researcher/s</b>	<a href="mailto:swatantra@iitb.ac.in">swatantra@iitb.ac.in</a> <a href="mailto:swatantra.esed@gmail.com">swatantra.esed@gmail.com</a>
<b>Writer name</b>	ArulGanesh S S
<b>Transcreator name</b>	Deepti Phatak
<b>Credits to Graphic:</b>	Authors of the <a href="#">study</a>
<b>Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)</b>	<a href="#">Science/Technology/Engineering/Ecology/Health/Society</a>
<b>Article to be Sectioned Under [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED</b>	<a href="#">Deep Dive</a> /Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events
<b>Social Media TAGS separated by Comma</b>	#Desalination, #SolarEvaporators, #SaltwaterTreatment,
<b>Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IITB scientists develop a new hydrophobic graphene based material that can work on solar and electric energy to support efforts for addressing the fresh water crisis. Read on &lt;link&gt;</li> <li>2. Lotus leaf-like novel hydrophobic solar evaporators developed for saltwater treatment by IIT Bombay researchers. Find more about it at &lt;link&gt;</li> <li>3. IIT Bombay researchers develop a material having low</li> </ol>

<b>VETTED / UNVETTED</b>	Vetted
	carbon footprint, low toxicity, and cost-effectiveness which is a potential candidate for large-scale sustainable desalination applications and the treatment of industrial wastewater. Know more at <link>
<b>Social Media Handles to be added</b>	@IndiaDST, @iitbombay
<b>Social Media handles of writer</b>	@sreesreearul (X.com)
<b>Social Media handles of researchers</b>	X: @pral tap LinkedIn: <a href="https://www.linkedin.com/in/swatantra-p-singh-9267284b/">https://www.linkedin.com/in/swatantra-p-singh-9267284b/</a> <a href="https://www.linkedin.com/in/aiswarya-c-l-433841139/">https://www.linkedin.com/in/aiswarya-c-l-433841139/</a>
<b>Funding information (Source: Research paper)</b>	This work received funding support from India's Department of Science and Technology (DST), DST Inspire, and the Indian Institute of Technology Bombay.
<b>Conflict of Interest/Competing Interest information (Source: Research paper)</b>	IIT Bombay is filing intellectual property where S.P.S and A.C. L are the inventors. The Ben-Gurion University of the Negev and Rice University owns intellectual property on some aspects of LIG in which S.P.S is an inventor, which is licensed to a company in exchange for potential royalties and stock, although S.P.S is not an officer or director.
<b>Additional Information (Patent Application)</b>	Indian Patent Application No.: 202421013633 dated Filing date: 26/02/2024, C L Aiswarya, Singh, S.P. (2024). "Biomimetic Dual-sided Superhydrophobic Surfaces for Desalination and Brine Treatment".
<b>Co-PI information (Source: Research paper)</b>	None
<b>Location:</b>	Mumbai