

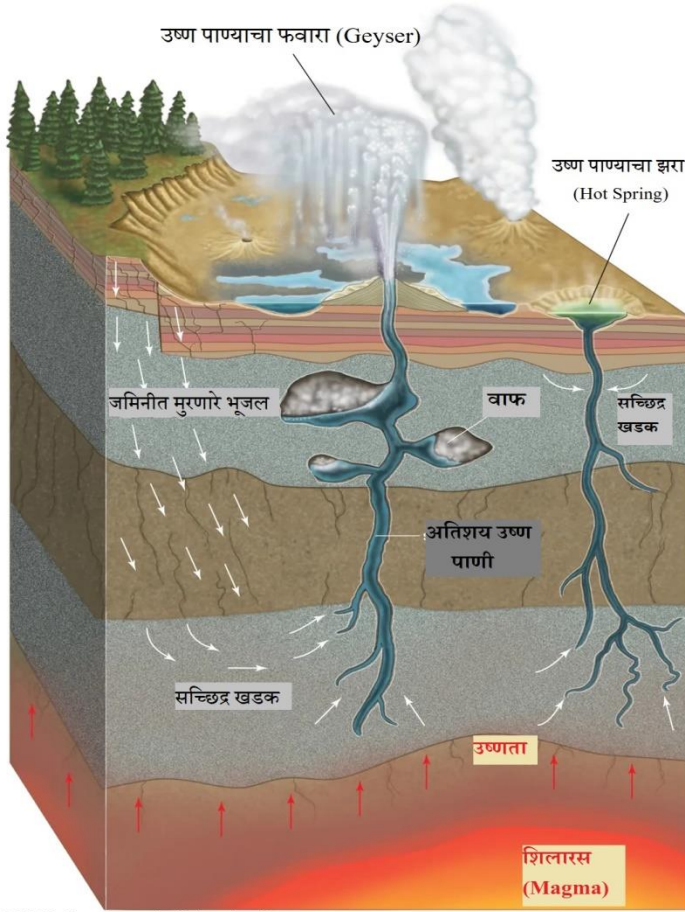
शैक्षणिक संदर्भ अंक १३६ ( जून – जुलै २०२२ )

## उष्ण पाण्याचे झरे : उत्क्रांती आणि मूलद्रव्ये

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी

# उष्ण पाण्याचे झरे : उत्क्रांती आणि मूलद्रव्ये

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

चित्र १ : उष्ण पाण्याचे झरे आणि फवारे तयार होण्याची प्रक्रिया दर्शवणारी आकृती

चित्र स्रोत :-

<https://kids.britannica.com/kids/article/spring/4425>

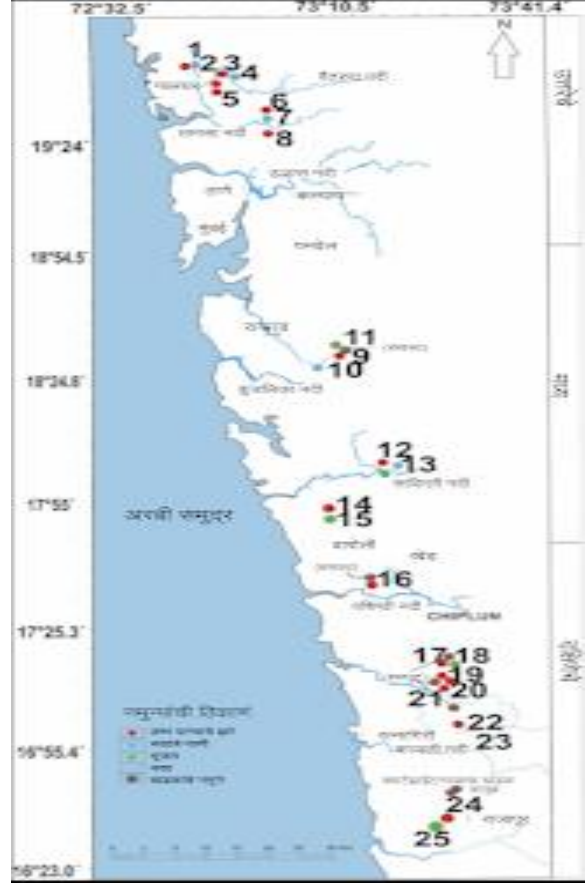
24

उष्ण पाण्याचे झरे हा प्रकार तसा विरळा. पावसाचे आणि नदी-ओढ्यातले पाणी सगळीकडेच जमिनीत मुरते. पण काही ठिकाणी त्यातील भेगांतून, भ्रंशांतून (फॉल्ट्स) ते खोलवर जाते. पृथ्वीच्या भूभागाची उष्णता खोलीनुसार वाढत असल्यामुळे मुरणाऱ्या पाण्याशी तिचा संयोग होऊन पाणीही तापते. या तापण्याच्या क्रियेमुळे पाण्यावरचा दाब वाढतो आणि ते उसळून भूभागावर येते. यालाच आपण

उष्ण पाण्याचे झरे म्हणतो. पाणी मुरताना खडकांशी होणारा त्याचा संयोग पाण्याचे गुणधर्म

बदलास कारणीभूत ठरतो कारण त्यातील घटक पाण्यामध्ये शोषले जातात. या गुणधर्मानुसार कुठल्या प्रकारच्या खडकांशी त्याचा संयोग झाला हे ठरवता येते.

भारतामध्ये उष्ण पाण्याचे झरे एकूण सात पट्ट्यांमध्ये - हिमालयाच्या उत्तर-पश्चिम रांगात, सोहाना (हरयाणा), तुवा (गुजरात) आणि सोन-नर्मदा-ताप्ती (सोनाटा) नद्यांचे क्षेत्र या गुजरात ते पश्चिम बंगालपर्यंतच्या पूर्व-पश्चिम पट्ट्यात, गोदावरीच्या खोऱ्यात (मध्य प्रदेश, आंध्र प्रदेश), महानदीच्या खोऱ्यात (छत्तीसगढ) आणि महाराष्ट्रात पश्चिम किनाऱ्यालगत आढळतात. दक्षिणोत्तर पसरलेल्या महाराष्ट्राच्या पश्चिम किनाऱ्यालगत सुमारे ३५० कि.मी. लांबीच्या पट्ट्यात पालघर, रायगड आणि रत्नागिरी जिल्ह्यांत एकूण १८ ठिकाणी (चित्र २) साठापेक्षा अधिक संख्येने उष्ण पाण्याचे झरे सापडतात. या झऱ्यांतील पाण्याची उष्णता ४० ते ७२ अंश सेल्सियस



**चित्र २ : उष्ण पाण्याचे झरे असलेली ठिकाणे आणि नमुने गोळा केलेल्या ठिकाणांचा नकाशा**

**चित्र स्रोत:-** Geothermics. 74; 2018; 197-209.  
<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.03.007>

आहे. या प्रांताला भूशास्त्रीय भाषेत दख्खन ज्वालामुखीचा प्रांत (डेक्कन व्होल्कॅनिक प्रॉव्हिन्स) असे म्हणतात. सुमारे ५ लाख चौरस कि.मी. चा प्रशस्त भूभाग जगातल्या सर्वात

मोठ्या बसाल्टच्या साठ्याने (ज्वालामुखीच्या लाव्हारसामधून तयार झालेला खडक) व्यापलेला आहे. हा दक्षिणोत्तर पट्टा लांब पण अरुंद अशा चरांनी आणि भ्रंशांनी चिरफाळलेला आहे आणि या पट्ट्यात उष्ण पाण्याचे झरे सर्वसाधारणपणे भारताच्या पश्चिम किनाऱ्याशी समांतर अशा पश्चिमोत्तर आणि पूर्व-दक्षिण दिशांमधील भ्रंशात सापडतात. या पट्ट्यात बसाल्टच्या थराची जाडी सुमारे ६०० ते २५०० मीटर इतकी आहे. ही जाडी उत्तरेकडून दक्षिण दिशेला कमी-कमी होत जाते. राजापूरजवळचा भूभाग तर त्रिस्तरीय आहे. तळचा थर पृथ्वीच्या निर्मितीच्या सुमारास (अतिपुरातन - प्रीकॅम्ब्रियन) तयार झालेल्या ग्रॅनाईट, पट्टिताश्म आणि क्वार्ट्झाइटने बनलेला, मग त्यावर गाळाचा खडक आणि त्यावर बसाल्टच्या खडकाचे थोड्या-फार प्रमाणात अस्तित्व दिसते.

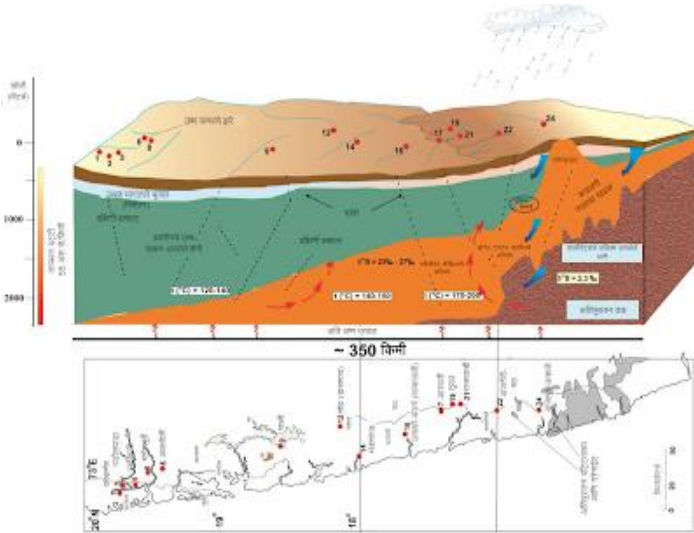
बोरॉन समस्थानिके (आयसोटोप) आणि दुर्मिळ मृदा मूलद्रव्ये वापरून आयआयटी-मुंबईच्या संशोधकांनी महाराष्ट्रातल्या पश्चिम किनाऱ्यावरील उष्ण पाण्यातील रासायनिक मूलद्रव्यांचा शोध घेतला त्याचा हा वृत्तांत. रासायनिक गुणधर्मांव्यतिरिक्त त्यांनी झऱ्यांच्या, पावसाच्या आणि समुद्राच्या पाण्याचे उच्च तापमान मोजले.

शिवाय दाबाखाली जेव्हा बसाल्ट आणि ग्रॅनाईट खडकाशी संयोग होतो तेव्हा त्याचे पाण्यावर काय परिणाम होतात याचे अनुमान काढण्यासाठी प्रयोग करून माहिती गोळा केली. याचा उपयोग त्यांना उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांचे मूळ आणि उत्क्रांतीचा शोध घेणे सोयीचे झाले.

संशोधकांनी या परिसरातील १५ उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांतून, ८ भूजल आणि २ नद्यांतून पाण्याचे नमुने गोळा केले. ते गोळा करताना पाण्याचे तापमान, पीएच (एक लिटर

पाण्यातील हायड्रोजन आयनांची ग्रॅममध्ये संहती दर्शविणारी संक्षिप्त संज्ञा) आणि विद्युत वाहकतेचीही (इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी) नोंद घेतली.

या प्रयोगांती त्यांना असे आढळले की तुलनेने उत्तरेकडील उष्ण झऱ्यांच्या आणि विहिरींच्या पाण्यात मोठ्या प्रमाणात क्षार (सोडियम आणि कॅल्शियम क्लोराईड) आहेत आणि त्यामुळे त्याची वाहकताही वाढली आहे. अर्थात काही ठिकाणी सल्फेट्सचे प्रमाणही आढळले. याला अपवाद हा राजापूरच्या झऱ्यांचा. राजापूरच्या झऱ्यांमध्ये बायकार्बोनेट्सचे अधिक्य त्यांनी नोंदवले (चित्र ३). समुद्राच्या पाण्याशी होणाऱ्या



**चित्र ३ : पश्चिम किनाऱ्यावरील उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांची उत्क्रांती दाखवणारे आरेखन**

चित्र स्रोत:- Geothermics. 74; 2018; 197-209.

<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.03.007>

संयोगामुळे उत्तरेकडील पाण्यात क्षारांचे प्रमाण जास्त असल्याचे ते नमूद करतात. विहिरी आणि नद्यांच्या पाण्यातही कॅल्शियम/सोडियम क्लोराईड मोठ्या प्रमाणात आहे. उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांत उच्च तापमानात बसाल्ट आणि समुद्राच्या पाण्याची रासायनिक क्रिया मॅग्नेशियम, पोटॅशियम आणि

कार्बोनेट्सपेक्षा क्षारता वाढायला कारणीभूत आहे असे त्यांचे अनुमान आहे. राजापूरच्या झऱ्यांमध्ये ग्रॅनाईटसारख्या खडकाशी पाण्याचा संयोग होत असल्याने बायकार्बोनेट्समध्ये वाढ आणि त्यातील मुख्य आणि लेश मूलद्रव्यांचे घटक त्या पाण्याचे ग्रॅनाईटच्या

खडकातून अभिसरण झाल्याचे स्पष्टपणे दर्शवितात. एकूण या सगळ्या झऱ्यांचे पाणी अल्कधर्मी ते उदासीन (ना अल्क ना आम्ल) अशा गुणधर्माचे असल्याचे ते नमूद करतात. त्यांचा बोरॉन समस्थानिकांचा अभ्यास प्रथमच गाळाच्या खडकाची (कडलगी आणि धारवाड) निर्मिती सागरी गाळातून झाल्याचे आणि त्याच दरम्यान उन्हावरे-फरारे आणि तुरल येथील झरे विकसित झाल्याचे सिद्ध करतो तर बेरियम आणि फ्लोरिन या मूलतत्वांची राजापूर येथील झऱ्यातील पाण्यातील घनता ग्रॅनाईटच्या खडकातून विकसित झाल्याचे ते सिद्ध करतात.

एका प्रतिमानानुसार त्यांनी असेही दाखवून दिले की सुमारे २००० मीटर खोलीवर असलेल्या पाण्याचे तापमान सुमारे ५५ अंश सेल्सियस असू शकते.

या पट्ट्यातील झऱ्यांचे तीन भागात विभाजन करतात:

१. उत्तरेकडील झरे (अधिकतम क्षारयुक्त पाण्याचे - समुद्राच्या पाण्याशी संयोग होत असल्यामुळे), २. मधल्या भागातले झरे (ऱ्हायोलाईट - हा ही ज्वालामुखीतून निर्माण झालेला खडक - खडकाचे अधिक्य असलेला भाग) आणि ३. दक्षिणेच्या टोकाचे झरे (मठ आणि राजापूर; बेरियम आणि बोरॉन चे अधिक्य असलेल्या गाळाच्या खडकाची उपस्थिती आणि त्याखाली अतिपुरातन खडकाचा थर असलेला भाग).

उष्ण पाण्यात घन पदार्थ विरघळण्याची क्षमता थंड पाण्यापेक्षा नेहमीच जास्त असते. उष्ण पाण्याच्या झऱ्यात म्हणून वर नमूद केल्याप्रमाणे त्याचा विविध खडकांशी संयोग झाल्यामुळे त्यात अगदी साध्या कॅल्शियमपासून ते लिथियम-रेडियमपर्यंत सर्व प्रकारची खनिजे विरघळलेल्या रूपात आढळतात.

उष्णता आणि अशा विविध घटकांनी श्रीमंत झालेले असे विरळ्या ठिकाणी

उपलब्ध असलेले पाणी निसर्गोपचाराकरता उपयोगी असल्याचे म्हटले जाते. या झऱ्यातले स्नान आरोग्यास लाभदायक ठरते असा अनेकांचा विश्वास आहे. पण या विश्वासाला नवसंशोधनाची फारशी जोड मात्र सापडत नाही. अर्थात पाण्यात डुंबणे हा विरंगुळा असतो.



चित्र ४ : रत्नागिरी जिल्ह्यातील उन्हवरे येथील गरम पाण्याचे झरे

चित्र स्रोत :-

<https://ratnagiritourism.in/en/wonders/hot-water-springs-unhivre/>

तणाव कमी झाल्याने सकारात्मकता वाढीस लागते आणि मग एकूणच मानसिक आणि शारीरिक आरोग्य सुधारण्यास मदत होते. उष्ण, विशेषतः बायकार्बोनेट्सनी युक्त पाण्यामुळे रक्ताभिसरण सुलभ होते आणि त्यामुळे रक्तदाबासारख्या विकारापासून मुक्तता मिळते, स्नायू शिथिल होतात, सांधेदुखीसारख्या शारीरिक वेदना कमी होण्यास मदत होते, मज्जासंस्थांच्या विकारांपासून आराम मिळतो, असे काही सांगतात. सल्फर आणि सल्फेटचे अधिक्य असलेले उष्ण पाण्याचे झरे त्वचाविकारावर, श्वसन विकारावर उपयोगी असल्याचा अनुभव काही जण सांगतात.

एका अभ्यासानुसार पर्शियातील उष्ण झऱ्याच्या पाण्यामुळे सोरायसिसची लक्षणे कमी होत असल्याचे आढळले आहे. पुरळ वगैरेसारख्या त्वचाविकारांपासूनही आराम मिळतो, यकृत रोग आणि पोटाच्या विकारावरही याचा गुण येतो असे म्हटले जाते. जवळ



जवळ सगळ्याच उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांत सोडियम/कॅल्शियम क्लोराईड असतेच. याचा उपयोग संधीवात, मज्जासंस्थांच्या विकारावर, अस्थिव्यंगोपचारादरम्यान आणि स्त्रीरोगविषयक आजारांवरही होतो असे म्हटले जाते.



**डावीकडे आईसलँडमधील हेल्लीशायडी (Hellisheidi) येथील भूऔष्णिक विद्युत प्रकल्प ( चित्र स्रोत :- <https://www.power-technology.com/projects/hellisheidi-geothermal-power-plant/> ) आणि उजवीकडे लडाखमधील पुगा व्हॅलीतील गरम पाण्याचे झरे ( चित्र स्रोत :- <https://www.ongcindia.com/wps/wcm/connect/en/media/press-release/geothermal-energy-ladakh> )**

### उष्ण पाण्याच्या झऱ्यांपासून विद्युतनिर्मिती

गरम झऱ्याच्या पाण्याच्या उष्णतेपासून प्रदूषणविरहित वीजनिर्मिती करता येते. जगातील अमेरिका, जपान, इटली, आईसलँड आदी २५ देशांमध्ये या तंत्रज्ञानाद्वारे वीजनिर्मिती सुरू आहे.

आईसलँड या देशाच्या ऊर्जा पुरवठ्यात भूऔष्णिक संसाधनांचा मोठा वाटा आहे. ती वीजनिर्मिती आणि थेट वापर अशी दोन्हीसाठी वापरली जातात. थेट वापरामध्ये घरांचे तापमान वाढवणे, तरणतलावातील पाणी गरम करणे, बर्फ वितळवणे, पाण्यातील शेती, माती गरम करणे असे उपयोग येतात. उष्ण झऱ्यांच्या पाण्यापासून त्वचेची काळजी घेणारी उत्पादने तयार करण्यासाठी सिलिका आणि क्षार मिळवले जातात.

आपल्या देशात पारंपरिक पद्धतींनी वीजनिर्मिती केली जाते; गरम पाण्याच्या उष्णतेपासून वीजनिर्मिती करणे खर्चिक असल्याने ती केली जात नाही. परंतु फेब्रुवारी २०२१ मध्ये तेल आणि नैसर्गिक वायू महामंडळाने पूर्व लडाखमधील पुगा आणि चुमथांग या उष्ण पाण्याचे झरे असलेल्या भागात विद्युत प्रकल्प उभारण्याचे ठरवले आहे. यामुळे लडाखमधील शेतीत क्रांती घडून येईल असा विश्वास व्यक्त केला जातो आहे. कोकणातही १८ ठिकाणी अशा प्रकारची वीजनिर्मिती करता येऊ शकेल. गरम पाण्याचे झरे असणारी ठिकाणे सध्या पर्यटन क्षेत्रे म्हणून प्रसिद्ध आहेत. तेथे गरम पाण्यावर आधारित छोटे प्रकल्पही उभारता येतील.



उष्ण पाण्याच्या झऱ्यात केलेले स्नान काहीवेळा अपायकारकही ठरू शकते. पाण्याचे तापमान सहन करता येण्यापलिकडे असेल तर अशा पाण्यात न उतरलेलेच बरे! एकट्याने पाण्यात उतरणे, डोके पाण्यात बुडवणे, पाणी गिळणे, खूप वेळ पाण्यात बसणे, वगैरे अवश्य टाळावे. ज्यांना हृदयरोगाची लक्षणं आहेत, गरोदर माता, शरीरावर फोड आले किंवा कापलेले असेल, घसरून पडण्याची आणि चक्कर येण्याची भावना होत असेल त्यांनी अशा पाण्यात न उतरणेच श्रेयस्कर.

तुमच्या भागात गरम पाण्याचे काही झरे आहेत का. असल्यास त्यांना जरूर भेट द्या. विद्यार्थ्यांनी अशा झऱ्यांच्या वैज्ञानिक तसेच ऐतिहासिक बाजू समजून घेऊन त्यांची मांडणी करणे हा एक चांगला शैक्षणिक प्रकल्प होऊ शकतो. आपल्या परिसरातील अशा वैशिष्ट्यांवर केलेल्या प्रकल्पांची व अभ्यासाची माहिती आम्हालाही जरूर पाठवा.

- या लेखाचा विषय समजावून घ्यायला माझे मित्र भूगर्भशास्त्रज्ञ डॉ. अनिल वळसंगकर यांची मदत झाली. त्यांचे आभार.

(हा लेख <https://muraritapaswi.blogspot.com> वरून साभार.)

§§§

लेखक - मुरारी तपस्वी, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त.

ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

इ.मेल - [tapaswimurari@gmail.com](mailto:tapaswimurari@gmail.com)

(कळीचे शब्द: उष्ण पाण्याचे झरे तयार होण्याची प्रक्रिया, भारतातील उष्ण पाण्याचे झरे असलेली ठिकाणे, तेथील पाण्यात आढळणारी मूलद्रव्ये )

## शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक(ऐच्छिक) आम्हाला [sandarbh.marathi@gmail.com](mailto:sandarbh.marathi@gmail.com)वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

[www.sandarbhsociety.org](http://www.sandarbhsociety.org) या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाइटवर उपलब्ध आहे.

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी