

# पाणी-अन्न-जैवविविधता यातील परस्परसंबंधांच्या संदर्भात ऊर्ध्व भीमा उपखोऱ्याचे पारिस्थितिक विश्लेषण

राधिका कानडे, किरण लोहकरे, नेहा भडभडे, के.जे. जाँय,  
बिजाँय के. थॉमस, ज्युलिएट मार्टिन आणि बाबरा विलआर्ट्स



# प्राणी-अन्न-जैवविविधता यातील परस्परसंबंधांच्या संदर्भात ऊर्ध्व भीमा उपखोऱ्याचे पारिस्थितिक विश्लेषण

## लेखक:

राधिका कानडे<sup>१</sup>, किरण लोहकरे<sup>१</sup>, नेहा भडभडे<sup>१</sup>, के.जे. जाँय<sup>१</sup>,  
बिजाँय के. थॉमस<sup>२</sup>, ज्युलिएट मार्टिन<sup>३</sup> आणि बार्बरा विलआर्ट्स<sup>३</sup>

- १ सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टीसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट, पुणे, भारत
- २ इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स अँड एज्युकेशन, पुणे
- ३ इंटरनॅशनल इन्स्टिट्यूट फॉर अप्लाइड सिस्टम्स अॅनालिसिस, लॅक्सनबर्ग, ऑस्ट्रिया

१५ जानेवरी, २०२४



ZVR 524808900

**Disclaimer, funding acknowledgment, and copyright information:**

IIASA Reports report on research funded and carried out partly or entirely by IIASA and have received only limited review. Views or opinions expressed herein do not necessarily represent those of the institute, its National Member Organizations, or other organizations supporting the work.

The authors gratefully acknowledge funding from IIASA through the Strategic Initiative Program (SIP)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

For any commercial use please contact [permissions@iiasa.ac.at](mailto:permissions@iiasa.ac.at)

The report will be available at [www.soppecom.org](http://www.soppecom.org).

For copies, kindly write to [soppecom@gmail.com](mailto:soppecom@gmail.com)

# अनुक्रमणिका

प्रस्तावना	iii
लेखकांबद्दल	iv
ऋणनिर्देश	v
लघुरुपांची यादी	vi
१ ओळख	१
२ अभ्यास क्षेत्र	३
२.१. भौगोलिक आणि भूरूपिकी (फिझिओग्राफी) संदर्भ	३
२.२ सामाजिक-आर्थिक संदर्भ	५
२.३ जमिनीचा वापर आणि भू-आच्छादन	६
३ जल, अन्न आणि जैवविविधता रूपरेखा	८
३.१ जल संसाधन रूपरेखा	८
३.१.१ भूपृष्ठावरील जलस्रोत	८
३.१.२ भूजल संसाधने	९
३.१.३ कृष्णा जल विवाद न्यायाधिकरण	१०
३.२ कृषी रूपरेखा	१४
३.३ जैवविविधता रूपरेखा	१६
३.४ प्रशासन	१९
४ जल-अन्न-जैवविविधता परस्परसंबंधांसमोरील आव्हाने	२३
४.१ ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील समुदायांच्या उपजीविकेशी संबंधित समस्या आणि आव्हाने	२९
४.२ सिंचनासाठी पाण्याच्या उपलब्धतेची संबंधित समस्या आणि आव्हाने	३२
५. संशोधन आणि पुढील वाटचालीसाठी प्रश्न	३५
५.१ संशोधन प्रश्न परिभाषित करणे	३५
५.२ पुढील टप्पे	३६

## आकृती

आकृती १: ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्याचे (उजनी पर्यंत) ऊर्ध्व भीमा (K-5) मध्ये असलेले भौगोलिक स्थान	१
आकृती २: अभ्यास क्षेत्रातील प्रशासकीय सीमा आणिस्थलाकृति	३
आकृती ३: ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील महत्त्वाचे घटक	४
आकृती ४: अभ्यास क्षेत्राचा भू-आच्छादन नकाशा	७
आकृती ५: ऊर्ध्व भीमा खोरे अन्न-पाणी-जैवविविधता गव्हर्नन्स ऑर्गनोग्राम (संघटनात्मक संरचना)	१९

## तक्ते

तक्ता १: वेगवेगळ्या व्यवसायांतर्गत कार्यरत लोकसंख्येची टक्केवारी	६
तक्ता २: ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील मोठ्या सिंचन प्रकल्पांचा तपशील	८
तक्ता ३: जिल्हानिहाय भूजल उपलब्धता	१०
तक्ता ४: KWDT आदेश १ आणि २ नुसार महाराष्ट्राला भूपृष्ठावरील पाण्याचे वाटप	११
तक्ता ५: KWDT-2 नुसार ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील (K-5) वापरण्यायोग्य पाणी (दशलक्ष घनमीटरमध्ये (MCM))	१२
तक्ता ६: अभ्यास क्षेत्रातील अंदाजे शिल्लक पाणी (दशलक्ष घन मीटरमध्ये)	१२
तक्ता ७: दहा वर्षांतील सरासरी वार्षिक पाऊस मिमीमध्ये (२००७-२०१७)	१५
तक्ता ८: ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील जल, अन्न आणि जैवविविधतेशी निगडीत आव्हाने	२६

## प्रस्तावना

हा अहवाल "सॉफ्ट सिस्टम्स अॅनालिसिस: स्ट्रीमलाईनिंग अप्रोचेस अँड एजंट-बेस्ड मॉडेल्स टू एक्सप्लोर आयडीयाज ऑफ फेअरनेस एट द फूड-वाटर-बायोडायव्हर्सिटी (एफ-डब्ल्यू-बी) नेक्सस (fairSTREAM)" नावाच्या संशोधन प्रकल्पाचा भाग आहे. या प्रकल्पाला इंटरनॅशनल इन्स्टिट्यूट फॉर अप्लाइड सिस्टीम अॅनालिसिस (IIASA)चे अर्थसहाय्य प्राप्त असून भारतात या प्रकल्पाची अंमलबजावणी - सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टिसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट (SOPPECOM) आणि इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स एज्युकेशन अँड रिसर्च, पुणे (IISER), या दोन संस्थांद्वारे करण्यात येत आहे. हा प्रकल्प सप्टेंबर २०२१ मध्ये सुरु झाला व तो डिसेंबर २०२४ पर्यंत चालेल. फेअरस्ट्रीमचे मुख्य उद्दिष्ट जल-अन्न-जैवविविधता यांच्याशी संबंधित धोरण विकसित करताना कार्यक्षमतेबरोबरच समानता आणि न्याय यांचाही समावेश असणारी सह-निर्माण (co-production) पद्धती विकसित करून तिचे प्रात्यक्षिक घडवणे आहे. हे प्रात्यक्षिक ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यात केले जात असून, येथील विशिष्ट उद्दिष्टे जल-अन्न-जैवविविधता यांच्यातील परस्परसंबंधांसाठी न्याय्य आणि शाश्वत धोरण निर्मितीच्या हेतूने systems-informed stakeholder knowledge co-production process (संपूर्ण प्रणाली विचारात हेऊन हितधाराकांसाठी ज्ञानाची सह-निर्मिती प्रक्रिया) तयार करून तिची चाचणी घेणे आहेत. सह-निर्मिती प्रक्रियेत अनेक टप्प्यांचा समावेश असतो, जसे - मूल्यांकन (प्राथमिक तयारी, समस्या मांडणी आणि पर्यायांचा शोध) आणि कृती नियोजन. विविध पायऱ्या आणि टप्प्यांमध्ये देखील मूल्यांकन प्रक्रिया अंतर्भूत असते. या अहवालात ऊर्ध्व भीमामधील जल-अन्न-जैवविविधता परस्परसंबंधांच्या संदर्भाने पूर्वतयारी आणि समस्या मांडणी या टप्प्यातील निष्कर्ष तसेच शाश्वतता, समानता व न्यायाच्या दृष्टीने हे संबंध कोणती विशिष्ट आव्हाने उभी करतात, यांचा सारांश मांडण्यात आला आहे. शेतकरी, मच्छीमार, आणि जंगलावर अवलंबून असलेले समूह - अशा प्राथमिक हितधारकांसाठी ऊर्ध्व भीमामधील जल-अन्न-जैवविविधता परस्परसंबंधांवरील संदर्भ दस्तऐवज असण्याबरोबरच, हे पारिस्थितिक विश्लेषण भविष्यातील उपक्रमांकरीता मार्गदर्शक म्हणून देखील उपयुक्त ठरणार आहे, ज्यात मॉडेलिंगवर आधारित व खोऱ्यातील हितधारकांच्या हिताचा व प्रधान्यांचा विचार करून (सॉफ्ट अप्रोच) मांडलेल्या पर्यायांचा विकास आणि सह-निर्मिती यांचाही समावेश आहे.

## लेखकांबद्दल

राधिका कानडे या सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टिसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट (SOPPECOM) मधील IIASA अनुदानित पोस्टडॉक्टरल संशोधिका आहेत (संपर्क: radha.kanadegmail.com)

किरण लोहकरे हे सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टिसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट (SOPPECOM) मध्ये फेलो आहेत (संपर्क: kiran.lohakaregmail.com)

नेहा भडभडे या सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टिसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट (SOPPECOM) मध्ये फेलो आहेत (संपर्क: neha2282gmail.com)

के. जे. जॉय हे सोसायटी फॉर प्रमोटिंग पार्टिसिपेटिव्ह इकोसिस्टम मॅनेजमेंट (SOPPECOM) चे संस्थापक आणि वरिष्ठ फेलो आहेत (संपर्क: joykjjoy2gmail.com)

बिजॉय के. थॉमस हे इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स एज्युकेशन अँड रिसर्च पुणे (IISER पुणे) येथे सहयोगी प्राध्यापक आणि सहयोगी अधिष्ठाता आहेत (संपर्क: bejoyiiserpune.ac.in)

ज्युलिएट मार्टिन या इंटरनॅशनल इन्स्टिट्यूट फॉर अप्लाइड सिस्टम्स अॅनालिसिस (IIASA) मधील इक्विटी अँड जस्टिस रिसर्च ग्रुप तसेच बायोडायव्हर्सिटी, इकोलॉजी अँड कन्झर्वेशन रिसर्च ग्रुपमधील रिसर्च स्कॉलर आहेत. (संपर्क: martinjiiasa.ac.at)

बार्बारा विलाटूर्स इंटरनॅशनल इन्स्टिट्यूट फॉर अप्लाइड सिस्टम्स अॅनालिसिस (IIASA) मधील वॉटर सिक्युरिटी रिसर्च ग्रुपमध्ये रिसर्च स्कॉलर आहेत (संपर्क: willaartiiasa.ac.at)

## ऋणनिर्देश

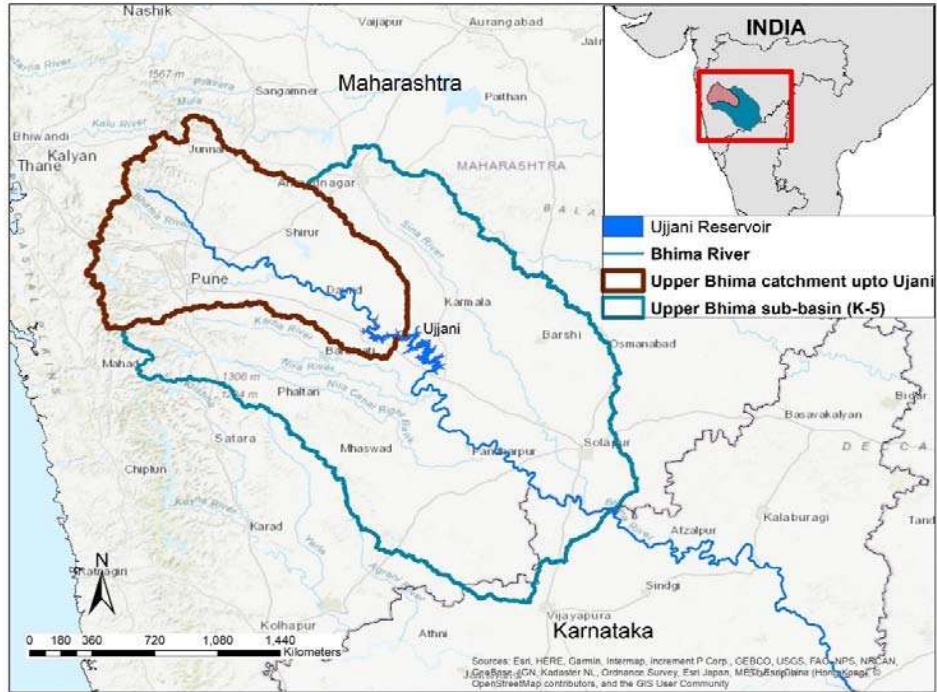
खोऱ्यातील सध्याची आऱ्हाने समजून घेण्यासाठी ज्यांनी महत्त्वपूर्ण माहिती पुरविली त्या ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील सर्व हितधारकांचे लेखक आभारी आहेत. आम्ही डॉ. शरच्चंद्र लेले, डॉ. हिमांशू कुलकर्णी, डॉ. अपर्णा वाटवे, श्रीमती नीमा पाठक, प्रा. विजय परांजपे आणि श्री. प्रदीप पुरंदरे या तज्ञांचे आभारी आहोत, ज्यांनी भीमा खोऱ्यातील पाणी, शेती आणि जैवविविधतेची सद्यस्थिती समजून घेण्यासाठी मोलाचे मार्गदर्शन केले. फेअरस्ट्रीम कार्यशाळा १ मध्ये सक्रियपणे सहभागी झालेल्या आणि अभ्यास क्षेत्रातील संसाधने आणि आऱ्हानांच्या मापांकनात (मॅपिंग) योगदान देणाऱ्या सर्व सहभागींचे आम्ही मनापासून आभार मानतो. जल व्यवस्थापनाची सद्यस्थिती आणि त्याशी संबंधित समस्या समजून घेण्यासाठी ज्यांनी मोलाची माहिती पुरविली त्या जलसंपदा विभागातील अधिकारी, मुख्य अभियंता श्री. एच.व्ही. गुणाले, अधीक्षक अभियंता श्री. प्रवीण कोल्हे व सहाय्यक अभियंता ख, श्री. गौरव बोरकर यांचे आम्ही आभारी आहोत. सर्व शेतकरी, आदिवासी, बचत गटातील महिला आणि मच्छिमारांचे आम्ही ऋणी आहोत ज्यांनी आम्हाला जल, अन्न आणि जैवविविधतेशी संबंधित आऱ्हाने समजून घेण्यास अमूल्य अशी मदत केली. कल्पवृक्ष, शाश्वत (मंचर), शाश्वत (जुन्नर), महाराष्ट्र आरोग्य मंडळ, ACWADAM आणि किसान सभा यांसारख्या खोऱ्यात कार्यरत असणाऱ्या स्वयंसेवी संस्थांचे आणि तळागाळात जाऊन काम करणाऱ्या संघटनांचे संशोधक आणि कार्यकर्ते यांनी केलेल्या सर्व प्रकारच्या मदतीबद्दल आम्ही मनापासून कृतज्ञता व्यक्त करतो.

# लघुरुपांची यादी

amsl	Above mean sea level
bgl	Below ground level
CFRMC	Community Forest Rights Management Committee
CGWB	Central Ground Water Board
CWC	Central Water Commission
FRA	Forest Rights Act
F-W-B	Food-Water-Biodiversity
GSDA	Groundwater Survey and Development Agency
ISWP	Integrated State Water Plan
JFMC	Joint Forest Management Committee
KWDT	Krishna Water Dispute Tribunal
Lpcd	Litres Per Capita Per Day
MCM	Million Cubic Meters
MIDC	Maharashtra Industrial Development Corporation
MKVDC	Maharashtra Krishna Valley Development Corporation
MKVWRC	Maharashtra Krishna Valley Water Resources Corporation
MPCB	Maharashtra Pollution Control Board
MWH	Megawatt hour
MWRRRA	Maharashtra Water Resources Regulatory Authority
MWSIP	Maharashtra Water Sector Improvement Project
NTFP	Non-timber Forest Produce
PMR	Pune metropolitan region
PMRDA	Pune metropolitan region Development Authority
RBO/As	River Basin Organizations/Agencies
SOPPECOM	Society for Promoting Participative Ecosystem Management
ST	Scheduled Tribes
TMC	Thousand Million Cubic Feet
VWC	Village Watershed Committee
WG	Western Ghats
WRD	Water Resources Department
WUA	Water Users' Association

# १ ओळख

भीमा नदी ही कृष्णा नदीच्या प्रमुख उपनद्यांपैकी एक आहे. कृष्णा नदी भारतातील पाचवी सर्वात मोठी नदी आहे. कृष्णेचे भीमा उप-खोरे हे ऊर्ध्व भीमा (K-5) आणि निम्न भीमा (K-6) अशा उप-खोऱ्यांमध्ये विभागले गेले आहे. जवळपास संपूर्ण ऊर्ध्व भीमा उप-खोरे हे महाराष्ट्र राज्यातच वसलेले आहे. ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील तीन प्रमुख नद्यांचे (सीना, भीमा आणि नीरा) मुख्य पाणी वरच्या पाणलोट क्षेत्रातून वाहते. त्यांचा उगम पश्चिम घाटाच्या पूर्वाभिमुख घनदाट जंगलात होतो. या नद्या आग्नेयाकडे (दक्षिणपूर्व दिशेला) दख्खनच्या पठारी मैदानावरून वाहतात. हा भाग दाट लोकवस्तीचा आणि नदीकाठांना सुपीक शेतजमिनी असलेला आहे. (आकृती १ पहा)



आकृती १ : ऊर्ध्व भीमा (K-5) मधील ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्याचे भौगोलिक स्थान (उजनीपर्यंत). स्रोत: SOPPECOM द्वारे तयार करण्यात आलेला नकाशा

भीमा नदी ही पुणे जिल्ह्यातील पश्चिम घाटाच्या उत्तर भागातील भीमाशंकर मंदिराजवळ उगम पावते आणि भीमाशंकर वन्यजीव अभयारण्यातून वाहते. ती आग्नेय दिशेला ८६१ किलोमीटर वाहते आणि रायचूरजवळ कर्नाटक आणि तेलंगणा यांच्या सीमेलगत कृष्णेला येऊन मिळते. भीमेला अनेक लहान उपनद्या आहेत

ज्यापैकी बहुतेकांना धरणे आणि बांध घालून अडविण्यात आले आहे. खोऱ्यातील शेतीच्या तसेच तेथील लोकांच्या घरगुती गरजा भागविण्यासाठी जलाशय आणि कालव्यांद्वारे पाणी वितरित केले जाते. ११८ दश लक्ष घन फूट इतकी पाणी साठवण क्षमता असलेले उजनी धरण हे भीमा खोऱ्यातील पाणी साठवण क्षमतेनुसार सर्वात मोठे धरण आहे. हा अहवाल उजनी जलाशय हे ऊर्ध्व भीमा खोऱ्याचा एक्झिट पॉइंट आहे असे गृहीत धरून (आकृती १) परिस्थितीजन्य विश्लेषण सादर करतो. हा पुणे महानगराच्या (PMR) आसपासच्या ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील झपाट्याने शहरीकरण होत असलेला प्रदेश आहे, ज्याची शहरी लोकसंख्या सत्तर लाखांहून जास्त आहे. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील विविध भागांमध्ये हवामान बदल, शहरीकरण आणि जमिनीच्या वापरातील बदल यांसारख्या विविध घटकांशी संबंधित आव्हानांमुळे खोऱ्यातील जलस्थिती, अन्न उत्पादन आणि नैसर्गिक प्रणालींवर प्रचंड ताण येत आहे (Gartley et al., 2009; Karutz et al., 2022; Samal Gedam, 2015). शेतीसाठी तसेच घरगुती वापरासाठी पाण्याची कमतरता, स्थानिक लोकांसमोर येणारी उपजीविकेची आव्हाने, भूजल वापराचा अतिरेक आणि प्रजातींचे अधिवास नष्ट होणे अशा स्वरूपात ही आव्हाने खोऱ्यातील विविध भागांमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारे समोर येतात (Gole et al., n.d.; Karutz et al., 2022).

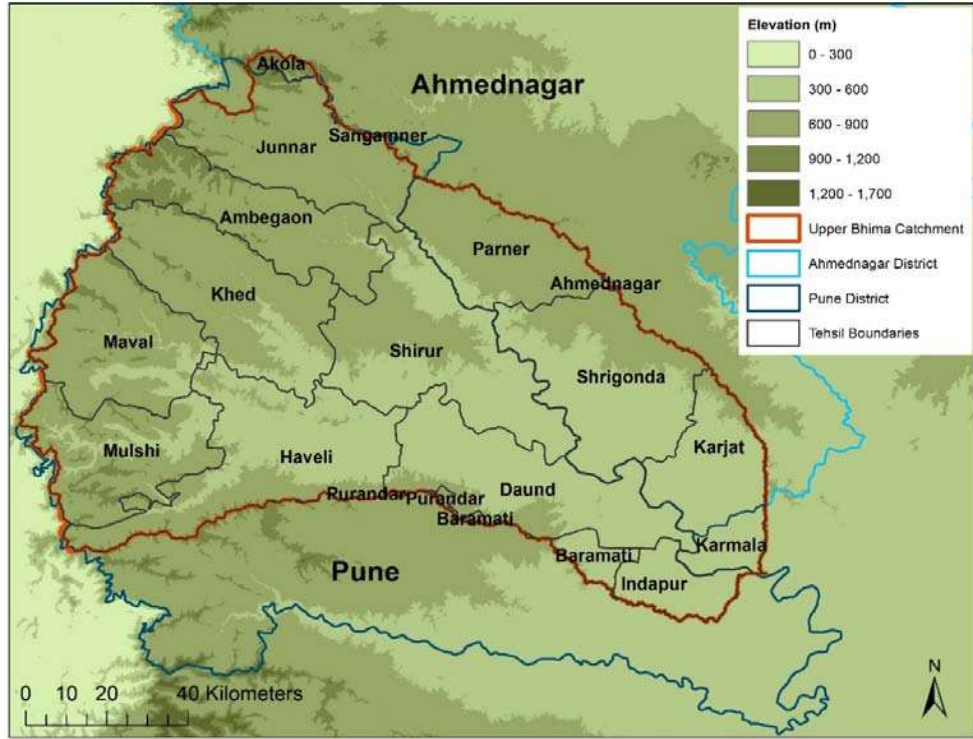
आम्ही दुसऱ्या प्रकरणामध्ये अभ्यास क्षेत्राचे भौतिक, सामाजिक-आर्थिक आणि लँड कव्हर संदर्भातील उपलब्ध साहित्याचा आढावा (डेस्क रिव्यू) घेतला आहे. तिसऱ्या प्रकरणात आम्ही उपलब्ध साहित्य आणि संसाधनांच्या आधारे पाणी, कृषी आणि जैवविविधता या तीन क्षेत्रांची तपशीलवार माहिती दिली आहे. शेवटच्या प्रकरणामध्ये प्रश्न-मांडणी उपक्रम, मुलाखती, लक्षकेंद्री गट चर्चा (फोकस ग्रुप डिस्कशन) आणि हितधारकांबरोबरच्या कार्यशाळा या माध्यमातून, विविध हितधारकांनी मांडलेल्या आव्हानांवर आम्ही चर्चा केली आहे. अभ्यास क्षेत्रातील सध्याची आव्हाने समजून घेण्यासाठी आम्ही तज्ज्ञ, शेतकरी, आदिवासी, सामाजिक कार्यकर्ते आणि व्यवस्थापकांसह खोऱ्याशी निगडित विविध लोकांचा सल्ला घेतला. समीक्षा आणि सल्लामसलत करून आम्ही जल-अन्न-जैवविविधता (W-F-B) परस्पर-संबंधातील आव्हाने ओळखण्याचा देखील प्रयत्न केला आहे जेणेकरून त्यांच्यातील परस्परसंबंध आणि समन्वय समजून घेता येईल. आम्ही पर्यावरणीय स्रोतांच्या वापरातील शाश्वतता, समानता, न्याय, आर्थिक उपक्रमांचा खर्च आणि त्यातून मिळणारे लाभ, संसाधनांचा वापर आणि खोऱ्यात होणाऱ्या बदलांचे चांगले-वाईट परिणाम या मानक उद्दिष्टांवर आधारित दृष्टिकोन अंगिकारला आहे. या पारिस्थितिक विश्लेषणाचा उद्देश हा ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील जल-अन्न-जैवविविधता परस्परसंबंधांसमोरील मुख्य क्षेत्रीय (sectoral) आणि आंतरक्षेत्रीय (intersectoral) आव्हाने ओळखणे हा आहे. याद्वारे या दोन्ही क्षेत्रांमधील ज्ञानातील तफावतीवर देखील प्रकाश टाकण्यात आला आहे.



## २ अभ्यास क्षेत्र

### २.१ भौगोलिक आणि भूरूपिकी (फिझिओग्राफी) संदर्भ

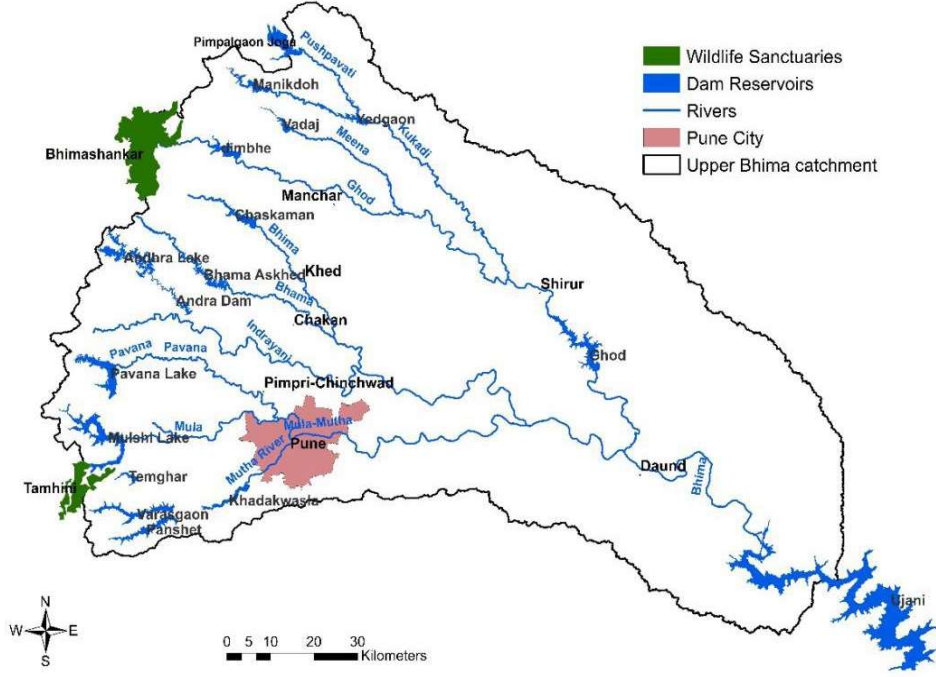
कृष्णा नदीचे चार राज्यांमध्ये खूप मोठ्या क्षेत्रावर पसरलेल्या खोऱ्याचा सर्वात वरच्या बाजूचा, वायव्येकडील भाग म्हणजे आपले अभ्यास क्षेत्र. हे अभ्यास क्षेत्र मुख्यत्वे महाराष्ट्रातील पुणे जिल्ह्यातील जुन्नर, आंबेगाव, खेड, मावळ, मुळशी, हवेली, शिरूर आणि इंदापूर तालुक्यांमध्ये वसलेले आहे. याव्यतिरिक्त या क्षेत्रात अहमदनगर जिल्ह्यातील पारनेर, श्रीगोंदा आणि कर्जत तालुक्यांचाही अंशतः समावेश होतो (आकृती २). उप-खोऱ्याची उंची सुमारे ५०० मीटर पासून ते साधारण १२०० मीटरच्या आसपास आहे.



आकृती २ : अभ्यास क्षेत्रातील प्रशासकीय सीमा आणि स्थलाकृति. स्रोत: SOPPECOM ने तयार केलेला नकाशा

आकृती ३ मध्ये अभ्यास क्षेत्रातील महत्वाचे घटक दाखविलेले आहेत. हे अभ्यास क्षेत्र १४८५८ चौरस किमीच्या भौगोलिक परिसरात पसरलेले असून ते घोड, इंद्रायणी, पवना, मुळा-मुठा, भामा आणि वेळू या भीमेच्या प्रमुख उपनद्यांच्या उप-खोऱ्यांनी वेढलेले आहे. कुकडी प्रकल्प (डिंभे, माणिकडोह, वडज,

पिंपळगाव जोगे आणि येडगाव), घोड, चासकमान, भामा आसखेड, आंध, खडकवासला-पानशेत-वरसगाव, टेमघर, पवना आणि मुळशी हे उप-खोऱ्यातील महत्वाचे प्रकल्प/धरण आहेत. या भागात भीमाशंकर वन्यजीव अभयारण्य आणि ताम्हिणी वन्यजीव अभयारण्य अशी दोन संरक्षित क्षेत्रे आहेत. ही दोन्ही उप-खोऱ्याच्या पश्चिम भागात तर पुणे शहर व पुणे महानगर क्षेत्र हे उप-खोऱ्याच्या साधारणपणे मध्यवर्ती भागात वसलेले आहेत.



आकृती ३ : ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील महत्वाचे घटक. स्रोत: SOPPECOM ने तयार केलेला नकाशा

ऊर्ध्व भीमा उप-खोरे हे भौगोलिकदृष्ट्या तीन वेगवेगळ्या विभागांमध्ये (झोन) विभागले जाऊ शकते (CGWB, २०१३). पश्चिम विभागात किंवा उप-खोऱ्याच्या वरच्या भागात बहुतांश जुन्नर, आंबेगाव, खेड, मावळ आणि मुळशी तालुका (उंची सुमारे ९०० मीटर आणि त्याहून अधिक) यामधील खडकाळ डोंगराळ भागाचा समावेश होतो. मधला भाग हा वरच्या भागाच्या पूर्वेला अंदाजे ३० किमी पसरलेला आहे, ज्यामध्ये आंबेगाव आणि खेडचा पूर्वेकडील भाग, पारनेर, शिरूर आणि हवेली तालुक्यांचा समावेश आहे (उंची ६००-९०० मी). येथील भौगोलिक रचना म्हणजे दर्यामध्ये पसरलेल्या छोट्या टेकड्या, पठारे आणि पठारापासून निघालेल्या मोठ्या सोंडी. उप-खोऱ्याच्या पूर्वेकडील किंवा खालच्या भागामध्ये मैदानी आणि विस्तृत खोऱ्यांमध्ये पसरलेल्या कमी उंचीच्या पसरट टेकड्या अशी भौगोलिक रचना आहे (उंची ५००-६०० मीटर). या भागामध्ये दोंड, श्रीगोंदा, बारामती आणि इंदापूर तालुक्यांचा समावेश आहे (आकृती २ पहा).

उप-खोऱ्याच्या वरच्या, मधल्या आणि खालच्या भागांमध्ये मातीचा प्रकारदेखील बदलतो. शिरूर, दोंड, बरामती आणि इंदापूर या खालच्या भागात अनेक फूट खोल काळी माती आढळते. काळ्या मातीपेक्षा उथळ आणि खडबडीत असलेली तपकिरी माती मधल्या पट्ट्यातील दोंड, शिरूर, श्रीगोंदा आणि पारनेरच्या काही भागांमध्ये आढळते. उपखोऱ्याच्या वरच्या भागात, म्हणजेच जुन्नर आणि आंबेगाव आणि खेडच्या थोड्या भागात लाल माती आढळते. मावळ, मुळशी, भोर, वेल्हे या भागात आणि खेड, आंबेगाव आणि जुन्नरच्या पश्चिम भागात भातासाठी उपयुक्त चिकणमाती मिळते.

अभ्यास क्षेत्रात सामान्यतः उष्णकटिबंधीय हवामान असून जून ते ऑक्टोबर या नैऋत्य मान्सून काळात बहुतांश पाऊस पडतो. या उप-खोऱ्यात वार्षिक पर्जन्यमानात स्थळानुरूप बराच फरक आढळून येतो. पश्चिम घाट पर्वतरांगांमध्ये ४००० मिमी/वर्षापेक्षा जास्त पाऊस पडतो आणि तो दरखूनच्या पठार परिसरात झपाट्याने कमी होऊन ५०० मिमी/वर्षापेक्षा कमी होतो. उप-खोऱ्याचा सर्वात खालचा भाग हा अर्ध-शुष्क किंवा दुष्काळ प्रवण क्षेत्र म्हणून गणला जाऊ शकतो.

## २.२ सामाजिक-आर्थिक परिस्थिति

भारताच्या २०११ च्या जनगणनेनुसार जवळपास ९५ लाख लोकसंख्या असलेला पुणे जिल्हा हा महाराष्ट्रातील दुसऱ्या क्रमांकाचा सर्वाधिक लोकसंख्या असलेला जिल्हा आहे (Chandramouli General, 2011). हा सर्वात जास्त शहरीकरण झालेल्या जिल्ह्यांपैकी एक असून त्याची ६१% लोकसंख्या शहरी भागात राहते. अभ्यास क्षेत्रामध्ये पुणे शहर आणि आसपासचे (६,९१४ चौ. किमी पेक्षा जास्त पसरलेले) महानगर क्षेत्र यापासून बनलेल्या पुणे महानगर प्रदेशाचा (PMR) समावेश आहे. हे सर्वात दाट लोकवस्तीचे क्षेत्र असून याची लोकसंख्या ७० लाखांहून जास्त आहे (Chandramouli General, 2011). PMR विकास प्राधिकरणाने (PMRDA) (2021) तयार केलेल्या मसुदा विकास आराखड्यानुसार २०२१ मध्ये झचठ मधील लोकसंख्या १ कोटी असेल, असा अंदाज वर्तवण्यात आला होता.

अभ्यासाधीन उप-खोऱ्यात वरच्या विभागातील डोंगराळ भागात आदिवासी लोकसंख्या सर्वाधिक आढळून येते. आंबेगाव, जुन्नर आणि खेड या तालुक्यांमध्ये अनुसूचित जमाती (ST) लोकसंख्येचे प्रमाण एकूण लोकसंख्येच्या अनुक्रमे २१%, २०% आणि १०% इतके आहे. मधल्या आणि खालच्या विभागांमध्ये, ST लोकसंख्येचे प्रमाण एकूण लोकसंख्येच्या १-४% पर्यंत आढळते.

PMRच्या बाहेरील अभ्यास क्षेत्रात शेती हा मुख्य व्यवसाय आहे (तक्ता १). वरच्या विभागात (आंबेगाव, जुन्नर) आणि मधल्या विभागात (शिरूर, पारनेर, कर्जत आणि श्रीगोंदा) शेती/लागवड करणाऱ्यांचे प्रमाण अधिक आहे. PMR च्या जवळच्या भागातील (खेड, मावळ आणि मुळशी) लोकसंख्येचा मोठा भाग हा इतर उत्पन्ननिर्मितीच्या कामांमध्ये गुंतलेला आहे आणि शेतीवर कमी अवलंबून आहे. उप-खोऱ्याच्या खालच्या भागात इतर क्षेत्रांच्या तुलनेत शेतमजुरांचे प्रमाण जास्त आहे.

तक्ता १ : वेगवेगळ्या व्यवसायांतर्गत कार्यरत लोकसंख्येची टक्केवारी

	शेती करणारे <sup>१</sup>	शेतमजूर <sup>२</sup>	घरगुती उद्योग <sup>३</sup>	इतर कामगार <sup>४</sup>	किरकोळ कामगार <sup>५</sup>
आंबेगाव	६२.१	१८.८	१.३	१७.८	७.८
जुन्नर	५१.५	२७.८	१.७	१९.०	७.२
खेड	४५.१	१३.०	२.१	३९.८	९.३
मुळशी	३४.५	८.९	३.३	५३.२	१४.८
मावळ	२२.५	८.३	२.८	६६.४	१२.६
शिरूर	५५.७	१४.५	१.५	२८.३	४.९
पारनेर	६५.९	१८.८	१.६	१३.६	५.७
कर्जत	६२.७	२३.९	१.२	१२.२	५.६
श्रीगोंदा	५९.३	२५.२	१.५	१४.०	५.८
दौंड	४४.४	२४.५	१.९	२९.२	९.०
इंदापूर	४५.२	३४.७	१.६	१८.५	६.७

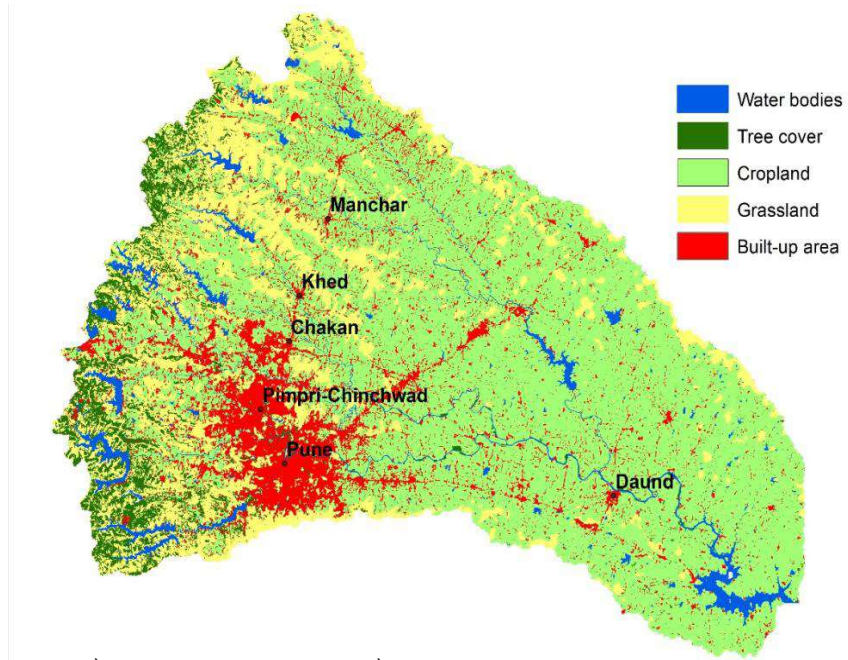
स्रोत: भारताची जनगणना (Chandramouli General, 2011)

### २.३ जमिनीचा वापर आणि भू-आच्छादन

आकृती ४ मध्ये अभ्यास क्षेत्रातील मुख्य भू-आच्छादन प्रकार दर्शविण्यात आले आहेत. युरोपियन स्पेस एजन्सी (नरपरसर शीं रश्र., २०२२) ने या जागतिक भू-आच्छादन वर्गीकरणाने असे दिसून येते की, ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यात सर्वाधिक भू-आच्छादन हे शेती आणि गवताळ प्रदेशाचे (अंदाजे ७९%) आहे, त्यानंतर ११% मानवी वसाहत क्षेत्र आणि ५% जंगले व वृक्षाच्छादित प्रदेश आहे. सामल आणि गेडाम (२०१५) यांनी ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यात यापूर्वी केलेल्या अभ्यासातही अशीच स्थिती दिसून आले. जंगल क्षेत्र हे मुख्यत्वे उत्तर पश्चिम घाटाच्या डोंगराळ भागांपुरते मर्यादित आहे. दख्खन पठाराच्या मैदानावरील, प्रामुख्याने उप-खोऱ्याच्या पूर्वेकडील भागामध्ये शेतजमिनीचे मोठे पट्टे पाहण्यास मिळतात. गवताळ प्रदेश मुख्यतः उप-खोऱ्याच्या पश्चिमेकडील डोंगर उतारांवर आढळतात. हा प्रदेश पश्चिमेकडील तीव्र अशा जंगलातील उतारापासून पूर्वेकडील कृषी मैदानापर्यंत पसरला आहे. धरणाचे जलाशय हे भूपृष्ठीय जलस्रोत आहेत आणि ते मोठ्या प्रमाणात उप-खोऱ्याच्या पश्चिमेकडील भागाकडे केंद्रित आहेत जिथे जास्त पाऊस पडतो. उप-खोऱ्याचा हा भाग अनेक बदलांना सतत सामोरा जात आहे. अलिकडच्या काळात पुणे शहर आणि

१. सरकार किंवा खाजगी व्यक्ती (व्यक्तीकडून) किंवा एखाद्या संस्थेच्या मालकीच्या किंवा त्यांच्याकडून घेतलेल्या जमिनीवर पैसे किंवा तत्सम मोबदला किंवा वाटा देऊन शेती लागवड करत असतो.
२. ज्या लोकांचे प्राथमिक उत्पन्न इतरांच्या शेतात काम करून मिळणाऱ्या मोबदल्यातून येते.
३. कुटुंबातील एक किंवा अधिक सदस्यांनी घरामधून किंवा ग्रामीण भागात गावातच तर शहरी भागात फक्त कुटुंब राहत असलेल्या घराच्या हद्दीत चालवलेला उद्योग.
४. इतर कामगारांमध्ये कारखान्यातील कामगारांचा समावेश आहे..
५. ज्या कामगारांनी किमान १८३ दिवस काम केलेले नव्हते, म्हणजे संदर्भ कालावधीचा मोठा कालावधी.

आसपासच्या परिसरातील मानवी हस्तक्षेपांमुळे हे बदल अधिक वेगाने होत आहेत. भारतातील सर्वात वेगाने वाढणाऱ्या शहरांपैकी एक असणारे पुणे शहर अभ्यासाधीन उप-खोऱ्यातील शहरीकरणाचे केंद्र आहे (आकृती ३ आणि आकृती ४). आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दाट वासहतीचा भाग मुख्यत्वे पुणे शहर आणि पिंपरी-चिंचवड शहराच्या आसपास दिसतो. पिंपरी-चिंचवड प्रदेश पुणे शहराच्या वायव्य दिशेस आहे. १९९० ते २०१० या कालावधीत शहर आणि प्रमुख वाहतूक मार्ग असणारा राष्ट्रीय महामार्ग यांच्या आसपास बांधकाम क्षेत्रांमध्ये सलग (एकरेषीय) आणि लक्षणीय वाढ दिसून आली आहे (Samal Gedam, 2015). चाकणसह पिंपरी-चिंचवड हे पुण्याचे औद्योगिक उपनगर आहेत. बऱ्याच उद्योगांची, विशेषतः वाहनउद्योगाची (ऑटोमोबाईल्सची) मुख्य कार्यालये या भागात आहेत.



आकृती ४ : अभ्यास क्षेत्राचा भू-आच्छादन नकाशा. स्रोत : Zanaga et al. (2022)

भारतातील इतर अनेक शहरांप्रमाणे PMR ला देखील जलद आर्थिक वाढ, शहरीकरणाचा अनियंत्रित विस्तार आणि मुख्यतः स्थलांतरामुळे लोकसंख्या वाढीचा फटका बसत आहे (Butsch et al., 2017). या जलद शहरीकरणामुळे उप-खोऱ्यातील मोठ्या भौगोलिक क्षेत्रामध्ये नैसर्गिक संसाधने आणि एकूण पर्यावरणावर परिणाम होत आहे (Samal Gedam, 2012). उदाहरणार्थ, बांधकाम क्षेत्र आणि अभेद्य फरसबंदी/रस्ते यांच्या वाढीमुळे भूपृष्ठावरील पाणी वाहून जात असून पाणी मुरण्याचे प्रमाण कमी झाले आहे. त्यामुळे अतिवृष्टी दरम्यान आकस्मिक पूर (Flash Flood) येऊ शकतो (Shukla et al., 2014a). शहरीकरण आणि औद्योगिकीकरणाच्या प्रदूषणामुळे भूपृष्ठावरील पाण्याच्या गुणवत्तेवरही दुष्परिणाम होत असल्याचे अभ्यासातून दिसून आले आहे (Shukla et al., 2014b).



## ३ जल, अन्न आणि जैवविविधता रूपरेखा

### ३.१ जल संसाधन रूपरेखा

#### ३.१.१ भूपृष्ठावरील जलस्रोत

भीमा आणि तिच्या प्रमुख उपनद्या - घोड, मुळा-मुठा, इंद्रायणी, पवना, कुकडी तसेच भामा पश्चिमेकडील डोंगरांमध्ये उगम पावतात आणि पूर्वेकडे वाहतात. कृषी, घरगुती, औद्योगिक आणि जलविद्युत तसेच आंतरराज्यीय प्रदेश या सर्वांची पाण्याची गरज भागवताना मोठ्या आंतरक्षेत्रीय (intersectoral) मागणीमुळे ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील पाण्याच्या उपलब्धतेवर अति ताण पडत आहे (Garg et al., 2012). हे खोरे (K-5) हे सुमारे १.६ कोटी लोकसंख्येला पाणी पुरविते, त्यापैकी सुमारे ८० लाख लोक शहरी भागात राहतात (Integrated State Water Plan, 2018). सर्वाधिक पाऊस पडणारे भीमेचे ऊर्ध्व उप-खोरे हे संपूर्ण खोऱ्यातील पाण्याची गरज पूर्ण करण्यात अतिशय महत्त्वाची भूमिका बजावते. येथे भीमेच्या उगमाकडील पाणी (headwaters) अनेक मोठ्या आणि मध्यम धरणांद्वारे नियंत्रित करण्यात आले आहे. तक्ता २ मध्ये भीमेच्या ऊर्ध्व उप-खोऱ्यातील महत्त्वाच्या सिंचन प्रकल्पांची ठळक वैशिष्ट्ये दिली आहेत.

तक्ता २ : ऊर्ध्व भीमा उपखोऱ्यातील मोठ्या प्रकल्पांचा तपशील

प्रकल्प	नदी	उद्देश्य	उपयुक्त (जिवंत) जलसाठा (Mm <sup>3</sup> )	एकूण जलसाठा (Mm <sup>3</sup> )	इन्स्टॉल क्षमता (MWH)
उजनी	भीमा	सिंचन आणि जलविद्युत	१५१८	३३२०	१२
घोड	घोड	सिंचन	१५५	२१६	-
चासकमान	भीमा	सिंचन आणि जलविद्युत	२१४	२४१	३
भामा असखेड	भामा	सिंचन आणि घरगुती	२१७	२३०	-
पानशेत	अंबी	सिंचन आणि घरगुती	३०१	३१०	-
वरसगाव	मोसे	सिंचन आणि घरगुती	३६३	३७५	-
खडकवासला	मुठा	सिंचन, घरगुती आणि जलविद्युत	५६	८६	८
पवना	पवना	सिंचन आणि जलविद्युत	२७४	३१८	१०
डिंभे	घोड	सिंचन आणि जलविद्युत	३५५	३८२	५
माणिकडोह	कुकडी	सिंचन आणि जलविद्युत	२८८	३०८	६
वडज	मीना	सिंचन	३३	३६	-

येडगाव	कुकडी	सिंचन	७९	९३	–
पिंपळगाव जोगे	पुष्पावती	सिंचन	११०	२३५	–
मुळशी	मुळा	जलविद्युत	५२३	५५४	१५०
टाटा लेक्स		जलविद्युत	२६५	२७४	७२
आंध्र	इंद्रायणी	जलविद्युत	३५३	३५३	७२

स्रोत: Garg et al (2012)

पावसाळ्यात जलाशयांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर पाणी जमा होते (जून-ऑक्टोबरमध्ये ८५% पाऊस पडतो). पाण्याच्या उपलब्धतेनुसार वर्षभरात साठविलेले पाणी मुख्यतः तीन कारणांसाठी वापरले जाते - घरगुती, शेती आणि औद्योगिक.

नदीखोऱ्याच्या खालच्या भागातील (Downstream) पाण्याची उपलब्धता प्रामुख्याने वरच्या जलाशयांमधून पाणी सोडण्यावर अवलंबून असते. पूर नियंत्रण तसेच पाणीसाठा नियंत्रण या दोन्हीसाठी जलाशयांचा उपयोग केला जातो. कोरड्या हंगामातील पिकांसाठी आणि कोरडवाहू शेतीला सिंचनासाठी पाणी उपलब्ध करून देण्याच्या प्राथमिक उद्देशाने खोऱ्यातील प्रकल्पांचे नियोजन आणि रचना करण्यात आली होती. तथापि, बदलत्या क्षेत्रीय आणि आंतरक्षेत्रीय पाण्याच्या मागणीमुळे खोऱ्यातील जलस्रोतांवर ताण येत राहिला. बदललेली आणि अधिक पाणी लागणारी पीक पद्धती, वाढते शहरीकरण आणि औद्योगिकीकरण यांमुळे पाणी मागणीत बदल झाला आहे (Garg et al., 2012).

### ३.१.२ भूजल संसाधने

ऊर्ध्व भीमा खोऱ्याची भौगोलिक रचना ही जवळजवळ संपूर्णपणे दख्खनच्या ज्वालामुखीतून झालेली आहे. बेसाल्ट खडकाची सच्छिद्रता अतिशय कमी असते आणि त्याची भूजल धारण क्षमता ही हवामान, भूरूपिकी आणि भूगर्भीय घटकांवर आधारित असते (Kulkarni et al., 2000). बेसाल्टमध्ये भूजल सामान्यतः बंदिस्त किंवा अर्ध-बंदिस्त परिस्थितीत आढळते. पुणे जिल्ह्यात मुख्यत्वे गाळापासून बनलेले (alluvial) आणि बेसाल्टचे भूजलधारक (aquifer) आढळून येतात. येथे भूजल हे साधारणपणे मोठ्या व्यासाच्या विहिरींमधून किंवा अरुंद व्यासाच्या बोअरवेलमधून काढले जाते. उथळ जलवाहकातील (गाळाचे) पाणी साधारणपणे ९ ते ३० मीटर खोलीच्या विहिरीद्वारे काढले जाते, पाण्याची पातळी जमिनीखाली २.१ ते २५ मीटर (bgl) पर्यंत असते आणि पाण्याची उपलब्धता १० ते १०० m<sup>3</sup>/दिवस इतकी असते. अधिक खोलवरच्या भूजलधारकांमधील पाणी ५० ते १८० मीटर खोल बोअरवेलद्वारे काढले जाते आणि यातील पाण्याची पातळी जमिनीखाली ६ ते ४५ मी. पर्यंत असते (CGWB, 2018). भूजल पातळी (water table) अभ्यास क्षेत्राच्या दक्षिण-पूर्व भागात सरासरी समुद्रसपाटीपासून (amsl) ४८० मीटर उंचीपासून ते उत्तर-पश्चिम भागात सुमारे ७०० मीटर उंचीपर्यंत आढळते.

ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्याच्या स्थालाकृतीआधारे विभागलेल्या तीन भागांची भूजल धारण क्षमता वेगवेगळी आहे. उप-खोऱ्यातील डोंगराळ भागात, तीव्र उतार आणि मातीच्या पातळ आवरणामुळे पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाण खूप जास्त असून जमिनीत पाणी मुरवण्याची क्षमता कमी आहे. पायथ्याच्या भागातही पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाण जास्त आणि पाणी मुरण्याचे प्रमाण कमी आहे. या भागात भूजल विकासासाठी अनुकूल क्षेत्रे आहेत. मोठ्याप्रमाणावर पाणी वाहून जात असल्याने, भूजलासाठी पठार देखील फारसे अनुकूल नाहीत. या नदी खोऱ्यातील दऱ्या आणि मैदानी प्रदेश हे जलधारण क्षमतेच्या दृष्टीने सर्वाधिक अनुकूल आहेत. या ठिकाणी जमिनीत पाणी मुरवण्याची क्षमता जास्त आहे, मातीचा थर जाड आहे आणि पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाणही कमी आहे. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यात निव्वळ भूजल उपलब्धता ३४४० दशलक्ष घनमीटर (MCM) आहे. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील जिल्हानिहाय भूजल उपलब्धता तक्ता क्र. ३ मध्ये दर्शविली आहे.

तक्ता ३: जिल्हानिहाय भूजल उपलब्धता

जिल्हा	भूजल उपलब्धता	वापरण्याजोगे भूजल (दशलक्ष घनमीटर) उपलब्धतेच्या ७०%	भूजल वापर (दशलक्ष घनमीटर)
पुणे	१७२०	११९२	१२८७
अहमदनगर	६३९	४२६	४४१
सोलापूर	१४२१	१०९२	११३६
उस्मानाबाद	२८३	१७७	१८१
बीड	१७५	८८	९६
सातारा	३९२	२७८	२९१
सांगली	२७६	१८७	१९३
एकूण	४९०६	३४४०	३६२७

स्रोत: एकात्मिक राज्य जल योजना/Integrated State Water Plan (2018)

खोऱ्यातील भूजलाचा वापर योग्य प्रमाणापेक्षा जास्त आहे आणि त्यामुळे भविष्यात खोऱ्यातील भूजलाचा विकास होण्यास वाव नाही (ISWP, 2018).

### ३.१.३ कृष्णा जल विवाद न्यायाधिकरण

भीमा खोरे हे मोठ्या आंतरराज्यीय कृष्णा नदी खोऱ्याचे उप-खोरे आहे. कृष्णा खोरे महाराष्ट्र, कर्नाटक, तेलंगणा आणि आंध्र प्रदेश या राज्यांत पसरलेले आहे. भारतीय राज्यघटनेनुसार पाणी हा प्रामुख्याने राज्याचा विषय आहे. परंतु, आंतरराज्यीय नद्यांच्या बाबतीत, सह-खोऱ्यातील राज्यांमध्ये आंतरराज्यीय पाणी संघर्ष उद्भवल्यास केंद्र शासन हस्तक्षेप करू शकते. केंद्र शासन आंतरराज्यीय जल विवाद कायदा १९५६ अंतर्गत न्यायाधिकरणाची नियुक्ती करू शकते.

कृष्णा जल विवाद न्यायाधिकरण १ (KWDT-I) ची स्थापना प्रथम १९६९ मध्ये महाराष्ट्र, कर्नाटक आणि अविभाजित आंध्र प्रदेश (आता तेलंगणा आणि आंध्र प्रदेश) या राज्यांमधील विवाद निवारणासाठी करण्यात आली होती. या न्यायाधिकरणाने १९७५ मध्ये दिलेल्या निवाड्यानुसार, विविध राज्यांना पाणी वाटप करण्यासाठी कृष्णा खोऱ्यातील एकूण पृष्ठभागावरील पाण्याची खात्रीशीर उपलब्धता (विश्वासार्हता)<sup>६</sup> ७५% धरण्यात आली आणि जी सुमारे ५८,२९८ दशलक्ष घनमीटर होती. भूपृष्ठावरील या एकूण उपलब्ध पाण्याची वाटणी या तीन विवादग्रस्त राज्यांत करण्यात आली.

KWDT-I ने २००० साली वापर न झालेल्या पाण्याचा वाटप ठरवण्यासाठी आपल्या निवाड्याचा आढावा घेण्यास परवानगी दिली. परंतु पुढील तीन वर्षे कोणताही आढावा घेण्यात आला नाही. तेव्हा २००४ मध्ये तिन्ही राज्यांच्या विनंतीआधारे कृष्णा जल विवाद न्यायाधिकरण खख (KWDT-II) ची स्थापना करण्यात आली. घथउद्ध- खख ने २०१३ मध्ये पारित झालेल्या आपल्या निकालात आदेश दिला की, ज्यावर्षी अतिरिक्त पाणी उपलब्ध असेल (पर्जन्यमान सरासरीपेक्षा जास्त असेल) तेव्हा ते खोऱ्यातील राज्यांमध्ये समान रीतीने वाटले जावे. न्यायाधिकरणाच्या आदेशाच्या कलम ५ आणि ६ नुसार, हे अधिशेष संपूर्ण कृष्णा खोऱ्यासाठी अनुक्रमे ६५% विश्वासार्हतेचा प्रवाहाला ४६१३ दशलक्ष घनमीटर आणि सरासरी प्रवाहाला ८०६६ घनमीटर म्हणून निर्धारित केले गेले (ISWP, 2018). यानुसार, महाराष्ट्राचा एकूण वाटा खालील तक्ता क्रं. ४ मध्ये दर्शविण्यात आला आहे:

तक्ता ४: KWDT आदेश १ आणि २ नुसार भूपृष्ठावरील पाण्याचा महाराष्ट्राचा वाटा (दशलक्ष घनमीटरमध्ये)

७५% विश्वासार्हतेवर आधारित पाणी वाटप (KWDT -I आदेशावर आधारित)	१६५६७
६५% विश्वासार्हतेवर आधारित (KWDT -II आदेशावर आधारित) अतिरिक्त पाणी वाटप	१२१८
अधिशेष प्रवाहाचे वाटप (सरासरी प्रवाहानुसार मूल्यांकन)	९९१
एकूण	१८७७६
नदीत किमान प्रवाह राखले जावेत	८५
वापरासाठी एकूण उपलब्ध	१८६९१

स्रोत: कृष्णा जल विवाद न्यायाधिकरण (२०१०)

अशा प्रकारे, KWDT-II च्या निवाड्याचा परिणाम ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यासह महाराष्ट्र राज्यातील कृष्णा खोऱ्यात येणाऱ्या सर्व जलस्रोतांच्या नियोजन आणि व्यवस्थापनावर होतो. KWDT-II च्या आदेशानुसार ठरवण्यात आलेली ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील (K-5) पाण्याची एकूण उपलब्धता, तक्ता क्रं. ५ मध्ये दर्शविण्यात आली आहे.

६. Dependability – विश्वासार्हता हा शब्द साधारणपणे खात्रीशीर प्रवाह या अर्थाने वापरला जात असून याचा अर्थ एका विशिष्ट बिंदूवर (जलाशय/विसर्जन बिंदू इ.) सतत उपलब्ध असलेला भूपृष्ठ/भूजलाचा प्रवाह किंवा प्रमाण. उदाहरणार्थ, ७५% विश्वासार्ह प्रवाह म्हणजे १०० वर्षांपैकी ७५% वर्षांत इतका विशिष्ट प्रवाह आढळून येतो. उच्च विश्वासार्ह प्रवाह म्हणजे कमी प्रवाह असेल परंतु अधिक वर्षांसाठी आणि कमी विश्वासार्ह प्रवाह म्हणजे अधिक प्रवाह असेल परंतु कमी वर्षांसाठी (उदाहरणार्थ ६५% आणि ५०% विश्वासार्ह प्रवाह).

तक्ता ५ : KWDT-II (दशलक्ष घनमीटरमध्ये (MCM)) नुसार ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील (K-5) वापरण्यायोग्य पाणी.

जलस्रोत	सरासरी	६५% विश्वासार्हता	७५% विश्वासार्हता
भूपृष्ठावरील पाणी	११४३९	१०६८६	९४८४
भूजल	३४४०	३४४०	३४४०
एकूण पाण्याची उपलब्धता	१४८७९	१४१२६	१२९२४

स्रोत: ISWP (2018)

अभ्यास क्षेत्र किंवा संबंधित उप-खोरे हा उजनी धरणापर्यंतचा ऊर्ध्व भीमा खोऱ्याचा फक्त एक भाग आहे, म्हणून संबंधित विशिष्ट उप-खोऱ्यासाठी शिल्लक पाण्याचा अंदाज वर्तविण्यात आला आहे (तक्ता ६).

शिल्लक पाण्याचा अंदाज काढण्यासाठी केलेली गृहीतके खालीलप्रमाणे आहेत :

- अ) घरगुती पाणी वापर: उप-खोऱ्यातील (जलशास्त्रीय सीमा) अचूक लोकसंख्या उपलब्ध नाही. पुणे जिल्ह्याने बहुतांश उप-खोरे व्यापलेले असल्याने आणि शहरी भाग घरगुती वापरासाठी सर्वाधिक पाणी वापरत असल्याने, घरगुती पाणी वापराच्या अंदाजासाठी, पुणे जिल्ह्याच्या एकूण लोकसंख्येचा आकडा वापरण्यात आला आहे. ग्रामीण वा शहरी लोकसंख्या असा फरक न करता, दरडोई पाण्याचा वापर १०० लिटर प्रति दिन (lpcd) गृहीत धरण्यात आला आहे.
- आ) औद्योगिक पाणी वापर: औद्योगिक पाणी वापर एकात्मिक राज्य जल आराखड्याच्या (ISWP, 2018) अहवालात नमूद केल्याप्रमाणे २७९ दशलक्ष घनमीटर (MCM) गृहीत धरण्यात आला आहे. अभ्यास क्षेत्रातील उद्योगांच्या पाणी वापराची अचूक माहिती उपलब्ध नाही आणि संपूर्ण ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील औद्योगिक पाणी वापराचा विचार केला तरी एकूण शिल्लक पाण्यात लक्षणीय फरक पडणार नाही.
- इ) खोऱ्यातील शेतीसाठी एकूण पाणी वापर ११९४२ दशलक्ष घनमीटर (MCM) (भूपृष्ठावरील आणि भूजल मिळून) आहे (ISWP, 2018). खोऱ्यातील सिंचनाखालील एकूण क्षेत्र १२,७३,८१० हेक्टर असून प्रति हेक्टर एकूण पाणी वापर ९३७५ घनमीटर/हेक्टर आहे.

उप-खोऱ्यातील (अभ्यास क्षेत्र) एकूण सिंचन क्षेत्र २,१२,१७२ हेक्टर आहे. त्यामुळे एकूण प्रती हेक्टर पाणी वापर १९८९ दशलक्ष घनमीटर गृहीत धरण्यात आला आहे. अभ्यास क्षेत्रातील अंदाजे शिल्लक पाणी तक्ता क्रं. ६ मध्ये दर्शविण्यात आले आहे.

तक्ता क्रं. ६: अभ्यास क्षेत्रातील अंदाजे शिल्लक पाणी (दशलक्ष घनमीटर (MCM) मध्ये).

अभ्यास क्षेत्र (अंदाजे)			
उपलब्ध पाणी			
स्रोत	सरासरी	६५% विश्वासार्हता	७५% विश्वासार्हता
भूपृष्ठावरील पाणी	७३४९	६६१६	५४२४
भूजल	१४००	१४००	१४००

पाण्याची एकूण उपलब्धता	८७४९	८०१६	६८२४
उपयोगांसाठी उपलब्ध एकूण साठवण क्षमता	३८००		
<b>पाण्याचा वापर</b>			
घरगुती	३४६	३४६	३४६
औद्योगिक	२७९	२७९	२७९
शेती	१९८९	१९८९	१९८९
बाष्पीभवन	२६०	२६०	२६०
एकूण पाणी वापर	२८७४	२८७४	२८७४
अधिशेष / तूट	५८७५	५१४२	३९५०

स्रोत: ISWP (2018)

वरील तक्त्यावरून, उप-खोऱ्यातील सध्याचा पाणी वापर उपलब्ध पाण्यापेक्षा कमी असल्याचे दिसून येते. एकंदरीत अतिरिक्त पाणी उपलब्ध असल्याचे दिसत असले तरी, उपखोऱ्याच्या वरच्या भागात त्याचा फारसा वापर होत नाही. बहुतांश पाण्याचा वापर हा खालच्या भागात होतो. उपखोऱ्यात आजपर्यंत निर्माण झालेली एकूण पाणी साठवण क्षमता सुमारे ३८०० दशलक्ष घनमीटर आहे. या तुलनेत, उजनी धरणाची साठवण क्षमता ३३२० दशलक्ष घनमीटर आहे. उपखोऱ्यातील उपलब्ध प्रवाहांपैकी सुमारे ४०-५०% प्रवाह उजनी धरणात साठत आहेत.

येथे हे लक्षात घेणे आवश्यक आहे की, उजनी धरणातील पाणी खालच्या भागातील सोलापूर जिल्ह्यातील ऊस सिंचनासाठी मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते. प्रा. प्रदीप पुरंदरे यांसारख्या तज्ज्ञांच्या मते, ऊस लागवड एकूण लागवडीखालील क्षेत्राच्या फक्त ४% क्षेत्रावर केली जात असली तरी, तिला १००% सिंचन आवश्यक असते आणि एकूण सिंचन क्षेत्रातील तिचा वाटा २३% इतका आहे. तसेच, दांडेकर आणि ठक्कर (२०१३) यांच्या अभ्यासानुसार, २०१३ साली सोलापूर जिल्ह्यात ऊस सिंचनाखालील एकूण क्षेत्र १,५५,६८४ हेक्टर इतके होते. या भागातील एकट्या उसाला सिंचनासाठी २६३० दशलक्ष घनमीटर पाणी लागते. यामुळे, एकूण उपलब्ध पाण्यापैकी सुमारे ३०-४०% पाणी फक्त एकाच पिकाची गरज भागवण्यासाठी वापरले जाते.

यामुळे, विशेषतः उप-खोऱ्याच्या विविध भागातील पाणी वापराचा प्रश्न उपस्थित झाल्यावर, समानता आणि न्यायाच्या बाबतीत गंभीर चिंता उत्पन्न होतात. उप-खोऱ्याच्या खालच्या भागात सिंचन विकास जास्त असल्याचे स्पष्ट दिसते, भीमा खोऱ्यातील वरच्या पाणलोट क्षेत्रात विशेषतः जुन्नर, आंबेगाव आणि खेड तालुक्यांतील डोंगराळ भागात पावसावरील अवलंबित्व खूप जास्त आहे. घोड नदीवरील डिंभे बंधाऱ्याच्या खालच्या भागात सिंचनासाठी सर्वाधिक पाणी वापरले जाते.



डिंभे धरण जलाशय. छाया : बार्बरा विलआर्त्स



डिंभेच्या लाभक्षेत्रातील कॅनॉल. छाया : बार्बरा विलआर्त्स

### ३.२ कृषी रूपरेखा

ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील सुमारे ७०% जमिनीचा वापर शेतीसाठी होतो. उप-खोऱ्यातील पीक पद्धती मुख्यतः पर्जन्यमान, मातीचा प्रकार आणि पाण्याची उपलब्धता यावर अवलंबून आहेत. पश्चिमेकडून पूर्वेकडे (वरच्या ते खालच्या पाणलोट) पर्जन्यमानातील फरक हा उप-खोऱ्यातील एक प्रमुख पर्यावरणीय ग्रेडियंट (प्रवणता) आहे. तक्ता ७ मध्ये - उप-खोऱ्यातील विविध विभागांमध्ये वार्षिक पावसाची दहा वर्षातील सरासरी देण्यात आली आहे.

तक्ता ७: दहा वर्षातील वार्षिक पावसाची सरासरी मीमी मध्ये (२००७-२०१७)

ऊर्ध्व भाग	मध्य भाग	निम्न भाग
मावळ (१७६०.५१)	पुणे City (७८८.०२)	दोंड (४५०.३८)
मुळशी (१८३५.०१)	हवेली (६६७.९२)	इंदापूर (५०५.४३)
जुन्नर (८८७.४९)	शिरूर (५३७.५२)	
आंबेगाव (७७४.५१)	खेड (७४८.५८)	

स्रोत: CGWB (2018)

उप-खोऱ्यात पुढील दोन मुख्य पीक हंगाम आहेत - खरीप (पावसाळा किंवा जून-ऑक्टोबर) आणि रब्बी (पावसाळ्यानंतर किंवा नोव्हेंबर-मार्च). खोऱ्यात तीन प्रकारच्या मुख्य पीक पद्धती आढळून येतात: पावसावर आधारित शेती, ज्यामध्ये फक्त पावसाळ्यातील पावसाच्या पाण्याचा वापर करून पिके घेतली जातात (सिंचन नसते); अल्प कालावधीची पिके (१००-१२० दिवस), पूर्ण किंवा आंशिक सिंचन; दीर्घ कालावधीची सिंचन पिके (दोन हंगामात घेतली जाणारी किंवा बारमाही). ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील महत्त्वाची पिके व पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

१. वरचा भाग : उप-खोऱ्याच्या या पश्चिम भागात जास्त पाऊस पडत असला तरी, इथली भौतिक परिस्थिती ही पाणी साठवण आणि भूजल पुनर्भरणासाठी अनुकूल नाही. हे सर्व प्रमुख जलाशयांचे पाणलोट क्षेत्र आहे. त्यामुळे येथे सिंचन प्रकल्पांचे पाणीही उपलब्ध होत नाही. येथील पीक पद्धती बहुतांशी पावसावर अवलंबून असते. चिकणमाती भात पिकासाठी योग्य असून ते या प्रदेशातील सर्वात महत्त्वाचे खरीप पीक आहे. पावसाळ्यानंतर, जमिनीत कितपत ओलावा आहे त्यानुसार, दुसऱ्या पिकाची शक्यता मर्यादित असते. यात हरभरा, गहू, नाचणी, कुटकी यांचा समावेश असतो.
२. मध्य भाग - भूपृष्ठावरील तसेच भूजलाच्या उपलब्धतेच्या दृष्टीने हा उप-खोऱ्याचा सर्वात समृद्ध भाग आहे. मधला बहुतांश भाग हा सिंचन प्रकल्पांच्या लाभक्षेत्रात येतो (धरण/प्रकल्पाच्या आजूबाजूचा असा परिसर ज्याला धरणाचा फायदा होतो, मुख्यत्वे सिंचनासाठी पाण्याच्या स्वरूपात). साहजिकच या भागात विविध प्रकारची बागायती पिके घेतली जातात. या क्षेत्रातील सर्वाधिक पाणी पिणाऱ्या पिकांपैकी एक म्हणजे ऊस. भाजीपाला लागवडीसाठीही हे क्षेत्र ओळखले जाते. पुणे आणि मुंबईला होणाऱ्या भाजीपाल्याच्या पुरवठ्याचा मोठा वाटा याच भागातून येतो. याठिकाणी पावसाळ्यानंतर विविध प्रकारच्या भाज्यांची लागवड केली जाते. खेड, शिरूर आणि दोंडमधील अनेक फूट खोल काळी माती गहू, ज्वारी व कडधान्यासारख्या रब्बी पिकांसाठी उत्तम आहे.
३. निम्न भाग - हा उप-खोऱ्यातील कमी पर्जन्यमान असलेला सर्वात कोरडा, अर्ध-शुष्क प्रदेश आहे. तसेच, विद्यमान प्रकल्पांच्या बहुतांश सिंचन कालव्यांचाही हा शेवटचा टप्पा (टेल-एंड) आहे. परिणामी, या क्षेत्रात जेथे भूजल उपलब्ध आहे तेथे पावसावर आधारित शेती किंवा अंशतः बागायती पिके घेतली जातात. महत्त्वाच्या पिकांमध्ये गहू, ज्वारी, बाजरी, मका, भुईमूग इ. समावेश होतो.

व्यापक ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यात, तृणधान्याखालील क्षेत्र ४७%, तेलबियांखालील १४%, ऊसाखालील २०% तर कडधान्ये पिकवली जाणारे क्षेत्र १५% आहे. उप-खोऱ्यातील महत्त्वाच्या फळपिकांमध्ये आंबा, पेरू, सीताफळ व डाळिंब यांचा समावेश होतो. या प्रदेशात पाण्याची टंचाई (विशेषतः उन्हाळ्यात कोरड्या क्षेत्रात) असूनही, बरेचसे क्षेत्र भरपूर पाणी पिणाऱ्या उसाच्या लागवडीखाली आहे. ऊस लागवडी खालील क्षेत्र वाढत असल्याने सिंचनासाठी पाण्याची मागणीही वाढत असून याचा पाण्याच्या उपलब्धतेवर विपरीत परिणाम होत आहे. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यात उसासाठी पाण्याच्या वापरात लक्षणीय वाढ झाल्याचे दिसत असताना इतर पिकांसाठी किरकोळ वाढ झाल्याचे दिसते (Udmale et al., 2014).

### ३.३ जैवविविधता रूपरेखा

पश्चिम घाट, जेथे भीमा नदी उगम पावते, हा ३४ जागतिक जैवविविधता हॉटस्पॉट्सपैकी एक आहे (Myers et al., 2000). हा परिसर केवळ विलक्षण जैवविविधतेने समृद्धच नाही तर द्वीपकल्पीय भारतात (peninsular India) राहणाऱ्या लाखो लोकांच्या (अंदाजे २४.५ कोटी) उपजीविकेचा आधारही आहे कारण या प्रदेशाला पाणी पुरवठा करणाऱ्या बहुतांश नद्यांचा उगम पश्चिम घाटातच होतो. भारताच्या एकूण भौगोलिक क्षेत्रापैकी ६% पेक्षाही कमी क्षेत्र व्यापत असलेला पश्चिम घाट भारतातील सर्व वनस्पती, मासे, सरीसृप, पक्षी आणि सस्तन प्राण्यांच्या ३०% प्रजातींचे निवासस्थान आहे (Bawa et al., 2007). हा प्रदेश वाघ आणि हत्ती यासारख्या मोठ्या व महत्वपूर्ण सस्तन प्राणी प्रजातींचेही घर आहे. समृद्ध जैवविविधता आणि संवर्धन मूल्ये असलेल्या पश्चिम घाटातील काही क्षेत्रे वन्यजीव अभयारण्ये, व्याघ्र प्रकल्प आणि राष्ट्रीय उद्याने म्हणून संरक्षित आणि संवर्धित केली गेली आहेत.

ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जाणाऱ्या भूरीय आणि हवामानाच्या ग्रेडियंटचा (प्रवणता) विचार केल्यास, वरच्या भागातून खालच्या भागाकडे जाताना परिसंस्था आणि जैवविविधतेमध्ये देखील लक्षणीय बदल आढळून येतो.

१. उप-खोऱ्याचा वरचा भाग उत्तरेकडील पश्चिम घाटात येतो. हे क्षेत्र येथील प्रजातींची विविधता व प्रदेशनिष्ठता तसेच जांभ्याचे पठार आणि रॉक आउटक्रॉप्स सारख्या विशिष्ट अधिवासांसाठी ओळखले जाते. वरच्या क्षेत्रात डोंगराळ भागात उष्णकटिबंधीय आर्द्र रुंद पानी झाडांची जंगले आहेत. हे उपखोऱ्यातील सर्वाधिक जैवविविधतेने समृद्ध असे क्षेत्र आहे. उंच पर्वत रांगांवर वसलेली ही सदाहरित जंगले प्रामुख्याने शेकरू (Indian Giant Squirrel) या प्रदेशनिष्ठ प्रजातीच्या संरक्षणासाठी भीमाशंकर वन्यजीव अभयारण्यांतर्गत संरक्षित केलेली आहेत. भीमा नदीच्या उगमस्थानाजवळ असलेल्या भीमाशंकर मंदिरामुळे या अभयारण्याला मोठे धार्मिक महत्त्व देखील आहे. या मंदिरात दरवर्षी, विशेषतः पावसाळ्यात, देशभरातून लाखो यात्रेकरू येतात. वनौषधी आणि खाद्य वनस्पतींनी समृद्ध असलेली ही जंगले अनेक स्थानिक समुदायांच्या पारंपारिक उपजीविकेला देखील आधार आहेत. उपखोऱ्यातील आणखी एक अभयारण्य म्हणजे ताम्हिणी वन्यजीव अभयारण्य जे नैऋत्य सीमेकडे आहे (आकृती २ पहा). पश्चिम घाटात मोठ्याप्रमाणावर देवराया सुद्धा आहेत. देवराई हा जंगलातील विशिष्ट भाग असतो.

स्थानिक समुदाय आपल्या धार्मिक वा सांस्कृतिक श्रद्धेमुळे त्याचे संरक्षण करतात. प्रत्येक देवराई ही विशिष्ट देवतेला समर्पित असते. या देवरायांचे संरक्षण आणि त्यांच्यातील संसाधनांच्या वापरावरील निर्बंध यांचे व्यवस्थापन स्थानिक समुदायांद्वारे केले जाते.

बेसाल्टचे पठार (उदा. आहुपे आणि नाणे घाटाजवळील पठार) हे असे अद्वितीय वनेतर (non-forested) अधिवास आहेत जे विविध प्रकारच्या अनेक लहान प्रजातींचे आधार आहेत. उदा. *Cyathocline lutea* and *Nanothamnus sericeus*. आपल्या वैविध्यपूर्ण वनस्पती आणि पशुपक्ष्यांच्या अनेकविध प्रजातींबरोबरच, ही क्षेत्रे विविध प्रकारचे वनोपज (नॉन-टिंबर फॉरेस्ट प्रोजेक्ट NTFP) देखील पुरवतात जे या भागात राहणाऱ्या अनेक आदिवासी समुदायांची उपजीविका भागवतात. यांमध्ये काही महत्त्वाच्या वनौषधी, विशेषतः *Terminalia chebula* (स्थानिक भाषेत हिरडा)च्या बिया, मध, सरपण आणि चारा यांचा समावेश होतो. भाताची रोपे वाढवण्यासाठी राब सारख्या काही पारंपारिक पद्धतींसाठी, लोक आसपासच्या वनक्षेत्रातील वनस्पतींवर अवलंबून असतात. राब या प्रक्रिये अंतर्गत, शेतातील तणनियंत्रण, रोगनिर्मूलन आणि रोपांची वाढ जोमाने होण्यासाठी पानांचा कचरा, डहाळ्या इत्यादी स्वरूपातील स्थानिक पातळीवर मिळणारे जैव भार (बायोमास) शेतात जाळले जाते. या उप-खोऱ्यातील आदिवासींसाठी हिरड्याच्या बिया गोळा करणे हा एक महत्त्वाचा उत्पन्नाचा स्रोत आहे. बाळहिरडा एप्रिल-मे दरम्यान आणि पक्क बिया नोव्हेंबर-डिसेंबरमध्ये गोळा केल्या जातात. या डोंगराळ भागातील शेती आणि उपजीविकेच्या मर्यादित पर्यायांमुळे, नैसर्गिक संसाधने ही उपजीविकेचा महत्त्वाचा आधार ठरतात. विशेषतः दुसरे पीक येत नसल्याने हिरड्याच्या बिया हा उत्पन्नाचा महत्त्वाचा स्रोत ठरतात. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील बहुतांश भागात हीच परिस्थिती आहे (आधी नमूद केल्याप्रमाणे).

येथील नद्याही विविध प्रकारच्या मत्स्य प्रजातींचे माहेरघर आहेत. भीमा आणि तिच्या उपनद्या पुढे डोंगरपायथ्याकडे वाहत येतात, जिथे रुंद दऱ्या व सौम्य उतार आढळतो, तिथे बहुतेक नद्यांना लहान-मोठ्या धरणांनी अडवण्यात आले आहे. या धरणांमुळे जलचर प्रजातींचा मार्ग मोठ्या प्रमाणात विस्कळीत झाला आहे (Kumar Jayakumar, 2020). धरणांच्या जलाशयांतही अनेक प्रकारचे मासे आढळून येतात. स्थानिक मंडळी येथे मासेमारी करतात. तथापि, ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील काही तुरळक अभ्यास वगळता (Pawara Ravindra et al., 2014; Wagh Ghate, 2003; Yazdani Singh, 2002), या उप-खोऱ्यातील गोड्या पाण्यातील जैवविविधतेवरील तपशीलवार अभ्यास फार कमी आहेत व ते तातडीने करण्याची गरज आहे.

2. मधला बहुतांश भाग हा शेतजमिनीचा प्रदेश आहे. या क्षेत्राच्या एकूण जैवविविधतेमध्ये कृषी क्षेत्राच्या सभोवतालच्या कृषी जैवविविधतेचा वाटा मोठा आहे. गवताळ प्रदेश किंवा झुडूपयुक्त बिगरशेती क्षेत्रात देखील वनक्षेत्रापेक्षा वेगळ्या पशु-पक्षी आणि वनस्पती प्रजाती आढळून येतात.
3. निम्न भाग हा सुद्धा कृषी प्रधान प्रदेश आहे. असे असले तरी या क्षेत्रात देखील शुष्क, जंगलरहित, खुल्या नैसर्गिक परिसंस्था आहेत, ज्यांना अनेकदा 'वेस्टलँड' म्हणून दुर्लक्षिले जाते (Madhusudan Vanak, 2022). येथे विविधप्रकारचे वैशिष्ट्यपूर्ण वनेतर अधिवास आहेत ज्यात गवताळ प्रदेशांचाही

समावेश आहे. या परिसंस्था लांडगे, काळवीट, इतर शाकाहारी प्राणी, मांसाहारी प्राणी तसेच अनेकविध पुष्प प्रजाती यांसारख्या अधिवास-विशिष्ट प्रजातींसाठी अत्यंत महत्त्वाच्या आहेत. इथली मोठ्याप्रमाणावरील मांसाहारी प्राण्यांची संख्या शाकाहारी प्राण्यांच्या संख्येवर नियंत्रण ठेवण्यात मोलाची भूमिका बजावते. अन्यथा या शाकाहारी प्राण्यांनी पिकांचे मोठे नुकसान केले असते. येथे भटक्या पशुपालकांना उपजीविका व त्यांच्या पशूंनाही आधार मिळतो. या परिसंस्थांच्या भूमिकेविषयी दुर्लक्ष झाल्याने वा माहिती नसल्याने त्यांच्या संवर्धनात खूप हेळसांड झाली आहे. मानवी हस्तक्षेपामूळे त्यांच्यात बदल आणि जमीन रूपांतरण होतच आहेत.



अघणे गावाजवळील देवराई



अभ्यास क्षेत्रातील वन आणि कृषी परिसंस्था



हिरडा (Terminalia chebula) tree

### ३.४ शासन

आकृती ५, जल, कृषी आणि जैवविविधतेच्या शासन आणि व्यवस्थापनाच्या संदर्भात संस्थात्मक आराखडा (फ्रेमवर्क) दर्शवते. या संस्था राष्ट्रीय स्तरापासून स्थानिक स्तरापर्यंत श्रेणीबद्ध पद्धतीने काम करतात. भारत एक संघराज्यीय देश असल्याने, केंद्र आणि राज्यांचे अधिकार क्षेत्र संविधानात किंवा त्यानंतरच्या घटना दुरुस्तीद्वारे स्पष्टपणे परिभाषित करण्यात आलेले आहेत. आधी सांगितल्याप्रमाणे, आंतरराज्यीय नद्यांचे पाणी वाटप वगळता, पाणी हा प्रामुख्याने राज्याच्या अखत्यारीतील विषय आहे. तसेच येथे हे देखील लक्षात घ्यायला हवे की, अनेक राज्यांच्या सहमतीने जलप्रदूषण हा विषय केंद्राच्या अखत्यारीतील कायद्यात समाविष्ट करण्यात आला आहे. कृषी हा देखील राज्याचा विषय आहे. राज्याचा विषय म्हणजे राज्ये त्याबाबत धोरणे आणि कायदे करू शकतात. वन (याठिकाणी जैवविविधता) हा विषय समवर्ती सूचीमध्ये येतो, अर्थात केंद्र आणि राज्ये दोघेही याबाबत धोरणे आणि कायदे करू शकतात. जल आणि कृषी हे राज्यांच्या यादीत येत असले तरी केंद्र सरकार त्यांच्याबाबत धोरणे राबवते, जी राज्यांना धोरण निर्मितीत मार्गदर्शन करू शकतात. त्याचप्रमाणे, राष्ट्रीय स्तरावर जल, कृषी आणि वने यासंबंधीची मंत्रालये व विभाग/मंडळे असतात. या संस्था या क्षेत्रातील सर्वोच्च अस्थापना असून त्या या क्षेत्रांसंबंधी नियम व कायदे तयार करून त्यांची



आकृती ५ : ऊर्ध्व भीमा खोरे अन्न-जल-जैवविविधता गव्हर्नन्स ऑर्गनोग्राम (संस्थात्मक संरचना).  
(निळा-जल क्षेत्र, हिरवा-जंगल, लाल-शेती, राखाडी-सामान्य प्रशासन). स्रोत: स्वयं निर्मिती

अंमलबजावणी करतात. काहीजण याला शासनाच्या केंद्रीकरणाचा प्रयत्न म्हणून पाहतात.

राज्यांतर्गत, विविध विभाग नियामक आणि प्रशासकीय संस्था म्हणून काम करतात. उदाहरणार्थ, महाराष्ट्राची जमीन, पाणी, माती आणि वनस्पती या संसाधनांचा इष्टतम वापर करून जलद कृषी विकास साधण्याच्या उद्देशाने धोरणे व कार्यक्रमांची आखणी व अंमलबजावणी करण्यासाठी कृषी विभाग आहे. हा विभाग लाभार्थी-केंद्रित कृषी योजनांच्या अंमलबजावणीद्वारे शेतकऱ्यांच्या आर्थिक उन्नतीसाठी देखील काम करतो. त्याचप्रमाणे, महाराष्ट्र वन विभाग हा राज्यातील वन आणि वन्यजीव संसाधनांचे व्यावस्थापन, संवर्धन आणि संरक्षणाचे काम करतो. यासाठी हा विभाग वनीकरण, ओसाड वनजमिनीचे पुनरुज्जीवन, वन संरक्षण तसेच जंगलकडेला राहणाऱ्या लोकांच्या उन्नती व वन आणि वन्यजीव याचे शाश्वत व्यवस्थापन यावर भर देतो.

जलक्षेत्रा बाबत<sup>७</sup>, राज्यांतर्गत अनेक संस्था आहेत ज्या राज्यातील जलस्रोतांचे शासन, व्यवस्थापन आणि नियमन करण्यासाठी विशिष्ट कार्ये करतात. महाराष्ट्र जलसंपत्ती नियमन प्राधिकरण (MWRRA) हे देशातील जल क्षेत्रातील पहिले स्वतंत्र नियामक प्राधिकरण असून याची स्थापना राज्यातील जलस्रोतांचे नियमन करणे, पाण्याचे विवेकी, न्याय्य आणि शाश्वत व्यवस्थापन करणे, पाणी वाटप आणि वापर ठरवणे, शेतीसाठी, उद्योगासाठी, पिण्यासाठी व इतर वापरांसाठी पाण्याचे दर ठरवणे या कामांसाठी करण्यात आली आहे. (GoM 2005; Joy and Kulkarni, 2010)<sup>८</sup>. कालांतराने भूजल व्यवस्थापन आणि नियमन देखील MWRRA च्या अधिक्षेत्रात सामील करण्यात आले.

महाराष्ट्र जल संपदा विभाग (WRD) हा सिंचन, पूर नियंत्रणाची कामे, तसेच नद्या, धरणे आणि जलाशयांतील व्यवस्थापनाशी संबंधित कामांसाठी जबाबदार असतो. भूजल व्यवस्थापनाबाबत, भूजल सर्वेक्षण आणि विकास यंत्रणा (GSDA) राज्याच्या भूजल प्राधिकरण म्हणून काम करतात. GSDA ची जबाबदारी ही भूजल संसाधनांच्या वैज्ञानिक आणि शाश्वत विकास आणि व्यवस्थापनासाठी तंत्रज्ञान विकास व प्रसार करणे, राष्ट्रीय आणि राज्यस्तरीय धोरणांचे निरीक्षण करणे व त्यांची अंमलबजावणी करणे आहे. ही राज्य यंत्रणा पुनर्भरण क्षेत्रांचे संरक्षण करणे, भूजल प्रदूषकांवर कारवाई करणे, राज्यातील रिग मालकांच्या अनिवार्य नोंदणीवर लक्ष ठेवणे, विशिष्ट परवानग्यांद्वारे खोल बोअरवेल खोदाण्यावर नियंत्रण ठेवणे इत्यादी कामे करते. औद्योगिक क्षेत्र व त्याच्या आसपासच्या परिसरात पाणी पुरवठा आणि मलनिस्सारण (ड्रेनेज) सुविधा यांच्या नियमनाची जबाबदारी महाराष्ट्र औद्योगिक विकास महामंडळ (MIDC) पार पाडते. महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (MPCB) पाण्याच्या गुणवत्तेशी संबंधित विविध पर्यावरणीय कायदांची अंमलबजावणी करते. MPCB महाराष्ट्र शासनाच्या पर्यावरण विभागाच्या प्रशासकीय नियंत्रणाखाली काम करते.

अनेक राष्ट्रीय आणि राज्य जल धोरणांमध्ये नदी खोऱ्याचा उल्लेख सर्वसमावेशक नियोजन आणि

७. सहभागी संस्थांसह महाराष्ट्रातील जल क्षेत्राच्या आढाव्यासाठी, पहा Joy and Kulkarni (2010).

८. नंतरच्या दुरुस्तीद्वारे (२०११ मध्ये) विविध उपयोगांसाठी पाण्याचे वाटप करण्याचा MWRRA चा अधिकार काढून घेण्यात आला असून राज्य मंत्रिमंडळाकडे तो सोपवण्यात आला आहे.

व्यवस्थापनासाठी एक आदर्श एकक म्हणून करण्यात आला आहे व नदी खोरे संस्था/यंत्रणा (River Basin Organizations-RBO /-gencies-RB-s) स्थापन करण्याची गरज देखील अधोरेखित करण्यात आली आहे. तरी सद्धा, अजूनही देशात एकही नदी खोरे संस्था (RBO) अस्तित्वात आलेले नाही. सन २००० च्या सुरुवातीला, महाराष्ट्राने विविध नदी खोऱ्यांसाठी पाच सिंचन विकास महामंडळांची स्थापना केली. या मंडळांची स्थापना प्रामुख्याने बॉण्ड जारी करून लोकांकडून पैसे उधार घेऊन खोऱ्यांमध्ये विविध सिंचन प्रकल्प राबविण्यासाठी करण्यात आली. महाराष्ट्र कृष्णा खोरे विकास महामंडळ (MKVDC) हे असेच एक महामंडळ असून ऊर्ध्व भीमा उप-खोरे या महामंडळाच्या अखत्यारीत येते. हे महामंडळ महाराष्ट्रातल्या कृष्णा खोऱ्यातील भूपृष्ठीय जल योजनांच्या नियोजन आणि विकासासाठी काम करते.<sup>९</sup> २०१५ मध्ये महाराष्ट्र जल क्षेत्र सुधारणा प्रकल्पासाठी (MWSIP) जागतिक बँकेने दिलेल्या कर्जाच्या करारामध्ये 'महाराष्ट्र कृष्णा खोरे विकास महामंडळाची (MKVDC)' पुनर्रचना 'महाराष्ट्र कृष्णा खोरे जल संसाधन महामंडळ (MKVWRC)' नावाने RBA मध्ये करण्याची अट होती (IEG - ICR Review 2015), परंतु ती प्रक्रिया पूर्ण झाली नाही.

स्थानिक पातळीवर, ग्रामीण भागातील ग्राम नियामक मंडळे (ग्रामपंचायत) आणि शहरी भागातील महानगरपालिका या कृषी, जल आणि जैवविविधतेसंबंधी नियमन व व्यवस्थापनासह विविध जबाबदाऱ्या पार पाडणाऱ्या प्राथमिक प्रशासकीय संस्था असतात. संयुक्त वन व्यवस्थापन समिती (JFMC)<sup>१०</sup> आणि सामुदायिक वन हक्क व्यवस्थापन समिती (CFRMC)<sup>११</sup> या गावपातळीवर वनसंपत्तीचे व्यवस्थापन करणाऱ्या स्थानिक संस्था असतात. सार्वजनिक सिंचन व्यवस्थेच्या लाभक्षेत्रातील पाणी वापर संस्था (वॉटर युजर्स असोसिएशन - WUA) सिंचनाच्या पाण्याचे वितरण, सिंचन कालव्यांचे व्यवस्थापन आणि देखभाल, पाणी दर वसुली, वापरकर्त्यांमधील पाण्याशी संबंधित विवादांचे निराकरण इत्यादीसाठी जबाबदार असतात. ग्राम पाणलोट समिती (VWC) सूक्ष्म पाणलोट विकासाशी संबंधित कामे करते आणि ग्रामपंचायती अंतर्गत येणारी ग्राम जल आणि स्वच्छता समिती गावातील घरगुती पाणी आणि स्वच्छता व्यवस्थापन करते.

भारतातील नैसर्गिक संसाधन व्यवस्थापनाशी संबंधित संस्थात्मक आराखड्यासंदर्भात, तीन मुद्दे महत्त्वाचे आहेत :

- १) भारतात संस्थात्मक विखंडन (institutional fragmentation) असून ते पाण्याच्या बाबतीत अधिक स्पष्टपणे दिसून येते. पाण्याच्या विविध बाजू हाताळण्यासाठी वेगवेगळ्या संस्था आहेत आणि त्यांच्यातही

९. <https://www.lawinsider.com/dictionary/maharashtra-krishna-valley-development-corporation>

१०. संयुक्त वन व्यवस्थापन (JFM) हा १९८८ च्या राष्ट्रीय वन धोरणानुसार सुरू करण्यात आलेला एक उपक्रम असून यामध्ये राज्य वन विभाग स्थानिक वन निवासी आणि वनकिनारी राहणाऱ्या समुदायांना जंगलांचे संरक्षण आणि व्यवस्थापन करण्यासाठी तसेच जंगलातून मिळणारे लाभ मिळवण्यास मदत करते. या अंतर्गत स्थानिक समुदाय JFM च्या स्वरूपात एकत्र येऊन स्थानिक पातळीवर तयार करण्यात आलेल्या उपविधी (Bylaws) आणि सूक्ष्म योजनांआधारे (micro plans) जंगलांचे संरक्षण आणि व्यवस्थापन करतात

११. वन हक्क कायदा (FRA), २००६ द्वारे वन निवासी आदिवासी समुदाय आणि इतर पारंपारिक वन रहिवाशांचा वन संसाधनांवरील हक्क मान्य करण्यात आला आहे. हे समुदाय उपजीविका, वस्ती आणि इतर सामाजिक-सांस्कृतिक आवश्यकतांसह विविध गरजांसाठी वन संसाधनांवर अवलंबून असतात

समन्वयाचा अभाव आहे. उदा. भूजलाचे नियमन करणाऱ्या संस्था आणि भूपृष्ठावरील पाण्याचे नियमन करणाऱ्या संस्था वेगवेगळ्या आहेत. याचे मुख्य कारण म्हणजे भूपृष्ठावरील पाणी आणि भूजल यांना वेगवेगळे समजले जाते (Committee on Restructuring the CWC and CGWB 2016).

- २) या संस्था पदानुक्रमी (hierarchical) आणि वरून खाली अशाप्रकारे नियंत्रित केल्या जात असून वरच्या संस्थांचे स्थानिक संस्थांप्रती कोणतेही उत्तरदायित्व नाही (Joy and Paranjape, 2004).
- ३) स्थूल पातळीवर (राष्ट्रीय व राज्य) तसेच सूक्ष्म पातळीवरही (ग्राम किंवा सूक्ष्म पाणलोट पातळीवर) अनेक संस्था आहेत. तथापि, जेथे पाणी वाटपासंबंधी सर्वाधिक समस्या उद्भवतात अशा खोरे आणि उपखोरे यांसारख्या मध्यम स्तरावर संस्थात्मक पोकळी आहे. तुंगभद्रा खोऱ्याच्या पूर्वीच्या अभ्यासातूनही याची पुष्टी झाली आहे (Nesheim et al., 2010).



## ४ जल-अन्न-जैवविविधता क्षेत्रातील आव्हाने

या विभागात विविध हितधारक आणि तज्ञांच्या मुलाखतीतून जल-अन्न-जैवविविधता (nexus) क्षेत्रातील आव्हाने आढळून आलेल्या मुख्य आव्हानांचे विश्लेषण करण्यात आलेले आहे. यात भीमा खोऱ्याचा गहन अभ्यास असलेल्या तज्ञांच्या अन्न, जल आणि जैवविविधता या विषयावरील पाच मुलाखतींचा समावेश आहे. याचबरोबर, आमच्या सहा अभ्यास दौऱ्यांदरम्यान (मे २०२२ ते जानेवारी २०२३) आम्ही अनेक लक्षकेंद्री गटचर्चा (फोकस ग्रुप डिस्कशन) आणि मुलाखती घेतल्या (यात घोड उप-खोऱ्यातील डिंभे धरणाच्या पाणलोट आणि लाभक्षेत्रातील स्त्री व पुरुष शेतकरी गटांचाही समावेश होता). यात जानेवारी २०२३ मध्ये घेण्यात आलेल्या कार्यशाळेत सहभागी झालेल्या हितधारकांची मते देखील दर्शविण्यात आली आहेत. या कार्यशाळेला संशोधक, नागरी समाजाचे प्रतिनिधी, सरकारी अधिकारी आणि समुदाय सदस्य देखील उपस्थित होते.

हितधारकांशी संवाद, तज्ञांच्या मुलाखती आणि अभ्यास दौऱ्यांतून समजलेल्या माहितीआधारे अन्न-जल-जैवविविधतेबाबत समानता, न्याय आणि शाश्वतता या मानक उद्दिष्टांशी संबंधित काही आव्हाने दिसून आली, त्यावर या प्रकरणात चर्चा करण्यात आली आहे.

तक्ता ८ मध्ये उप-खोऱ्यातील आव्हाने, त्यांचे स्थळानुरूप महत्व आणि त्यांचे परस्परसंबंध यांचा सारांश मांडण्यात आला आहे. असे आढळून आले की, उप-खोऱ्याच्या वरच्या भागात जंगलकडेला राहणारे समुदाय, जैवविविधता-आधारित उपजिविकेवर अवलंबून असल्याने, जैवविविधता-अन्न व जैवविविधता-पाणी यांच्यातील संबंधांचा त्यांच्यावर साहजिकच अधिक परिणाम होऊ शकतो. उप-खोऱ्याचा वरच्या आणि खालच्या भागाला मुख्यत्वे पाणी वाटप आणि वापराशी संबंधित असमानतेला तोंड द्यावे लागत आहे. पुढील भागांमध्ये, आम्ही परस्परसंबंधातील आव्हानांचे तपशीलवार विश्लेषण करू.



हितधाराकांची कार्यशाळा : आव्हानांची ओळख आणि मापांकन. छाया : IISER पुणे



आंबेगावातील फालोदे गावात महिलांच्या एका गटासोबत चर्चा



अभ्यास क्षेत्रात आदिवासींद्वारे हिरडा Terminalia Chebula आणि इतर औषधी वनस्पती संकलन

तक्ता ८: ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील जल, अन्न आणि जैवविविधतेशी निगडीत आव्हाने

आव्हान	जल-अन्न-जैवविविधता संबंध	मानक उद्दिष्टे	ऊर्ध्व भाग	मध्य भाग	निम्न भाग	शहरी
उपजीविका सुरक्षा: मानव-वन्यजीव संघर्ष	अन्न-जैव.	शाश्वतता	वरच्या भागात वानर, रानडुक्कर यांनी धाडी टाकल्याने कृषी उत्पन्नावर मोठा दुष्परिणाम होतो आणि त्यामुळे येथील पीक पद्धतीतही बदल होत आहेत. बिबट्याने पशुधनावर आणि अगदी माणसांवरही हल्ले केल्याची आणि त्यामुळे माणसांनी जीव गमावल्याच्याही नोंदी आहेत		सांबर आणि चितळ यांसारख्या खुरवाल्या प्राण्यांमुळे पिकांचे नुकसान	
उपजीविका सुरक्षा: हिरडा संकलन आणि विक्री	जैव.	शाश्वतता न्याय	हिरडा गोळा करणे आणि विक्री करणे : अन्याय्य बाजार भावामुळे स्थानिक समुदायांचे आर्थिक उत्पन्न अनिश्चित आणि अपुरे होते. लाकुडेतार वनोपज गोळा करण्याच्या शाश्वत पद्धतीनबद्दल अपुऱ्या ज्ञानामुळे भविष्यात ही महत्त्वाची उपजीविका पद्धती पूर्णपणे कोलमडू शकते			
उपजीविका सुरक्षा: मासेमारी पद्धती	ज-अ-जै	शाश्वतता समानता	नद्यांच्या नैसर्गिक प्रवाहात अडथळे आणणारी धरणे आणि बांध बांधल्याने मूळच्या माशांची विविधता आणि संख्या यावर परिणाम होतो, त्यामुळे स्थानिक समुदायांच्या मासेमारीच्या पद्धतींवरही दुष्परिणाम होतो. मासेमारी करार भाडेतत्त्वावर देण्याच्या नियामक यंत्रणेच्या अभावामुळे स्थानिक मच्छीमार किंवा मच्छीमारांचे गट वंचित राहतात. आर्थिक आणि राजकीयदृष्ट्या वर्चस्व असलेले गट, काहीवेळा बाहेरचे लोकही हे करार पदरी पाडून घेतात			

आव्हान	जल-अन्न-जैवविविधता संबंध	मानक उद्दिष्टे	ऊर्ध्व भाग	मध्य भाग	निम्न भाग	शहरी
सिंचनासाठी पाण्याची कमतरता	ज-अ	समानता न्याय	हे जास्त पावसाचे क्षेत्र असले तरी, प्रतिकूल भूरचनेमुळे पाणी साठवण क्षमतेवर मर्यादा येतात. त्यामुळे या भागात केवळ पावसावरच आधारित शेती होते		धरणाच्या लाभक्षेत्रातील शेवटच्या टप्प्यात (टेल-एंड) असल्याने, शेतकऱ्यांना कालव्याच्या सिंचन प्रकल्पाचे पाणी क्वचितच मिळते. उपखोऱ्याच्या मधल्या भागातील शेतकरी मोठ्या प्रमाणात पाणी वापरत असल्याने मंजूर केलेले पाणीदेखील मिळत नाही	
अति भूजल उपसा	ज-अ	समानता शाश्वतता		उप-खोऱ्यातील मध्य भागातील शेतकरी सिंचनासाठी भूजल स्रोतांचा अति उपसा करीत आहेत		पाणी पुरवठ्यासाठी पायाभूत सुविधांच्या अभावामुळे, शहराच्या आसपासच्या भागातील लोक आणि कारखानदार आपल्या गरजांसाठी भूजलावर अति अवलंबून आहेत

आव्हान	जल-अन्न-जैवविविधता संबंध	मानक उद्दिष्टे	ऊर्ध्व भाग	मध्य भाग	निम्न भाग	शहरी
भू-आच्छादनातील बदल	ज-अ-जै	शाश्वतता न्याय		गेल्या काही दशकांमध्ये भू-आच्छादनातील जलद बदलांमुळे वनक्षेत्र आणि जैवविविधता नष्ट होत आहेत, ज्यामुळे भूपृष्ठभागावरील पाण्याचा प्रवाह, भूजल पुनर्भरण, मूळ प्रवाह आणि सर्वसाधारणपणे पाण्याची उपलब्धता यांसारख्या जलप्रक्रियांवर दुष्परिणाम झाला आहे		लोकवस्ती (बिल्ट-अप एरिया) आणि जमिनीवरील अभेद्य फरसबंदीत वाढ झाल्याने भूपृष्ठावरून पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाण वाढते आणि जमिनीत पाणी मुरणे कमी होते, ज्यामुळे अतिवृष्टी दरम्यान अचानक पूर येऊ शकतो
पीक पद्धतीत बदल	ज-अ	शाश्वतता समानता		उसासारख्या अति पाणी पिणाऱ्या पिकांच्या वाढत्या लागवडीमुळे भूपृष्ठावर आणि भूजल स्रोतांवर प्रचंड ताण पडतो		
बिगरशेती वापरासाठी पाणी वळवणे	ज-अ	न्याय	वाढत्या शहरी लोकसंख्येच्या आणि उद्योगांच्या गरजा भागवण्यासाठी सिंचनाचे पाणी वळवल्याने पाणी वाटपावरून संघर्ष निर्माण होतो			

आव्हान	जल-अन्न-जैवविविधता संबंध	मानक उद्दिष्टे	ऊर्ध्व भाग	मध्य भाग	निम्न भाग	शहरी
जैवविविधतेचा न्हास	ज-जै	शाश्वतता न्याय	धरणांच्या बांधकामामुळे वनजमिनीसह मोठी जमीन पाण्याखाली गेली असून त्यामुळे स्थलीय जैवविविधता नष्ट झाली आहे. धरणे, बांध, बंधारे इत्यादी संरचनात्मक हस्तक्षेप नद्यांच्या नैसर्गिक प्रवाहात अडथळा आणतात त्यामुळे गोड्या पाण्यातील परिसंस्थेवर परीणाम होतो. यामुळे मत्स्य विविधता आणि माशांच्या सामुदायिक संरचनेवर दुष्परिणाम होऊ शकतो			पुण्यातील पाणवठ्यांभोवती झालेल्या अतिक्रमणांमुळे, येथील पाणथळ जमिनींवर मानवी वस्तीचा ताण वाढला आहे, ज्यामुळे जलचर जैवविविधता धोक्यात आली आहे

#### ४.१ ऊर्ध्व भीमा उप-खोऱ्यातील समुदायांच्या उपजीविकेशी संबंधित समस्या आणि आव्हाने

##### १) मानव-वन्यजीव संघर्ष

पश्चिम घाटाच्या वरच्या भागातील जंगले आणि जैवविविधता यांचे संरक्षण स्थानिक समुदाय पारंपारिकरित्या तर राज्य शासन राज्य वन विभागाच्या माध्यमातून कायदेशीर आणि धोरणात्मक संरचनांद्वारे करित आहेत. ही जंगले जैवविविधतेचा खजिना असून शाश्वत विकास उद्दिष्टे साध्य करण्यातही त्यांची भूमिका अतिशय महत्त्वाची आहे. या जंगलांजवळ राहणारे समुदाय स्थानिक जैवविविधतेसह सहजीवन जगत आलेले आहेत. जैवविविधतेचे जतन करणे पर्यावरणीय तसेच आर्थिकदृष्ट्याही महत्त्वाचे असले तरी, स्थानिक समुदाय ज्या वन्यजीवांसह एखाद्या क्षेत्रात राहतात त्या वन्यजीवांचा त्या समुदायाच्या उपजीविकेवर परिणाम होतो. उप-खोऱ्याच्या वरच्या विभागातील हितधारकांसोबतच्या आमच्या संवादातून असे समजले की, जंगलात शाकाहारी प्राण्यांच्या संख्येतील अलीकडील वाढीमुळे प्रामुख्याने रानडुक्कर, वानर आणि क्वचितप्रसंगी गवे यांच्या पिकांवरील धाडी वाढल्या आहेत. या धाडींमुळे सुमारे १०% पिकांचे नुकसान झाल्याचे एका गटचर्चेत समजले. वन्यजीवांच्या संख्येतील बदल हे देखील मानव-वन्यजीव संघर्षाचे एक संभाव्य कारण आहे. उदाहरणार्थ, अलीकडच्या काळात मांसाहारी प्राण्यांच्या (उदा. बिबटे आणि वाघ) संख्येत घट झाल्यामुळे शाकाहारी प्राण्यांची संख्या वाढल्याचे मानले जाते, ज्यामुळे पिकांवरील धाडी वाढल्या आहेत. वानर व रानडुक्कर पिकांवर धाडी टाकणाऱ्या सर्वात उपद्रवी प्रजातींपैकी असल्याचे सांगण्यात आले, विशेषतः नाचणीच्या पिकावर. या भागात नाचणी हे एक अतिशय लोकप्रिय पीक होते. परंतु वानरांनाही ते तितकेच आवडत असल्याने, शेतकरी त्यांच्या धाडी टाळण्यासाठी एकतर पीक बदलत आहेत किंवा रब्बी पीक घेणेच सोडून देत आहेत. बिबट्यांचे माणसांवरील आणि पशुधनावरील वाढते हल्ले आणि त्यामुळे होणारी जीवितहानी

हा गावकऱ्यांसाठी आणखी एक मोठा चिंतेचा विषय आहे. येथील महिलांच्या निरीक्षणानुसार बिबट्या गावात शिरायला पूर्वीपेक्षा कमी घाबरत आहे, यामुळे सरपण गोळा करताना हल्ला होण्याचा धोका वाढला आहे.

हे हल्ले व नुकसान टाळण्यासाठी या ठिकाणी वापरली जाणारी मुख्य पद्धत म्हणजे, पिकांची राखण करणे, वन्यजीवांवर नजर ठेवण्यासाठी आणि त्यांना हुसकावून लावण्यासाठी शेतातच मचाण बांधून तिथेच झोपणे. वन्यजीवांच्या धाडीमुळे झालेल्या पिकाच्या नुकसानीची थोडीफार भरपाई शेतकऱ्यांना मिळू शकते, परंतु त्यासाठीची प्रक्रिया दीर्घकालीन आणि गुंतागुंतीची आहे. शिवाय, वनजमिनीवरील अतिक्रमणाबाबत वन विभागाशी वाद होऊ नये म्हणून, गावकरी बहुतांश धाडी नोंदवतच नाहीत. बिबट्याच्या हल्ल्यापासून वाचण्यासाठी लोकांनी लाकुडेतर वनोपज संकलन किंवा गुरे चारण्यासाठी जंगलात जाऊ नये, अशी सूचना वन विभाग देते. याचा लोकांच्या उपजीविकेवर विपरीत परिणाम होतो.

### मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

मानव-वन्यजीव संघर्ष हे पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचे रक्षण करणे तसेच गरिबी आणि भूकमरी संपवणे या शाश्वत उद्दिष्टासमोरील एक गंभीर आव्हान आहे (Braczkowski et al., 2023). वन्यजीवांच्या हल्ल्यांमुळे होणारे पशुधनाचे नुकसान आणि पीक पद्धतीतील बदल यांचे अन्नसुरक्षा, पोषण आणि आरोग्यावर अतिशय गंभीर परिणाम होतात. शिवाय, या हानीमुळे जंगलाच्या सीमेवर राहणाऱ्या अल्प उत्पन्न असलेल्या ग्रामीण समुदायांचे आर्थिक नुकसान होते. जागतिक हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर जंगलांचे संरक्षण आवश्यक असले तरी, त्याची अत्यंत मोठी आणि अन्याय्य अशी किंमत समुदायांना चुकवावी लागत आहे.

### २) हिरडा (आणि इतर लाकुडेतर वनोपज) संकलन

लाकुडेतर वनोपज (NTFP) हा खोऱ्यातील गावकऱ्यांसाठी, विशेषतः वरच्या भागातील लोकांसाठी, उत्पन्न आणि उपजीविकेचा एक महत्त्वाचा स्रोत आहे. यापैकी काही वनोपज ही प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष अन्नस्रोत आहेत, जसे रान भाज्या, वनौषधी, जंगली मध इ. या क्षेत्रातील आर्थिकदृष्ट्या सर्वात लाभदायी लाकुडेतर वनोत्पादनांपैकी एक म्हणजे हिरड्याच्या बिया (Terminalia chebula). ही एक औषधी वनस्पती असून ती सामान्यपणे खोऱ्याच्या वायव्य (उत्तर-पश्चिम) कोपऱ्यात मिळते. स्थानिक समुदायांना आर्थिक सहाय्य पुरवण्यात हिरडा महत्त्वाची भूमिका बजावतो. अनेक आयुर्वेदिक औषधांमध्ये याचा वापर होत असल्याने औषध कंपन्यांकडून याला चांगली किंमत मिळते. येथील पुरुष आणि स्त्रिया वर्षातून दोन हंगामात हिरडाच्या बिया गोळा करतात. साधारण मे महिन्याच्या आसपास बाळहिरडा झाडांवरून काढला जातो आणि त्यांना १८०-२०० रु./किलो इतकी किंमत मिळू शकते. झाडावरून गळून पडलेल्या, पिकलेल्या बिया साधारण ऑक्टोबर-नोव्हेंबर दरम्यान गोळा केल्या जातात, त्यांना मात्र खूपच कमी किंमत मिळते (१५-२० रु./किलो). पुणे जिल्ह्यातील आंबेगाव, जुन्नर आणि खेड तालुक्यातील अनेक आदिवासी गावांसाठी हा उत्पन्नाचा एक प्राथमिक स्रोत असून कुटुंबाच्या एकूण उत्पन्नापैकी ५०% इतका वाटा हिरडा बी संकलनाचा असू शकतो (Sarnaik et al., 2017). हिरडा विकून मिळणारे पैसे लोक आठवडी बाजारातून आपल्या दैनंदिन गरजेच्या वस्तू घेण्यासाठी वापरतात. यामुळे वाळलेल्या हिरडाच्या बिया सामान्यपणे जेव्हा रोख पैशाची गरज असेल तेव्हा विकल्या जातात. परंतु हिरड्याची बाजारातील पुरवठा साखळी खूप गुंतागुंतीची आहे, त्यात अनेक वाटेकरी व श्रेणी आहेत. परिणामी,

एकट्यादुकट्याने अल्प प्रमाणात विकलेल्या हिरड्याच्या बियांना फारशी किंमत मिळू शकत नाही (Haque et al., 2016). शिवाय, हिरड्याच्या किमती निश्चित नाहीत नि त्यावर नियंत्रण ठेवणारी कोणतीही नियामक यंत्रणाही अस्तित्वात नाही, ज्यामुळे हिरडा बियांचा बाजार हा अतिशय अस्थिर आहे.

### मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

उप-खोऱ्याच्या वरच्या क्षेत्रातील डोंगराळ भागात शेतीशिवाय उदरनिर्वाहाचे फार थोडे पर्याय आहेत. उंचसखल भूभागामुळेही शेतीत देखील फार काही करता येत नाही, फक्त पावसावर अवलंबून असलेली पोटभरण्यापूर्वी शेती शक्य होते. हिरड्याच्या बिया स्थानिक लोकांसाठी वर्षातील बराच काळ (मार्च-मे तसेच नोव्हेंबर-डिसेंबर दरम्यान) उत्पन्नाचा महत्त्वाचा स्रोत असतात. हिरड्याच्या झाडांपासून बाळहिरडा गोळा करताना अपघात आणि जीवितहानी होण्याचा धोका देखील असतो. हिरड्याच्या बियांच्या किंमतीतील चढ-उतारांमुळे हा समुदाय अत्यंत असुरक्षित बनतो.

या क्षेत्रातील हिरडा (आणि इतर लाकुडेतर वनोपज) संकलनाच्या शाश्वततेवरील अभ्यासाचा अभाव हा एक मोठा नॉलेज गॅप (ज्ञानविषयक कमतरता) आहे. बहुतेक हिरड्याची झाडे मोठी आणि जुनी आहेत, ती नैसर्गिकरित्या आली आहेत, तर काही लहान आहेत, ज्यातून पुनरुत्पादन दर कमी असल्याचे दिसून येते. स्थानिकांना हिरड्याच्या उत्पादनात कोणतीही घट झालेली आढळून आलेली नाही, परंतु वेगवेगळ्या वर्षी उत्पादनात चढउतार झाले आहेत. फुलोऱ्यानंतर जोरदार पावसामुळे हिरड्याच्या उत्पन्नात घट होते. हिरडाच्या प्रजातींच्या वाढीचे मापदंड, बी संकलनाचे पुनरुत्पादनावर होणारे परिणाम आणि भविष्यातील त्याची उपलब्धता समजून घेण्यासाठी पद्धतशीर वैज्ञानिक संशोधनाची आवश्यकता आहे.

### ३) मासेमारी पद्धती

भीमा खोऱ्यात अनेक धरणे आणि जलाशय असल्याने त्यांच्यात विविधप्रकारचे मासेही आहेत. स्थानिक लोक हे मासे पकडतात. धरणाच्या जलाशयांमधील मर्यादित प्रमाणातील मासेमारी हा येथील उपजीविकेचा एक महत्त्वाचा स्रोत आहे

### मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

नद्यांच्या नैसर्गिक प्रवाहात अडथळे आणणाऱ्या धरणांच्या बांधकामामुळे स्थानिक माशांच्या विविधतेवर आणि संख्येवर परिणाम झाला असून याचा स्थानिक समुदायांच्या मासेमारीवरही दुष्परिणाम झाला आहे. धरण जलाशयातील सध्याच्या मासेमारी पद्धतींचे नियमन दरवर्षी भाडेतत्वावर दिल्या जाणाऱ्या सरकारी मासेमारी कराराद्वारे केले जाते. परंतु या करारांच्या किंमतींवर नियंत्रण नसल्याने स्थानिक मच्छीमारांना किंवा त्यांच्या गटांना करार मिळवण्यात अपयश येते. आर्थिक व राजकीयदृष्ट्या प्रबळ लोक आणि काहीवेळा तर बाहेरचे लोकही हा करार मिळवतात.

गोड्या पाण्यातील विविधतेचा तपशीलवार अभ्यास, विदेशी प्रजातींचे मासे सोडल्याने स्थानिक प्रजातींवर होणारे परिणाम, धरण बांधणीचे परिणाम इत्यादींच्या अभ्यासाचा सामान्यतः अभाव दिसून येतो.

## इतर समस्या

या प्रमुख आव्हानां व्यतिरिक्तही, खोऱ्यात इतर गंभीर समस्या आहेत. ज्या स्थानिकांच्या उपजीविकेशी संबंधित आहेत परंतु अन्न-जल-जैवविविधता संबंधांच्या चौकटीत बसत नाहीत. उदा. वैयक्तिक आणि सामुदायिक वनहक्कांची वाटणी ही एक मध्यवर्ती समस्या आहे, विशेषतः सर्वाधिक जैवविविधता असलेल्या उत्तर-पश्चिम भागात. वन हक्क कायदा (२००६) जमिनीच्या ऐतिहासिक मालकीच्या पुनर्वाटणीशी संबंधित आहे; परंतु ही प्रक्रिया प्रशासकीयदृष्ट्या जटिल असून स्थानिकांना ती करता येणे अवघड आहे. जैवविविधतेवर परिणाम करणारेही अनेक मुद्दे आहेत. उदा. भीमाशंकर क्षेत्रातील महत्त्वाच्या वन्यजीव अधिवासांना संरक्षित दर्जा देणे हा अत्यंत संवेदनशील विषय आहे. येथील गावकरी सातत्याने विस्थापित होण्याच्या भीतीखाली जगत आहेत, तर राजकीयदृष्ट्या सक्रिय गट स्वतःच्या फायद्यासाठी या परिस्थितीचा फायदा उचलत आहेत.

खोऱ्यातील काही सर्वाधिक संपन्न जैवविविधता असलेल्या भाग सर्वाधिक गरिबी देखील दिसून येतात. भीमाशंकरमध्ये अपस्ट्रीम/डाऊनस्ट्रीम अशी सरळ दोन भागांत विभागणी करता येत नसली आणि येथील परिस्थिती त्याहून अधिक जटील असली तरी, यातून संपत्तीचे असमान वितरण दिसून येते. मुख्यतः पश्चिमेकडील सर्वाधिक जैवविविधता संपन्न क्षेत्रांचा फायदा, पुणे शहरात व आसपास राहणाऱ्या सर्वांत श्रीमंत लोकांना होत असल्याचे दिसते.

## ४.२ सिंचनासाठी पाण्याच्या उपलब्धतेची संबंधित समस्या आणि आव्हाने

### १) सिंचनासाठी पाण्याची अपर्याप्तता: सिंचन प्रकल्पांचा असमान लाभ

हवामान, भौगोलिक रचना आणि भूगर्भीय परिस्थितीमुळे, खोऱ्यामध्ये पाण्याच्या स्रोतांचे असमान वितरण झाले आहे. भीमेच्या उगमाजवळ सर्वाधिक पाऊस पडतो परंतु तीव्र उतार आणि बेसाल्टच्या खडकामुळे बहुतांश पाणी खाली वाहून जाते आणि वर मर्यादित जलसाठा उरतो. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्याचा मध्य भाग जल समृद्ध आहे, कारण त्याला या संपूर्ण भागात पसरलेल्या धरणांतील पाणी आणि त्याचबरोबर भूजल देखील उपलब्ध आहे. खोऱ्याचा खालचा भाग अर्ध-शुष्क ते शुष्क प्रकारचा असून या भागात भूजल हाच पाण्याचा सर्वांत महत्त्वाचा स्रोत आहे. खोऱ्याच्या ओल्या पश्चिम भागाकडून कोरड्या पूर्व भागापर्यंत रेखांशाच्या ग्रेडियंटव्यतिरिक्त, एक स्पष्ट अक्षांश हवामान ग्रेडियंट देखील आहे जो जलस्रोतांची उपलब्धता प्रभावित करतो. ऊर्ध्व भीमेच्या दक्षिण भागात उत्तर भागापेक्षा जास्त पाऊस पडतो आणि याचा परिणाम जलस्रोतांच्या उपलब्धतेवरही होतो, परंतु हा फरक पश्चिम ते पूर्व भागांमधील फरकापेक्षा कमी तीव्र आहे.

### मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

उप-खोऱ्याच्या अत्यंत वरच्या भागातील लोकसंख्येने सिंचन प्रकल्पांसाठी झालेले विस्थापन, जमीन आणि उपजीविका गमावण्यासारखे परिणाम सहन केले आहेत. त्यांना अजूनही, विशेषतः उन्हाळ्यात, पिण्याच्या आणि घरगुती वापरासाठी पाण्याची तीव्र टंचाईला सामोरे जावे लागते. पाणलोट विकास कार्यक्रमांच्या अंमलबजावणीत आणि यशस्वितेत या प्रदेशाच्या उंचसखल व डोंगराळ रचनेमुळे अडचणी येतात. पावसाचे

पाणी साठवण्यासाठी विहिरी देखील आहेत, परंतु त्या बारमाही नाहीत. त्या डिसेंबर किंवा जानेवारीच्या आसपास कोरड्या पडतात. यामुळे अनेक गावे सिंचनाऐवजी पिण्यासाठी/घरगुती वापरासाठी या विहिरींतील पाणी वापरण्यास प्राधान्य देतात आणि त्यांनी यापुढे या विहिरींमधील पाणी सिंचनासाठी न वापरण्याचा निर्णय घेतला आहे. सुरुवातीला रब्बी हंगामातील पिकांना पाणी देण्यासाठीच या विहिरी बांधल्या असल्या तरी.

उप-खोऱ्याच्या एकदम वरच्या आणि एकदम खालच्या भागातील शेतकऱ्यांना सिंचनासाठी पाणी मिळत नाही, त्यामुळे त्यांच्या शेतीवरही मर्यादा येतात. त्यांना फक्त पावसावर किंवा जेथे भूजल उपलब्ध आहे तेथे अंशतः सिंचनावर आधारित शेती करावी लागते. दुष्काळ किंवा पूर या तीव्र घटनांची त्यांना सर्वाधिक झळ बसते.

पाण्याच्या कमतरतेमुळे इतर सामाजिक समस्या देखील उद्भवतात - उदा., स्थलांतर, गुरांच्या संख्येत घट, अंडी आणि दुधाच्या उत्पादनात घट - ज्यांचा समाजाच्या आरोग्यावर दुष्परिणाम होतो. या सर्व गोष्टींमुळे शेतकऱ्यांना शहरी भागात स्थलांतर करावे लागत आहे.

## २) अति भूजल उपसा

ऊर्ध्व भीमा उपखोऱ्याच्या ऊर्ध्व, मध्य आणि निम्न भागांची भौगोलिक रचना भिन्न असल्यामुळे त्यांच्या भूजल पुनर्भरण क्षमताही वेगवेगळ्या आहेत. जसे जसे उपखोऱ्याच्या वरच्या भागातून खालच्या दिशेने जावे तशी-तशी भूजलधारकांची (aquifer) जल धारण क्षमता वाढत जाते. ती सुमारे २० मिमी ते ६०० मिमी पर्यंत बदलते. या विभागांमध्ये पावसाचे पाणी मुरण्याची टक्केवारी देखील बरीच बदलते. वरच्या भागात खूप पाऊस पडत असला तरी पावसाचे १०% पाणीही जमिनीत जात नाही.

मधल्या आणि खालच्या भागातील, उदा. घोड उप-खोऱ्यातील, भूजलधारकात पाणी साठवण क्षमता जास्त आहे. विशेषतः ज्या भागात गाळाचे (alluvial) भूजलधारक आहेत, तेथे ही क्षमता खूप जास्त आहे. प्रत्यक्ष लाभक्षेत्र सुरु होण्यापूर्वीच्या भागात भूजल उपसा खूप जास्त आहे. आणखी खालच्या भागात, कालव्यातून सिंचनाची सोय आहे, आणि त्याचबरोबर मोठी भूजल साठवण क्षमता देखील आहे, जवळजवळ ६०० मीमी. या भागातील शेतकरी सिंचनासाठी भूजलाचाही मोठ्याप्रमाणावर वापर करतात.

## मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

मध्य भागातील शेतकरी उसासारख्या अति पाणी पिणाऱ्या पिकासाठी अति भूजल उपसा करतात. परिणामी, या क्षेत्रातील एकूण भूजल पातळी खाली गेली आहे. ज्या शेतकऱ्यांना कालव्याचे पाणी उपलब्ध नाही आणि ज्यांच्यात बोअरवेल खोदण्यासाठी लागणारा खर्च करण्याची क्षमता आहे ते सातत्याने अधिकाधिक खोल जलवाहकांमध्ये बोअर खोदतच आहेत. भूजलाच्या वापरावर देखरेख आणि नियंत्रण ठेवण्यासाठी कोणतीही नियामक यंत्रणा नसल्यामुळे पाण्याचे न्याय्य आणि समन्यायी वितरण तसेच भूजल वापराच्या शाश्वततेबद्दल गंभीर प्रश्न निर्माण झाले आहेत. एकूण, ऊर्ध्व भीमामध्ये विविध कारणांसाठी पाणी वापराची शाश्वतता तपासण्यासाठी भूजलवाहकांच्या स्थितीचे सुधारित आकलन आवश्यक आहे. याविषयी थोडीफार

माहिती उपलब्ध असली (उदा. ACWADAM द्वारे करण्यात आलेला घोड खोऱ्याचा अभ्यास) तरी एकंदरीत, खोऱ्याच्या हायड्रोजियोलॉजी विषयी अजूनही पुरेशी माहिती उपलब्ध नाही, ज्यामुळे तिच्यातील स्थित्यंतरे आणि पाण्याची मागणी-उपलब्धता यांच्यातील संबंधांची शाश्वतता यांचे परिपूर्ण चित्र स्पष्ट होऊ शकत नाही.

### ३) पीक पद्धती बदलणे

कालव्याच्या सिंचन प्रकल्पांतून तसेच भूगर्भातील पाणीसाठ्यातून मिळणाऱ्या मुबलक पाण्यामुळे उप-खोऱ्याच्या मध्य भागातील शेतकरी अति पाणी पिणाऱ्या उसासह विविध प्रकारची पिके घेत आहेत. भीमा खोऱे हे भारतातील प्रमुख साखर उत्पादक खोऱ्यांपैकी एक आहे. साखर उद्योगातील मोठ्या राजकीय हितसंबंधांमुळे उसासाठी हमीभाव आणि साखर कारखान्यांना हमखास विक्री यांसारखी धोरणे अस्तित्वात आली आहे, परिणामी ओसाड भागातही ऊस लागवडीखालील क्षेत्र विस्तारले आहे (Lee et al., 2020).

### मानक उद्दिष्टे : शाश्वतता, समानता आणि न्याय

वाढत्या ऊस लागवडीमुळे खालच्या भागातील शेतीला मिळणारे पाणी कमी झाले आहे. यातून पाण्याच्या असमान वाटपासंबंधी प्रश्न निर्माण झाले आहेत. शिवाय, ऊस लागवडीखालील क्षेत्र विस्तारल्यामुळे अधिक पौष्टिक पिकांखालील क्षेत्र कमी झाले असून यामुळे अन्न सुरक्षेच्या शाश्वत विकास उद्दिष्टालाच आव्हान निर्माण झाले आहे. उपखोऱ्याच्या मध्य आणि निम्न भागातच पाणी उपलब्ध असल्याने अति पाणी पिणारी पिकेही तिथेच घेतली जातात. परिणामी, संपत्ती संकलन देखील त्याच क्षेत्रात होत आहे.

### इतर आव्हाने

हितधारकांशी झालेल्या संवादातून समोर आलेले आणखी एक आव्हान म्हणजे उपखोऱ्याच्या अनेक भागात भूआच्छादनातील बदलामुळे झालेली जैवविविधतेची हानी. वाढती शहरे आणि धरणाच्या जलाशयांभोवतीच्या भूआच्छादनातील बदल अधिक ठळकपणे दिसून येतात. शहरीकरण आणि भूआच्छादनातील बदलांचा थेट परिणाम वनव्याप्ती आणि जैवविविधतेबरोबरच या प्रदेशातील जलचक्रावरही झाला आहे. यामुळे येथील भूपृष्ठावरवरील प्रवाह, भूजल पुनर्भरण, मूळ प्रवाह तसेच सर्वसाधारण पाण्याची उपलब्धता यांवर परिणाम झाला आहे.

शहरी क्षेत्रातील पाण्याची वाढती मागणी पूर्ण करण्यासाठी सिंचनाचे पाणी वळविण्याविषयीही चिंता व्यक्त करण्यात आली. पिंपरी-चिंचवडमधील लोकांच्या पिण्याच्या व घरगुती वापराच्या पाण्याची गरज भागविण्यासाठी भामा आसखेड जलाशयातील पाणी वळविण्यात आले आहे. हे सर्वच क्षेत्रांतील पाण्याच्या न्याय्य वाटपाविषयी चिंता निर्माण करते.



# ५ संशोधन आणि पुढील वाटचालीसाठी प्रश्न

## ५.१ संशोधन प्रश्न परिभाषित करणे

आम्ही भीमेच्या ऊर्ध्व उप-खोऱ्यातील जल-अन्न-जैवविविधतेच्या सद्यस्थितीचा आढावा घेण्याचा प्रयत्न केला. उपलब्ध साहित्याचा आढावा, फिल्ड रिसर्च आणि हितधारकांशी संवाद यांच्या माध्यमातून आम्ही खोऱ्यातील जल-अन्न-जैवविविधता यांच्यासमोरील गंभीर आव्हाने शोधली. या अभ्यासातून असे दिसून आले आहे की, खोऱ्यांचे वेगवेगळे भाग आणि तेथील स्थानिक समुदायांना विविध प्रकारच्या जल-अन्न-जैवविविधतासंबंधी आव्हानांचा सामना करावा लागतो.

शाश्वतता, समानता आणि न्याय या मानक उद्दिष्टांच्या पार्श्वभूमीवर ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील जल-अन्न-जैवविविधता यांचा विचार करता, आमच्या अभ्यासातून पुढील संशोधनासाठी खालील प्रश्न समोर आले आहेत :

१. उपजीविकेच्या संधींमध्ये विविधता आणण्यासाठी कोणते पर्याय आहेत ?
२. खोऱ्यातील सध्याची पाणीवापराची परिस्थिती पाहता (नदीमधील व आसपासच्या जीवसृष्टीला लागणारे नैसर्गिक प्रवाह देखील लक्षात घेऊन), कालांतराने शेतीवर आधारित उपजीविकेसाठी किती पाणी उपलब्ध असेल ?
३. सिंचनासाठी खात्रीशीर पाणी आणि शेतीतून स्थिर उत्पन्न मिळाल्यास हिरडा बाजारातील अनिश्चिततेमुळे निर्माण होणारी असुरक्षितता कमी करता येईल का ?
४. सध्या जसा पाणीवापर व शेती पद्धती सुरु आहेत आहे तसेच सुरु राहिले तर, पुढील २०-३० वर्षांत अन्न आणि पाण्याची परिस्थिती काय असेल ? शाश्वतता, समानता आणि न्याय यांचा विचार करता, भविष्यासाठी काही वेगळ्या परिस्थितींचा आपण विचार करू शकतो का ?
५. सद्यस्थितीत कोणताही बदल न झाल्यास, हिरडा संकलन भविष्यात शाश्वत राहिल का ? लाकुडेतार वनोपजांची शाश्वतता आणि न्याय्य व्यापार सुनिश्चित करण्यासाठी कोणत्या उपायांची आवश्यकता आहे ?
६. प्राधान्याने कोणत्या कृती/बदल केल्यामुळे पाणी वाटपाबाबत समानता आणि न्याय साध्य करता येतील.
७. ऊर्ध्व भीमा खोऱ्यातील अन्न-जल-जैवविविधता यांच्यातील सहसंबंधांकडे तडजोड (ट्रेड-ऑफ) म्हणून पाहावे, समन्वय (सिनर्जी) म्हणून पाहावे की या दोहोंमधील काहीतरी (अगदी काळे-पांढरे म्हणून न पाहता) म्हणून पाहावे ?

## ५.२ पुढील टप्पे

फेअरस्ट्रीम प्रकल्पात बहुविद्याशाखीय (multidisciplinary) दृष्टीकोन अंगीकारण्यात आला असून पुढे यातीलच काही प्रश्नांचा अधिक तपशिलाने अभ्यास करण्याचे नियोजन करित आहोत. यासाठी मिश्र पद्धती स्वीकारण्यात येणार आहे; जल, अन्न, जैवविविधता यांच्यातील परस्परसंबंधांवर अधिक गंभीरपणे आणि धोरणात्मकदृष्ट्या विचार व्हावा यासाठी यात मॉडेलिंग फ्रेमवर्क आणि हितधारकांशी सल्लामसलत तसेच ज्ञानाच्या सहनिर्मितीचा समावेश आहे.

आमच्या टीमला पुढील प्रश्नाबाबत अधिक जाणून घ्यायचे आहे: अन्न उत्पादन आणि हिरडा संकलन यातून उपजीविका सुरक्षित करण्यासाठी कोणत्या पाणी वाटप योजना लाभदायी ठरू शकतात ?

विश्लेषणामध्ये वापरले जाणारे मॉडेलिंग फ्रेमवर्क भौगोलिक, पर्यावरणीय आणि वर्तणूक (GEB) (de Bruijn et al., 2023) या हायड्रोलॉजिकल मॉडेल आणि plantFATE (Joshi et al., 2022) या वनस्पती प्रजाती स्पर्धा मॉडेलमध्ये समन्वय साधते. या मॉडेलिंग फ्रेमवर्कचा वापर विविधप्रकारच्या परिस्थितींचा आढावा घेण्यासाठी केला जाणार असून 'असे झाले तर काय' ? या प्रश्नाआधारे वेगवेगळ्या परिस्थितींची चाचणी (उदा. 'विशिष्ट पिकांसाठी अनुदाने कमी करणे', 'वीज/पाण्याच्या किमती बदलणे', इ) तसेच दीर्घकाळात जल-अन्न-जैवविविधता यांबाबत शाश्वतता, समानता आणि न्याय या तत्वांना प्राधान्य देण्यासाठी व जागतिक हवामान बदलाची परिस्थिती लक्षात घेऊन ऊर्ध्व भीमा मधील हितधारकांमधील संवादाला चालना देण्याच्या हेतूने करण्यात येणार आहे.



# References

---

- Bawa, K. S., Das, A., Krishnaswamy, J., Karanth, K. U., Kumar, N. S., & Rao, M. (2007). Ecosystem profile: Western Ghats & Sri Lanka biodiversity hotspot-Western Ghats region. A Report Prepared by the Critical Ecosystems Partnership Fund, Final Version.
- Braczkowski, A. R., O'Bryan, C. J., Lessmann, C., Rondinini, C., Crysell, A. P., Gilbert, S., Stringer, M., Gibson, L., & Biggs, D. (2023). The unequal burden of human-wildlife conflict. *Communications Biology*, 6 (1), 182.
- Butsch, C., Kumar, S., Wagner, P. D., Kroll, M., Kantakumar, L. N., Bharucha, E., Schneider, K., & Kraas, F. (2017). Growing 'smart'? Urbanization processes in the Pune urban agglomeration. *Sustainability*, 9 (12), 2335.
- Chandramouli, C., & General, R. (2011). Census of india 2011. *Provisional Population Totals*. New Delhi: Government of India, 409-413.
- Central Groundwater Board (CGWB) (2018). "Aquifer Maps and Ground Water Management Plan, Ambegaon, Baramati, Indapur, Jannar and Purandar Blocks, Pune District, Maharashtra", Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti Government of India. [http://cgwb.gov.in/AQM/NAQUIM\\_REPORT/Maharashtra/pune.pdf](http://cgwb.gov.in/AQM/NAQUIM_REPORT/Maharashtra/pune.pdf) (Accessed: 20 February 2023).
- Central Groundwater Board (CGWB) (2013). "Ground Water Information Pune District", Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti Government of India. [http://cgwb.gov.in/district\\_profile/maharashtra/Pune.pdf](http://cgwb.gov.in/district_profile/maharashtra/Pune.pdf) (Accessed: 20 February 2023).
- Committee on Restructuring the CWC and CGWB (2016), Report of the Committee on Restructuring the CWC and CGWB "A 21st Century Institutional Architecture for India's Water Reforms", , [http://cgwb.gov.in/INTRA-CGWB/Circulars/Report\\_on\\_Restructuring\\_CWC\\_CGWB.pdf](http://cgwb.gov.in/INTRA-CGWB/Circulars/Report_on_Restructuring_CWC_CGWB.pdf) (Accessed: 11 April 2023).
- Dandekar, P, Thakkar, H (2013) Why Solapur, Sugarcane and Sustainability do not rhyme. Retrieved from <https://sandrp.in/2013/04/22/why-solapur-sugarcane-and-sustainability-do-not-rhyme/> ; Accessed on 10 May 2023.
- de Bruijn, J. A., Smilovic, M., Burek, P., Guillaumot, L., Wada, Y., & Aerts, J. C. (2023). GEB v0.1: a large-scale agent-based socio-hydrological model—simulating 10 million individual farming households in a fully distributed hydrological model. *Geoscientific Model Development*, 16 (9), 2437–2454.

- Garg, K. K., Bharati, L., Gaur, A., George, B., Acharya, S., Jella, K., & Narasimhan, B. (2012). Spatial mapping of agricultural water productivity using the SWAT model in Upper Bhima Catchment, India. *Irrigation and Drainage*, 61(1), 60–79.
- Gartley, M. L., George, B., Davidson, B., Malano, H. M., & Garg, K. K. (2009). *Hydro-economic modelling of the Upper Bhima Catchment, India*.
- Gole, S., Pathak, Y., Gindi, R., & Deodhar, A. (n.d.). *Assessment of Restoration Potential in the Catchments of Pavana, Chaskaman and Dimbhe Dams in Northern Western Ghats*.
- GoM (2005), "Maharashtra Water Resources Regulatory Authority Act" (MAH) ARSHTRA ACT No. XVIII OF 2005), <https://mwrra.maharashtra.gov.in/wp-content/uploads/2022/08/MWRRRA-Act-Regulatory-English.pdf> (Accessed: 11 April 2023).
- Haque, T., Tak, P., & Rao, A. B. (2016). Better livelihood opportunities for tribals through supply chain interventions of Hirda. *2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2016.7906857>
- IEG-ICR Review (Independent Evaluation Group), Report Number: ICRR14682 <https://documents1.worldbank.org/curated/en/584811468187452742/pdf/ICRR14682-P084790-Box393183B-PUBLIC.pdf> (Accessed: 11 April 2023).
- Integrated State Water Plan (2018) WRD Govt. of Maharashtra. <https://wrd.maharashtra.gov.in/Site/Upload/PDF/booklet-Upper%20Bhima.pdf>
- Joshi, J., Stocker, B.D., Hofhansl, F., Zhou, S., Dieckmann, U, & Prentice, I.C. (2022). Towards a unified theory of plant photosynthesis and hydraulics. 10.1038/s41477-022-01244-5.
- Joy, K. J. and Seema Kulkarni (2010), *Engaging with the Changing Water Policy Discourse in Maharashtra*, Globalisation Governance Grassroots Series No. 12, National Centre for Advocacy Studies (NCAS), Pune. [https://openlibrary.org/books/OL25141999M/Engaging\\_with\\_the\\_changing\\_water\\_policy\\_discourse\\_in\\_Maharashtra](https://openlibrary.org/books/OL25141999M/Engaging_with_the_changing_water_policy_discourse_in_Maharashtra) (Accessed 11 April 2023).
- Joy, K. J. and Suhas Paranjape (2004), "Watershed Development Review: Issues and Prospects", Centre for Inter-disciplinary studies in Environment and Development (CISED): Bangalore (now part of ATREE) [https://admin.indiawaterportal.org/sites/default/files/iwp/WatershedDevelopment\\_FullReport.pdf](https://admin.indiawaterportal.org/sites/default/files/iwp/WatershedDevelopment_FullReport.pdf) (Accessed: 11 April 2023).
- Karutz, R., Omann, I., Gorelick, S. M., Klassert, C. J. A., Zozmann, H., Zhu, Y., Kabisch, S., Kindler, A., Figueroa, A. J., & Wang, A. (2022). Capturing Stakeholders' Challenges of the Food–Water–Energy Nexus—A Participatory Approach for Pune and the Bhima Basin, India. *Sustainability*, 14(9), 5323.
- Krishna Water Disputes Tribunal, 'The Report of Krishna Water Disputes Tribunal with the Decision (2010) 1(1) Page 801 <[http://www.cwc.gov.in/sites/default/files/KWDT\\_II\\_Report\\_2010\\_Vol%20I.pdf](http://www.cwc.gov.in/sites/default/files/KWDT_II_Report_2010_Vol%20I.pdf)> (Accessed on 29 August 2022).

- Kumar, A. U., & Jayakumar, K. V. (2020). Hydrological alterations due to anthropogenic activities in Krishna River Basin, India. *Ecological Indicators*, 108, 105663.
- Lee, J. Y., Naylor, R. L., Figueroa, A. J., & Gorelick, S. M. (2020). Water-Food-Energy challenges in India: Political economy of the sugar industry. *Environmental Research Letters*, 15(8), 84020.
- Madhusudan, M. D., & Vanak, A. T. (2022). Mapping the distribution and extent of India's semi-arid open natural ecosystems. *Journal of Biogeography*.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
- Nesheim, I., McNeill, D., Joy, K. J., Manasi, S., Nhung, D. T. K., Portela, M. M., & Paranjape, S. (2010). The challenge and status of IWRM in four river basins in Europe and Asia. *Irrigation and Drainage Systems*, 24, 205–221.
- Pawara Ravindra, H., Patel Nisar, G., & Patel Yusuf, E. (2014). Review on fresh water fish diversity of Maharashtra (India). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(5), 358–364.
- Samal, D. R., & Gedam, S. S. (2012). Impact of land use dynamics on stream flow: A case study in upper bhima basin, maharashtra, india. *2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 7165–7168.
- Samal, D. R., & Gedam, S. S. (2015). Monitoring land use changes associated with urbanization: An object based image analysis approach. *European Journal of Remote Sensing*, 48(1), 85–99.
- Sarnaik, J., Bride, I. G., Godbole, A., Sardeshpande, M., Hiremath, U., & Giri, Y. (2017). FairWild certification: An approach for linking biodiversity conservation with sustainable livelihoods in the northern Western Ghats, India. *Sustainable Livelihoods in Socio-Ecological Production Landscapes and Seascapes (Satoyama Thematic Review Vol 3)*, 90–101.
- Shukla, S., Khire, M. v, & Gedam, S. S. (2014a). Monitoring Land Use/Land Cover Changes in a River Basin due to Urbanization using Remote Sensing and GIS Approach. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(8), 949–953.
- Shukla, S., Khire, M. V, & Gedam, S. S. (2014b). Monitoring Land Use/Land Cover Changes in a River Basin due to Urbanization using Remote Sensing and GIS Approach. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(8), 949–953.
- Wagh, G. K., & Ghate, H. V. (2003). Freshwater fish fauna of the rivers Mula and Mutha, Pune, Maharashtra. *Zoos' Print Journal*, 18(1), 977–981.

YAZDANI, G. M., & SINGH, D. F. (2002). Zool. Surv. India. Wetland Ecosystem Series No. 3  
Fauna of Ujani" 143-156, 2002. *FAUNA OF UJANI*, 143.

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches,  
G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., & Fritz, S. (2022). *ESA WorldCover 10 m 2021*  
v200.

