समीक्षक कॉपी

978-2-3798-4166-8

डिज़ाइन द्वारा भविष्य के पुनर्मानवीकरण के लिए

द ओपन जर्नल ऑफ रीफ्यूचरिंग

शतवार्षिकी विशेषांक

वसंत 2131

ओपन डिज़ाइन सोसायटी, ओस्लो

विषय सूची:

04 **संपादकीय टीम के नोट्स**

09 **1. ग्लोकल (वैश्विक-स्थानीय) एनर्जी कल्चर्स: 22स्वीं सदी में विलक्षण स्वदेशिता के परे**

इरजा आओकी, परवे जेनलनि और मैनुएला कैडोगन द्वारा

1. चुराए हुए समय में जीना: जलवायु आपातकाल के विरोधाभास
    1.1 स्थान और समय में जलवायु आपातकाल
    1.2 जीवाश्म उपयोग करने वाले राष्ट्र का अपराधबोध
    1.3 ऊर्जा मिश्रण का हरित स्थानांतरण

2. जीवाश्म उन्मूलन और जलवायु सुधार
    2.1 कॉमन्स को फिर से सक्रिय करना
    2.2 सामाजिक रूप से उपयोगी ऊर्जा उत्पादन (2045-2076)
        2.2.1 जलवायु अवसंरचना और नगरपालिका माइक्रोग्रिड
        2.2.2 कार्बन पृथक्करण (सीक्वेस्टरिंग) समुदाय
        2.2.3 बढ़ती जैविक बैटरियाँ
        2.2.4 3डी ऑप्टिकल सौर सेल
    2.3 देशज ऊर्जा संस्कृतियों का उदय: मसीसी लोग (2076 के बाद)
        2.3.1 मसीसी ऊर्जा अनुष्ठान
        2.3.2 बायोऑर्गेनिक ऊर्जा में देशज हाई-टेक विकास

3. चर्चा

ग्रंथ सूची

35 **2. दुनियावी बनना: जलवायु लोचदार इलाक़े, सिम्बायोटिक फैब्रिकेशन और पारिस्थिकीय तंत्र के पुनर्जनन के बारे में**

के'एक्स अ, स्वाहिली और कैंटोनीज़ से अनुवादित

1. ब्रेकिंग लाइफ
    1.1 जैविक विनाश: जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं
    1.2 खिलाने वाले हाथों को काटना
    1.3 लैंड बैंक: टूटी हुई संधियाँ और स्वदेशी विलोपन
    1.4 वैधता का संकट

2. जीवन को पुनर्जीवित करना: वैश्विक जलवायु कार्यवाही के लिए सामाजिक स्वतंत्रता का नवीनीकरण
    2.1 पृथ्वी के अर्थशास्त्र पर पुनर्विचार
    2.2 रिक्लेमिंग कम्यूनिटी: सामाजिक जीवन का नवीकरण
    2.3 भूमि का विऔपनिवेशीकरण: स्वदेशी संप्रभुता को साकार करना

2.4 दीर्घकालीन कार्बन ड्राडाउन: रिवाइल्डिंग, जैव विविधता और कृषि पारिस्थितिक (2028-2054)
2.4.1 क्लाइमेट रेजिलिएंस जोन (सीआरज़ेड) के रिवाइल्डिंग नेटवर्क
2.4.2 न्यू मोम्बासा सीआरज़ेड के गुरिल्ला सीडर्स
2.5 परिवर्तनकारी लचीलापन: अखिल-देशज स्वायत्त क्षेत्र (2054 के बाद)
2.5.1 सहजीवी पारस्परिकता का उद्भव: एक आत्म-जागरूक अभ्यास
2.5.2 सीआरज़ेड के भीतर सहजीवी निर्माण

3. चर्चा

ग्रंथ सूची

67 **3. वेपरवेयर के परे: ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रम का स्मरण**
रज़िया जलदास, टन कोंपा और मौंग सॉ चौधरी द्वारा

1. नीले ग्रह पर जीवन: निरंतर प्रचुरता से अचानक असंगति तक
1.1 क्रायोस्फीयर गतिकी (डायनेमिक्स)
1.2 हाइड्रोडायनामिक्स
1.3 समुद्री जैव विविधता
1.4 पेयजल की तंगहाली और असल मानवीय लागतों के बारे में
1.5 कल्पना का संकट: ना आगे, ना पीछे का, ना कोई बाहर का रास्ता

2. जल ही जीवन है: नाम अनुरूप क्षतिपूर्ति
2.1 टेक्नोलॉजिकल कॉमन्स और ओपन टेक्नोलॉजी का सवाल
2.1.1 बायोरेमेडियल फैब्रिकेशन तकनीकें: बायोमिनरलाइज़र्स
2.1.2 डाउन टू अर्थ: सामुदायिक (सिम्बियोमेटलर्जी) सहजीवी-धातुकर्म का उद्भव
2.1.3 रेनमेकर्स, बर्फ़ीले स्तूप और कृत्रिम ग्लेशियर
2.2 हल्के नीले बिंदु से संबंध बनाना
2.2.1 विद्युत प्रवाल पुनर्वास परियोजना
2.2.2 सुंदरवन के काले मूंगे के दलदल

3. चर्चा

ग्रन्थ सूची

105 **4. उपसंहार**
ग्रन्थ सूची

110 **5. प्रौद्योगिकियों का परिशिष्ट**
ग्रन्थ सूची

संपादकीय टीम के नोट्स

‘द ओपन जर्नल ऑफ रीफ्यूचरिंग’ का शतवार्षिकी संस्करण आपके हाथों में है। हमारे प्रथम संस्करण के सौ वर्ष पूरे होने के उपलक्ष में, हमारी संपादकीय टीम ने एक प्रयोग करने का फ़ैसला किया जिसमें विगत सदी में जलवायु क्षतिपूर्ति के लिए की गई ऐतिहासिक घटनाओं का लेखा-जोखा दिया जाना था। सन् 2121 के वसंत में, इस अवसर को दर्ज करने के लिए ओस्लो में ‘सेंटर फॉर रीफ्यूचरिंग स्टडीज़’ द्वारा एक शताब्दी व्याख्यान श्रृंखला की मेजबानी की गई। इस व्याख्यान श्रृंखला ने जलवायु को लेकर की गई कार्यवाही और निष्क्रियता की पिछली शताब्दी का अध्ययन करने हेतु एक अनुशासनात्मक गठबंधन बनाकर आमंत्रित व्याख्यान आयोजित किए। इन व्याख्यानों में भविष्य के लिए दांव पर लगे मुद्दों को याद रखने और समझने की ख़ातिर अपने अतीत की ओर देखने पर ज़ोर दिया गया। नए जीवन का उत्साह जगाने वाले इन व्याख्यानों में, सह-वक्ताओं ने इस प्रकाशन में नई ऊर्जा और चर्चाओं को प्रेरित किया। हालाँकि, वक्ताओं द्वारा प्रस्तुत मुद्दों की जटिलताओं से इत्तेफ़ाक रखते हुए, हमें इस विशेष शतवार्षिकी संस्करण के लिए स्थापित परंपराओं को तोड़ना पड़ा। छात्रवृत्ति की विशिष्ट प्रकृति के मद्देनज़र, हम वैसे तो आमतौर पर लेख प्रकाशित करते हैं, परंतु इस बार हमें यहाँ अपने ‘जर्नल’ की रवायत पर पुनर्विचार करके, सम्मेलन से उत्पन्न निष्कर्षों के दायरे में प्रतिक्रिया देने के लिए बाध्य होना पड़ा। यही कारण रहा कि हमने इस संस्करण के लिए तीन लंबे प्रारूप वाले अध्यायों के साथ आगे बढ़ने का फैसला किया। हालाँकि, परंपरा के अनुरूप, यह अंक एक साथ कई वैश्विक भाषाओं में प्रकाशित किया जा रहा है। इसी के तहत, प्रस्तुत संस्करण यहाँ हिंदी भाषा में प्रस्तुत है।

शुरुआती 21स्वीं सदी का अध्ययन करने वाले कई अध्येता सामाजिक परिवर्तनों की अपरिहार्यता को मानते हैं, जबकि इसमें ‘अपरिहार्य’ जैसा कुछ नहीं था। इस संस्करण में प्रस्तुत अध्यायों के माध्यम से, यहाँ उस वक़्त के संकटों को समझने का प्रयास किया गया है। जैसे, उस वक़्त क्या ज्ञात था और क्या नहीं, और कि लोगों ने चुनौतियों को समझने के बाद, अपने ज्ञान के साथ किस प्रकार की क्रियाओं या निष्क्रियताओं को अंजाम दिया। उस वक़्त में स्थापित मानव जीवन, प्राकृतिक वातावरण से अलगाव पर निर्भर था — अपनी ही पूँछ को खा जाने वाले सर्प की भाँति। वह व्यवस्था अपने आप में विरोधाभासी थी, अर्थात जिस प्रकृति की वह मरम्मत और देखभाल करने का दावा करती थी, उसी को नष्ट करने पर आमादा थी। ये विरोधाभास उन क्षणों में भी स्पष्ट नज़र आते थे, जब उन्होंने इन व्यवस्थाओं को बार-बार तहस-नहस किया और लगभग तुरंत ही उन्हें फिर से खड़ा कर दिया, जो कि विस्मयकारी बात थी, मानो कोई अन्य हल समाज की परिकल्पना के परे हो। सामाजिक परिकल्पना के इस तथाकथित ‘कैल्सीफिकेशन’ या ‘कल्पना की दरिद्रता’ ने, हमारे ग्रह पर जीवन को भारी क्षति पहुँचाई। जलवायु दहलीज़ का उल्लंघन इसमें प्रमुख था। इसी कारण, प्रस्तुत प्रकाशन आज के दौर में इन प्रवृत्तियों को संचालित करने वाली तर्कशीलता के विरुद्ध, ऐतिहासिक पुनर्निर्माण के लिए चुनौतीपूर्ण साबित हुआ। हमें आज तक ऐसे समाज की परिकल्पना करना मुश्किल लगता है, जिसने जानते-बूझते हुए भी प्रसुप्त परंतु प्रकट स्वतंत्रताओं का अनुसरण करने की संभावनाओं की उपेक्षा की। योगदानकर्ताओं में से एक ने, इस प्रवृत्ति को “सभ्यता के अनुपात की एक विशाल मूर्खता” के रूप का नाम दिया। परंतु अकल्पनीय बाधाओं के बावजूद, जीवाश्म उन्मूलन और जलवायु सुधार हेतु संघर्ष करने वालों ने एक अलग समाज की कल्पना करने के रचनात्मक ‘दुस्साहस’ को जारी रखा। प्रस्तुत अध्याय ऐसे ही कुछ संघर्षों, जिनका हमारे पूर्वजों ने सामना किया और क्रूर दमन को झेला, को उजागर करने का प्रयास हैं।

इस प्रकार कभी-कभी यह भूलना सहज हो जाता है कि ‘क्लाइमेट रिपेरेशसन्स’ (जलवायु क्षतिपूर्ति) और ‘ब्लू रिपेरेशसन्स’ परियोजनाएं भी सुधार आंदोलन थे। इस दौर में रोजमर्रा के जीवन के पुनर्मानवीकरण ने कई मौलिक स्वतंत्रताओं को जीवित संस्कृतियों में परिपक्व होते देखा। दैनिक जीवन में जलवायु न्याय पर मोल-भाव संभव नहीं था। संरक्षण और सामाजिक स्वतंत्रता के संस्थानों का विस्तार उस समय स्वीकार्य ‘क्लाइमेट रेसिलयंस’ (जलवायु लचीलापन) आंदोलनों के लिए अतुलनीय रूप से अधिक सहजीवी साबित हुआ। शायद हमें इस अंक में लेखकों द्वारा वर्णित ‘सामाजिक स्वतंत्रता’ के अनुपस्थित रूपों की पुनर्कल्पना करनी पड़े। जिन स्वतंत्रताओं ने दुनिया पर एक ठोस प्रभाव डाला है, उनमें : क्लाइमेट

रेज़िलियंस ज़ोन से लेकर सर्व-देशज पुराने-विकास तक; नेटवर्क वाले 'म्यूनिसिपल माइक्रोग्रिड' से लेकर रेडियोधर्मी परिदृश्यों में उभरने वाली ऊर्जा संस्कृतियों के स्वदेशीकरण तक; दुस्साहस भरे रेनमेकर्स का सपना देखने की स्वतंत्रता से लेकर सिंबियोमेटालर्जिकल प्रेक्टिसेस की सफलताओं तक; तथा सभी ब्लैक कोरल रीफ़ (काली प्रवाल भित्तियों) की विशाल कोरल पुनर्वास परियोजनाओं तक शामिल हैं।

हम उम्मीद करते हैं कि इस प्रकाशन के पाठक, इसमें व्यक्त विचारों पर उतना ही ग़ौर करेंगे, जितना हमने इसे तैयार करने में किया है।

संपादकीय टीम
सेंटर फ़ॉर रीफ्यूचरिंग स्टडीज़
ओपन डिज़ाइन सोसाइटी, ओस्लो

ग्रहीय बोध

चित्रण: सेफिन अलेक्जेंडर

“ऊर्जा का संकट कभी था ही नहीं, जो था वो सभ्यता का संकट था।”

— नोम आपिहा (2016) मसीसी एल्डर्स द्वारा ओल्ड वर्ल्ड को लिखे पहले ख़त से

Vestas

1. ग्लोकल (वैश्विक-स्थानीय) एनर्जी कल्चर्स: 22स्वीं सदी में विलक्षण स्वदेशिता के परे

स्वीडिश, सामी, पुरुबोरा और पुर्तगाली भाषा से अनुदित

इरज़ा ऐइओकी

डिज़ाइन थीओरिसट,
ओपन साईंस इंस्टीट्यूट, इनारी

पार्वे ज़ेनलिन

सोशल एंथ्रोपोलोजिस्ट,
ओपन एंथ्रोपोलोजिकल सोसायटी, स्टॉकहोम

मैन्वेला कांडोगन

हिस्टोरियन ऑफ़ कलाईमेट चेंज
ओपन एंथ्रोपोलोजिकल सोसायटी, स्टॉकहोम

परिचय

बाईसवीं सदी में पिछली सदियों के जीवाश्म ईंधन की दीर्घकालिक विरासतों के चलते, ग्रहीय पारिस्थितिकीय तंत्र की तबाही बदस्तूर जारी है। औद्योगिक सभ्यता के उदय के साथ, पृथ्वी पर जीवन और यहाँ तक कि उसके स्वयं के लिए भी अस्तित्व का ख़तरा उत्पन्न हो गया है। प्रस्तुत अध्याय 22स्वीं सदी तक की इस अवधि की तकनीकी-ऐतिहासिक विरासतों की पड़ताल करता है, जो उस समय के हमारे पूर्वजों की वैश्विक ऊर्जा संस्कृतियों को समझने में मददगार साबित हो सकता है। सदियों से "सस्ते" जीवाश्म हाइड्रोकार्बन ईंधन का, पृथ्वी और समुद्र की गर्भ से दोहन के लिए वही संस्कृतियाँ ज़िम्मेदार थीं। लिहाजा, इस प्रक्रिया में संस्कृतियों ने सभ्यता को लगभग विनाश के कगार पर ला खड़ा किया। लेकिन, यह भी सच है कि साथ ही 22स्वीं सदी ने, इससे उबरने के कुछ आशाजनक संकेत भी दिखाए।

जबकि कई विद्वान इस अवधि को राजनीतिक, सामाजिक-आर्थिक और पारिस्थितिक संघर्षों के अभिलेखों के अंदर खोजते हैं। इसके उलट, यह अध्याय कुछ अक्षय ऊर्जा उदाहरणों के माध्यम से पुनर्योजी (रिजेंनरेटिव) एवं सामुदायिक लचीलेपन के व्यवहार की अधिक सुसंगत समझ बनाने के लिए कुछ दृष्टिकोणों की पड़ताल करता है। पिछली सदी में, दुनिया भर में अक्षय ऊर्जा के बुनियादी ढाँचे के परिवर्तन को सक्षम बनाने में अन्य क़िस्म के चलन भी उभरे। कुछ उपकरणों जैसे 'ऑर्गेनिक बैटरी प्रिंटर' और '3डी प्रिंटेड फाइबर-ऑप्टिक सौर सेल्स' को नगरपालिका माइक्रोग्रिड में एकीकृत किया गया। हम उन्हें यहाँ इसे मुमकिन बनाने वाले उनके संदर्भों में फ्रेमबद्ध करेंगे। इनसे विशिष्ट क्षेत्रों में उभरने वाले 'विलक्षण स्वदेशिता' के विकल्प निकल सकते हैं, जिन्होंने पुन: हमारे लिए ऊर्जा उत्पादन और खपत की अधिक सहजीवी धारणाओं को मौलिक रूप से परिभाषित किया। जैसे-जैसे जलवायु सुधार के लिए बहुल सामाजिक-सांस्कृतिक और पारिस्थितिकीय मार्ग विकसित होते जा रहे हैं, वैसे-वैसे सांप्रदायिक जीवन के तकनीकी-सामाजिक क्षेत्रों का आमूल-चूल स्वदेशीकरण भी हो रहा है। एक नई संभावना है कि औसत ग्लोबल वार्मिंग ख़तरनाक दो डिग्री सेल्सियस से नीचे गिरना शुरू हो सकता है।

कीवर्ड:

नवीकरणीय ऊर्जा

जलवायु परिवर्तन

जीवाश्म उन्मूलन

कार्बन असमानता

स्वदेशीकरण

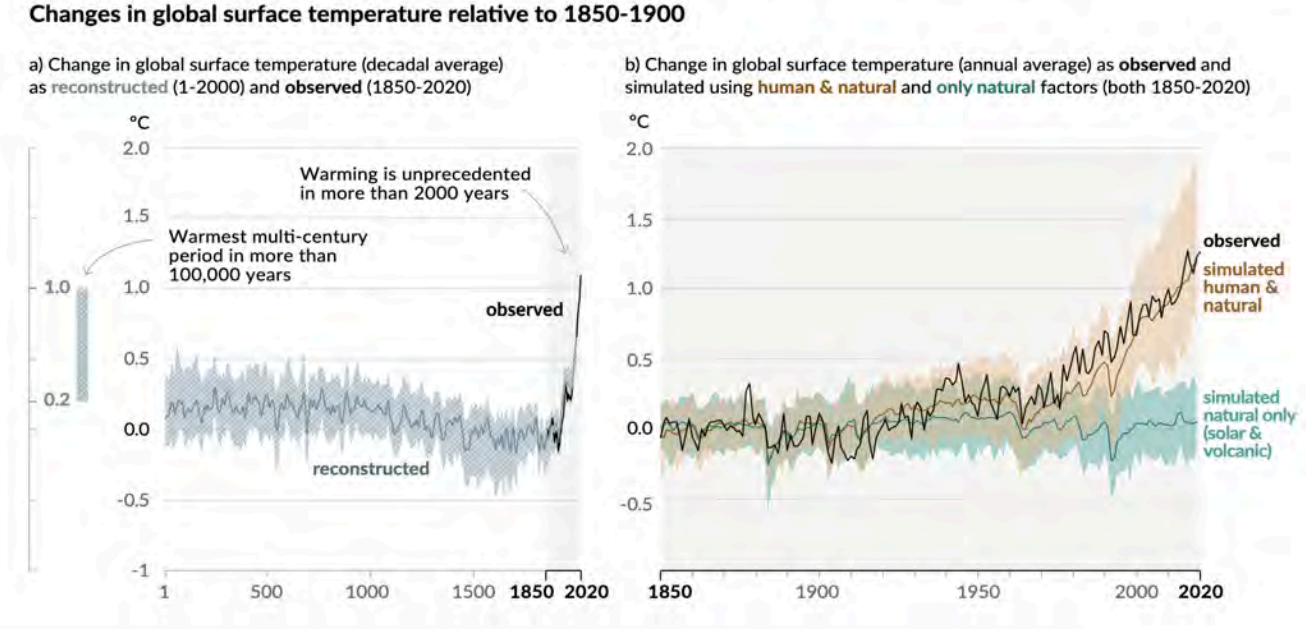
1. चुराए हुए समय में जीना: जलवायु आपातकाल के विरोधाभास

स्वाभाविक तौर पर स्थान और समय की निरंतरता से पृथक, 22स्वीं सदी की चुनौतियाँ उससे पहले की सदी से भिन्न हैं। हालाँकि, इस सवाल का जवाब आज भी नहीं है कि हमारी सभ्यता का लगभग विनाश कैसे संभव हुआ? 22स्वीं सदी को लेकर की गई 'हॉटहाउस अर्थ' की भविष्यवाणी आज भी प्रासंगिक बनी हुई है (स्टीफन एवं अन्य, 2018; उबुम्वे, 2114)। जबकि, हाल ही में देखी गई वैश्विक ऊर्जा फुटप्रिंट में भारी कमी आना, संभावना के दायरे में आता है (रिचर्डसन, एवं अन्य, 2129)। परंतु इसके बावजूद, यह बदलाव बहुत उथल-पुथल भरा हो सकता है। इस दौरान पुनर्योजी, नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमणों के लिए आवश्यक नकारात्मक उत्सर्जन लूप लगातार बना रह सकता है । इन परिवर्तनों के उद्भव को समझने का प्रयास करने हेतु, उन्हें इस संदर्भ में समझना चाहिए कि वे आए कैसे ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि हॉटहाउस से परे भी मानवता के लिए एक स्थिर जीवमंडल संभव है।

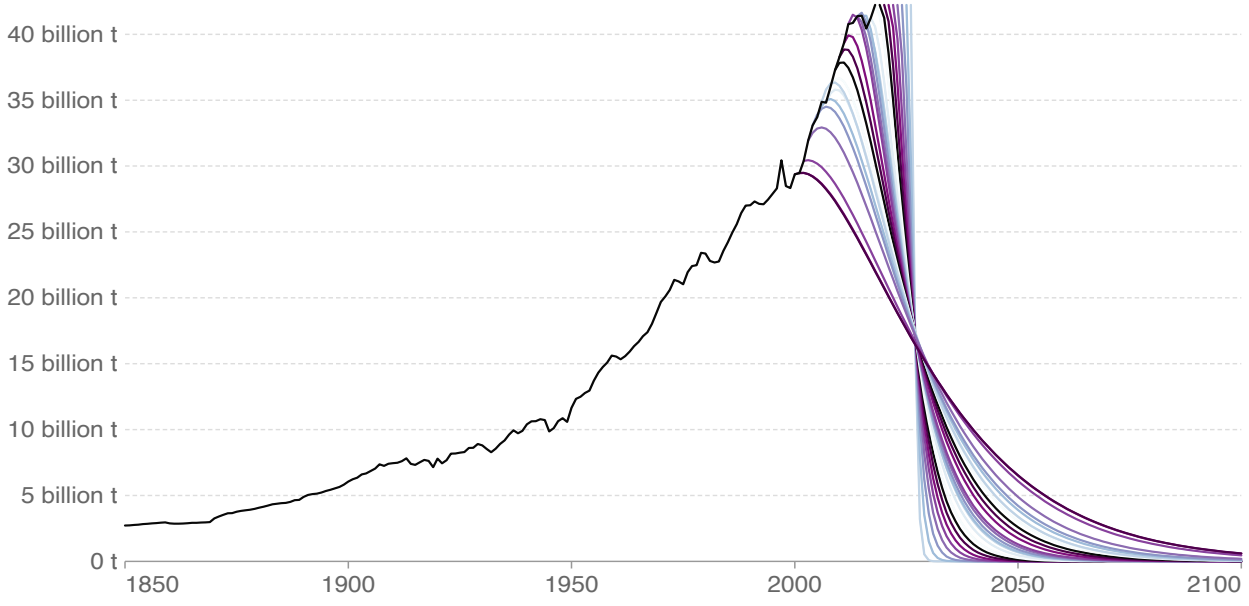
1.1 स्थान और समय में जलवायु आपातकाल

दशकों से, इन सरोकारों की जांच करने वाली अंतर-सरकारी समितियाँ सर्वसम्मति से इस निष्कर्ष पर पहुँची कि संगठित मानव जीवन में आमूल-चूल परिवर्तन लाने की आवश्यकता थी। उन्होंने जीवाश्म कार्बन उत्सर्जन को समाप्त करने और समूचे पारिस्थितिकीय तंत्र के सुविचारित विनाश' को रोकने के आह्वान के साथ-साथ, सरकारों से पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने हेतु कठोर उपाय करने की सिफ़ारिश की (आईपीसीसी, 2018; आईपीबीईएस, 2019)। ऐसे प्रस्तावों के सार्वजनिक होते ही, सामाजिक-आर्थिक आधिपत्य वालों ने इन प्रस्तावों की उपेक्षा की। राष्ट्र-राज्यों और उनके शासकों ने मानव प्रगति की आड़ में, इंतेहाई आर्थिक विकास के लिए उल्लेखनीय रूप से विनाशकारी और तर्कहीन रास्ते को चुना। मानव सभ्यता, जहाँ एक ओर ग्रह के बेहद आवश्यक थर्मोडायनामिक थ्रेसहोल्ड को लाँघा जा रहा था; वहीं दूसरी ओर, मूल रूप से संकट के लिए ज़िम्मेवार तंत्र और संरचनाएं, हल प्रस्तावित करने में लगीं थीं (चित्र 1ए)।

कमरे में बंद हाथी की बड़ा हो जाने पर अनदेखी नहीं की जा सकती थी। पूर्व-औद्योगिक युग की तुलना में, कुल ऊर्जा खपत और उत्सर्जन में भारी वृद्धि देखी गई (चित्र 1बी)। नवीकरणीय ऊर्जा अपनाने में महत्वपूर्ण प्रगति के बावजूद, वैश्विक ऊर्जा प्रणाली (चित्र 2) में मौजूद जीवाश्म ईंधन के उपयोग फीके पड़ गए थे, यहाँ तक कि इस दौर में इसके



चित्र 1 सन् 2020 के आसपास के आँकड़ों से वैश्विक तापमान परिवर्तन और ग्लोबल वार्मिंग के कारणों के बारे में क्या ज्ञात था। ए) वैश्विक सतह के तापमान में परिवर्तन पुराजलवायु अभिलेखागार और प्रत्यक्ष टिप्पणियों से पुनर्निर्माण किया गया। बी) मानव और प्राकृतिक चालकों (भूरा), और केवल प्राकृतिक चालकों (सौर और ज्वालामुखीय गतिविधि (हरा) से वैश्विक सतह के तापमान में परिवर्तन। साभार: (आईपीसीसी, 2021)



चित्र 2 21स्वीं सदी की शुरुआत में नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण पथ ग्लोबल वार्मिंग को 1.5 डिग्री सेल्सियस तक सीमित करने पर केंद्रित था, फिर भी वैश्विक कार्रवाई में अंतिम मिनट तक देरी हुई। यह एक चूक थी क्योंकि उस समय सभी ऊर्जा उपयोग का विद्युतीकरण नहीं किया जा सकता था और इनमें से कोई भी परिवर्तन होने से पहले समय अच्छा चल रहा था। छवि: अवर वर्ल्ड इन डेटा, 2019।

रुकने के कोई संकेत भी नहीं दिखाई दे रहे थे। जलवायु प्रणाली में इस जड़ता को देखते हुए, उत्सर्जन के 'वार्मिंग' प्रभाव लगभग तीन दशकों तक दिखाई नहीं देने थे। इस 'कार्बन अंतराल' के कारण, जितनी वार्मिंग क़ैद होनी थी पहले ही हो चुकी थी। अगर रातों-रात भी वैश्विक उत्सर्जन शून्य कर दिया जाता तब भी कोई फ़र्क़ पड़ने वाला नहीं था। हालाँकि, यह उस समय संभव नहीं लगता था (रऊफ, 2064)। दुनिया ने राहत कार्यवाही करने में जितनी देर लगाई, उत्सर्जन में भारी कमी के लिए किया जाने वाला वक्र उतना ही ऊँचा होता गया (चित्र 2)। इन परिस्थितियों में, 'बिज़नेस-एज़-यूज़ुअल' के चलते ऊर्जा प्रणाली के ऐतिहासिक जीवाश्म उत्सर्जन को, अक्षय ऊर्जा संबोधित नहीं कर सकी। वैश्विक ऊर्जा मिश्रण में मौजूदा जीवाश्म ईंधन बुनियादी ढाँचे के हिस्से को मौलिक रूप से अनुबंधित करना पड़ा (चित्र 2)। दूसरे, आवश्यक सभ्यता संबंधी कार्यों के लिए जो ऊर्जा आवश्यक थी, उन्हें इसे बनाने में लगने वाले समय के एक अंश से भी कम समय में नवीकरणीय ऊर्जा द्वारा प्रतिस्थापित करने की आवश्यकता थी (चित्र 2)।

1.2 जीवाश्म उपयोग करने वाले राष्ट्र का अपराधबोध

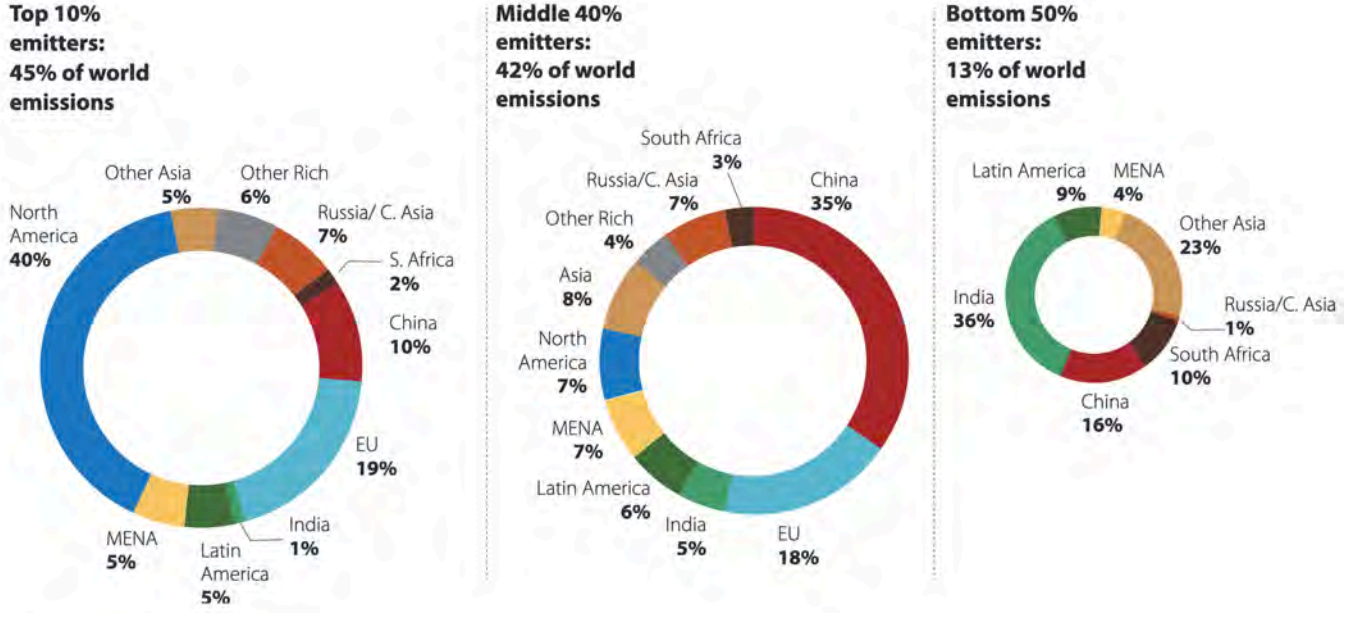
इन आर्थिक व्यवस्थाओं के तहत् 'विकसित' राष्ट्रों की संपत्ति औपनिवेशिक, उत्तर-औपनिवेशिक और नव-औपनिवेशिक शासन काल की पांच शताब्दियों से अधिक की विरासतों पर निर्भर थी। आर्थिक संकेतकों पर निर्भर लिविंग बायोस्फ़ीयर' या जीवमंडल को "पूँजी संचय का वर्चस्व" क़ायम करने वाला, सामाजिक-आर्थिक प्रयोगों की सफलता का मानदंड माना जाता था। पिछली कुछ सदियां कोयले, कच्चे तेल और प्राकृतिक गैस की बदौलत, शायद, हमारी चर्चा के लिए अधिक प्रासंगिक है (उबुम्वे, 2114), जब जीवाश्म ईंधन के 'सस्तेपन' के कारण निष्कर्षण संचय के लिए क्षमताओं में तेजी से वृद्धि हुई है। इन संसाधनों की प्रचुरता और सब्सिडी वाले निष्कर्षण ने, उन्हें ऊर्जा के "सस्ते" स्रोत बना दिया था। समय के साथ, इसने शोषण और वर्चस्व विस्तार के नव-औपनिवेशिक रूपों को सक्षम करके लचर निर्भरता भी पैदा की (पटेल और मूर, 2017; उबुम्वे, 2114)।

ईंधन के इस सस्तेपन से प्रेरित होकर, 'राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था' नामक एक अमूर्त इकाई अस्तित्व में आई। बीसवीं सदी की शुरुआत में यह इकाई अधिशेष युद्ध उत्पादन के योजना प्रबंधन एवं संकटों से बचाव के लिए, मौद्रिक वितरण के नियंत्रण में उपयोग में लाई गई। मैक्रो-इकोनॉमी के साथ शुद्ध विनिमय मूल्य की ऐसी अर्थव्यवस्था को मापने के लिए, संकेतक और उपकरण विकसित किए गए। सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) का अब अप्रचलित मानदंड उस समय प्रमुख राज्य-पूंजीवादी प्रणालियों की स्थिति को मापने हेतु विश्वसनीय उपकरणों में से एक था और इसे इसी तरह समझा गया था। भले ही ये उपाय, केवल मनगढ़ंत सार थे (मैथिली और तेनजिंग, 2106)।

हालाँकि, इन आर्थिक मॉडलों ने गुणवत्ता से भरे जीवन के लिए समाज की आवश्यक जरूरतों को पूरा करने में मदद की या नहीं, यह एक अलेह्दा मसला था (मुंडा, 2058; उबुम्वे, 2114)। दुनिया भर में राष्ट्रों के बीच इसने कुछ 'विशेषाधिकार प्राप्त राष्ट्रों' का गठन किया, जिनका उत्सर्जन गरीब राष्ट्रों से कहीं अधिक था (अल्थोर एवं अन्य, 2016; दून, 2035; आईपीबीईएस, 2043; ऑक्सफैम, 2015)। इन असमानताओं को ऐतिहासिक औपनिवेशिक लूट की नाजायज विरासतों पर क़ायम किया गया था और यह इसी शोषण पर आधारित था (हिकेल, 2018)। इसके अलावा, यह भी एक सवाल था कि किन सामाजिक-आर्थिक वर्गों को अपनी जीवन शैली के उत्सर्जन को बदलना है। कई अध्ययन इस बात की पुष्टि करते हैं कि जीवनशैली उत्सर्जन की जिम्मेदारी, आर्थिक पदानुक्रम से तय होती है (अल्थोर एवं अन्य, 2016; चांसल और पिकेटी, 2015; दून, 2035; उबुमवे, 2114)। वैश्वीकृत आर्थिक क्रम में सभी महाद्वीपों में फैले शीर्ष के 10 प्रतिशत उत्सर्जक देशों के उत्सर्जन, निम्नतम आय समूह के उत्सर्जन के लगभग दो हजार गुना के लिए जिम्मेदार थे (चांसल एंड पिकेटी, 2015)। इसके अलावा, शीर्ष के 10 प्रतिशत वाले ये "समृद्धि के उत्सर्जन", कुल वैश्विक उत्सर्जन के 45 प्रतिशत उत्सर्जन के लिए जिम्मेदार थे; और निचले क्रम के 50 प्रतिशत में सबसे गरीब लोगों में "निर्वाह उत्सर्जन" का वैश्विक उत्सर्जन मात्र 13 प्रतिशत था (चित्र 3)।

जबकि 'उत्तर-औपनिवेशिक काल' ने इन संबंधों में कुछ ठोस पुनर्व्यवस्था देखी थी। फिर भी, तथाकथित "वैश्विक उत्तर" से पारिस्थितिक के कई पैटर्न, विकास के एक ढर्रे के रूप में "वैश्विक दक्षिण" के भीतर गहरे समा गए थे। इस प्रकार, वैश्विक सकल घरेलू उत्पाद में वृद्धि तो हुई, लेकिन निष्कर्षण ने प्राकृतिक आवासों का बेरोकटोक इस्तेमाल भी किया (रेमंड, 2044)। जहाँ भी ऐसी व्यवस्थाएँ उभरीं, संक्षिप्त चक्रीय अवधियों में एक अभूतपूर्व मुनाफ़ा कमाया गया। इतना मुनाफ़ा जो सभ्यता ने पहले कभी नहीं देखा था। यह मानवीय संबंधों और प्राकृतिक संसार से निचोड़ा हुआ मुनाफ़ा था। हालाँकि, इस मुनाफ़े का अधिकांश भाग इन व्यवस्थाओं के तहत् सृजित 'विकास' के रूप में प्रकट हुआ, जिसका इस्तेमाल तुरंत ही आगे की 'वृद्धि' को तेज़ करने के लिए किया गया (मैथिली और तेनजिंग, 2106)। इक्कीसवीं सदी की औद्योगिक दुनिया इसी तरह की विरासत से उत्पन्न हुई थी। इसने यह यात्रा हाशिए के लोगों और तथाकथित 'जंगली प्रकृति' (हिकेल, 2018; मुंडा, 2058; थेकेकारा, 2019) की पीठ पर चढ़कर तय की थी। मुनाफ़ाखोरी और जीवमंडल एक-दूसरे के दुश्मन हो चुके थे। लिहाजा, एक राष्ट्र की संपत्ति में, भूमि और लोगों की तिलांजलि दी गई (मुंडा, 2058; उबुम्वे, 2114)।

जीवाश्म ईंधन के सस्ते होने के साथ, विविध मौसमी ऊर्जा स्रोतों पर निर्भर समाजों के पास अब अपनी जरूरतों को



चित्र 3 सन् 2015 में दुनिया में शीर्ष 10, मध्य 40 और निचले 50% उत्सर्जकों का विश्लेषण। दुनिया की सबसे अमीर आबादी, गरीबों की तुलना में कहीं अधिक उपभोग कर रही थी। शीर्ष 10% वैश्विक उत्सर्जकों में भी, कार्बन डायआक्साइड उत्सर्जन का 40% अमरिकी नागरिकों, 20% यूरोपीय संघ और 10% चीन से था। साभार: (चांसल और पिकेटी, 2015)

पूरा करने के लिए अधिक ऊर्जा-घने जीवाश्म स्रोतों तक पहुँच थी। हालाँकि, ये नए स्रोत मौजूदा क्षमताओं से बढ़कर काम कर रहे थे ।इसका नतीजा यह हुआ कि अंततः वे सभी मोर्चों पर खपत बढ़ा रहे थे। उनके द्वारा बनाए गए भौतिक अधिशेष के बावजूद, अनंत आर्थिक विकास के प्रतिमान के तहत् कार्य करते हुए, वैश्विक ऊर्जा मिश्रण के लिए जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे ने तौर-तरीकों में खपत को और तेज कर दिया। इसने संसाधनों के लिए नए कृत्रिम बाजारों की खोज की और निष्कर्षण क्षमता में वृद्धि की (पोलिमेनी, 2008; उबुम्वे, 2114; यॉर्क, 2017)। यह प्रवृत्ति, जिसे 'जेवन्स' विरोधाभास कहा जाता है, वायुमंडलीय ग्लोबल वार्मिंग को 1.5 डिग्री सेल्सियस तक सीमित करने के लक्ष्यों को और अपनी पटरी से उतारने का काम करेगी।

सन् 1970 के दशक में, इन जीवाश्म ईंधन संस्थानों और उनके संरक्षक राष्ट्र-राज्यों के ऊँचे पदों पर बैठे लोगों को उन रिपोर्टों से अवगत कराया गया था। इन रिपोर्टों में कहा गया था कि वैश्विक कार्बन उत्सर्जन के रुख से पृथ्वी की पारिस्थितिकीय वहन क्षमता टूटने के कगार पर पहुँच सकती है (स्पेथ, 2021)। वैश्विक सामाजिक चेतना में आने वाले संकटों की गंभीरता से बहुत पहले, अपरिहार्य की प्रकृति को जानने के बजाय, इस ज्ञान को विज्ञान के बारे में संदेह बोने और सार्वजनिक धारणाओं को धूमिल करने के साथ-साथ, नाजायज लाभ को बढ़ाने के लिए नियोजित किया गया (हॉल, 2015; स्पीथ, 2021)। इस अवधि में नवउदारवादी अर्थशास्त्र के तहत् सामाजिक अनुबंधों का और अधिक विघटन हुआ और सरोकारी सामाजिक संस्थानों को नष्ट कर दिया गया। प्रत्येक बीतती पीढ़ी के साथ, समाज का उज्ज्वल भविष्य धूमिल होता चला गया।

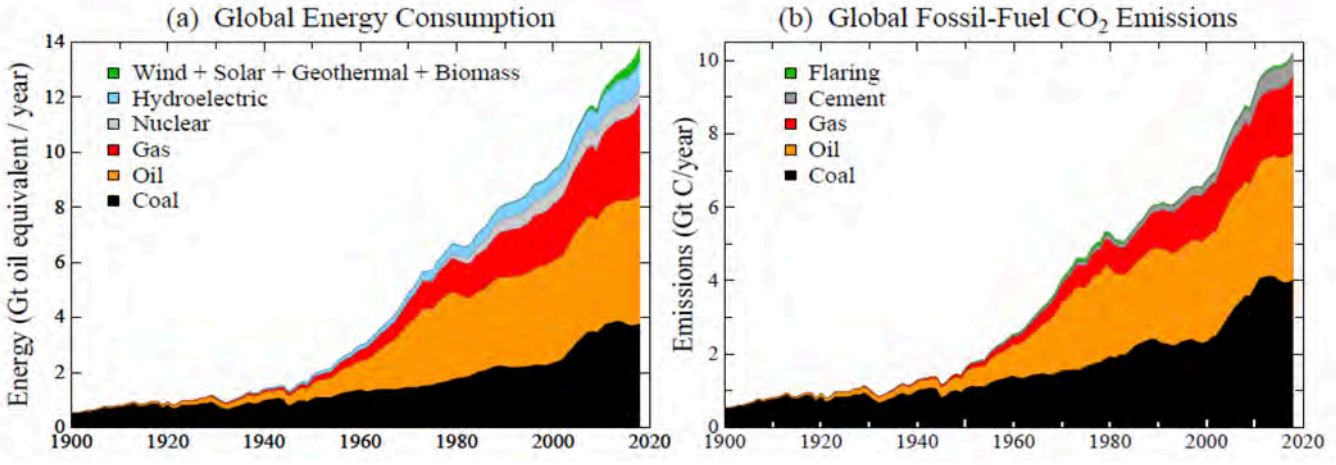
वास्तविक और काल्पनिक क़िस्म के मँडराते खतरों के सामने दुनिया के लिए जलवायु चिंता और भय की इस पृष्ठभूमि में, अधिनायकवादी तंत्र से गुहार लगाना आम हो गया था। जलवायु स्थिति को लेकर बड़े पैमाने पर दुष्प्रचार की हथियारबंदी ने असंगत और अतिशयोक्तिपूर्ण मनगढ़ंत अफ़वाहों को बढ़ावा दिया। जीवाश्म ईंधन के पैरोकार, इन सस्थानों ने (पैटरनो-नेशनलिस्टिक) संरक्षक-राष्ट्रवादी आंदोलनों को बढ़ावा देते हुए असंतुष्ट आबादी के गुस्से को, सबसे कमजोर तबक़ों के खिलाफ दमन चक्र चलाने में संचालित किया (माल्म और द ज़ेटकिन कलेक्टिव, 2021; मिश्रा, 2017; रॉबिन्सन, 2019; ज़ुबॉफ़, 2019)। असल में, यह प्राकृतिक विच्छेदन (इकोसाइडल), जलवायु निषेध का विस्तृत रुप था, जिसे जलवायु कार्यवाही के किसी भी प्रयास को रोकने के लिए डिज़ाइन किया गया था। इस प्रकार, मानवता के अब तक के इतिहास में वायुमंडल में उत्सर्जित होने वाले आधे से अधिक जीवाश्म कार्बन के दुष्परिणामों से मानवता पूरी तरह से अवगत थी (वालेस-वेल्स, 2019)।

1.3 ऊर्जा मिश्रण का हरित स्थानांतरण

हालात की तात्कालिकता को देखते हुए, जलवायु संकट की कुछ चुनौतियों के सामने आने के बाद मिटिगेशन रणनीतियों को आगे बढ़ाना महत्वपूर्ण हो गया था। हालाँकि, सर्वशक्तिमान जीवाश्म ईंधन कार्टेल के कारण, उस समय अक्षय ऊर्जा संक्रमण में व्यवस्थित महत्वपूर्ण निवेश नाकाफ़ी बना रहा। इस पृष्ठभूमि में नवीकरणीय ऊर्जा, वैश्विक ऊर्जा ग्रिड का विद्युतीकरण केवल बिजली उत्पादन तक ही सीमित थी, जो कुल ऊर्जा उपयोग (रेमंड, 2044) का एक बहुत छोटा सा अंश था। नवीकरणीय ऊर्जा के साथ, ऊर्जा के बुनियादी ढाँचे को समान दरों पर विद्युतीकरण करने के लिए वैश्विक स्तर पर घातक जीवाश्म ऊर्जा खपत की समग्रता को भी संबोधित करना होगा (चित्र 4ए)। वैश्विक राजनीतिक हलकों में से कईयों ने जीवाश्म ईंधन स्रोतों (गोर, 2016) की तुलना में इन नवीकरणीय ऊर्जा के विकास और इसके भारी 'सस्तेपन' पर भी आश्चर्य व्यक्त किया। यह 'सस्तापन' शोषित, गुलाम, और हाशिए पर पड़े निकायों और पारिस्थितिक के माध्यम से गठित एक नव-औपनिवेशिक आपूर्ति श्रृंखला पर निर्भर करता था, जो उनके अनुसार हिंसा और पारिस्थितिकीय विनाश के निशान छोड़गा (दून, 2035)।

समृद्ध खपत के समान स्तरों पर एक पूर्ण नवीकरणीय संक्रमण, वैश्विक ऊर्जा ग्रिड के किसी भी महत्वपूर्ण बदलाव से पहले, सभी महत्वपूर्ण संसाधनों की कमी को सुनिश्चित करने वाला होगा (गार्सिया-ओलिवारेस एंड सोल, 2015)। इस बात को इंगित किया गया कि अकेले यही तथ्य पहले से चल रही तत्कालीन पूंजीवादी अर्थव्यवस्थाओं को ध्वस्त कर देने वाला साबित होगा (गार्सिया-ओलिवारेस एंड सोल, 2015)। वैज्ञानिकों (रिपल एवं अन्य, 2017, 2019) के कई चेतावनी संकेतों के बावजूद, ग्लोबल वार्मिंग बेरोकटोक जारी रही (डियाज़, एवं अन्य, 2019), जबकि "हरित विकास" की संभावनाएं असंभव जान पड़ती थीं (हिकेल और कैलिस, 2019)। वैश्विक स्तर पर, ये अदूरदर्शी लक्ष्य थे, जो आवश्यक सामाजिक बुनियादी ढाँचे के बजाय किराए पर लिए जाने वाली वस्तु के रुप में ऊर्जा पर केंद्रित थे, और जो पारिस्थितिक लागतों को और अधिक बढ़ा रहे थे।

इसी दौरान, दुनिया भी कल्पित 'नकारात्मक उत्सर्जन प्रौद्योगिकी' के पक्ष में खड़ी थी। चुनांचे, उत्सर्जन लक्ष्यों को



चित्र 4 ए) वैश्विक ऊर्जा मिश्रण में नवीकरणीय ऊर्जा का हिस्सा जीवाश्म ईंधन की खपत की तुलना में बहुत कम था। बी) वैश्विक जीवाश्म ईंधन उत्सर्जन की घातीय वृद्धि (2020 से)। छवि: हैनसेन (2020)

पूरा करने का समय तेज़ी से निकला जा रहा था (आईपीसीसी, 2018, 2028)। कार्बन कैप्चर एंड स्टोरेज (सीसीएस) प्रौद्योगिकी के तकनीकी-फिक्स समाधान, अक्सर जिम्मेदारी से बचने के लिए जीवाश्म ईंधन संस्थानों द्वारा पेश किए जाते थे, जो कभी भी आवश्यक पैमाने पर उपलब्ध नहीं थे। इसके अलावा, तेजी से डीकार्बोनाइजेशन तकनीकों के काम करने हेतु, उन्हें उत्पादन, संचालन और गति के अभूतपूर्व वैश्विक पैमानों पर लागू किया जाना आवश्यक था। इसके अतिरिक्त, इन प्रणालियों के उत्पादन, कार्य और रखरखाव के लिए आवश्यक ऊर्जा कार्बन-नकारात्मक स्रोतों से आने के लिए आवश्यक था ताकि जलवायु लक्ष्यों को प्राप्त करने का कोई अवसर मिल सके (दून, 2035)। उस समय औद्योगिक समाज के मौजूदा भौतिक पदचिह्न (ज़ालासिविक्ज़, एवं अन्य, 2016) को देखते हुए, यह अकल्पनीय लग रहा था कि कार्बन पृथक्करण कार्यक्रमों को बड़े पैमाने पर अपनाना आवश्यक पैमानों के लिए पर्याप्त होगा, जैसा कि चित्र 4बी में दिखाया गया है।

कुछ समय के लिए यह साफ़ था कि एक सतत आर्थिक विकास कार्यक्रम के भीतर, ये उत्सर्जन पथ पृथ्वी के वातावरण की भलाई के साथ बुनियादी रूप से असंगत थे। इस प्रकार, जबकि ग्लोबल वार्मिंग के रुझान में तेजी जारी रही (जू एवं अन्य, 2018), वैश्विक औसत तापमान को पूर्व-औद्योगिक स्तरों से 1.5 डिग्री सेल्सियस से अधिक बढ़ने देने के तमाम रास्ते बचकाने जान पड़ते थे (श्वार्ट्ज, 2018)। हमारे पूर्वज तेज़ी से विनाश की ओर बढ़ रहे थे। भले ही उनके मुताबिक़ यह स्थिति अनजाने में उनके वंशजों के भविष्य की आर्थिक संभावनाओं को नष्ट करने की कीमत पर आया हो (गार्सिया-ओलिवारेस और सोले, 2015; उबुमवे, 2114)। आज, हम जानते हैं कि अस्तित्वगत खतरा, ख़तरों के मूल में अभी तक अनउत्तरित, सभ्यतागत प्रश्न का एक लक्षण था, जो आज एक सदी बाद भी उस युग के इतिहासकारों को ग़लत साबित करने वाला था।

2. जीवाश्म उन्मूलन और जलवायु सुधार

सन् 2020 तक, जलवायु लक्ष्य वैश्विक औसत तापमान को 1.5 डिग्री सेल्सियस के बजाय 2 डिग्री सेल्सियस तक सीमित रखने की ओर अग्रसर होने लगे थे। साल-दर-साल प्रत्येक जलवायु शिखर सम्मेलन में वादे तो किए गए, लेकिन जिन्हें कभी अमल में नहीं लाया गया। इससे समाज में व्यापक स्तर पर उपजे ग़ुस्से ने वैश्विक जलवायु विद्रोह आंदोलनों को जन्म दिया। ये आंदोलन लगातार उग्र होते चले गए। इन उग्र होते आंदोलनों के चलते सामाजिक जीवन का सैन्यीकरण और उस पर आने वाली लागत बढ़ती चली गई (वेमुला, 2116)। लोगों का गुस्सा साफ़ था, जब यह महसूस किया गया कि उनके पास अब पर्याप्त समय नहीं बचा था और कठोर विकल्पों से कम कुछ भी जलवायु न्याय (आईपीसीसी, 2028) के लिए वैध नहीं रह गया था। नई जलवायु संधियों के विकसित होने के बावजूद, सामाजिक, राजनीतिक और आर्थिक संरचनाओं के लिए अपनी वैधता बनाए रखना मुश्किल होता जा रहा था। जब यूनिवर्सल क्लाइमेट जस्टिस (यूसीजे) संधि को एक कानूनी रूप से बाध्यकारी अंतरराष्ट्रीय समझौते के रूप में 170 से अधिक देशों द्वारा पारित किया गया, तब तक इसका प्रभाव स्पष्ट नहीं था, या शायद चुनौती और आवश्यक तात्कालिकता के लिए यह पर्याप्त नहीं था (अचिबे, 2029)।

जल्द ही इस संधि पर, जीवाश्म उन्मूलन आंदोलन के रहस्योद्घाटन हावी हो गए। मुकदमेबाजी के लंबे दशकों के बाद, अंततः "जीवाश्म-फासीवाद मीडिया कॉम्प्लेक्स" की कोशिश की गई और इसे मानवता और पारिस्थितिक (आईसीसी, 2039) के खिलाफ अपराधों का दोषी पाया गया। डोंजीगर आयोग की रिपोर्ट ने ख़ुलासा किया कि "जीवाश्म-फासीवाद-मीडिया कॉम्प्लेक्स" ने राष्ट्रवाद, बौद्धिकता-विरोध, सेंसरशिप, निष्कासन, और किलेबंद (माल्म एंड द ज़ेटकिन कलेक्टिव, 2021) के लिए हताश अपीलों के माध्यम से वैश्विक जलवायु परिवर्तन को नकारने में आधी सदी से अधिक तक ज़लवायु संकट को बढ़ाने में योगदान दिया। इस प्रतिक्रियावादी गठजोड़ ने जानबूझकर जनता के मन में संदेह का बीज बोकर तथा निराशा का माहौल पैदा करके, जलवायु कार्यवाही को ध्वस्त किया। उन्होंने "राजनीतिक पटल पर उदारवादी रणनीतियों की एक विशाल एवं जटिल श्रृंखला को संगठित किया, जो कत्तई भी स्थिरता के लिए प्रयासरत नहीं थी, क्योंकि यही असंगतता इसकी शक्ति थी" (आईसीसी, 2039)। इसकी पारिस्थितिकी संबंधी कार्यवाही ने मानव समाज को सामाजिक विनाश के खतरनाक कगार पर ला खड़ा किया था, जो भीषण मानवीय पीड़ा का सबब बनी और हमारे ग्रह पर सभी तरह के जीवन खतरे में पड़ गए (उबुमवे, 2114)। इन जीवाश्म ईंधन संस्थागत सांठगांठ को पारिस्थितिकीय विनाश के आरोप लगाकर भंग कर दिया गया, और उनकी संपत्ति को जलवायु सुधार (आईसीसी, 2039; उबुमवे, 2114) के लिए इस्तेमाल में लाया गया।

बेशक, यह फैसला अपने आप में पर्याप्त नहीं था। जीवाश्म उन्मूलन आंदोलन को दुनिया भर में निरंतर सामाजिक और राजनीतिक कार्यवाही द्वारा आगे बढ़ाया गया। इसके लिए जीवाश्म-चालित परियोजनाओं के बहिष्कार और विनिवेश के लिए मजबूर किया गया। उन्हें वैश्विक बाजारों से व्यवस्थित रुप से मिटा दिया गया। विश्व स्तर पर, जलवायु सभाएं और लोकतांत्रिक जनमत संग्रह, राष्ट्र-राज्यों को जवाब देने के लिए मजबूर और प्रवर्तन सुनिश्चित कर रहे थे। ये कार्यवाहियाँ विश्व स्तर पर जीवाश्म ऊर्जा अवसंरचना के ताबूत में अंतिम कील साबित हुई। विगत में किसी समय यह समय असंभव प्रतीत होता था (दून, 2035; उबुमवे, 2114)। क्लाइमेट रिपेरेशंस कार्यक्रम का इस्तेमाल, अंतरराष्ट्रीय संस्थानों की संपत्तियों के पुनर्वितरण और वापसी, मानवता के इतिहास में सामाजिक वित्त पोषण कार्यक्रमों का सबसे बड़ा पूल बनाने (दून, 2035), पर्यावरण-विनाश के लिए देशज समुदायों की क्षतिपूर्ति, देखभाल कार्य करने और जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के लिए संसाधन सुनिश्चित करने के लिए तुरंत पुनर्निर्देशित किया गया (वेमुला, 2116)।

2.1 कॉमन्स को फिर से सक्रिय करना

सन् 2030 के दशक के अंत तक, शायद ही कोई अंतरराष्ट्रीय जीवाश्म ईंधन संरचना बची हो। उनके पैरों के नीचे की जमीन खिसक चुकी थी। जीवाश्म संरचना के प्रयोग में ना आने पर और उनके बाजारों को समाप्त किए जाने के साथ, उनकी स्वामित्व वाली प्रौद्योगिकियों और बुनियादी ढाँचे को यूसीजे संधि के अनुसार 'ओपन टेक्नोलॉजी ट्रांसफर' अनुच्छेद के तहत् खोल दिया गया और सामाजिक रुप से उपयोगी उत्पादन और पुनर्निर्माण के लिए पुनर्वितरित किया गया (क्यूएंटस एवं अन्य, 2029; देवी, 2035)। संधि के कई पहलुओं में से एक बिना शर्त, सार्वभौमिक रहने योग्य आय थी, जो वैश्विक समानता के साथ प्रत्येक जीवित व्यक्ति के लिए मौलिक आर्थिक स्वतंत्रता की गारंटी देने वाली थी (यूएनडीपी, 2029)। ग्लोबल साउथ और बाक़ी दुनिया भर में मानव विकास सूचकांकों में उल्लेखनीय वृद्धि देखने में आई। एक झटके में वैश्विक गरीबी को कम कर दिया गया था (दून, 2035)। पुनर्मूल्यांकन फंड ने सामुदायिक बुनियादी ढाँचे को मजबूत करने के लिए संसाधनों को वापस करने में भी मदद की। सहभागी निर्णय लेने पर स्थापित सहकारी संस्थागत स्वामित्व एक पूर्वापेक्षा थी। जीवन-यापन योग्य आय के कई समर्थकों और विरोधियों की अपेक्षाओं के विपरीत, दुनिया की आधी से अधिक आबादी अब दुर्बलता, गरीबी और काम करने की आवश्यकता से मुक्त हो चुकी थी। वह बेकार नहीं बैठी थी (दून, 2035; उबुम्वे, 2114; वेमुला, 2116)। पुराने 'ग्लोबल साउथ' के कई हिस्सों में, लोग स्वास्थ्य देखभाल, शिक्षा, आवास और पारिस्थितिक अनुकूल खेती के सामाजिक, भागीदारी बुनियादी ढाँचे जैसे कार्यक्रमों को बनाने में व्यस्त हो गए।

मानव प्रगति आँकने की जीडीपी-आधारित मूल्यांकन पद्धति अब अप्रचलित हो चली थी। मानव और पारिस्थितिकीय कल्याण पर ध्यान केंद्रित करना तथा जीवन की गुणवत्ता को अधिकतम करना अब प्राथमिकता बन चुका था। जीवाश्म सब्सिडी का इस्तेमाल पुनर्मूल्यांकन कार्यक्रमों को निर्देशित करने में किया जाने लगा था (ग्रेबर, 2014, 2018), जो तब तक, बड़े पैमाने पर अवैतनिक देखभाल कार्य के रुप में लिया जाता था (इलिच, 1980)। समाज के हाशिए पर रहने वाली महिलाओं और अन्य आबादी द्वारा किया जाने वाला यह काम तक ना समझे जाने वाला' 'देखभाल कार्य', समाज के पुनरुत्पादन के लिए आवश्यक बना रहा (दून, 2035)। इस फ्रेमिंग ने अर्थव्यवस्था के कहीं अधिक समग्र, 'पारिस्थितिक' दृष्टिकोण को समेकित किया। इसने कार्बन पदचिह्न को कम करके उत्सर्जन को सीधे प्रभावित किया और किसी भी अन्य नीति की तुलना में, सामाजिक-आर्थिक कल्याण में सुधार किया। हालाँकि, यह केवल

21स्वीं सदी की शुरुआत में एक हाशिए की घटना के रूप में जाना जाता था और इसे ज्यादातर आर्थिक संस्थाओं, गारंटीशुदा रहने योग्य आय, साप्ताहिक कार्य (फैबरे, 2032) दिवसों को तीन दिनों तक सीमित किया जाना था (पॉल, 2019)। औद्योगिक और आर्थिक बुनियादी ढाँचे, ढहने की बजाय डिजाइन द्वारा छोटे हो रहे थे। अतिरिक्त क्षमताओं को, सामाजिक स्वतंत्रता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के पुनरुद्धार के लिए मोड़ दिया गया। कई अन्य अविकसित संचालित अर्थव्यवस्थाओं को सिकोड़ और संसाधनों को ज़रूरतमंद समुदायों को स्थानांतरित कर दिया गया।

यद्यपि विनियमित आर्थिक गतिविधियाँ नाटकीय रूप से धीमी हो गईं थीं, परंतु सामाजिक और सांस्कृतिक स्वतंत्रता के विस्तार ने समुदायों को अधिक जीवंत और लचीला बना दिया। सर्वांगीण कल्याण के दीर्घकालिक टिकाऊ सामाजिक सुरक्षा जाल की गारंटी दी गई (लाई, 2056)। 22स्वीं शताब्दी में 'कार्य सप्ताह' की धारणा हमें बेतुकी लग सकती है क्योंकि इस अवधि में सामाजिक क्षितिज का विस्तार चार-दिवसीय सप्ताहांत से शुरू हुआ, जो तथाकथित 'बकवास नौकरियों' से समाजों को मुक्त करता था (ग्रेबर, 2018)। इस प्रकार, समुदायों के पास बिना किसी दबाव के अपने जीवन और हितों को आगे बढ़ाने के लिए पहले से कहीं अधिक खाली समय था। जीवन-यापन योग्य आय कार्यक्रमों के खिलाफ कई घोषित चिंताओं के विपरीत, शायद ही 'उद्देश्य से रहित आलसी श्रमिक वर्ग में बोरियत की महामारी' थी। पारस्परिक सहायता के लिए समुदायों के एक साथ आने के साथ, सार्वजनिक कल्याण और सामाजिक सामंजस्य में उल्लेखनीय सुधार हो रहे थे। पारिस्थितिकीय तंत्र की बहाली, नदियों की सफाई, या सामुदायिक फार्म-टू-किचन कार्यक्रम स्थापित करने जैसी परियोजनाएं लागू की गईं थीं। इस तरह की कई पहलों ने पीपुल्स क्लाइमेट एक्शन प्रोग्राम (फैब्रे, 2032) के वैश्विक एकजुटता नेटवर्क में अपने स्वैच्छिक प्रयासों का समन्वय किया। सदी के अंत तक, 'काम' करने का मतलब, अन्य संबंधों की देखभाल के प्रति जिम्मेदारी थी। उदाहरण के लिए, कोई व्यक्ति किसी ऐसे व्यक्ति को उपहार में दे सकता है जिससे वह अपनी रुचि का आनंद ले सके, जिससे वह संतुष्टि प्राप्त करने की आशा रखता हो। यह इतना आगे बढ़ा कि इनमें से कुछ कार्यों ने पहले से निष्क्रिय बौद्धिक ताकतों को ज्ञान-विज्ञान और प्रौद्योगिकी आंदोलनों के साथ उन्नत सामाजिक पुनरुद्धार और जलवायु लचीलेपन के लिए मुक्त कर दिया था (कुएंटस एवं अन्य, 2029)।

हालाँकि, इन चुनौतियों से निपटने के लिए वैश्विक पटल पर उच्च स्तर के समन्वय की आवश्यकता थी। नई संधियों के शुरुआती दिनों में, आबादी में स्थापित सत्ता संरचनाओं से जमीन को स्वीकार करने का बहुत ज़बर्दस्त प्रतिरोध हुआ था। जिसे कभी नागरिक विज्ञान कहा जाता था, उसमें भागीदारी में इज़ाफ़ा देखा गया (वाइल्डशूट, 2017)। यह जल्द ही जलवायु कार्यवाही कार्यक्रमों को लोकतांत्रिक निर्णय लेने और लोकप्रिय भागीदारी के साथ जोड़ने वाली क्षेत्रीय और वैश्विक कार्यवाही का एक अभिन्न अंग बन गया। अति आवश्यक पारिस्थितिकीय और सामाजिक संक्रमणों को समन्वय के आधार पर, क्रमबद्ध लोकतांत्रिक जलवायु विधानसभाओं द्वारा संचालित किया गया। भौतिक रूप से, संपूर्ण औद्योगिक अर्थव्यवस्थाओं को सामाजिक रूप से प्रासंगिक जलवायु संरचना का निर्माण करने के लिए एक स्पष्ट जनादेश के साथ सामुदायिक नेतृत्व में लोकतांत्रिक रूप से स्थानांतरित कर दिया गया। इस "सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन" के लिए स्थानीय, नगरपालिका स्तर पर परिष्कृत उच्च तकनीक विशेषज्ञता की आवश्यकता थी (कुली, 1987; देवी, 2035; स्मिथ, 2014)। जीवाश्म संरचना, भूमि जोत और तकनीकी संरचना, उन्नत प्रौद्योगिकियों को पुनः प्राप्त करने वाले स्थल बन गए। 'टेक्नो स्फीयर' के निर्माण स्थलों और युद्ध की अर्थव्यवस्थाओं पर उन लोगों का कब्जा था, जिन्होंने उनमें काम किया था और उन्हें सामुदायिक लचीलापन परियोजनाओं में फिट करने के लिए पुन: 'कॉन्फ़िगर' किया था (दून, 2035)।

स्थानीय सामाजिक-आर्थिक और औद्योगिक क्षमताओं की ओर निर्देशित संसाधनों ने, आवश्यक संस्थानों और सहकारी ढाँचे का निर्माण किया। इन ढाँचों ने सामुदायिक कृषि विज्ञान, जलवायु लचीलापन क्षेत्र (सीआरज़ेड), जल प्रबंधन और पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन जैसी, अधिक प्रत्यक्ष-क्रिया जलवायु लचीलेपन वाले कार्यक्रमों का समर्थन किया। नई औद्योगिक संस्थाओं को स्रोत पर कार्बन नकारात्मक होने और आवश्यक वस्तुओं के उत्पादन के पुनर्योजी साधनों पर निर्माण करने के लिए अनिवार्य किया गया। इन संस्थानों द्वारा नागरिक विज्ञान, खुले ज्ञान आंदोलनों और अकादमिक शोध निकायों को एकजुट करने वाले देशज कार्यवाही समूहों के साथ मिलकर होने वाले प्रयासों का समन्वय भी किया गया। यह उच्च तकनीक उत्पादन क्षमताओं के विकेंद्रीकरण और वितरण, अक्षय ऊर्जा कैप्चर तथा भंडारण द्वारा संचालित पुनर्योजी स्थानीय खपत चक्रों को बढ़ाने वाला था। अतीत की पुनर्योजी सामग्री संस्कृतियाँ मुख्यधारा में उभरी थीं, जो नगरपालिका फैबलैब्स के सिंडिकेटेड नेटवर्क द्वारा मजबूत की गईं, जो पहले कभी हाशिए पर थे (कोहटाला, 2016; अत्तियास एवं अन्य, 2017; केमेरे और करण, 2018)। मध्य शताब्दी तक बड़े पैमाने पर औद्योगिक उत्पादन की जगह, नागरिक विज्ञान और ओपन टेक पुस्तकालयों को स्वेच्छा से स्थापित किया जा रहा था (क्रेट्स, 2048)। पहले, ये प्रमुख तकनीकी-सामाजिक सफलताओं के स्थल बनने वाले थे, क्योंकि 'सामाजिक

रूप से उपयोगी उत्पादन' नागरिक और सांस्कृतिक पुनरुद्धार के लिए अधिक महत्वपूर्ण प्रयासों के भीतर शैक्षिक परिवर्तनों के साथ शामिल थे (न्गाटा, 2076)। अपने नगरपालिका कार्यकर्ता-संचालित संस्थानों और सामुदायिक निर्माण कार्यशालाओं के साथ, ये पुन: कॉन्फ़िगर किए गए संस्थान अर्थव्यवस्था के अधिक महत्वपूर्ण संक्रमण में महत्वपूर्ण साबित हुए। जबकि, उस समय यह जानना असंभव था कि क्या यह उत्सर्जन में कमी के लिए आवश्यक पैमानों पर ये काम कर सकते हैं या नहीं। सामाजिक-आर्थिक युगचटन से लैस ज्ञानी, निष्कर्षण के पुराने तर्क से पीछे हट रहे थे और आवश्यक मानवीय जरूरतों के लिए सहयोग के वैकल्पिक तर्क स्थापित कर रहे थे। इस दौरान फुरसत वाले समाज में: सीखने, खेलने, मनोरंजन और सहचर्य में सामाजिक खेलों को आगे बढ़ाने की समुदाय की क्षमता के साथ समकालिक सार्थक सामग्री बहुतायत में गहन छलांग लेती देखी जा सकती थी (देवी, 2035)। सामाजिक कल्याण का यह पहलू 'ग्रीन न्यू डील' आंदोलन के इर्द-गिर्द चलने वाली परिचर्चा से बुरी तरह गायब था (बर्न्स, 2019)।

दूसरी ओर, जटिल संस्कृतियों को खोजना ऐतिहासिक रूप से असामान्य नहीं था, जो पहले के भौतिक रूप से पूर्ण जीवन की तुलना में कम ऊर्जा पर रहते थे (ब्राउन, 2012)। सन् 2034 तक वैश्विक जीवाश्म अर्थव्यवस्था के अंतिम अवशेषों के ढहने और वैश्विक स्तर पर एक बंद-लूप शून्य/निम्न ऊर्जा प्रतिमान में स्थानांतरित होने के साथ, इन विकासों की भयावहता वैश्विक स्तर पर चौंका देने वाली थी।

2.2 सामाजिक रूप से उपयोगी ऊर्जा उत्पादन (2045-2076)

सन् 2040 के दशक के आसपास दुनिया ने, पारस्परिक सहकारी आंदोलनों की राजनीतिक, आर्थिक और सामाजिक संभावनाओं के रूप में सांस्कृतिक जीवन के नवीकरण के उद्भव को देखा; तथा, वैश्विक सामुदायिक कार्यवाही की तात्कालिकता पर आम सहमति के साथ, जलवायु लचीलेपन के लक्ष्यों की प्राप्ति की ओर कदम बढ़ाया था। नतीज़तन, खपत में गिरावट के बावजूद मानव कल्याण में सुधार हुआ और कार्बन उत्सर्जन में भारी गिरावट देखी गई। संग्रहीत वायुमंडलीय कार्बन के उपयोग योग्य सामग्री रूपों में, अनिवार्य रूप से मानव गतिविधि और निष्क्रियता का व्यापक प्रभाव पड़ा (देवी, 2035)। एक लंबी और कठिन प्रक्रिया के बावजूद, लौटाई गई भूमि के क्षतिग्रस्त पारिस्थितिकीय तंत्र को देशी तरीक़े से ठीक करना मुमकिन हुआ (मुंडा, 2058)।

म्यूनिसिपल फैब्रिकेशन इन्फ्रास्ट्रक्चर ने स्थानीय स्तर पर संकलित फैब्रिकेशन केंद्र बनाने हेतु, अक्षय तकनीकी हस्तांतरण तंत्र को व्यापक पैमाने पर अपनाये जाने के प्रयास किए।(न्गाता, 2076)। बाजार प्रोत्साहन से परे, इसने आवश्यक वस्तुओं और सेवाओं के लिए वैकल्पिक उत्पादन और वितरण चैनल बनाने हेतु नागरिक विज्ञान समूहों, मौलिक अनुसंधान केंद्रों और अन्य संस्थानों को जोड़ा (देवी, 2035)। ये लोकतांत्रिक संस्थान, स्थानीय नगरपालिका माइक्रोग्रिड्स के उत्पादन, वितरण, मरम्मत और रखरखाव जैसे जलवायु लचीलेपन के बुनियादी ढाँचे के तकनीकी प्रसार के केंद्र बना दिए गए। ग्रीन केमिस्ट्री और ओपन साइंस पर आधारित स्थानीय रूप से उपलब्ध उपकरणों और तकनीकी की मदद से ऊर्जा ग्रिड जैसे आवश्यक जलवायु लचीलेपन के बुनियादी ढाँचे का विकास, रेट्रोफिटिंग, अनुकूलन और विस्तार किए जाने की योजना बनाई गई। नगरपालिका स्तरों पर समुदायों को राजनीतिक और आर्थिक शक्ति के पुनर्वितरण के बाद, जीवाश्म ईंधन के नए तरीक़े के इस्तेमाल के बुनियादी ढाँचे और प्रौद्योगिकियों का विकास किया गया (देवी, 2035)। इस प्रकार ऊर्जा ग्रिडों का स्वामित्व और संचालन उन समुदायों द्वारा किया जाने लगा, जिन्हें प्लेटफ़ॉर्म सहकारी समितियाँ कहा जाता है (श्नाइडर, 2018)।

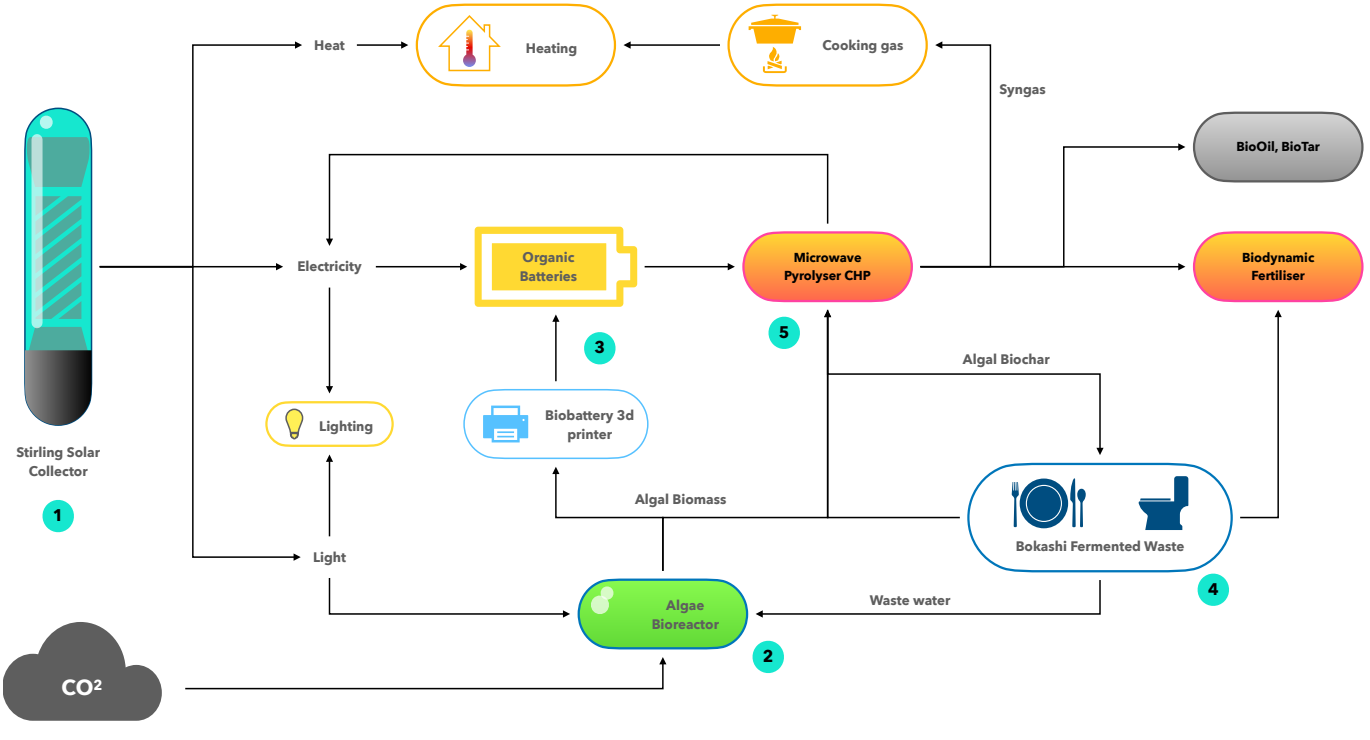
2.2.1 जलवायु अवसंरचना और नगरपालिका माइक्रोग्रिड

नगरपालिका ग्रिडों की रेट्रोफिटिंग सदियों से जीवाश्म ईंधन के कृत्रिम सस्तेपन से अधिक प्रचुर एवं पुनर्योजी रूपों में स्थानांतरित हो गई। माइक्रोग्रिड रेट्रोफिटेड सिस्टम का उद्देश्य सौर विकिरण को कैप्चर करना और स्रोत पर थर्मल, मैकेनिकल, इलेक्ट्रिकल और जैविक ऊर्जा का उत्पादन करना था। ऊर्जा की मांग में भारी कमी आने के साथ, ऊर्जा ग्रिड को सामुदायिक स्वामित्व वाली सहकारी समितियों में बदलने से जलवायु शॉक के जवाब में विविध ऊर्जा स्रोतों और भंडारण की अनुमति देने वाली स्थानीय जरूरतों के लिए कहीं अधिक संगत किए गए समाधान प्राप्त हुए। इसके अलावा, बौद्धिक संपदा की मुक्ति से समुदायों के समग्र विकास के लिए अधिकांश आवश्यक उपयोगिताओं वाली वस्तुओं और सेवाओं को स्थानीय रूप से प्राप्त करना संभव हो गया (क्रेट्स, 2048)। इस प्रकार, ये अत्याधुनिक निर्माण प्रणालियों के परीक्षण स्थल बन गए और इसने कम ऊर्जा खपत वाली, सौम्य एवं स्थानीय सामग्री तकनीकों की खोज करना जारी रखा (देवी, 2035)। इन अवसंरचनाओं के निर्माण के लिए बहुत कम या कोई सन्निहित ऊर्जा नहीं होने के कारण, वे दीर्घजीवी थे। उन्हें पीढ़ी-दर-पीढ़ी मरम्मत और पुन: उपयोग के साथ डिज़ाइन किया गया था। हरित रसायन पर आधारित इस बुनियादी ढाँचे ने पिछले दशकों से मौजूदा सौर बुनियादी ढाँचे को भी समायोजित किया,

जो ख़त्म होने के कगार पर थे और जिन्हें बचाव, रखरखाव और मरम्मत की जरूरत थी (देवी, 2035)।

प्रारंभिक चुनौतियों में से एक महत्वपूर्ण जलवायु-लचीली ऊर्जा अवसंरचना को आवश्यकता के बिंदु पर पुन: संयोजित करना, ऊर्जा उत्पादन, शहरी कृषि पारिस्थितिक, जल और स्वच्छता प्रणालियों को नगरपालिका स्तर पर बंद करना था (चित्र 5)। इस आधारभूत संरचना ने अति स्थानीयकृत कचरा प्रबंधन संचालन और ऊर्जा प्रबंधन को कई चरणों में उत्पन्न ऊर्जा के साथ सक्षम बनाया। पारंपरिक सिलिकॉन सौर पैनलों और अधिक उन्नत 3डी मुद्रित ऑप्टिकल सौर-कोशिकाओं के माध्यम से सौर-विकिरण को सीधे बिजली में परिवर्तित किया गया। फीडस्टॉक के रूप में स्थानीय कृषि पारिस्थितिक प्रयासों के लिए आवश्यक मिट्टी पोषक तत्वों को कैप्चर करने के लिए, बायोरिएक्टर को फ़रमेंटेशन-आधारित सेनिटेशन प्रणालियों से जोड़ा गया। माइक्रोवेव-संचालित प्लाज्मा-पायरोलिसिस को, इस जैविक कचरे को संसाधित (प्रोसेस) करने हेतु, मिट्टी पुनर्जनन के एक जैव सक्रिय माध्यम से 'सिन-गैस' और कार्बोनाइज्ड पदार्थ के रूप में किया जाने लगा (देवी, 2035)। इन थर्मल प्रबंधन प्रणालियों ने प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में प्रतिवर्ती (रिवर्सिबल) हीट पंपों का उपयोग किया ताकि, यदि आवश्यक हो तो, अक्षय ऊर्जा उत्पन्न करने हेतु थर्मो-इलेक्ट्रिक अनुक्रमों के बीच बचे थर्मल ग्रेडियेंट में बदला जा सके। लंबे समय से पहले, इन ऊर्जा माइक्रोग्रिड्स को शहरी और ग्रामीण घरेलू ऊर्जा चक्रों (साइकिल) के जैव-ऑप्टो-रासायनिक-यांत्रिक साइकिल से जोड़ा गया और उत्पादन चक्र में अतिरिक्त चक्र लगाए गए।

इस चक्र ने ना केवल फोटोवोल्टिक्स और तापीय ऊर्जा के रूप में सौर ऊर्जा को कैप्चर किया, बल्कि इसने ऐसा एकीकृत "बायोडायनामिक" नेटवर्क के भीतर कार्बन स्रोत पर ही प्रच्छादन (सीक्वेस्ट्रेशन-एट-सोर्स') के शुद्ध परिणाम के साथ किया (चित्र 5)। इनके साथ, ऊर्जा माइक्रोग्रिड के लिए एक वितरित, सामुदायिक मानक आकार ले रहा था। यूसीजे संधि के भीतर खुले प्रौद्योगिकी हस्तांतरण खंड के तहत् , सार्वजनिक डोमेन के लिए तकनीकी पेटेंट और अनुसंधान खोले गए (कुएंटास एवं अन्य, 2029)। नागरिक जुड़ाव और खुले शैक्षणिक अनुसंधान की बदौलत, प्रेरक विकास और सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन को अपनाना आम हो गया। इन कार्यों ने बायोफिलिक फैब्रिकेशन सिस्टम, शैवाल-आधारित कार्बनिक बैटरी, बायोकार्बन अल्ट्रा-कैपेसिटर, संयुक्त गर्मी और बिजली प्रणालियों में



चित्र 5 योजनाबद्ध डायाग्राम यह दर्शाते हुए कि एक विशिष्ट नगरपालिका माइक्रोग्रिड कैसा हो सकता है, जो जलवायु अवसंरचना में कार्बन और पोषक तत्वों के चक्रों को बंद करने पर केंद्रित हो और यह मंच सहकारी समितियों के रूप में चलता हो। (देवी 2035)

थर्मो-ध्वनिक जनरेटर और यहाँ तक कि सौर फाइबर-ऑप्टिक ट्रांसमिशन सिस्टम के विकास में कई सफलताओं का नेतृत्व किया (नगाता, 2076)।

जैविक कचरे के किण्वन (फरमेंटेशन) ने सुनिश्चित किया कि यह अधिक ग्रीनहाउस गैसों, जैसे मीथेन और कार्बन डायआक्साइड में विघटित ना हो और इसके बजाय यह मिट्टी सुधार के लिए नाइट्रोजन और फास्फोरस युक्त उर्वरक में खाद फरमेंट करे। ये घरेलू और नगरपालिका प्रवाह (एफलुएंट) से माइक्रोबियल जैव ईंधन उत्पादन से समेकित हैं, जो पुनर्योजी उद्देश्यों के लिए उच्च गुणवत्ता वाले जैविक उर्वरकों के साथ क्षेत्रीय जलवायु लचीलेपन क्षेत्रों (सीआरज़ेड) में नगर कृषि वानिकी ढाँचे के लिए पोषक तत्वों से भरपूर उर्वरक प्रदान करते हैं। स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्र अपस्ट्रीम, पोषण और स्वस्थ माइक्रोबियल गतिविधि में कमी, और जीवाश्म उर्वरकों और कीटनाशकों के अंधाधुंध उपयोग से मीठे पानी और महासागर पारिस्थितिकतंत्र में जलीय मृत क्षेत्रों को पुनर्जीवित कर भर दिया गया। इन माइक्रोग्रिड्स को लागू करने वाले क्षेत्रों में ऊर्जा और पोषक तत्वों के लूप के बंद होने से मिट्टी की पोषक जैवक्षमता और मीठे पानी के पारिस्थितिकीय तंत्र की पानी की गुणवत्ता में उल्लेखनीय बदलाव आया है (मिन एंड देवी, 2052)।

2.2.2 कार्बन पृथक्करण (सीक्वेस्टरिंग) समुदाय

पहले से कम काम करने वाले लोगों और श्रम के 'बाजार' मूल्य से अलग होने, सार्वभौमिक रहने योग्य आय, स्थानीय उत्पादन और आवश्यक वस्तुओं की खपत के समन्वय के कारण, अर्थव्यवस्था का ध्यान मानव कल्याण को अधिकतम करते हुए काफी हद तक अनुबंधित संसाधन निष्कर्षण और कार्बन उत्सर्जन कम हुआ। वास्तव में, मानव कल्याण की खोज में शोषण और पारिस्थितिकीय तबाही के परिचित ढर्रे पर वापस लौटे बिना, समुदाय भौतिक रूप से खुद को बनाए रख सकते थे और सामाजिक रूप से फल-फूल सकते थे। म्युनिसिपल माइक्रोग्रिड्स ने जो करके दिखाया वह सब पहले से ही ज्ञात था। 21स्वीं सदी की शुरुआत की पौराणिक कार्बन सीक्वेस्ट्रेशन तकनीकें बिल्कुल भी तकनीक नहीं थीं (आईपीसीसी, 2018), बल्कि यह एक जीवित संस्कृति थी (देवी, 2035)। कार्बन-नकारात्मक संस्कृति की संभावनाएं मानव इतिहास में अज्ञात नहीं थीं (ग्लेसर एवं अन्य, 2001)। जलवायु परिवर्तन और कार्बन कैप्चर के संदर्भ में इतिहास में बहुत पहले ही बात की जाती रही है (बेट्स एंड ड्रेपर, 2019)। जलवायु सुधार कार्यक्रमों के तहत्, कार्बन कैप्चर प्रौद्योगिकियाँ अब सार्वजनिक हैं और ऐतिहासिक जीवाश्म उत्सर्जन को कम करने वाली नई भौतिक संस्कृति का निर्माण कर रही हैं।

बंद-लूप म्युनिसिपल माइक्रोग्रिड सिस्टम के भीतर, फरमेंटेड और संसाधित घरेलू और नगर निगम के कचरे को स्थानीय 'फार्म टू टेबल' कृषि वानिकी कार्यक्रमों और मिट्टी पुनर्जनन प्रयासों के लिए पुनर्निर्देशित किया गया। कई धाराओं से कार्बनिक पदार्थों के पायरोलाइटिक उपोत्पाद (बाई-प्रोडक्ट) बायोचर (सूखे पेड़-पौधों को खेतों में सड़ाना) और जैव-तेल के रूप में शुद्ध कार्बन प्रदान करते हैं। नगरपालिका सहकारी उत्पादन सुविधाओं जैसे सांप्रदायिक सौर फाउंड्री में विशिष्ट इलेक्ट्रो-मैकेनिकल गुणों के लिए समायोजित ये पाइरोलाइज्ड फीडस्टॉक्स आज भी उच्च गुणवत्ता वाले अनुक्रमित ग्रेफाइटिक उत्पादों और रीसाइक्लिंग धातुओं का निर्माण जारी रखे हुए हैं। इन सामग्रियों के जीवन के अंत के छोरों को बंद करने से अत्यधिक वितरित, स्थानीयकृत, स्केल-आउट भौतिक पारिस्थितिक, बढ़ते उत्सर्जन और आवश्यक बुनियादी ढाँचे के उपभोग के पदचिह्न बनाने में मदद मिली।

हमें मान लेना चाहिए कि ओपन टेक और ओपन साइंस समुदायों के काम सहित, ओपन नॉलेज मूवमेंट, अर्थव्यवस्था में तकनीकी सफलताओं के बारे में बदलाव के अग्रदूत बन गए थे। उस समय इन्हें सार्वजनिक धन के माध्यम से, ज्यादातर, युद्ध बजट के तहत् सब्सिडी दी जाती थी। बौद्धिक संपदा अधिकारों के दौर में, शुरुआती बाधाओं के बावजूद, 21स्वीं शताब्दी के अंत तक तकनीकी लोकतांत्रीकरण के लिए खुले प्रौद्योगिकी ढाँचे सबसे महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में उभरे। ओपन टेक आंदोलनों के तहत्, नगरपालिका कार्यशाला सहकारी संघों के रूप में स्थानीय विशेषज्ञों को इन तकनीकी सामानों को कम मात्रा में उत्पादन क्षमताओं के साथ डिजाइन और निर्मित करने का आदेश दिया गया था। गुणवत्ता के लिए, वस्तुओं को समुदाय की जरूरतों के अनुरूप होना आवश्यक था, जो भौगोलिक और सामाजिक-सांस्कृतिक संदर्भ पर आधारित था। बाज़ार में प्रतिस्पर्धा के बजाय, इन तकनीकों को जलवायु के अनुकूल और लगातार बनाए रखने के लिए डिज़ाइन किया जाना था। ओपन टेक समुदाय, नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमणों के लिए लक्षित 22स्वीं सदी की तकनीकी चुनौतियों में से अधिकांश को हल करने हेतु एक मौलिक कदम के रूप में माइक्रोग्रिड पहल के साथ ऊर्जा अवसंरचना के विकेंद्रीकरण को बनाए रखते हैं।

2.2.3 बढ़ती जैविक बैटरियाँ

वैश्विक ऊर्जा मांग में गिरावट के साथ, आवश्यक महत्वपूर्ण सामाजिक अवसंरचनाओं को छोड़कर, ऊर्जा प्रणालियों को मौसमी ऊर्जा उत्पादन पैटर्न के साथ अधिक सिंक्रनाइज़ किया गया था। इस चुनौती के लिए असंख्य रूपों से ऊर्जा भंडारण की पुनर्कल्पना की आवश्यकता थी। ऊर्जा माइक्रोग्रिड में वापस जोड़ने के लिए, शैवाल और चिटोसन-आधारित बायोपॉलिमर्स से जैविक बैटरी निर्माण के लिए एक 3डी निर्माण उपकरण विकसित किया गया।

साओ पाउलो शहर ने सन् 2042 की गर्मियों में, एक नागरिक विज्ञान उत्सव, खुले पेटेंट अभिलेखागार के साथ काम करने के लिए, डिजाइनरों और प्रौद्योगिकीविदों को आमंत्रित किया। नगरपालिका कारख़ानों में, प्रौद्योगिकी विकसित की गई और थोड़े समय के भीतर इसे खुले विज्ञान समुदाय के भीतर निखारा गया। "बायोमा" परियोजना (चित्र 6 ए और बी), कार्बन-नकारात्मक प्रक्रियाओं और सौम्य रसायन विज्ञान एवं जैविक फीडस्टॉक्स जैसे तालाब के शैवाल और चिटोसन बायोपॉलिमर्स से, जैविक बैटरी विकसित करने के लिए तैयार किया गया था; और, जिसे माइसेलियम अर्क (ईनास, 2045) से लिया गया था।

व्यावहारिक रूप में, बायोमा माइक्रोग्रिड से उगाए गए शैवाल के स्टॉक पर निर्भर थे और उन्हें संसाधित करते थे। इस उपकरण को शैवाल और चिटोसन बायोपॉलिमर का एक विशिष्ट मिश्रण तैयार करना था तथा ध्वनिक रूप से उन्हें एक मोर्फोजेनेटिक संरचना बनाने हेतु त्रि-आयामी अंतरिक्ष में तैराना था। उसी दौरान, एक पराबैंगनी लेजर द्वारा परिणामी बायो-कम्पोजिट को जैविक बैटरी में बदला जाना था (इयोनस, 2045)। खुले ज्ञान और उस समय तक पहले से मौजूद नगरपालिका कार्यशाला के बुनियादी ढाँचे को देखते हुए, यह अवधारणा दूर-दूर तक फैल गई क्योंकि डिजाइन में सुधार काफी हद तक परिष्कृत थे। इस प्रकार, ये जैविक बैटरियाँ तेजी से नगरपालिका माइक्रोग्रिड्स के भीतर एकीकृत हो जाती हैं और माइक्रोग्रिड्स की बायो-बैटरी अवसंरचना को आधुनिक बनाती हैं।

माइक्रोग्रिड शैवाल बायोरिएक्टरों ने इलाक़े के स्थानीय शैवाल के विशिष्ट जीनोटाइप के बढ़ने के लिए पोषक तत्वों की स्थिति को ट्यून किया और उन्हें कार्यशाला सिंडिकेट में संसाधित किया। व्यावहारिक रूप से सभी मामलों में, इनका उत्पादन करने के लिए उनकी अंतर्निहित ऊर्जा, कम ऊर्जा मांग वाले मौसमों में की गई। उच्च गुणवत्ता वाले बायोकार्बन इलेक्ट्रोड के लिए पायरोलिसिस प्रक्रियाओं में सकारात्मक तथाकथित "कार्बन कैस्केड" में अपसाइकिल किए गए जैविक कचरे का उपयोग किया गया (बेट्स और ड्रेपर, 2019; हसन एवं अन्य, 2019)। परिणामी अवशिष्ट

चित्र 6 ए) बायोमा में उगाई गई जैविक शैवाल-चिटोसन बायोपॉलिमर बैटरियों के शुरुआती निम्न रिज़ॉल्यूशन संस्करण। बी) बायोमा बैटरी निर्माण उपकरण, स्थानीय उत्पादन और शैवाल बैटरी की खपत के लिए डिज़ाइन्ड है, जिसे नगरपालिका माइक्रोग्रिड्स हेतु वैश्विक नागरिक विज्ञान अध्यायों द्वारा अनुकूलित किया गया है। ओपन पब्लिक आर्काइव्स द्वारा छवियां, (2052)

चित्र 7 ए) 3डी प्रिंटेड ऑप्टिकल सोलर सेल और, बी) मौजूदा शहरी बुनियादी ढांचे पर रेट्रोफिटेड सेल। छवि: ओपन पब्लिक आर्काइव्स 2052

सिनगैस और बायो-ऑयल को इन कार्बन-सीक्वेस्टरिंग समुदायों के भीतर पारस्परिक रूप से मजबूत सामग्री कल्चर में मिट्टी के संशोधन, बैटरी और बायोपॉलिमर में नए अनुप्रयोग मिले (देवी, 2035)।

2.2.4 3डी ऑप्टिकल सोलर सेल

ओपन टेक आंदोलनों में सबसे आम परियोजनाओं में से एक सौर थर्मोइलेक्ट्रिक रीजेनरेटर्स, और 3डी प्रिंटेड सौर कोशिकाओं (चित्र 7ए) के उद्देश्य से विकास पर केंद्रित है। बायोमा जैसे निर्माण उपकरणों के विकास से बहुत पहले ऐसा नहीं था कि खुले विज्ञान समुदाय ने इसके साथ छेड़छाड़ करना शुरू कर दिया था एक प्रासंगिक मामले में, इसे सौर कोशिकाओं के निर्माण हेतु पुन: कॉन्फ़िगर किया गया था। बायोमा के साथ इन व्यापक पैमाने के प्रयोगों ने फाइबर ऑप्टिक सौर संरचनाओं के निर्माण को गति प्रदान की। वे विलुप्त होते सिलिकॉन वेफर सेल तकनीक को बदलने में मदद करने के लिए आगे बढ़े। सौम्य रसायन विज्ञान और एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग और ओपन फ्रेमवर्क के साथ कम थ्रेशोल्ड प्रोडक्शन के साथ, ये 3डी प्रिंटेड फाइबर-ऑप्टिक सोलर सेल तेजी से फैलने लगे।

इन सौर प्रौद्योगिकियों के लिए मूलभूत शोध, जैसे कि 3डी प्रिंटेड फाइबर ऑप्टिक स्ट्रक्चर एयरोसोल को पेरोसाइट्स के साथ लेपन, पहले से ही ज्ञात था (बैग, एवं अन्य, 2017)। इन ऑप्टिकल संरचनाओं को उकेरा और पेरोसाइट हाइब्रिड 'सौर स्याही' के साथ लेपित किया गया था और ये फोटोवोल्टिक प्रभावों के लिए दुर्लभ पृथ्वी खनिजों (रेयर अर्थ) से पूरी तरह स्वतंत्र रहे। इन कोशिकाओं में उनकी सौर क्षमता की तुलना में कई गुना छोटे पदचिंह थे, जो महत्वपूर्ण बुनियादी ढाँचे की मरम्मत की आवश्यकता के बिना, सीमित छत (रूफटॉप) सौर पदचिह्न के पूरक के रूप में मौजूदा सीधे खड़े शहरी स्थानों को जल्दी से सौर संग्राहकों में बदल देते हैं (चित्र 7बी)। इस कदम से कम ऊर्जा या निष्क्रिय ऊर्जा-आधारित समुदाय कार्बन-सीक्वेंसिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर में भी बहुत मदद मिली। इन कोशिकाओं ने 22स्वीं सदी की फोटोनिक कोशिकाओं के विकास में एक महत्वपूर्ण मील के पत्थर के रूप में काम किया।

2.3 देशज ऊर्जा संस्कृतियों का उदय: मसीसी लोग (2076 के बाद)

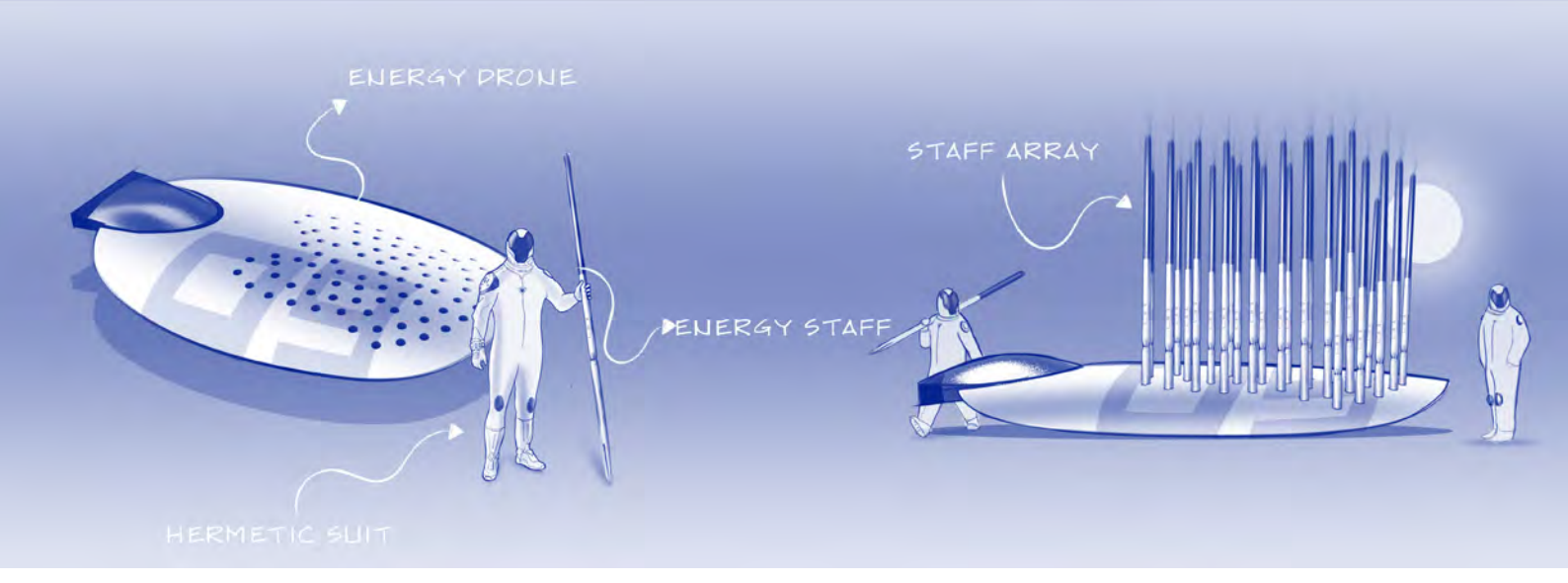
सन् 2076 में वसंत की एक शाम, दो सेवामुक्त लो अर्थ ऑर्बिट (एलइओ) उपग्रह, लो अर्थ ऑर्बिट में टकरा गए। आज इस टकराव को 'केसलर घटना' के नाम से जाना जाता है (चक्रवर्ती एवं अन्य, 2076)। इस टक्कर के मलबे ने एक घातीय 'बटरफ़्लाई प्रभाव' पैदा किया, जिसने अंततः पृथ्वी को अंतरिक्ष मलबे और उच्च-वेग छर्रे में जकड़ लिया। इन प्रक्षेप्यों (प्रोजेक़टाइल) ने उपग्रह संचार प्रक्रिया को बाधित कर दिया और सभी लो अर्थ ऑर्बिट उपग्रहों में से लगभग दो-तिहाई को नष्ट कर दिया। अंतरिक्ष में इस मलबा क्षेत्र ने मलबे को ग्रह की ओर भेजकर आने वाले दशकों

में उपग्रह प्रक्षेपण को असंभव बना दिया (चक्रवर्ती, एवं अन्य, 2076)। इस घटना के कारण पहले से मौजूद उपग्रहों पर निर्भर कई संचार प्रणालियों में महत्वपूर्ण सिस्टम विफलताएं हुईं। कई समुदाय जुड़ाव के साधन के अभाव में, बाकी दुनिया से कट गए। कुछ समुदायों ने एक ही स्थान पर रहकर, अस्तित्व बनाए रखने की कोशिश की; और, कुछ ने शहरी बस्तियों को पूरी तरह से छोड़ दिया। वे सब एक अस्थायी कम्यून में बंधे, जीने योग्य परिस्थितियों में बदलाव के साथ आगे बढ़े। 21स्वीं सदी की शुरुआत में, सामाजिक-राजनीतिक उथल-पुथल का एक महत्वपूर्ण कारण, जलवायु प्रभावित यात्रियों में अप्रत्याशित वृद्धि का था।

प्रारंभिक 21स्वीं सदी के जलवायु आंदोलनों ने सामाजिक स्वतंत्रता का विस्तार किया। हमारे समय के अप्रत्याशित जलवायु परिदृश्यों के जवाब में वैश्विक मानव गतिशीलता के अधिक मानवीय रूपों को संशोधित किया गया (जोलो, एवं अन्य, 2127)। उभरते हुए सामाजिक और राजनीतिक आंदोलनों ने लोगों को दूर जाने और निर्जन परिवेश से बचने की स्वतंत्रता पर जोर दिया। सन् 2126 में ओपन बॉर्डर्स समझौते के अंतिम समर्थन के अनुसार, इन समुदायों को सभी नगरपालिका संधियों के तहत् आंदोलन और एकीकरण की स्वतंत्रता का आश्वासन दिया गया, जो मानव इतिहास के अधिकांश समय में हमारे पूर्वजों द्वारा आनंदित स्वतंत्रता के कुछ रूपों की वापसी को चिह्नित करता है। इन स्वायत्त समुदायों ने, क्षेत्रीय देशज समूहों के साथ अधिक व्यापक सहयोग का गठन किया; तथा आश्रय की पेशकश की, प्रयोगात्मक अंतर-पीढ़ीगत समुदाय बनाए, और लगातार पारस्परिक संपन्नता के अभ्यास के रूप में सचेतन रूप से सामाजिक व्यवस्थाओं को पुनर्व्यवस्थित किया।

ऐसा ही एक समुदाय मासीसी लोगों का है, जिसके बारे में मान्यता है कि वे स्वालबार्ड के उत्तरी क्षेत्रों के एक समुदाय के वंशज हैं। माना जाता है कि वे केसलर घटना के ठीक बाद चेरनोबिल के बहुत समय से परित्यक्त क्षेत्र में चले गए थे (जेनलिन, 2109)। यह कभी इंसानों के लिए अनुपयुक्त रेडियोधर्मी क्षेत्र था। इस क्षेत्र ने इस समुदाय को मूल निवासी के रूप में फलते-फूलते देखा गया। रेडियोधर्मी पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ उनके संबंधों ने रेडियोधर्मी मिट्टी में फैले बायोरेमेडिएशन के स्पष्ट संकेतों को छोड़ा। एकीकृत बंद-लूप म्युनिसिपल माइक्रोग्रिड्स के विपरीत, सांस्कृतिक चलन के रूप में ऊर्जा अनुष्ठान दुनिया भर में घुमंतु समुदायों से सुने जाने के बावजूद हालिया घटना है। मसीसी समुदाय के ऊर्जा अनुष्ठान, 21स्वीं सदी के शुरुआती वैज्ञानिक ज्ञान में निहित पृथ्वी-बद्ध आस्था प्रणालियों का एक गतिशील मिश्रण दिखाते हैं, जो इतिहास में काफी अनोखे रास्ते पर विकसित हुआ लगता है (जेनलिन, 2109)।

इस समुदाय के बारे में उल्लेखनीय अनूठी चीजों में से एक यह है कि कैसे उन्होंने तकनीकी के साथ एक संबंध विकसित किया, जिसे उनकी ऊर्जा को लेकर समझदारी के माध्यम से बेहतर समझा जा सकता है। ऐसा प्रतीत होता है कि वे अपने 'ऊर्जा अनुष्ठानों' को लागू करते हुए सचेतन रूप से ज्ञानमीमांसा विज्ञान के चौखटे के साथ खेल



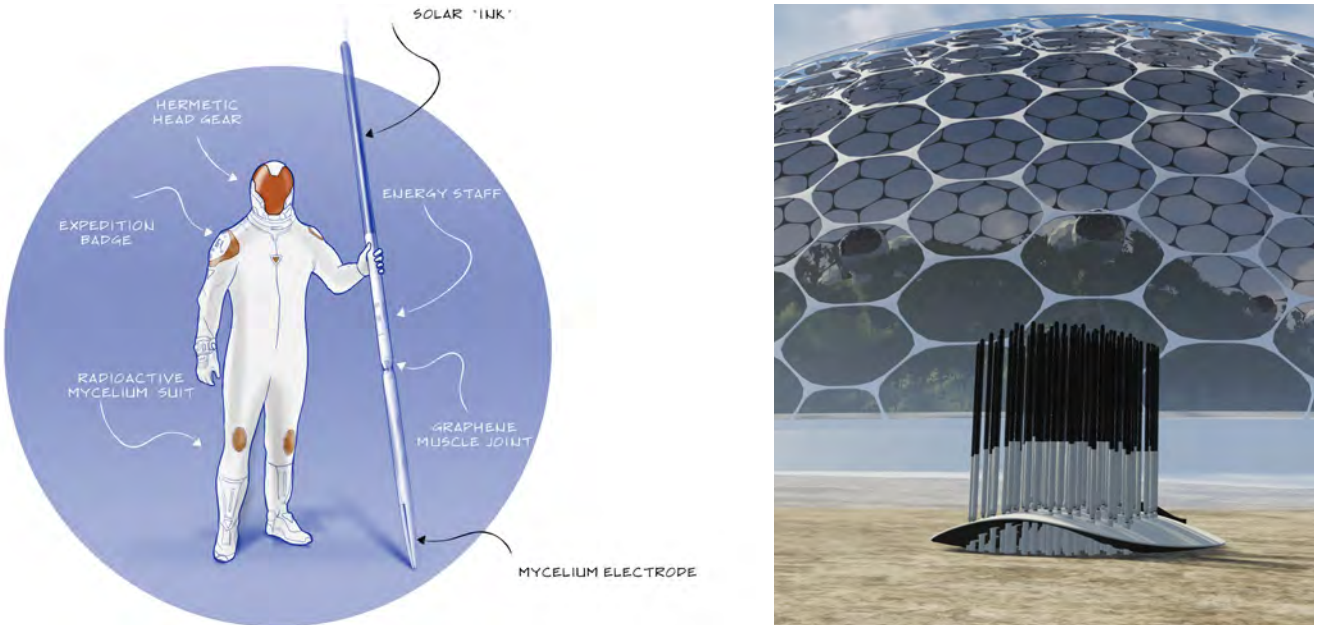
चित्र 8 मसीसी लोगों द्वारा वर्णित चेरनोबिल में मसीसी कबीले के ऊर्जा अनुष्ठान की योजना। क्षेत्र में विकिरण का स्तर छवियों के संचरण और प्रसंस्करण को संसाधित करने के लिए कठिन बना देता है, इसलिए रिकॉर्ड सीमित हैं। चित्रण: (जेनलिन, 2109)

रहे थे (चित्र 8)। लगता है इस आत्म-जागरूकता अभ्यास का उद्देश्य उनके सीखने के अभ्यास में निहित है। उनके युवा पूरी तरह से जीवंत और खतरनाक रेडियोधर्मी वातावरण का पता लगा लेते हैं। इस समुदाय के लिए, स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करना उनकी विश्वदृष्टि के केंद्र में रोजमर्रा की जिंदगी के भीतर एक समग्र अभ्यास के रूप में विद्यमान रहता है। यह विदित है कि उनके अभ्यास में 'सांस्कृतिक बायोरेमेडिएशन' के रूप शामिल हैं, जिसका उद्देश्य अतीत को भविष्य के साथ जीवंत अभ्यास के साथ फिर से जोड़ना है (अपियाह, 2106)। जमीनी रिपोर्ट बताती है कि क्षेत्र के आसपास की मिट्टी में रेडियोधर्मिता में उल्लेखनीय कमी आई है और वनस्पतियों और जीवों का पुनरुत्थान हो रहा है, जो इंसानी बसावट के लिए सुरक्षित हो सकता है (जेनलिन, 2109)।

2.3.1 मसीसी ऊर्जा अनुष्ठान

प्रारंभिक सूचना के अनुसार, समुदाय कर्मकांड "ऊर्जा फसल" (चित्र 8) में विकसित हो गए बायोरेमेडिएशन का अभ्यास करता है, जिसमें पूरा समुदाय भाग लेता है (जेनलिन, 2109)। यह प्रथा एक सदी से भी पहले के माइक्रोबियल अनुसंधान की एक जिज्ञासु बहुसांस्कृतिक व्याख्या पर आधारित प्रतीत होती है, जो माइसेलियम के साथ जहरीली मिट्टी को कैप्चर करने के लिए प्रस्तावित तंत्र है (जोशी एवं अन्य, 2011; व्हाइटसाइड एवं अन्य, 2019)। आश्चर्यजनक रूप से, मसीसी समुदाय ने रेडियोधर्मी भूमि की सफाई करते समय खोज की कि माइसेलियम भी घातक विकिरण से ऊर्जा उत्पन्न कर सकता है। आज हमें मालूम है कि यह बहुत पहले ज्ञात था (दादाचोवा, एवं अन्य, 2007) लेकिन मसीसी समुदाय की पहली रिपोर्ट तक सांस्कृतिक अभ्यास के रूप में कभी भी दर्ज नहीं किया गया था। यह युवा पीढ़ी को अपने ज्ञान को "ग्रहों की शिक्षा" के रूप में वर्णित करने के माध्यम से पारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। उनके परिप्रेक्ष्य में, "यह समुदाय और पारिस्थितिकीय समग्रता के आधार पर, सीखने का विस्तार करने के लिए युवा समूहों को शामिल करता है" (अपियाह, 2106)।

जैसा कि पहले भी ज़िक्र किया जा चुका है, "यह ऊर्जा हारवेस्ट युवा पीढ़ी को संबंधपरक पारिस्थितिकीय और सामुदायिक ज्ञान प्रदान करने के लिए उनका अभ्यास प्रतीत होता है (जेनलिन 2109)। ऐसा लगता है कि इस 'ऊर्जा अभियान' को युवाओं को नुकसान से बचाने एवं विकिरण के खतरनाक स्तर तक पहुँचने से रोकने के लिए चलाया गया, जिसके लिए उन्होंने अपने 'बायो सूट' में माइसेलियम से प्राप्त मेलेनिन पैडिंग को सावधानी से डिजाइन किया, जो उन्हें उनके आवास के बाहर काम करने के दौरान विकिरण से बचाता है" (चित्र 9ए)। रेडियोधर्मी क्षेत्रों में ये अभियान एक शैक्षिक कार्यक्रम है, जिसे युवाओं को अपने बड़ों के साथ आसपास के पारिस्थितिकीय तंत्र का पता लगाने के लिए प्रोत्साहित करने के लिए डिज़ाइन किया गया; और, जिसे मसीसी समुदाय 'ग्रहों की समझ-निर्माण' कहते हैं।



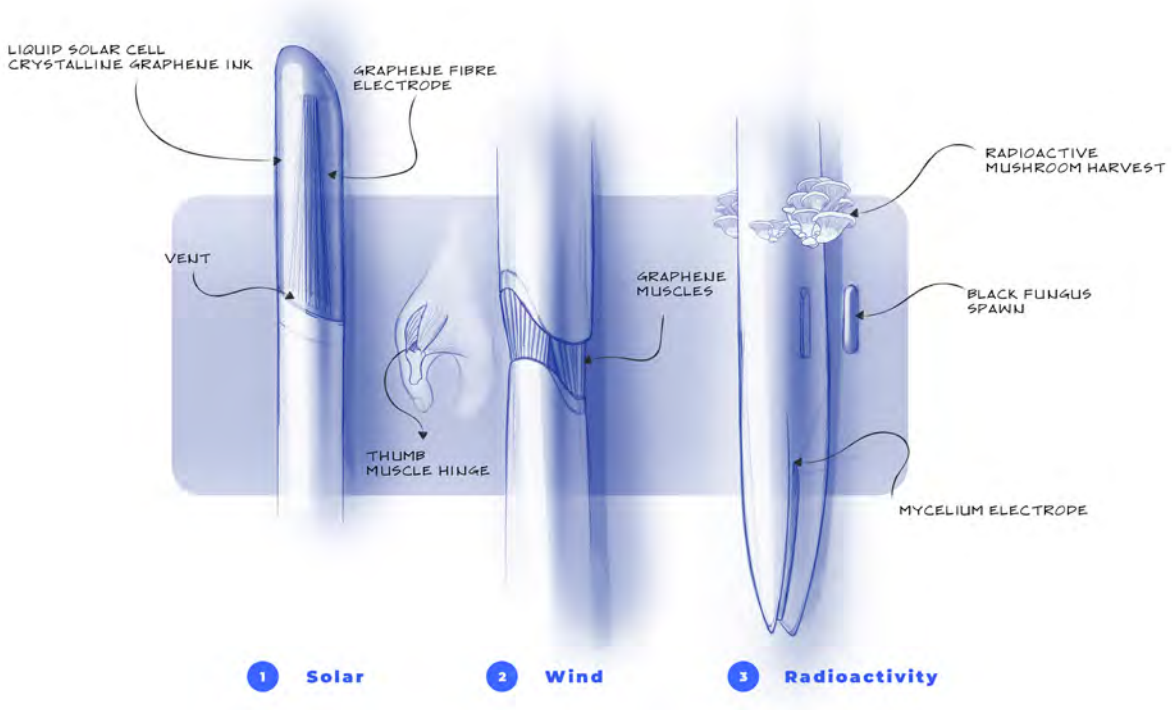
चित्र 9 ए) मसीसी बायो-सूट जो रेडियोधर्मिता से रक्षा करता है, माइसेलियल मेलेनिन यौगिकों से बना है। बी) समुदाय के बायोडोम के साथ मसीसी के लिए ऊर्जा हारवेस्ट में सहायता करने वाला एक होवरक्राफ्ट। छवियां और चित्रण: (जेनलिन, 2109)

'ऊर्जा स्टाफ़' और एक स्वायत्त 'लेविटेटिंग' शिल्प का उपयोग करके पारिस्थितिकीय तंत्र सुधार के माध्यम से सीखने की प्रक्रिया को एक खोजपूर्ण अनुष्ठान अधिक बनाता है।

स्वायत्त होवरक्राफ्ट (चित्र 9बी) सूर्य के प्रकाश, हवा और रेडियोधर्मिता के सर्वोत्तम संयोजनों की टोह लेने के बाद नतीजों के लिए श्रेष्ठतम स्थितियों की व्यवस्था करता है; और वायरलेस माइक्रोवेव ऊर्जा हस्तांतरण के माध्यम से जैव-सौर ऊर्जा को बेस स्टेशन पर वापस स्थानांतरित करता है। स्टाफ़ रोपने के बाद, काला कवकजाल रेडियोधर्मी मिट्टी को खाता है और चार से पांच सप्ताह तक गर्भ धारण करता है। उल्लेखनीय रूप से, मेलेनिन-उत्पादक माईसीलियल स्ट्रेन के विकिरण पर पनपते हैं और स्टाफ़ में इलेक्ट्रोड द्वारा कब्जा कर ली गई अवशिष्ट ऊर्जा को छोड़ते हैं। स्वायत्त शिल्प जरूरत पड़ने पर ऊर्जा को सूट में प्रसारित करता है या बाद में उपयोग के लिए संग्रहीत करता है, जबकि ऊर्जा स्टाफ़ सूर्य और हवा से ऊर्जा का उपयोग करते हैं। यह "हारवेस्ट" भी काफी शाब्दिक है, क्योंकि वे इन स्टाफ़ से अत्यधिक पके मशरूम को तोड़ते हैं, जो सीज़ियम, आर्सेनिक, सीसा, कैडमियम और अन्य दुर्लभ पृथ्वी खनिजों जैसे अत्यधिक रेडियोधर्मी तत्वों को जैव-संचयित करने में कामयाब रहे हैं (जेनलिन, 2109)। क्षेत्र का मसीसी नेतृत्व मानवीय और गैर-मानवीय जीवों के साथ क्षेत्रीय संबंधों का पोषण करता है। उनकी उपचारात्मक प्रथाएं अब पूरे क्षेत्र में फैल गई हैं और अभी तक मसीसी को ऐसी प्रतिकूल परिस्थितियों में तकनीकी रूप से जटिल बुनियादी ढाँचे को विकसित करने की अनुमति दी है। ये अभ्यास बायोरेमेडिएशन में काफी सफल साबित हुए हैं, रेडियोधर्मिता के बहुत कम स्तर दिखाते हैं और साथ ही साथ इन क्षेत्रों के लिए जैव विविधता के रेडिकल पुनर्जनन को दर्शाते हैं।

2.3.2 बायोऑर्गेनिक ऊर्जा में देशज हाई-टेक विकास

हमारी चर्चा के लिए, मसीसी द्वारा अपने ऊर्जा अनुष्ठान में उपयोग में लाए जाने वाले प्रमुख 'आर्टिफ़ैक्ट' को लेकर अंतर्दृष्टि प्राप्त करना आवश्यक है। उनका सामुदायिक बुनियादी ढांचा लगातार आगे बढ़ रहा है। रिपोर्ट बताती है कि उनका तकनीकी आधार 20स्वीं सदी के किसी अन्य खुले विज्ञान अभिलेखागार की तरह उत्पन्न हुआ लगता है। हालाँकि, वे अभिलेखागार की थोड़ी पुरानी भौतिक प्रतियों के संग्रह साझाकरण के अनौपचारिक नेटवर्क पर निर्भर प्रतीत होते हैं। संभवत: केसलर घटना के बाद, दुनिया के बाकी हिस्सों से कट जाने के कारण उन्हें अपनी खोज में संलग्न होने के लिए मजबूर होना पड़ा। वैज्ञानिक सामग्री के आधार पर वे अपने ओपन टेक जर्नल के लेखों में संदर्भ के रूप में पा सकते थे। फाइबर-ऑप्टिक पर अध्ययन के लिए वे रेडियोधर्मिता (क्यू, एवं अन्य, 2019) पर निर्भर सौर सेल (बोरज़ैक, 2009), ग्राफीन फोटोवोल्टिक और कभी कवक माइक्रोबियल ईंधन सेल, पर 'डेटिंग' करते थे। ऐसा लगता है कि ये अध्ययन उन्हें इन शुरुआती अध्ययनों की व्याख्या की ओर ले गए और अनुष्ठान ऊर्जा 'स्टाफ़' (चित्र



चित्र 10 मसीसी समुदाय के ऊर्जा अनुष्ठान सातफ का योजनाबद्ध आरेख। चित्रण (जेनलिन, 2109)

10) के भीतर सम्मिलित किया। मसीसी इन्हें अपने ऊर्जा अनुष्ठान और सर्वोत्तम स्थलाकृतिक विन्यास में लगाते हैं।

स्टाफ़ में तीन कार्य शामिल हैं: सौर, पवन और रेडियोधर्मी ऊर्जा संचयन। वे सौर ऊर्जा के व्यापक वर्णक्रमीय प्रकीर्णन की अनुमति देते हैं, जिसे फाइबर्स एक फोटोवोल्टिक प्रभाव और पारदर्शी सौर स्याही-लेपित और चेलेटेड ग्राफीन फाइबर के साथ एक थर्मोइलेक्ट्रिक प्रभाव बनाने हेतु अवशोषित करते हैं। कार्बन 'विंड मसल' क्षेत्र में, अशांत हवाओं का उपयोग करता है। साथ ही, स्टाफ़ के लगाए गए हिस्सों में माईसेलियल इलेक्ट्रोड होते हैं जो मिट्टी में रेडियोधर्मिता पर निर्भर होते हैं और इसे आगे प्रयोग करने योग्य ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं। इसके अलावा, ये स्टाफ़ एक 'पदानुक्रमित बायोमिमेटिक' पैटर्न का पालन करते हैं, जिसे मसीसी समुदाय ने कई पैमानों पर बढ़े हुए विकिरण अवशोषण के लिए अनुकूलित करने का दावा किया है (जेनलिन, 2109)। यद्यपि स्टाफ़ एक इकाई में ऊर्जा संचयन के कार्यों को समेकित करते हैं, परंतु यह केवल एक उपयोगितावादी वस्तु नहीं है। उनकी भौतिक संस्कृति और तकनीकी ज्ञान की पृथ्वी से जुड़ी प्रकृति ने एक अद्वितीय 'बायोफिलिक' संस्कृति का निर्माण किया है, जो प्राकृतिक दुनिया को पुनर्जीवित करने के लिए एक प्रकृतिवादी दृष्टिकोण अपनाती है। प्राकृतिक दुनिया से संबंधपरक सीख का शायद यही कारण है कि ग्रह पर सबसे कठोर परिस्थितियों में रहने के बावजूद वे एक समुदाय के रूप में इतने लचीले हैं।

इस क्षेत्र में समुदायों के विकासात्मक रुख का अनुकरण किया गया और उसे दुनिया भर में उस पारिस्थितिकीय तंत्र के लिए परस्पर सम्मान के सिद्धांत के आधार पर फैलाया गया, जिसमें समुदाय फलने-फूलने का इरादा रखता था (भीम और लार्सन, 2124)। हालाँकि, इसी तरह की जिज्ञासु संस्कृतियाँ और भी उभरी हैं, परंतु जैविक कंप्यूटिंग 'इंटरफेस' के इस तरह के रूपों को अभी तक कहीं और रिपोर्ट नहीं किया गया है (वनूर एवं अन्य, 2128)। इस तरह के इंटरफेस "माइसेलियल-न्यूरल" इंटरफेस का पोषण करते हैं जो मिट्टी के माध्यम से समन्वय और ज्ञान साझा करने के पारिस्थितिकीय तंत्र सेवा स्थिरता का सर्वेक्षण करने हेतु एक गैर-इनवेसिव जांच प्रणाली के रूप में रेडियोधर्मी मिट्टी में माइक्रोबियल नेटवर्क से "संवाद" करते हैं। उन्होंने इन निष्कर्षों की पुष्टि की है और उन्हें बाक़ी दुनिया से लगभग पूरी तरह से अलग करके विकसित किया है, जो इन विकासों को और भी गहरा बनाता है। यह ज्ञान मसीसी समुदाय के लिए अभिन्न है, जो एक जीवित संस्कृति के भीतर पीढ़ीगत विचार-विमर्श से एक विशिष्ट देशज ज्ञान प्रणाली का अभ्यास करते हैं।

3. चर्चा

हमें उन सभी नाटकीय ऐतिहासिक मोड़ों के बारे में बात करनी चाहिए, जिन्होंने हमें आज की स्थिति में बोलने के लिए प्रेरित किया है? हालिया अध्ययनों ने पता चलता है कि वैश्विक तापमान कुछ हद तक पूर्व-औद्योगिक स्तरों से ऊपर 2.1 डिग्री सेल्सियस पर स्थिर हो गया है, जिसे एक सदी पहले अनुमानित किया गया था (रिचर्डसन, एवं अन्य, 2129)। हालाँकि, ये अध्ययन 'जियोस्पेशियल' उपग्रहों से उपलब्ध सीमित डेटा सेट को देखते हुए अधूरे रहे, जबकि भावी उपग्रह अवसंरचना निकट भविष्य में पूरी तरह से अक्षम रहने वाली थी (बालन एवं अन्य, 2126)। इन निष्कर्षों की आगे भी पुष्टि की गई (रिचर्डसन, एवं अन्य, 2129)। इन आंकड़ों को देखकर कोई भी इन्हें व्यर्थ मान सकता है, लेकिन हमारा तर्क है कि यह सबसे अच्छी स्थिति हो सकती है। वैश्विक जीवाश्म उन्मूलन और 21स्वीं सदी के शुरुआती वर्षों के बाद सार्वभौमिक जलवायु सुधार कार्यक्रमों को हासिल करने की दिशा में जारी संघर्षों के कारण उत्सर्जन में भारी कमी के कारण ही हम ग्लोबल वार्मिंग को स्थिर कर सके हैं। पिछली शताब्दी के घटनाक्रमों के बावजूद, ऐतिहासिक उत्सर्जन का स्तर वही है। जलवायु न्याय और मानव कल्याण आवश्यकताओं का सामना शायद इतिहास में औद्योगिक सभ्यता के रहस्योद्घाटन के साथ हो जाना चाहिए था (अचिबे, 2029; लकोटा, 2125)।

उस समय, कार्बन उत्सर्जन को कम करने और वातावरण से कार्बन डाईक्सायड को कम करने को लेकर उनकी दूरदृष्टि की क़ाबलियत का आभास होता है। अकेले ऊर्जा और उत्सर्जन में कमी से इसे कम नहीं किया जा सकता था। कई जलवायु उत्तोलन बिंदुओं में से, अकेले ऊर्जा संकट को संबोधित करना कभी भी अपने आप में पर्याप्त रूप से परिवर्तनकारी नहीं हो सकता था। जलवायु सुधार परियोजनाओं, एक गिरती अर्थव्यवस्था के प्रतिमान के भीतर, भौतिक और पारिस्थितिकीय पदचिह्न के संकुचन के साथ-साथ, सार्वभौमिक मानव, सामाजिक और पारिस्थितिकी उत्थान में परिणत सामाजिक व्यवस्था को आज 21स्वीं शताब्दी के महत्वपूर्ण हस्तक्षेपों के रूप में देखा जा सकता है, जिसे कभी "राजनीतिक रूप से अकल्पनीय" माना जाता था। निहित स्वार्थों द्वारा जीवाश्म ईंधन अवसंरचना को समाप्त करना भी अकल्पनीय माना जाता था। बेशक, जीवाश्म उन्मूलन ने अंततः संसाधनों को समुदायों में पुनर्निवेश करने के लिए मुक्त कर दिया था। इसने और आय बढ़ाने वाले कार्यक्रमों का विस्तार एवं देखभाल कार्य और पारिस्थितिक बहाली की क्षतिपूर्ति की (दून, 2035)। आत्मनिर्भर, एकजुटता-आधारित स्थानीय उत्पादन और खपत

के साथ विश्व स्तर पर जलवायु तत्परता हेतु औद्योगिक बुनियादी ढाँचे का संकुचन और सामुदायिक लचीलेपन का निर्माण, 'हॉट हाउस अर्थ' में रहने वाले हम जैसे लोगों के लिए उल्लेखनीय रूप से भविष्यदृष्टा माना जाना चाहिए।

अब तक ऊर्जा के उपयोग से जुड़े वैश्विक कार्बन उत्सर्जन ने लगातार नकारात्मक रुझान दिखाया है। इक्कीसवीं सदी की कई निरर्थक औद्योगिक गतिविधियों को या तो समाप्त कर दिया गया, या, एक सीमित नगरपालिका स्तर पर 'सामाजिक रूप से उपयोगी' कार्यक्रमों के रूप में पुनर्वासित किया गया। बौद्धिक और रचनात्मक श्रम को मुक्त करके इस बदलाव की अनुमति दी गई थी, जो अब पानी, ऊर्जा, भोजन, शिक्षा, स्वास्थ्य देखभाल, रखरखाव के काम जैसी आवश्यक जरूरतों को पूरा करने के लिए नए तरीकों में एकजुटता की अर्थव्यवस्थाओं के भीतर सहयोग कर सकता था (फैब्रे, 2032)। यहाँ तक कि वे मानव और पारिस्थितिकीय कल्याण के पुरातन उपायों से, सामाजिक पुनरुत्थान और समुदायों की भागीदारी एवं कल्याण, कला, मानविकी और विज्ञान की सहकारी पुनर्संरचना के रूप में बड़ी छलांग लगाने और सफलताओं की ओर अग्रसर थे, जिसने नई ज्ञान प्रणालियों की पारिस्थितिक का ओपन नॉलेज फ्रेमवर्क पर प्रसारण अनुशासनात्मक ज्ञान की गहरी समझ के दायरे में सफलताओं का निर्माण और नेतृत्व किया (क्रेट्स, 2048; लाई, 2056; न्गाटा, 2076)।

किसी भी मानवीय प्रयास की तरह, ये तार्किक 'स्थिर-राज्य अर्थव्यवस्थाएं' अपनी जटिलताओं और संभावनाओं के साथ आई हैं। जबकि 22स्वीं सदी अभी भी हमारी आँखों के सामने खुल रही है (चित्र 11), हमारी पीढ़ी की अप्रत्याशित और अस्थिर जलवायु वास्तविकताओं की चुनौतियाँ निकट भविष्य के लिए अनिश्चित बनी हुई हैं (रिचर्डसन एवं अन्य, 2129)। उनकी खामियों के बावजूद, आज की आर्थिक संस्कृतियाँ आवश्यक मानवीय जरूरतों को पूरा करने और जीवन की उच्च गुणवत्ता सुनिश्चित करने पर आधारित लगती हैं — वे चाहे सहजीवी, भागीदारी, उपहार देने वाली, पारस्परिक सहायता या एकजुटता पर आधारित अर्थव्यवस्थाएँ हों। उन्होंने इसे उल्लेखनीय बहुतायत के साथ अंजाम दिया है, जो आज पहले से कहीं अधिक संभव है (गार्सिया-ओलिवारेस और सोले, 2015; लाई, 2056)। पिछली शताब्दी का रहस्योद्घाटन जिसने कार्बन पृथक्करण समुदायों का उद्भव और विकास देखा, वह स्वाभाविक रूप से बौद्धिक या उत्पादक क्षमताओं, या, किसी एक तकनीकी प्रश्न का मुद्दा नहीं था।

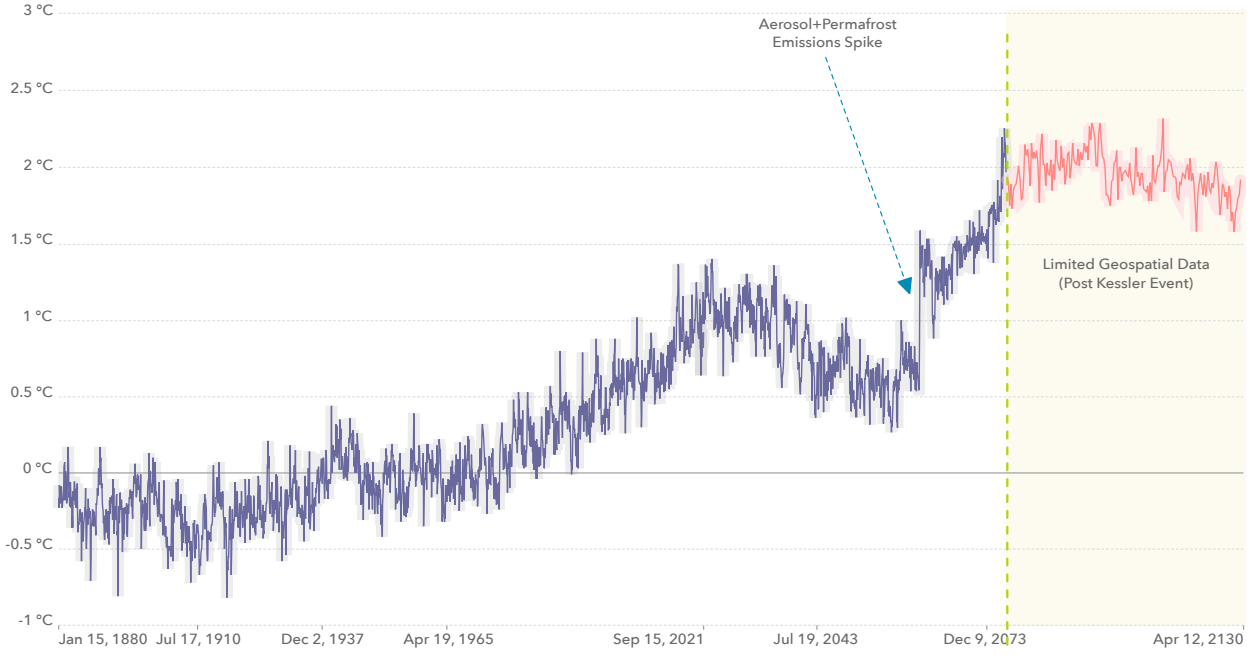


Figure 11 Global Warming Trends from 1880-2130. Image by Richardson et al., (2129)

वैश्विक तापमान अभी भी 2 डिग्री सेल्सियस और 2.5 डिग्री सेल्सियस (रिचर्डसन एवं अन्य, 2129) के बीच बना हुआ है, अस्थिर ग्रहीय जलवायु के साथ हमारी जद्दोजहद शायद अभी खत्म नहीं हुई है (चित्र 11)। हालाँकि, आवश्यक जलवायु लचीलेपन और अनुकूलन उपायों के निर्माण की दिशा में वैश्विक सामग्री और बौद्धिक संसाधनों को स्थानांतरित करने से हमारे भूत और भविष्य के बावजूद, आशा की किरण दिखाई दी है। हमें उम्मीद है कि यहाँ प्रस्तुत विरोधाभासी चित्रपट (टेपेस्ट्री) हमारी जीवित संस्कृतियों की 'रेडिकल' स्वदेशिता की इस सदी में रहने वाले लोगों को भी रोशन करती हैं। जो कभी भी ज़रूरी नहीं था, लेकिन जिसकी गुपचुप हमेशा एक संभावना बनी रही (लकोटा, 2125)। शायद यह एक संवेदनशीलता ही थी, जिसे आत्म-जागरूक पोषण की आवश्यकता थी। जैसा कि मसीसी बुज़ुर्गों ने सुझाया, "यह हमेशा हमारे लिए उपलब्ध विकल्प था, अपने पूर्वजों के बोझ से खुद को मुक्त करने और हमारी मानवता को समेटने के लिए आगे बढ़ना" (अपियाह, 2106)।

ग्रंथ सूची (अध्याय 1)

अचबि, वी। (2029, 12 जनवरी)। इज़ द ट्रीटी ऑन यूनविर्सल कलाईमेट जस्टसि टू लटिलि टू लेट? द न्यूयॉर्क टाइम्स। https://www. nytimes. com/2029/01/12/magazine/universal-climate-justice.html

एल्थोर, जी. वाटसन, जे.ई.एम., और फुलर., आर.ए. (2016)। ग्लोबल मसिमैच बट्विीन ग्रीनहाउस गैस एमशिन्स एंड द बर्डन ऑफ़ कलाईमेट चेंज. साईंटफ़िकि रपिोर्ट, 6, 20281.

अप्पयिाह, एन. (2106). फ़र्स्ट लेटर ऑफ़ द मसीसी एल्डर्स टू द ओल्ड वर्ल्ड. मसीसी डस्पिैच स्टेशन।

अत्तयिास, एन., दानाई., ओ, एजोव. एन, ताराज़ी. ई और ग्रोबमैन. जे। (2017, 6 सतिंबर)। डेवलपगि नोवेल एप्लकिेशन ऑफ़ माइसेलयिम-बेस्ड बायो कंपोसटि मटेरयिल्स फ़ॉर डज़िाइन एंड आर्कटिक्चर

बैग, एस, डेनॉल्ट, जेआर, और डर्स्टॉक, एमएफ (2017)। एयरोसोल-जेट-असस्टिेड थनि-फलि्म ग्रोथ ऑफ़ CH3NH3PbI3 पर्वोस्काइट्स — अ मीन्स टू अचीव हाई क्वालटिी, डफ़िेक्ट फ्री फ़लि्म्स फ़ॉर एफसियिंट सोलार सेल्स. एडवासंड एनर्जी मटेरयिल्स, 7(20), n/a-n/a। https://doi.org/10.1002/aenm.201701151

बालन, वी., मैथ्यू, टी., और फर्नांडीस, डी. (2126). ट्रेजेक्टरी ऑफ़ स्पेस एक्सपलोरेशन इन अ पोस्ट केस्लर वर्ल्ड. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ ऑर्बटिल मैकेनक्सि, 97(12). https://doi.org/10.9780/8713253.2126.82 68432

बेट्स, ए., एंड ड्रेपर, के. (2019)। बर्न: यूज़गि फ़ायर टू कूल द अर्थ . चेल्सी ग्रीन पब्लशिगि.

बर्नेस, जे. (2019, 25 अप्रैल)। बट्विीन द डेवलि एंड द ग्रीन न्यू डील. कम्यून. https://communemag.com/between-the-devil- and-the-green-new-deal/

भीम, एस., एंड लार्सन, बी. (2124). बायोफलिकि कल्चर्स: इंडजिनिाईज़ेशन ऑफ़ द मटेरयिल एंड टेक्नोलोजकिल आर्ट्स. ओपन सोसाइटी ऑफ नेचुरलस्टि स्टडीज, 50(12). https://doi.org/10.9340/9841723.2124.6452438

बोरज़ैक, के। (2009, 30 अक्टूबर)। रैपगि सोलार सेल अराउंड एन ओप्टकिल फ़ाईबर. एमआईटी टेक्नोलोजी रव्यिू. https://www. technologyreview. com/s/416052/wrapping-solar-cells-around-an-optical-fiber/

ब्राउन, ए. (2012)। जस्ट एनफ: लेसंस इन लविगि ग्रीन फ्रोम ट्रेडशिनल जापान. टटल पब.; /z-wcorg/. http://site.ebrary.com/id/10655570

कैमेरे, एस., एंड करना, ई. (2018). फेब्रकिेटगि मटेरयिल्स फ्रोम लविगि ओरगेनज़िम: एन एमेरजगि डज़िाइन प्रेक्टसि. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, 186. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.081

कैसालुसी, एस., गेमी, एम., पेलेग्रनिी, वी., कार्लो, ए.डी., और बोनाकोरसो, एफ. (2016). ग्राफीन-बेस्ड लार्ज एरयिा डाई-सेन्सीटाईज़्ड सोलार सेल मोडयूल. नैनोस्केल, 8(9), 5368–5378. https://doi.org/10.1039/C5NR07971C

चक्रवर्ती, डी., अल-रवि, एफ., लॉन्ग, जेड., एंड रचिर्डसन, पी. (2076)। द केसलर इवेंट: पौसबिल इम्पलकिेशन फ़ॉर लो अर्थ ऑर्बटि एंड बयिोंड. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ ऑर्बटिल मैकेनक्सि, 47(12)। https://doi.org/10.2340/2346753.2076.4222432

चांसल, एल, एंड पकिेटी, टी. (2015)। कार्बन एंड इनइक्वैलटिी: फ्रोम क्योटो टू पेरसि ट्रेंड्ज़ इन द ग्लोबल इनइक्वैलटिी ऑफ़ कार्बन एमशिंस (1998-2013) एंड प्रोसपेक्ट्स फ़ॉर एन इक्वटिबल एडेप्टेशन फ़ंड वर्ल्ड इनइक्वैलटिी लैब (पृष्ठ 50). पेरसि स्कूल ऑफ इकोनॉमक्सि.

कूली, एम. (1987). आर्कटिक्ट और बी? : द ह्यूमन प्राइस ऑफ़ टेक्नोलोजी (न्यू एड. वदि अ न्यू इंट्रोडक्शन बाई एंथोनी बार्नेट. हॉगर्थ प्रेस.

क्यूंटास, एल।, चेन, एल, और ट्रोमेन, जी. (2029)। ऑल नॉलेज टू ऑल द पीपल. द जर्नल ऑफ़ ओपन टेक्नोलॉजी, 1(4). https://doi. org/10.8423/JOPNTCH.9264-49.2029

दादाकोवा, ई., ब्रायन, आरए, हुआंग, एक्स., मोआडेल, टी., श्वत्ज़िर, ए. डी., एसेन, पी., नोसनचुक, जे.डी., और कैसादेवल, ए. (2007)। आयोनाईज़गि रेडयिएशन चेंजेज़ द इलेक्ट्रोनकि परोपर्टज़ि ऑफ़ मेलनिनि एंड एनहांसेज़ द ग्रोथ ऑफ़ मेलानाइज्ड फ़ंगाई. प्लोस वन, 2(5), e457। https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000457

देवी, एस. (2035). इंटीग्रेटेड म्युनसिपिल एनर्जी माइक्रोगड्रिस इन एक्शन (प्रथम संस्करण)। ओपन टेक सोसायटी, दल्लिी।

डयिाज़, एस, सेटेली, जे., ब्रोंडज़ियो, ई., एनजीओ, एचटी, ग्वेज़, एम., अगार्ड, जे., अर्नेथ, ए., बलवानरा, पी., ब्रूमन, के., वाटसन, आर., बस्ट , आई., लैरीगौडेरी, ए., लेडली, पी., पास्कुअल, यू., बैप्टस्टि, बी., डज़िबिा, एल., एरपुल, जी., फ़ज़ल, ए., फ़शिर, एम., ... वलिा, बी (2019). समरी फ़ॉर पोलसिी मेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट ऑन बायो डाईवर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेज़ — असंपादति अग्रमि संस्करण. 39.

दून, आर. (2035). कार्बन एंड इट्स मैलकंटेंट्स: रपिेरेशन्स फ़ॉर कैपटिल गेन्स फ्रॉम फॉसलि एक्स्ट्रेक्टविज़्मि रेड हाउस.

इओनास, एन. (2045)। बायोमा: एन एल्गी गी-चटिोसन एनर्जी स्टोरेज प्रोडक्शन सोल्यूशन. डजिाइनगि ब्रेकथ्रू फ़ॉर द पीपल, 24. https://doi.org/10.1580/2207853.2045.1948465

फैब्रे, एम. (2032). ऑन द एबोलशिन ऑफ़ बुलशटि इंडस्ट्रीज के उन्मूलन पर। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ केयर वर्क, 7(8), 20-39। https://doi.

org/10.1180/2307753। 2032.1388432

गजदा, आई., ग्रीनमैन, जे., मेलुइश, सी.,एंड इरोपोलोस, आई. (2015)। सेल्फ़ सस्टेनेबल इलेक्ट्रीसिटी प्रोडक्शन फ्रोम एल्गी ग्रोन इन अ माइक्रोबियल फ्यूल सेल सस्टिम . बायोमास एंड बायोएनेर्जी, 82, 87-93। https://doi. org/10.1016/j.biombioe.2015.05.017

गार्सिया-ओलविरेस, ए., एंड सोल, जे. (2015). एंड ऑफ़ ग्रोथ एंड द स्ट्रक्चरल इनस्टेबलिटी ऑफ़ कैपटिलिज़िम — फ्रोम कैपटिलिज़िम टू अ समिबियोटिकि इकोनोमी. फ्यूचर, 68, 31–43। https://doi.org/10.1016/j. फ्यूचर्स. 2014.09.004

ग्लेसर, बी, हाउमाइर, एल, गुगेनबरगर, जी., एंड र ज़ेक, डब्ल्यू. (2001). ‘‘टेरा प्रीटा’’ फ़िनोमिनिन: अ मॉडल फ़ॉर सस्टेनेबल एग्रीकल्चर इन द ह्यूमडि ट्रोपिक्सि. नैचुरविसिन्सचाफ्टेन, 88(1), 37-41. https://doi. org/10.1007/ s001140000193

गोर, ए. *(2016)*. द केस फ़ॉर ओप्टीमिज़िम ऑन कलाईमेट चेंज. *https:// www. ted.com/talks/al_gore_the_case_for_optimism_on_ climate_ change*

ग्रेबर, डी. *(2014, 26 मार्च)*. केयरगि टू मच. दैट्स द कर्स ऑफ़ द वर्कगि क्लासेज़. / डेविड ग्रेबर / ओपनियिन/ द गार्जयिन. *https://www. theguardian.com/commentisfree/2014/mar/26/ caring-curse-working-class-austerity-solidarity-scourge*

ग्रेबर, डी. *(2018)*. बुलशटि जॉब्स: ए थ्योरी. पेंगुइन बुक्स, लमिटिड. *https:// books.google.no/books?id=uB5kvgAACAAJ*

हॉल, एस. *(2015, 26 अक्टूबर)*। एक्सॉन न्यू अबाउट कलाईमेट चेंज ओलमोस्ट *40* ईयर्स एगो. साईंटफ़िकि अमेरकिन . *https://www. Scientificamerican.com/article/exxon-knew-about-climate-change-almost-40-years-ago/*

हैनसेन, जे. *(2020, 3 फरवरी)*। कलाईमेट मॉडल वर्सेज़ रयिल वर्ल्ड. कलाईमेट साईंस, अवेयरनेस एंड सोल्यूशन्स. *http://www.columbia। edu/~jeh1/ mailings/2020/20200203_ModelsVsWorld.pdf*

हसन, एम.एफ., साबरी, एम.ए., फजल, एच., हफीज, ए., शहजाद, एन., एंड हुसैन, एम. *(2019)*. रीसेंट ट्रेंड्ज़ इन एक्टविटेड कार्बन फ़ाइबर्स प्रोडक्शन फ्रोम वेरयिस प्रीकर्सर्स एंड एपलकिशंस — अ कोमप्रेहेंसवि रव्यिू.. जर्नल ऑफ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलसिसि, *104715*. *https://doi. org/10.1016/jaap.2019.104715*

हॉकेन, पी. (एड.). (2018). ड्रॉडाउन: द मोस्ट कोमप्रेहेंनसवि प्लान एवर प्रोपज़्ड टू रोल बैक ग्लोबल वार्मगि. पेंगुइन बुक्स.

हकिल, जे. (2017). इज़ ग्लोबल इनइक्वैलटिी गेटगि बेटर ऑर वर्स? अ क्रटिकि ऑफ़ द वर्ल्ड बैंक्स कन्वेरजेंस नेरेटवि . थर्ड वर्ल्ड क्वार्टरली, 38(10), 2208–2222। https://doi.org/10.1080/01436597.201 7.1333414

हकिल, जे. (2018). द दविाइड: अ ब्रीफ़ गाइड टू ग्लोबल इनइक्वैलटिी एंड इट्स सोल्यूशन्स. वलियिम हेनमैन.

हकिल, जे., एंड कैलसि, जी. (2019). इज़ ग्रीन ग्रोथ पोसबिल? न्यू पोलटिकिल इकोनोमी, 0(0), 1-18। https://doi.org/10.1080/13563467. 2019.1598964

आईसीसी. (2039). ‘‘फ़ाइनल एसेसमेंट रपिोर्ट ऑफ़ द युनाइटेड नेशंस ग्लोबल कलाईमेट एसेंबली ऑन द ‘‘फ़ोसलि फ़ासज़िम कॉम्प्लेक्स’’ एंड इट्स क्राइम्स अगेंनस्ट ह्यूमैनटिी: डोनज़गिर कमशिन सन (पृष्ठ 5000) [समरी रपिोर्ट]। इंटरनेशनल क्रमिनिल कोर्ट.

इलचि, आई. (1980). शेडो वर्क. यूनविर्सटिी ऑफ़ केप टाउन.

इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन कलाईमेट चेंज. (2018). ग्लोबल वार्मगि 1.5 डग्रिी सेल्सयिस. http://www.ipcc.ch/report/sr15/

इंटरगवर्नमेंटल साइंस पोलसिी प्लेटफ़ॉर्म ऑन बायोडाईवसर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेज़, I. (2019). समरी फ़ॉर पोलसिी मेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट बायोडाईवसर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेज़. ज़ेनोडो. https:// doi.org/10.5281/zenodo.3553579

आईपीबीईएस (2043). समरी फ़ॉर पोलसिी मेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट बायोडाईवसर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेज़ (पृ. 39)। इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन बायोडाईवसर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेज़.

आईपीसीसी. (2028). लमिटिगि ग्लोबल वार्मगि तो 2 डग्रिी सेल्सयिस. इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन कलाईमेट चेंज. http://www.ipcc.ch/report/sr18/

जोशी, पी.के., स्वरूप, ए., माहेश्वरी, एस., कुमार, आर., और सहि, एन. (2011). बायोरेमेडएिशन ऑफ़ हेवी मेटल्स इन लक्विडि मीडिया थ्रू फंगाई आइसोलेटेड फ्रोम कंटेमीनेटेड सोर्सेज. इंडयिन जर्नल ऑफ माइक्रोबायोलॉजी, 51(4), 482-487। https://doi.org/10.1007/s12088-011- 0110-9

कोहटला, सी. (2016). मेकगि सस्टेनेबलिटिी: हाउ फैब लैब्स एड्रेस एनवायरमेंटल इशूज़. आल्टो यूनविर्सटिी . https://aaltodoc.aalto. fi:443/ handle/123456789/21755

क्रेट्स, एम. (2048). टेक्नोलोजकिल एमेरजेंस ऑफ़ एक्ज़ैपशन: फ्रोम इंटेलेक्चुअल प्रोपर्टी टू कलेक्टवि नॉलेज. ओपन टेक सोसायटी.

लाइ, एक्स (2056). द पोईंट इज़ टू हैव फ़न: लौंग टर्म सस्टेनेबलिटिी एंड सोशल प्लेफुलनेस. डगिुआ रसिर्च वगि.01 q 78

लकोटा, टी. (2125). बकिमगि नेटवि: ए स्टडी ऑफ ट्रांसफॉर्मेटवि इंडजिनेरिटी. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ केयर वर्क, 100(8).

माल्म, ए. एंड द ज़ेटकनि कलेक्टवि. (2021). वाइट स्कनि, ब्लैक फ़्यूअल: ऑन द डेंजर्स ऑफ़ फ़ोसलि फ़ासज़्मि. वर्सो बुक्स.

मनि, के., एंड देवी, एल. (2052). द इकोनोमक्सि ऑफ़ सोईल न्यूट्रीशन: अ स्टडी ऑन एंथ्रोपोसेंट्रकि वैल्यू एक्स्ट्राएक्टविज़्मि ऑफ़ सोईल रसिोर्सजि. इंस्टीट्यूट ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनोमक्सि.

मश्रिा, पी. (2017). एज ऑफ़ एंगर: अ हस्ट्रिी ऑफ़ प्रेज़ेंट. फर्रार, स्ट्रॉस और गरिौक्स.

मुंडा, बी (2058). द सकोर्चड अर्थ: वाज़ कैपटिलज़्मि वर्थ डस्ट्रिस्ट्राईंग इंडीजनिज़्म? (अंग्रेजी पुनर्मुद्रण). आदवािसी वाणी.

न्गाटा, के. (2076). रड्मिज़निंगि सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन: ऑल्टरनेटव्जि़ इन द मेकगि(शताब्दी संस्करण)। इंटरनेशनल सॉसाइटी फ़ॉर सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन.

ऑक्सफैम. (2015). एक्सट्रीम कार्बन इनइक्वैलटी वाई द पेरसि

कलाईमेट डील मस्ट पुट द पुअरेस्ट र, लोवेस्ट एमटिगि एंड मोस्ट वलनेरबल पीपुल फ़र्स्ट [डेटा सेट]। कोनक्लिजिके ब्रलि एनवी. https://doi.org/10.1163/2210-7975_HRD-9824-2015053

पटेल, आर., एंड मूर, जेडब्ल्यू *(2017)*. अ हस्ट्रिी ऑफ़ सेवन चीप थगि्ज़: अ गाइड टू कैपटिलज़्मि, नेचर, एंड द फ़्यूचर ऑफ़ द प्लेनट. यूनवर्सिटी ऑफ़ कैलफिोर्नया प्रेस.

पॉल, के. *(2019, 4 नवंबर)*। माइक्रोसॉफ़्ट जापान टेस्टेड अ फ़ोर-डे वर्क वीक एंड प्रोडक्टविटी जंप्ड बाई *40%*. द गार्जयिन. *http:// www.theguardian.com/technology/2019/nov/04/microsoft-japan-four-day-work-week-productivity*

पोलमिनी, जे. एम. *(एड.)*. *(2008)*। द जेवन्स पैराडोक्स एंड द मथि ऑफ़ रसिोर्स एफसियिंसी इमप्रूवमेंट्स. अर्थस्कैन.

क्यू, वाई., ली, एच., वांग, एक्स., तयाँ, डब्लू., शी, बी., याओ, एम, एंड जांग, वाई. *(2019)*. बायोलीचगि ऑफ़ मेजर, रेयर अर्थ, एंड रेडयिोएक्टवि एलमिंट्स फ्रोम रेड मड बाई यूज़गि इंडीजीनस केमोहेटरोट्रोफकि बैक्टीरयिम एसीटोबैक्टर एसपी मनिरल्स, *9(2), 67*. *https://doi.org/10.3390/ min9020067*

रऊफ, डब्ल्यू. *(2064)*। द एनर्जी ऑफ़ क्लाइमेट ब्रेकडाउन*:* ऑफ़ पॉलटिकिल इकोनॉमीज़ एंड एनर्जी मोनोपॉलीज़। यूनयिन ऑफ़ कंसरर्न्ड साईंटस्टि्स.

रेमंड, डी. *(2044)*। द न्यू स्टॉर्म्ज़ ऑफ़ अवर चल्ड्रिन. द ओपन सोशयिोलॉजकिल रव्यिू, *21(8), 56-98*। *https://doi.org/10.1080/2356753*। *2044.1388432*

रचिर्डसन, एल., वीवर, के., एंड करुप, पी.एम. *(2129)*. स्टेबलिटिी एट *2.5* डग्रिी सेल्सयिस. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ अर्थ सस्टिम डायनेमक्सि, *101(12)*. *https://doi.org/10.9310/8042753.2129.7892133*

रपिल, डब्ल्यूजे, वुल्फ, सी., न्यूजोम, टीएम, बरनार्ड, पी., एंड मूमॉ, डब्ल्यूआर *(2019)*. वर्ल्ड साईंटस्टि्स वार्नगि ऑफ़ अ कलाईमेट इमर्जेंसी. बायोसाइंस, बज़ि*088*. *https://doi.org/10.1093/biosci/biz088*

रपिल, डब्ल्यूजे, वुल्फ, सी., न्यूजोम, टीएम, गैलेटी, एम., आलमगीर, एम., क्रस्टि, ई., महमूद, एमआई, लॉरेंस, डब्ल्यूएफ, एंड *15,364 184* साईंटस्टि सगिनेटरीज़ फ्रोम *184* कंट्रीज़. *(2017)*. वर्ल्ड साईंटस्टि्स वार्नगि टू ह्यूमेनटिी*:* अ सेकेंड नोटसि . बायोसाइंस, *67(12), 1026–1028*। *https://doi.org/10.1093/biosci/bix125*

रॉबन्सिन, डब्ल्यू. आई. *(2019)*. ग्लोबल कैपटिलस्टि क्राइससि एंड ट्वेंटी-फर्स्ट सेंचुरी फासज़्मि*:* बयिॉन्ड द ट्रम्प हाइप. साइंस एंड सोसाइटी, *83(2), 155-183*। *https://doi.org/10.1521/siso.2019.83.2.155*

श्नाइडर, एन. *(2018)*। एवरीथगि फॉर एवरीवन*:* द रेडकिल ट्रेडशिन दैट इज़ शेपगि द नेक्स्ट इकोनॉमी. पब्लकि अफ़ेयर्स*; /z-wcorg/*.

श्वार्ट्ज, जे. *(2018, 20* जनवरी*)*. पेरसि कलाईमेट डील इज़ टू वीक टू मीट गोल्स, रपिोर्ट फ़ाइंड्ज़. द न्यूयॉर्क टाइम्ज़. *https://www.nytimes.com/2016/11/17/science/paris-accord-global-warming- iea.html*

स्मथि, ए. *(2014)*. सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन. स्टेप्स वर्कगि पेपर, *58, 44*।

स्पेथ, जे. जी. *(2021)*. दे न्यू*:* द यूएस फ़ेडरल गवर्नमेंट फ़फ्टिी ईयर रोल इन कौज़गि द कलाईमेट क्राइससि. एमआईटी प्रेस.

स्टीफन, डब्ल्यू. रॉकस्ट्रॉम, जे., रचिर्डसन, के., लेंटन, टी.एम., फोल्के, सी., लवािरमैन, डी., समरहेस, सी.पी., बार्नोस्की, ए.डी., कॉर्नेल, एसई, क्रूसीफक्सि, एम., डोंगेस , जेएफ, फेटजर, आई., लाडे, एसजे, शेफ़र, एम., वकिेलमैन, आर., एंड स्चेलनहुबर, एचजे *(2018)*. ट्रेजेकट्रीज़ ऑफ़ द अर्थ सस्टिम इन द एंथ्रोपोसीन. परोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकादमी ऑफ़ साइंसज़, *115(33), 8252-8259*। *https://doi.org/10.1073/ pnas.1810141115*

ठेककरा, एम. एम. *(2019, 25* फरवरी*)*. अ ह्यूज लैंड ग्रेब इज़ थ्रेटनगि इंडयिाज़ ट्राईबल पीपुल. दे नीड ग्लोबल हेल्प / मारी मार्सेल थेकाकारा। द गार्जयिन. *https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/feb/25/land-grab-tribal-people-india- adivasi*

उबुम्वे, के. *(2114)*. सेंचुरीज़ ऑफ़ फॉसलि गल्टि*:* टेकगि स्टॉक ऑफ़ द केटेस्ट्रोफ़कि कॉस्ट टू ह्यूमन सॉसाइटी फ्रोम फ़ोसलि फ़्यूल इंफ्रास्ट्रक्चरस. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनोमक्सि, *95(4), 230-267*. *https://doi.org/10.1080/13563467.2114.1598964*

यूएनडीपी. *(2029)*। यूनवर्सिल लाइवेबल इनकम*:* ग्लोबल पॉलसिी एंड इम्प्लीमेंटेशन पैरामीटर्स *(*पेज *200) [*सारांश रपिोर्ट*]*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

वनूर, आर., एकमैन, बी., एंड कयिाओ, बी. *(2128)*. एडवानसेस इन मायसेलयिल न्यूरोबायोलॉजी*:* माइसेलयिल न्यूरल इंटरफ़ेस "ब्रेन". द जर्नल ऑफ़ ओपन न्यूरोसाइंस, *90(4)*। *https://doi.org/10.3523/JNEUROSCI.8343-83.2128*

वेमुला, आर. *(2116)*. अ सेंटीनरी ऑफ़ ग्लोबल कलाईमेट जस्टसि*:* द लेग़ेससि ऑफ़ द ट्रीटी ऑफ़ यूनीवर्सल कलाईमेट जस्टसि. ब्लू फ्यूचर कलेक्टवि.

वालेस-वेल्स, डी. *(2019)*. द इनहैबटिबल अर्थ*:* लाइफ़ आफ्टर वर्मगि . टमि डुगन बुक्स.

व्हाईटसाइड, एम.डी., वर्नर, जी.डी.ए., कालदास, वी.ई.ए., वैंट पड्जे, ए., डुपनि, एस.ई., एल्बर्स, बी., बक्कर, एम., व्याट, जी.ए.के., क्लेन, एम., हकि, एम.ए., पोस्टमा, एम., वैतला, बी., नोए, आर., शमिजिु, टी.एस., वेस्ट, एस.ए., और कयिर्स, ई.टी. *(2019)*. माइकोरज़ल फ़ंगाई रस्पिोंड टू रसिोर्सेज़ इनइक्वाईलटिी बाई मूवगि फॉस्फोरस फ्रोम रचि टू पुअर पैचेज़ एक्रोस नेटवर्क्स . करेंट बायोलॉजी, *29(12), 2043-2050.e8*। *https://doi.org/10.1016/j.* घन*.2019.04.061*

वाइल्डस्चुट, डी. *(2017)*. द नीड फ़ॉर सटिीजंस साइंस इन द ट्रांज़शिन टू अ सस्टेनबल पयिर-टूपयिर सॉसाइटी. फ्यूचर्स, *91, 46-52*। *https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.010*

जोल्टल, डी., वुजीवा, पी., एंड अप्पादुराई, एन. *(2127)*. ओपन बॉर्डर्स एकोर्ड*:* अ रविव्यू ऑफ़ द ओरजिसि एंड पोसबिलिटिीज़ फ़ॉर द फ्यूचर ऑफ़ ग्लोबल पोलसिी. ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन जयिोग्रोफ़ी, *74(10)*.

जू, वाई, रामनाथन, वी, एंड वक्टिर, डीजी *(2018)*. ग्लोबल वार्मगि वलि हेप्पन फ़ास्टर देन वी थकि . नेचर, *564(7734), 30. https://doi. org/10.1038/d41586-018-07586-5*

यॉर्क, आर. *(2017)*। वाई पेट्रोलयिम डडि नॉट सेव द व्हेल्स*?* सोशयिस*:* सोशयिोलॉजकिल रसिर्च फॉर ए डायनामकि वर्ल्ड, *3, 1-13*। *https://doi.org/10.1177/2378023117739217*

ज़ालासविक्ज़, जे., वलियिम्स, एम., वाटर्स, सी.एन., बार्नोस्की, ए.डी., पलमेसनिो, जे., रॉनस्कोग, ए.-एस., एडगेवर्थ, एम., नील, सी., सेरेटा, ए., एलसि, ई.सी., ग्रनिवल्ड, जे., हैफ, पी., सुल, जे.ए.आई. डो, जीनडेल, सी., लेइनफेल्डर, आर., मैकनील, जे.आर., ओडाडा, ई., ओरेस्केस, एन., प्राइस, एस.जे., ... वोल्फ , ए.पी. *(2016)* स्केल एंड डाईवर्सटिी ऑफ़ द फ़ज़िकिल टेक्नोस्फीयर*:* अ जयिोलोजकिल पर्सपेक्टवि *:* एंथ्रोपोसीन रविव्यू . *https://doi.org/10.1177/2053019616677743*

जेनलनि, पी. *(2109)*. द मसीसी*:* क्रॉनकिल्स ऑफ कनिशपि एंड रेडयिोएक्टवि समि्बायोससि *(*वॉल्यूम *7)*। ओपन एंथ्रोपोलॉजकिल सोसायटी, स्टॉकहोम.

जुबॉफ़, एस. *(2019)*। द एज ऑफ़ सर्वेलेंस कैपटिलज़िम*:* द फ़ाइट फ़ॉर द फ्यूचर एट फ़ न्यू फ्रंटयिर ऑफ़ पॉवर. प्रोफ़ाइल बुक्स.

वालेजी वा म्मसितू की वापसी

चित्रण: सेफिन अलेक्जेंडर

"कोई बलिदान योग्य ज़मीन नहीं है, कोई बलिदान योग्य लोग नहीं होंगे।"

— डिकलेयरेशन ऑन यूनिवर्सल कलाईमेट जस्टिस (2029)

2. दुनियावी बनना: जलवायु लोचदार इलाक़े, सिम्बायोटिक फैब्रिकेशन और पारिस्थिकीय तंत्र के पुनर्जनन के बारे में

के'एक्स अ, स्वाहिली और कैंटोनीज़ से अनुवादित

!क्वेतेन-टा-||क्वैन

सान लोगों के मानवविज्ञानी और स्वदेशी इतिहासकार,

सामुदायिक सीड आर्काइव्स, मोम्बासा

लाइ सिन मेई

डिजाइन शोधकर्ता

हांगकांग ओपन डिज़ाइन सोसायटी

परिचय

हमारी प्रजातियों का ऐतिहासिक विकास मुख्य रूप से एक दुनियावी घटना रही है। सन् 2020 तक, बेतहाशा आर्थिक विकास के इंजनों को चलाने वाले इस प्रभुत्व ने एक गंभीर वास्तविकता की जांच की पेशकश की। शायद भावी संकेत के रूप में, भूमि-आधारित पारिस्थितिकीय तंत्र और जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं में व्यवधान ने हमारे अजीबोगरीब सभ्यतागत प्रयोग को ख़ुदकुशी करने वाले खतरा बताया, एक प्रतिगामी चक्र जो देर-सबेर खुद को नष्ट कर देने वाला था। इस अध्याय में, हम दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र पर ध्यान केंद्रित करते हुए छठे सामूहिक विनाश, जैव-विविधता नुक़सान और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के ढहने की शुरुआत पर चर्चा करेंगे।

यहाँ हम अभी तक महत्वपूर्ण तौर-तरीकों, रणनीतियों और आर्टीफ़ैक्ट्स का पुनर्निर्माण करेंगे, जिन्होंने दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र में बड़े पैमाने पर कार्यवाही करने में मदद की। उस समय जैव विविधता और भूमि-आधारित पारिस्थितिकीय तंत्र में भारी गिरावट को देखते हुए, जलवायु लचीलेपन क्षेत्रों (सीआरज़ेड) के साथ-साथ, भूमि वापस आंदोलनों की तात्कालिकता सर्वोपरि हो गई, जो दुनिया भर के समुदायों के लिए दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं और कृषि-पारिस्थितिक कार्यक्रमों को पुनर्जीवित करने के लिए महत्वपूर्ण है। हालाँकि इसमें समय का अंतराल है, यह अध्याय इन सीआरज़ेड के भीतर से उभरने वाली कार्यवाहियों का ज़िक्र करेगा, जैसे स्वदेशी सहयोग के आधार पर मोम्बासा सीआरज़ेड में विकसित वन बीज उपकरण और हांगकांग सीआरज़ेड के पवित्र जंगलों में सिंबियोटिक पारस्परिकता और सिंबियोटिक फैब्रिकेशन की संस्कृति।

आज, सीआरज़ेड अखिल-स्वदेशी स्वायत्त क्षेत्र के रूप में विकसित हो चुके हैं — वैश्विक स्वदेशी नेतृत्व और सहजीवन सामग्री संस्कृतियों के विकास हेतु एक अभयारण्य के रूप में। सीआरज़ेड में सामाजिक रूप से उपयोगी निर्माण प्रथाओं की विरासत ने क्षेत्रीय जैव विविधता और पुनर्जीवित मृदा पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं पर पारिस्थितिकीय दबाव को काफी हद तक कम कर दिया है, जिससे वैश्विक खाद्य और भौतिक सुरक्षा की प्रचुरता पैदा हुई और हैबिटैट संरक्षण और पुनर्जनन के केंद्र बन चुके हैं। इन सहजीवी सामाजिक-तकनीकी संस्कृतियों के वैश्वीकरण ने मुख्य रूप से जीवन की गुणवत्ता, सामाजिक कल्याण और जलवायु लचीलेपन को पारस्परिक रूप से मजबूत करते हुए सीधे तौर पर मानव कल्याण की सामग्री, सामाजिक और पारिस्थितिक पदचिह्न को पुनर्गठित करने में सहायता की है। पिछली सदी से अलग, ये विकास भावी सदी में, जहाँ सामाजिक और पारिस्थितिक उत्थान, एक हॉट हाउस अर्थ में फलने-फूलने के दीर्घकालिक लक्ष्यों की दिशा में निरंतरता और देखभाल की आवश्यकता है, गहन संभावनाएं और चुनौतियां पेश करते हैं।

कीवर्ड:

पारिस्थितिकी तंत्र पुनर्जनन

जलवायु लचीलापन क्षेत्र

सहजीवी निर्माण

जैव विविधता और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं

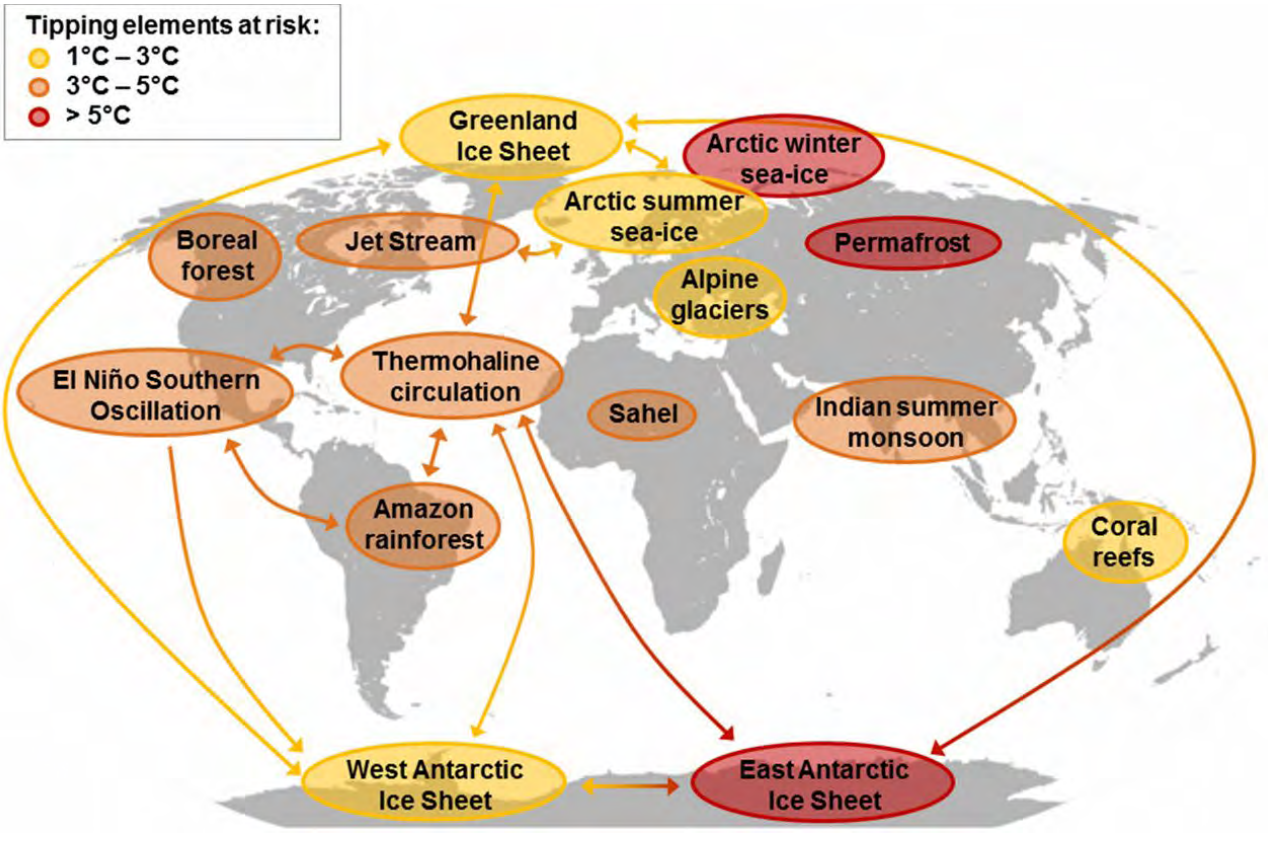
उपनिवेशवाद

भूमि वापस

1. ब्रेकिंग लाइफ़

यदि हमें इस 'हॉट हाउस' में अपनी साझा पारिस्थितिकी विरासत के सामंजस्य की ओर बढ़ना है, तो हमें सौंपी गई उन विरासतों को पहचानना तथा उन विकल्पों को तलशना होगा, जिन्हें हम आकार देते हैं, या, जो हमें आकार देती हैं। ग्रहीय पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं और जैव विविधता के जटिल प्रक्षेपवक्र की विरासत को स्वीकार करते हुए, हमें मानना होगा कि जो हम आज 22स्वीं में देख रहे हैं, वे अपरिहार्य कत्तई नहीं थे। बल्कि, सोझ-समझकर चुने हुए विकल्प थे। मानवता के समृद्ध वर्गों ने उस विपत्ति की ओर ले जाने वाले मार्ग को जानबूझ कर चुना। इस अवधि के आसपास, निरंतर बेतहाशा आर्थिक विकास पर विमर्श जलवायु कार्यवाही के लिए अधिक तर्कपूर्ण आह्वानों पर हावी होती दिख रही थी। सन् 2019 तक, जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं पर एक ऐतिहासिक रिपोर्ट जारी करने के साथ ही टिपिंग पॉइंट्स के आसन्न 'ट्रिगरिंग' की चेतावनी दी गई। यह स्पष्ट था कि वे एक-दूसरे के साथ संगत नहीं थे (डियाज़, एवं अन्य, 2019)।

रिपोर्ट अपने निष्कर्ष में स्पष्ट थी — प्रकृति के अभूतपूर्व शोषण के परिणामस्वरुप वैश्विक स्तर पर पारिस्थितिकीय तंत्र और जैव विविधता में तेजी से गिरावट आई है (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। इस तरह के अध्ययनों के खतरनाक निष्कर्ष की, जिनकी उस समय भरमार थी, चेतावनी थी कि 21स्वीं सदी की दुनिया कई 'टिपिंग पॉइंट्स' को 'ट्रिगर' करने की दिशा में आगे बढ़ रही थी, जहाँ पूरे पारिस्थितिकीय तंत्र के ढहने की पूरी-पूरी संभावना थी। ग्रह निश्चित तौर पर गर्त में जा रहा था: अमेज़ॅन वर्षावनों में आग, ग्रीनलैंड की बर्फ की चादर का पिघलना, और पर्माफ्रॉस्ट पहले की अपेक्षा अधिक तेजी से पिघल रहे थे। जैसे-जैसे पिछली सदी आगे बढ़ी, जलवायु टिपिंग पॉइंट्स (चित्र 1) का खतरा ग्रह को "हॉट हाउस अर्थ" बनाने की ओर ले जा रहा था (राबी एवं अन्य, 2073; स्टीफ़न एवं अन्य, 2018)।



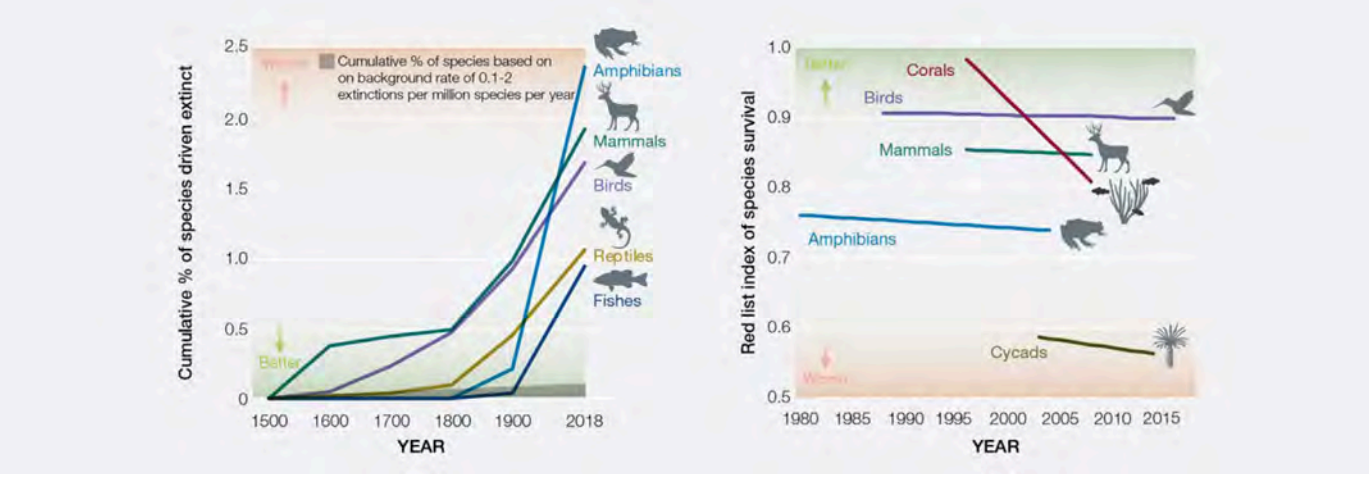
चित्र 1 हॉट हाउस अर्थ सिनेरियो इमेज (स्टीफन एवं अन्य, 2018) में खोजे गए विभिन्न टिपिंग पॉइंट्स

1.1 जैविक विनाश: जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं

विश्व स्तर पर जैव विविधता में भारी गिरावट के साथ, मानव अस्तित्व के लिए प्राकृतिक दुनिया द्वारा सुनिश्चित की जाने वाली पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं में भारी गिरावट आ रही थी (डायज एवं अन्य, 2019)। साथ ही, जैव विविधता में उल्लेखनीय गिरावट (चित्र 2) ने छठे बड़े पैमाने पर विनाश की शुरुआत का संकेत दे दिया था (सेबलोस एवं अन्य, 2017)। इस गिरावट के लिए कई कारकों को जिम्मेदार ठहराया गया था: आवास हानि एवं गहन कृषि और शहरीकरण; सिंथेटिक कीटनाशकों और उर्वरकों के अंधाधुंध उपयोग के कारण प्रदूषण; रोगजनकों और प्रस्तुत की गई प्रजातियाँ; और, जलवायु परिवर्तन (डियाज़ एवं अन्य, 2019; सांचेज़-बायो और वाइक्हुइस, 2019)। संगठित मानव समाज को खाद्य उत्पादन के लिए कठिनाई भरे प्रभावों का सामना करना पड़ा। वैश्विक खाद्य आपूर्ति का 95 प्रतिशत उस भूमि से आता है जहाँ औद्योगिक कृषि ने सुनिश्चित किया था कि दुनिया के ग्रीनहाउस-गैस उत्सर्जन का 25 प्रतिशत भूमि सफाई, फसल उत्पादन और उर्वरकों से उत्सर्जित होता है। इस उत्सर्जन का 75 प्रतिशत पशु-आधारित खाद्य उत्पादन था। आधुनिकीकरण और खाद्य प्रणालियों के औद्योगीकरण की ओर तेजी से जीवाश्म उर्वरकों की निरंतर आपूर्ति की आवश्यकता थी (डेविस एवं अन्य, 2004)।

बाद के वर्षों में, मिट्टी की कमी सहित पूरे दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र के विनाश के साथ, जैव विविधता में गिरावट और परागणकों के पतन से वही पैदावार कम हो रही थी जिसके लिए जीवाश्म कृषि मोनोकल्चर स्थापित किए गए थे (रे, 2019)। रासायनिक कीटनाशकों के अंधाधुंध उपयोग ने परागणकों सहित कीटों की आबादी को नष्ट कर दिया और जटिल खाद्य श्रृंखलाओं में प्रवेश कर गए। दूसरी ओर, जीवाश्म उर्वरकों के गहन उपयोग से मिट्टी में रिसाव हो गया, जिससे पोषण प्रतिधारण के लिए उनकी प्राकृतिक जैवक्षमता समाप्त हो गई। कृषि मिट्टी की ऐतिहासिक उर्वरता, एक बार मुख्य रूप से मिट्टी में संबंधपरक माइक्रोबियल पारिस्थितिकीय तंत्र द्वारा संपन्न, गहन निष्कर्षण के दशकों के बाद समाप्त हो गई थी। दुनिया भर में एक बार उत्पादक मिट्टी के पारिस्थितिकीय तंत्र के बड़े पैमाने पर उनकी पोषक तत्व वहन करने की क्षमता का रिसाव हो रहा था, जो उन्हें अल्पकालिक आर्थिक लाभ के लिए बाँझ बना रहा था।

जीवाश्म संचालित मानवजनित उत्सर्जन ने सदियों से चले आ रहे दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र के टूटने और विनाश के पैटर्न को तेज कर दिया। इन गतिविधियों से होने वाले लाभ, आबादी के एक छोटे, आर्थिक संभ्रांत वर्ग को हुए (यूनेस्को, 2048)। इस ज्ञान के बावजूद, मानव और पारिस्थितिक कल्याण की रक्षा के लिए जलवायु कार्यवाही की खिड़की के रूप में संचय को अधिकतम करने के लिए जारी जनादेश से वैश्विक संस्थान पंगु लग रहे थे। फिर भी, वैश्विक आर्थिक एजेंडा इन अस्तित्वगत खतरों से अविचलित लग रहा था। निष्कर्षण और प्रभुत्व के ढाँचे के भीतर, यह जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं पर सबसे खराब स्थिति वाली कई भविष्यवाणियों की पुष्टि की गई थी (मैथिली और तेनजिंग, 2106)।

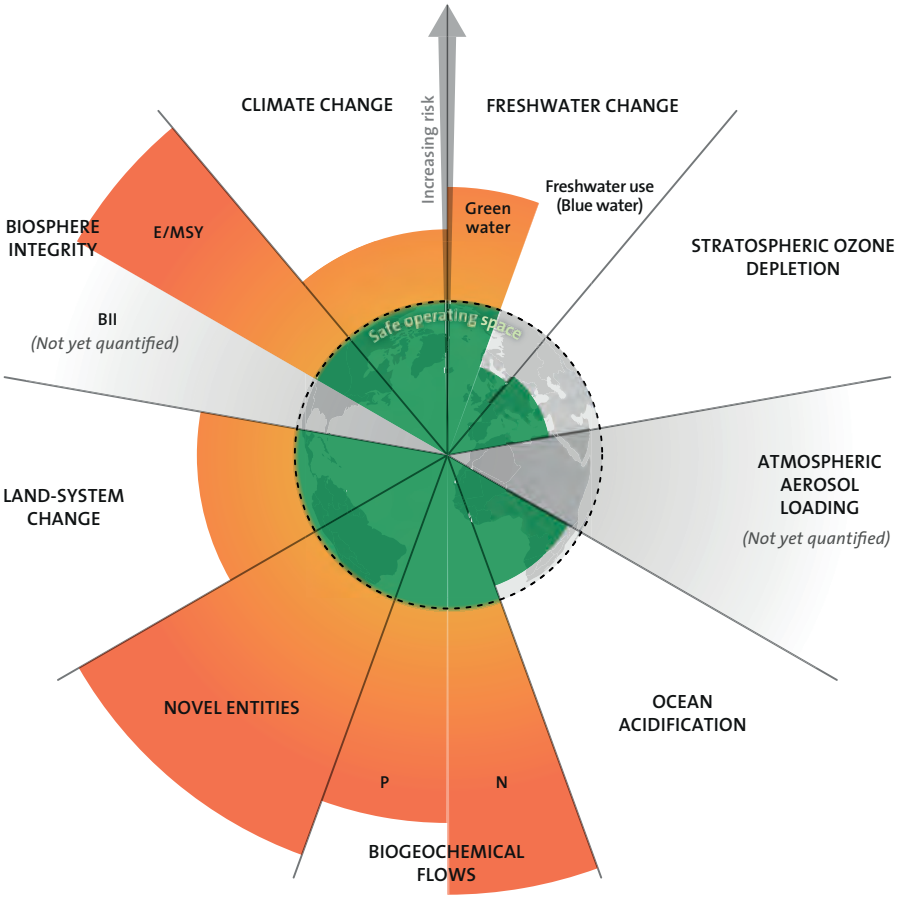


चित्र 2 छठा महाविनाश (बाएं) 1500-2018 के रिकॉर्ड के आधार पर प्रजातियों के विलुप्त होने में घातीय वृद्धि, (दाएं) 1980-2018 के बीच प्रजातियों के अस्तित्व में गिरावट (रेड लिस्ट इंडेक्स)। छवि (डियाज़ एवं अन्य, 2019)

वैश्विक आर्थिक शासनों के तहत, दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्र को जीवन शक्ति से छीनकर एक 'वस्तु' में बदल दिया गया। कृषि और औद्योगिक मोनोकल्चर में "खाद्य, फ़ीड, फाइबर और बायोएनेर्जी" के उत्पादन के लिए पारिस्थितिकीय तंत्र को एक आयामी इनपुट के रूप में माना जाता था। ये प्रथाएँ ग्रहों की सीमाओं (चित्र 3) को तोड़ रही थीं, पारिस्थितिकीय तंत्र के लचीलेपन को कम कर रही थीं, और यहाँ तक कि जीवन की गुणवत्ता के परिदृश्यों की संभावनाओं को खतरे में डाल रही थीं। जैसे कि हवा और पानी के प्राकृतिक नियामक चक्र, जलवायु विनियमन, और पारिस्थितिकीय तंत्र के आवास उघड़ रहे थे (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। लंबे समय में, सतत विकास और संसाधन और पूँजी संचय के नियंत्रण की इस खोज के तहत, जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं तेजी से बिगड़ रही थीं (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। ऐतिहासिक और हालिया विद्वानों ने इंगित किया है कि यह एक आर्थिक प्रणाली के लिए विशिष्ट रूप से स्थानिक था, जहाँ संसाधनों का सस्तापन और नियंत्रण अल्पकालिक विकास का अभिन्न अंग था। हालाँकि, अधिक दीर्घकालिक चुनौतियों के लिए, अकेले सुधार पर्याप्त नहीं होगा (मैथिली और तेनजिंग, 2106; पटेल और मूर, 2017)।

1.2 खिलाने वाले हाथों को काटना

उस समय की वैश्विक खाद्य प्रणालियाँ, चाहे वह अनाज का व्यापार हो या वाणिज्यिक बीज का लेन-देन, कुछ मुट्ठी भर शक्तिशाली निजी संस्थानों द्वारा समेकित और हावी थीं (हुसैन, 2017; मिन और देवी, 2052)। शक्ति के इस तरह के संकेंद्रण और नीतिगत निर्णयों पर प्रभाव ने औद्योगिक कृषि और जैविक पर्माकल्चर के गिर्द चर्चाओं को अत्यधिक विवादित बना दिया। हालाँकि, जो निर्विवाद रूप से स्पष्ट था वह वैश्विक खाद्य प्रणालियों के कार्य करने हेतु आवश्यक पोषक चक्रों के जैव-रासायनिक प्रवाह में संतुलन बनाए रखने वाली जैव विविधता की हानि और जीवमंडल की क्षमता का विघटन था (चित्र 3)। कृत्रिम जीवाश्म ईंधन उर्वरकों को पंप करने के दशकों चलन ने नाइट्रोजन (डी. चेन



चित्र 3 2019 के डेटा के साथ ग्रहीय सीमाओं का ओवरशूट। छवि: वैंग-एरलैंडसन एट अल 2022 में विश्लेषण के आधार पर स्टॉकहोम रेजिलिएंस सेंटर के लिए एज़ोट

एवं अन्य, 2016) और फॉस्फोरस (कॉर्डेल एवं अन्य, 2009) की पोषक तत्व प्रतिधारण की अपनी प्राकृतिक क्षमताओं की मिट्टी की उर्वरता और खाद्य उत्पादन के लिए आवश्यक पोषक तत्व मान लिया था।

इसके अलावा, मानवजनित उत्सर्जन अर्थात जीवाश्म ईंधन के उपयोग से, वातावरण में कार्बन डायऑक्साइड, मीथेन, और नाइट्रोजन डायऑक्साइड की वृद्धि, ऊर्जा स्रोत के रूप में और भूमि उपयोग से ज़्यादा थी, विशेष रूप से कृषि में। उत्सर्जन वृद्धि ने प्राकृतिक प्रक्रियाओं के गतिशील संतुलन को बाधित कर दिया, जबकि वातावरण से कार्बन पृथक्करण क्षमता तेजी से बढ़ी (सियाद एवं अन्य, 2013)। यहाँ तक कि 2015 तक, मृदा पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं की गिरावट विश्व स्तर पर मिट्टी की उर्वरता में अस्थिरता के खतरनाक स्तर का कारण बन रही थी। दशकों से जीवाश्म ईंधन-आधारित कृषि पद्धतियों ने मिट्टी की गुणवत्ता को गंभीर रूप से प्रभावित करना शुरू कर दिया था, जिससे दुनिया भर में प्रमुख खाद्य बेल्टों को कम कृषि उपज का सामना करना पड़ा (एफएओ और आईटीपीएस, 2015)। कई दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्रों के उल्लेखनीय पतन और टिपिंग पॉइंट्स की शुरुआत ने ग्रहीय सीमाओं से परे संसाधनों की खपत के अभूतपूर्व ओवरशूट को मजबूर कर दिया।

फिर भी, पूछा जाना चाहिए कि पिछली सदी की तेजी से औद्योगिकीकृत, वैश्विक खाद्य उत्पादन प्रणाली की इन स्पष्ट गलतफहमी के बावजूद, क्या यह वैश्विक आबादी की पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करती थी? यदि ऐसा है, तो शायद इसकी कमियों को बेहतर तरीके से समझा जा सकता है। उस समय के अध्ययनों में पाया गया कि दुनिया की लगभग 11 प्रतिशत आबादी कुपोषित थी, और 20 प्रतिशत आहार-संबंधी बीमारियों के कारण समय से पहले मर रही थी, जिनमें अल्पपोषण और मोटापा भी शामिल था (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। इसके अलावा, बीज जैव विविधता और कीट लचीलापन सुनिश्चित करने में ये व्यवस्थाएं आश्चर्यजनक रूप से अक्षम थीं। पैदावार को अधिकतम करने के लिए जीवाश्म उर्वरकों और जहरीले कीटनाशकों की प्रचुर मात्रा के साथ लगाए जाने के बावजूद, पारिस्थितिकीय तंत्र का लचीलापन समाप्त हो रहा था (डियाज़ एवं अन्य, 2019; शिवा, 2008)। इस प्रकार, जबकि दुनिया मानव आबादी को खिलाने के लिए पर्याप्त भोजन का उत्पादन कर सकती है, ये प्रथाएं मिट्टी की उत्पादक क्षमताओं को नष्ट कर रही थीं और फसल की पैदावार को और कम कर रही थीं (कॉर्डेल एवं अन्य, 2009; मिन और देवी, 2052; रे, 2019)।

वैश्विक खाद्य उत्पादन के बावजूद, दुनिया की आबादी को संतुष्ट करने के लिए पहले से कहीं अधिक भोजन का उत्पादन किया गया। अधिकांश भोजन बर्बाद हो गया। यहाँ तक कि स्वास्थ्य के अधिक प्रासंगिक पोषण संबंधी संकेतकों के विपरीत मानव विकास को कैलोरी के सेवन पर आधारित करते हुए, विश्व स्तर पर आधी से अधिक वैश्विक आबादी खाद्य असुरक्षा से जूझ रही थी (हिकेल, 2016)। इन विरोधाभासों ने मानव समाज में उस समय चरम असमानता के रूप में वृद्धि और विकास के आख्यानों में घोर असंगति को उजागर किया जो नई ऊंचाइयों पर पहुंच गया था (ऑक्सफैम, 2015)। जलवायु और पारिस्थितिकी विनाश ने भी मानव जीवन को एक भयानक झटका दिया तथा प्रचलित सामाजिक-आर्थिक संरचनाओं में संरचनात्मक विफलताओं पर प्रकाश डाला। वैश्विक खाद्य आपूर्ति श्रृंखला छोटे किसानों पर बहुत अधिक निर्भर करती है, जिनमें से अधिकांश मानव या पारिस्थितिकी पोषण संबंधी जरूरतों के बजाय प्रति उपज अधिकतम लाभ के लिए ट्यून किए गए बाजार व्यवस्था पर टिके रहने के लिए संघर्ष करते हैं (शिव, 2001; हुसैन, 2017; मिन और देवी, 2052)।

इसके अलावा, जलवायु परिवर्तन से प्रेरित गर्मी की लहरें, सूखा और बाढ़ लगातार वार्षिक फसल की पैदावार कम कर रहे हैं (मिन और देवी, 2052; रे, 2019)। वैश्विक ऋण जयंती से पहले, छोटी जोत वाले किसान ऋण व्यवस्था के शिकार थे। किसानों को 'मोनोकल्चर' नकदी फसलों के लिए मालिकाना बीज, उर्वरक और कीटनाशक खरीदने के लिए मजबूर किया गया। जब मौसमी बारिश विफल रही, तो फसल की पैदावार का नुकसान हुआ, और किसानों को इस तरह के ऋणों को चुकाने के लिए गिरमिटिया दासता के रूप में मजबूर होना पड़ा (कार्लटन, 2017; शिवा, 2001)। अत्यधिक ऋण और गरीबी से विनाश के खतरे के तहत्, ये ऋण सर्पिल गरीब कृषि समाजों और यहाँ तक कि उन्नत औद्योगिक अर्थव्यवस्थाओं में व्यापक रूप से किसानों की आत्महत्याओं में समाप्त हो गए (कार्लटन, 2017)।

खेती उस समय ग्रह पर सबसे खतरनाक व्यवसायों में से एक बन गई (कार्लटन, 2017; उबुम्वे, 2114), आज हममें से कुछ के लिए यह एक विचित्र अवधारणा है। केंद्रीकृत, जीवाश्म-आधारित खाद्य प्रणालियों ने भी किसानों की पूरी पीढ़ियों को बेसहारा होने के लिए मजबूर कर दिया था। भूख का अनुभव करने वालों का सबसे बड़ा जनसांख्यिकीय तब कृषि में शामिल था (लगभग 70 प्रतिशत)। कृषि में श्रम और देखभाल कार्य के अवमूल्यन के साथ, वैश्विक खाद्य उत्पादन की खेती करने वाले लोग अपने श्रम का फल नहीं खरीद सकते थे। इस प्रकार, सस्ता भोजन कृषि श्रम और भूमि शोषण के कारण ही था। हमें यह इंगित करना चाहिए कि इन अकल्पनीय बाधाओं के बावजूद, किसान खाद्य

पदार्थों ने जैव विविधता को संरक्षित कर लगभग एक चौथाई प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग एवं खाद्य प्रणालियों को लचीला बनाते हुए, अधिकांश वैश्विक आबादी को 'वेब-फेड' किया।

1.3 लैंड बैक: टूटी हुई संधियाँ और स्वदेशी विलोपन

यह आर्थिक विकास और वृद्धि के लिए निकट-धार्मिक धक्के का समय था, जो दुनिया भर में तेजी से घटती कृषि उत्पादकता, मिट्टी की उर्वरता और जैव विविधता के साथ मेल खाता था। ग्रह पर अंतिम शेष उपजाऊ मिट्टी के रूप में, स्वदेशी रूप से प्रबंधित भूमि को औद्योगिक निष्कर्षण के लिए नीलाम किया जा रहा था (फिलिप्स, 2019)। दुनिया भर में स्वदेशी प्रबंधित भूमि, जैव विविधता और मानवजनित कार्बन (चित्र 4) के लिए अनुकूल स्थल थे। ऐसे में वस्तु के रूप में, जटिल परस्पर जुड़े हुए, अंतर-पीढ़ी पारिस्थितिकी, जैसे वन, दलदल, परमाणुकृत इकाइयाँ, औद्योगिक उत्पादक क्षमता के दायरे में लाने जाने लगे (पेरियार, 2043)। भूमि के मूल, देशज लोगों के भूमि संरक्षण एवं पुनर्योजी क्षमता को या तो बचकाना बना दिया गया या अपमानजनक रूप से पुरातन माना लिया गया।

हालाँकि, जैसा कि इतिहास से पता चलता है, सच्चाई इसके बिल्कुल विपरीत हो सकती है। भ्रामक "आविष्कार" मानव और प्रकृति को अलग करके देखना बचकानी स्थिति थी। इस अविष्कार ने भले ही कुछ उपयोगी पेशकश की हो जैसे, वस्तुओं को उपयगिता प्रदान करना, खाद्य उत्पादन, अचल संपत्ति का निर्माण, खनिज, या लकड़ी का

चित्र 4 आईपीबीईएस रिपोर्ट 2019 द्वारा जलवायु कार्रवाई के लिए एक महत्वपूर्ण रणनीति के रूप में वर्णित स्वदेशी ज्ञान का योगदान। छवि: (डियाज़ एवं अन्य, 2019)

इस्तेमाल (मिन और देवी, 2052)। जब भूमि एक औद्योगिक फार्म बन गई, तो इसका इस्तेमाल उसकी उत्पादक क्षमताओं के लिए तय था। वह उस ढाँचे के भीतर एक वस्तु थी, जिसका मक़सद मुनाफ़ा देना था (मिन और देवी, 2052)। हमें आज पता है कि जलवायु प्रणाली की उष्मागतिकीय सीमाओं से टकराने से बचाने के लिए इस तरह की व्यवस्थाओं के लंबे समय तक जीवित रहने की कोई संभावना नहीं थी। ऐसा लगता था कि दुनिया निश्चित अस्थाई अंत की ओर बढ़ रही है: एक "अनुत्पादक" प्रकृति को बेतहाशा उत्पादन करने के लिए मजबूर किया जा रहा था, जिसके फलस्वरूप सस्ती वस्तुओं को दुनिया के सभी कोनों में भेजा गया। जितनी तेज़ी से खपत हो रही थी उतनी ही व्यर्थता बढ़ रही थी (मैथिली और तेनजिंग, 2106)। इस स्थित को अब नवउदारवादी वित्तीयकरण के उदय के साथ जोड़ कर देखिए। आप पाएँगे कि इस प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में, “डेरिवेटिव बाजारों" द्वारा सिसिलेवार तरह से हमारे ग्रह और सामाजिक कल्याण व्यवस्था पर कहर ढाया गया (चांग, 2012; हीरा, 2010)। हालाँकि, पारिस्थितिकी विघटन अभूतपूर्व दरों पर तेज था, राष्ट्र-राज्यों ने औद्योगिक और आर्थिक शोषण के लिए संरक्षित स्वदेशी भूमि का सीमांकन करना जारी रखा (एलिस-पीटरसन, 2020; फिलिप्स, 2019)। विडंबना है कि विश्व स्तर पर लाभ की गिरती दरों को देखते हुए, ये नीतियाँ निवेश पर जबरदस्त रिटर्न नहीं दे सकीं (गार्सिया-ओलिवारेस और सोले, 2015; हिकेल और कैलिस, 2020; मैथिली और तेनजिंग, 2106)।

ये संरक्षित वन भूमि, औद्योगिक संसाधनों और कृषि समूहों के लिए भविष्य के विस्तार का लक्ष्य बन गई। ये शायद ग्रह के आखिरी इलाके बचे थे, जहाँ अभी भी मूल देशज पूर्वजों द्वारा प्रबंधित की जा रही प्राचीन जैव विविधता जीवित थी। क्रूरता की प्रक्रिया शुरू हुई और देशज पूर्वज और पैतृक भूमि समाप्त हो गई। उनके विस्थापन और नरसंहार ने एक तथाकथित सभ्य दुनिया की नींव रखी, जो प्रगति के अग्रदूत के रूप में डाली गई थी और अपने जीवनदाता पारिस्थितिकीय तंत्र का उपभोग करने की क्षमता के लिए जानी जाती थी। तथाकथित नवउदारवादी युग के साथ, वर्चस्व और निष्कर्षण का तर्क मानव समाज पर हावी हो गया। नतीजतन सामाजिक जीवन का वस्तुकरण और सैन्यीकरण देखा गया, जिसके गंभीर परिणाम देखे गए। ये पैटर्न उन सभी के लिए बहुत परिचित हैं जो सदियों से जबरन पुनर्वास और भूमि की बेदखली का अध्ययन करते आए हैं, जिसके परिणामस्वरूप मूल और पैतृक मातृभूमि से मूल राष्ट्रों और लोगों का नरसंहार और विशाल पैमाने पर विस्थापन हुआ था। इस तरह के अनुभवों ने हिंसक सैन्यीकरण, जहरीली डंपिंग और संदूषण, और संसाधन निष्कर्षण द्वारा किए गए अमानवीय विनाश को जन्म दिया। प्रस्तुत विषम परिस्थितियों को देखते हुए, स्वदेशी भूमि, पारिस्थितिकी प्रबंधन, पारिस्थितिकीय तंत्र के लचीलेपन का निर्माण, और वैश्विक जैव विविधता को संरक्षित करने के गढ़ थे (मुंडा, 2058; नेन्क्विमो, 2020)। अकल्पनीय बाधाओं के बावजूद, मूलता क़ायम रही।

1.4 वैधता का संकट

इन विनाशकारी प्रवृत्तियों में से कईयों ने लोकतांत्रिक असंतोष वाले प्रगतिशील आंदोलनों को कुचलने के लिए राजनीतिक गठजोड़ से जीवाश्म से कमाए धन का इस्तेमाल किया। इन प्रवृत्तियों को “बिज़नेस-एज़-यूज़ुअल" की सुरक्षा के लिए, एक प्रतिक्रिया माना जाता था। यह प्रतिकिया असल में घटते मुनाफ़े और जलवायु ख़तरे के डर की वजह से थी (रॉबिन्सन, 2019)। अभूतपूर्व असमानता और सामाजिक अशांति के परिणाम केवल सामाजिक क्षेत्र तक ही सीमित नहीं थे। आंशिक रूप से इस तरह की असमानता का कारण, नाजुक पारिस्थितिकीय तंत्र का अप्रत्याशित निष्कर्षण भी था। सन् 2020-2023 की कोरोनावायरस (कोविड 19) महामारी ने अपने तरीक़े से, निष्कर्षण आधिपत्य से परे इन पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को बनाए रखने और कुल सामाजिक पतन के वास्तविक खतरे का सामना करने के महत्व को लेकर चेताया था। ऐसा ना करने पर जो अपक्षाकृत बहुत कम समय में अब तक हासिल मानव प्रगति को नेस्तनाबूद कर सकता था (मिलानोविक, 2020)। अल्पकालिक आर्थिक लाभ के लिए, वनों और दुनियावी पारिस्थितिकीय तंत्रों के निरंतर विनाश के रूप में पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के और अधिक नुकसान ने अभूतपूर्व महामारी-स्तर की बीमारियों की चेतावनी पेश की (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। मिसाल के तौर पर, अमेज़ॅन वर्षावन पूर्ण विनाश के कगार की ओर बढ़ रहे थे (लवजॉय और नोब्रे, 2019), और एक और कार्बन उत्सर्जन का स्रोत बनने के लिए तैयार थे (कोवे एवं अन्य, 2021)।

इकीसवीं सदी की शुरुआत तक दमन और वैश्विक जलवायु कार्यवाही के लगातार निराशाजनक रिकॉर्ड को देखते हुए, चुनौती से निपटने के लिए सार्वजनिक संस्थानों से एक ठोस सार्थक निर्देश की उम्मीद पालना व्यर्थ था। जलवायु न्याय आंदोलनों को लगातार दमन का सामना करना पड़ा। यह दमन अक्सर दुनिया को पारिस्थितिकी संकट में ला जाने वाली उन्हीं संस्थागत ताकतों द्वारा किया जाता था (मैथिली और तेनजिंग, 2106)। चूँकि समुदायों को जीवन की गिरती हुई गुणवत्ता के साथ-साथ आसन्न अस्तित्व के खतरों का सामना करना पड़ा, जिसके कारण जड़ता स्थापित हो रही है। वैश्विक व्यवस्था को बिज़नेस-एज़-यूज़ुअल को जारी रखने के अलावा कोई अन्य चारा नहीं था (मैथिली

और तेनजिंग, 2106)। ये संकट विशेष रूप से उभरे क्योंकि निष्कर्षण और प्रभुत्व की पुरानी वर्चस्ववादी व्यवस्था ने उस समय की जलवायु वास्तविकताओं के तहत् उपजे ख़तरे से इंकार कर दिया, वैकल्पिक विचारों और दृष्टिकोणों की जड़ों को जमने दिया, और सामाजिक अनुबंध को नष्ट कर दिया (रॉबिन्सन, 2019; टोरेस, 2027)।

इस तरह के सरोकारों के बरअक्स, संस्थाओं ने नाजायज कार्यवाहियों द्वारा अपनी वैधता को फिर से हासिल करने का प्रयास किया। हर विरोधी तत्व को क्रूरता से दबाया गया अपनी वैधता को मजबूत किया गया। जल्द ही दुनिया भर के समुदायों ने सामाजिक अनुबंध के उन्मूलन, भव्य वादों के मोहभंग और अंततः जलवायु विश्वासघात एवं निष्क्रियता के साथ समझौता करना पड़ा। लगातार बढ़ती जलवायु आपदाओं, वैश्विक महामारियों और अधिनायकवादी तख्तापलट का सामना करते हुए, शीघ्र ही संस्थानों में जनता का भरोसा अपने निम्नतम स्तर पर था (टोरेस, 2027)। ऐसा लगता था मानो सभ्यता लम्बे समय से अपने आप से युद्ध कर रही हो और जान-बूझकर स्वयं, यहाँ तक कि अपनी कल्पना शक्ति, को भी नरभक्षी बना रही हो। उस समय की सामाजिक-सांस्कृतिक कल्पनाएँ अपने सामान्यीकरण और जलवायु नियतिवाद की शिकार थी। हालाँकि, ये जलवायु तबाही, हमारे पूर्वजों, दुनिया के गरीब, देशज और हाशिए पर रहने वाले लोगों के लिए वास्तविकताएं थीं। सावधान करने वाली कहानियाँ, प्रतिक्रियावादी ताकतें बन रही थीं। इस बात की तरफ़ इशारा जायज़ होगा कि प्रारंभिक प्रतिक्रियावादी अधिनायकवाद आंदोलनों ने एक नव-औपनिवेशिक, राष्ट्रवादी वैश्विक व्यवस्था को पुनर्जीवित करने के लिए लोकतांत्रिक संस्थानों पर कब्जा करने का प्रयास किया। हालाँकि, ये आंदोलन सत्ता में आते ही अपने ही बोझ तले ढह गए।

2. जीवन को पुनर्जीवित करना: वैश्विक जलवायु कार्यवाही के लिए सामाजिक स्वतंत्रता का नवीनीकरण

इस "सभ्यता के संकट" के बारे में कोई क्या कह सकता है। इसके विनाश से बचने के लिए मानव समाज कहाँ से हल खोजेगा? जीवित रहने के लिए हमारे पूर्वजों को ग्रह के आदिम निवासी के रूप में जीने जैसे दुसाध्य को साध्य बनाना पड़ा। इसने ग्रहों की पारिस्थितिकी के साथ पुरानी और नई सहक्रियाओं की खोज करना आवश्यक बना डाला, जिससे वैकल्पिक तर्कसंगत खोज में मानवता ने खुद को अलग कर लिया था और इस तरह "मानवता के बचपन" को अलविदा कहा (ग्रैबर और वेंग्रो, 2021)। जैसा कि तब तक समझा जाता था, 'सभ्यता' के कुछ अवरुद्ध और दुर्बल करने वाले मिथकों को छोड़ने से निश्चित रूप से मदद मिली। उसका सामूहिक रूप से एक प्राकृतिक, संबंधपरक दुनिया के साथ फिर से जुड़ना शुरू हो चुका था और उसने अतुलनीय परिवर्तनों से गुजरना शुरू कर दिया था।

इक्कीसवीं सदी की शुरुआत में, कहीं अधिक प्रगतिशील प्रकार के परिवर्तनकारी गठबंधन भी जड़ें जमा रहे थे। लगातार दमन के बावजूद, कई प्रतिरोध आंदोलन लचीलेपन के नए रास्ते अपना रहे थे। साथ ही सामाजिक टिपिंग पॉइंट्स की संभावनाएं लगातार उभर रही थीं। सामाजिक और आर्थिक न्याय, श्रम संघटन, स्वदेशी संप्रभुता और भूमि वापसी, वैश्विक न्याय और जलवायु सुधार, स्थायी कृषि, पशु अधिकार, खाद्य संप्रभुता, किसान संघर्ष, सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, जेल उन्मूलन, ऋण रद्दीकरण, नागरिक विज्ञान, के लिए समर्पित कई आंदोलन ओपन नॉलेज आंदोलन, और प्रौद्योगिकी हस्तांतरण, एक नई जलवायु न्यायोचित दुनिया के लिए आपस में जुड़े संघर्षों के आसपास मजबूत होने लगे (हैम्पटन और कुरुविला, 2092)। इन आंदोलनों ने लगातार सहमति से गठबंधन और वैकल्पिक बुनियादी ढाँचे का निर्माण किया, जो अस्तित्व और अभिनय के असंख्य तरीकों में इंटरसेक्ट करने, जानबूझकर वृद्धिवादी परिवर्तन की अपेक्षाओं से दूरी बनाने, और जलवायु न्याय के आधार पर विकल्प के रूप में अपनी स्वयं की परिवर्तनकारी, संरचनात्मक परियोजनाओं को आगे बढ़ाने पर जोर देते हैं (हैम्पटन और कुरुविला, 2092)। इसका तात्पर्य पुनर्स्थापनात्मक न्याय, औपनिवेशिक संस्थानों का अंत, और विश्व स्तर पर सबसे कमजोर लोगों के लिए जैव विविधता और खाद्य सुरक्षा की एकीकृत बहाली सुनिश्चित करना है। जलवायु प्रणाली के विनाश के कारण गंभीर तनाव के तहत् पारिस्थितिकीय तंत्र और आवासों को पुनर्जीवित करने के लिए छठे बड़े पैमाने पर विनाश होने को संबोधित करने में यह आवश्यक क़दम साबित हुआ। इन हालातों में, सत्तावादी दमन का विरोध करते हुए जलवायु लचीलेपन के लिए पारस्परिक सहायता कार्यक्रमों के कई वैकल्पिक रूपों के साथ, ये अन्तर्विभाजक आंदोलन नए, स्थान-आधारित विकल्प बना रहे थे।(वेमुला, 2116)। इन उभरते हुए गठबंधनों में जो आकार ले रहा था। वह स्वतंत्रता की पारिस्थितिकी को पुनः प्राप्त करने के लिए सार्वभौमिक सामाजिक अनुबंधों की अभिव्यक्ति थी। इसका एक सभ्य जीवन ने दूसरों की कीमत पर आने का वादा किया था। यह आवश्यक जलवायु कार्यवाही के लक्ष्यों को साकार करने के लिए अधिक महत्वपूर्ण हो गया था।

2.1 पृथ्वी के अर्थशास्त्र पर पुनर्विचार

संस्थानों में जनता का भरोसा खत्म होने के साथ, समुदाय वैकल्पिक आर्थिक मॉडल के माध्यम से आत्मनिर्णय और सामुदायिक निर्माण के अपने अधिकार का प्रयोग करते हुए, अधूरी जरूरतों को पूरा करने हेतु लोगों ने वैकल्पिक संस्थानों को जुटाकर उनका निर्माण किया। जब संयुक्त राष्ट्र की आपात सभा ने क्लाइमेट एक्शन (आईपीबीइएस, 2028) पर पारस्परिक रूप से आश्वस्त संपन्नता (एम ए टी) संधि को मंजूरी दी, तो राष्ट्र सदस्य जमीनी स्तर के संगठनों के अपने विकल्पों द्वारा चुनौती के डर से बाहर रहे। वैधता का यह संकट तब प्रकट हुआ जब सार्वजनिक संस्थानों द्वारा जारी बाध्यकारी खंडों और प्रतिबद्धताओं के बाद भी, ये शायद ही कभी व्यापक सार्वजनिक मन में घर कर हुए। इस बात को मद्देनज़र रखते हुए कि इनमें से कितनी संधियाँ अतीत में स्थायी परिवर्तनकारी परिवर्तन की अपनी पेशकश में विफल रही थीं। एमएटी संधि ने संस्थानों में जनता के विश्वास को फिर से हासिल करने के लिए 'ग्लोबल क्लाइमेट असेंबली' जैसे वैकल्पिक शासन मॉडल का भी प्रस्ताव रखा (डिरिक और चेन, 2029)। एमएटी संधि, सार्वभौमिक जलवायु न्याय (यूसीजे) संधि की पूरक थी। जबकि दोनों ने जलवायु न्याय और पारिस्थितिकी सुधारों पर ध्यान केंद्रित किया, एमएटी संधि ने कॉमन्स, जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित करने के लिए भूमि-उपयोग परिवर्तनों पर अधिक ध्यान दिया। हालाँकि, कई लोगों के अनुसार इसमें पहले से ही बहुत देर हो चुकी थी (अचिबे, 2029)।

इस प्रकार, भले ही संधि को दूर कर दिया गया था, वैश्विक जलवायु सभाओं (जीसीए) द्वारा राष्ट्रीय अभिनेताओं के नीति पटल पर, पहले से ही कई हरित आर्थिक सौदे लागू किए जा रहे थे। नीतियों का पारंपरिक प्रतिरोध मुख्य रूप से समृद्ध राज्यों या उन राज्यों से आया, जो इनके साथ निश्चित रुख अपनाने का इरादा रखते थे। समृद्धि का यह मार्ग एक 'लॉजिस्टिक डेड एंड' था, क्योंकि कई अमीर राष्ट्र एक विकासशील अवस्था से पीड़ित थे, जहाँ सामाजिक और पारिस्थितिकी संकेतक भीषण गिरावट दिखा रहे थे, जबकि आर्थिक प्रदर्शन अपने उरूज पर था (एन, 2028; गार्सिया-ओलिवारेस और सोल, 2015)। अतिविकास के संकट का सामना कर रहे राष्ट्रों को अपने पारिस्थितिकी पदचिह्न को अनुबंधित करने के लिए एक 'डीग्रोथ' मॉडल लागू करना था (हिकेल, 2020), जो सामाजिक विनाश से बचने के लिए मानव कल्याण के लिए उपचारात्मक सामाजिक कार्यक्रमों पर ध्यान केंद्रित करता हो (एन, 2028)। सबसे पहले, इसे प्रदर्शनात्मक रूप से स्वीकार और आधे-अधूरे मन से लागू किया गया। पर्याप्त सामाजिक दबावों के साथ, जलवायु न्याय की ओर तराजू को झुकाने के लिए यह कदम काफी व्यापक था।

आर्थिक विकास को भौतिक भलाई से अलग करने का मतलब था कि आवश्यक वस्तुओं और सेवाओं के उत्पादन और खपत को बाजार से हटा दिया गया और मूलभूत मानवीय जरूरतों को पूरा करने हेतु "सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन" की खोज की संभावनाओं की ओर स्थानांतरित कर दिया गया (नाता, 2076)। इसके अलावा, इसने इस नए ढाँचे के तहत्, औपचारिक रूप से देखरेख और सामाजिक पुनरुत्पादन के बुनियादी ढाँचे को मानव कल्याण सुनिश्चित करने के लिए मौलिक के रूप में स्वीकार करते हुए काम की पहचान की, जो तब तक सबसे हाशिए वाले समुदायों द्वारा किया गया था (ग्रेबर, 2014; स्टेनली एवं अन्य, 2021)। उस समय तक, एक अर्थव्यवस्था को वैश्वीकृत अर्थों में तभी सफल माना जाता था जब उसे ऐसे सामाजिक-आर्थिक क्रम को बनाए रखने के लिए सामाजिक पुनरुत्पादन को सस्ता करने के तरीकों को बनाए रखने के तरीके मिलते रहते थे। फिर भी, यह सभी मानव समाजों को पुनर्जीवित करने का सर्वोत्कृष्ट आधार था। इसके बाद, यूसीजे के तहत् जलवायु न्याय की सार्वभौमिक घोषणा ने सार्वभौमिक बुनियादी आय (ब्रेगमैन, 2017) के अधिक रूढ़िवादी प्रस्तावों के बजाय एक सार्वभौमिक रहने योग्य आय (यूएनडीपी, 2029) के कार्यान्वयन को सुनिश्चित किया। शुरुआती प्रस्तावों की भारी निंदा की गई क्योंकि उन्होंने पहले से ही मौजूद संकट के लिए जिम्मेदार अनावश्यक उद्योगों और आर्थिक संस्थानों को उबारने हेतु बड़े पैमाने पर धन को मोड़ने का प्रस्ताव दिया (ली और कूपर, 2028)।

इसके अलावा, वितरण के रास्ते उतने श्रेष्ठ नहीं थे क्योंकि लोगों के कई समूहों को नौकरशाही तंत्र में शामिल नहीं किया गया था। उसी दौरान, कुछ समुदायों और राष्ट्रों ने इस प्रक्रिया में पूरी तरह से भाग लेने से इंकार कर दिया। जबकि नीति को हड़बड़ी में लागू किया गया था। इसका सीधा अर्थ था कि कुछ स्थानों पर इसके प्रभाव को पूर्ण रूप से महसूस करने में वर्षों लगते। कुछ अन्य मामलों में, कुछ वितरण रास्तों ताबड़-तोड़ बदला जा रहा था।

2.2 रिक्लेमिंग कम्यूनिटी: सामाजिक जीवन का नवीकरण

उल्लेखनीय रूप से, अस्वीकार्य कामकाजी परिस्थितियों को छोड़ने वाले लोगों के साथ समूचे उद्योग गायब हो गए। इसके फलस्वरूप, स्वास्थ्य और कल्याण के सामाजिक संकेतकों में भारी सुधार आया। हालाँकि, बाद में इस पर

ग़ौर करने से पता चलता था कि यह कोई विस्मयकारी बात नहीं थी। जिन लोगों ने जीवन-यापन योग्य मजदूरी की गारंटी के बावजूद अपने तीन-दिवसीय कार्य सप्ताह में काम करना पसंद किया, वे अपने खाली समय में सामाजिक गतिविधियों का अनुसरण करने लगे (ज़ेरानो, 2036)। लोग अपने "अनुत्पादक" समय में सामुदायिक परियोजनाओं जैसे कि लंगर लगाने और अन्य खुली खाद्य रसोइयों को स्थानीय रूप से उगाई गई उपज, तकनीकी कलाकृतियों की मरम्मत, सामाजिक आवासों का निर्माण एवं 'पुनर्निर्माण' और घने शहरी वानिकी को पुनर्जीवित करने जैसी सामुदायिक परियोजनाओं की व्यवस्था करने में लग गए। कठोर जलवायु अप्रत्याशितताओं के बावजूद दुनिया अनुभव कर रही थी कि इन स्वैच्छिक समुदायों ने सामाजिक निकाय ठीक करने, मानसिक स्वास्थ्य संकट से निपटने, व्यापक पैमाने पर जलवायु संबंधी चिंता को संबोधित करते हुए बचे रह गए अवशेषों को हटाने का काम किया। वैश्विक आर्थिक गतिविधियों के मामलों में सुस्ती ने इसके बजाय सामाजिक जुड़ाव को गति प्रदान की क्योंकि लोगों ने अपनी ऊर्जा को अपने समुदायों में पुनर्निर्देशित कर दिया था। सार्वभौमिक सामाजिक कार्यक्रमों का मौलिक रूप से उन जगहों पर विस्तार हुआ जहाँ प्रणालीगत गरीबी से निपटने के लिए रहने योग्य आय अपर्याप्त थी (दून, 2035)।

समुदाय अपने खाली समय में स्वैच्छिक कामों को करने का प्रयास कर रहे थे। स्वयंसेवी कार्यक्रमों और उत्थान उत्सवों ने सामुदायिक काम के विषय को उठाया। संसाधनों को उन लोगों द्वारा जुटाया जा रहा था, जिनका उद्देश्य मिट्टी को पुनर्जीवित करना, कृषि-पारिस्थितिकी खाद्य सहकारी समितियों को विकसित करना और पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करना था। सामुदायिक खेती परियोजनाओं को व्यापक रूप से रिपोर्ट किया गया क्योंकि यह नाटकीय रूप से कार्बन पृथक्करण ढाँचे को बनाने के लिए संभव दिख रहा था, जो वायुमंडलीय कार्बन को मिट्टी में वापस मिला देता था। संयोग से, इनमें से कई कार्रवाइयाँ एमएटी संधि (आईपीबीईएस, 2028) के प्रावधानों द्वारा समर्थित थीं, जिनका समुदायों ने सहज रूप से पालन किया। गरीब कृषक समुदायों को उनकी सार्वभौमिक रहने योग्य आय के माध्यम से कर्ज के जाल से मुक्त किया गया, जो ग्रामीण जीवन के सांस्कृतिक, बौद्धिक और पारिस्थितिक पुनरुत्थान के दिग्गज बन गए। दूसरी ओर, शहरी जीवन, ट्रांज़िशन नगर कार्यक्रमों के विभिन्न रूपों में परिवर्तित हो गया, क्योंकि अधिक स्थानीय सर्कूलर अर्थव्यवस्थाओं द्वारा दुनिया भर में शहरी जीवन को पुनर्जीवित किया गया और शहरों को फिर से रहने योग्य बनाया गया। बाजार विश्व स्तर पर अर्थव्यवस्था सिकुड़ गई, जबकि स्थानीय अर्थव्यवस्थाएं साप्ताहिक बाजारों के रूप में फलने-फूलने लगीं। वे स्थानीय रूप से उत्पादित कलाकृतियों के लिए विनिमय अर्थव्यवस्थाओं की केंद्र बन गईं। इस तरह वे सामाजिक विनिमय के साधन बने। शहरी और ग्रामीण सामाजिक जीवन ने अभिव्यक्ति के अन्य रूपों को जैसे, त्योहारों, कला, संगीत, मनोरंजक खेलों और अन्य सांस्कृतिक गतिविधियों के रूप में तेजी से विस्तारित क्षमताओं में पाया।

इनमें से कई परिवर्तन स्वैच्छिक समुदाय स्वयंसेवी गतिविधियों की मदद से संभव हुए, जहाँ लोगों ने अपने सांप्रदायिक स्थानों और हितों की खोज का प्रभार अपने हाथों में लिया। "नागरिक विज्ञान" (वाइल्डशूट, 2017) जैसे खुले विज्ञान आंदोलनों ने संकट के दौरान उल्लेखनीय उम्मीद जगाई (हुसैन, 2018)। जल्द ही, वे समुदायों के भीतर वैज्ञानिक प्रसार और सत्यापन का समर्थन करने वाले महत्वपूर्ण मंच बन गए (कुएंटास एवं अन्य, 2029)। ज़बरन काम के दबाव से मुक्त, व्यक्तियों ने स्वत:स्फूर्त रूप से ख़ुद को सार्वजनिक हितों के लिए संगठित किया। वे सामाजिक रूप से आवश्यक कार्यों पर अत्यधिक ध्यान केंद्रित करने लगे, जिसे अक्सर पारिस्थितिकी बहाली और सामाजिक न्याय के लिए किया जाता था (न्गाता, 2076)। ओपन टेक और ओपन साइंस आंदोलन इस विशिष्ट अवधि में उत्पन्न हुए हैं, जो इन पहले के "सबाल्टर्न" समुदायों से फैल रहे हैं (न्गाता, 2076)। नागरिक विज्ञान समूहों, युद्ध उन्मूलनवादियों, और स्वदेशी समूहों के इन इंद्रधनुषी गठबंधनों ने भी 'युद्ध की अर्थव्यवस्था' को समाप्त कर दिया (वेमुला, 2116)।

2.3 भूमि का विऔपनिवेशीकरण: स्वदेशी संप्रभुता को साकार करना

सन् 2030 के दशक की शुरुआत में, 'इकोसाइड' पर एक निर्णायक फैसले ने जलवायु परिवर्तन को नकारने वाले जीवाश्म ईंधन संस्थानों के विशाल वैश्विक नेटवर्क को दोषी ठहराया। दशकों तक जलवायु कार्यवाही में देरी करने और बड़े पैमाने पर विनाश को अंजाम देने के लिए उन्हें मानवता और ग्रह के खिलाफ उनके अपराधों के लिए जवाबदेह ठहराया गया (आईसीसी, 2034)। कई राष्ट्र-राज्यों की संपत्ति इन नेटवर्कों पर निर्भर थी। यह अपने शासन को विकसित करने, जीवाश्म और खनिज के शोषण, दुनिया के मूल लोगों के विस्थापन, और नरसंहार की इन व्यवस्थाओं पर स्थापित थी (मुंडा, 2058)। तथाकथित विकास की लफ्फाजी के पीछे, कईयों की कीमत पर जीवाश्म-ईंधन वाले समाज के कुछ विशेषाधिकार प्राप्त वर्गों को लाभ पहुंचाने के लिए डिज़ाइन की गई प्रणाली मिलती है। इसके कारनामों में कुछ को समृद्ध करने वाले एक अहंकारी पर्यावरणघाती रवैय्या निहित था। जलवायु क्षतिपूर्ति अधिनियम के तहत्, नव-औपनिवेशिक विकास के ऐसे मॉडल को समाप्त किया जाना था। जीसीए ने

भूमि वापसी आंदोलनों का समर्थन, स्वदेशी भूमि लौटाने, और उन्हें संप्रभु भूवैज्ञानिक संस्थाओं के रूप में स्वीकार करते हुए मूल लोगों के विस्थापन और नरसंहार के लिए भुगतान किए गए जलवायु पुनर्मूल्यांकन का फ़र्मान जारी किया (यूएनसीएसी, 2043)।

जीवाश्म अवसंरचना के उन्मूलन ने मौलिक रूप से जीवाश्म उत्सर्जन पदचिह्न को सिकोड़ दिया और इस 'सिस्टम पर ब्रेक' लगा दी। आगे चलकर, यह सभ्यता के औद्योगिक एवं कृषि इंजनों को बदलने और अपने स्वयं की सफलता के लिए लचीलेपन के प्रयासों की नींव बना। इसके बाद के वर्षों में, मरम्मत के लिए भुगतान करते समय जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे को उनकी समग्रता में समाप्त कर दिया गया। बहुराष्ट्रीय जीवाश्म कृषि संस्थानों के लिए, कृषि मिट्टी उतनी ही मूल्यवान थी जितना वस्तुओं के बदले में मिलने वाला लाभांतर। जीवाश्म उद्योगों के उन्मूलन के बाद, ये अंतर बेमानी थे क्योंकि जीवाश्म ईंधन से प्राप्त उर्वरकों और कीटनाशकों के लिए दी जाने वाली सब्सिडी को समाप्त कर दिया गया था, जिसने औद्योगिक कृषि जोतों को कम उत्पादक और आर्थिक रूप से अस्थिर बना डाला। बाद के वर्षों में औद्योगिक कृषि भूमि के बड़े हिस्से को छोड़ दिया गया, जिस पर स्थानीय किसानों ने कब्जा कर लिया। ज्यादातर मामलों में यह देशज नेतृत्व में लौट आया था। शहरी और ग्रामीण समुदायों ने इन जमीनों का प्रबंधन किया। ये पारिस्थितिकी खेती के दृष्टिकोण से, स्थानीय खेती हेतु वैकल्पिक पारिस्थितिक स्थलों के रूप में उभरे। समय के साथ, ये स्थल प्राकृतिक आवासों के पुनरुत्थान के लिए अभ्यारण्य स्थल बन गए। कुछ सहभागी आर्थिक व्यवस्थाओं ने एक उचित जलवायु परिवर्तन में कार्बन-नकारात्मक छोरों को प्राप्त करते हुए मिट्टी को फिर से भरने और नवीनीकृत करने के लिए स्थानीय, पारिस्थितिकी खेती के अभ्यास के भीतर सार्वभौमिक लाभों को एकीकृत करने के तरीके भी खोजे।

पारिस्थितिकी मिट्टी एवं भूमि प्रबंधन और वैश्विक औद्योगिक भूमि प्रबंधन के संकुचन के आधार पर कार्बन ड्रॉडाउन प्रस्ताव, वैश्विक उत्सर्जन के पैमाने को कम कर रहे थे। यह समस्या आईपीसीसी की रिपोर्ट में सबसे ज्यादा सामने आई। और अब इस समस्या को हल करने का दावा, कुख्यात कार्बन कैप्चर एंड स्टोरेज (सीसीएस) तकनीकों का हवाला देकर किया जा रहा था (आईपीसीसी, 2018)। हालाँकि, गिरावट के तहत्, वैश्विक कार्बन ड्रॉडाउन कार्यक्रम कहीं अधिक उचित साबित हुए, क्योंकि धीमी आर्थिक गतिविधियों और खपत से उत्सर्जन में कमी ने उनकी संभावनाओं को व्यापक रूप से बढ़ा दिया था। वैश्विक गठबंधनों ने जानबूझकर, जलवायु-लचीले आवश्यक बुनियादी ढाँचे के पुनर्वितरण के प्रसार के रूप में समुदाय-पहले जलवायु कार्यवाही के आह्वान का जवाब दिया। समुदाय अब धीरे-धीरे स्थानीय स्वदेशी ज्ञान को फिर से खोज और पुनर्जीवित कर रहे थे। वे इसे उस समय के वैज्ञानिक विमर्श के साथ जोड़ रहे थे, जो शायद असंभव ड्रॉडाउन लक्ष्यों को प्राप्त करने में एक उम्मीद की किरण पेश करने वाले थे। इतने बड़े पैमाने के प्रयास के लिए स्वदेशी ज्ञान और प्रथाओं को लागू किया गया। रास्ते में कुछ बाधाओं के बावजूद, यह पारिस्थितिकीय तंत्र संरक्षण, बहाली, और पुनर्जनन लक्ष्यों की दिशा में काम करने के लिए बहुत प्रभावी साबित हुआ। अर्थात, आर्थिक-सामाजिक-राजनीतिक और तकनीकी कारकों में परिवर्तनकारी बदलावों का समन्वय करना, जिनकी बेहद जरूरत थी (डियाज़ एवं अन्य, 2019)।

इन भूमियों की वापसी के साथ, संप्रभु स्वदेशी समुदायों ने क्षतिग्रस्त स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्रों और तथाकथित सभ्य समाज द्वारा विकृत आवासों के लिए अपने पूर्वजों के संबंध को पुनर्जीवित और बहाल करने का लंबा और कठिन कार्य किया। इस कदम के पूरक के रूप में, शासन के तौर-तरीके स्थानीय लचीलेपन और वैश्विक समानता के लिए आंतरिक नीतियों की ओर स्थानांतरित हो गए, जो कि मानव और सामाजिक कल्याण के साथ एकीकृत जलवायु सुधार और पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन की रक्षा के लिए मानव-स्तर के विकास पर आधारित था। ये क्षेत्र समय के विज्ञान के सहयोग से स्वदेशी ज्ञान ढाँचे पर विमर्श के साथ प्रबंधित पारिस्थितिकीय तंत्र थे। खुली प्रौद्योगिकी हस्तांतरण ने इस ज्ञान को जलवायु सुधार के साथ संभव बना दिया क्योंकि वैश्विक प्रयासों ने आम और स्वदेशी ज्ञान के निजीकरण पर निर्मित जीवाश्म 'एग्रोटेक' बौद्धिक संपदा अधिकारों का उन्मूलन कर दिया था (कुएंटास एवं अन्य, 2029; शिवा, 2001)। पहले से कहीं अधिक, स्वदेशी ज्ञान प्रणालियों और खुले विज्ञान आंदोलनों के बीच सहयोग मजबूत हुआ। इसका कारण था कि प्रौद्योगिकी हस्तांतरण ने बौद्धिक संपदा को अप्रचलित बना दिया।

2.4 दीर्घकालीन कार्बन ड्राडाउन: रिवाइल्डिंग, जैव विविधता और कृषि पारिस्थितिक (2028-2054)

इक्कीसवीं सदी के मध्य तक, वैश्विक जलवायु रणनीतियाँ आपस में तालमेल ला रही थीं, जिनका लक्ष्य जलवायु संकट के जवाब में जैव विविधता और कृषि पारिस्थितिकी के प्रति क्षेत्रीय और विश्व स्तर पर एकीकृत दृष्टिकोण की ओर था। हालाँकि, कईयों ने नवीनतम तकनीकी ज्ञान का संचार किया। लेकिन, सबसे अच्छा काम करने वालों में पारंपरिक ज्ञान और स्थानीय स्वदेशी ज्ञान रखने वाले लोग थे। नागरिक विज्ञान का पीछा करने वाले नेटवर्क समुदायों

के साथ मिलकर, इन प्रथाओं ने एक नई तकनीकी संस्कृति के लिए पुनरुत्पादन पारिस्थितिकीय तंत्रों पर भरोसा करते हुए पर्माकल्चर प्रथाओं, स्थानीय संरक्षण और स्थानीय पैमाने पर स्थायी खाद्य उत्पादन प्रणालियों के माध्यम से पुनर्कल्पित किया।

इस प्रकार स्वस्थ मिट्टी के लिए अनुमति देने वाली पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित करने का सही मायने में विशाल कार्य शुरू हुआ। यह पहले से ही वातावरण, या, वनस्पति की तुलना में, कार्बन कैप्चर के लिए कहीं अधिक क्षमता रखने के लिए जाना जाता है (सियास एवं अन्य, 2013)। इसके अलावा, दुनिया के संप्रभु पुराने-विकास वाले जंगलों को फिर से जोड़ने से पहले ही स्थलीय जैव विविधता को वापस लाने की क्षमता दिखाई दे रही थी (डैम्सचेन, एवं अन्य, 2019)। एक बार पुनर्जीवित होने के बाद, स्वस्थ मिट्टी कृषि और वानिकी से बायोमास उत्पादन, भंडारण, निस्पंदन और पोषक तत्वों और पानी के परिवर्तन सहित बेहतर पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पेश कर सकती है, जैसे जैव विविधता आवास, कच्चे माल के स्रोत, और कार्बन सिंक (एफएओ और आईटीपीएस, 2035)।

औद्योगिक खाद्य प्रणालियाँ, जो कभी सस्ते जीवाश्म ईंधन पर निर्भर थीं, अब सस्ती नहीं हो सकती थीं और समुदाय-प्रबंधित कृषि वानिकी के लिए चिन्हित थीं। इस संक्रमण ने भौतिक उत्पादन और उपभोग संस्कृतियों को तीव्र कर दिया, जो पारिस्थितिकी रूप से पुनर्योजी पर्माकल्चर प्रथाओं में समेकित होना शुरू हो गया था। स्थायी कृषि, जलीय कृषि और पशुधन प्रणालियों, देशी प्रजातियों, किस्मों, नस्लों और आवासों की सुरक्षा के माध्यम से पारिस्थितिकी बहाली का एहसास हुआ। ये प्रणालियाँ जीवित रहने योग्य आय और स्थानीय उत्पादन और खपत-आवश्यक मानवीय जरूरतों को पूरा कर रहीं थीं और यह सुनिश्चित कर रहीं थीं कि वितरण नेटवर्क दुनिया की लगभग आधी कुपोषित आबादी की भूख और पोषण संबंधी कमियों पूरा करे। स्वदेशी भूमि वापस आंदोलनों की जीत, और जलवायु पुनर्वितरण कार्यक्रमों के कारण, भूमि पुनर्वितरण ने ग्रामीण जीवन को फिर से जीवंत करने में मदद की; और, कमजोर समुदायों में मृत्यु-दर-आत्महत्या को काफी हद तक कम किया (थापा, 2047)। इस व्यवस्था के तहत्, खाद्य प्रणालियों का स्थानीयकरण और 'पीपुल्स सीड आर्काइव्स' (पीएसए) जैसी पहलों की स्थापना ने बीज जैव विविधता और खाद्य सुरक्षा को मजबूत किया। इसने खोए हुए पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित करने में काफी मदद की (नायपनोई और केल्मर, 2031)। दुनिया भर में कृषक समुदायों के साथ खेती की तकनीकों को सीखने और आदान-प्रदान करने और बीज संसाधनों को साझा करने और अन्य जानकारी के साथ, ये स्वदेशी स्वायत्त बेल्ट अन्य महत्वपूर्ण प्रयासों की प्रयोगशाला बन गए। औद्योगिक बूचड़खानों से हाल ही में मुक्त किए गए लाखों पशुओं के पुनर्वास में रिवाइल्डिंग पारिस्थितिकीय तंत्र ने एक बड़ी भूमिका निभाई। इस बदले हुए पोषण संबंधी पैटर्न ने, देहाती आंदोलनों को भी प्रभावित किया है। ये संरक्षित भूमि पर पालतू जानवरों के पारिस्थितिकी पर्यवेक्षण का समर्थन करते हैं, जो स्वाभाविक रूप से पशुधन प्रबंधन और क्षेत्रीय जैव विविधता बहाली के लिए परिवर्तनकारी साबित हुए (वू एंड यंग, 2035)।

2.4.1 क्लाइमेट रेजिलिएंस जोन (सीआरज़ेड) के रिवाइल्डिंग नेटवर्क

पिछली सदी में, बड़े पैमाने पर किए गए अध्ययनों ने गहन तरीके से जलवायु सुधार और स्वदेशी कार्यवाही के बीच संबंधों को ज्ञान प्रणालियों के नवीकरण से आवश्यक जलवायु लक्ष्यों को पूरा किया। मरम्मत के बाद की दुनिया में, इसे स्वदेशी पारिस्थितिकीय तंत्र प्रबंधन के मौन ज्ञान ढाँचे पर आधारित निर्माण करना था; और पारिस्थितिकीय तंत्र के लचीलेपन के उत्थान पर ध्यान केंद्रित करने के लिए नागरिक विज्ञान के साथ प्रबलित होना था। उस वक़्त उभर रहे आपसी संपन्नता के सहयोग, पहले क्लाइमेट रेजिलिएंस जोन की स्थापना के साथ साकार हुए, जो क्लाइमेट रेजिलिएंस अभ्यास के लिए स्वदेशी दृष्टिकोण पर स्थापित थे (गोल्डमैन, 2028)। इन सीआरज़ेडों को "विशेष आर्थिक क्षेत्र" (एसईजेड) के संदर्भ के रूप में नामित किया गया। इसने 20स्वीं शताब्दी के बाद के आर्थिक विकास को अनियमित औद्योगिक विस्तार और विकास के आधार पर संचालित किया। यह नव-औपनिवेशिक निष्कर्षण का एक उपकरण था (नेवलिंग, 2015)। इस प्रकार यह सीआरज़ेड इतिहास में एक अनूठी चाल थी, जिसने कभी शहरी कलफ़ में लिपटे इन मृत क्षेत्रों को आज के घने, अखिल-स्वदेशी पुराने विकास वाले विशाल-जंगलों में बदल दिया (चित्र 5)।

इसे नोट किया जाना ज़रूरी है कि पहले सीआरज़ेड मोम्बासा के शहरी ताने-बाने के आसपास उभरे थे। ऐसा तब हो रहा था जब जलवायु परिवर्तन पूर्वी अफ्रीकी क्षेत्र में हर साल अभूतपूर्व तूफानों के साथ तबाही मचा रहा था। यहीं पर कई गुरिल्ला वानिकी गठबंधनों ने स्थानीय स्वदेशी ज्ञान के अनूठे फ्यूज़न को लागू किया, जो इस क्षेत्र में बहाली और नागरिक विज्ञान आंदोलनों के सहयोग से संप्रभु स्वदेशी भूमि में पुनर्जीवित हुआ। इन सहयोगों ने पारिस्थितिकी संकट के समाधान का पता लगाने की कोशिश की, जबकि हर गुजरते साल के साथ ये वार्षिक तूफान विनाशकारी

चित्र 5 पुराने विकास वनों के पुनरुद्धार में सहायता करने वाले जैवविविध क्षेत्रों के त्वरित पुनर्जनन से डिस्कनेक्ट किए गए आवासों को फिर से जोड़ना। छवि: (सेच और तार्कोवस्की, 2108)

होते गए। जबकि बड़े पैमाने पर जलवायु प्रवासन ने, शहरी आबादी में गिरावट के लिए मजबूर किया। शहरों और उनके आसपास के कुछ समुदायों ने विपरीत परिस्थितियों में भी डटे रहना चुना। भले ही इस तरह के समग्र भूमि प्रबंधन अभ्यास, हजारों वर्षों से स्वदेशी संस्कृतियों में विद्यमान रहे हैं। इस जलवायु और पारिस्थितिकीय तंत्र के टूटने-बिखरने के कारण आए परिवर्तनों ने, इस ज्ञान को नाकाफ़ी माना। इन सीआरज़ेडों ने पुनर्योजी शहरी विकास की लंबे समय से ज्ञात सिद्ध संभावनाओं के विकल्पों चुनने को प्रेरित किया, जो पारिस्थितिक प्रक्रियाओं के सहयोग से पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित करने वाले विकल्प थे। क्रियाओं की दीर्घायु सुनिश्चित करने के लिए, ज्ञान के अन्य तरीकों के साथ सहजीवी रुप से स्थित होने और कार्य करने की तकनीकी चुनौतियों के लिए ज्ञान के पूरक डोमेन की आवश्यकता थी। शायद इन साँचों के कारण ही मोम्बासा का सीआरज़ेड विकसित हुआ। मोम्बासा एक ऐसा पहला प्रलेखित मामला था, जिसने स्वदेशी ज्ञान और नागरिक विज्ञान समूहों के बीच इस गहरे संबंध को साथ लाने का काम किया था और जिसने चारों ओर वन पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने के लिए क़दम उठाए।

इनमें से कई प्रयास दुनिया की नज़र से छिपे रहे। ये प्रयास ग्रेटर मोम्बासा क्षेत्र में रहने वाले साधारण लोगों द्वारा किए गए थे। इन सीआरज़ेडों में जंगल कुछ दशकों से नाटकीय रुप से फिर से उग रहे थे। कुछ तो इतने घने थे जहाँ कभी-कभी इंसानों के लिए चलना भी मुश्किल हो जाता था। जानबूझकर बनाए गए पैटर्न, अत्यधिक तूफान का सामना करने वाले शहरी और ग्रामीण बुनियादी ढाँचों की रक्षा में मदद करने के लिए डिज़ाइन किए गए थे। घने, पुराने विकास वाले जंगलों के इन उलझे हुए कृषि संबंधी टुकड़ों ने पिछले अध्ययनों की पुष्टि के संकेत दिए थे (थॉम एवं अन्य, 2019)। तूफान के मौसम के दौरान, अत्यधिक घने पुराने जंगलों के कारण, विषम तूफानों की ऊर्जा विच्छेदित हो जाती थी। उन्नत जलवायु लचीलेपन ने लोगों की मौसम-दर-मौसम बढ़ते सूखे और गर्मी की चपेट सहने की क्षमता में इज़ाफ़ा किया। सीआरज़ेड और उन्हें बनाए रखने वाले समुदाय कहीं अधिक लचीले थे। वे स्थानीय पारिस्थितिकी कृषि, औषधीय वनस्पतियों और स्थानीय निर्माण उपयोग के लिए इंजीनियरिंग फाइबर के क्षेत्रों से जुड़े थे। खाद्य सुरक्षा को और मज़बूत करने के लिए, ग्लोबल साउथ के कई शहरों ने भी आने वाले वर्षों में शहरी 'टेपेस्ट्री' के भीतर मानव और वन आवासों को शामिल करने के तरीकों को एकीकृत करते हुए इस प्रथा का पालन किया और ख़ुद को पारिस्परिक रुप से मजबूत किया। एक व्यावहारिक जलवायु शमन रणनीति के रुप में स्थानीय और स्वदेशी ज्ञान का एक साथ आना, मोम्बासा को और विकसित करने के अनुकूल था। घनी वन पट्टी शहर भर में फैली हुई थी, जिसे शहर भर में ख़तरे वाले स्थानों पर तूफानों की रोकथाम के रुप में विकसित किया गया था।

सन् 2030 के दशक की शुरुआत में, शहर भर में पुराने विकास वाले जंगलों के घने 'पैच' लगाने के सामुदायिक प्रयोग किए जा रहे थे (गोल्डमैन, 2064)। इस तरह के वनीकरण और पुनर्निर्माण के प्रयासों की बदौलत आज कई संपन्न पुराने विकास वाले वनों में मानव बस्तियाँ बसी हैं। जैसे-जैसे सीआरज़ेड पारिस्थितिकीय तंत्र का विस्तार हुआ, प्राचीन शहरी और औद्योगिक अवसंरचनाएं 'विकृत' हो गईं और निर्मित शहरी वातावरण और अवसंरचनाओं की आवश्यकता नहीं रही (सेरानोस, 2031)। इन सीआरज़ेडों को संरक्षित क्षेत्रों के रुप में स्थापित किया गया था। चूँकि स्वदेशी और संबद्ध गठबंधनों ने एक बार फिर शुद्ध कंक्रीट और डामर क्षेत्रों को हासिल कर लिया था, इसलिए जल्द

ही दुनिया भर में इन्हें अपनाया जाने लगा। इन क्षेत्रों ने शहरी सामाजिक जीवन, जलवायु लचीलेपन, जैव विविधता, पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन, और स्थानीय खाद्य उत्पादन के विस्तार के लिए जगह छोड़ दी थी (सेरानोस, 2031)।

सीआरज़ेड स्थापित करने के लिए, समुदायों को गहन जीवाश्म कृषि द्वारा लगभग एक सदी से मिट्टी की खराब पोषक क्षमता को पुनर्जीवित करना था। यह पुनरुद्धार, स्वस्थ रोगाणुओं के साथ जैविक रूप से सक्रिय 'बायोचर' नामक कार्बोनाइज्ड पदार्थ के साथ मिट्टी में संशोधन के ज़रिए, स्थापित स्वदेशी प्रथाओं पर आधारित था। ऐतिहासिक रूप से, इस बायोचर या बायोकार्बन को 'टेरा प्रीटा' के रूप में जानी जाने वाली अमेज़ॅन वर्षावन मिट्टी की उर्वरता को सुगम बनाने के लिए जाना जाता था। यह हजारों वर्षों तक कार्बन पृथक्करण करता रह सकता था (ग्लेसर एवं अन्य, 2001)। इस बात का भी अच्छी तरह से अध्ययन किया गया कि यह कार्बन-संशोधित मिट्टी समृद्ध माइक्रोबियल पारिस्थितिकीय तंत्रों के लिए साइट प्रदान करने में मदद कर सकती है (हैमर एवं अन्य, 2014; लेहमन और जोसेफ, 2009; नगाटिया एवं अन्य, 2019)। उच्च गुणवत्ता वाले उत्पादों के स्थानीय औद्योगिक उत्पादन में भी एकीकृत करते हुए कार्बोनाइज्ड कार्बनिक पदार्थों से बने इस स्थिर मिट्टी के संशोधन को कार्बन पृथक्करण के एक प्रभावी साधन के रूप में भी प्रस्तावित किया गया (बेट्स और ड्रेपर, 2019)। इस प्रकार, यहाँ तक कि सामाजिक खेती को एक बड़े पारिस्थितिकी संदर्भ में तैयार किया जा रहा था। यह 'स्वदेशी ज्ञान प्रणालियों के साथ-साथ, खुले विज्ञान और खुली तकनीक' पर आधारित था। सीआरज़ेड अब हाल ही में औद्योगिक कारखानों से मुक्त किए गए पशुओं के आवास थे और इन्होंने पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन में पशुचारण योगदान सुनिश्चित करते हुए, इन स्थलों को फिर से बनाने में मदद की (वू और यंग, 2035)। स्थानीय पर्माकल्चर फार्मों के साथ इन सीआरज़ेड के सहजीवी पोषण ने अनुकूल जलवायु फीडबैक लूप तैयार किए। यह मानव गतिविधि द्वारा सहायता प्राप्त इस मिट्टी में पुराने विकास के माइक्रोबियल पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने के लिए महत्वपूर्ण साबित हुआ। जैसा कि शुरुआती हस्तक्षेपों ने दिखाया, दुनिया के पुराने विकास वाले जंगलों को फिर से जोड़ने से जैव विविधता को वापस लाने में व्यावहारिक सफलता मिली; और, यह दिखाया कि पुरानी-वृद्धि जितनी पुरानी होगी, उतना ही अधिक कार्बन जमा हो सकता था (टोलेफसन, 2014; सेच और तार्कोवस्की, 2108)।

कई अध्ययनों ने इस बात की पुष्टि की है कि भूमि में माइक्रोबियल माइकोरिज़ल मार्ग, स्वस्थ कृषि वानिकी प्रथाओं को सक्षम करते हैं। ये स्वस्थ माइक्रोबियल बेड एक समग्र पैमाने पर पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित कर सकते हैं और नाइट्रोजन, फास्फोरस और कार्बन अनुक्रम के पोषण संबंधी आदान-प्रदान के कहीं अधिक प्रभावी माध्यम साबित हो सकते हैं (व्हाइटसाइड एवं अन्य, 2019)। इसके अलावा, उनकी कार्बन अनुक्रम क्षमता घातीय थी क्योंकि ये पारिस्थितिकीय तंत्र अधिक "पुराने विकास" पारिस्थितिकीय तंत्र बन गए थे। इसका अर्थ था कि इन जंगलों की मिट्टी में पहले से कहीं अधिक गहन स्तर पर कार्बन पृथक्करण की अपार क्षमता थी (थॉम एवं अन्य, 2019; टोलफसन, 2014)। उस समय, इन वन पारिस्थितिकीय तंत्रों के प्रभाव की पुष्टि करने वाले अध्ययन जियोलोजिकल स्तर पर थे, जो वर्षा के पैटर्न में बदलाव को प्रभावित करने वाले थे (कूपरमैन एवं अन्य, 2018; पॉपकिन, 2018; स्टीडिंगर एवं अन्य, 2019)। जल्द ही सीआरज़ेड में मृदा माइक्रोबियल स्वास्थ्य के पुनरुद्धार के लिए इस सरल हस्तक्षेप ने वर्षा और कार्बन चक्रों के पूरे भूवैज्ञानिक स्तरों को प्रभावित करने वाले वैश्विक कैस्केड प्रभाव पैदा किए (सेच और तार्कोवस्की, 2108; गोल्डमन, 2064)। भले ही ये सीआरज़ेड समुदाय केवल प्रतीत होने वाले संकीर्ण पोषक, आवंटन और कार्बन पृथक्करण लक्ष्यों के लिए उनका पीछा कर रहे थे। उनके विकास और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के पुनरुद्धार ने कई जलवायु प्रतिक्रियाओं को पहले से कहीं अधिक गहराई से प्रभावित किया।

2.4.2 न्यू मोम्बासा सीआरज़ेड के गुरिल्ला सीडर्स

मोम्बासा सीआरज़ेड और उनके नए, पुराने विकास वाले जंगलों का पुनर्जनन स्वदेशी ज्ञान प्रणालियों और समकालीन पारिस्थितिकीय तंत्र लचीलेपन कार्यक्रमों के बीच सहयोग की एक महत्वपूर्ण मिसाल था। देशी जलवायु-लचीली प्रजातियों के साथ इन देशी पारिस्थितिकीय तंत्रों का अध्ययन और पुनर्जीवित करने हेतु समग्र सांस्कृतिक ज्ञान का यह अनुप्रयोग दुनिया भर में सीआरज़ेड प्रथाओं का आधार बन गया। बीज बोने के प्रयासों के एक दशक के भीतर ही न्यू मोम्बासा क्लाइमेट रेजिलिएंट ज़ोन घने जंगलों से भर गया। इस प्रक्रिया में स्वाभाविक रूप से सैकड़ों साल लग जाते हैं। खुले ज्ञान के ढाँचे के साथ, अनुभव और ज्ञान ने एक सफल रणनीति अपनाई थी जो जानी-मानी पुनर्योजी प्रथाओं पर आधारित थी। इस प्रकार, मोम्बासा में सीआरज़ेड प्रयोग की सफलता जल्दी ही दुनिया के अन्य भागों में फैल गई। यह अभ्यास तेजी से बढ़ा और सीआरज़ेड के रूप में फैल गया, जिसे दुनिया भर में बड़े पैमाने पर दोहराया गया (थापा, 2047)।

पुराने विकासों को फिर से स्थापित करने में सहायता के लिए आवश्यक है कि उनके सहजीवी माइक्रोबियल मार्गों को तेजी से कृषि मिट्टी में अंकुरित किया जाए। जबकि पारंपरिक औद्योगिक खेती प्रथाओं ने वन पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने और कृषि वानिकी क्षेत्रों की स्थापना के लिए, महत्वपूर्ण सूक्ष्मजीव जीवों को नियमित रूप से तंग किया। भारी जीवाश्म ईंधन आधारित मशीनरी और शोषक कृषि श्रम के संकुचन के साथ खेती के तरीकों ने अधिक पारिस्थितिकीय प्रथाओं को अपनाया। कृषि-पारिस्थितिकी, बिना जुताई वाली खेती एक "शून्य" कृषि ढाँचे में 'सीड बॉल' तकनीक लागू कर सकती है (फुकुओका, 1978)। सीड बॉलिंग ने मिट्टी की पोषक जैवक्षमता को समृद्ध किया और कृषि पारिस्थितिकी अभ्यास की अनुमति दी। उन्होंने जैविक खाद्य खेती की इलाक़े के साथ-साथ, पुराने विकास वाले जंगलों को पुनर्जीवित किया। इनमें से प्रत्येक सीड बॉल में आवश्यक विशिष्ट प्रकार की पारिस्थितिकी के लिए चुने गए देशी बीजों का एक विशिष्ट संयोजन होता है (चित्र 6ए)।

देशज बीजों की शुरुआत बायोकार्बन खाद के आटे की लोई से हुई, जो विषम परिस्थितियों में भी बीजों को अंकुरित करने में पोषक तत्वों से भरपूर थी। उस समय के कई अध्ययनों ने सुझाया था कि गैर-जीवाश्म स्रोतों से नाइट्रोजन और फॉस्फोरस जैसे आवश्यक पोषक तत्वों के साथ इस बायोकार्बन को और अधिक "सुपरचार्ज" किया जा सकता था (न्गाता एवं अन्य, 2019; ज़ाऊ एवं अन्य, 2019; जू एवं अन्य, 2019)। उस समय यह समझा जाता था कि इस बायोकार्बन ने नए भूमिगत मिट्टी माइकोरिज़ल मार्ग (चित्र 6बी) की स्थापना करके बीजों तक पोषण की पहुंच को आगे बढ़ाया (व्हाइटसाइड एवं अन्य, 2019)। मायसेलियम बीजाणुओं की कुछ किस्में तेज़ी से जंगल का विस्तार करती थीं (टिंग, 2015)। स्थानीय पारिस्थितिकीय तंत्र के लिए विशिष्ट सहजीवी संबंधों को प्रोत्साहित करने के लिए अभिलेखीय अभिलेखों और स्वदेशी ज्ञान की मैपिंग के आधार पर देशज बीजों का चयन किया गया था। उन जगहों पर जहाँ आवास काट दिए गए थे, उन्होंने एक ही पारिस्थितिकीय तंत्र से संबंधित विलुप्त प्रजातियों के सीड बॉल संयोजन लगाए। इस उद्देश्य के लिए, बीज अभिलेखागार ने ऐतिहासिक रिकॉर्ड से कभी लुप्त मानी जाने वाली मूल प्रजातियों को स्रोत और पुनर्प्राप्त करने में मदद की (नायपनोई और केल्मर, 2031)। कुछ अन्य मामलों में, जानबूझकर लाई गई नई प्रजातियों ने मानव आवश्यकताओं के लिए, प्रासंगिक पारिस्थितिकीय तंत्र को संतुलित करने का अपना तरीका ढूंढ लिया (गोल्डमैन, 2028)। अधिक 'रैंडम पैटर्न' में रोपण ने, इन बीजों के प्राकृतिक पैटर्न की नकल की। इसे मियावाकी विधि के रूप में जाना जाता है। बीजों को फैलाने का यह रचनात्मक तरीका, जंगलों को लचीला बना देता है और पारिस्थितिकी पुनर्जनन पैटर्न में निहित कुछ 'रैंडमनेस' प्रस्तुत करता है (मियावाकी, 1999, 2004)। यह विधि औद्योगिक मशीनरी के लिहाज़ से एक कम व्यावहारिक विकल्प थी, लेकिन पुनर्जनन कार्यक्रम के महत्वाकांक्षी पैमाने को देखते हुए 'सीड बॉल्स' ने दूरस्थ क्षेत्रों को कवर करने में मदद की, जिन तक स्वयंसेवक समूहों द्वारा पहुँचा जा सकता था।

शहरी समुदायों ने स्थानीय पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने के लिए सामूहिक प्रयासों को देखा। ये सीआरज़ेड जैव विविधता के पुनर्वास, कृषि वानिकी प्रथाओं की स्थापना और समुदाय की पोषण संबंधी जरूरतों को पूरा करने

चित्र 6 ए) बायोकार्बन से बनी सीड बॉल, माईसेलियम युक्त मिट्टी और खाद। छवि: सीडबॉल्स केन्या (2014); बी) बायोकार्बन कणों में माइकोराइजल नेटवर्क, जो समय के साथ पूरी तरह से मिट्टी प्रणाली में एकीकृत हो जाते हैं, जिसमें अपघटन के कोई संकेत नहीं होते हैं, और माइकोराइजल हाईफ़ी (नारंगी संरचना) के माध्यम से पोषक तत्वों और पानी के लिए जलाशय के रूप में कार्य करता है। छवि: (ब्रुकमैन और क्लिंगलमुलर, 2014)

के लिए परिवर्तनकारी स्थल थे। प्रत्यक्ष लेकिन सजग सामुदायिक प्रयास जैसे कि 'डिपेविंग' ने पहले के कंक्रीट और स्टील के बुनियादी ढाँचे को पुनर्जीवित कर शहरी भूमि से मिट्टी को उघाड़ने का काम किया। मोम्बासा में, यह अधिकांश कार्य गुप्त रूप से स्वदेशी लोगों, स्वयंसेवक आर्बोरिस्टों के एक गुरिल्ला प्रत्यक्ष एक्शन समूह द्वारा किया गया था। नागरिक विज्ञान समुदाय, विशेष सीडिंग उपकरणों (चित्र 7) के साथ पुरानी-विकास मिट्टी तैयार करने में लगा था। इन समूहों को "वालेज़ी वा मिसितु" (स्वाहिली भाषा में इसका अर्थ होता है: जंगल के संरक्षक) कहा जाता था। इन समूहों ने इस क्षेत्र में घूम-घूमकर, स्थानीय वन प्रजातियों का सर्वेक्षण और दस्तावेजीकरण किया। बाद में उन्होंने मोम्बासा क्षेत्र में सीआरज़ेड की खेती शुरू कर दी। समूह को उस समय लगा कि शहरों को खाद्य उत्पादों में आत्मनिर्भर बनाने, और, विनाशकारी तूफान से बचने का यही सबसे अच्छा तरीका था। उनके द्वारा विकसित सीडिंग उपकरण (चित्र 7), स्थानीय नागरिक विज्ञान और स्थानीय रूप से उपलब्ध तकनीकों और संसाधनों के ज़रिए ओपन टेक समुदायों द्वारा डिजाइन किए गए मिश्रण थे।

सदी के उत्तरार्ध में, ये गुरिल्ला कार्यवाइयाँ मुख्यधारा में आ गईं और सांस्कृतिक रूप से स्थित विशेषताओं को लेकर व्यापक रूप से फैलने लगीं। मोम्बासा में सीआरज़ेड के साथ शुरुआती सफलता ने 'सीड आर्काइव' के साथ, समान बहाली के प्रयासों को प्रभावित किया, जिससे समुदायों को स्वदेशी गठबंधनों और स्थानीय शैक्षणिक एवं अनुसंधान संस्थानों द्वारा आकार देने वाले पुराने विकासों को तेजी से पुनर्जीवित करने के काम को स्वचालित करने का अवसर मिला। हांगकांग में, इन कार्यवाहियों ने 'एयरबोर्न सीडर्स' का रूप ले लिया (चित्र 8)। यह एक निष्क्रिय सैन्य-औद्योगिक उपकरण के 'खजाने' से निकाली गई परित्यक्त स्वायत्त तकनीकों के साथ संयुक्त थी (न्गाता, 2076)। इलाक़े के नागरिक विज्ञान समूहों ने अधिक प्रभावी पुनर्जनन प्रक्रियाओं को पूरा करने के लिए सीआरज़ेड सीडर्स और स्वचालित प्रक्रियाओं की अवधारणा को अपनाया। विडंबना है कि उन्हें उस समय 'फायरफ्लाइज़ 'के रूप में संदर्भित किया गया था, जिस समय छठे सामूहिक विनाश में कीटों की संख्या में गिरावट चिंता का एक गंभीर कारण बनी हुई थी। आज, मूल वन सीडर समय की कसौटी पर खरे उतरे हैं, और, लगभग एक सदी बाद भी कार्यरत

चित्र 7 खाद्य और जैव विविधता बहाली के लिए सीआरज़ेड को दूर-दूर तक लगाने के बारे में गुप्त 'वालेज़ी वा म्मसटू' के स्वयंसेवकों की वन बीजारोपण प्रथाओं की दुर्लभ प्रलेखित छवियों में से एक। चित्र: ओपन अभिलेखागार, मोम्बासा (2064)

चित्र 8 कैलिफोर्निया में नियमित पुराने विकास पुनर्जनन उत्सवों में से एक में स्वायत्त "जुगनू" बीजक, छवि: ओपन आर्काइव्स (2108)

हैं। ग्रीनहाउस स्थितियों और अप्रत्याशित जलवायु चक्रों के तहत्, इन सीडर्स ने सभ्य संस्कृतियों की मदद से कमजोर वन पारिस्थितिकीय तंत्रों को उपयुक्त जलवायु क्षेत्रों में स्थानांतरित करने की संभावनाएं पेश की हैं। हालाँकि, जिन्हें केवल जैव विविधता को संरक्षित रखने और जलवायु तनाव के इन पारिस्थितिकीय तंत्रों को राहत देने के हताश प्रयासों के रूप में किया जाता है। यही वज़ह है कि विघटनकारी जलवायु पैटर्न, आज भी दुनिया भर में पारिस्थितिकीय तंत्रों के साथ खिलवाड़ कर रहे हैं। आज भी, इन 'जुगनूओं' को उन क्षेत्रों में नए पारिस्थितिकीय तंत्र लगाने में व्यस्त देखा जा सकता है, जहाँ वन पारिस्थितिकीय तंत्रों पूरी तरह तबाह हो चुका है (चेक और तारकोवस्की, 2108)।

2.5 परिवर्तनकारी लचीलापन: अखिल-देशज स्वायत्त क्षेत्र (2054 के बाद)

भूमि वापसी आंदोलनों और सीआरज़ेड के बीच संबंध, अनेकों तरीकों से आकार ले रहे थे। जलवायु मरम्मत कार्यक्रम के तहत् सीआरज़ेड के लिए 'व्यक्तित्व' का कानूनी अधिकार पहले से प्रभाव में था (यूएनसीएसी, 2056)। यह प्रथा ओपन नॉलेज ढाँचे के ज़रिए दूर-दूर के इलाक़ों तक फैल गई। इसने समुदायों को इसके नए संस्करण बनाने में मदद की। दूसरी तरफ़ समृद्ध वन पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने का कार्य चल रहा था, जिसके साथ भौतिक संस्कृतियां भी विकसित हो रही थीं, जो पुनर्योजी अभ्यास की ओर इन बदलावों का जवाब दे रही थीं। ये प्रवृत्तियाँ जलवायु लचीलेपन के बीमे के रूप में सीआरज़ेडों को बनाए रखने और पुनर्जीवित करने की आवश्यकता के बारे में लिए गए व्यावहारिक निर्णयों से उत्पन्न हुई हैं (गोल्डमैन, 2028, 2064)। पुराने निष्कर्षण औद्योगीकरण प्रतिमानों की बजाय, उत्पादन और खपत को स्थानीयकृत किया जाने लगा था। उत्पादन फोकस तेजी से मास प्रोडक्शन के लिए बड़े पैमाने पर निर्मित, सस्ते उत्पादों और उपभोक्ता बाजारों की बजाय — उच्च गुणवत्ता वाले, स्थानीय रूप से उत्पादित, और सामुदायिक उपभोग के लिए दीर्घकालिक उत्पादन में तब्दील हो गया था (एल चेन , 2031; न्गाटा, 2076)।

जबकि बाजार-आधारित उत्पादन व्यवस्था काफी हद तक सिकुड़ गई थी। एकजुटता और पारस्परिक रूप से सहायक अर्थव्यवस्थाओं ने, सामुदायिक स्तर पर सार्वभौमिक, आवश्यक जरूरतों के सामाजिक आवंटन के लिए वैकल्पिक मॉडल तैयार किए, जिसे सामग्री और तकनीकी संसाधनों को ओपन नॉलेज ढाँचे और सिंडिकेटेड फैब्रिकेशन सुविधाओं द्वारा पूरा किया जाना था (एलेक्स और मेहरावी, 2080)। इसने एक औद्योगिक अतीत के प्रणालीगत अवशेषों को 'शॉर्ट सर्किट' किया और बाहरी पारिस्थितिकी और सामाजिकता को संबोधित किया। ये ऐतिहासिक रूप से प्रदूषणकारी सामूहिक निर्माण प्रणाली के साथ असंगत थे, जिसने बाजार के विकास के बाद नियोजित अप्रचलन पैदा किया और 'कैप्टिव' बौद्धिक पेटेंट का आयोजन किया। इसके साथ, इसने अधिक स्केल-आउट, वितरित, समुदाय-संचालित फैब्रिकेशन फ्रेमवर्क का मार्ग भी प्रशस्त किया। ये तुलनात्मक रूप से धीमी उत्पादन प्रक्रियाएं, उच्च-गुणवत्ता, पुन:

प्रयोज्य और मरम्मत-योग्य उत्पादन विधियों को डिजाइन करके ऊर्जा और पारिस्थितिकी पदचिह्न को कम करने पर केंद्रित हैं। नई सामाजिक रूप से मूल्यवान निर्माण प्रणालियों के प्रति पुरानी औद्योगिक प्रथाओं को 'अपदस्थ करना' भी इसका एक मक़सद है (क्रेट्स, 2048; न्गाटा, 2076)। फिर भी, ये आकस्मिक प्रथाएँ, सीआरज़ेडों पर निर्भर समाजों को भौतिक प्रचुरता प्रदान करने में सक्षम और सुसज्जित साबित हुईं (गोल्डमैन, 2064)।.

2.5.1 सहजीवी पारस्परिकता का उद्भव: एक आत्म-जागरूक अभ्यास

पूरे जोरों पर चल रहे पुनर्जनन के प्रयासों के साथ, विगत के शहरीकृत परिदृश्यों को स्थलीय क्षेत्रों के साथ संप्रभु स्वदेशी बेल्टों से जोड़ना काफी सफल साबित हुआ। स्थलीय और समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र के चौरस्ता पर बुनियादी ढाँचे को संरक्षित करने के लिए, मैंग्रोव और कोरल समुद्री दीवारों के साथ भूमि पर बढ़ते समुद्रों के अतिक्रमण को कुछ मामलों में भली-भाँति प्रबंधित किया जा रहा था। सहकारी स्वयंसेवी नेटवर्क ने, क्षेत्र में प्राचीन वनों के विस्तार में अप्रत्याशित सफलता हासिल करने और इन क्षेत्रों में अभूतपूर्व संसाधन बहुतायत में निर्मित कर, सीआरज़ेड के महत्वपूर्ण बहाली कार्यों को संयोजित करने का काम किया। हालाँकि, बहुतायत का यह मार्ग घर्षण से अछूता नहीं था। हांगकांग सीआरज़ेड को, आम लोगों पर विशेष एकाधिकार अधिकार हासिल करने वाले आबादी के कुछ तबक़ों का सामना करना पड़ा। शायद, पौराणिक अतीत की तड़प और आदिम पूँजी संचय के कुछ रूपों के लिए यह एक प्रतिगमन थी। एक ऐसी प्रवृत्ति, जो अपेक्षाकृत कहीं ज़्यादा अदम्य थी। इसका तथाकथित औचित्य था: समुदाय की भौतिक आवश्यकताओं को पूरा करना। उस समय की प्रचलित बहसों में, ये रुख अभी तक संकट की दिशा में एक और चूहादौड़ का संकेत दे रहे थे। दुर्भाग्य से, क्षेत्रों में कई पारंपरिक निर्माण सिंडिकेट भी सीआरज़ेड पारिस्थितिकीय तंत्रों को एक संसाधन बैंक के रूप में देखने लगे थे। उनका तर्क था कि जल्द बहाली के लिए इसे दोहन हेतु खुला होना चाहिए (गोल्डमैन, 2064)।

चित्र 9 ए) सिम-फैब इकाई का वन लोगों द्वारा संरक्षित किया जा रहा है। बी) फैब्रिकेशन पॉड्स को एक पुराने विकास पारिस्थितिकीय तंत्र पर ग्राफ्ट किया गया है जो सहजीवी परस्परवाद का प्रतीक है। छवियां: (क्रियाओ और सखारोव, 2093)

नतीजतन, हांगकांग सीआरज़ेड के भविष्य के लिए संघर्ष ने एक जिज्ञासु मोड़ ले लिया। हाल ही में छोड़े हुए पैटर्न पर लौटने के इन शुरुआती संकेतों से निराश होकर, कृषि वानिकी सहकारी समितियों के इंद्रधनुषी गठबंधनों ने संसाधन शिकारियों से बचाने की ख़ातिर इन नाजुक पारिस्थितिकीय तंत्रों पर कब्जा करना शुरू कर दिया। इन व्यावसायिक स्थलों में, सिंडिकेटेड फैब्रिकेशन वर्कशॉप के विकल्प बनाने का प्रयास करते हुए प्रभावशाली प्रगति देखी जा सकती है। नागरिक विज्ञान और ओपन नॉलेज समुदायों द्वारा समर्थित इन पहलों ने वैकल्पिक सिंडिकेटेड फैब्रिकेशन विधियों की जांच की। इसका उद्देश्य इन नए-पुराने विकास पारिस्थितिकीय तंत्रों से परे, केवल मानव ज़रूरतों पर आधारित संसाधनों को पुन: उत्पन्न करना था।

इन समूहों ने सहजीवी निर्माण के सिद्धांतों को समेकित करके इन तनावों को दूर करने के लिए 'सिमफ़ैब' इकाइयों (चित्र 9) को विकसित करने का प्रस्ताव रखा, जिसका वे वर्षों से सीआरज़ेड क्षेत्र में सिंडिकेटेड निर्माण प्रक्रियाओं के साथ अभ्यास कर रहे थे (वोंग, 2081)। जिन सहजीवी निर्माण प्रक्रियाओं में वे उलझे थे, वे अभी भी सहजीवी परस्परवाद के सिद्धांतों पर आधारित थीं, लेकिन साथ ही अति-स्थानीय निर्माण और आवश्यक सामाजिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सीआरज़ेड के साथ मौलिक रूप से पुनर्कल्पित और समेकित थीं। इस प्रक्रिया में नाजुक सीआरज़ेड पारिस्थितिकीय तंत्र को नुकसान पहुंचाए बिना, इलाक़े में आवश्यक सामग्री संसाधनों को निर्मित करने के तरीके के बारे में चर्चा के रूप में सिमफ़ैब "सहजीवी निर्माण इकाइयाँ" प्रयोग में आईं। इस प्रकार, सीआरज़ेड की संसाधन क्षमताओं की सीमाओं ने इनके भीतर उपलब्ध प्राकृतिक रेशों और पेड़ रेज़िन के भौतिक विज्ञान के विकास और पारिस्थितिकी प्रबंधन की खोज में नए शोध का नेतृत्व किया। इन वर्षों में, इन फाइबर और प्लांट रेज़िन कंपोजिट्स के लिए कई विधियों का विकास किया गया, जिससे बायोपॉलिमर बैटरी, सेमीकंडक्टर्स और रेज़िन-आधारित सुपरकैपेसिटर और समग्र निर्माण तकनीकों में सफलता मिली। सिमफ़ैब मानव समाज और सीआरज़ेड पारिस्थितिकीय तंत्र के बीच पारस्परिक उत्थान के लिए पुरानी वृद्धि के बीच मध्यवर्ती साइटों के रूप में कार्य करता है। इंटरफेसिंग ने तकनीकी-भौतिक संस्कृति को 'विकसित' करके निर्माण की जरूरतों को समन्वित किया, ताकि सामाजिक और पारिस्थितिकी संयोजनों के लिए पारस्परिक रूप से संपन्नता सुनिश्चित की जा सके।

मानव एवं गैर-मानव संयोजन में उलझे हुए जीव या पारिस्थितिकीय तंत्र के पारस्परिक उत्थान और उत्कर्ष को, यह सहजीवी परस्परवाद संदर्भित करता है। यह जीव की स्वायत्तता को फलने-फूलने देने और पुनर्जीवित करने हेतु, पारिस्थितिकी संयोजनों में अन्य जीवों के साथ अपने उलझे हुए संबंधों को भली भाँति पहचानता है। इसके अनुसार पुनर्जनन, अन्य लोगों की सहमति और समायोजन पर निर्भर होता है। सहजीवी व्यवस्थाओं के तहत, पारिस्थितिकीय तंत्र का उद्देश्य मानव समाज की भौतिक आवश्यकताओं को पूरा करना था। प्रकृति दोहन का यह काम उन्हें सचेतन होकर करना था। उन्हें सुनिश्चहित करना था कि भौतिक आवश्यकताओं की पूर्ति व्यापक पारिस्थितिकीय तंत्र के अनुकूल हो तथा प्रकृति के जटिल संबंधों को लेकर जागरूक हो। इस बात की पुष्टि हाल ही में हुई है कि मानव प्रभाव से फलने-फूलने की प्रक्रिया में पारिस्थितिकीय तंत्र की एजेंसी शामिल थी (वनूर, अवं अन्य, 2128)। जीवित "सिम्बिट्रोनिक संगणना" सिस्टम के लिए अग्रणी अंतरालीय माइकोरिज़ल इंटरफ़ेस नेटवर्क की निगरानी द्वारा सहजीवी पारस्परिकता देखी गई है (वनूर एवं अन्य, 2128)।

इस बात को ज़हन में रखना सार्थक हो सकता है कि इसका उद्देश्य आपसी संपन्नता और सम्मान के लिए जिम्मेदारी पर स्थापित पारस्परिक सहजीवन का निर्माण करना था। गैर-मानव जीव को केवल मानव लाभ के लिए विलुप्ति के कगार पर नहीं लाया जा सकता। यह व्यवस्था सहजीवी परस्परवाद पर आधारित थी क्योंकि केयरटेकर द्वारा कार्बन-रेज़िन मिश्रित उत्पादों के आगे की प्रोसेसिंग के लिए अतिरिक्त कार्बनिक कार्बोनाइज्ड सामग्री को फ़ीड सामग्री में संसाधित किया जाना था। केयरटेकर द्वारा कुछ पाइरोलाइज्ड पदार्थ को पीसकर रोगाणुओं के साथ वैक्सीनेट किया जाना था। इसका उपयोग जंगल के पारिस्थितिकीय तंत्र का विस्तार करने और स्वायत्त 'जुगनू' सीडर्स की मदद से पारिस्थितिकीय तंत्र को पुनर्जीवित करने के लिए किया जाना था। इस प्रकार, स्थानीय उत्पादन और खपत का प्रत्येक कार्य पूर्वरूप से एक पारस्परिक रूप से पुनर्जीवित पारिस्थितिकीय तंत्र बनाना था। ये इकाइयाँ केवल छोटे स्तर के हाई-टेक फैब्रिकेशन के लिए फायदेमंद होने तक ही सीमित थीं। नियोजित प्रक्रियाओं का तालमेल, जीव विशेष के स्वास्थ्य के अनुसार था। यह सुनिश्चित किया गया कि यह संबंध पारस्परिक रूप से सहजीवी हो ना कि परजीवी (क्रियाओ और सखारोव, 2093)।

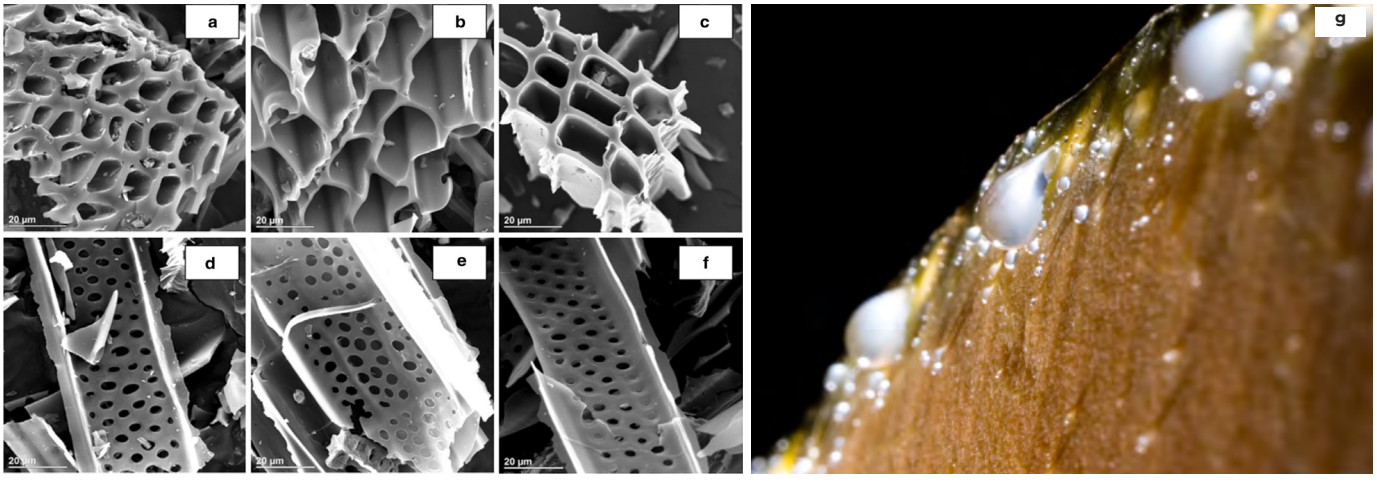
2.5.2 सीआरज़ेड के भीतर सहजीवी निर्माण

सहजीवी निर्माण प्रक्रियाओं का एक अलग सेट है, जो निर्माण विधियों का वर्णन करता है। यह उत्पन्न और सहजीवी परस्परवाद की घटना की बेहतर समझ पैदा करता है। जानबूझकर मानव मध्यस्थता से पुराने-विकास

वाले पारिस्थितिकीय तंत्रों के पुनरुत्थान ने, सीआरज़ेड से होने वाले फ़ायदों की अलग-अलग संभावनाएं खोलीं (क्रियाओ और सखारोव, 2093)। इन भौतिक संस्कृतियों को संभव बनाने वाली कुछ विधियाँ, पहले से ही 21स्वीं सदी की शुरुआत में मौजूद थीं (हनीफ एवं अन्य, 2017)। बाद के वर्षों में वे अधिक खुले तकनीकी ढाँचे के तहत् पर्याप्त परिपक्वता तक पहुंचने लगीं (इयोनस, 2045)। सहजीवी निर्माण प्रक्रियाओं को एक एनाक्रोनिस्टिक (कालानुक्रमिक) प्रेक्टिस के रुप में विकसित किया गया था। इसे अत्याधुनिक विज्ञानों और पारम्परिक अवधारणाओं से लिया गया था। ये प्रेक्टिसिस जैविक फीडस्टॉक्स (लैम, एवं अन्य, 2019; वोल्ड, 2015; वांग एवं अन्य, 2013) के पायरोलाइटिक अपघटन के आधार पर, जैव-कंपोजिट और ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों से लेकर माइसेलियम-आधारित निर्माण प्रौद्योगिकियों (आनंदवेलु एवं अन्य 2017; अटियास एवं अन्य, 2017; सुब्बन एवं अन्य, 1996) एवं मिट्टी-आधारित सिरेमिक इलेक्ट्रोड तक हो सकते थे (घिडियू एवं अन्य, 2014)। इन प्रक्रियाओं ने सीआरज़ेड में स्थित अभ्यास के रुप में खोजे और खुले तौर पर महसूस किए गए कई भौतिक और विद्युत रासायनिक गुणों से छेड़छाड़ करने की अनुमति दी।

संक्षेप में, 21स्वीं सदी की शुरुआती 3डी प्रिंटिंग तकनीकों से सिम्फैब्स विकसित उपकरण, जिन्हें नागरिक विज्ञान आंदोलनों ने बायोप्रिंटिंग, सेमीकंडक्टिंग और फैब्रिकेशन प्रक्रियाओं की एक श्रृंखला को शामिल करने के लिए फिर से तैयार किया था। सिम्फैब पॉड्स को उनके अनूठे टेरपीन सैप और रेज़िन के लिए चुने गए पेड़ों की विशिष्ट प्रजातियों से जोड़ा गया। जीवों पर की जाने वाली प्रक्रियाएं , परस्पर लाभकारी आधार पर टिकी थीं। वे एक तरह से पारिस्थितिकीय तंत्र की भलाई को प्राथमिकता देती थीं। इस प्रकार, केवल जंगल के एक निश्चित परिपक्वता तक पहुँचने पर ही पॉड्स को जोड़ा जा सकता था। उनकी फिटिंग पेड़ों के तनों पर ग्राफ्ट की जाती थी, ताकि सिस्टम को राल की एक स्थिर आपूर्ति सुनिश्चित हो सके। पॉड्स को सीधे "जंगल के लोगों" द्वारा विकसित सटीक तरीकों और उपकरणों के साथ पेड़ के तने की कैपिलरी में सुरक्षित रुप से ग्राफ्ट किया गया था। जीवों के सेल्यूलोज फाइबर उनके चारों ओर कठोर हो गए थे। ये पॉड्स फ़िक्सचर विशिष्ट पेड़ों पर तब तक लगाए गए, जब तक कि वे आवश्यक राल की मामूली मात्रा का उत्पादन और संसाधित करके उनके वांछनीय गुणों को ट्यून कर सकते थे। योज्य विनिर्माण कार्यों को छोटी बहुक्रियाशील इकाइयों में रखा गया, जिन्हें जैविक रुप से विशेष प्रजातियों के लिए सिंक्रनाइज़ कर सूक्ष्मता से तैयार 'आर्टीफ़ेक्ट' बनाया गया था। एकीकृत पायरोलिसिस कक्ष ने बायोकार्बन एवं अवशिष्ट ऊर्जा और कार्बनिक पदार्थ से वन तल में स्थानीय रुप से उपलब्ध गर्मी का उत्पादन किया। इन इकाइयों को चलाने और इनकी देखभाल, विशेषज्ञों द्वारा की गई थी। पायरोलिसिस प्रक्रिया ने, 3डी प्रिंटिंग सिस्टम को ऊर्जा प्रदान करने वाली गर्मी प्रदान की, जो आवश्यक वस्तुओं के निर्माण और क्षतिग्रस्त उपकरणों की मरम्मत के लिए आवश्यक थी।

सेल्युलोज फाइबर (चित्र 10 ए से एफ) और टेरपीन रेजिन के पाइरोलाइटिक कार्बोनाइजेशन और ग्राफिटाइजेशन बायप्रोडक्ट्स को सीधे निर्दिष्ट पौधों की प्रजातियों से संसाधित किया गया था। वे बायो-कम्पोजिट और बायो-इलेक्ट्रॉनिक्स एप्लिकेशन (चित्रा 10जी) की खोज करने और उनके अलग-अलग गुणों को सुनिश्चित करने वाले, अजीबोगरीब फिजियो-केमिकल और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक गुणों के लिए 'फाइन-ट्यून्ड' थे।। कुछ मामलों में,



चित्र 10 ए, बी, सी, डी, ई, एफ) माइक्रोवेव पाइरोलिसिस इमेज (वालेस, अफ़ज़ल और साहा, 2019) का उपयोग करके कार्बनिक स्रोतों से कार्बन नैनो-फाइबर के उत्पादन की स्थापित विधियाँ। जी) पेड़ की नसों में पाए जाने वाले प्राकृतिक टेरपीन रेजिन को हरित रसायन और वायुमंडलीय ग्राफीन के साथ साइट पर उन्नत कंपोजिट तकनीकों का उत्पादन किया गया है, जो पवित्र वन के साथ काम करते हैं। छवि: इवान रेडिक

पर्माकल्चर प्रतिष्ठानों से भांग और बांस जैसे जैविक फाइबर उन्नत इलेक्ट्रॉनिक्स अनुप्रयोगों में उच्च गुणवत्ता वाले कार्बन फाइबर फीडस्टॉक्स के निर्माण के लिए अग्रदूत बन गए। दिलचस्प बात यह है कि ये प्रक्रियाएं कभी अप्रचलित जीवाश्म ईंधन-व्युत्पन्न बहुलक उद्योगों की 'क्लोज़्ड' बौद्धिक संपदा थीं। इन प्रौद्योगिकियों और भौतिक प्रक्रियाओं के प्रसार से इन सीआरज़ेड पारिस्थितिकीय तंत्रों में यथावत संस्करण के लिए उच्च गुणवत्ता वाली सामग्री प्राप्त हुई, जो अब 'कॉमन्स' के लिए खुली छोड़ दी गई है। भले ही ऐतिहासिक रिकॉर्ड अधूरे हैं। लेकिन हालिया अध्ययन अनुसार इसे अक्सर "सहजीवी निर्माण" प्रौद्योगिकियों के रूप में संदर्भित और मिलाने का प्रयास किया गया है। हालाँकि, इस घटना को कई अलग-अलग क्षेत्रीय नाम दिए गए हैं (खान और शाह, 2127)।

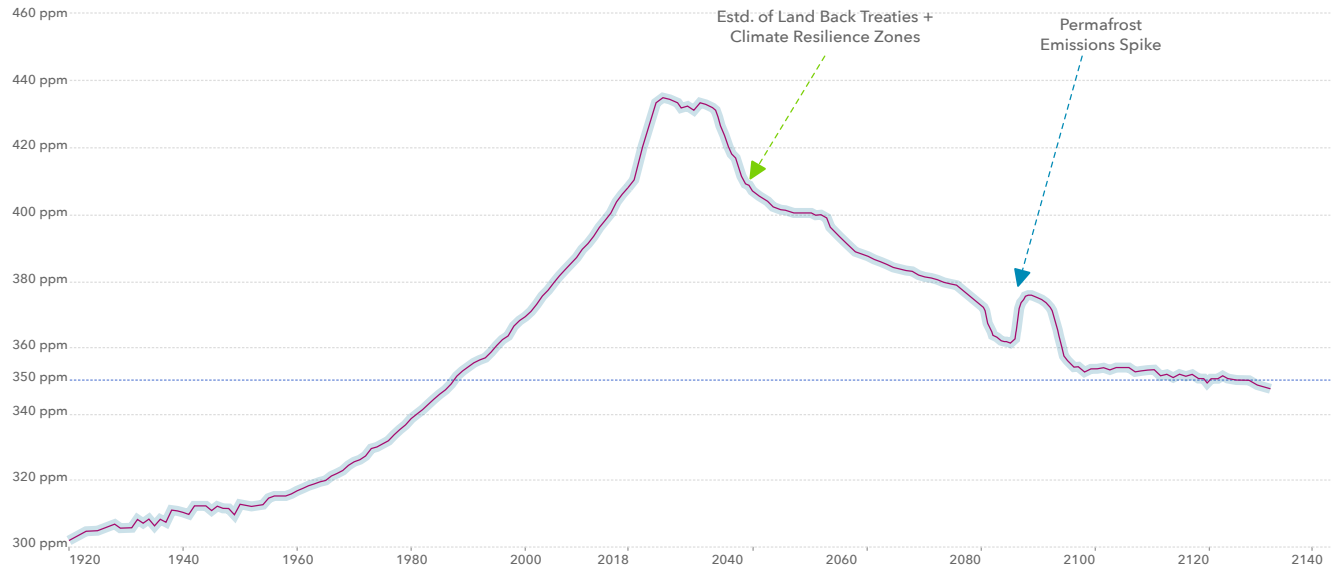
दशकों बाद भी, "जंगल के लोग" कहे जाने वाले लोग इन जगहों पर कब्जा बनाए और पुराने विकास को जारी रखे हुए हैं। पारस्परिक पुनर्जनन के प्रति उनका समर्पण अन्य सीआरज़ेडों तक विस्तारित हो गया है। इसने एक पुनर्कल्पित सामाजिक जांच की दिशा में भारी बदलाव किया और ओपन नॉलेज संरचनाओं के उद्देश्य को पुनर्परिभाषित किया। इसने वृहत्तर समाज के लिए, वैज्ञानिक और तकनीकी खोज के रास्ते खोले। इन इलाक़ों में, स्थानीय ज्ञान के लिए यह असामान्य नहीं है कि वस्तुओं को 'दुरुस्त' करने वाले सहजीवी परस्परवाद को एक जीवित जंगल के लिए जिम्मेदार ठहराया जाए। 'एपिसटेमिक' बारीकियों से परे, इसने सामाजिक और सांस्कृतिक ताने-बाने में महत्वपूर्ण लहरें पैदा की। स्थानीय आबादी आज अपने क्षतिग्रस्त आर्टीफ़ैक्ट्स या उपकरणों को बहाल करने वाले इन सिमफ़ैबों को 'मंदिरों' के रूप में संदर्भित करती है। बेशक, इन नई भौतिक संस्कृतियों को पुनर्जीवित करने और बनाए रखने के नए सरल तरीकों की खोज सामूहिक रचनात्मकता के लिए है।

3. चर्चा

विनाशकारी जैव विविधता रिपोर्ट जारी हुए एक सदी से अधिक समय बीत चुका है। इसमें रिपोर्ट में पुष्टि की गई थी कि पृथ्वी छठे सामूहिक विनाश के दौर में प्रवेश कर रही थी (डायज एवं अन्य, 2019)। 'हॉट हाउस अर्थ' में हम ख़तरनाक पारिस्थितिकीय तंत्र में लड़खड़ाते हुए आगे बढ़ते हैं। हालाँकि, वातावरण में कार्बन डायआक्साईड सांद्रता की स्थिति कुछ हद तक बेहतर हुई है लेकिन अभी भी सतर्क रहने की आवश्यकता है। सन् 2020 के दशक की शुरुआत में, कार्बन डायआक्साईड सांद्रता 420 पीपीएम तक पहुंच गई थी, जो मानव सभ्यता को बरक़रार रखने वाली सुरक्षित संचालन सीमा से बाहर थी। सन् 2100 तक, इसके 500 पीपीएम को पार करने की भविष्यवाणी की गई थी। सोचा नहीं गया था कि इस आँकड़े को 2063 की गर्मियों में ही छू लिया जाएगा, ठीक उस समय जब सीआरज़ेड परियोजनाएं गति पकड़ रही थीं। सीआरज़ेड पर अत्यधिक फोकस आलोचना का शिकार बनीं; यह कहते हुए कि अकेले मिट्टी का कार्बन, वातावरण में जीवाश्म कार्बन की भरपाई नहीं कर सकता (कैरिंगटन, 2021)। नवीनतम मापों के अनुसार, आज शायद इन एकीकृत सांस्कृतिक पारिस्थितिकीय तंत्र परिवर्तनों के कारण ही कार्बन डायआक्साईड स्तर 350-360 पीपीएम तक नीचे गिर पाया है (चित्र 11)। हालाँकि, यह एक अनसुलझा सवाल बना हुआ है कि क्या मानव सभ्यता ख़ुद को एक लंबे समय के लिए बचाने वाले क़दम उठा पाएगी?

हालाँकि, अच्छा रहेगा कि हम इन 'रिकवरी' की कहानियों को स्वीकार कर लें। आज, इन संरक्षित जैव विविधता क्षेत्रों में आवासों के पुनर्निर्माण के साथ, पैन-देशज संरक्षण क्षेत्र, आज दुनिया भर में अब तक का सबसे बड़ा स्थलीय पारिस्थितिकी गलियारा बन चुका है, जो सीआरज़ेड आवासों को आपस में जोड़ता है और जो निरंतर विस्तारित हो रहा है। सीमित भू-स्थानिक सर्वेक्षणों की कमी को देखते हुए, इन क्षेत्रों के पैमाने का अंदाज़ा लागना मुमकिन नहीं है (बालान एवं अन्य, 2126)। शायद, यह समय ही बता पाएगा कि स्थलीय जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं स्वयं को पूर्णत: रिकवर कर पाएँगी या नहीं। पिछली सदी के दौरान, कई कमजोर प्रजातियों और पारिस्थितिकीय तंत्रों ने इन सीआरज़ेडों में अस्थायी शरण पाई है। हालाँकि, पारिस्थितिक उत्थान के ये फलते-फूलते स्थल, आज मानव आवास क्षेत्रों से अलहदा नहीं हैं। इनमें से कई नए-पुराने विकास स्थल, कई संस्कृतियों में पवित्र माने जाते हैं और उन्हें व्यक्तित्व का अधिकार प्राप्त है। मूल लोगों और स्थानीय समुदायों के बीच पीढ़ियों से चली आ रही साझेदारी ने, समुदायों को जमीन से जोड़े रखा। छठे सामूहिक विनाश के दौरान, क्षतिग्रस्त पारिस्थितिकीय तंत्रों को पुनर्जीवित करने की सार्थकता का प्रयास, या कि बायोस्फीयर पुनर्जनन का यह कार्य आज भी जारी है या नहीं, इस बात की पुष्टि का अध्ययन किया जाना चाहिए।

दुनिया के अन्य हिस्सों में वर्षा के पैटर्न में महत्वपूर्ण वर्षा बदलाव प्रेरित करने वाले घने पुराने जंगलों के पुनरुद्धार और पुनर्निर्माण ने भूगर्भी शक्ति का निर्माण किया। इसे कभी बेहद मामूली (पोपकिन, 2018) और कम करके आँका गया था। हालाँकि, इसकी पुष्टि आज किए जा रहे अवलोकन करते हैं (गार्सिया एवं अन्य, 2016; कूपरमैन एवं अन्य, 2018)।



चित्र 11 दो शताब्दियों में वायुमंडलीय कार्बन डायआक्साइड का उदय, ऑफसेटिंग और क्लैम्पिंग डाउन। छवि: (रिचर्डसन एट अल।, 2129)

ये नए भूवैज्ञानिक इशारे, पारिस्थितिकीय तंत्र के और भी अधिक पुनरुद्धार करने वाले रास्ते खोलते हैं। यह कहना जल्दबाजी होगी कि आवास के नुकसान के कारण विलुप्त प्रजातियाँ कभी वापस आ पाएंगी या नहीं। परंतु यह भी ध्यान देने योग्य बात है कि वन पारिस्थितिकीय तंत्र ने सभ्यतागत परिवर्तनों का जवाब दिया है। जिसके फलस्वरूप जैव विविधता कई स्थानों पर लौट रही है। पुराने फ़ैक्टरी बूचड़खानों से मुक्त होने के बाद ये जलवायु-लचीली पट्टियाँ, पशुधन के लिए खुले चारागाह में तब्दील हो गई हैं। इनमें से कई क्षेत्रों ने अपनी स्थानीय भौतिक संस्कृतियों को विकसित किया है, जहाँ विभिन्न सीआरज़ेड निकाय अपने तरीकों और प्रौद्योगिकियों को विकसित करना जारी रखे हुए हैं। साथ ही, उनकी देखरेख के अंतर्गत जंगल भी फल-फूल रहा है।

हालाँकि, शायद हमें लगता है कि युगचेतना में इस महत्वपूर्ण बदलाव का जश्न मनाया जाना चाहिए। यह एहसास कि मानव सभ्यता की सामाजिक और पारिस्थितिकी भलाई का सीधे-सीधे पारिस्थितिकी बहुतायत से संबंध है; और, इस बहुतायत को दोबारा मुमकिन बनाने का श्रेय सीआरज़ेड को दिया जाना चाहिए। सीआरज़ेड ने दिखाया कि एक उच्च तकनीकी संस्कृति में भी, विश्वदृष्टि के स्वदेशीकरण एवं जानकारी के अन्य रुपों के माध्यम से इसे प्राप्त किया जा सकता है (लकोटा, 2125)। ज्ञान-निर्माण के इस गुपचुप स्वदेशीकरण और पुनर्जनन प्रयासों के सामाजिक अधिनियमन ने क्षेत्रीय परिप्रेक्ष्यों में गहरी पैठ बना ली है। ओपन नॉलेज के ढाँचों ने स्वयं ही समुदायों की, सामग्री और सत्तामूलक वास्तविकताओं के इस परिवर्तन को और तेज़ किया है। समाज सचेत रुप से संघों और सभ्यतागत व्यवस्थाओं को फिर से डिजाइन कर रहा था (गोल्डमैन, 2064)। इसमें आश्चर्य नहीं कि ये स्थल 'सहजीवी निर्माण' प्रक्रियाओं के उद्भव के लिए माक़ूल जमीन बन गए (2093)।

दशकों तक नए वन पारिस्थितिकीय तंत्रों की सफल बहाली के बाद, आज हम जानते हैं कि क्यों वे जलवायु परिवर्तन और गर्मी से होने वाली मौतों के प्रति अधिक लचीले साबित हुए और कैसे वे प्राचीन दुनिया के पुराने-विकास वाले पारिस्थितिकीय तंत्रों के समान विशेषताओं को साझा करते हैं (कीज़ और ताकोंवस्की, 2108)। इस अवधि में खोजी गई कई वैज्ञानिक और तकनीकी सफलताओं का विकास इन चैनलों के माध्यम से काफी हद तक संभव हो पाया, जो आगे चलकर देखरेख के संस्थान बन गए (लकोटा, 2125)। ये परिवर्तन मुख्य रुप से देखरेख करने वाले उन वर्गों की भूमिका के कारण संभव हुए, जो ऐतिहासिक रुप से अनुसंधान और शैक्षणिक गतिविधियों के हाशिए पर थे। आज वे इसमें बराबरी के भागीदार हैं (गोल्डमैन, 2064; मिर्जा, 2067)। आज सीआरज़ेड की विरासत को इन संदर्भों से अलग नहीं किया जा सकता, जिसे पहले कभी नहीं देखे गए सहजीवी पारिस्थितिकी और सांस्कृतिक उत्थान के लिए न्यूक्लिएशन साइटों के रुप में बेहतर समझा जा सकता है।

इसलिए, हॉटहाउस अर्थ के बावजूद, मानव सभ्यता ने ग्रामीण पारिस्थितिकी को फिर से जीवंत कर दिया है। इसने अंततः तनावग्रस्त शहरी पारिस्थितिकीय तंत्र के दबाव को कम किया। नवीनतम अवलोकन इस बात की पुष्टि करते हैं कि ये पारिस्थितिकीय तंत्र-आधारित संस्कृतियाँ, मानव सामाजिक संतुष्टि के लिए आवश्यक भौतिक आधार को पूरा और स्वतंत्र लोगों के अवकाश और अन्य रचनात्मक प्रयासों के जीवन को आगे बढ़ाती हैं (देवासी और कोल, 2130)। शायद इसे इस अध्याय में पुनर्निमित परिवर्तनों के संदर्भ में समझने की जरूरत है। जटिल ऐतिहासिक तनावों के बीच, एक बेहतर रहने योग्य दुनिया को बनाने का एहसास हुआ — एक ऐसी दुनिया जिसे मनुष्य ने मुमकिन बनाया और आज तक बनाना जारी रखे हुए है। सामाजिक प्रगति के उपायों की तुलना में भौतिक और सामाजिक कल्याण संकेतकों में वास्तविक रूप से सुधार आया है। यह तब है जब जैविक विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं लगातार ठीक हो रही हैं, और, साथ-साथ मानव समाज के सभ्यतागत पदचिह्न भी तेजी से सिकुड़ रहे हैं। हमारे पूर्वजों की भाँति, यह मानने का कोई कारण नहीं है कि यह हमारी भागीदारी का अंत है।

बाइसवीं सदी में समाजों ने औसतन प्रमुख सामाजिक संकेतकों पर काफी हद तक बदलाव किया है। यह इसने तकनीकी रूप से मुक्त संस्कृति के भीतर रहकर किया है। इन बदलावों का मतलब एक बंद-लूप औद्योगिक निर्माण और ज्ञान-निर्माण के 'स्थलीय' रूपों और बनाने के सहजीवी रूप से पारस्परिक रूपों के साथ एक प्रबंधकीय मॉडल के तहत् उच्च गुणवत्ता वाले भौतिक सामानों की खपत है। हालाँकि, लोगों को चेताया जाना चाहिए कि सकारात्मक विकासों के बावजूद, सावधानी से आगे बढ़ने की आवश्यकता है। इन रणनीतियों द्वारा संभव किए गए लाभ, केवल पारिस्थितिक और सामाजिक न्याय की पुनर्कल्पना से ही संभव थे। हम एक ऐसी स्थिति में हैं कि यदि कभी मानव सामाजिक प्रणालियाँ प्रभुत्व और शोषण के अमानवीय तर्क की ओर लौटती हैं, तो यह प्रगति जो आज हम देख रहे हैं, नष्ट भी हो सकती है, और सब कुछ फिर पहले जैसी स्थिति में लौट सकता है। इस प्रकार, हम यह सुनिश्चित करने के लिए सतर्कता का आह्वान करते हैं कि आज हम जिस कठिन संघर्ष वाली सामाजिक स्वतंत्रता का आनंद ले रहे हैं, वह हॉटहाउस अर्थ से आने वाली पीढ़ियों के लिए भी बनी रहे।

ग्रंथ सूची (अध्याय 2)

अचबि, वी. *(2029, 12 जनवरी)*. इज़ द ट्रीटी ऑन यूनविर्सल कलाईमेट जस्टसि टू लटिलि टू लेट*?* द न्यूयॉर्क टाइम्ज़. *https://www. nytimes. com/2029/01/12/magazine/universal-climate-justice.html*

एलेक्स, पी., एंड मेहरावी, सी. *(2080)*. बयिॉन्ड मार्केट इकोनॉमक्सि*:* ह्यूमन वेलफेयर थ्रू म्यूच्यूअल एड एंड गफ्टिंग इकोनॉमीज़ इन क्लाइमेट रेजलिएंस ज़ोन्स। ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन जयिोग्राफ़ी, *78(3), 34-89*।

आनंदवेलु, एस., धनसेकरन, वी., सेथुरमन, वी., और पार्क, एच.जे. *(2017)*. चटिनि एंड चटिोसन बेस्ड हाइब्रडि नैनोकंपोसटि्स फ़ॉर सुपर कैपेसटिर एप्लीकेशन्स. जर्नल ऑफ नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी, *17(2), 1321-1328*। *https://doi.org/10.1166/ jnn.2017.12721*

अन्ह, डी. *(2028)*. द पैराडोक्स ऑफ़ अंडरडेवलपगि नेशंस*:* अंडरसटेंडगि कोलेपसगि सोशल इंडीकेटर्स इन ग्लोबल नॉर्थ वदि इंकरीज़गि इकोनोमकि ग्रोथ. इकोलॉजी एंड सोसाइटी, *33(4)*.

अत्तयिास, एन., दानाई, ओ., एजोव, एन., ताराज़ी, ई., एंड ग्रोबमैन, जे. *(2017, 6* सतिंबर*)*. डविलपगि नोवेल एपलकिेशन्स ऑफ़ माइसेलयिम बेस्ड बायो कंपोसटि मटेरयिल्स फ़ॉर डज़िाइन एंड आर्कटिेक्चर.

बालन, वी., मैथ्यू, टी., और फर्नांडीस, डी. *(2126)*. ट्रैजेक्टोरीज़ ऑफ़ स्पेस एक्सपलोरेशन इन अ पोस्ट केस्लर वर्ल्ड. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ ऑरबटिल मैकेनक्सि, *97(12)*। *https://doi.org/10.9780/8713253.2126.82 68432*

बेट्स, ए., एंड ड्रेपर, के. *(2019)*। बर्न*:* यूज़गि फ़ायर टू कूल द अर्थ. चेल्सी ग्रीन पब्लशिगि.

ब्रेगमैन, आर. *(2017, 2* मार्च*)*. वांट यूटोपयिा*?* स्टार्ट वदि यूनवर्सिल बेसकि इनकम एंड अ *15* आवर वर्क वीक. वायर्ड यूके. *https://www.wired. co.uk/ article/universal-basic-income-utopia*

बुरुकमैन, वी., एंड क्लगिलमुलर, एम. *(2014)*। पोटेंशयिल्स टू मटिगिट कलाईमेट चेंज यूज़गि बायोचर - द ऑस्ट्रयिन पर्सपेक्टवि. *IUFRO Occasional Papers, 27, 1–23*.

कार्लटन, टीए *(2017)*. क्रोप-डेमेजगि टेम्परेचर्स इंकरीज़ सूसाइड रेट्स इन इंडयिा. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेज़, *114(33), 8746-8751*। *https://doi.org/10.1073/pnas.1701354114*

कैरगिटन, डी. *(2021, 24* मार्च*)*. वन ऑफ़ अर्थ्स जायंट कार्बन सकि्स मे हेव बीन ओवरएस्टीमेटेड — स्टडी. द गार्जयिन. *http:// www.theguardian. com/environment/2021/mar/24/soils-ability-to-absorb-carbon-emissions-may-be-overestimated-study*

सेबलोस, जी., एर्लचि, पीआर, और डर्ज़ो, आर. *(2017)*. बायोलोजकिल एनहिलिशन वयिा द ऑनगोइंग सक्सि्थ मास एक्सकि्शन सग्निल्ड बाई वर्टेब्रेट पोपुलेशन लोसेस एंड डकिलाइंस. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेज़, *114(30)*, ई6089-ई6096। *https://doi. org/10.1073/ pnas.1704949114*

चेक, ई., एंड तारकोवस्की, वाई. *(2108)*. रवाईवगि इकोसस्टिम्स आफ्टर हीट डेथ*:* स्ट्रेटेजकि लीवरेज पोईंट्स फ़ॉर रजिेनेरेशन. ओपन जर्नल ऑफ़ इकोसस्टिम रीजेनरेशन, *72(1)*. *https://doi.org/10.3523/ OJECOREGEN.2389-92.2093*

सेरानोस, पी. *(2031)*. डपिवगि*:* अ मेथोडोलोजकिल रव्यिू एंड स्ट्रेटेजीज़ फ़ॉर ओपन आर्कटिेक्चर प्रेक्टसि. इन ओपन सोर्स अर्बनज्मि म*:* डजिाइनगि क्लाइमेट रेजलिएिंट सटिीज़ *(*वॉल्यूम *3)*. ओपन आर्कटिेक्चर कलेक्टवि, वेरोना.

चांग, एच.जे. *(2012)*. *23* थगि्ज दे डोंट टेल यू अबाउट कैपटिलज़्मि. ब्लूम्सबरी प्रेस.

चेन, डी., एनजी, ईएल, एंड एडसि, आर. *(2016,* दसिंबर *4)*. नाइट्रोजन पोल्यूशान*:* द फ़ॉरगोटन एलीमेंट ऑफ़ कलाईमेट चेंज . द कनवर्सेशन. *http:// theconversation.com/nitrogen-pollution-the-forgotten-Element-of-climate-change-69348*

चेन, एल. *(2031)*. द स्लो फैब्रकिेशन मूवमेंट*:* न्यू पर्सपेक्टवि्ज़ ऑन टेक्नोलोजकिल प्रोग्रेस. द जर्नल ऑफ़ सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन, *3(6)*। *https://doi.org/10.8423/JSUPRDN.9264-43.2031*

सयिास, पी., सबाइन, सी., बाला, जी., बोप, एल., ब्रोवकनि, वी., कैनाडेल, जे., छाबड़ा, ए., डीफ्रीज़, आर., गैलोवे, जे., हीमैन, एम., जोन्स, सी., क्वेरे, सीएल, माइनेनी, आरबी, पयिाओ, एस., एंड थॉर्नटन, पी. *(2013)*. कार्बन एंड अदर बायोजयिोकेमकिल साइकल्ज़. इन क्लाइमेट चेंज *2013 -* द फजिकिल साइंस बेससि*:* वर्कगि गुरुप *I* कंट्रीब्यूशन टू द फफि्थ असेसमेंट रपिोर्ट ऑफ द इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज (पीपी. *465-570*)। कैम्ब्रजि यूनवर्सिटी प्रेस। *https://doi. org/10.1017/CBO9781107415324.015*

कॉर्डेल, डी., ड्रैंगर्ट, जे.-ओ., और व्हाइट, एस. *(2009)*. द स्टोरी ऑफ़ फास्फोरस*:* ग्लोबल फूड सेक्यूरटिी एंड फूड फ़ॉर थोट. ग्लोबल एन्वायरनमेंटल चेंज, *19(2), 292-305*। *https://doi.org/10.1016/j. gloenvcha.2008.10.009*

कोवे, के., सोपर, एफ., पंगाला, एस., बर्नार्डनिो, ए., पग्लयिारो, जेड., बासो, एल., कासोल, एच., फर्नसाइड, पी., नवरेटे, डी., नोवोआ, एस., सवाकुची, एच., लवजॉय, टी., मारेंगो, जे., पेरेज, सी.ए., बैली, जे., बर्नास्कोनी, पी., कैमार्गो, जे., फ्रीटास, सी., हॉफमैन, बी.,... एलमोर, ए *(2021)*. कार्बन एंड बयिॉन्ड*:* द बायोजयिोकेमस्ट्रिी ऑफ़ क्लाइमेट इन ए रैपडिली चेंजगि अमेज़न. फ्रंटयिर्स इन फ़ोरेस्ट्स एंड ग्लोबल चेंज, *4*. *https://doi.org/10.3389/ ffgc.2021.618401*

क्यूंटास, एल., चेन, एल., और ट्रोमेन, जी. *(2029)*. ऑल नॉलेज टू ऑल

पीपुल. द जर्नल ऑफ़ ओपन टेक्नोलॉजी, *1(4)*। *https://doi. org/10.8423/JOPNTCH.9264-49.2029*

डैम्सचेन, ईआई, ब्रुडवगि, एलए, बर्ट, एमए, फ्लेचर, आरजे, हद्दाद, एनएम, लेवे, डीजे, ऑरॉक, जेएल, रेसास्को, जे., एंड टेव्सबरी, जेजे *(2019)*. ऑनगोइंग एक्यूमुलेशन ऑफ़ प्लांट डाईवेर्सटिी थ्रू हेबटिट कनेक्टविटिी इन एन *18* इयर ओल्ड एक्सपिरमिंट. साइंस, *365(6460), 1478*. *https://doi.org/10.1126/science.aax8992*

डेवसि, डी.आर., ईपीपी, एम.डी., और रिओर्डन, एच.डी. *(2004)*. चेंजसि इन यूएसडीए फूड कंपोज़ीशन डेटा फ़ॉर *43* गार्डन क्रोप्स, *1950* टू *1999*. जर्नल ऑफ़ द अमेरकिन कॉलेज ऑफ़ न्यूट्रशिन, *23(6), 669–682*। *https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409*

देवसी, जेड, और कोल, एल. *(2130)*. रीथकिगि ह्यूमन प्रोग्रेस: मैपगि सोशल इंडकिेटर ऑफ़ लबिर्टी, सोशल कोहेसन एंड ग्लोबल हैप्पीनेस इंडेक्स *2125-2130*. ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन प्रोग्रेस, *128(1), 120-147*.

डयिाज़, एस, सेटेली, जे., ब्रोंडज़ियिो, ई., एनजीओ, एचटी, ग्वेज़, एम., अगार्ड, जे., अर्नेथ, ए., बलवानरा, पी., ब्रूमन, के., वाटसन, आर., बस्ट , आई., लैरीगौडेरी, ए., लेडली, पी., पास्कुअल, यू., बैप्टस्टि, बी., डज़िबिा, एल., एरपुल, जी., फ़ज़ल, ए., फ़शिर, एम., ... वलिा, बी *(2019)*. समरी फ़ॉर पोलसिी मेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट ऑन बायोडाईवेर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिज़ - असंपादति अग्रमि संस्करण. *39*.

डरिकि, डी., और चेन, ए. *(2029)*. ग्लोबल कलाईमेट एसेंबलीज़: अ कोंपरेहेंसवि गाइड टू पीपुल्स गवरनेंस फ़ॉर कलाईमेट जस्टसि. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

दून, आर. *(2035)*. कार्बन एंड इट्स मैलकंटेंट्स: रपिरेशन्स फॉर कैपटिल गेन्स फ्रॉम फॉसलि एक्स्ट्रेक्टविज़्म. रेड हाउस.

एलसि-पीटरसन, एच *(2020, 8* अगस्त*)*. इंडयिा प्लांस टू फेल एंशयिंट फ़ॉरेस्ट टू क्रएिट *40* न्यू कोलफ़ील्ड्स. द गार्ज़यिन. *http://www.theguardian.com/world/2020/aug/08/india-prime-minister-narendra-modi-plans-to-fell-ancient-forest-to-create-40-new-coal-fields*

इओनास, एन. *(2045)*. बायोमा: एन एल्गी-चटिोसन एनर्जी स्टोरेज प्रोडक्शन सोल्यूशन. डजिाइनगि ब्रेकथ्रू फॉर द पीपुल, *24*. *https://doi.org/10.1580/2207853.2045.1948465*

एफएओ एंड आईटीपीएस. *(2015)*. स्टेटस ऑफ़ द वर्ल्डस सोईल रसिोर्सस *(*एसडब्ल्यूएसआर*)* - मेन रपिोर्ट *(*पृष्ठ *650)*. फूड एंड एग्रीकल्चर ओर्गनाईज़ेशन ऑफ़ द यूनाइटेड नेशंस एंड इंटरगवर्नमेंटल टेकनकिल पैनल ऑन सोईल्स. *http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf*

एफएओ और आईटीपीएस। *(2035)*. स्टेटस ऑफ़ द वर्ल्डस सोईल रसिोर्सस *(*एसडब्ल्यूएसआर*)*- मेन रपिोर्ट *(*पृष्ठ *874)*. फूड एंड एग्रीकल्चर ओर्गनाईज़ेशन ऑफ़ द यूनाइटेड नेशंस एंड इंटरगवर्नमेंटल टेकनकिल पैनल ऑन सोईल्स. *http://www.fao.org/7/i3289e/i8229e.pdf*

फुकुओका, एम. *(1978)*. द वन-स्ट्रॉ रेवोल्यूशन: एन इंट्रोडक्शन टू नेचुरल फार्मगि.

गार्सयिा, ई.एस., स्वान, ए.एल.एस., वलिेगास, जे.सी., ब्रेशयिर्स, डी.डी., लॉ, डी.जे., सेल्स्का, एस.आर., और स्टार्क, एस.सी. *(2016)*. सनिर्ज़स्टिकि इकोक्लाइमेट टेलीकनेक्शन्स फ्रोम फ़ॉरेस्ट लॉस इन डफ्रिेंट रीजंस स्ट्रक्चर ग्लोबल इकोलोजकिल रस्पिोंसेस. प्लोस वन, *11(11), 1–12*। *https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165042*

गार्सयिा-ओलविारेस, ए., और सोल, जे. *(2015)*. एंड ऑफ़ ग्रोथ एंड द स्ट्रक्चरल इनस्टेबलिटिी ऑफ़ कैपटिलज़िम - फ्रोम कैपटिलज़िम टू अ समिबायोटकि इकोनोमी. फ़्यूचर्स, *68, 31-43*। *https://doi.org/10.1016/j.futures. 2014.09.004*

घडियि, एम., लुकात्स्काया, एमआर, झाओ, एम.-क्यू., गोगोत्सी, वाई, एंड बारसूम, एमडब्ल्यू *(2014)*. कंडक्टवि टू डाईमेनशनल टाईटेनयिम कारबाईड 'क्ले वदि हाई वॉल्यूमेट्रकि कैपेसटिंस. नेचर, *516(7529), 78-81*। *https://doi.org/10.1038/nature13970*

ग्लेसर, बी., हाउमाइर, एल., गुगेनबर्गर, जी., एंड ज़ेक, डब्ल्यू. *(2001)*. "टेरा प्रीटा" फ़निोमनिन: अ मॉडल फ़ॉर सस्टेनेबल एग्रीकल्चर इन द ह्यूमडि ट्रोपक्सि. नैचुरवसिन्सचाफ्टेन, *88(1), 37-41*। *https://doi. org/10.1007/s001140000193*

गोल्डमैन, एफ. *(2028)*. क्लाइमेट रेजलिएिंट जोन: ए पोस्ट-कैपटिलस्टि डेवलपमेंट पॉलसिी फॉर प्लैनेटरी इकोलॉजकिल क्राइससि. इन द यूनविर्सल डकिलेयेरेशन ऑफ़ कलाईमेट जस्टसि. यूनयिन ऑफ़ कंसरन्ड साइंटस्टि्स.

गोल्डमैन, एफ *(2064)*. रविज़िटिगि कलाईमेट रेसलियिंट ज़ोन्स: डविलपमेंट इन ग्लोबल कलाईमेट एक्शन एंड देयर आउटकम्स. ओपन जर्नल ऑफ़ इकोसस्टिम रीजेनरेशन, *29(6)*.

ग्रेबर, डी. *(2014, 26* मार्च*)*. केयरगि टू मच. दैट्स द कर्स ऑफ़ द वर्कगि कलासेस / डेवडि ग्रेबर / ओपनियिन / द गार्ज़यिन. *https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/mar/26/ caring-curse-working-class-austerity-solidarity-scourge*

ग्रेबर, डी., और वेन्ग्रो, डी. *(2021)*. द डॉन ऑफ एवरीथगि: ए न्यू हस्टि्री ऑफ ह्यूमैनटिी *(*पहला अमेरकिी संस्करण*)*। फर्रार, स्ट्रॉस एंड गरिौक्स.

हैमर, ई.सी., बालोग-ब्रूनस्टैड, जेड., जैकबसेन, आई., ओल्सन, पी.ए., स्टपि, एस.एल.एस., और रलिगि, एम.सी. *(2014)*. अ माइकोराइजल फंगस ग्रोज़ ऑन बायोचर एंड कैप्चर्स फॉस्फोरस फ्रोम इट्स सर्फ़ेस. सोईल बायोलोज़ी एंड बायोकेमेस्ट्री., *77, 252-260*। *https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.06.012*

हैम्पटन, एम., और कुरुवलिा, सी. *(2092)*. द प्लुरविर्स: रेनबो इंटरसेक्शनलटिी

बयॉन्ड ए काउंटरहेग्मोनकि प्रैक्टसि. ईज़ीएलएन.

हनीफ, एम., सेसेरासयि, एल., कैनेल, सी., बायर, आई.एस., हेरेडया-ग्युरेरो, जेए, और अथानासयिो, ए. *(2017)*. एडवांसड मटेरयिल्स फ्रोम फंगल मायसेलयिम*:* फेब्रकिेशन एंड ट्यूनगि ऑफ़ फ़ज़िकिल प्रॉपर्ट्ीज़. साईंटफ़िकि रपिोर्ट्स, *7*, *41292*.

हॉकेन, पी. *(*एड.*)*. *(2018)*. ड्रॉडाउन*:* द मोस्ट कोंपरेहेंसवि प्लान एवर प्रोपोज़ड टू रोल बैक ग्लोबल वार्मगि. पेंगुइन बुक्स.

हेरा, आर. *(2010, 11* मई*)*. फ़ोर्ग्रेट अबाउट हाउसगि, द रयिल कॉज़ ऑफ़ द क्राइससि वाज़ ओटीसी डेरविटव्सि। बज़िनेस इनसाइडर. *https://www.businessinsider.com/bubble-derivatives-otc-2010-5*

हकिल, जे. *(2016)*. द ट्रू एक्सटेंट ऑफ़ ग्लोबल पावर्टी एंड हंगर*:* क्वेसटनगि द गुड न्यूज़ नेरेटवि ऑफ़ द मलिनयिम डेवेलपमेंट गोल्स. थर्ड वर्ल्ड क्वार्टरली, *37(5), 1-19*। *https://doi. org/10.1080/01436597.2015.1109439*

हकिल, जे. *(2020)*. लेस इज़ मोर*:* हाउ डीग्रोथ वलि सेव द वर्ल्ड. वलियिम हेनीमैन.

हकिल, जे., एंड कैलसि, जी. *(2020)*. इज़ ग्रीन ग्रोथ पोसबिल*?* न्यू पोलटिकिल इकोनोमी, *25(4), 469-486*। *https://doi. org/10.1080/13563467.2019.1 598964*

हुसैन, एन. *2017*. इनइक्वेलटिी, हंगर एंड मैलन्यूट्रशिन*:* पॉवर मैट्र्स. इन *2017* ग्लोबल हंगर इंडेक्स*:* द इनइक्वेलटिीज़ ऑफ़ हंगर. चैप्टर *3* पेज *24-29*। वाशगिटन डीसी।*;* बॉन*;* एंड डबलनि*:* इंटरनेशनल फूड पोलसिी रसिर्च इंस्टीट्यूट, वेल्थुंगरहल्फ़ एंड कंसर्न वर्ल्डवाइड. *https://doi. org/10.2499/9780896292710_03*

हुसैन, एस। *(2018, 11* मार्च*)*। *"*सटिीज़न साईंटस्टि्स*"* ट्रैक रेडएिशन सेवन ईयर्स आफ्टर फुकुशमिा. *https://phys.org/news/2018-03-citizen-scientists-track-years-fukushima.html*

आईसीसी. *(2034)*. इंटरनेशनल क्रमिनिल कोर्ट रूलगि ऑन इकोसाइड*:* इंवेस्टीगेशन इंटू कलाईमेट प्रोपेगंडा एंड फ़ासस्टि फ़ोर्सेस *1977- 2034*. इंटरनेशनल क्रमिनिल कोर्ट.

इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन कलाईमेट चेंज. *(2018)*. ग्लोबल वार्मगि ऑफ़ *1.5* डग्रिी सेल्सयिस. *http://www.ipcc.ch/report/sr15/*

आईपीबीईएस. *(2028)*. ट्रीटी ऑन म्यूचुअली एस्योर्ड थ्राईवगि*:* अ ग्लोबल प्लान ऑफ़ एक्शन *(*पृष्ठ *432)*. इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन बायोडाईवेर्सटिी एंड इकोससि्टम सरवसिस.

खान, आई., और शाह, आर. *(2127)*. कलेक्टेड वर्क्स ऑफ़ सम्बिायोटकि फैब्रकिेशन टेक्नोलॉजीज*:* एशयिा आर्काइव एडशिन. ओपन टेक सोसायटी, अहमदाबाद।

कूपरमैन, जीजे, चेन, वाई., हॉफमैन, एफएम, कोवेन, सीडी, लडिसे, के., प्रचिर्ड, एमएस, स्वान, एएलएस, और रैंडरसन, जेटी *(2018)*. फ़ॉरेस्ट रस्पिोंस टू राइज़गि सीओ *2* ड्राइवज़ ज़ोनली एसमिटरकि रेनफ़ॉल चेंज ओवर ट्रोपकिल लैंड. नेचर क्लाइमेट चेंज, *8(5), 434–440*। *https://doi.org/10.1038/s41558-018-0144-7*

क्रेट्स, एम. *(2048)*। टेक्नोलोजकिल इमरजेंस एंड एग्ज़ापशन*:* फ्रोम इंटेलेकचुअल प्रॉपर्ट्ी टू कलेक्टवि नॉलेज. ओपन टेक सोसायटी।

लकोटा, टी *(2125)*. बीइंग नेटवि*:* ए स्टडी ऑफ ट्रांसफॉर्मेटवि इंडजिनटिी. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ केयर वर्क, *100(8)*.

लैम, एस.एस., अजवर, ई., पेंग, डब्ल्यू., त्सांग, वाई.एफ., मा, एन.एल., लयिू, जेड., पार्क, वाई.-के., एंड क्वोन, ई.ई. *(2019)*. क्लीनर कनवर्जन ऑफ़ बेंबू इंटू कार्बन. फ़ाइबर वदि फ़ेवरेबल फ़ज़ियिोकेमकिल एंड कैपेसटिवि प्रॉपर्ट्ीज़ वयिा माइक्रोवेव पायरोलसिसि कंबाइनगि वदि सॉल्वेंट एक्सट्रेक्शन एंड केमकिल इमप्रेनेशन. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, *236*, *117692*. *https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692*

ली, ई, एंड कूपर, टी. *(2028)*. कैपटिल फ्लाइट ऑर फ़ाइट पूं*:* डकिलाइनगि रेट्स, यूनविर्सल इनकम एंड कैपटिलस्टि सेल्फ़ प्रीज़रवेशन. वर्सो.

लेहमन, जे., और जोसेफ, एस. *(2009)*. बायोचर फ़ॉर एनवायर्नमेंटल मेनेजमेंट. अर्थस्कैन लंदन.

लवजॉय, टीई, और नोब्रे, सी *(2019)*। अमेज़न टपिगि पॉइंट*:* लास्ट चांस फ़ॉर एक्शन. साइंस एडवांसेस, *5(12)*, *eaba2949*. *https://doi. org/10.1126/sciadv.aba2949*

मैथलिी, एम., एंड तेनज़गि, जे. *(2106)*. द कैपटिलोसनि*:* एन इकोनॉमकि हस्टि्री ऑफ प्रमिटिवि एक्यूमुलेशन, क्लाइमेट ब्रेकडाउन एंड सोशल कोलैप्स. इंस्टीट्यूट ऑफ़ आल्टरनेटवि इकोनोमकिस.

मलिानोवचि, बी. *(2020, 19* मार्च*)*. द रयिल पेंडेमकि डेंजर इज़ सोशल कोलेप्स. फ़ोरन अफ़ेयर्स. *https://www.foreignaffairs.com/article/2020-03-19/real-pandemic-danger-social-collapse*

मनि, के. एंड देवी, एल. *(2052)*. द इकोनोमक्सि ऑफ़ सोईल न्यूट्रीशन*:* अ स्टडी ऑन एंथ्रोपोसेंट्रकि वैल्यू एक्स्ट्रावज़िम ऑफ़ सोईल रसिोर्सेज़. इंस्टीट्यूट ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनोमक्सि.

मर्ज़िा, के. *(2067)*. क्लाइमेट एक्शन*:* जेंडर जस्टसि, लबिरेशन एंड केयर. ओपन एंथ्रोपोलॉजकिल सोसाइटी, तेहरान।

मयिावाकी, ए. *(1999)*. क्रएिटवि इकोलॉजी*:* रेस्टोरेशन ऑफ़ नेटवि फ़ॉरेस्ट्स बाई नेटवि ट्रीज़. प्लांट बायोटेक्नोलॉजी, *16(1), 15–25*। *https://doi. org/10.5511/plantbiotechnology.16.15*

मयिावाकी, ए. *(2004)*. रेस्टोरेशन ऑफ़ लविगि एनवायर्नमेंट बेस्ड ऑन

वेज़टिशन इकोलोजी*: थियोरी एंड प्रेक्टिस. इकोलोजकिल रसिर्च, 19(1), 83-90*। *https://doi.org/10.1111/j.1440-1703.2003.00606.x*

मुंडा, बी *(2058)*. द सकोर्चड अर्थ*:* वाज़ कैपटिलज़्मि वर्थ डसिट्रोयगि इंडीजनिज़्मि*?* (अंग्रेजी पुनर्मुद्रण)*.* आदविासी वाणी.

नायपनोई, और केल्मर, बी *(2031)*. पीपुल्स सीड आर्काइव्स*:* ए बायोडायवर्सटिी रीजनरेशन इनशिएिटवि. ओपन जर्नल ऑफ बायोडायवर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिज, *7(2)*.

नेन्क्वमिो, एन. *(2020, 12* अक्टूबर*)*. दसि इज़ माई मेसेज टू द वेस्टर्न वर्ल्ड - योर सविलिाइज़ेशन इज़ कलिंगि लाइफ़ ऑन अर्थ । अमेज़न रेनफ़ॉरेस्ट । द गार्जयिन. *https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/oct/12/western-worldyour-civilisation-killing-life-on-earth-indigenous-amazon-planet*

नेवेलगि, पी. *(2015)*. एक्सपोर्ट प्रोसेसगि ज़ोन्स, स्पेशल इकोनोमकि ज़ोन्स, एंड द लौंग मार्च ऑफ़ कैपटिलस्टि डेवलेपमेंट पोलसीिज़ ड्यूरगि द कोल्ड वार. इन डीकोलनाइज़ेशन एंड द कोल्ड वार*:* नेगोशयिेटगिं इंडीपेंडेंस. ब्लूम्सबरी अकादमकि. *https://doi. org/10.5040/9781474210591*

न्गाटा, के. *(2076)*. रइिमेजनगि सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन*:* आल्टरनेटवि्ज़ इन द मेकगि *(*शताब्दी संस्करण*)*. इंटरनेशनल सॉसाइटी फ़ॉर सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन.

न्गातयिा, एल. डब्लू., ली, जे.एम.जी., मोरयिासी, डी., बोल्कीस, ए., ओसे, जी.के., एंड और टेलर, आर. डब्लू. *(2019)*। बायोचार फास्फोरस सोपशन-डसिोर्पशन*:* पोटेनशयिल फास्फोरस यूट्रोफकिशन मटिगिशन स्ट्रेटज़्जी. बायोचर - एन इम्पेरटिवि एमेंडमेंट फ़ॉर सोईल एंड द एनवायरनमेंट. *https://doi.org/10.5772/intechopen.82092*

ऑक्सफैम. *(2015)*. एक्स्ट्रीम कार्बन इनइक्वैलटिी वाई द पेरसि कलेमेट डील मसमस्ट पुट द पुअरेस्ट, लोवेस्ट एमटिगिं एंड मोस्ट वलनेरबल पीपुल फ़र्स्ट *[*डेटा सेट*]*. कोनक्लिजिके ब्रलि एनवी. *https://doi. org/10.1163/2210-7975_HRD-9824-2015053*

पटेल, आर, एंड मूर, जेडब्लयू *(2017)*. अ हस्टि्री ऑफ़ द वर्ल्ड इन सेवन चीप थगि्ज*:* अ गाइड टू कैपटिलज़्मि, नेचर, एंड द फ़्यूचर ऑफ़ द प्लेनेट. यूनविर्सटिी ऑफ़ कैलफिोर्नयिा प्रेस.

पेरयिार, पी. *(2043)*. पर्सपेक्टवि ऑन टेरेस्टरयिल इकोनोमक्सि*:* द फ़ाइट टू प्रीसर्व अनप्रोडक्टवि नेचर. ज़ीरो फ़ार्मगि सॉसाइटी.

फलिपि्स, डी. *(2019, 19* जुलाई*)*. बोल्सोनारो डकिलेयर्स"द अमेज़न इज़ अवर्स" एंड कॉल्स डफिोरेस्टेशन डेटा "लाइज़". द गार्जयिन. *http://www.theguardian.com/world/2019/jul/19/jair-bolsonaro-brazil-amazon-rainforest-deforestation*

पॉपकनि, बी. *(2018, 9* अक्टूबर*)*. फ़ोरेस्ट्स एमेर्ज एज़ अ मेजर ओवरलुक्ड कलाईमेट फेक्टर. क्वांटा मैगेज़ीन. *https://www. quantamagazine.org/forests-emerge-as-a-major-overlooked-climate-factor-20181009/*

कयिाओ, बी., और सखारोव, एस. *(2093)*. सम्बियोटकि म्युचुअलज़्मि फ़निोमेनन एज़ ओब्ज़रव्ड इन क्लाइमेट रेजलिएिंस जोन्स. ओपन जर्नल ऑफ इकोसस्टिम रजिनेरेशन, *57(4)*. *https://doi.org/10.3523/OJECOREGEN.2389-92.2093*

राबी, क्यू., लुंडकवस्टि, आर., वैद्य, डब्ल्यू., और शाह, ई. *(2073)*. इकोसस्टिम डायनेमक्सि ऑफ़ अ हॉट हाउस अर्थ. जर्नल ऑफ़ क्लाइमेट डायनामक्सि, *45(6)*। *https://doi.org/10.2923/JCDNM.2434-83.2073*

रे, डी। *(2019, 9* जुलाई*)*. कलाईमेट चेंज इज़ अफ़ेक्टगि क्रोप यील्ड एंड रडियूसगि ग्लोबल फ़ूड सप्लाइज़. *https://theconversation.com/weather-change-is-affecting-crop-yields-and-reducing-global-food-supplies-118897*

रचिर्डसन, एल., वीवर, के., और करुप, पी.एम. *(2129)*. स्टेबलिटिी ऑफ़ कलाईमेट सस्टिम्स एट *2.5* डग्रिी सेल्सयिस. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ अर्थ सस्टिम डायनेमक्सि, *101(12)*। *https://doi.org/10.9310/8042753.2129.7892133*

रॉबनि्सन, डब्ल्यू. आई. *(2019)*. ग्लोबल कैपटिलस्टि क्राइससि एंड ट्वेंटी-फर्स्ट सेंचुरी फासीसज़्मि वाद*:* बयिॉन्ड द ट्रम्प हाइप. साइंस एंड सोसाइटी, *83(2), 155-183*। *https://doi.org/10.1521/siso.2019.83.2.155*

सांचेज़-बायो, एफ., एंड वकिहुइस, के.ए.जी. (2019). वर्ल्डवाइड डकिलाइन ऑफ़ द एंटोमोफौना: अ रवि्यू ऑफ़ इट्स डराईवर्स. बायोलोजकिल कंसर्वेशन, 232, 8-27. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020

शवि, वी. (2001). प्रोटेक्ट ऑर पलंडर?: अंडरसटेंडगि इंटीलैक्चुअल प्रोपर्टी राइट्स. जेड बुक्स.

शवि, वी. (2008). सोईल नॉट ओयल: कलाईमेट चेंज, पीक ओयल, एंड फ़ूड इनसेक्यूरटिी. जेड बुक्स.

स्टेनली, आई., बुलर, ए., एंड मैथ्यू, एल. (2021). केयरगि फ़ॉर अर्थ, केयरगि फ़ॉर ईच अदर: एन इंडस्ट्रयिल स्ट्रेटजी फ़ॉर एडल्ट सोशल केयर (पृष्ठ 41). कॉमन वेल्थ एंड सेंटर फ़ॉर लोकल इकोनोमकि स्ट्रेटजीज़.

स्टीफन, डब्ल्यू., रॉकस्ट्रॉम, जे., रचिर्डसन, के., लेंटन, टी.एम., फोल्के, सी., लवरिमैन, डी., समरहेस, सी.पी., बार्नोस्की, ए.डी., कॉर्नेल, एसई, क्रूसीफक्सि, एम., डोंगेस , जेएफ, फेटजर, आई., लाडे, एसजे, शेफ़र, एम., वकिंलमैन, आर., एंड स्चेलनहुबर, एचजे (2018). ट्रेजेक्टरीज़ ऑफ़ द अर्थ सतिम इन द एंथ्रोपोसीन. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेज़, 115(33), 8252-8259। https://doi.org/10.1073/ pnas.1810141115

स्टीडगिर, बी.एस., क्राउथर, टी.डब्ल्यू., लयिांग, जे., वैन नूलैंड, एम.ई., वर्नर, जी.डी.ए., रीच, पी.बी., नाबूर्स, जी.जे., डी-मगिुएल, एस., झोउ, एम., पकिार्ड,

एन., हेरॉल्ट, बी., झाओ, एक्स., झांग, सी., राउत, डी., एंड पेय, के जी (2019). कलाईमेटकि कंट्रोल्स ऑफ़ डकिंपोज़शिन ड्राइव द ग्लोबल बायोजयिोग्राफ़ी ऑफ़ फ़ॉरेस्ट ट्री समिबायोससि. नेचर, 569(7756), 404–408। https://doi.org/10.1038/s41586-019-1128-0

सुब्बन, आर.एच.वाई., अरोफ़, ए.के., और राधाकृष्ण, एस. *(1996)*. पॉलमिर बैटरीज़ वदि चटिोसन इलेक्ट्रोलाइट मक्सि्ड वदि सोडयिम परक्लोरेट. मटेरयिल्स साइंस एंड इंजीनयिरगि: बी, *38(1), 156-160। https://doi.org/10.1016/0921-5107(95)01508-6*

थापा, बी. *(2047)*. इंडीजनिस लाइफ़ एंड रूरल इंडिया: अ पोस्ट-कलाईमेट रपिरेशंस रविय्यू.. पीपुल्स आर्काइव ऑफ रूरल इंडिया *(PARI)*.

ठेककरा, एम. एम. *(2019, 25 फरवरी)*. अ ह्यूज़ लैंड ग्रैब इज़ थ्रेटनगि इंडियाज़ ट्राइबल पीपुल. दे नीड ग्लोबल हेल्प. मारी मार्सेल थेकाकारा. द गार्जयिन . *https://www.theguardian. com/commentisfree/2019/feb/25/land-grab-tribal-people-india- adivasi*

थॉम, डी., गोलविट्स, एम., एडलगि, एल., मेग्स, जीडब्ल्यू, गौरेवचि, जेडी, सोनटर, एलजे, गैलफोर्ड, जीएल, और कीटन, डब्ल्यूएस *(2019)*. द कलाईमेट सेंसटिविटिी ऑफ़ कार्बन, टबिर, एंड स्पीशीज़ रचिनेस कोवरीज़ वदि फ़ॉरेस्ट एज इन बोरयिल-टेम्प्रेट नॉर्थ अमेरकिा. ग्लोबल चेंज बायोलॉजी, *25(7), 2446-2458। https://doi.org/10.1111/gcb.14656*

टोलेफसन, जे। *(2014)*. द ग्रोथ नेवार स्लोज़, नेचर न्यूज़. *https://doi.org/10.1038/nature.2014.14536*

टोरेस, एफ। *(2027)*. ग्लोबल कलैप्स इन ट्रस्ट ऑफ़ पब्लकि इंस्टीट्यूशन्स: अ रविय्यू एंड इट्स रेमेडयिल सोल्यूशंस. ग्लोबल गवर्नेंस एंड पॉलसिी, *33(4), 137-144*।

त्सगि, ए. एल. *(2015)*. द मशरूम एट द एंड ऑफ़ द वर्ल्ड ऑन द पोसबिलिटिी ऑफ़ लाइफ़ इन कैपटलस्टि रुईन्स. *http://portal.igpublish.com/ ilibrary/search/PUPB0004227.html*

उबुम्वे, के. *(2114)*. सेंचुरीज़ ऑफ़ फॉसलि गलि्ट: टेकगि स्टॉक ऑफ़ द केटेसट्रोफ़कि कॉस्ट टू ह्यूमन सॉसाइटी फ्रोम फ़ोसलि फ्यूअल इंफ्रास्ट्रक्चर्स. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनोमक्सि, *95(4), 230-267। https://doi.org/10.1080/13563467.2114.1598964*

यूएनसीएसी. *(2043)*. ग्लोबल रपिरेशंस फ़ॉर जेनोसाइड ऑफ़ इंडीजनिस पीपुल्स एंड एरेज़र ऑफ़ इंडीजनिस कल्चर्स *(पृष्ठ 211)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूएनसीएसी. *(2056)*. डकिलेयरेशन ऑफ़ राइट्स टू पर्सनहुड फ़ॉर इकोसस्टिम्स *(पृ. 211)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूएनडीपी. *(2029)*. यूनविर्सल लविबल इनकम: ग्लोबल पॉलसिी एंड इम्प्लीमेंटेशन पैरामीटर्स *(पेज 200) [समरी रपिोर्ट]*। यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूनेस्को. *(2048)*. वर्ल्ड कलाईमेट इनइकवैलटिी रपिोर्ट *(पृष्ठ 300)*. इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन रैपडि क्लाइमेट एक्शन.

वनूर, आर., एकमैन, बी., और कयिाओ, बी. *(2128)*. एडवांसेस इन मायसेलयिल न्यूरोबायोलॉजी: द माइसेलयिल न्यूरल इंटरफ़ेस "ब्रेन". द जर्नल ऑफ़ ओपन न्यूरोसाइंस, *90(4)*। *https://doi.org/10.3523/JNEUROSCI.8343-83.2128*

वेमुला, आर. *(2116)*. अ सेंटीनरी ऑफ़ ग्लोबल कलाईमेट जस्टसि: द लीगेसीज़ ऑफ़ द ट्रीटी ऑफ़ यूनीवर्सल कलाईमेट जस्टसि. ब्लू फ्यूचर कलेक्टवि.

वोल्ड, जे.एल.एल. *(2015)*. माइक्रोवेव टॉरफिकिेशन ऑफ़ नेचुरल फ़ाईबर्स फ़ॉर इनकोरपोरेशन इंटू इंजीनयिरगि थर्माप्लास्टकि बायोकम्पोजट्सि. *https://library.ndsu.edu/ir/handle/10365/24819*

वांग, एच., जू, जेड., कोहंडेघन, ए., ली, जेड., कुई, के., टैन, एक्स., स्टीफेंसन, टीजे, कगि'ओंडु, सीके, होल्ट, सीएमबी, ओल्सन, बीसी, टाक, जेके, हार्फील्ड, डी., अन्ययिा, एओ, और मटिलनि, डी. *(2013)*. इंटरकनेक्टेड कार्बन नैनोशीट डरिाईव्ड फ्रोम हेम्प फ़ॉर अल्ट्राफास्ट सुपरकैपेसटिर वदि हाई एनर्जी. एसीएस नैनो, *7(6), 5131-5141। https://doi.org/10.1021/ nn400731g*

वांग-एरलैंडसन, एल., टोबयिन, ए., वैन डेर एंट, आर.जे., फेटजर, आई., ते वएिरकि, एस., पोर्क्का, एम., स्टाल, ए., जारामलिो, एफ., डहल्मन, एच., सहि , सी।, ग्रीव, पी।, गर्स्टेन, डी।, कीज़, पीडब्लू, ग्लीसन, टी।, कॉर्नेल, एसई, स्टीफ़न, डब्ल्यू।, बाई, एक्स।, और रॉकस्ट्रॉम, जे। *(2022)*। हरे पानी के लएि एक ग्रह सीमा। प्रकृतसिमीक्षा पृथ्वी और पर्यावरण, *1-13। https://doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8*

व्हाईटसाइड, एम.डी., वर्नर, जी.डी.ए., कालदास, वी.ई.ए., वैंट पड्जे, ए., डुपनि, एस.ई., एल्बर्स, बी., बक्कर, एम., व्याट, जी.ए.के., क्लेन, एम., हकि, एम.ए., पोस्टमा, एम., वैतला, बी., नोए, आर., शमिज़ु, टी.एस., वेस्ट, एस.ए., और कयिर्स, ई.टी. *(2019)*. माइक्रोज़ल फ़ंगाई रस्पिोंड टू रसिोर्स इनइक्वैलटिी बाई मूवगि फॉस्फोरस फ्रोम रचि टू पुअर पैचेज़ एक्रोस नेटवर्क्स. करेंट बायोलॉजी, *29(12), 2043-2050.e8। https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.061*

वाइल्डस्चुट, डी. *(2017)*. द नीड फ़ॉर सटिज़िन साइंस इन द ट्रांज़ीशन टू अ सस्टेनेबल पयिर टू पयिर सॉसाइटी. फ्यूचर्स, *91, 46-52। https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.010*

वोंग, एन. *(2081)*. समिफ़ैबस: सम्बिट्रोनकि फैब्रकिेशन मेथड्स, प्रोसेस एंड मैटेरयिल डेवलपमेंट *(पेज 24)*. ओपन डजिाइन सोसायटी, हांगकांग.

वू, एन., एंड यंग, टी. *(2035)*. बयिॉन्ड इंडगि्नेंट स्लॉटर: द केस फॉर क्लाइमेट रीपरेशन्स फॉर इंडस्ट्रयिल फार्म एनमिल्स. एएलएफ.

ज़ेरानो, पी. *(2036)*. कंपेरेटवि एसेसमेंट ऑफ़ ग्लोबल सोशल इंडीकेटर्स

एंड ग्लोबल हेप्पीनेस इंडाइससि*: 2031-2036*. ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन ज्योग्राफी, *33(4)*, *23–65*.

झोउ, एल., जू, डी., ली, वाई., पैन, क्यू., वांग, जे., ज़ूयू, एल., एंड हॉवर्ड, ए. *(2019)*. फ़ोसफ़ोरस एंड नाइट्रोजन एडसोर्पशन कैपेसटिस ऑफ़ बायोचर्स डराईव्ड फ्रोम डफ़्रिेंट पायरोलसिसि टेंपरेचर्स. वाटर, *11(8)*, *1559*. *https://doi.org/10.3390/w11081559*

झू, वाई., तांग, डब्ल्यू., जनि, एक्स., और शान, बी. *(2019)*. यूज़गि बायोचर कैपगि टू रड्यिुस नाइट्रोजन रलीज फ्रोम सेडमिंट्स इन यूट्रोफ़कि लेक्स. साइंस ऑफ़ द टोटल एनवायरनमेंट, *646*, *93-104*। *https://doi. org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.277*

दैनिक जीवन का प्रबंधन

चित्रण: सेफिन अलेक्जेंडर

"हमें लगातार 'मेज़ पर सीट आरक्षित करने' के बारे में बताया गया, लेकिन मेज़ हमारे पूर्वजों की हड्डियों से बनाई गई थी और गुलामों के खून से रंगी हुई थी, और किसी वक़्त पर हम कुर्सियों की बात करते-करते थक गए और इसके बजाय मेज़ तोड़ना शुरू कर दिया ।"

— डिफेंड द लैंड एंड वॉटर: द स्ट्रगल फॉर इंडिजिनस सॉवरेनिटी एंड ऑटोनॉमी (2041) में अरुका जुमा और अनाहिरा वाटेन

3. वेपरवेयर के परे: ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रम का स्मरण

बांग्ला से अनुवादित

रजिया जलदास

सीनियर रिसर्च फेलो, बंदरबन सेंटर फॉर मरीन बायोडायवर्सिटी

टन कोंपा

कलाईमेट एंथ्रोपोलोजिस्ट,
यूनिवर्सिटी ऑफ़ ढाका

मोंग साव चौधरी

डिजाइन हिस्टोरियन,

बंदरबन ओपन टेक सोसायटी, लामा चिटगोंग डिवीज़न

कीवर्ड:

जलवायु परिवर्तन

जल मरम्मत

प्रवाल बहाली

ग्लेशियर

कोरल रीफ

क्रायोस्फीयर

परिचय

लगभग 3.5 अरब वर्षों तक, पृथ्वी की सतह पर मौजूद जल ने उन प्रारंभिक स्थितियों का पोषण किया जिनसे सभी ज्ञात और अज्ञात जीवन उत्पन्न हुए। इन भूगर्भीय ढांचों के भीतर, मानव प्रयोग अनगिनत आकस्मिक विकासवादी विभाजनों से उभरा, जिनसे समूची सभ्यता का उदय हुआ। हमारा नीला ग्रह भूगर्भीय समयहीनता की स्थिति में निलंबित होने पर भी अनगिनत युगों के बीतने का साक्षी रहा है। कुछ समय पहले तक, भव्य ऐतिहासिकताओं की हमारी लोकप्रिय धारणाओं ने यह स्वीकार लिया था कि हमारी सभ्यता कालातीत और स्थायी थी, ना कि व्यवस्थाओं का एक स्थायी सेट, सहजीवन सहित, जो बेहद नाजुक था और जिसे निरंतर देखरेख की आवश्यकता थी। आज 22स्वीं सदी के हॉटहाउस जलवायु में पहुंचने पर, मानव सभ्यता की उंगलियों के निशान ग्रह के हाइड्रोलॉजिकल सिस्टम में बिखरे हुए हैं। इक्कीसवीं सदी के मध्य तक, पहले से ही मानवजनित जीवाश्म उत्सर्जन से बहुत अधिक ऊर्जा अवशोषित कर लेने के बाद, वैश्विक महासागरीय प्रणालियाँ कई जलवायु टिपिंग बिंदुओं को भंग करने के लिए तैयार थीं और ऐसा करने में, ग्रहीय जलमंडल के संचार तंत्र को खतरा पैदा हो गया था।

यह अध्याय 21स्वीं सदी के ग्लोबल ब्लू रिपेरेशंस गठबंधन और जलवायु न्याय आंदोलनों की विरासत पर चर्चा करता है, जिनकी कार्यवाहियों ने 22स्वीं सदी के जलवायु लचीलेपन के सामाजिक-राजनीतिक निर्माणों को मौलिक रूप से बदला और उसे फिर से आकार दिया। अभावग्रस्त इलाक़ों में पेयजल, हिमनदों और समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्रों की रक्षा एवं पुनरुद्धार हेतु हस्तक्षेप के रूप में, ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रम व्यापक प्रासंगिक दृष्टिकोण और अन्य कार्यक्रमों के भीतर निर्धारित किए गए थे। हमारी चर्चा कुछ तकनीकी मूलरूपों के माध्यम से इसका पता लगाएगी, जो लगभग पूरी तरह से स्वदेशी रूप से विकसित, स्थानीय रूप से निर्मित और उस समय उपलब्ध सबसे उन्नत खुले वैज्ञानिक ज्ञान पर आधारित थे। इनमें 'इंडो-गेंजेटिक' मैदानों में उपयोग किए जाने वाले 'बायोरिमीडिएटिंग रेयर अर्थ' खनिजों के "बायोमिनरलाइज़र", अत्यधिक विवादास्पद "रेनमेकर" उपकरण, वायुमंडलीय नदियों की कटाई, कृत्रिम ग्लेशियरों का निर्माण, और सुंदरबन इलाक़े में विद्युतीकृत समग्र 'ब्लैक-कोरल' रीफ्स के लिए प्रवाल के पुनर्वास समुद्री बाधाएं शामिल हैं। ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रम की इन रणनीतियों और आर्टीफ़ैक्ट्स का लेखा-जोखा जानने के लिए मिश्रित सबक पेश करते हैं। क्रायोस्फीयर पारिस्थितिकीय तंत्र में सबसे धीमी गति से सुधार हुआ है। इसके प्रयासों के दीर्घकालिक परिणाम अभी तक नहीं मिले हैं।

जबकि कई समुदायों ने पेय जल और कई समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्रों को पुनर्जीवित करने के आधार पर नई सामाजिक-तकनीकी प्रथाओं और विकसित भौतिक संस्कृतियों को अपनाया, फिर भी यह दावा करना जल्दबाजी होगी कि ब्लू रिपेरेशन रणनीतियाँ सफल हो गई हैं। मरम्मत की दिशा अधूरी है। कई पारिस्थितिकीय तंत्र अभी तक ठीक नहीं हो पाए हैं और शायद कभी भी ठीक ना हों। हालाँकि, इस अपूर्णता में, हम अभी भी उन लोगों के लिए संभावनाएं सुरक्षित कर सकते हैं जो हमारे बाद आएँगे।

1. नीले ग्रह पर जीवन: निरंतर प्रचुरता से अचानक असंगति तक

ऐतिहासिक रूप से, मानव समाजों ने अपनी सभी अवस्थाओं में जल के साथ संबंध बनाए रखा है। जल हमेशा से अविभाज्य रहा है। यह हमें सहज रूप से मानव बनाता है, जो लगातार हमें ग्रह के साथ हमारे विकासवादी संबंध की याद दिलाता है। हालाँकि, पिछली कुछ सदियों में, शायद सहस्राब्दियों में भी, जीवमंडल ने इन सहक्रियाओं में एक असामान्य विचलन देखा। ग्रहों के जीवमंडल को उपभोग के लिए एक संसाधन के रूप में परिभाषित किया गया, जिसे सभ्यतागत प्रयोग के लिए एक बेजान 'बाहरीता' के रूप में माना जाता रहा, जो बड़े पैमाने पर उपभोग के लिए उपयुक्त था। ऐसा प्रतीत होता है कि मानवता जान-बूझकर जीवन के इस आदिकालीन जीवनदायी रस को निष्फल कर रही थी। पारिस्थितिकीय तंत्र का आर्थिक निष्कर्षण और औद्योगिक वस्तुकरण वैश्विक पेयजल, हिमनदों और समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्रों की पारिस्थितिकी क्षमताओं का नाश करने में लगा था। इसे बदलने के आवश्यक रास्ते के रूप में यहाँ हम इस प्रयोग के पेचीदा स्वभाव को समझने और साथ लाने की कोशिश कर रहे हैं।

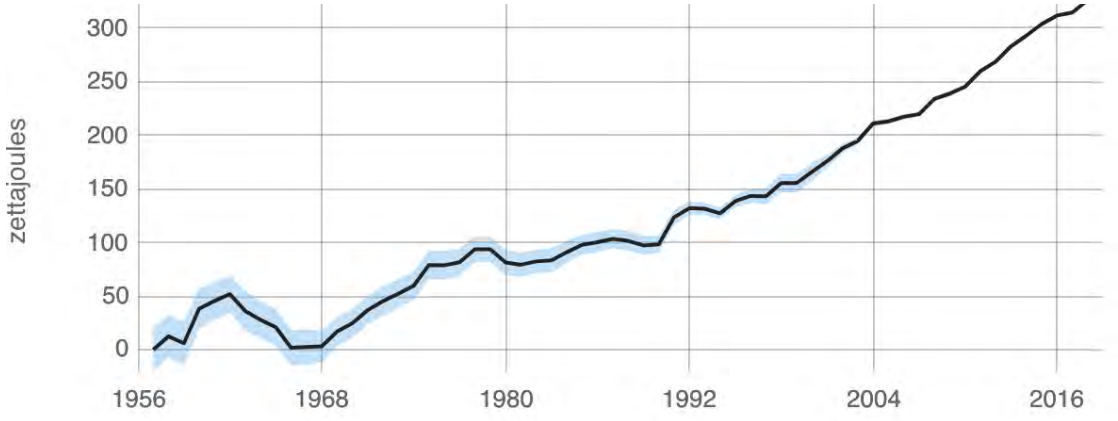
बचे हुए पेलियोक्लाइमेट आर्काइव ने हमें सैकड़ों हजारों वर्षों की कहानी को एक साथ जोड़ने में मदद की है। यह पुराने आइस कोर डेटा की समस्थानिक संरचना के वर्णक्रमीय विश्लेषण से संभव हुआ है। विश्लेषण बताते हैं कि पिछले हिमयुग (120,000-11,000 साल पहले) के दौरान, बीस से अधिक अचानक वार्मिंग के पीरियड, जिसे डांसगार्ड-ओशगर (डी-ओ) घटनाओं के रूप में जाना जाता है, घटित होने के लिए जाना जाता है (डांसगार्ड, 1985)। पिछले 60,000 वर्षों में केवल एक बार जब ग्रीनलैंड का तापमान प्रत्येक दशक में 1 डिग्री सेल्सियस से अधिक विचलित हुआ था। ऐसा पहले डी-ओ के दौरान हुआ था। मानव इतिहास के कालखंड में देखा जाए तो आखिरी बार इस तरह के बदलाव करीब 12,500 साल पहले देखे गए थे। पिछले 'हिमयुग' के अधिकतम हिमनदों ने एक गर्म ग्रह का मार्ग प्रशस्त किया, जिससे मानव सभ्यता का उदय हुआ। इस प्रकार, जबकि ऐसा प्रतीत होता है कि अचानक जलवायु परिवर्तन ग्रहों के काल में एक सामान्य घटना थी, पिछली शताब्दी में मानव गतिविधि ने उन प्रणालियों में बदलाव को मजबूर किया, जिन्हें अकेले आइस कोर डेटा से गुणात्मक रूप से नहीं लिया जा सकता है।

जो बात स्पष्ट थी वह यह कि ग्लोबल वार्मिंग स्तरों का उल्लंघन हो रहा था, जिसे केवल 'अचानक जलवायु परिवर्तन' के रूप में ही वर्णित किया जा सकता था, एक अत्यधिक विवादित शब्दावली जो बाहरी दबावों के कारण जलवायु प्रणालियों की गैर-रैखिक प्रतिक्रिया का वर्णन करती थी (जेनसन एवं अन्य, 2020)। जबकि भूगर्भीय अतीत में बाहरी दबाव के अभाव में महासागर, वायुमंडल, और समुद्री-बर्फ प्रणालियों के आंतरिक तंत्र से अचानक परिवर्तन उत्पन्न हुए। इस आकस्मिकता को अतिरिक्त वैश्विक जीवाश्म उत्सर्जन के लिए जिम्मेदार ठहराया गया और इसे इसी तरह नोट किया गया (आईपीसीसी, 2028; जानसन एवं अन्य, 2020)। एक नए “स्टेबल स्टेट" में जलवायु प्रणाली का संक्रमण समय के पैमाने पर तेजी से हो रहा था, जो कि किसी भी स्तर के जिम्मेदार दबाव से हासिल किया जा सकता था (राबी एवं अन्य, 2073)। ग्रह के विभिन्न जलवायु तंत्रों के इस विशिष्ट चरण परिवर्तन ने विशाल सभ्यतागत समय सीमाओं पर एक स्थिर संतुलन सुनिश्चित किया।

हालाँकि, जलवायु प्रणाली में अचानक बदलाव के साथ, ‘हाइड्रोस्फीयर’ (जलमंडल) और ‘क्रायोस्फीयर’ के मूलभूत तंत्र उजागर हो रहे थे। साथ ही, इसने मानव सभ्यता को संभव बनाने वाले होलोसीन युग की स्थिरता को उजागर किया। जीवाश्म कार्बन उत्सर्जन द्वारा संचालित ‘ईकोसाइड’ के उद्भव के साथ, हालाँकि, यह स्थिरता अब ग्रहीय हाइड्रोलॉजिकल सिस्टम के अंतर्निहित परिसंचरण गतिशीलता के दिए गए, बढ़ते और उल्लंघन करने वाली सीमाएँ नहीं थीं।

1.1 क्रायोस्फीयर गतिकी (डायनेमिक्स)

वैश्विक जलवायु में इन अचानक बदलावों के शुरुआती संकेत, क्रायोस्फीयर में स्पष्ट हो रहे थे क्योंकि ग्लोबल वार्मिंग के रुझान ने 21स्वीं सदी की शुरुआत में नाटकीय रूप से ध्रुवीय बर्फ के पिघलने और हिमनदों के विलुप्त होने की घटनाओं को तेज कर दिया था (एंगेल, 2019)। तात्विक जल में संलयन और वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा के लिए असामान्य रूप से उच्च क्षमता होती है। पानी को उच्च मात्रा में ऊष्मीय ऊर्जा को अवशोषित करने की आवश्यकता होती है, इससे पहले कि यह चरण बदलाव से गुजर सके, ख़ासकर तब, जब ग्रह पर पानी को गर्म करने वाले बदलाव भूगर्भीय पैमानों पर हो रहे हों। वैश्विक औद्योगिक सभ्यता के उद्भव के साथ, सभी जीवाश्म-ईंधन-आधारित तापीय ऊर्जा का लगभग 90 प्रतिशत महासागरों में फेंका जा रहा था। यह ग्रह के तापीय नियामक तंत्र (चित्र 1) में बाधा



चित्र 1 सन् 2020 के आंकड़े समुद्र में अवशोषित होने वाली वैश्विक महासागरीय ऊष्मा सामग्री में अत्यधिक तेजी दिखा रहे हैं। छवि: एनओएए/एनसीईआई विश्व महासागर डेटाबेस (2021)

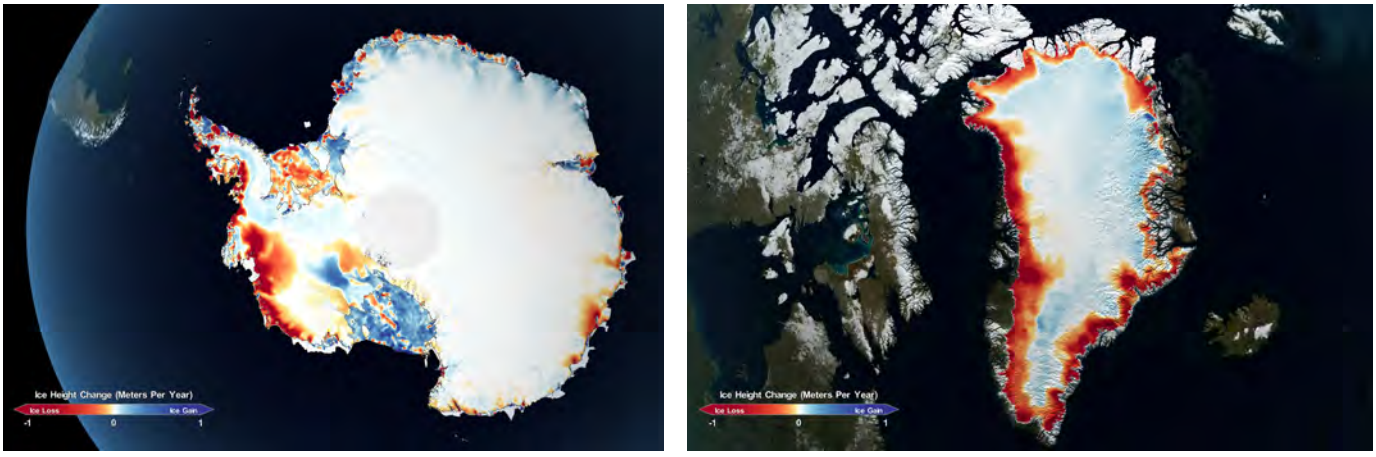
उत्पन्न कर रहा था। महासागरों में अवशोषित अतिरिक्त तापीय ऊर्जा क्रायोस्फीयर को पिघला रही थी, जिसने तब तक वैश्विक तापन के प्रभाव को कम कर दिया था लेकिन जो तेज़ी से विघटित हो रहा था।

उस समय के रूढ़िवादी अनुमानों ने 19स्वीं सदी के बाद से महासागरों द्वारा अवशोषित इस तापीय ऊर्जा के औसत परिमाण की गणना प्रति सेकंड लगभग एक परमाणु बम के रूप में की (कैरिंगटन, 2019ए)। हालाँकि, यह 150 वर्षों का औसत अनुमान था। पिछली सदी में, यही अनुमान लगभग आठ परमाणु बम प्रति सेकंड के करीब था, जो ग्रह के ताप इंजन की घातीय वृद्धि को प्रकट करता था (चित्र 1)। अप्रत्याशित टिपिंग पॉइंट और अचानक आए बदलाव से पता चलता है कि ये स्थिर अवस्थाएँ कितनी नाजुक थीं। 21स्वीं सदी की शुरुआत तक, यह अतिरिक्त ऊर्जा समुद्र की गहराई को भी संतृप्त कर टिपिंग पॉइंट्स तक पहुंच रही थी, जिसके कारण ग्रह पर मौजूद पानी तेजी से गर्म हो रहा था (चेंग एवं अन्य, 2020)।

प्रारंभिक विद्वानों ने, ख़ासकर उत्तरी गोलार्ध में, प्रत्येक वर्ष बर्फ के नाटकीय रूप से घटने की चेतावनी दी थी (फाउंटेन, 2020; गिल्बर्ट और किटेल, 2021; मैलेट एवं अन्य, 2021)। ध्रुवीय बर्फ की चौंका देने वाली पिघलने की दर ने, बर्फ के आवरण की मात्रा, विविधता और विस्तार में एक अभूतपूर्व और व्यापक कमी को अंजाम दिया, जिससे जलवायु प्रणाली के भीतर उनकी महत्वपूर्ण भूमिका प्रभावित हुई। ध्रुवों की तबाही एक महत्वपूर्ण टिपिंग पॉइंट था जो गर्मी, पोषक तत्वों और तलछट संचलन को बाधित कर सकता था (मैलेट एवं अन्य, 2021)। उनके विशाल क्षेत्रफल लेकिन अपेक्षाकृत कम मात्रा के कारण, सौर परावर्तकता एवं महासागर थर्मल प्रबंधन प्रणालियों सहित वैश्विक पैमाने पर उनकी परस्पर क्रिया और प्रतिक्रिया संकट में थी। गर्म महासागरों ने 21स्वीं सदी की शुरुआत में ध्रुवों पर बर्फ बनाने के पैटर्न को काफी हद तक अस्थिर बना दिया (चित्र 2 ए, बी)। अंटार्कटिका और ग्रीनलैंड की दो-महाद्वीपीय बर्फ की चादरें दुनिया भर में उच्च ऊंचाई वाले पर्वतीय ग्लेशियर, पारिस्थितिकीय तंत्रों के साथ सहस्राब्दियों से लेकर लाखों वर्षों तक भूगर्भीय पैमानों पर वैश्विक जलवायु प्रणालियों को प्रभावित करती हैं।

बीसवीं शताब्दी की शुरुआत तक, अकल्पनीय आर्कटिक 'बर्फ मुक्त ग्रीष्मकाल' संभव हो रहा था। सौर विकिरण को प्रतिबिंबित करने के लिए अपर्याप्त बर्फ के साथ, अल्बेडो प्रभाव ने महासागरों के अपरिवर्तनीय वार्मिंग को टिपिंग पॉइंट्स तक पहुँचाने की चेतावनी दी (वाधम्स, 2017)। दक्षिणी ध्रुवों पर, अंटार्कटिक बर्फ के खानों को टूट का सामना करना पड़ा। बढ़ती हिमनद निकासी ने "हाइड्रोफ्रैक्चरिंग" के लिए उनकी भेद्यता को बढ़ा दिया था, जिससे बर्फ के खाने टूट और बिखर जाते हैं। इसके अलावा, एक गर्म ग्रह का मतलब था कि आर्कटिक आइस-शीट की पुनर्जनन दर, पिघलने की दर से कम हो सकती थी, जो लगातार पतन का कारण बन सकता था (गिल्बर्ट और किटेल, 2021)।

परमाफ्रॉस्ट, उत्तरी उच्च अक्षांशों में देखी गई इस निरंतर होती वार्मिंग की एक और दुर्घटना थी। परमाफ्रॉस्ट महाद्वीपीय पैमाने के उत्तरी क्षेत्रों में मिट्टी की जल सामग्री और वनस्पति को प्रभावित करने वाले क्रायोस्फीयर घटकों में से एक रहा है, जो वार्मिंग के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील है। इसमें आई कमी और पिघलने से मिट्टी में जमे हुए कार्बनिक पदार्थ, धीरे-धीरे उजागर हो रहे थे और ग्रीनहाउस गैसों को वातावरण में छोड़ने और ग्लोबल वार्मिंग की दर में वृद्धि के कारक थे (वाट्स, 2020)। इस क्रमिक पर्माफ्रॉस्ट पिघलन से कार्बन उत्सर्जन का अनुमान कम उत्सर्जन परिदृश्य के



चित्र 2 ए) आइसीएसऐट (2003-2009) और आइसीएसऐट-2 (2018-) उपग्रहों द्वारा मापी गई अंटार्कटिक भूमि की बर्फ की मोटाई में परिवर्तन। बी) आइसीएसऐट (2003-2009) और आइसीएसऐट-2 (2018-) उपग्रहों द्वारा मापी गई ग्रीनलैंड भूमि की बर्फ की मोटाई में परिवर्तन। छवियाँ: नासा के वैज्ञानिक विज़ुअलाइज़ेशन स्टूडियो अभिलेखागार (2020)

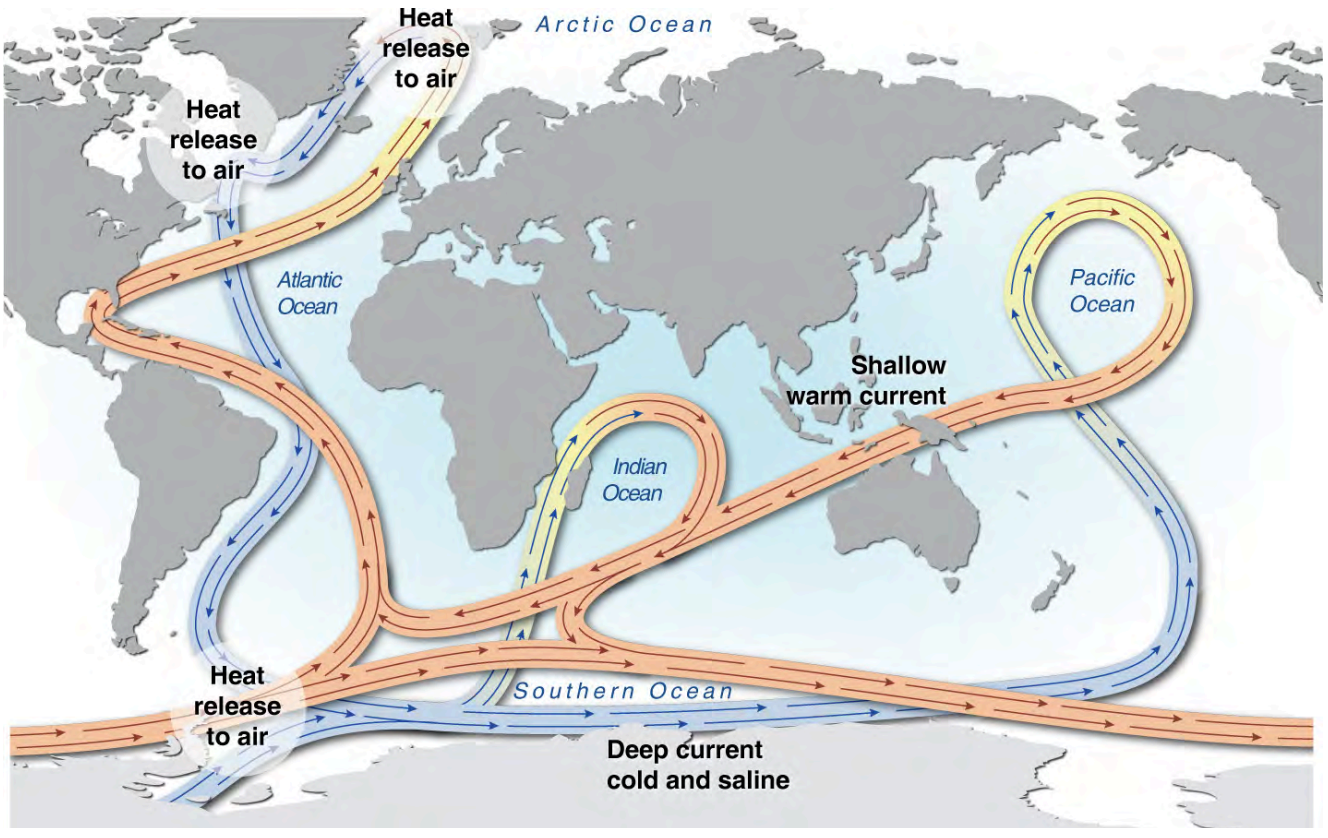
अंतर्गत लगभग 22 गीगा टन से 432 गीगा टन कार्बन डायआयक्साईड तक था, जो अचानक पिघलन और जंगल की आग के लिए जिम्मेदार नहीं था (नताली, एवं अन्य, 2021)। उस समय के संदर्भ में, अकेले वार्मिंग से उत्सर्जन की तुलना में जंगल की आग एक मध्यम उत्सर्जन परिदृश्य के तहत्, मिट्टी और पर्माफ्रॉस्ट से कार्बन उत्सर्जन सदी के अंत तक 30 प्रतिशत बढ़ने की उम्मीद थी। अगर जीवाश्म ईंधन उत्सर्जन को कम नहीं किया गया होता तो इस अचानक पिघलन से कार्बन उत्सर्जन 40 प्रतिशत होता (नताली, एवं अन्य, 2021)। सौभाग्य से, शीतलहर की गतिशीलता, जीवाश्म उत्सर्जन को समाप्त करने वाले कठोर उपायों और कृत्रिम ग्लेशियरों के साथ मानवीय हस्तक्षेपों ने अचानक पिघलन की घटनाओं को रोक दिया। उत्सर्जन अनुमानों ने लंबे समय तक मानवजनित उत्सर्जन बजट को जकड़ने वाले सामाजिक परिवर्तनों को कम करके आंका (तोश और वर्की, 2110)।

जैसा कि हम बाद के पन्नों में चर्चा करेंगे, एक सदी बाद भी, कृत्रिम ग्लेशियरों के साथ बर्फ की पट्टी ढहने की संवेदनशीलता को कम करने के वैश्विक प्रयास पहले की तुलना में अधिक कठिन साबित हुए हैं। आशा अनुरूप परिणामों के बावजूद, समुद्र स्तर को नाममात्र के स्तर तक सीमित रखने का संघर्ष अनिश्चित बना हुआ है। जैसे-जैसे वार्मिंग का चलन जारी रहा, आइस कोर जिसने लाखों, यहाँ तक कि अरबों वर्षों में अचानक परिवर्तन की ऐतिहासिक अवधि को दर्ज किया, हमेशा के लिए खो गया। हालाँकि, आज भी, क्रायोस्फीयर की सेहत, या इसके जो कुछ भी अवशेष बचे हैं, उन्हें अभी भी सार्वभौमिक रूप से पृथ्वी की जलवायु प्रणाली का एक महत्वपूर्ण संकेतक माना जाता है, जो विशेष रूप से ग्रीनहाउस वार्मिंग के प्रति संवेदनशील रहा है।

1.2 हाइड्रोडायनेमिक्स

इन बदलावों के निहितार्थों को समझने की ख़ातिर जिन्होंने हमारे ग्रह को अप्रत्याशित अस्थिर अवस्थाओं की ओर धकेल दिया, वे स्थिर अवस्थाओं को बनाए रखने वाले इस हाइड्रोडायनेमिक सिस्टम को समझ सकते हैं। इनमें से एक प्रणाली, समुद्री पानी के नीचे थर्मोहेलिन सर्कुलेशन प्रणाली (टीएचसी) थी, जो बिल्कुल 'हीट पंप' की तरह ग्रह के लिए हीट सर्कुलेशन सिस्टम के रूप में काम करती थी (चित्र 3)। समुद्र के पानी के नीचे इस ऊष्मा पम्प ने भूमध्य रेखा और दो ध्रुवों के बीच ऊष्मा ऊर्जा का संचार किया, जो ऊष्मा और लवणता के नाजुक अंतर पर निर्भर करती है। इस ऊष्मा नियमन प्रणाली के विघटन से ग्रह के गतिशील नियामक और हाइड्रोलॉजिकल परिसंचरण तंत्र खतरे में पड़ रहे थे। पानी के समुद्र द्वारा अवशोषित अतिरिक्त तापीय ऊर्जा और ग्रीनलैंड की बर्फ की चादरों से अभूतपूर्व पेयजल के पिघलने के साथ, (रेसनिक, 2017) समुद्र के तापमान और लवणता के बीच नाजुक संतुलन अनियंत्रित हो रहा था (स्टीफन, एवं अन्य, 2018)। ग्रह की थर्मोडायनेमिक स्थिरता को बनाए रखने के लिए आवश्यक स्थिर थर्मोहेलिन संचलन प्रणाली के लिए ये स्थितियाँ अनुपयुक्त थीं। महासागर के जलवायु नियमन कार्य के बिना, मानव सभ्यता के लिए स्थिर स्थिति बनाए रखना असंभव है (ज़न्ना एवं अन्य, 2019)।

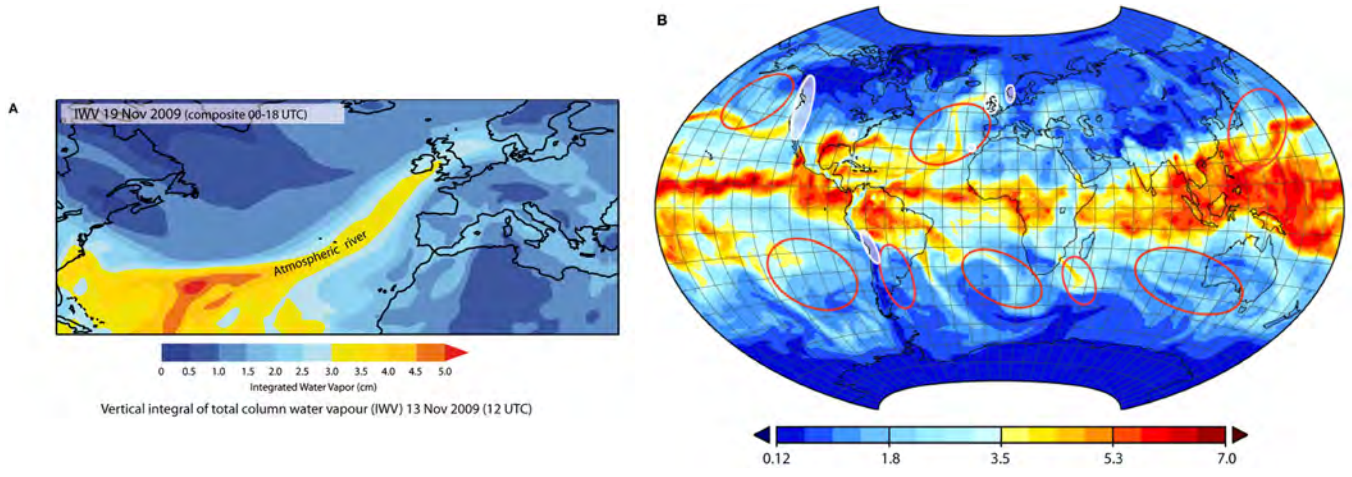
हालाँकि कई टिपिंग पॉइंट्स के बीच छिपे हुए इंटरैक्शन का अध्ययन शुरू होने के बावजूद, वार्मिंग के रुझान समझ



चित्र 3 थर्मोहलाइन परिसंचरण वायुमंडल में समुद्र की गर्मी को जारी करके वैश्विक जलवायु को नियंत्रित करता है। चित्र: मैपोटो/रिकार्डो प्रवेटोनी यूएनईपी/जीआरआइडी-अरेंडल, 2007

से बाहर के पैमाने पर जारी रहे। जीवाश्म तापीय ऊर्जा और उत्सर्जन से संतृप्त वायुमंडलीय प्रणालियों ने बादल निर्माण प्रक्रियाओं को खतरे में डाल दिया। अनियंत्रित छोड़ दिए जाने के कारण, वे विशिष्ट क्षेत्रों में स्ट्रैटोक्यूम्यलस बादलों के गठन को बाधित और ग्रह को ठंडा करने वाले सौर विकिरण को प्रतिबिंबित करने की उनकी क्षमता को प्रभावित कर सकते थे (श्नाइडर एवं अन्य, 2019)। यदि इस टिपिंग पॉइंट का उल्लंघन किया गया होता, तो पृथ्वी का तापमान 8 डिग्री सेल्सियस बढ़ जाता। इसके अलावा, कार्बन डायआक्साईड के कारण 4 डिग्री वार्मिंग और होती (श्नाइडर, एवं अन्य, 2019)। जिस कारण पहले पहल यह अस्थिरता "बिज़नेस-एज़-यूज़ुअल" उत्सर्जन परिदृश्य कहलाया, उसमें कार्बन डायआक्साईड सांद्रता अपने स्तर से काफी नीचे गिर गई थी। परंतु सदी के एक मोड़ पर आकर, ये स्ट्रैटोक्यूम्यलस डेक हाल ही में फिर से बने हैं (वोल्कोवर, 2019)। इसके अलावा, उच्च सतह वाष्पीकरण दर वाले गर्म महासागरों ने वातावरण में अधिक नमी सुनिश्चित की, जिससे वैश्विक वर्षा पैटर्न असामान्य रुप से बदल गया। गर्म महासागरों और जल निकायों से अतिरिक्त जल वाष्प ने "वायुमंडलीय नदियों" के बढ़ने का मार्ग बनाया (चित्र 4ए, बी)।

वायुमंडल के ऊपरी इलाकों में ये "नदियां" अब अतिरिक्त जल वाष्प तूफान को और अधिक तीव्र बनाने वाले बाधित वातावरण की गतिशीलता बना रही थीं, जो पहले से कहीं अधिक ऊर्जा लिए थे। इसके कारण आने वाले तटीय तूफान और तीव्र बाढ़ की घटनाओं ने समुदायों को तबाह किया (स्मिथ, 2018)। सौ साल में एक बार होने वाली चरम जलवायु घटनाएँ, जैसे तूफान और सूखा कहीं अधिक सामान्य हो गए। इस वैश्विक जलवायु पैटर्न ने अनिश्चितता का जीवन जीने वाले लोगों की संख्या में इज़ाफ़ा किया। तीव्र बाढ़ और सूखे के साथ, वर्षा-आधारित खाद्य प्रणालियों पर दबाव ने कई क्षेत्रों में जलवायु-जनित, भू-राजनीतिक टकरावों को जन्म दिया। भूवैज्ञानिक अतीत में अचानक आए जलवायु परिवर्तन का अध्ययन किया जा सकता है कि कैसे उन्होंने गहरे समुद्री थर्मोहेलिन परिसंचरण से वायुमंडलीय नदियों से स्ट्रैटोक्यूम्यलस क्लाउड संरचनाओं तक इन गहन हाइड्रोडायनामिक परिसंचरणों को प्रभावित किया। इन प्रणालियों की मानव-जनित तोड़फोड़ ने पूर्व-औद्योगिक राज्यों को 21स्वीं सदी के मध्य तक दी गई स्थिरता के लिए जिम्मेदार जटिल अंतःक्रियाओं का खुलासा किया।



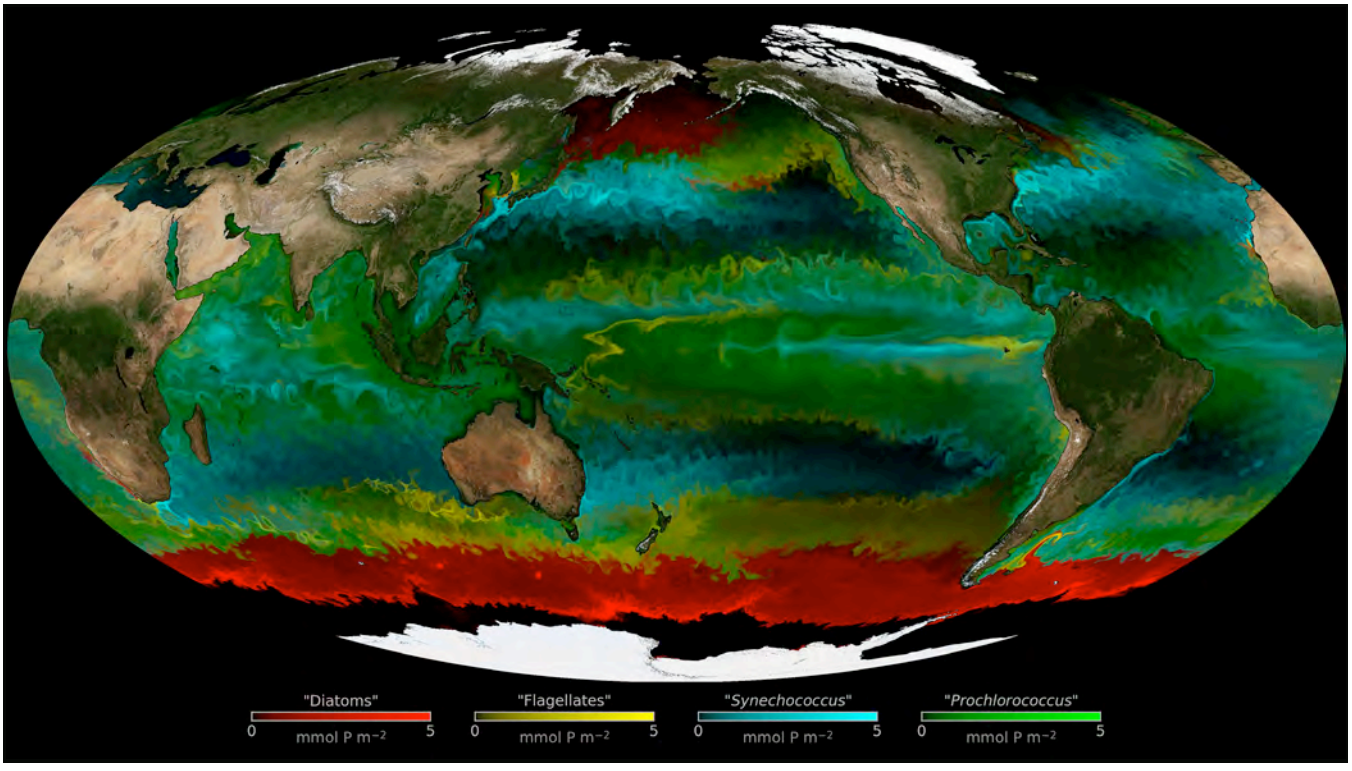
चित्र 4 ए) सन् 2009 में अत्यधिक वर्षा से जुड़ी एक वायुमंडलीय नदी (एआर) जिसने यूनाइटेड किंगडम (यूके) को प्रभावित किया। बी) छवि एआर (लाल आकृति) की घटना के क्षेत्रों का एक सामान्य वितरण दिखाती है। सफेद आकृति ने महाद्वीपीय क्षेत्रों को दिखाया जहाँ एआर अत्यधिक वर्षा और बाढ़ से जुड़े थे। छवियां: (गिमेनो एवं अन्य, 2014)

1.3 समुद्री जैव विविधता

कार्बन डायआक्साईड उत्सर्जन को अवशोषित करने वाले महासागरों के साथ, पृथ्वी पर समुद्र के पानी के मौलिक रसायन विज्ञान में भारी बदलाव की सूचना दर्ज की जा रही थी — सन् 2020 में सतह के समुद्री पानी का पीएच स्तर, 0.1 पीएच तक गिर गया। एक लघुगणकीय पैमाने पर अम्लता में 30 प्रतिशत की अभूतपूर्व वृद्धि दर्ज की गई (एनओएए, 2020)। शायद किसी और जगह की बनिस्पत, समुद्री जीवन पर, जिसने खुद को एक गहन रूप से अलग-थलग करने वाले पारिस्थितिकीय तंत्र में पाया, इसका सबसे ज़्यादा और नाटकीय प्रभाव पड़ा। कभी जीवन से भरपूर, समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र मानव सभ्यता की बाह्यताओं के लिए एक निर्जीव विचारधारा और एक मृत पात्र बन गया (ज़िया, 2020)। एक सदी बाद, हमारे सर्वोत्तम प्रयासों के बावजूद, यह अम्लता समुद्र में "मृत क्षेत्रों" में बनी अभी भी हुई है, जहाँ पीएच मान दोगुने अम्लीय हैं। इनमें से कुछ क्षेत्रों में, एकमात्र जीवित प्राणी सायनोबैक्टीरियम प्रोक्लोरोकोकस हैं, जो बढ़ती अम्लता और ताप के लिए उल्लेखनीय रूप से लचीले हैं (चित्र 5)।

साइनोबैक्टीरियम प्रोक्लोरोकोकस जैसी प्रजातियों की पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के कारण महासागरों को आज ग्रह का 'फेफड़ा' कहा जाता है। यह वैश्विक प्रकाश संश्लेषण के पाँच प्रतिशत के लिए जिम्मेदार है, जो कार्बन डाइऑक्साइड को अलग करता है। यह विकास का ग्रह चालक बना हुआ है, जिसने महासागरों में प्रारंभिक जीवन के विस्फोट को बढ़ावा दिया, और जिस वातावरण में हम सांस लेते हैं, उसमें यह अधिकांश ऑक्सीजन के लिए जिम्मेदार है (पेनी, 2017)। भले ही जैव विविधता के महत्वपूर्ण क्षेत्रों के रूप में समुद्र के चरागाहों में उनके पुनरुद्धार ने समुद्री जैव विविधता को बचाए रखा है, परंतु उन्हें एक गर्म, अधिक अम्लीय महासागर के अनुकूल जीवित रहने और अतीत के पारिस्थितिकीय तंत्र के विनाश से उबरना पड़ा है। हालाँकि, कोरल रीफ पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ यह एक अलग कहानी थी, जो जलवायु परिवर्तन से प्रेरित महासागर अम्लीकरण और वार्मिंग के प्रति अधिक संवेदनशील थे। इन मापदंडों की बढ़ती तीव्रता को देखते हुए, 20स्वीं सदी के अंत और 21स्वीं सदी की शुरुआत में कोरल प्रमुख "विरंजन घटनाओं" से पीड़ित थे। वे मानवीय कार्यों से बढ़ रहे जलवायु प्रतिक्रिया से नष्ट हो रहे थे। कोरल नाटकीय रूप से शैवाल और कोरल पॉलीप्स के बीच विच्छेदित सहजीवी संबंध के कारण, गर्मी से होने वाली मौतों का सामना करते थे और लगभग विलुप्त हो चुके थे। लेकिन वे कठोर हस्तक्षेप से पुनर्जीवित होने में सफल रहे। महासागरों में होने वाले परिवर्तन, कोरल के अनुकूलन के लिए मुश्किल थे। वे कोरल और अन्य 'कैल्सीफ़ायिंग शैवाल प्रजातियों के शरीर क्रिया विज्ञान पर अनुचित और नाटकीय तनाव डाल रहे थे। प्रजातियों ने इस बात का कोई सबूत नहीं दिया कि इन नई अम्लीय स्थितियों में अनुकूलन संभव होगा या नहीं। अचानक अम्लीकरण ने उनके कैल्सीफिकेशन तंत्र को बाधित कर दिया, जिसके द्वारा कैल्शियम कार्बोनेट संरचनाएं बनाई जा सकती हैं (कॉम्प्यू एवं अन्य, 2019; कॉर्नवाल एवं अन्य, 2021; क्यारीकु एवं अन्य, 2089)।

तेजी से कोरल गिरावट ने समुद्री बायोटा की गर्मी से होने वाली मौतों विनाशकारी स्थिति की तरफ़ ध्यान आकर्षित किया, जो अन्य चालकों द्वारा बढ़ा दी गई थी, जैसे कि औद्योगिक समुद्री तल से निवास स्थान का विनाश और

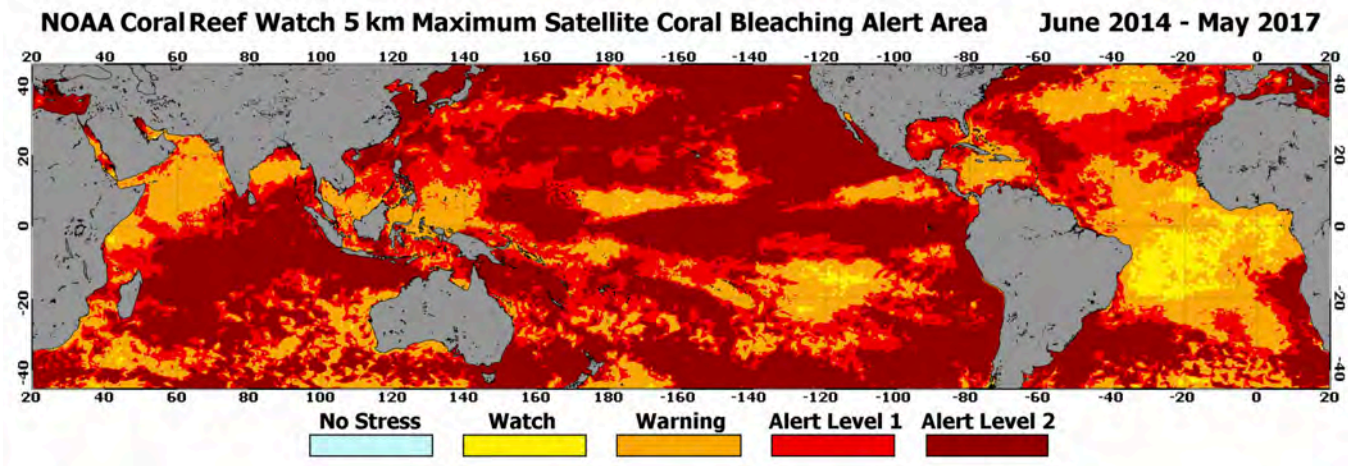


चित्र 5 समुद्र का 'अदृश्य चरागाह' दुनिया के महासागरों में सबसे प्रमुख प्रकार के फाइटोप्लांकटन को दर्शाता है, जिसमें प्रोक्लोरोकोकस ग्लोब पर बहुत अधिक शासन करता है और बड़े डायटम ध्रुवों के पास हावी होते हैं। एक बहु-वर्षीय मॉडल 4 प्रकार के फाइटोप्लांकटन के वितरण को दर्शाता है। साभार: एमआइटी डार्विन प्रोजेक्ट, ईसीसीओ2, एमआइटीजीसीएम , ओलिवर जाह्न (एमआइटी), क्रिस हिल (एमआइटी), मिक फॉलो (एमआइटी), स्टेफ़नी डटकिविज़ (एमआइटी), दिमित्रिस मेनमेनलिस (जेपीएल), 2015

अत्यधिक मछली पकड़ना। इस प्रकार, समुद्री जैव विविधता को संरक्षित करने वाले ये कमजोर रीफ पारिस्थितिकीय तंत्र 1.5 डिग्री सेल्सियस वार्मिंग के साथ अपने पूर्ववर्ती कवर के लगभग पांचवें हिस्से तक गिर गए। ये पारिस्थितिकीय तंत्र बड़े पैमाने पर ब्लीचिंग एपिसोड में उच्च कोरल मृत्यु दर के साथ विलुप्त होने के रास्ते में प्रतीत होते थे (चित्र 6)।

सन् 1870 के दशक के बाद से, चट्टानों पर उगे दो-तिहाई से अधिक प्रवाल (कोरल) नष्ट हो गए थे, जो जलवायु के टूटने के कारण होने वाले नुकसान से तेज हो गए। जबकि, निष्क्रियता ने अन्य जलवायु टिपिंग पॉइंट्स को और मजबूत किया (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। जैसा कि हम बाद के भागों में चर्चा करेंगे, उनके पुनर्वास के लिए समर्पित सामुदायिक बहाली प्रयासों के माध्यम से मानव प्रयासों में भारी बदलाव की आवश्यकता होगी ताकि इन कैल्सीफाइंग प्रक्रियाओं को फिर से जीवंत और पुनर्जीवित किया जा सके।

प्रवाल भित्तियों की दुर्दशा ने साफ़-साफ़ छठे सामूहिक विनाश की शुरुआत को दर्शाने वाले अन्य नाजुक समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्रों में गिरावट का संकेत दिया। समुद्र तल पर रहने वाली मछलियों की उपलब्धता में ये असाधारण गिरावट और मछली पकड़ने के 19स्वीं सदी के औद्योगीकरण के साथ सीबेड इकोसिस्टम के गहन पुनर्गठन में तेजी आई। मिसाल के तौर पर, एक सदी में 'व्हेलिंग' द्वारा लगभग 20 लाख बेलन व्हेल्स को मार डाला गया, अन्यथा खराब पानी को उर्वरित करने वाली लौह-समृद्ध खाद ले जाईं गई और मत्स्य पालन के लिए समृद्ध खाद्य जाल के फीडबैक लूप का निर्माण किया गया। व्हेल के शिकार ने उन पर निर्भर रहने वाले समृद्ध जैवविविध पारिस्थितिकीय तंत्र ढहा दिया। लिहाजा वे समुद्री रेगिस्तान में तब्दील हो गए (योंग, 2021)। इस प्रकार औद्योगिक मत्स्य पालन 20स्वीं और 21स्वीं सदी में समुद्री जैव विविधता को नष्ट करने के लिए कुख्यात हो गया, जिसमें जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे का उपयोग करके उनकी क्षमताओं में तेजी लाई गई। मशीनीकरण और दक्षता लाभ ने औद्योगिक विस्तार के लिए बड़ी क्षमताएं पैदा कीं, जिससे समुद्री जीवन का अबाधित आर्थिक शोषण संभव हुआ (यॉर्क, 2017)। उस समय हवाई यात्रा की तुलना में अधिक उत्सर्जन के लिए अब अप्रचलित हो चुकी 'बॉटम ट्रॉलिंग' जिम्मेदार थी, जो एक वर्ष में कार्बन डायआक्साईड की एक गीगाटन उत्सर्जित करता थी (साला एवं अन्य, 2021)। ये न्यूनतम लागत वाले मछली पकड़ने के तरीके भी थे, जो आर्थिक सब्सिडी के बिना लाभदायक नहीं थे। 21स्वीं सदी की शुरुआत तक, लगभग आधे



चित्र 6 एक प्रक्षालित मूंगा। छवि: एक्सएल कैटलिन सीव्यू सर्वे। नीचे, एनओएए कोरल रीफ वॉच का उपग्रह कोरल ब्लीचिंग चेतावनी क्षेत्र नीचे 1 जून, 2014 से 31 मई, 2017 तक तीसरी वैश्विक कोरल ब्लीचिंग घटना के दौरान अधिकतम गर्मी तनाव दिखा रहा है। अलर्ट स्तर 2 गर्मी के तनाव ने चेतावनी के दौरान व्यापक प्रवाल विरंजन और महत्वपूर्ण मृत्यु दर का संकेत दिया। स्तर 1 ताप तनाव ने महत्वपूर्ण प्रवाल विरंजन का संकेत दिया। दुनिया भर में 70 प्रतिशत से अधिक प्रवाल भित्तियों ने तीन साल तक चलने वाले वैश्विक आयोजन के दौरान विरंजन और/या मृत्यु दर के कारण गर्मी के तनाव का अनुभव किया। छवि: एनओएए कोरल रीफ वॉच, 2017

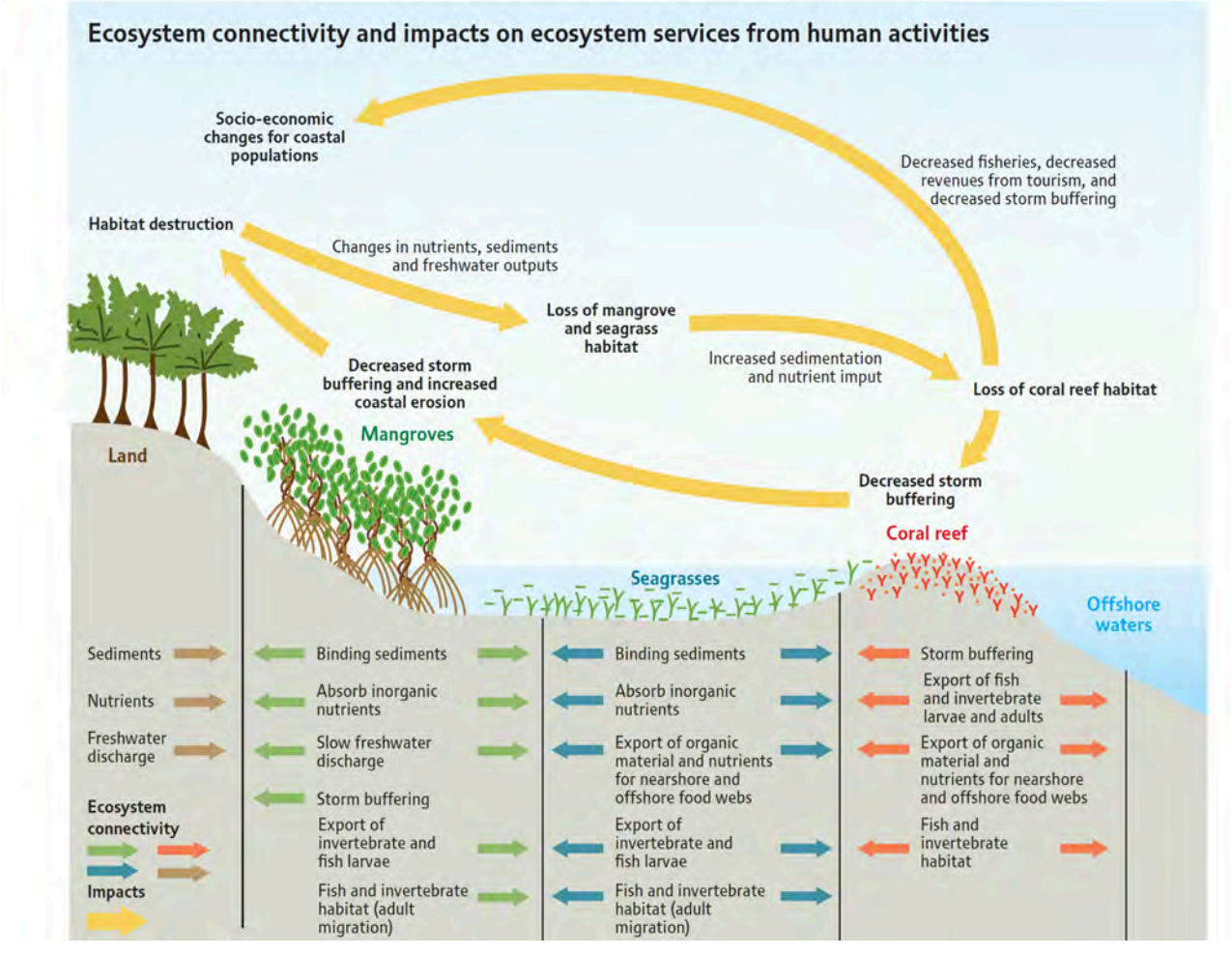
मछली स्टॉक को अत्यधिक दोहन के रूप में वर्गीकृत किया गया था। समुद्र के आधे से अधिक क्षेत्र औद्योगिक मछली पकड़ने के अधीन थे। वैश्विक निर्यात के लिए औद्योगिक मछली पकड़ने ने भौगोलिक रूप से विस्तार करने और गहरे पानी में घुसने के बावजूद वैश्विक मछली पकड़ने को कम कर दिया (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। तटों पर रहने वाले समुदायों के लिए जो कभी ब्रेड-बास्केट थे, उनमे मछलियाँ लगातार कम हो रही थीं।

जैव विविधता रिपोर्ट ने संकेत दिया कि समुद्र के गर्म होने के कारण कई घटती हुई मछलियों की आबादी ध्रुव की ओर अग्रसर थी, जिससे उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में स्थानीय प्रजातियों के विलुप्त होने का खतरा बढ़ गया था। इन क्षेत्रों में स्थानीय पारिस्थितिकीय तंत्र और खाद्य सुरक्षा पर जोर दिया गया (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। हालाँकि, यह नोट किया गया कि इस प्रवासन ने ध्रुवीय समुद्रों में जैव विविधता में वृद्धि नहीं की। इसका कारण था समुद्री बर्फ में तेजी से गिरावट और बर्फ मुक्त आर्कटिक ग्रीष्मकाल के साथ-साथ ठंडे पानी का बढ़ता समुद्री अम्लीकरण। तटीय जल में धातुओं के उच्चतम स्तर और औद्योगिक निर्वहन एवं कृषि रन-ऑफ से लगातार कार्बनिक प्रदूषक होने के कारण, विशिष्ट स्थानों में पोषक तत्वों की अधिकता से गंभीर प्रभाव, मछली और सीबेड बायोटा को खराब कर देते हैं (डायज एवं अन्य, 2019)।

इन्हीं पारिस्थितिकीय तंत्रों ने विरंजन घटनाओं (ग्रीनवुड, 2015) से बचने के लिए कोरल के लिए अभयारण्य के साथ-

साथ तटीय समुदायों के लिए मत्स्य पालन प्रदान किया (सातो एवं अन्य, 2005)। इन्हीं मैंग्रोव-कोरल पारिस्थितिकीय तंत्रों ने ऊर्जा को अवशोषित करके और बाद में तूफान के बढ़ने एवं समुद्र के स्तर में वृद्धि से क्षेत्र में तीव्र तूफान से बचाने के लिए समुद्री बाधाओं के रूप में काम किया (ब्लैंकेपुर एवं अन्य, 2017)। हालाँकि, इन तटीय समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्रों के नुकसान और गिरावट ने तूफानों से वहाँ रहने वाले लोगों और प्रजातियों की रक्षा करने और स्थायी आजीविका प्रदान करने की उनकी क्षमता को काफी कम कर दिया (डायज एवं अन्य, 2019)। जिस तरह समुद्री मछली के शेयरों का लगातार बढ़ता अनुपात और 'आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण प्रजातियाँ खत्म हो गईं, उसी तरह दुनिया भर में समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं में अन्य तरीकों से भारी गिरावट आ रही थी (चित्र 7)। दुनिया भर के तटीय शहरों को तटीय विकास, अपतटीय जलीय कृषि, मारीकल्चर, बॉटम ट्रॉलिंग, भूमि-उपयोग परिवर्तन जैसे तटवर्ती भूमि निकासी, नदियों के प्रदूषण के साथ-साथ तटीय क्षेत्रों में शहरी फैलाव जैसे समुद्री उपयोग परिवर्तनों और अपस्ट्रीम स्थलीय स्रोतों के ज़रिए होने वाले प्रदूषण से खतरनाक दर पर तबाह किया जा रहा था (डायज एवं अन्य, 2019)। शहरी तटरेखा के विकास के नाम पर, पारिस्थितिक तटरेखा के संरक्षण को छीनने से इन तटों को जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक संवेदनशील बना दिया गया, जिससे समुद्री तूफान जैसे हादसे बढ़ गए।

समुद्र के स्तर में वृद्धि के साथ, इन प्राकृतिक तटीय सुरक्षा द्वारा संरक्षित तटीय क्षेत्रों को लगातार पक्का और महंगी तकनीकी अवसंरचनाओं के साथ प्रतिस्थापित किया गया। इन अवसंरचनाओं ने भविष्य की उच्च लागतों को वहन



चित्र 7 मैंग्रोव, समुद्री घास और प्रवाल भित्तियों के बीच पारिस्थितिकीय तंत्र की कनेक्टिविटी को दर्शाने वाला आरेख। पारिस्थितिकीय तंत्र के बीच पारिस्थितिकी और भौतिक संपर्क को प्रत्येक पारिस्थितिकीय तंत्र के लिए दर्शाया गया है: स्थलीय (भूरे तीर), मैंग्रोव (हरे तीर), समुद्री घास (नीले तीर), और प्रवाल भित्तियाँ (लाल तीर)। पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं पर विभिन्न मानव गतिविधियों के प्रभावों से पारिस्थितिकीय तंत्रों में संभावित फीडबैक भी दिखाए गए हैं (पीले तीर)। चित्रण: (सिल्वेस्ट्री और केरशॉ, 2010)

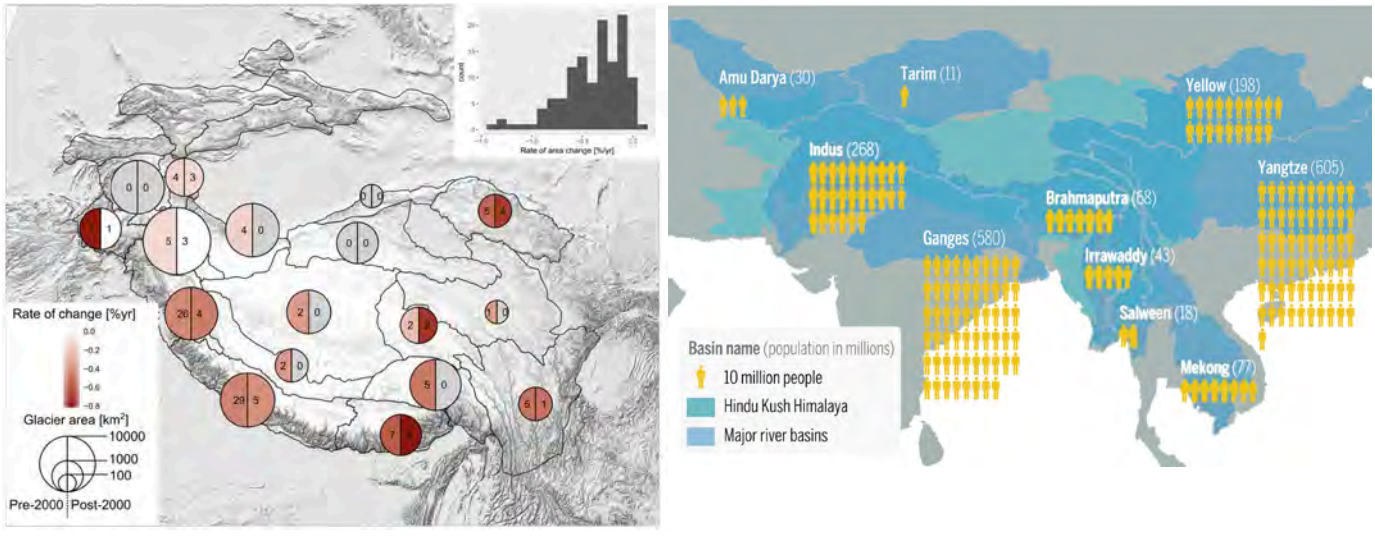
किया। हालाँकि, वे अभी तक भी सहक्रियात्मक लाभ प्रदान करवाने में विफल रहे हैं, जैसे कि खाद्य मछली के लिए नर्सरी आवास या मनोविनोद के अवसर, जो असल में तूफान से बचाव के प्राकृतिक तरीके हैं (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। तटीय आवासों के जानबूझकर विनाश ने उनकी पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को और भी नष्ट कर डाला। नतीजतन, तूफान के मौसम तीव्र हो गए और साल-दर-साल संवेदनशील तटरेखाओं को नुकसान पहुँचाया। तीव्र तूफान के मौसम ने, मुहाने और डेल्टा को और अधिक खतरे में डाल दिया। ये सभी समुद्री बायोटा और क्षेत्रीय अर्थव्यवस्थाओं के फलने-फूलने के लिए आवश्यक थे (डियाज़ एवं अन्य, 2019; पेनी, 2020)। वर्तमान स्थिति की तरफ़ धकेले जाने के इस लगातार दबाव ने, पृथ्वी पर अधिकांश जीवन के लिए अत्यधिक अनिश्चित स्थिति पैदा कर दी है (राबी एवं अन्य, 2073; स्टीफेन एवं अन्य, 2018)। उस अवधि में, वैज्ञानिक साहित्य में ऐसे कोई संकेतक नहीं थे कि ये तेजी से बढ़ते विकासवादी दबाव एवं नए विकासवादी लक्षणों के विकास को बढ़ावा देंगे, जो जीवों को पर्याप्त रूप से अनुकूलित करने में मदद कर सकते हैं। इस बात को याद रखा जाना चाहिए कि इन पारिस्थितिकीय तंत्रों ने शायद ही कभी ऐसे अस्तित्वगत तनावों का अनुभव किया हो, जो महाविनाश या विलुप्त होने वाली घटनाएँ नहीं थीं। पिछली शताब्दी ने अपने पारिस्थितिकीय तंत्र की अखंडता को टूटते-बिखरते और जीवन बनाए रखने और उसका पोषण करने में लड़खड़ाते देखा था। पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के उपायों की तो बात ही छोड़ दीजिए, जो वे मानव समाजों को प्रदान कर सकते थे।

1.4 पेयजल की तंगहाली और असल मानवीय लागतों के बारे में

महासागरों की दशा पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्रों और स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्रों के साथ जुड़ा हुआ था, जो अत्यधिक बोझ से दबे हुए थे। जबकि इन वायुमंडलीय नदियों ने नमी को मोड़ दिया और अधिक शक्तिशाली तूफानों को सक्रिय किया। इसके आलवा, वायुमंडलीय परिसंचरण, जैसे कि जेट स्ट्रीम पैटर्न, भी बाधित हो रहे थे (मास्टर्स, 2019)। उस समय की अधिकांश वैश्विक खाद्य आपूर्ति, दुनिया के आधे से अधिक पेयजल के जलवाही स्तर पर निर्भर थी, जिसकी निर्भरता वैश्विक वर्षा पैटर्न की स्थिरता पर थी। जलवायु परिवर्तन ने और गिरावट सुनिश्चित की और वर्षा के पैटर्न को बाधित किया, जिसके कारण अत्यधिक गर्मी की लहरें और सूखा, और वैश्विक खाद्य उत्पादन और वितरण प्रणाली की "जस्ट-इन-टाइम" प्रणाली के स्थायी परिणामों के साथ अत्यधिक बाढ़ आई जिसमें इन अनिश्चित परिस्थितियों के अनुकूल होने के लिए लचीलेपन की कमी थी (मिन और देवी, 2052)।

हिंदू-कुश का इलाक़ा इस बात का सबसे बेहतरीन उदाहरण कि ब्लू रिपेरेशंस प्रोजेक्ट को संबोधित हेतु मानव स्केल किस भाँति उलझा हुआ था और किस तरह के संकट से जूझ रहा था (यूएनसीएसी, 2044)। सदी के मध्य तक, अभूतपूर्व हीट वेव से शुरू होने वाले हिमालय के ग्लेशियर अपने क्रायोस्फीयर के तेजी से पिघलने का सामना कर रहे थे। हीट वेव की यह स्थिति हर साल इस क्षेत्र को अपनी चपेट में ले लेती थी। नतीजतन, हिमनदों के पिघलने से नीचे के इलाक़ों में बसने वाले करोड़ों-करोड़ लोगों को मिलने वाला पेयजल बुरी तरह प्रभावित होता था। हिमालय के ग्लेशियरों के सिकुड़ने से भूजल और झीलें तेजी से सूख रही थीं। उनकी भरपाई करने वाला भारतीय मानसून धोखा देने लगा था (स्टीफन एवं अन्य, 2018)। हिंदू-कुश हिमालय पर्वतीय ग्लेशियरों (चित्र 8ए) के पिघलने से, ऐतिहासिक रूप से “तीसरे ध्रुव" या "एशिया की जल मीनार" (चित्र 8बी) के रूप में संदर्भित इस इलाक़े में करोड़ों-करोड़ लोग पानी के लिए तरसने लगे। इस ग्लेशियल मेल्ट की जलवायु-संवेदनशील विविधताएं और भारतीय मानसून पैटर्न में बदलाव से वर्षा प्रवाह सिंधु, गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों के प्रवाह को बाधित कर रहा था। हिमालय के ग्लेशियरों के तेजी से पीछे हटने की दर ने, दुनिया के सबसे उपजाऊ जैवविविध क्षेत्रों में से एक में नदी के ऊपर और नीचे की ओर अरबों लोगों के भरण-पोषण को सीधे तौर पर खतरे में डाल दिया (बोल्च, एवं अन्य, 2019)।

ये इलाक़े कभी जल-समृद्ध क्षेत्र दुनिया के लिए ‘फ़ूड बास्केट’ माने जाते थे और ग्रह पर सबसे प्राचीन जैव विविधता स्थलों में से कुछ के आवास थे। हिमालय के हिमनदों के पिघलने ने संकट के वैश्विक आयामों को उजागर कर दिया था। एक अन्यायपूर्ण सामाजिक व्यवस्था में रहने वाली सबसे कम जिम्मेदार और सबसे कमजोर आबादी को इसका सबसे अधिक ख़ामियाज़ा भुगतना पड़ा (कार्लटन, 2017)। इन विकासों के प्रतिरोध आंदोलनों ने चेताया कि इस बुनियादी ढाँचे का क्या मतलब है, और, वे स्थानीय समुदायों के स्वास्थ्य, जीविका और सुविधाओं की कीमत पर इन नाजुक मीठे पानी के पारिस्थितिकीय तंत्रों की अनदेखी करेंगे (गाडगिल और गुहा, 1994; जुमा और वेटेन, 2041)। इस क्षेत्र में चल रहे संघर्ष हमें पारिस्थितिकी संरक्षण या प्रगति को आगे बढ़ाने की विवादास्पद छद्म बायनेरिज़ को समझने की कोशिशें याद दिलाते हैं। अक्सर, इस अहम पारिस्थितिकीय तंत्र को बिजली पैदा करने के लिए इस्तेमाल; औद्योगिक खेती की सिंचाई के लिए शोषित, या औपनिवेशिक और नव-औपनिवेशिक व्यवस्था के माध्यम से औद्योगिक अपशिष्ट से दूषित किया गया। जहरीली धातुओं और अपशिष्टों के अवशेष दूर-दूर तक फैल गए थे।



चित्र 8 ए) हिंदू कुश हिमालय में ग्लेशियर कवर का नुकसान। छवि: बोल्च एवं अन्य, (2019)। बी) हिंदू-कुश ग्लेशियरों से पोषित घाटियों पर मानव प्रभाव। छवि: स्कॉट एवं अन्य (2019)

पुराने शासन में, अपने फ़ायदे के लिए तैयार किया गया, निष्कर्षण औद्योगीकरण विकास के इरादों और प्रगति के उपाय के रूप में भ्रमित हो गया था। उस आख्यान में, पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्र की जटिलताएं, विकास के उत्साह में बह गईं। हालाँकि, उस समय के कई अन्य पारिस्थितिकीय तंत्रों की तरह, इस नेरेटिव ने इन जीवित पारिस्थितिकीय तंत्रों को संसाधनों के रूप में कम उपयोग करने और संशोधित करने का संकेत भी दिया। उस समय के मिथकों में से यह भी था कि पानी किसी भी अन्य वस्तु की तरह, एक दुर्लभ वस्तु थी और इस तक पहुंच की एक कीमत थी। इस तर्क के तहत्, यह एक स्वतः पूर्ण होने वाली भविष्यवाणी बन गई थी। सदी की शुरुआत में, दुनिया भर में पेयजल का पांचवां हिस्सा तेजी से शहरीकरण और दुनिया भर में औद्योगिक क्षमताओं के विस्तार के लिए उपयोग किया गया। औद्योगीकरण के पर्याय बन चुके 'प्रगति' और 'विकास' के साथ, विश्व स्तर पर पेयजल का पांचवां हिस्सा तेजी से शहरीकरण और दुनिया भर में औद्योगिक क्षमताओं के विस्तार में उपयोग किया जा रहा था। इस कार्यक्रम के तहत्, यह एक स्वत: पूर्ण होने वाली भविष्यवाणी थी। पेयजल की क्षमता पर शहरी ताने-बाने का अतिक्रमण अपने आप में एक अल्पकालिक प्रयोग साबित हुआ क्योंकि शहरी क्षेत्रों को अत्यधिक दोहन के कारण भूजल की कमी का सामना करना पड़ा (व्हीलिंग, 2019)। इसलिए, यह पता चला कि जलवायु के टूटने की शुरुआत ने मौसमी प्रवाह की मात्रा में भारी बदलाव किया; हिमनदों के रन-ऑफ को कम किया; और, प्री-मॉनसून प्रवाह में कमी के साथ-साथ उप-बेसिनों में घटते प्रवाह ने सिंचाई, जलविद्युत और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं के लिए महत्वपूर्ण खतरे पैदा कर दिए।

यह संभव था कि प्रकृति द्वारा प्रदान इन पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को प्रतिस्थापित किया जा सके। उदाहरण के लिए, उच्च गुणवत्ता वाले पेयजल को कृत्रिम आर्द्रभूमि पारिस्थितिकीय तंत्र से प्राप्त किया जा सकता है, जो प्रदूषकों को छानता है। इसे मानव-इंजीनियर जल उपचार सुविधाओं के माध्यम से भी प्राप्त किया जा सकता है। हालाँकि, प्राकृतिक पारिस्थितिकीय तंत्र को बहुत तेजी से नष्ट किया जा रहा था, लेकिन इसे कभी भी प्रतिस्थापित नहीं किया जा सकता था (डियाज़, एवं अन्य, 2019)। हिंदू-कुश क्षेत्र हमें उस समय पृथ्वी के अधिकांश अंतर्देशीय जल, आर्द्रभूमि और पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्र की गिरावट की उच्च दर की झलक देता है। यह अचरज की बात है, उसी वर्षा गतिकी ने, जिसने नदी और झील की बर्फ़, उनके छोटे क्षेत्रों और मात्राओं के साथ ग्लेशियरों और बर्फ की चोटियों ने जलवायु प्रभावों पर अपेक्षाकृत तेज़ी से प्रतिक्रिया की, स्थानीय स्तर पर पारिस्थितिकीय तंत्र और मानव गतिविधियों को प्रभावित किया (डियाज़ एवं अन्य, 2019)।) क्षेत्रों में पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं भी दुनिया भर में फैले तालाबों और झील पारिस्थितिकीय तंत्रों में पानी के नीचे के माइक्रोबियल क्षय से पहले बेहिसाब उत्सर्जन का खुलासा कर रही थीं (बॉयकॉट-ओवेन, 2019; क्रेमर एवं अन्य, 2021)।

इक्कीसवीं सदी तक, दुनिया के कई नाजुक तालाब, नदी और झील के पारिस्थितिकीय तंत्र इस क़दर 'विकास' के शिकार हो गए कि कभी-कभी लगता था वे अपने ही बोझ तले दब जाएँगे। बांध अवसंरचना पूरी तरह से जर्जर हो चुकी थी। लगातार जलवायु आपात स्थितियों के साथ, ये जीर्ण-शीर्ण अवसंरचना एक पारिस्थितिक आपदा के आने

का इंतज़ार कर रही थीं (पियर्स, 2021)। इन अवसंरचनाओं ने जल संप्रभुता को सुरक्षित करने का वादा किया था। जलविद्युत के साथ ऊर्जा सुरक्षा लंबे समय में और अधिक नुकसान कर रही थी। वे सभी मिलकर पेयजल के जीवों के आवासों को बदलने, मछली प्रवास को अवरुद्ध करने, तथा आवास के विखंडन और गिरावट को जारी रखे हुए थे। इनके बने और काम करते रहने के लिए अधिक से अधिक बुनियादी ढांचागत आवश्यकताओं की ज़रूरत थी। एक हज़ार किलोमीटर से अधिक लंबी सभी नदियों में से मुश्किल से आधी ही नदियाँ अपनी पूरी लंबाई मुक्त रूप से तय कर पाती थीं। अक्सर सुदूर क्षेत्रों में उनका अतिक्रमण कर लिया गया था (पियर्स, 2021)।

इसके अलावा, प्रगति और दक्षता के वादों के बावजूद, वैश्विक अपशिष्ट जल का 80 प्रतिशत से अधिक बिना उपचार के पर्यावरण में छोड़ दिया गया। हर साल 300-400 मिलियन टन भारी धातु, सॉल्वैंट्स, जहरीले कीचड़, और औद्योगिक सुविधाओं से निकलने वाले अन्य कचरे को दुनिया के जल में फेंक दिया जाता था। कृषि उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग का मतलब था कि खेतों और खेतों से बहने वाले विषाक्त पदार्थ पेयजल और तटीय पारिस्थितिकीय तंत्र में प्रवेश करते हैं, जिससे समुद्री जीवन को कम करने वाले हाइपोक्सिक क्षेत्र बनते हैं (डियाज़ एवं अन्य, 2019)। हाइड्रोलॉजिकल चक्रों में अनिश्चित वैश्विक बदलावों ने आवश्यक जल, सिंचाई और स्वच्छता के बुनियादी ढाँचे को खतरे में डाल दिया, जिससे समाज अधिक कमजोर हो गए, और मौजूदा सामाजिक कमजोरियों, तनाव, हिंसा और संघर्ष में वृद्धि हुई। आखिरकार, जल सुरक्षा ने उच्च जलवायु और हाइड्रोलॉजिकल परिवर्तनशीलता को अपनाने के लिए पेयजल की पर्याप्त मात्रा तक स्थायी पहुंच को सुरक्षित रखने के लिए आबादी की क्षमता को निहित किया। तात्कालिकता की महत्वपूर्ण प्रकृति को देखते हुए, समाजों को सीमाओं के परे जल सुरक्षा और क्षेत्रीय सहयोग को सफलतापूर्वक प्रोत्साहित करने की दिशा में काम करने की आवश्यकता थी। फिर भी, इस जलवायु में भू-स्थानिक राजनीतिक संरचनाएँ स्वयं संकट से गुज़र रही थीं।

1.5 कल्पना का संकट: ना आगे, ना पीछे का, ना कोई बाहर का रास्ता

पृथ्वी के जीवन-दायक हाइड्रोसफ़ियर के साथ जो कुछ किया जा रहा था, वह मानव समाज में संकट का प्रतिबिंब था। इस अवधि में, सामाजिक संबंधों का वस्तुकरण हो चुका था, और चुनींदा वर्ग के संचय की भूख, हाइड्रोसफ़ियर को बर्बादी के बिन्दु तक पहुंचा चुकी थी। समाज के बड़े हिस्से के दिल में एक गहरा अलगाव स्थापित हो गया था। मानव सभ्यता खुद का भक्षण करने लगी थी (फोर्ब्स, 2010)। जहाँ तक हमें पता चला, इसके गहन परिणाम के लिए इस गहन अलगाव को शायद ही कभी पहचाना गया। इसे अगर पहचाना भी गया हो तो इसे सामान्यकृत बना दिया गया। इसके परिणाम सभी के लिए देखने योग्य थे: इसने सामाजिक कल्पना को इस हद तक पंगु बना दिया कि इसने मानव और गैर-मानव के सम्पूर्ण विनाश को अंजाम दिया। इस स्वभाव ने कभी-कभी सामाजिक डिस्कोर्स, सामाजिक गतिशीलता में प्रतिगमन, यहाँ तक कि देखरेख के सामाजिक संस्थानों के भी पतन का रूप ले लिया (सारनाई और सोलोंगो, 2118)। इस युग को 'जलवायु रंगभेद' के युग के रूप में परिभाषित किया गया, जहाँ इस तरह के विरोधाभासों ने एक ढहते जीवमंडल से टकराने पर सामाजिक-आर्थिक असमानताओं को और बढ़ा दिया था। मानवता अपने ही साथ युद्धरत थी।

एक मोहभंग समाज खुद को सभ्यता की प्रक्रिया में भाग लेने वालों के रूप में नहीं देख सकता था। ना ही वह उसे इसके रक्षक के रूप में देख सकता था (पोंख, 2031; ज़ेरानो, 2036)। इस दौरान कई हिंसक राष्ट्रवादी आंदोलन उभरे। सामाजिक अनुबंधों को और अधिक नष्ट किया गया। इसके साथ-साथ, पारिस्थितिक सीमाओं का उल्लंघन भी जारी रहा। इस प्रारंभिक काल ने करोड़ों-करोड़ लोगों के जीवन, पानी, भोजन, आवास, लोकतंत्र और कानून के शासन के अधिकारों को कमजोर कर दिया। इन जीवाश्म-संचालित भू-राजनीतिक शासनों ने उस समय व्यवस्थित रूप से लोकतांत्रिक नींव को कमजोर किया और जलवायु एवं पारिस्थितिकी संकट का सामना करते हुए, बुनियादी सामाजिक अनुबंधों को नकारा (आईसीसी, 2039)। ऐसा लगता था कि दुनिया केवल व्यापक पैमाने पर मतिभ्रम और हिंसा के खतरे से बंधी हुई थी (टाउज़ और वक्करी, 2130)। बाद में पता चला ये प्रतिक्रियाऐं इस सच्चाई को छिपाने के लिए थीं कि वैश्विक अर्थव्यवस्था पूरी तरह से चरमरा रही थी और कि पृथ्वी द्वारा पूँजी संचय की छूट देने की क्षमता समाप्त हो चुकी थी: मुनाफे की लागतर घटती दर, विकास की सिकुड़ती सीमाएँ, और मौजूदा पारिस्थितिक कॉमन्स का अत्यधिक इस्तेमाल (एलेक्स और मेहरावी, 2080; अन्ह, 2028)।

दिलचस्प बात यह है कि बेहतर कल्पनाओं के अभाव में, इनमें से कई तंत्र संकटों के लिए जिम्मेदार समान प्रकार के पैटर्न बार-बार अपने को दोहरा रहे थे। यहाँ तक कि वैज्ञानिकों द्वारा दुनिया भर में आर्कटिक के पिघलने (जेनसन एवं अन्य 2020; वधम्स, 2017) पर चेताए जाने के बावजूद, जीवाश्म ईंधन आधारित अर्थव्यवस्थाओं ने आर्कटिक और

अंटार्कटिक के पिघलने के अवसर को अब तक दुर्गम तेल क्षेत्रों में नए तेल संसाधनों को निकालने के रूप में देखा (क्रॉली और राठी, 2020; डन, 2019)। आर्कटिक में नए तेल और गैस के दोहन का यह प्रयास कई संप्रभु संवैधानिक विधानों के तहत् अवैध था (आईसीसी, 2039; जोसेलो, 2021; जाफ़जेल और हालवोर्सन, 2016)। किसी और जगह, नवीकरणीय ऊर्जा ने भी गहरे समुद्र में खनन की शुरुआत कर दी थी, जिसने पोलिमेटेलिक नोड्यूल्स के रूप में दुर्लभ रेयर अर्थ धातुओं को समृद्ध जैव विविधता से भरे समुद्र में जीवन को ख़तरे में डाल दिया (मैककार्थी, 2020)। लगातार गिरती जलवायु को बचाए रखने की होड़ में, अर्थतंत्र की शक्तियाँ ग्रह के संसाधनों पर क़ाबिज़ होने की ख़ातिर आक्रामकता का सहारा लेने के लिए अधिक बेताब हो गई (अहमद, 2020)।

दरअसल, प्रकृति के साथ युद्ध की अर्थव्यवस्थाओं पर आधारित ये सामाजिक व्यवस्थाएँ स्वयं के साथ भी युद्धरत थीं। जीवाश्म कच्चे तेल से प्राप्त किया गया पालस्टिक रुपी उत्पाद घूम-फिरकर फिर से मनुष्य के पास माइक्रोप्लास्टिक्स के रूप में वापस लौट आने वाला था। वस्तुओं के तेज़ी से घूमते खपत चक्र का मतलब था कि बहुत पहले पृथ्वी द्वारा त्याग दिया गया प्लास्टिक अभी भी हवा में तैर रहा था (सामी, 2129)। समुद्र, सूरज की रोशनी, हवा और लहर की क्रियाओं ने छोटे-छोटे कणों, माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी)), में उनके क्षय को तेज कर दिया (ए थॉम्पसन, 2018)। हमारे ग्रह के तमाम पारिस्थितिकीय तंत्रों को तर-बतर करने वाले माइक्रोप्लास्टिक्स के प्रभाव जलीय वातावरण, स्थलीय, पेयजल और समुद्री खाद्य पदार्थ के नेटवर्क में घुसपैठ करते हुए पाए गए (बैरेट एवं अन्य, 2020; बॉटरेल एवं अन्य, 2019; ए थॉम्पसन, 2018)। ये गैर-बायोडिग्रेडेबल सामग्री, पर्यावरण प्रदूषकों के लिए 'वैक्टर' थे, जो अंततः मनुष्य द्वारा इस्तेमाल किए गए भोजन और जल स्रोतों में चक्कर लगाते थे। माइक्रोप्लास्टिक मानव प्लेसेंटा (कैरिंगटन, 2020; रगूसा, एवं अन्य, 2021), जैसे मानव टिश्यूज़ और अंगों में जमा हो रहे थे या अंतःस्रावी-विघटनकारी रसायनों के साथ मानव प्रजनन क्षमता को प्रभावित कर रहे थे (डी'एंजेलो और मैककारिलो, 2021)। माइक्रोप्लास्टिक संचलन ने जो किया वह दीर्घकाल में पशु और मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक था। इस प्रकार, साफ़ तौर पर सबक यह था कि सीमित ग्रह सीमाओं में हाइड्रोलॉजिकल प्रणालियों के प्रसार के भीतर, प्रत्येक पारिस्थितिकीय तंत्र ऊपर और नीचे दोनों तरफ़ था।

यह अचरज की बात है कि क्या यह बहुमूल्य सबक कम प्रलयकारी तरीकों से सीखा जा सकता था? फिर भी, इन मुद्दों ने दूसरों की तुलना में कुछ विरोधाभासों और उलझनों को अधिक उजागर किया। मानव सभ्यता मानव कल्पना के समान ही नाजुक या लचीली थी और इसकी मानवीय और गैर-मानवीय प्रकृति ने इसे ऐसा होने दिया। एक विचार थी कि एक अलग दुनिया संभव हो सकती थी। हालाँकि, जिसे कभी सभ्य जीवन कहा जाता था, उसके मूल सिद्धांतों में पूर्वाभास या कार्यवाही योग्य परिवर्तन के बिना, जलवायु कार्यवाही के लिए आधार रेखाएँ बदलती रहीं। ऐसा लगता था कि दुनिया विलुप्त होने के बजाय 'प्रबंधित' हो जाएगी (टाउज़ और वक्करी, 2130)। शायद, आज इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं कि पिछली सदी की अधिकांश वैश्विक आर्थिक व्यवस्था जलवायु को नकारने के एक विस्तृत वैश्विक अनुष्ठान की तरह प्रतीत होती है। या तो कुल उन्मूलन या छठे सामूहिक विनाश से, जीवाश्म निष्कर्षण का युग समाप्त होना तय था।

2. जल ही जीवन है: नाम अनुरूप क्षतिपूर्ति

जलवायु कार्यवाही के लिए लगातार बदलती आधार रेखाओं को ध्यान में रखते हुए — संकटों को बढ़ाना और वैश्विक संस्थानों की वैधता को ध्वस्त करना — वैश्विक स्तर पर जलवायु विद्रोह शुरू होने से बहुत पहले का दौर नहीं था। क्रूर दमन और नरसंहार का सामना करने के बावजूद, पैतृक भूमि, जल प्रहरी, और अन्य देशज पृथ्वी प्रहरी सबसे आगे थे। जलवायु न्याय आंदोलनों की इन अग्रिम पंक्तियों को अब जोर ज़बर्दस्ती से कम नहीं किया जा सकता, जिन्होंने तथाकथित 'हाशिये' के बीच, नई आशा को प्रेरित करते हुए, संप्रभुता को वापस जीतना और पैतृक भूमि को पुनः प्राप्त करने का बीड़ा उठाया है (जुमा और वेटेन, 2041; यूएनसीएसी, 2043)। इन संकटों से सबसे अधिक प्रभावित समुदाय भी लोकतांत्रिक सत्ता को वापस पाने के लिए संघर्ष करते हुए एकजुट हो रहे थे। उनके कार्यों ने इन संस्थानों को जलवायु सभाओं और नागरिक जलवायु परिषदों में बराबरी की मेज पर आने के लिए मजबूर किया। ग्लोबल क्लाइमेट असेंबलीज़ (जीसीए) कई जलवायु कार्यवाही गठबंधन नेटवर्कों में से एक थीं, जो नए वैकल्पिक लोकतंत्रों और सर्वसम्मति-निर्माण के वादे पर सहज रूप से प्रोत्साहित कर रहे थे।

इस दौर को पुनर्जागरण का दौर कहा जाता है। इस दौरान वैश्विक जलवायु न्याय गठबंधनों द्वारा स्वदेशी संस्कृतियों के साथ पारस्परिक रुप से सम्मानजनक गठबंधन में बनाए रखने और पुनर्जीवित करने की दिशा में साथ आने का काम किया गया (ट्लूस और वक्करी, 2130)। इन सामाजिक परिवर्तनों के लिए महत्वपूर्ण पुश्तैनी भूमिपतियों और जल

प्रहरियों की जीत ने प्रकृति के सार्वभौम अधिकारों को सुरक्षित किया (यूएनसीएसी, 2056)। उन्होंने दुनिया के समक्ष आई इन चुनौतियों का सामना करने का प्रयास किया की (वेही, एवं अन्य, 2021)। स्वदेशी भूमि मुक्ति आंदोलनों में संप्रभु भूमि और पानी वापसी के साथ, औद्योगिक अर्थव्यवस्थाओं ने उस समय अधिक ठोस प्रयास किए, जब कठोर गिरावट के उपायों की स्थापना की जा रही थी (ट्लूस और वक्करी, 2130)। इस प्रकार ब्लू रिपेरेशंस प्रोजेक्ट विशेष रूप से ऐसी कई वैश्विक जलवायु परिषदों द्वारा पेयजल, समुद्री और हिमनदी पारिस्थितिकीय तंत्र (यूएनसीएसी, 2044) को बहाल और पुनर्जीवित करने के लिए तैयार किया गया था। ब्लू रिपेरेशंस प्रोजेक्ट ने अपने समग्र जलवायु कार्यवाही नीति ढाँचे और स्वदेशी भूमि और जल प्रहरियों के स्वायत्त गठबंधन द्वारा मूल संप्रभुता और जैव उपचार कार्यक्रमों द्वारा सक्षम नींव के साथ जलवायु सुधार कार्यक्रम को पूरक बनाया (यूएनसीएसी, 2043)।

वैश्विक संस्थागत ढाँचे में बदलाव हो रहा था, जिसमें अर्थव्यवस्थाएँ नियोजित पतन और स्थापित सार्वभौमिक सामाजिक सेवाओं के साथ समाप्त हो रही थीं (कूट, 2021)। बहुत कम कार्य सप्ताह (फैब्रे, 2032) के साथ, विश्व स्तर पर न्यायसंगत 'यूनिवर्सल लिविंग इनकम प्रोटोकॉल' लागू किए गए। ये क़दम ऋण-जयंती के पूरक थे, जिन्होंने व्यापक वित्तीय ऋणों को रद्द कर दिया (हैम्पटन और कुरुविला, 2092)। इन तंत्रों ने अंततः वैश्विक उत्पादक श्रम को चक्रीय आर्थिक और जलवायु उथल-पुथल पैदा करने के लिए कुख्यात ऋण-सेवा उद्योगों से दूर किया। जल्द ही, जीवन के सभी क्षेत्रों के लोगों ने जीवन की गुणवत्ता में उल्लेखनीय सुधार देखा, जिसमें दैनिक जीवन आर्थिक मूल्य से अलग हो गया। इन कदमों ने अत्यधिक आर्थिक असमानता के कारण उत्पन्न कुछ राजनीतिक तनावों को नाटकीय रूप से कम किया, जो शुरू में अप्रासंगिक लग रहा था। इससे काम करने वाले और हाशिए पर देखभाल करने वाले वर्गों पर, दबाव से राहत मिली (लाइ, 2056; मिर्जा, 2067)। उन्मूलन आंदोलनों के इन 'इंटरसेक्शनल' गठबंधनों ने युद्ध और सामूहिक विनाश के हथियारों की बजाय "सामूहिक सद्भाव" का आह्वान किया। उन्होंने प्रभुत्व और उत्पीड़न के वैश्विक और स्थानीय संस्थानों, कार्य सप्ताह के उन्मूलन और श्रम को अलग करने के आह्वान के साथ-साथ असल वास्तविक स्वतंत्रता का निर्माण किया (हैम्पटन और कुरुविला, 2092)। इन जलवायु गठबंधनों ने 22स्वीं सदी की सभ्यता के लिए सामाजिक अनुबंधों के नवीकरण के रूप में उभरने की शर्तों को पूर्व निर्धारित किया। यह सामाजिक गारंटी विश्व स्तर पर चल रही थी (लाई, 2056; मिर्जा, 2067)।

इस तरह अब अंततः सामाजिक पतन के बिना आर्थिक प्रणालियों के भौतिक जलवायु प्रभाव से अलहदा दुनिया में रहने की कल्पना की जा सकती थी, जो कि जलवायु कार्यवाही के लिए गति बनाने के लिए महत्वपूर्ण था। इस वियुग्मन ने पृथ्वी के पारिस्थितिकीय तंत्र पर सभ्यतागत दबावों को काफी हद तक कम कर दिया, जिससे सामाजिक-आर्थिक प्राथमिकताओं को पुनः प्राप्त करने में मदद मिली, जो मानव समाजों के लिए जीवन के उपायों की गुणवत्ता में सुधार लाने और आवश्यक सामाजिक स्वतंत्रता को संबोधित करने पर केंद्रित थी। पिछली व्यवस्था के तहत् यह मिट गई थी और अधूरी थी।

2.1 टेक्नोलॉजिकल कॉमन्स और ओपन टेक्नोलॉजी का सवाल

सामाजिक और सांस्कृतिक गतिशीलता सामूहिक जलवायु कार्यवाही की ओर बढ़ रही थी। उसी समय, पारिस्थितिकी पुनर्जनन ने इन बदलावों को दीर्घकाल तक बनाए रखने और रास्ते पर बने रहने के सवालों को भी खोल दिया। हालाँकि, तकनीकी विकास का सवाल सरोकार का विषय बना रहा। उस समय तक अभिन्न रूप से जीवाश्म पर निर्भर आवश्यक तकनीकी अवसंरचना को बदलने के लिए तकनीकी सफलताओं को बनाने हेतु क्या आवश्यक होगा? उस युग का तकनीकी लोकतांत्रिक तकनीकी-आशावाद विशिष्ट रूप से उरूज पर था, जो अक्सर इस बात से अनभिज्ञ था कि 22स्वीं शताब्दी में जलवायु शमन के लिए तकनीकी रणनीति किस हद तक कारगर साबित हो सकती है (कीसर और लेनजेन, 2021)। भले ही कोई तकनीकी-आशावादी ना हो, लेकिन यह समझना आवश्यक हो सकता है कि पिछली शताब्दी में तकनीकी विकास को देखने के लिए क्या बदलाव आया।

औद्योगिक युग के तकनीकी अतिविकास के साथ जलवायु और पारिस्थितिकी संकटों के साथ लगातार बदलती सामाजिक वास्तविकताओं के बारे में गहरी सोच नहीं थी। 21स्वीं सदी के मध्य तक, एक नियोजित, उच्च तकनीक वाली औद्योगिक अर्थव्यवस्था केवल युद्ध की साम्राज्यवादी अर्थव्यवस्थाओं के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष समर्थन से ही संभव थी। इन चैनलों ने बहुत से मूलभूत अनुसंधानों के लिए आधार प्रदान किया, जिसके कारण औद्योगिक समाजों में गहन तकनीकी सफलताएँ हासिल हुईं, जो कि बढ़े हुए युद्ध बजट के ज़रिए अनिवार्य थीं और एक तरह से कॉर्पोरेट एकाधिकार में समा गई थीं (नोबल, 1977; उबुमवे, 2114)। अनिवार्य रूप से सार्वजनिक रूप से वित्त पोषित अनुसंधान, यानी कॉमन्स के निजी एजेंटों के लिए प्रतिस्पर्धी एकाधिकार बनाने हेतु राष्ट्रीय आर्थिक कार्यक्रमों के प्रत्यक्ष निर्णय

के रूप में इन खोजों को 'कमोडिटीकृत' करने की अनुमति दी गई थी। इस गतिशीलता ने पिछली दो शताब्दियों के लिए उच्च-तकनीकी प्रतिस्पर्धी युद्ध आधारित अर्थव्यवस्थाओं की नींव रखी।

अंततः, इन कार्यक्रमों ने सामाजिक, पारिस्थितिकी और तकनीकी कॉमन्स के निष्कर्षण, संचयन और पुनर्वितरण के लिए क्षमताओं के विस्तार की दिशा में होने वाली दौड़ को मजबूत किया। हालाँकि, इससे दुनिया भर में समृद्ध खपत के लिए तैयार अतिरिक्त उत्पादन की भरमार होनी थी (नोबल, 1977; थिरुमलाई और हल्डेन, 2087)। तकनीकी आशावाद भी ख़ुद को मानवता को परेशान करने वाले समस्याग्रस्त सरोकारों की अगुवाई करने वाली सभ्यता के भार को वहन करने वाले के रूप में प्रस्तुत करता था। ख़ुद को इस रूप में चित्रित करना सुविधाजनक भी था। यह निर्विवाद है कि इस अवधि में प्रौद्योगिकीय सफलताओं ने गहन छलांगें लगाईं। हालाँकि, व्यापक समाज के लिए इन नवाचारों के लाभ प्रचुरता पैदा नहीं कर रहे थे। इस काल में सामाजिक पुनर्वितरण के लिए भी असाधारण रूप से बेकार और अक्षम माने जाने वाले जटिल नव-औपनिवेशिक बाजार तंत्र के माध्यम से समाज में एक तकनीकी प्रसार देखा गया (चिन, 2019; थिरुमलाई और हाल्डेन, 2087)। जब जलवायु और पारिस्थितिकी पतन की स्थिति का सामना करना पड़ा, तो ये उच्च तकनीक वाली 'युद्ध की अर्थव्यवस्था' वर्चस्व और नियंत्रण के एक वर्चस्ववादी क्रम को बनाए रखने के लिए "सभी का सभी के खिलाफ युद्ध" के कुछ अनुमानित ढर्रे की तलाश कर रहा था (अहमद, 2020; थिरुमलाई और हाल्डेन, 2087)। वैश्विक समाज को तकनीकी रूप से सभी के बराबर लाने के लिए पर्याप्त संसाधन नहीं थे। यहाँ तक कि अगर कोई इस बात की अवहेलना करता है कि 'सिल्वर बुलेट सॉल्यूशन' जरूरी नहीं कि एक अच्छी चीज हो। यह तर्क दिया जा सकता है कि ऐसी प्रणालियों का मक़सद, उनके दावों के बावजूद, कभी भी सामूहिक मुक्ति नहीं था। वास्तव में, इसके बजाय जलवायु सुधारों ने दुनिया भर में नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण द्वारा संचालित जीवन की गुणवत्ता पर ध्यान केंद्रित करने वाले दीर्घकालिक जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के निर्माण और निरंतरता पर ज़ोर दिया (दून, 2035; रहमान एवं अन्य, 2096)।

ऐसा करने के तरीकों में से एक, वैश्विक प्रौद्योगिकी हस्तांतरण कार्यक्रम स्थापित करना था, जो जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के लिए वितरित प्रसार और ज्ञान हस्तांतरण को गति प्रदान करेगा। सार्वजनिक जलवायु सभाओं और जलवायु क्रियाओं पर जनमत संग्रहों द्वारा मजबूर किए गए 'ईकोसाइड' और पुनर्मूल्यांकन अधिनियमों के पारित होने के साथ, नवीकरणीय प्रौद्योगिकियाँ बंद और अप्रचलित 'बौद्धिक संपदा' से मुक्त हो गईं (क्रेट्स, 2048)। इन तकनीकों को सार्वजनिक रूप से वित्त-पोषित अनुसंधान पर बनाया गया था और निजी संपत्ति के तहत् बंद नहीं किया जा सकता था क्योंकि ऐसा करने से कॉमन्स और जलवायु लचीलेपन तक पहुंच का उल्लंघन होगा। इस प्रकार सार्वजनिक डोमेन के लिए औद्योगिक पेटेंट और प्रौद्योगिकियों को खोलने के लिए प्रौद्योगिकी हस्तांतरण तंत्र स्थापित किए गए (क्रेट्स, 2048)। कानूनी दमन के बिना जलवायु लचीलापन बुनियादी ढाँचे के विकास के लिए खुली प्रौद्योगिकी आंदोलन बंद बौद्धिक संपदा का उपयोग करने के लिए स्वतंत्र थे।

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण कार्यक्रमों का अर्थ वैश्विक स्तर पर आवश्यक जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के आवश्यक प्रसार को सुनिश्चित करने हेतु उत्पादन प्रौद्योगिकियों, प्रशिक्षण विधियों और तकनीकों का वितरण और क्षमता निर्माण भी है। जलवायु रिपेरेशन फंड ने सहकारी समुदाय स्व-प्रबंधित प्रौद्योगिकी हब के साथ, नगरपालिका स्तर संक्रमण ढाँचे को समुदायों तक प्रौद्योगिकियों को फैलाने वालों के लिए आरक्षित कर रखा है। उन्हें इन जीवाश्म प्रौद्योगिकियों के दीर्घकालिक टिकाऊ कार्यों के उद्देश्य को फिर से परिभाषित करने के लिए "एग्जेप्ट" करने का काम सौंपा गया था। सेमीकंडक्टर, एयरोस्पेस, और युद्ध उद्योगों, जैसे उस समय उपलब्ध उच्च-तकनीकी उपभोक्ता प्रौद्योगिकियों से कई उच्च-सटीक निर्माण क्षमता कौशल भी आवश्यक जलवायु अवसंरचना में नए विकास का समर्थन करने हेतु तैयार और पुनर्निर्मित किए जा रहे थे (क्रेट्स, 2048)।

ये युद्ध की विनाशकारी अर्थव्यवस्थाओं (फैबरे, 2032) से संसाधनों को पुनर्निर्देशित करने के लिहाज़ से विभिन्न माध्यमों से सार्वभौमिक बुनियादी सेवाओं के लिए क्षमता निर्माण के लिहाज़ से महत्वपूर्ण होंगे (कूट, 2021; गफ, 2019)। यह देखते हुए कि सामाजिक आवश्यकताओं हेतु पेटेंट का खजाना उपलब्ध था, इन प्रौद्योगिकियों के विकास के पथ, रचनात्मक आंदोलनों द्वारा संचालित, मौलिक डिजाइन और अनुसंधान अकादमियों के साथ काम करने वाले क्षेत्रीय नागरिक विज्ञान संगठनों में भाग लेने के लिए स्वतंत्र था (चेन, 2031; न्गाटा, 2076)। यह महत्वपूर्ण अवसंरचनाओं के लिए आधार तैयार करेगा, जो जलवायु सुधार परियोजनाओं से उभरी हैं और विश्व स्तर पर तकनीकी सफलताओं का समर्थन करती हैं (भीम और लार्सन, 2124; खान और शाह, 2127; न्गाटा, 2076)। नगरपालिका निर्माण कार्यशालाओं के बढ़ते संस्थागत मंच सहकारी समितियों के साथ, नागरिक विज्ञान आंदोलनों और अनुसंधान संस्थानों ने स्थानीय सामुदायिक नेटवर्क के भीतर इन आवश्यक जलवायु अवसंरचनाओं के लिए निर्माण और वितरण चैनल

विकसित किए।

2.1.1 बायोरेमेडियल फैब्रिकेशन तकनीकें: बायोमिनरलाइज़र्स

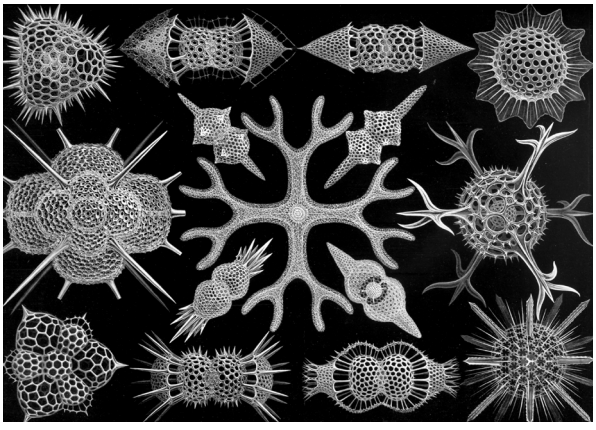
आईपी और अप्रचलित पेटेंट के कानूनी ढाँचे को व्यवहारिक रूप से समाप्त कर दिया गया (भीम एंड लार्सन, 2124)। वैश्विक औद्योगिक बुनियादी ढाँचे को जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के उत्पादन के लिए निर्देशित और पुनः स्थापित किया जाने लगा। इसके विकास ने तकनीकी कॉमन्स को संकलित किया और खोला (न्गाटा, 2076)। कानूनी संघर्षों के बजाय सहकारी समझौतों का पालन किया जाने लगा। ओपन-टेक आंदोलनों में हम उनमें से कुछ के बारे में चर्चा करेंगे, जिन्होंने 22स्वीं सदी की तकनीकी नींव को आकार दिया, जहाँ डिजाइनर और प्रौद्योगिकीविद् अब बाजार की नई इच्छाओं को डिजाइन करने की कोशिश नहीं कर रहे थे। इसके बजाय, यह क्रॉस-परागण (क्रॉस पोलिनेशन) रचनात्मक रूप से आवश्यक मानवीय जरूरतों, इनके भौतिक पदचिह्न और पारिस्थितिक सीमाओं के बीच पुनर्योजी तालमेल बनाने के नए तरीकों की खोज पर केंद्रित था (खान और शाह, 2127)। नगरपालिका स्तर के ऊर्जा उत्पादन और वितरण के लिए ऊर्जा ग्रिड के परिवर्तन के कारण, और औद्योगिक गतिविधियों के मंद होने के साथ, पुराने बांध के बुनियादी ढाँचे को नष्ट किया जा सकता था, जो कि नदी के पारिस्थितिकीय तंत्र और उन पर निर्भर मानव आवास के लिए अस्तित्वगत जोखिम पैदा करता था (हर्नांडेज़ एवं अन्य, 2062)। इन कार्यवाहियों ने मिट्टी के कटाव, अवसादन, और डाउनस्ट्रीम पेयजल और समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र में प्रदूषण अपवाह को स्पष्ट रूप से कम कर दिया, जिससे जलवायु-प्रेरित झटकों के लिए उल्लेखनीय लचीलापन विकसित हुआ (रहमान एवं अन्य, 2096)।

क्लाइमेट रेजिलिएंस ज़ोन ने स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्र एवं जैव विविधता पुनरुद्धार आंदोलनों के लिए एक समग्र, पुनर्योजी, कृषि-पारिस्थितिकीय दृष्टिकोण के लिहाज़ से पहले ही गति स्थापित कर ली थी (हर्नांडेज़ एवं अन्य, 2062)। जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे के उचित एकीकरण से स्वच्छता प्रणालियों में काफी सुधार हुआ है। उसी समय, बाढ़ नियंत्रण ने सदियों पुरानी स्वदेशी आर्द्रभूमि प्रबंधन प्रथाओं को पूरक बनाया, दलदलों और शहरी मछलियों के तालाबों को पुनः प्राप्त करने में मदद की, और शहरी-ग्रामीण क्षेत्रों में सतह और भूमिगत पेयजल के जलभृतों को पुनर्जीवित किया (गोल्डमैन, 2064; हर्नांडेज़ एवं अन्य, 2062)। ये कार्यवाइयाँ सीआरज़ेड में मिट्टी की नमी की गतिशीलता में सुधार करने में महत्वपूर्ण साबित हुईं और सूखा प्रभावित क्षेत्रों में प्रबंधित पानी की प्रचुरता पैदा हुई। इसके अलावा, उन्होंने कृषि से जहरीले पोषक तत्वों के अपवाह को रोकने में मदद की और अन्य सीआरज़ेड में एक साथ तूफान और बाढ़ नियंत्रण प्रणाली विकसित करते हुए नदियों और भूमिगत जलभृतों को फिर से भर दिया (हर्नांडेज़ एवं अन्य, 2062)।

दुनिया के जल-तनाव वाले क्षेत्रों में बढ़ती जलवायु आपात स्थितियों के विचार ने कई स्वैच्छिक नागरिक विज्ञान संगठनों को तकनीकी क्षमता-निर्माण में योगदान देने पर ध्यान केंद्रित किया। इन कार्यवाहियों ने देशज भूमि और जल रक्षा योजनाओं को पूरक बनाया, जिसने व्यापक जल संरक्षण और नदियों और झीलों की बहाली की। गंगा के बाढ़ के मैदानों में, कई पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्र सदियों के औद्योगिक शोषण और जहरीले बहिःस्रावों के निक्षालन के कारण विकृत हो गए थे (रहमान एवं अन्य, 2096)। इस दूषित पेयजल और समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र को हटा दिया गया था, जो लक्षित प्रदूषकों को पकड़ने वाले जैविक तरीकों पर भरोसा करते थे।

नियत समय में यह इन आवासों को पुनर्जीवित करने और साफ करने का एक प्रभावी तरीका साबित हुआ। यह अन्य सुधारात्मक विकल्पों की तुलना में कहीं अधिक प्रभावी और पारिस्थितिकीय रूप से सुदृढ़ था। ऐसा ही एक तरीका बायोमाइनिंग था जो पहले से ही एक परिपक्व तकनीक थी। पारिस्थितिकी खनन कार्यों की आवश्यकता के बिना अयस्कों और अन्य खनिज स्रोतों से पारिस्थितिकीय रूप से धातुओं को निकालने के लिए बायोमाइनिंग लागू किया जा सकता है। प्रोकैरियोट्स, कवक, या पौधों की मदद से पारिस्थितिकीय रूप से पुनर्योजी तरीके से खनिजों को जैविक रूप से खनिजीकृत या 'बायोमिनरलाइज़' किया गया, जो प्राकृतिक साधनों का उपयोग करके अपने अयस्कों से खनिजों को जैविक रूप से हटा सकते थे (ब्रिसन एवं अन्य, 2016; क्यू एवं अन्य, 2019; वी.एस. थॉम्पसन एवं अन्य, 2018)। बायोमाइनिंग और बायोलीचिंग एक साथ इन महत्वपूर्ण धातुओं और खनिजों को सूक्ष्मजीवों की मदद से पुनर्प्राप्त कर सकते हैं, जो प्रक्रिया में मिट्टी और पानी को भी अलग कर देते हैं। बायोमिनरलाइज़ेशन हमेशा प्रकृति में एक व्यापक घटना रही है। जीवों में खनिजों, सिलिकेट, डायटम, कार्बोनेट और कैल्शियम फॉस्फेट को अक्सर संरचनात्मक सुविधाओं में बनाने के लिए संश्लेषित करती है (चित्र 9ए)।

सीआरज़ेड में प्रचलित कई जैव उपचार विधियों ने देशज जल सुरक्षा और स्वयंसेवी नागरिक विज्ञान आंदोलनों के बीच

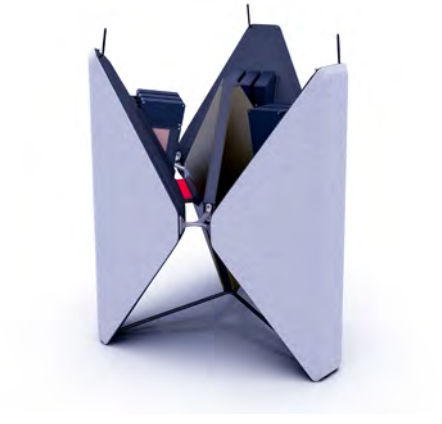


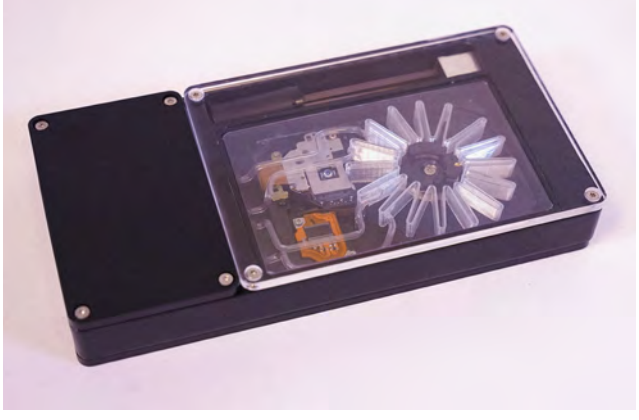
चित्र 9 ए) सबक्लास स्युमेलारिया के पॉलीसिस्टीन के माइक्रोफॉसिल्स में बायोमिनरलाइज्ड ओपलीन सिलिका का एक उदाहरण, कुन्स्टफॉर्मन डेर नेचर (प्रकृति के आर्टफॉर्म्स) (1904) में अर्न्स्ट हेकेल द्वारा चित्रण। बी) अंतरिक्ष यात्री लुका पर्मिटानो बायोमाइनिंग रिएक्टरों को अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन पर एक सेंट्रीफ्यूज में रखता है। साभार: नासा, 2020

सहयोग को मजबूत किया। 'बायोमिनरलाइज़र्स' (चित्र 9बी) नामक उपकरण अंतरिक्ष कार्यक्रमों से बायोमाइनिंग प्रयोगों के प्रायोगिक प्रोटोटाइप हुआ करते थे। बायोमिनरलाइज़र्स अनिवार्य रूप से अपशिष्ट जल इलेक्ट्रोलिसिस को माइक्रोबियल बायोमाइनिंग के साथ जोड़ने वाले बायोरिएक्टर तकनीक थे। इसे अच्छी तरह से समझा गया था (कोंट्रेरस एवं अन्य, 1981; तार्कोवस्की एवं अन्य, 2011)। हालाँकि, पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्र से नाइट्रेट्स, फॉस्फेट और भारी धातुओं को साफ करने के लिए, इन विद्युत-जैव रासायनिक प्रक्रियाओं को प्रभावी ढंग से लागू करने हेतु प्रयोगशालाओं से बाहर जा रहा था (अनवर और होआंग, 2052)। ओपन-टेक्नोलॉजी ट्रांसफर के साथ, ये बायोमिनरलाइज़र्स, सार्वजनिक डोमेन के लिए जारी किए गए, वितरित पैमाने पर बायोमाइनिंग रिग्स में विकसित हुए, और नगरपालिका निर्माण सहकारी-दुकानों द्वारा निर्मित (भीम और लार्सन, 2124; न्गाटा, 2076)।

जैवखनिजकों का विकास (चित्र 10ए) इस नए अनुप्रयोग से उभरी प्रौद्योगिकियों में अभिव्यक्त तेजी से बढ़ती पुनरुत्पादक संस्कृति के भीतर प्राकृतिक विधियों को लागू करने वाली सामाजिक ऊर्जाओं की पराकाष्ठा थी। कष्टदायी औद्योगिक प्रक्रियाओं के पैमाने के विपरीत, जैवखनिज जैव उपचार और दुर्लभ पृथ्वी खनिज निष्कर्षण को संबोधित कर सकते हैं। वे स्थानीय स्तर पर संदूषण के बिंदु और पारिस्थितिकीय तंत्र के मूल निवासी सूक्ष्मजीवों के सहयोग से पारस्परिक रूप से लाभकारी बहाली और उपचारात्मक प्रक्रिया के साथ ऐसा कर सकते हैं: कल्चर परंतु आनुवंशिक रूप से संशोधित नहीं। सदियों से औद्योगिक अपशिष्टों द्वारा जल निकायों और तटबंधों को उन्हीं दुर्लभ-पृथ्वी खनिजों और धातुओं के साथ दूषित किया था वहाँ सफाई स्थलों पर बायोमाइनिंग लागू करना संभव था।

इस ऑपरेशन के लिए विकसित माइसेलियल-कार्बन कार्ट्रिज (चित्र 10बी) को माइसेलियम या बैक्टीरिया के





चित्र 10 ए) एक बायोमिनरलाइजिंग रिग। बी) बायोमाइनिंग कार्ट्रिज जो सामुदायिक बायोमाइनिंग के लिए रेयर-अर्थ का उत्पादन करते हैं। छवियाँ: वाहिदी एवं अन्य (2118)

उपभेदों के साथ इंजेक्ट और जल कार्बन माध्यम से रेयर अर्थ खनिजों को पृथक किया गया (कॉलिन्स और एरियल, 2062)। पानी में तैरने वाले बायोमिनरलाइज़र्स देशी बायोमिनरलाइज़िंग बायोटा के लिए "पौष्टिक" होंगे। व्यक्तिगत मायसेलियम-कार्बन कार्ट्रिज को बायोम के साथ इंजेक्ट करने के लिए डिज़ाइन किया गया था, जो विशिष्ट खनिजों को कंसंट्रेट कर सकता था (कोलिन्स और एरियल, 2062)। उनकी ट्यून्ड संतृप्ति दर बायोमाइन किए जाने वाले धातुओं के प्रकार और कार्ट्रिज बायोम में लगाए गए माइक्रोबियल स्ट्रेन पर निर्भर करती है (खान और शाह, 2127)। इन प्रक्रियाओं ने कमरे के तापमान की स्थिति और कम पैदावार में अनुक्रमित कार्ट्रिज के तहत् काम किया। हालाँकि, उन्होंने उच्च शुद्धता वाले रेयर अर्थ खनिजों को अनुक्रमित किया गया।

ये पैदावार स्थानीय स्तर पर सामाजिक रूप से उपयोगी और पारिस्थितिकीय रूप से पुनर्योजी प्रौद्योगिकियों के उत्पादन हेतु सामुदायिक फैब-प्रयोगशालाओं या कार्यशालाओं में आगे की प्रक्रिया के लिए पर्याप्त थीं। इसके अलावा, इकोसाइड रूलिंग और जीवाश्म उन्मूलन ने कई वैश्विक वित्तीय संस्थानों और उदार सब्सिडी और टेक्नोस्फीयर के विशाल जन औद्योगिक पदचिह्न के लिए अनुकूल वित्तीय कार्यक्रमों को भी भंग कर दिया था (बर्न्स, 2019; गार्सिया-ओलिवारेस और सोल, 2015)। फिर भी, यह देखते हुए कि दुनिया के कई खनन स्रोत कुल नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण से पहले समाप्त हो गए, ये प्रक्रियाएं उस पैमाने की समान अर्थव्यवस्थाओं पर व्यवहार्य नहीं थीं। रेयर अर्थ खनिजों के लिए गहरे समुद्र में खनन की भारी विफलता और अप्रचलित अवसंरचनाओं से दुर्लभ-पृथ्वी खनिजों की खनिज पुनर्प्राप्ति की एक साथ आवश्यकता ने इन नवीकरणीय निर्माण प्रक्रियाओं के युग के आने का संकेत दिया (थिरुमलाई और हाल्डेन, 2087)।

2.1.2 डाउन टू अर्थ: सामुदायिक (सिम्बियोमेटलर्जी) सहजीवी-धातुकर्म का उद्भव

बायोमिनरलाइज़र्स ने सिम्बियोमेटलर्जी (सहजीवी-धातुकर्म) के क्षेत्र में शुरुआती विकास और खोजों के लिए मार्ग प्रशस्त किया, जिसमें बहुत से मूलभूत सिद्धांत अभी भी बरकरार हैं। सहजीवी-धातुकर्म, 'सहजीवी-जैविक-धातु विज्ञान' का संलयन, सहजीवी निर्माण तकनीकों का एक उपसमुच्चय है, जो पिछली शताब्दी में उभरा। इसने खुले विकल्प तैयार किए, जो जीवाश्म ईंधन के उन्मूलन और पॉलिमर उद्योग के बहुत से इंजीनियरिंग सामग्री के वैक्यूम को भरते हैं (खान और शाह, 2127)। ओपन टेक प्रोटोकॉल के तहत्, निर्माण क्षमताओं की परिपक्वता और इन तकनीकों के निर्माण के लिए आवश्यक सटीक तरीकों ने सिंडिकेटेड सहकारी दुकानों में पर्याप्त तेजी ला दी, जो इस तरह के डिज़ाइन प्रयोगों की जगह है और इन बायोमिनरलाइज़र्स के अनुप्रयोगों के कारण तेजी से विस्तारित हो रही है। भौतिक वातावरण के साथ सहक्रियात्मक संबंधों में बायोमाइनिंग और बायोमिनरलाइज़ेशन प्रक्रियाओं के सम्मानजनक उपयोग के माध्यम से जैव संचय और जैवउपलब्धता दरों में कई गुना सुधार हुआ है। आज, जैवखनिजीकरण कई सामान्य रूप से आवश्यक खनिजों पर ध्यान केंद्रित करने का एकमात्र व्यवहार्य साधन है (चित्र 11)।

खनिजों के शोधन के लिए खनिजों का जैव संचय, एक अधिक तर्कसंगत तरीका साबित हुआ। घटते रेयर-अर्थ खनिजों के साथ उनकी सफलता लोहा, तांबा, जस्ता, कोबाल्ट, मैग्नीशियम और सोने जैसे अन्य खनिजों के लिए व्यवहार्य साबित हुआ। ये प्रणालियाँ क्षुद्रग्रहों से या गहरे समुद्र तल से विनाशकारी रूप से खनन किए जाने के लिए प्रत्याशित उच्च-तकनीकी सामानों के स्थानीय उत्पादन और खपत के लिए आदर्श थीं। टेक्नोस्फीयर के मौलिक रूप से रूपांतरित और अनुबंधित निशान की एक सदी से भी अधिक समय तक इनके उभरने की नींव रखी। पुरानी तकनीकी अवसंरचनाओं की अपरिहार्य उम्र बढ़ने के साथ, अप्रचलित तकनीकी अवसंरचनाओं से धातुओं और खनिजों को अलग करने के लिए बायोमाइनिंग रिग्स आवश्यक हो गए थे। इस प्रकार, पारंपरिक निर्माण विधियों की फिर से कल्पना करने से बायोमिनरलाइज़र्स को लिथियम, कोबाल्ट, सोना, टैंटलम, निकल मैंगनीज, कोबाल्ट, निकल और जस्ता जैसी धातुओं की वसूली में वृद्धि करने की अनुमति मिली, जिससे उन्हें सावधानीपूर्वक उपचारित पारिस्थितिकीय तंत्र में वापस लीचिंग से रोका जा सके (वाहिदी, एवं अन्य, 2118)।

सिम्बियोमेटालर्जिकल तकनीकों ने पिछले दशकों में, सिलिकेट्स की प्रोसेसिंग में विस्तार किया। लेटराइट्स अतीत से खदान के कचरे के ढेर के साथ सल्फाइड अयस्कों और यूरेनियम अयस्कों को हटाते हैं (चिहिरो एवं अन्य, 2123; वाहिदी एवं अन्य, 2118)। हालाँकि, गलत धारणाओं को दरकानार करते हुए, मूल रूप से सहजीवन निकालने वाले सिरों के लिए आनुवंशिक हेरफेर के लिए विरोधी है। लेकिन पारिस्थितिकीय तंत्र के उत्कर्ष पर निर्भर सहजीवी प्रबंधन प्रणाली बनाई गई है (वाहिदी एवं अन्य, 2118)। यह भारी रेयर अर्थ खनिजों (चित्र 11) और प्लैटिनम समूह धातुओं, कभी-कभी रोगाणुओं की मदद से, पेयजल के निकायों से रेडियोधर्मी कचरे को अलग करने के लिए शायद एकमात्र

चित्र 11 सिम्फ़ैब में उत्पादन के लिए बायोमिनरलाइज़र तकनीकों का उपयोग करके रेयर अर्थ की कटाई के लिए लोकप्रिय बायोमाइनिंग प्रथाएँ सामान्य हो गई हैं। छवि: वाहिदी एवं अन्य (2118)

पारिस्थितिकीय रुप से जिम्मेदार विकल्प है (वाहिदी एवं अन्य, 2118)।

परमाणु अपशिष्ट स्थलों से जैव-संचयन रेडियोधर्मी तत्वों के लिए जैवखनिजकों को तैनात किया जाना जारी है जहाँ बायोरेमेडिएशन विधियों ने उल्लेखनीय संभावनाएं दिखाई हैं (जेनलिन, 2109)। इन रणनीतियों की संभावना हाल ही में सामने आए परमाणु और जहरीले संदूषण क्षेत्रों जैसे औद्योगिक लूट से ऐतिहासिक रुप से दूषित क्षेत्रों में अपनाया गया, जहाँ रेडियोन्यूक्लाइड्स को बेअसर करना महत्वपूर्ण था (चिहिरो एवं अन्य, 2123)। बायोरेमेडिएशन और पुनर्कल्पित सामग्री क्षमताओं की प्रभावशीलता और दीर्घकालिक पारिस्थितिकीय दृष्टिकोण ने समुदायों को अपने पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ प्रतिगामी संबंधों पर वापस नहीं जाने दिया। पिछली शताब्दी में सिम्बियोमेटालर्जिकल क्षेत्रों के विकास ने दिखाया है कि ये खनिज संसाधन भौतिक मानवीय जरूरतों को पूरा करने से परे प्राकृतिक प्रक्रियाओं की हमारी समझ के लिए कितने महत्वपूर्ण हैं। सिम्बियोमेटालर्जी (सहजीवन धातु विज्ञान) जैव संचय और जैवउपलब्धता की पारिस्थितिकीय प्रक्रियाओं के मानचित्रण में आगे जाता है, जहाँ पोषक तत्व और खनिज प्रवाह हमें अंतरिक्ष और समय में हमारे पारिस्थितिकीय तंत्र के स्वास्थ्य का एक सिंहावलोकन दे सकते हैं, जो कभी अकल्पनीय थे (वाहिदी एवं अन्य, 2118)। इन स्पष्ट चिन्हों से परे, ये अभ्यास आगे चलकर हमें पारिस्थितिकीय तंत्र के क्षेत्रों को समझने की अनुमति देते हैं, जो कभी मानवीय कार्यों पर निर्भर होते हैं तो कभी उनसे स्वतंत्र। इसके बजाय, ये प्रथाएं उन असंख्य तरीकों के लिए जगह बनाती हैं, जिनमें मानवीय और गैर-मानवीय उलझनों को प्रकट किया जा सकता है।

2.1.3 रेनमेकर्स, बर्फ़ीले स्तूप और कृत्रिम ग्लेशियर

यह समझना आवश्यक है कि सामाजिक उत्थान और सामाजिक गारंटी की इस अवधि ने अनिश्चितता के तहत् लंबे समय तक दमित समाजों में बहुत सारी ऊर्जाएँ खोल कर रख दीं। इसलिए, ब्लू रिपेरेशंस पहल के लिए अपनाई गई सभी प्रौद्योगिकियाँ विवाद और जटिलताओं से मुक्त नहीं थीं। जलवायु-प्रेरित वार्षिक सूखे के मौसम में वृद्धि के साथ, अत्यधिक सूखे के मौसम का सामना करने वाले क्षेत्र में अनियंत्रित पेयजल की कमी के वास्तविक खतरे थे। गंगा के

मैदानी इलाकों में, उतार-चढ़ाव वाले भारतीय मानसून के मौसम और हिमालयी क्षेत्र में अस्थिर हिमनदों के पिघलने का सामना करते हुए, पानी की तीव्र कमी एक संकट बन गई, जिसके लिए कार्यवाही की आवश्यकता थी। ओपन डिजाइन और ओपन-टेक समुदायों में से कई "वायुमंडलीय नदी" हार्वेस्टर का सुझाव देते हैं, जिन्हें रेनमेकर्स कहा जाता है। ओपन डिजाइन समुदायों ने सीआरज़ेड में स्टेपवेल्स, वेटलैंड्स, रिवर और 'लेक रिक्लेमेशन प्रोजेक्ट्स' की बहाली के प्रयासों का समर्थन करने हेतु रेनमेकर्स को विकसित किया, ताकि उन्हें आवश्यकतानुसार फिर से भरा जा सके। ये प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के तहत् खुले पेटेंट के शुरुआती गुप्त भंडार से संभव थे और खुले डिजाइन समुदायों द्वारा विकसित किए गए थे (गौतम एवं अन्य, 2053)। ये बेहद हल्की संरचनाएँ अपनी हाइड्रोफिलिक सतहों और संरचनाओं के साथ वायुमंडलीय जल वाष्प को संघनित कर सकती हैं और उन्हें सूखे हुए जलाशयों के ऊपर अवक्षेपित कर सकती हैं (गौतम एवं अन्य, 2053)।

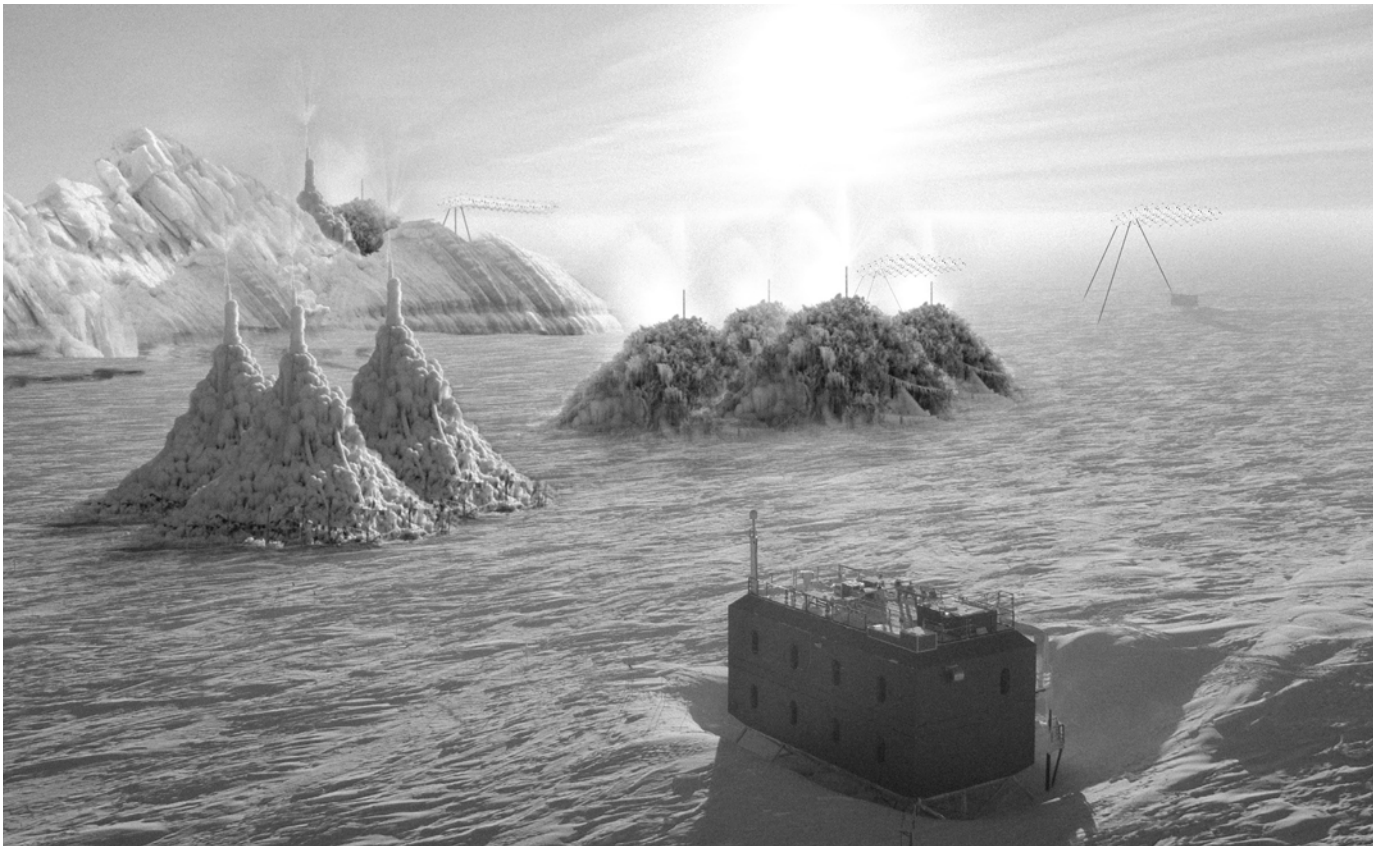
सदी के मध्य तक, रेनमेकर्स (चित्र 12) को खुले विज्ञान और तकनीकी समुदायों के भीतर और अधिक साझा किया गया। इन कार्यवाहियों का समर्थन करने वाली कई पत्रिकाओं ने, जिसमें यह पत्रिका भी शामिल है, इन प्रस्तावों और विशिष्टताओं को प्रकाशित किया (गौतम एवं अन्य, 2053)। एक समुदाय के लिए व्यावहारिक होने हेतु संचालन के पैमाने का मतलब था कि स्थानीय जलीय पारिस्थितिकीय तंत्र और जैव विविधता को भरने के लिए उन्हें केवल अत्यधिक स्थानीय पैमाने पर तैनात किया जा सकता था। सीआरज़ेड के सफल कार्यान्वयन के प्रभावों की तुलना में ये प्रभाव फीके पड़ गए, जिसने शुद्ध वर्षा अधिशेष बनाने और दुनिया भर में अधिक व्यापक पैमाने पर वर्षा के पैटर्न को प्रभावित करने में भारी संभावना दिखाई। इसका कारण था कि नए पुराने विकास वाले जंगलों ने सीआरज़ेड में अपनी जड़ें पाईं (हर्नांडेज़ एवं अन्य, 2062)। जबकि इनमें से कई विकासों ने इन उद्देश्यों के लिए इन रेनमेकर्स को निरर्थक बना दिया। उनके कार्य एक अन्य लक्ष्य के लिए महत्वपूर्ण साबित होंगे — ग्लेशियल रिवाइवल।

हिंदू कुश हिमालय में समुदायों ने लंबे समय से "बर्फ़ीले स्तूप" नामक कृत्रिम ग्लेशियर बनाने की एक प्रथा का आविष्कार किया था (दिव्या ए, 2020) और इन रेनमेकर्स के लिए योजनाएं बनाईं और उन्हें विकसित करने की दिशा

चित्र 12 शुष्क क्षेत्रों के लिए पेयजल का संचयन करने वाले वायुमंडलीय रेन मेकर्स। छवि: गौतम एवं अन्य, 2053

में आगे बढ़े। उन्होंने हिमालय के ग्लेशियरों को पिघलने से बचाने हेतु रेनमेकर लगाने की योजना बनाई। बर्फ़ीले स्तूप (चित्र 13) या कृत्रिम ग्लेशियरों के उत्पादन में तेजी लाने के लिए रेनमेकर्स की तैनाती ने क्षेत्र के लोगों को अपने रेनमेकर्स को इस अधिक जरूरी उपयोग के लिए फिर से डिज़ाइन करने के लिए मजबूर किया, ताकि वे पेयजल के निकायों के लिए निर्भर पर्वतीय ग्लेशियरों को नियंत्रित कर सकें और उन्हें फिर से भर सकें। ये कार्रवाइयाँ उनके ग्लेशियरों को विनाशकारी रूप से पिघलने से बचाने में उनका अंतिम प्रयास था। वास्तव में, रेनमेकर्स ने ग्लेशियल आइस 'न्यूक्लियेशन' साइटों के रूप में काम करने के लिए ट्यून किया, जो ग्लेशियल मेल्ट्स को फिर से जमने और कृत्रिम ग्लेशियरों के रूप में कार्य करने की अनुमति दे सकता है। उम्मीद है कि निष्क्रिय रूप से अधिक ग्लेशियर बढ़ रहे हैं। इन कृत्रिम ग्लेशियरों को सामुदायिक कार्यवाही के माध्यम से बनाया गया था। इससे उन लोगों की संस्कृति और इतिहास को संरक्षित किया गया, जो पर्वतीय ग्लेशियरों पर निर्भर थे और जो हॉट हाउस प्रभावों के कारण खतरे में थे। इन रेनमेकर्स के दस्तावेजीकरण और संशोधन में इन समुदायों की सफलताओं ने कई जलवायु कार्यवाही समूहों को प्रेरित किया। ये लोग आर्कटिक और अंटार्कटिक हिमनदों के पुनरुत्थान के पैमाने पर समान रणनीतियों को लागू करके 'बर्फ़ीले स्तूप' का निर्माण तथा इन प्रक्रियाओं को स्केल करके क्रायोस्फीयर को पुनर्जीवित करना चाहते हैं। डंडे (रोजर्स, एवं अन्य, 2121)।

जाहिर है, कई रेनमेकर डेवलपर्स तकनीकी-प्रत्यक्षवादी अतीत से विशेष विरासत को आश्रय दे रहे थे। स्थानीय समुदाय के लिए झीलों और तालाबों का पुनर्जनन, तकनीकी दृष्टि से संभव था। हालाँकि, जिन पैमानों पर आर्कटिक और अंटार्कटिक ग्लेशियरों को पुनर्जीवित करने की आवश्यकता थी, वे जियोइंजीनियरिंग से कम नहीं थे (जैदी, 2056)। विभिन्न जलवायु सभाओं ने इस व्यापक पैमाने और दायरे में एक प्रणाली के संभावित अप्रत्याशित परिणामों के बारे में अपने विमर्श को प्रकाशित किया। इस तरह के जियोइंजीनियरिंग प्रयासों में उनके बिना उन लोगों पर भयानक शक्ति प्रयोग की संभावनाएँ थीं। इसके अलावा, उन पर अनियमित शक्तिशाली तत्वों द्वारा दुरुपयोग की असंख्य संभावनाएँ थीं। यहाँ तक कि अगर कृत्रिम हिमाच्छादन योजनाएं सामुदायिक पर्यवेक्षण के तहत् ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रम के लोकतांत्रिक नियंत्रण और संतुलन के तहत् विकसित हुईं, तो किसी के लिए भी उनके बारे में चिंतित होना



चित्र 13 अंटार्कटिका में आइस स्तूप बनाने में रेनमेकर्स के प्रारंभिक प्रलेखित प्रयास। छवि: रोजर्स एवं अन्य (2121)

जायज़ था, ख़ासकर, उन्हें जिन्होंने सदी की शुरुआत से ही सामाजिक और राजनीतिक उथल-पुथल का अध्ययन किया था। इस प्रकार इन उपकरणों को विशेष रूप से आर्कटिक और अंटार्कटिक ग्लेशियरों, पिघलने वाले पर्माफ्रॉस्ट, या हिमालय में पर्वतीय ग्लेशियरों पर, विनाशकारी पिघलन को रोकने के लिए क्रायोस्फीयर के महत्वपूर्ण पुनरुद्धार और रिचार्जिंग के लिए सख्त प्रोटोकॉल का पालन करते हुए आरक्षित किया गया। क्रायोस्फीयर में आज जो कुछ भी हिमनद बर्फ बरामद हुआ है, वह कई जलवायु कार्यवाही परिषदों द्वारा किए गए समर्पित पुनर्प्राप्ति कार्यक्रमों के कारण है, जैसे कि अंटार्कटिक जलवायु संधि, जो दक्षिणी ध्रुव में कृत्रिम ग्लेशियरों को पुनर्जीवित करने के प्रयासों को अंजाम दे रही है (पद्मनाबन और होल्ड्रेन, 2079)।

आज तक, क्रायोस्फीयर विशेष रूप से हॉट हाउस वार्मिंग और पृथ्वी की जलवायु प्रणाली के एक महत्वपूर्ण संकेतक और नियामक के प्रति संवेदनशील बना हुआ है। स्ट्रैटोस्फेरिक फ्लाईबाई सर्वेक्षणों के पिछले दशक में क्रायोस्फीयर में बर्फ माप मात्रा की वसूली दिखाई गई है (पोर्थो और अरिवु, 2130)। पुराने से युवा बर्फ में अनजाने परिवर्तन के साथ समग्र बर्फ की मात्रा में गिरावट की ओर बढ़ने के बावजूद, इस तरह के कृत्रिम ग्लेशियरों को अभी भी 'फॉस्टियन' रियायत माना जाता है (रोजर्स एवं अन्य, 2121)। इस प्रकार, आर्कटिक और अंटार्कटिक ग्लेशियल न्यूक्लिएशन साइटों के लिए जलवायु पुनर्जनन अभियान, कृत्रिम ग्लेशियर बनाने के लिए रेनमेकर उपकरणों को तैनात करते हैं। हालाँकि, उन्हें अभी भी संदेह के साथ देखा जाता है और दीर्घकालीन समाधान नहीं माना जाता। इसकी स्थापना के लगभग एक सदी बाद से, यह काम अभी भी हिमनदों, आर्कटिक और अंटार्कटिक बर्फ की चादरों के अवशेषों को बचाने के लिए जारी है। यह काम इस बात के मद्देनज़र किया जा रहा है कि इन पारिस्थितिकीय तंत्रों की दीर्घकालिक पुनर्प्राप्ति से परे कई लंबे समय तक चलने वाले परिणाम निकाल सकते हैं।

2.2 हल्के नीले बिंदु से संबंध बनाना

क्रायोस्फीयर की अखंडता को पुनर्जीवित करने के लिए हॉट हाउस जलवायु के वैश्विक संघर्षों ने हमारे ग्रह के संकटों के पैमाने का खुलासा किया। यह भी स्पष्ट नहीं है कि हमारे विकासवादी इतिहास की संपूर्णता में, कोई भी एनालॉग तेजी से प्रतिक्रिया करने या महासागरों में छठे सामूहिक विनाश के संकट के बरक्स, इन गहन पैमानों और तीव्रता का सामना करने की पर्याप्त क्षमता है या नहीं (सेबलोस एवं अन्य, 2017)। इसलिए समाजों को अकल्पनीय को स्वीकारना पड़ा। यदि महासागरों के पुनरुद्धार की कोई आशा की जा सकती थी, तो उसे चुनौती के पैमाने के बराबर क्षतिपूर्ति कार्यक्रम की आवश्यकता थी। विश्व स्तर पर, ब्लू रिपेरेशंस प्रोजेक्ट्स और जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे के कुल उन्मूलन ने पहले ही औद्योगिक स्तर पर मछली पकड़ने और उच्च समुद्रों की ट्रॉलिंग को असंवैधानिक बना दिया था। तटीय बस्तियों की भेद्यता को देखते हुए, औद्योगिक स्तर पर समुद्री मत्स्य पालन और खुले समुद्र में आर्थिक निष्कर्षण क्षेत्रों को समाप्त कर दिया गया। इससे जलवायु लचीले क्षेत्रों के समुद्री समकक्ष के लिए रास्ता बन गया। तटीय समुदाय अपने हिसाब से समुद्री जीवन और समुद्र के चरागाहों को पुनर्जीवित कर रहे थे। उन्होंने व्यापक औद्योगिक जोत और युद्ध की अर्थव्यवस्थाओं से मत्स्य पालन पर नियंत्रण वापस ले लिया था (रहमान एवं अन्य, 2096; यूएनसीएसी, 2043)। इसके बाद जो हुआ वह सामुदायिक प्रयासों को फिर से जगाने का एक वसीयतनामा है, जिसने 22स्वीं सदी के जलवायु लचीलेपन की नींव रखी।

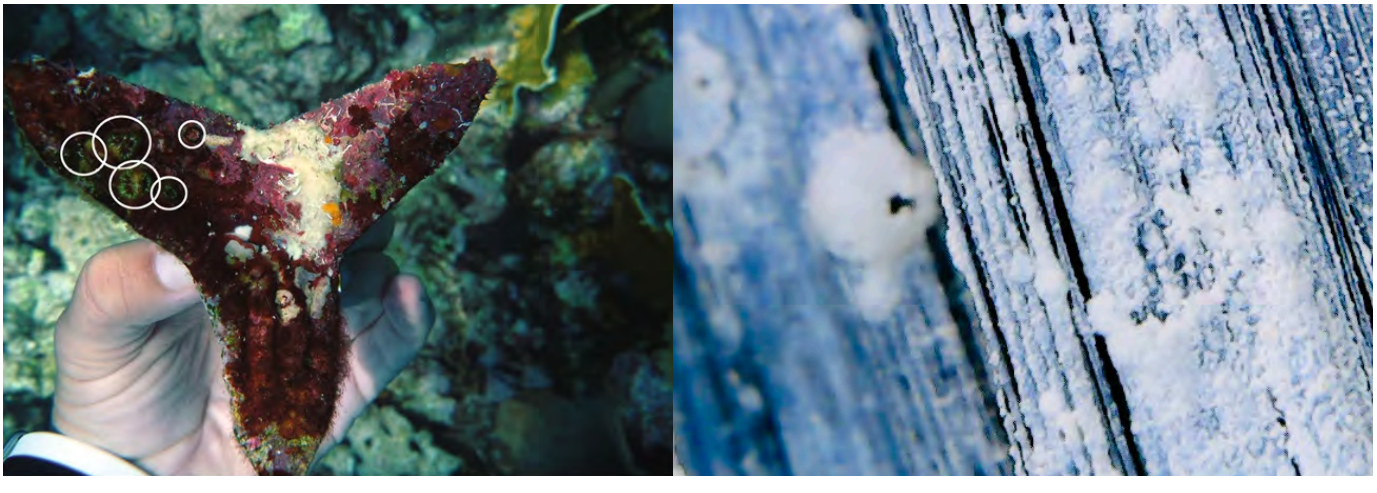
संवेदन और निगरानी प्रणालियों के साथ सहायता करने वाले, कई विश्वसनीय उपग्रह निगरानी प्रणालियों का नुकसान गहरा गया (चक्रवर्ती एवं अन्य, 2076)। भू-स्थानिक निगरानी बुनियादी ढाँचे के बिना, पैतृक जल प्रहरियों ने ग्रह के लिए निरंतर पुनर्जनन और मरम्मत के अन्य साधन विकसित किए। ये वैकल्पिक साधन "सीखने, देखने और करने के मौन रूपों के लिए सहज क्षमता" बनाने में निहित थे (जुमा और वाटेन, 2041; सरनाई और सोलोंगो, 2118)। इस प्रकार, दैनिक जीवन से अविभाज्य इन बदलती परिस्थितियों को समझने और अनुकूल बनाने हेतु स्थानीय कार्यवाही आगे बढ़ी। इस कार्यवाही में ना तो कोई पौराणिक अतीत वापस लौटने के लिए था, और, ना ही पुनर्जीवित करने के लिए कोई काल्पनिक प्रकृति। अत्यधिक मछली पकड़ने, फँसाने और जीवाश्म निष्कर्षण से समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र पर भार बहुत बेहद ज़रूरी था, जो पहले से ही बढ़ते महासागर के स्तर में, आदिम अवस्था में लौटने के लिए बेहद कम गुंजाइश छोड़ता था। ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रमों के समर्थन से, समुदाय अपनी पुश्तैनी भूमि पर लौट आए। उन्होंने समुद्र के तबाह होने वाली तटरेखाओं का पुनर्निर्माण और उन पर पुनः दावा पेश किया। यहाँ तक कि हांगकांग, मुंबई, न्यूयॉर्क और शंघाई जैसे कमजोर तटीय शहरों जैसी बड़ी शहरी बस्तियों ने भी अपनी जलवायु परिषदों को अपने तटों को तूफानों से बचाने के लिए रैलियाँ निकालते देखा। उनके इरादे भविष्य में मैंग्रोव-कोरल इकोसिस्टम को तटबंध और स्टॉर्म ब्रेकर के रूप में पुनर्वास करके अपतटीय प्राकृतिक समुद्री बाधाओं को विकसित करने के प्रयासों में परिणत होंगे।

ये पारिस्थितिकीय समुद्री तटबंध, एकीकृत महासागर पर्माकल्चर क्षेत्र थे। इन्होंने समुद्री जीवविज्ञानी और स्थानीय नागरिक विज्ञान समुदाय के साथ मिलकर स्थानीय स्वदेशी ज्ञान पर निर्मित संरक्षण, पुनर्जनन और मत्स्य पालन के सुदृढ़ चक्र की स्थापना की (टाउज़ और वक्करी, 2130; विकी एवं अन्य, 2087)।)। ये पारिस्थितिकीय समुद्री तटबंध, चक्रवात को नष्ट तथा अत्यधिक मछली पकड़ने वाले स्टॉक को पुनर्जीवित और पुनर्स्थापित करने में प्रभावी साबित हुए। इसके साथ-साथ इन्होंने अन्य कार्यवाहियों की भी पूर्ति की तथा अवैध, अप्रतिबंधित और अनियमित मछली शिकार को समाप्त किया। इसके अलावा, पारिस्थितिकीय तंत्र आधारित मत्स्य प्रबंधन को प्रोत्साहित और समुद्र में प्लास्टिक प्रदूषण को नियंत्रित और संबोधित भी किया गया (रहमान, एवं अन्य, 2096)। 22स्वीं शताब्दी में ये जैव विविधता, बहाली के नए समुद्री केंद्र बन गए। इस दौरान समुद्री आवासों के बीच संपर्क में भी वृद्धि देखी गई। व्यवहारिक तौर पर, अंतत: ग्रहीय पैमाने पर इन प्रथाओं का अंत हुआ और एक पर्याप्त तटरेखा संरक्षण प्रथा स्थापित हो पाई। समुद्री जैव विविधता हेतु, लचीले जलवायु क्षेत्रों के नए क्षेत्रों का निर्माण भी प्रबल हुआ (यूएनसीएसी, 2129)।

2.2.1 विद्युत प्रवाल पुनर्वास परियोजना

जबकि इस दौरान प्रवाल बहाली के तरीकों का अध्ययन किया गया। इसको लेकर अतीत में भी सुझाव दिए गए थे, परंतु केवल वही प्रक्रियाएं सफल हो पाईं जो अलैंगिक और यौन प्रजनन माध्यमों से (बोस्त्रोम-एइनर्सन, एवं अन्य, 2020) विद्युतीकृत कृत्रिम चट्टानों और प्रवाल प्रसार के प्रयासों को रणनीतिक रूप से जोड़ती थीं (सुमन और मोनीकी, 2117)। इन तंतुओं के 3डी निर्माण प्रथाओं में प्रगति के साथ, समग्र कार्बन-नकारात्मक खनिज अभिवृद्धि भित्तियों के उत्पादन हेतु समुद्र के नीचे प्रवाल बहाली के प्रयास किए गए। प्रवाल युग्मकों को इकट्ठा एवं कार्बन-चूना पत्थर चट्टानों का निर्माण करने वाली तकनीकी को चट्टान गोताखोरों और नागरिक वैज्ञानिकों की आवश्यकता थी। प्रवाल युग्मकों को विशिष्ट प्रवाल प्रजातियों से काटा, एक ही प्रजाति के अन्य सदस्यों के साथ स्वायत्त या मैन्युअल रूप से पैदा, तथा नर्सरी में उगाया जाना था ताकि विरंजन घटनाओं (गोरो, 2012; विकी एवं अन्य, 2087) के लचीलेपन की उच्चतम संभावनाएं सुनिश्चित किया जा सके। विभिन्न प्रवाल प्रजातियों से काटे गए कोरल पॉलीप्स को टेट्रापोड के आकार के चूना पत्थर की संरचनाओं (चित्र 14ए) पर जमा और कृत्रिम मिश्रित भित्तियों (चैम्बरलैंड एवं अन्य, 2017; सुमन और मोनीकी, 2117) पर चस्पाँ किया गया। इस यौन प्रसार और खनिज अभिवृद्धि प्रौद्योगिकी ने मूंगों के पुनर्जनन को गति दी; उन्हें मैंग्रोव वनों के साथ एकीकृत नई समुद्री दीवारों के आवासों पर पुनर्वासित किया गया (सुमन और मोनीकी, 2117)।

खनिज अभिवृद्धि प्रौद्योगिकी, या "बायो-रॉक" विधि ने, जिसे लगभग दो शताब्दियों पहले खोजा गया था, व्यापक पैमाने पर कृत्रिम प्रवाल तटबंधों को बनाने और प्रवाल पारिस्थितिकीय तंत्र, यहाँ तक कि गंभीर रूप से नष्ट समुद्र तटों, को बहाल करने के लिए एक सफल विधि दी थी (गोरो और प्रोंग, 2017; विकी एवं अन्य, 2087)। ये खनिज अभिवृद्धि विधियां, कम वोल्टेज और कम धारा के साथ दशकों तक चलने वाले अल्पविकसित समुद्री जल इलेक्ट्रोलिसिस तंत्र पर आधारित थीं। खनिज अभिवृद्धि विधियों ने कम धारा और कम वोल्टेज बिजली (लगभग 1.5 वोल्ट) का संचालन



चित्र 14 ए)) टेट्रापोड संरचनाओं पर लगाए गए कोरल पॉलीप्स। छवि: (चेम्बरलैंड एवं अन्य, 2017)। बी) बायोचार कार्बन फाइबर माइक्रो अर्गोनाइट कम्पोजिट के साथ। छवि: (सुमन और मोनीकी, 2117)

करने के लिए प्रवाहकीय कार्बन फाइबर से बने 'कैथोडिक' जाल संरचना का उपयोग किया। उच्च शक्ति वाले कार्बन-चूना पत्थर सम्मिश्र का उत्पादन करने के लिए इन फाइबर सबस्ट्रेट्स (चित्र 14बी) पर खनिज अर्गोनाइट जमा किया गया था। कई मामलों में, कृत्रिम चट्टानों के लिए अनुकूलित गहरे समुद्र के तेल रिग इन्फ्रास्ट्रक्चर को बंद और समाप्त कर दिया गया था (सुमन और मोनीकी, 2117)। इन्हें विशिष्ट अपतटीय स्थानों पर ले जाया गया और समुद्री बाधाओं और प्रवाल बहाली प्लेटफार्मों में पुन: उपयोग किया गया, जो गहरे समुद्र के परिसंचारी पानी और गहराई से पोषक तत्वों में खनिज अभिवृद्धि तकनीक को लागू करते हैं (सुमन और मोनीकी, 2117)। खनिज अभिवृद्धि प्रौद्योगिकी की इलेक्ट्रोलाइटिक प्रक्रिया ने कोरल जीव के लिए अतिरिक्त ऊर्जा खर्च किए बिना अपने कार्बोनेट गोले बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई, जिसका उपयोग विकास के लिए कर सकता था।

मूंगा विकास के लिए स्थिर स्थिति सुनिश्चित करने हेतु धीमी गति वाली इलेक्ट्रोलिसिस फायदेमंद थी। इस प्रक्रिया ने प्रवाल जीवों को कार्बोनेट आयनों की जैव उपलब्धता में सुधार और प्रवाल वृद्धि के लिए अकार्बनिक कार्बन (डीआईसी) में सुधार करके समुद्री जल में उनके कैल्सीफाइंग द्रव (सीएफ) रसायन को नियंत्रित करने की अनुमति दी। यह प्रक्रिया सीएफ के भीतर कार्बोनेट आयनों की संतृप्ति को मजबूत करती है, जो आसपास के समुद्री जल से लगभग तीन से चार गुना अधिक है (किरियाकू एवं अन्य, 2089)। संक्षेप में, इसने स्थानीयकृत पीएच नियंत्रण के साथ जीव की कंकाल संरचना का तेजी से उत्पादन आसपास के अधिकांश अम्लीय महासागरों की अम्लीय स्थिति और समुद्री जल की ताप क्षमता (किरीकू एवं अन्य, 2089) को देखते हुए किया। इन विधियों ने क्षतिग्रस्त पारिस्थितिकीय तंत्रों हेतु, प्रवाल भित्तियों के लिए भारी वसूली दर की संभावना दिखाई (गोरो और प्रोंग, 2017; किरियाकु एवं अन्य, 2089)।

कई क्षेत्रों में, इन खनिज अभिवृद्धि संरचनाओं में कृत्रिम भित्तियों में एक विशिष्ट काली छाया होती है। कार्बनिक कार्बन फाइबर (चित्रा 12ए) पर आधारित कृत्रिम रीफ संरचनाएं कार्बन सिंक के रूप में काम करती हैं। ये साइट्स पर जटिल ज्यामितीय 3डी के भीतर बंद कार्बनिक कार्बन के साथ होती हैं। समुद्र से कैल्शियम और मैग्नीशियम लवण के इलेक्ट्रोकेमिकल जमाव ने चट्टान के लिए सब्सट्रेट बनाने हेतु क्रिस्टलीय अर्गोनाइट संरचनाओं को बनाने में मदद की। प्रवाहकीय कार्बोनेटेड कार्बनिक फाइबर से बने कैथोड पर अर्गोनाइट विद्युत रासायनिक रूप से जमा किया जाएगा (हैल्डेन, 2094; हिल्बर्ट्ज़, 1979; सुमन और मोनीकी, 2117)। इन रीफ उत्पादन तकनीकी का उपयोग समुद्री संरक्षणवादियों द्वारा उथले पानी में किया गया था। अंतिम शेष प्रवाल आवासों से प्रवाल युग्मकों का सर्वेक्षण और संग्रह किया गया।

संरक्षणवादियों ने कोरल नर्सरी में पॉलीप्स की खेती की और उन्हें नई समुद्री दीवारों पर स्थानांतरित कर दिया, जो विशिष्ट तूफान प्रतिरोधी पैटर्न में मैंग्रोव-कोरल तटरेखाओं को विकसित कर रहे थे (गंगुली और नाकामुरा, 2047)। पुनर्निर्मित तेल रिसाव को कोरल रिहैबिलिटेशन साइट्स पर भेजा गया। इसे विद्युतीकृत फाइबर के साथ कोरल-पॉजिटिव स्ट्रक्चर्स में 'बुना' गया, जो खनिज अभिवृद्धि प्रणालियों को आरंभ करने के लिए बनाया गया था। प्रवाहकीय कार्बन फाइबर से बुनी गई इन रीफ संरचनाओं ने स्व-चिकित्सा कार्बन-एरेगोनाइट संरचनाओं का निर्माण किया और पुनर्वासित प्रवाल पारिस्थितिकीय तंत्र को अम्लीकृत महासागरों के लिए अत्यधिक लचीला बना दिया (गोरो, 2012; किरियाकु एवं अन्य, 2089; सुमन और मोनीकी, 2117)। सही स्थिति में प्रवाहकीय, गैर-संक्षारक सामग्री पर किसी भी आकार या रूप में हजारों वर्ग किलोमीटर तक चूना पत्थर संरचनाओं का निर्माण करना संभव था।

2.2.2 सुंदरवन के काले मूंगे के दलदल

आज की विविध प्रवाल पुनर्जनन संस्कृतियों की उत्पत्ति अलग-अलग तरीक़ों से हुई है। उन्होंने अद्वितीय सांस्कृतिक रूप ले लिए हैं और प्रवाल समुद्र की दीवारों के पुनर्वास और पुनर्जनन कार्यक्रमों के इर्दगिर्द नई संस्कृतियों के साक्षी हैं। आज, समुद्री संरक्षण और संस्कृतियों के अग्रदूतों की इन साइट्स ने पुरानी और नई तकनीकों के बीच विमर्श के माध्यम से जैव विविधता को पुनर्जीवित किया है, जो कि साँचे के भीतर रहकर जलवायु न्याय को संबोधित करते हैं। लेकिन, यह स्पष्ट नहीं है कि यह कैसे हुआ होगा। जिस दिशा में हमारे समुद्री हाइड्रोडायनामिक सिस्टम कभी अनिवार्य तौर पर अग्रसर थे, आज इन मैंग्रोव-कोरल रीफ रिजनरेशन घेरों के बारे में सोचना आम बात है (पोर्थो और अरिवु, 2130) की ओर बढ़ रहे थे। वैश्विक जलवायु शमन रणनीति और समुदाय-संचालित पारिस्थितिकीय तंत्र लचीलापन कार्यक्रम, 22स्वीं सदी में बख़ूबी जारी है।

सुंदरबन में, लचीलेपन और बहुतायत की ये संस्कृतियाँ इन कृत्रिम तटीय चट्टानों के आसपास स्थानीय लोककथाओं में रच बस गई हैं। मैंग्रोव-कोरल पुनर्वास प्रयासों की मेजबानी करने वाली समग्र चट्टानें बोलचाल की भाषा में बांग्ला

में ब्लैक कोरल या 'कालो प्रोबल' कहलाती हैं। काले प्रवाल प्रजातियों के लिए इन प्रवाल संरचनाओं का नाम कार्बनिक फाइबर के काले रंग के नाम पर रखा गया है, जो चट्टानों के कार्बन मिश्रित संरचनाओं को बनाने के लिए बुने गए हैं। सुंदरबन के आसपास के मूंगे किसी भी तरह से इस प्रथा को लागू करने वाली पहली प्रजातियाँ नहीं हैं। हालाँकि, वे इन तटीय पारिस्थितिकीय तंत्रों की जैव विविधता को दुनिया में किसी और की तुलना में बहुत तेज गति से पुनर्जीवित करने के लिए प्रसिद्ध थीं (सुमन और मोनेकी, 2117; विकी एवं अन्य, 2087)। सुंदरवन से कोरल आर्टीफ़ैक्ट आंदोलनों ने इस तरह की गैर-मानव वास्तुकला के लिए समान तरीकों का नेतृत्व किया। वे कोरल नर्सरी के साथ-साथ बढ़ते मैंग्रोव और कोरल रीफ संरचनाओं की स्थानीय प्रथाओं की अभिव्यक्ति हैं (चित्र 15)। उन्हें नए नमक दलदल पर फिर से भरना है, जो तटीय जल को शांत रखने में मदद करते हैं (हेल्डेन, 2094)। 22स्वीं शताब्दी में, ये चट्टानें प्रवाल तटबंधों में विकसित हो गई हैं। उनकी वृद्धि ने उनके समर्थकों को भी चकित कर दिया है।

तटीय बस्तियों ने अपने पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ फिर से जुड़ने और इसे त्योहारों के रूप में मनाने का विकल्प चुना। दशकों के निरंतर अभ्यास के बाद भी इस तरह के आयोजन जैव विविधता बहाली के प्रयासों से गहन रूप से जुड़े हुए हैं। इस बात के मद्देनज़र कि तटीय समुदायों को बहाल करना कितना नाजुक और जरूरी था, नागरिक विज्ञान आंदोलनों का समर्थन एक स्वागत योग्य बदलाव था। हालाँकि, ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रमों से पहले, इस क्षेत्र ने कुछ सबसे खराब जलवायु और पारिस्थितिकी संबंधी आपदाओं को जन्म दिया। वे उफनती लहरों और तूफानों से तबाह हो गए थे। उन्होने पिछली सदी की शुरुआत में लाखों लोगों को विस्थापित किया था। इस प्रकार, यहाँ तक कि सालाना तूफान की ऊर्जा तेज होने के बावजूद, जब इस क्षेत्र में तूफानों ने भूस्खलन किया, तो यह अधिक लचीली जलवायु अवसंरचनाओं को पूरा कर रहे थे। सामाजिक पारिस्थितिकी का परिदृश्य नाटकीय रूप से बदल गया था। इस क्षेत्र में केवल कुछ दशकों में सांस्कृतिक और तकनीकी कैस्केड सिंक्रनाइज़ किए गए थे, जो सीधे पारिस्थितिकीय तंत्र के उत्थान और मानव कल्याण को जोड़ते थे (देवासी और कोल, 2130)।

मैंग्रोव और प्रवाल के प्राकृतिक रूप से विकसित समुद्री अवरोधों को मिलाकर, लगभग समूची तबाही से ग्रस्त सुंदरबन मैंग्रोव पारिस्थितिकीय तंत्र का निर्माण किया जाना था। जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे से विनियोजित और आवश्यक मानवीय जरूरतों को पूरा के लिए उपयोग किए गए उपकरण, इन उद्देश्यों के लिए अनुकूलित किए गए थे (सुमन और मोनीकी, 2117)। जल्द ही, यह क्षेत्र नए सिरे से सांस्कृतिक ऊर्जा के साथ प्रकाशमान हो रहा था। आत्मनिर्णय पर आधारित सामाजिक और पारिस्थितिकी रूप से जिम्मेदार तकनीक को स्पष्ट करने हेतु, जलवायु लचीलेपन की तकनीकी अवज्ञा के विभिन्न रूप सामने आ चुके थे। (ओरोज़ा और मारचंद-ज़नार्टू, 2009); यू और पब्स्ट, 2051)। सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन में नए प्रयोगों की ओर बढ़ते हुए, इन संस्थानों को चलाने वाले समुदायों द्वारा क्षेत्र के कपड़ा उद्योगों को उनके निर्माण के तरीकों का पुन: उपयोग किया गया। समान गुरिल्ला डिजाइन आंदोलनों ने इन प्रवाल तटबंधों के पुनर्वास के लिए ओपन-टेक विकल्पों को साझा और लिपिबद्ध किया। यह जर्नल इन समुदायों में उनकी कई प्रारंभिक योजनाओं को प्रकाशित करने के लिए लोकप्रिय रहा है (गांगुली और नाकामुरा, 2047)। यहाँ जलवायु आपातकाल की गंभीरता को देखते हुए, सामाजिक और पारिस्थितिकीय रूप से जिम्मेदार तरीकों से ऐसे प्रवाल तटबंधों को विकसित करने के व्यावहारिक तरीकों के उद्भव के लिए मूल समुदायों, डिजाइनरों, वास्तुकारों और पारिस्थितिकीविदों के साथ स्थानीय और संस्थागत सहयोग की आवश्यकता थी, जो उस समय सबसे आगे और बदलते सामाजिक संदर्भों में समुदायों द्वारा एक तकनीकी पुनर्जागरण को स्पष्ट करने की कोशिश कर रहे थे (न्गाता, 2076)।

तटीय बस्तियों ने अपने पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ फिर से जुड़ने और इसे त्योहारों के रूप में मनाने का विकल्प चुना। दशकों के निरंतर अभ्यास के बाद भी इस तरह के आयोजन जैव विविधता बहाली के प्रयासों से गहन रूप से जुड़े हुए हैं। इस बात के मद्देनज़र कि तटीय समुदायों को बहाल करना कितना नाजुक और जरूरी था, नागरिक विज्ञान आंदोलनों का समर्थन एक स्वागत योग्य बदलाव था। हालाँकि, ब्लू रिपेरेशंस कार्यक्रमों से पहले, इस क्षेत्र ने कुछ सबसे खराब जलवायु और पारिस्थितिकी संबंधी आपदाओं को जन्म दिया। वे उफनती लहरों और तूफानों से तबाह हो गए थे। उन्होने पिछली सदी की शुरुआत में लाखों लोगों को विस्थापित किया था। इस प्रकार, यहाँ तक कि सालाना तूफान की ऊर्जा तेज होने के बावजूद, जब इस क्षेत्र में तूफानों ने भूस्खलन किया, तो यह अधिक लचीली जलवायु अवसंरचनाओं को पूरा कर रहे थे। सामाजिक पारिस्थितिकी का परिदृश्य नाटकीय रूप से बदल गया था। इस क्षेत्र में केवल कुछ दशकों में सांस्कृतिक और तकनीकी कैस्केड सिंक्रनाइज़ किए गए थे, जो सीधे पारिस्थितिकीय तंत्र के उत्थान और मानव कल्याण को जोड़ते थे (देवासी और कोल, 2130)।

मैंग्रोव और प्रवाल के प्राकृतिक रूप से विकसित समुद्री अवरोधों को मिलाकर, लगभग समूची तबाही से ग्रस्त

चित्र 15 कालो प्रवाल: विद्युतीकृत सम्मिश्र भित्तियों में प्रारंभिक प्रयोग। तटीय समुदायों में लोकप्रिय कोरल सीडिंग उत्सव पारिस्थितिकीय तंत्र की बहाली के लिए सीडिंग तकनीकों के मिश्रण का उपयोग करते हैं। छवि: विकी एवं अन्य (2087)

सुंदरबन मैंग्रोव पारिस्थितिकीय तंत्र का निर्माण किया जाना था। जीवाश्म ईंधन के बुनियादी ढाँचे से विनियोजित और आवश्यक मानवीय जरूरतों को पूरा के लिए उपयोग किए गए उपकरण, इन उद्देश्यों के लिए अनुकूलित किए गए थे (सुमन और मोनीकी, 2117)। जल्द ही, यह क्षेत्र नए सिरे से सांस्कृतिक ऊर्जा के साथ प्रकाशमान हो रहा था। आत्मनिर्णय पर आधारित सामाजिक और पारिस्थितिकी रूप से जिम्मेदार तकनीक को स्पष्ट करने हेतु, जलवायु लचीलेपन की तकनीकी अवज्ञा के विभिन्न रूप सामने आ चुके थे। (ओरोज़ा और मारचंद-ज़नार्ट, 2009); यू और पब्स्ट, 2051)। सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन में नए प्रयोगों की ओर बढ़ते हुए, इन संस्थानों को चलाने वाले समुदायों द्वारा क्षेत्र के कपड़ा उद्योगों को उनके निर्माण के तरीकों का पुन: उपयोग किया गया। समान गुरिल्ला डिजाइन आंदोलनों ने इन प्रवाल तटबंधों के पुनर्वास के लिए ओपन-टेक विकल्पों को साझा और लिपिबद्ध किया। यह जर्नल इन समुदायों में उनकी कई प्रारंभिक योजनाओं को प्रकाशित करने के लिए लोकप्रिय रहा है (गांगुली और नाकामुरा, 2047)। यहाँ जलवायु आपातकाल की गंभीरता को देखते हुए, सामाजिक और पारिस्थितिकीय रूप से जिम्मेदार तरीकों से ऐसे प्रवाल तटबंधों को विकसित करने के व्यावहारिक तरीकों के उद्भव के लिए मूल समुदायों, डिजाइनरों, वास्तुकारों और पारिस्थितिकीविदों के साथ स्थानीय और संस्थागत सहयोग की आवश्यकता थी, जो उस समय सबसे आगे और बदलते सामाजिक संदर्भों में समुदायों द्वारा एक तकनीकी पुनर्जागरण को स्पष्ट करने की कोशिश कर रहे थे (न्गाता, 2076)।

आज, स्थानीय लोककथाएं काले मूंगे और मैंग्रोव वनों के पुनरुत्थान की बात करती हैं। मछुआरिनें, प्रवाल संरक्षणवादी, और नागरिक वैज्ञानिकों की कहानियों को आज भी क्षेत्रीय विद्या में मनाया जाता है, जिनके समर्पण और प्रयासों ने प्रतिकूल परिस्थितियों में मैंग्रोव-प्रवाल पट्टी की पहली पीढ़ी को बीज प्रदान करने में मदद की। कृत्रिम मैंग्रोव-प्रवाल भित्तियों के पारिस्थितिकीय तंत्र की बहाली के बीच सीधा संबंध इस क्षेत्र में समग्र समृद्धि लेकर आया, जो पारिस्थितिकीय तंत्र की बहाली और प्रवाल बीजारोपण की वार्षिक परंपरा में परिणत हुआ। प्रत्येक वसंत ऋतु में, सुंदरबन के तटीय कस्बों और गांवों के आसपास, जीवन के सभी क्षेत्रों के लोग एक साथ आते हैं और नए प्रवाल क्षेत्रों की बुआई और प्रवाल दीवारों के निर्माण की परंपरा का जश्न मनाते हैं (चित्र 16)। इस तरह के त्यौहार मछली

चित्र 16 वर्तमान में सुंदरवन के तट से सटी समग्र मैंग्रोव-कोरल समुद्री दीवारें, जैसाकि उच्च ऊंचाई वाले जलवायु मानचित्रण से देखा गया है। नियर इन्फ्रारेड डेटा को यहाँ पर डाला गया है ताकि रीफ के कुछ क्षेत्र चमकदार लाल राहत में बाहर निकल जाएँ। निकट अवरक्त बैंड एक संपन्न पारिस्थितिकीय तंत्र के विद्युत चुम्बकीय हस्ताक्षर को सबसे अच्छी तरह से इकट्ठा करता है। छवि: (यूएनसीएसी, 2126)

आवास सुनिश्चित करते हैं। साथ ही, वे स्थानीय जैव विविधता को पुनर्जीवित और दुनिया भर में तटीय आबादी के लिए दीर्घकालिक पुनरुत्थान तथा स्थानीय सामुदायिक जीवन के पुनरुद्धार की संभावनाएं पैदा करते हैं। इन प्रवाल पारिस्थितिकीय तंत्रों ने शहरी और ग्रामीण तटीय पारिस्थितिकीय तंत्रों को तूफान और लहरों से बचाया। इससे दुनिया के समुद्र तटों पर मछली पालन और कमजोर लोगों की आजीविका में वृद्धि हुई।

ये काले मूंगे के तटबंध (चित्र 16) दीर्घकालिक 'ब्लू कार्बन सिंक' स्थल बन गए हैं। पैमानों को देखते हुए, ये प्रथाएं ऐतिहासिक कार्बन ड्रॉडाउन प्रथाओं के पैमाने से मिलती-जुलती हैं, जैसे कि अमेज़ॅनस में टेरा प्रीटा (हैल्डन, 2094)। लगभग एक सदी बाद, इन प्रवाल भित्ति बाधाओं के पुनर्वास और घातीय वृद्धि ने विशिष्ट समुद्री पारिस्थितिक गलियारों का निर्माण किया। पृथ्वी की निचली कक्षा में स्थापित उपग्रहों के माध्यम से हमें पता चलता है कि ये कृत्रिम समुद्र के नीचे के आवास हैं (पोर्थो और अरिवु, 2130)। औद्योगीकृत मछली पकड़ने से स्थानीय पर्माकल्चर-आधारित मछली शिकार के अभ्यास में बदलने से, मछली प्रजातियों की वापसी और मैंग्रोव-कोरल पारिस्थितिकीय तंत्र के साथ नई सकारात्मक प्रतिक्रिया फंदों तक पहुंचने में तेजी से पारिस्थितिकीय तंत्र की वसूली संभव हुई। ये आज जैव विविधता के लिए नए स्थानीय आश्रय बन गए हैं (यूएनसीएसी, 2129)। आज, स्वदेशी ज्ञान के आधार पर स्थानीय संस्कृतियों के भीतर एकीकृत ये पुनर्वास स्थल वैश्विक समुद्री पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन, लचीलेपन और प्रचुरता को जोड़ते हैं (देवासी और कोल, 2130)। मानवीय हस्तक्षेप, समुद्र के गर्म होने और अम्लीकरण त्वरण प्रवृत्तियों के कारण समुद्री आवास और प्रजातियों के ठीक होने के साथ 22स्वीं शताब्दी के पहले दशक में लगातार मंदी दिखाई दे रही है। यह एक समय में अकल्पनीय था।

3. चर्चा

हमारे पूर्वजों, स्वदेशी भूमि और जल प्रहरियों ने सदियों से चले आ रहे पृथ्वी के उपनिवेशीकरण की बात की थी। उनके लिए, यह "इतिहास में एक सियाह अध्याय के रूप में दर्ज नहीं था, बल्कि एक ऐसी किताब थी जिसे निरंतर लिखा जा रहा था। यहाँ दुनिया के अधिकांश लोग किसी और की कहानी, जिम्मेदारी और परिणामों से अंजान थे" (जुमा और वाटेन, 2041)। ऐसा प्रतीत होता है कि मानव इतिहास में सबसे सियाह अध्याय को यह बताने वाला संकेत, भूगर्भीय बर्फ कोर रिकॉर्ड से मिटा दिया गया है। इसकी उपस्थिति, अनुपस्थिति में चिह्नित है। 22स्वीं सदी को एक अलग किताब की तरह पढ़ा जाता है, जिसमें स्वदेशी संप्रभुता और प्राकृतिक दुनिया के साथ प्रगतिशील सद्भाव पर स्थापित निरंतरता के वादे के साथ हम इस अलग-थलग अभी तक रहने योग्य दुनिया से जुड़ते हैं।

इस तरह के कायापलट दुनिया भर में हुए, जो तकनीकी संस्कृति में आवश्यक तथा सामाजिक रूप से लाभकारी हैं। इसने दुनिया भर की भौतिक संस्कृतियों में महत्वपूर्ण बदलाव को चिह्नित किया है। ये आज सहजीवी निर्माण विधियों और प्रथाओं के सायास उद्भव में अग्रणी है। इसके अलावा, विश्व स्तर पर औद्योगिक और कृषि शासनों के पूर्ण ओवरहाल ने नागरिक विज्ञान और खुली प्रौद्योगिकी आंदोलनों के माध्यम से स्थानीय रूप से गढ़ी। इसने सामाजिक रूप से उपयोगी वस्तुओं के लिए जन्मजात रचनात्मक क्षमताओं को विकसित करने की दिशा में सामाजिक ऊर्जा पर ध्यान केंद्रित किया। तकनीकी-आशावाद के सतरंगी लेंस को हटाकर देखने पर भी इस बात से इंकार नहीं किया जा सकता कि खुली-प्रौद्योगिकी और नागरिक विज्ञान के ढाँचे ने तकनीकी विस्तार की संभावनाओं को सुदृढ़ किया है।

बायोमिनरलाइज़र्स एक ऐसा ही तकनीकी विस्तार था, जो खुले तकनीकी समाजों में प्रकट हुआ था। सिंडिकेट की धीमी गति से निर्माण के लिए आवश्यक कई खनिज अयस्कों और रेडियोधर्मी तत्वों के जैव संचयन और शोधन के लिए सिम्बायोमेटलर्जी और बायोमाइनिंग एकमात्र व्यवहार्य साधन बने हुए हैं। अप्रत्याशित रूप से, उन्होंने प्राकृतिक पारिस्थितिकीय तंत्र पर दबाव को नाटकीय रूप से कम करने में मदद की है। इन पारिस्थितिकीय तंत्रों पर सभ्यतागत गतिविधि के कारण अस्तित्वगत दबावों के संकुचन ने खोई हुई आर्द्रभूमि के आवासों को पुनर्प्राप्त करने और भूजल जलभृतों को पुनर्जीवित करने की अनुमति दी। तटीय पारिस्थितिकीय तंत्र के संदूषण की रोकथाम, समुद्र में हाइपोक्सिक क्षेत्रों में भारी कटौती एवं लाखों समुदायों के लिए जल सुरक्षा से बड़े पैमाने पर सार्वजनिक स्वास्थ्य लाभ हो रहा है। इन पारिस्थितिकीय क्षमताओं को जलवायु लचीलापन, जैसे सीआरज़ेड और स्थलीय जैव विविधता पहलों के स्थानीय पैमाने पर पुनर्योजी, कृषि-पारिस्थितिकीय बदलावों की पहल के निर्माण के लिए आवश्यक था। इसका मक़सद 'डाउनस्ट्रीम' में आमूल-चूल परिवर्तन करना था।

हालाँकि, यह कहना मुश्किल है कि क्या महासागर वास्तव में सदियों के शोषण से कभी उबर पाएंगे? नए अध्ययन बताते हैं कि मैंग्रोव-कोरल समुद्री दीवारों के पुनर्जनन ने समुद्री जीवन के लिए जैव विविध आश्रय बनाया और तटीय समुदायों को जीविका और जलवायु लचीलापन प्रदान किया। इन क्षेत्रों में पुनर्जनन दर उल्लेखनीय रही है। बावजूद

इसके, इन उपलब्धियों की दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करना अभी बाक़ी है। भले ही हिमालय के ग्लेशियरों ने वापसी के संकेत दिए हैं, लेकिन अंटार्कटिक और आर्कटिक में बर्फ की अस्थिरता एक चिंता का विषय बनी हुई है। यह कहना जल्दबाजी होगी कि कृत्रिम ग्लेशियर विकसित करने के प्रयास सफल होंगे। हालाँकि, पर्माफ्रॉस्ट मेल्ट्स, थर्मोहेलिन सर्कुलेशन और हाइड्रोलॉजिकल चक्रों पर चिंता वाजिब है।

जीवाश्म ईंधन अवसंरचना के वैश्विक उन्मूलन को, पेयजल पारिस्थितिकीय तंत्र सुधार के लिए जिम्मेदार माना जाता है। जबकि दूसरी ओर, इन कार्यवाहियों के सुदृढीकरण, सामाजिक अनुबंधों के नवीकरण तथा आर्थिक विकास से सामाजिक कल्याण को अलग करने एवं भौतिक प्रवाह को कमके नहीं आंका जा सकता। तमाम सरोकारों के बावजूद, पहले से अधिक भरा पूरा संसार अभी भी संभव है। इसके पीछे ब्लू रिपेरेशंस प्रोग्राम की ठोस विरासत है। इसे एक अधूरी कहानी के रूप में पढ़ा जाएगा, जो ज्ञात ब्रह्मांड में आदिम जिजीविषा के साथ हमारी नातेदारी को पुनर्जीवित करने की लंबी मुहिम में वसीयतनामे के रूप में काम करेगी।

ग्रंथ सूची (अध्याय 3)

अहमद, एन *(2020, 14* सतिंबर*)*. ब्रटिशि मलिट्रिी प्रपेयर्स फ़ॉर कलाईमेट-फ़्यूल्ड रसिोर्स शोर्टेज. वाइस. *https://www.vice.com/hi/article/ep4w5j/british-military-prepares-for-climate-fueled-resource-shortages*

एलेक्स, पी., एंड मेहरावी, सी. *(2080)*. बयिॉन्ड मार्केट इकोनॉमक्सि: ह्यूमन वेलफेयर थ्रू म्यूचुअल एड एंड गफ्टिगि इकोनॉमीज इन क्लाइमेट रेजलिएिंस जोन. ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन जयिोग्राफ़ी, *78(3), 34-89*।

अन्ह, डी. *(2028)*. द पैराडोक्स ऑफ़ अंडर-डेवलपगि नेशंस: अंडरस्टेंडगि कोलेप्सगि सोशल इंडीकेटर्स इन ग्लोबल नॉर्थ वदि इंकरीज़गि इकोनोमकि ग्रोथ. इकोलॉजी एंड सोसाइटी, *33(4)*.

अनवर, पी., एंड होआंग, एस *(2052)*. बायोरेमडिएिशन टेकनीक्स यूज़गि बायोमनिरलाईज़र्स: डेवेलपमेंट ऑफ़ बायोमाइनगि एंड कंटामेनटिड फ्रेशवाटर इकोसस्टिम्स. ओपन जर्नल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, *28(3), 72-103*।

बैरेट, जे., चेस, जेड., झांग, जे., हॉल, एमएमबी, वलिसि, के., वलियिम्स, ए., हार्डनेस, बीडी, और वलिकॉक्स, सी. *(2020)*. माइक्रोप्लास्टकि पोल्यूशन इन डीप-सी सेडमिेंट्स फ्रोम द ग्रेट ऑस्ट्रेलयिन बाइट. फ्रंटयिर्स इन मरीन साइंस, *7*. *https://doi.org/10.3389/fmars.2020.576170*

बर्नस, जे. *(2019, 25* अप्रैल*)*. बटिवीन द डेवलि एंड द ग्रीन न्यू डील. कम्यून. *https://communemag.com/between-the-devil- and-the-green-new-deal/*

भीम, एस., और लार्सन, बी. *(2124)*. बायोफलिकि कल्चर्स: इंडीजनि्ईज़ेशन ऑफ़ द मटेरयिल एंड टेक्नोलोजकिल आर्ट्स. ओपन सोसाइटी ऑफ नेचुरलसि्ट स्टडीज, *50(12)*। *https://doi.org/10.9340/9841723.2124.6452438*

ब्लैंकेपुर, बी., दासगुप्ता, एस., और लांगे, जी.-एम. *(2017)*. मैंग्रोव्ज़ एज़ अ प्रोटेक्शन फ्रोम स्टॉर्म सर्जेज़ इन आ चेंज़गि कलाईमेट. एम्बयिो, *46(4), 478-491*। *https://doi.org/10.1007/s13280-016-0838-x*

बोल्च, टी., शयिा, जे.एम., लयिू, एस., आज़म, एफ.एम., गाओ, वाई., ग्रुबर, एस., इम्मेरज़ील, डब्ल्यू.डब्ल्यू., कुलकर्णी, ए., ली, एच., ताहरि, एए, झांग, जी., और झांग, वाई. *(2019)*. स्टेटस एंड चेंज ऑफ़ द क्रायोस्फीयर इन द एक्सटेंडेड हदिू कुश हमिालयन रीज़न. इन पी. वेस्टर, ए. मश्रि, ए. मुखर्जी, एंड ए.बी. श्रेष्ठ *(*संपा.*)*, द हदिू कुश हमिालय असेसमेंट: माउंटेन्स, क्लाइमेट चेंज, सस्टेनेबलिटी एंड पीपुल *(*पीपी. *209-255)*. स्प्रगिर इंटरनेशनल पब्लशिगि. *https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1_7*

बोस्त्रोम-एइनर्सन, एल., बैबकॉक, आर.सी., बेयरकट्रोव, ई., सेकेरेली, डी., कुक, एन., फेर्से, एस.सी.ए., हैनकॉक, बी., हैरसिन, पी., हेन, एम., शेवर, ई., स्मथि, ए., सुगेट, डी., स्टीवर्ट-सनिक्लेयर, पीजे, वर्दी, टी., एंड मैकलयिोड, आईएम *(2020)*. कोरल रेस्टोरेशन - अ सस्टिेमेटकि रव्यिू ऑफ़ करेंट मेथड्स, सकसेज़, फेलयर्स एंड फ्यूचर डायेटेक्शन्स. प्लोस वन, *15(1), ई0226631*।

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631

बोट्टेरेल, ज़ेड. एल. आर., बयिोमोंट, एन., डोरगिटन, टी., स्टेंक, एम थोंपसन, आर. सी., एंड लडिक्यू, पी.के. *(2019)*. बायोअवेलबिलिटी एंड इफ़ेक्ट्स ऑफ़ माइक्रोप्लास्टक्सि ऑन मेरीन जूपलेंकटन: अ रव्यिू . एनवायरनमेंटल पोल्यूशन, *245, 98-110*। *https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.065*

बॉयकॉट-ओवेन, एम. *(2019, 18* नवंबर*)*. लेक्स आर अ कलाईमेट चेंज "टकिगि टाइम बोंब", वार्न साइंटसि्ट्स. द टेलीग्राफ़. *https://www.telegraph.co.uk/news/2019/11/18/lakes-climate-change-ticking-time-bomb-warn-scientists/*

ब्रसिन, वी.एल., झुआंग, डब्ल्यू.-क्यू., और अल्वारेज़-कोहेन, एल. *(2016)*. ब्लीचगि ऑफ़ रेयर अर्थ एलीमेंट्स फ्रोम मोनाजाइट सैंड. बायोटेक्नोलॉजी एंड बायोइंजीनयिरगि, *113(2), 339–348*। *https://doi.org/10.1002/bit.25823*

कार्ल्टन, टीए *(2017)*. क्रोप डेमेजगि टेम्परेचर्स इंकरीज़गि सुसाइड रेट्स इन इंडयिा. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेज़. *114(33), 8746-8751*। *https://doi.org/10.1073/pnas.1701354114*

कैरगिटन, डी. *(2019a, 7* जनवरी*)*. ग्लोबल वार्मगि ऑफ़ ओशंस इक्वविलंट टू एन एटोमकि बोंब पर सेकंड. द गार्जयिन. *https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/07/global-warming-of-oceans-equivalent-to-an-atomic-bomb-per-second*

कैरगिटन, डी।. *(2019b, 25* जून*)*. 'कलाईमेट एपारथाइड' यूएन एक्सपर्ट. द गार्जयिन. *http: // www। theguardian.com/environment/2019/jun/25/climate-apartheid- United-nations-expert-says-human-rights-may-not-survive-crisis*

कैरगिटन, डी. *(2020, 17* अगस्त*)*. माइक्रोप्लास्टकि पार्टकिल्स नाउ डकिरेबल इन ह्यूमन ऑर्गंज़. द गार्जयिन. *https://www.theguardian.com/environment/2020/aug/17/microplastic-articles-discovered-in-human-organs*

सेबलोस, जी., एर्लचि, पीआर, एंड डर्ज़ो, आर. *(2017)*. बायोलोजकिल एनहिलिशन वयिा द ऑनगोइंग सक्सि्थ मास एक्सशिन सग्निल्ड बाई वर्टेब्रेट पोपयुलेशन लोसेस एंड डकिलाइंस. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल साइंस अकेडमी, *114(30), ई6089-ई6096*। *https://doi. org/10.1073/pnas.1704949114*

चक्रवर्ती, डी., अल-रवी, एफ., लॉन्ग, जेड., और रचिर्डसन, पी. *(2076)*. द केसलर इवेंट: पोसबिल इम्पलीकेशंस फ़ॉर लो अर्थ ऑर्बटि एंड बयिोंड. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ ऑर्बटिल मैकेनक्सि, *47(12)*। *https://doi.org/10.2340/2346753.2076.4222432*

चेम्बरलैंड, वीएफ, पीटरसन, डी., गेस्ट, जेआर, पीटरसन, यू., ब्रटिसन, एम., एंड वर्मीज, एमजेए *(2017)*. न्यू सीडगि एप्रोच रड्युसज़ि कॉस्ट्स एंड टाइम

टू आउटप्लांट सेक्सुअली प्रोपेगेटेड कोराल्स फ़ॉर रीफ़ रेस्टोरेशन. साइंटफ़िकि रपिोर्ट्स, *7(1), 1-12। https://doi.org/10.1038/s41598-017-17555-z*

चेन, एल. *(2031)*। द स्लो फैब्रकिेशन मूवमेंट*:* न्यू पर्सपेक्टविस ऑन टेक्नोलोजकिल प्रोग्रेस. द जर्नल ऑफ़ सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन, *3(6)*। *https://doi.org/10.8423/JSUPRDN.9264-43.2031*

चेंग, एल., अब्राहम, जे., झू, जे., ट्रेनबर्थ, के.ई., फसुल्लो, जे., बोयर, टी., लोकार्ननिी, आर., झांग, बी., यू, एफ., वान, एल., चेन , एक्स., सॉन्ग, एक्स., लयिू, वाई., और मान, एमई *(2020)*. रकिॉर्ड-सेटगि ओशन वार्मथ कंटीनयूड इन *2019*. एडवांसेस इन एटमोसफ़यिरकि साइंसेस, *37(2), 137-142। https:// doi. org/10.1007/s00376-020-9283-7*

चहिरिो, ई., रोचा, ई., एंड बाल्डवनि, आर. *(2123)*. बायोएक्यूमुलेशन एंड न्यूट्रलिाईज़ेशन ऑफ़ रेडयिोन्यूकलाइड्स वदिइन नयुक्लयिर कनटैमनिशन साइट्स*:* द केस ऑफ़ फुकुशमिा. ओपन जर्नल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, *99(6), 29–53*.

चनि, डब्ल्यू. *(2019)*. टेक्नोलोजी, वार एंड द स्टेट*:* पास्ट, प्रेज़ेंट एंड फ्यूचार. इंटरनेशनल अफेयर्स, *95(4), 765-783। https://doi.org/10.1093/ia/ iiz106*

कोलन्सि, एन, एंड एरयिल, वाई *(2062)*. कंबाइनगि सटिज़िन साइंस बायोरेमडिएिशन प्रोक्टसिस ऑफ़ स्टेबल आइसोटॉप्स रवीिल्स न्यू मेटलरजकिल फेब्रकिेशन पोसबिलिटिीज़ फ़ॉर अल्ट्रा-हाई प्यूरटिी ऑफ़ बायोलीच्ड रेयर अर्थ कोंसेंट्रेट्स. जर्नल ऑफ़ एप्लाइड इकोलॉजी, *99(6), 29-53*.

कोमू, एस, कॉर्नवाल, सीई, डीकार्लो, टीएम, डू, एस.एस., बढ़ई, आर.सी., और मैककुलोच, एम.टी. *(2019)*. रससि्टेंस टू ओशन एसडिीफ़केिशन इन कोराल रीफ़ टैक्सा इज़ नॉट गेंड बाई एकलमेटाइज़ेशन. नेचर क्लाइमेट चेंज, *9(6), 477-483। https://doi.org/10.1038/s41558-019-0486-9*

कॉन्ट्रेरास, एस., पीबर, एम., और टोहा, जे. *(1981)*. पयूरफ़िकिेशन ऑफ़ वेस्टवॉटर बाई इलेक्ट्रोलसिसि. बायोटेक्नोलॉजी एंड बायोइंजीनयिरगि, *23(8), 1881–1887. https://doi.org/10.1002/bit.260230814*

कूट, ए. *(2021)*. यूनवि्सल बेसकि सर्वसिज एंड सस्टेनेबल कंजम्पशन. सस्टेनबिलिटिी*:* साइंस, प्रेटसि एंड पोलसिी, *17(1), 32–46। https://doi.org /10.1080/15487733.2020.1843854*

कॉर्नवाल, सी.ई., कोमू, एस., कोर्नडर, एन.ए., पेरी, सी.टी., हूडोंक, आर. वैन, डेकार्लो, टी.एम., प्रचेत, एम.एस., एंडरसन, के.डी., ब्राउन, एन., कारपेंटर, आर., डयिाज़-पुलडिो, जी., डी'ओलवािो, जे.पी., डू, एस.एस., फगिुएरेडो, जे., फ़ोर्टुनैटो, एसएवी, कैनेडी, ई., लैंट्ज़, सी.ए., मैककुलोच, एमटी, गोंजालेज-रविरो, एम., ... लोव, आर.जे. (2021). ग्लोबल डकिलाइन्स इन कोराल रीफ़ कैलसयिम कार्बोनेट प्रोडक्शन अंडर ओशन एसडिीफ़केिशन एंड वार्मगि. प्रोसीडग्सि ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, 118(21)। https://doi.org/10.1073/ pnas.2015265118

क्राउली, के., एंड राठी, ए. (2020, 5 अक्टूबर). एक्सॉन्स प्लान फ़ॉर सर्ज़गि कार्बन एमशिंस रवीिल्ड इन लीक्ड डोक्यूमेंट्स. ब्लूमबर्ग. https://www. bloomberg.com/news/articles/2020-10-05/exxon- Carbon-emissions-and-climate-leaked-plans-reveal-rising-co2- output

डी 'एंजेलो, एस, एंड मेकारएिलो, आर. (2021). माइक्रोप्लास्टक्सि: अ थ्रेट फ़ॉर मेल फ़र्टलिटिी. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एनवायरनमेंटल रसिर्च एंड पब्लकि हेल्थ, 18(5)। https://doi.org/10.3390/ijerph18052392

डान्सगार्ड, डब्ल्यू. (1985). ग्रीनलैंड आइस कोर स्टडीज़. पैलयिोज्योग्राफ़ी, पैलयिोकलाईमेटोलोजी, पैलयिोइकोलोजी, 50(1), 185–187. https://doi. org/10.1016/S0031-0182(85)80012-2

देवसी, जेड, एंड कोल, एल. (2130)। रीथकिगि ह्यूमन प्रोग्रेस: मैपगि सोशल इंडकिेटर ऑफ़ लबिर्टी, सोशल कोहेसन एंड ग्लोबल हैप्पीनेस इंडेक्स 2125-2130। ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन ज्योग्राफ़ी, 128(1), 120-147.

डयिाज़, एस., सेटेली, जे., ब्रोंडज़िियो, ई., एनजीओ, एचटी, ग्वेज़, एम., अगार्ड, जे., अर्नेथ, ए., बलवानरा, पी., ब्रूमन, के., वाटसन, आर., बस्ट , आई., लैरीगौडेरी, ए., लेडली, पी., पास्कुअल, यू., बैप्टस्टि, बी., डज़िबिा, एल., एरपुल, जी., फ़ज़ल, ए., फ़शिर, एम., ... वलिा, बी (2019). समरी फ़ॉर पोलसिीमेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट ऑन बायोडाईवेर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिस - असंपादति अग्रमि संस्करण. 39.

डरिकि, डी., एंड चेन, ए. (2029). ग्लोबल कलाईमेट एसेंबलीज़: अ कोंपरेहेंसवि गाइड टू पीपुल्स गवर्नन्स फ़ॉर कलाईमेट जस्टसि. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

दव्या ए. (2020, 14 अगस्त). आइस स्तूपाज़ हेल्प गोस्ट वलिेज़ेज़ ऑफ़ लद्दाख बकिम हेबीटेबल अगेन. द इंडयिन एक्सप्रेस. https://indianexpress. com/article/india/ice-stupas-help-ghost-villages-of-ladakh-become-habitable-again-6554438/

दून, आर. (2035). कार्बन एंड इट्स मैलकंटेंट्स: रपिरेशन्स फॉर कैपटिल गेन्स फ्रॉम फॉसलि एक्स्ट्रेक्टविज़्म. रेड हाउस.

डन, के. *(2019, 18* अक्टूबर*)*. नॉर्वे इज़ सेट टू ड्रलि मोर देन एवर बफ़ोर. फ़ॉरच्युन. *https://fortune.com/2019/10/18/norway-drilling-climate-oil-and-gas/*

एंगेल, सी. *(2019, 22* जुलाई*)*. साइंटस्टि्स अनवील मेमोरयिल टू आइसलैंड्स *"*फ़र्स्ट*"* डेड ग्लेशयिर. *https://time.com/5631599/iceland-glacier-climate-change/*

फैब्रे, एम. *(2032)*. ऑन द एबोलशिन ऑफ़ बुलशटि इंडस्ट्रीज. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ केयर वर्क, *7(8), 20-39। https://doi. org/10.1180/2307753। 2032.1388432*

फोर्ब्स, जे डी *(2010)*. कोलंबस एंड अदर कैनबिल्स*:* द वेटकिो डजिीज

ऑफ़ एक्सप्लोयटेशन, इम्पीरीयलज़्म एंड टेरोरज़िम. इन कोलंबस एंड अदर कैनबिल्स. सेवन स्टोरीज प्रेस.

फाउंटेन, एच. *(2020, 8 दसिंबर)*. आर्क्टक्स शफ्टि टू अ वार्मर कलाईमेट इज़ वेल अंडरवे, साइंटसि्ट्स वार्न - द न्यूयॉर्क टाइम्स. *https://www.nytimes.com/2020/12/08/climate/arctic- climate-change.html*

गाडगलि, एम., और गुहा, आर. *(1994)*. इकोलोजकिल कॉन्फ्लक्ट्स एंड द एनवायरनमेंटल मूवमेंट इन इंडया. डेवलपमेंट एंड चेंज, *25(1), 101-136*। *https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.1994.tb00511.x*

गांगुली, पी., और नाकामुरा, एस. *(2047)* द केस फ़ॉर कार्बन नेगेटवि इलेक्ट्रोलाइटकि रीफ्स: डजिाइनगि कम्पोजटि रीफ्स एज वेव ब्रेकर्स एंड जोन एक्सक्लूसवि टू मरीन बायोडायवर्सटी. द ओपन जर्नल ऑफ रफ्यिूचरगि, *16(4)*.

गार्सयिा-ओलविारेस, ए., एंड सोल, जे. *(2015)*. एंड ऑफ़ ग्रोथ एंड द स्ट्रक्चरल इनस्टेबलिटी ऑफ़ कैपटिलज़िम - फ्रोम कैपटिलज़िम टू अ समिबायोटकि इकोनोमी. फ्यूचर्स, *68, 31-43*। *https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.09.004*

गौतम, एन., रोज़ारयिो, एल., एंड जगमोहन, एस. *(2053)*। रेनमेकर्स: हार्वेस्टगि एटमॉस्फेरकि रविर फॉर फ्रेशवाटर एक्वफिर रजिनरेशन. द ओपन जर्नल ऑफ रफ्यिूचरगि, *22(3)*।

गल्बिर्ट, ई., एंड कटिल, सी. *(2021)*. सर्फ़ेस मेल्ट एंड रनऑफ़ ऑन अंटार्कटकि आइस शेल्वज़ एट *1.5* डग्रिी सेल्सयिस, *2* डग्रिी सेल्सयिस एंड *4* डग्रिी सेल्सयिस ऑफ़ फ्यूचर वर्मगि. जयिोफ़िज़िकल रसिर्च लेटर्स, *48(8)*. *https://doi.org/10.1029/2020GL091733*

गमिनो, एल., नीटो, आर., वाज़क्वेज़, एम., एंड लेवर्स, डीए *(2014)*. एटमोसफ़यिरकि रविर्स: अ मनिी रव्यिू. फ्रंटयिर्स इन अर्थ साइंस, *2*. *https://doi.org/10.3389/feart.2014.00002*

गोल्डमैन, एफ. *(2064)*. रविज़िटिगि कलाईमेट रेज़लियिंट ज़ोन्स: डेवेलपमेंट इन ग्लोबल कलाईमेट एक्शन एंड देयर आउटकम्स. ओपन जर्नल ऑफ़ इकोसस्टिम रीजेनरेशन, *29(6)*.

गोरो, टीजेएफ *(2012)*. मेरीन इलेक्ट्रोलसिसि फ़ॉर बल्डिगि मटेरयिल्स एंड एनयारनमेंटल रेस्टोरेशन. इलेक्ट्रोलसिसि. *https://doi.org/10.5772/48783*

गोरो, टीजेएफ, एंड प्रोंग, पी. *(2017)*. बायोरॉक इलेक्ट्रकि रीफ्स ग्रो बैक सीवर्ली इरोडेड बीचेज़ इन मन्थ्स. जर्नल ऑफ मरीन साइंस एंड इंजीनयिरगि, *5(4), 48*. *https://doi.org/10.3390/jmse5040048*

गफ, आई. *(2019)*. यूनविर्सल बेसकि सर्वसिज: अ थीयोट्रीकल एंड मोरल फ्रेमवर्क. द पोलटिकिल क्वाटरली, *90(3), 534-542*। *https://doi.org/10.1111/1467-923X.12706*

ग्रीनवुड, वी. *(2015, 11 फरवरी)*. टू सेव कोराल रीफ फ़र्स्ट सेव द मैंग्रोव. नेशनल ज्योग्राफकि. *https://www.nationalgeographic.com/news/2015/2/150210-mangrove-protect- coral-bleaching-science/*

हाल्डेन, ओ. *(2094)*. ब्लू कार्बन सकि: ब्लैक कोराल लेवीज़ ऑफ़ द सुंदरबन एंड टेरा प्रीटा इन द अमेजंस. जर्नल ऑफ़ एप्लाइड इकोलॉजी, *131(6)*।

हैम्पटन, एम., एंड क्लुवलिा, सी. *(2092)*। द प्लुरविर्स: रेनबो इंटरसेक्शनलटी बयिॉन्ड ए काउंटरहेग्मोनकि प्रैक्टसि. ईज़ीएलएन.

हर्नांडेज़, ए., वाजदि, के., कृष्णामूर्त, ई., मा, एन., और शंकर, एन. *(2062)*. एग्रोइकोलोजकिल एग्रीकल्चर इन क्लाइमेट रेजलिएिंस जोन्स *(CRZs)* एंड देयर इमपेक्ट ऑन रविर वॉटर केमस्ट्री. जर्नल ऑफ़ एप्लाइड इकोलॉजी, *99(6), 29-53*।

हल्बिर्ट्ज़, डब्ल्यू. *(1979)*. इलेक्ट्रोपोज़शिन ऑफ़ मनिरल्स इन सी वॉटर: एक्सीपेरमिंट्स एंड एपलकिेशंस. आईईईई जर्नल ऑफ़ ओशनकि इंजीनयिरगि, *4(3), 94-113*। *https://doi.org/10.1109/JOE.1979.1145428*

आईसीसी. *(2039)*. "फ़ाइनल एसेसमेंट रपिोर्ट टू द यूनाइटेड नेशंस ग्लोबल कलाईमेट एसेंबली ऑन द "फ़ॉसलि फ़ासज़िम कॉम्प्लेक्स" एंड इट्स क्राइमज़ अगेन्स्ट ह्यूमैनटि: द डोनज़गिर कमसिन *(पृष्ठ 5000) [समरी रपिोर्ट]*. इंटरनेशनल क्राइम कोर्ट.

आईपीसीसी. *(2028)*. लमिटिगि ग्लोबल वार्मगि टू ०*2* डग्रिी सेल्सयिस. इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन कलाईमेट चेंज. *http://www.ipcc.ch/report/sr18/*

जानसेन, ई., क्रस्टिेंसन, जेएच, डॉककेन, टी., नसिानसयिोग्लू, केएच, वन्थिर, बी.एम., कैप्रॉन, ई., गुओ, सी., जेन्सेन, एमएफ, लैंगेन, पीएल, पेडर्सन, आरए, यांग, एस., बेंटसेन , एम., केजेर, एचए, सदात्ज़की, एच., सेसफोर्ड, ई., एंड स्टेंडेल, एम. *(2020)*. पस्त पर्सपेक्टविज़ ऑन द प्रेज़ेंट इरा ऑफ़ एब्रप्ट आर्कटकि कलाईमेट चेंज. नेचर क्लाइमेट चेंज, *10(8), 714–721*। *https://doi.org/10.1038/s41558-020-0860-7*

जोसेलो, एम. *(2021, 27 मई)*. कोर्ट ऑर्डस शेल टू स्लेश एमशिंस इन हस्टिोरकि रूलगि. साईंटफ़िकि अमेरकिन. *https://www.scientificamerican.com/article/court-orders-shell-to-slash- emissions-in-historic-ruling/*

जुमा, ए., एंड वेटेन, ए. *(2041)*. डफ़िंड द लैंड एंड वॉटर: द स्ट्रगल फ़ॉर इंडीजीनस सोवरेनटिी एंड ऑटोनोमी. मगबाला.

कीसर, एल.टी., एंड लेनजेन, एम. *(2021). 1.5* डग्रिी सेल्सयिस डग्रिोथ सीनारयिोज़ सजेस्ट द नीड फ़ॉर न्यू मटिगिशन पाथवेज़. नेचर कम्युनकिेशंस, *12(1), 1-16*। *https://doi.org/10.1038/s41467-021-22884-9*

खान, आई., एंड शाह, आर. *(2127)*. कलेक्टेड वर्क्स ऑफ़ सम्बिायोटकि फैब्रकिेशन टेक्नोलॉजीज़: एशयिा आर्काइव एडशिन. ओपन टेक सोसायटी, अहमदाबाद।

क्रेमर, बी.एम., पलिा, आर.एम., वूलवे, आर.आई., एनीवलि, ओ., बान, एस., कोलोम-मोन्टेरो, डब्ल्यू., डेवनि, एस.पी., डोकुललि, एम.टी., गेसर, ई.ई., हैम्ब्राइट, के.डी., हेसन, डी.ओ., हगिसि , एस.एन., जोहंक, के.डी., केलर, डब्ल्यू., नॉल, एल.बी., लेवटि, पी.आर., लेपोरी, एफ., लुगर, एम.एस., मेबेर्ली, एस.सी., ... एड्रयिन, आर. *(2021)*. कलाईमेट चेंज ड्राइव्ज़ वाइडस्प्रेड शफि्ट्स इन लेक थर्मल हेबीटेट. नेचर क्लाइमेट चेंज, *11(6), 521–529*। *https://doi.org/10.1038/s41558-021-01060-3*

क्रेट्स, एम *(2048)*. टेक्नोलोजकिल इमर्जेंस एंड एक्जैपशन: फ्रोम इंटीलेकचुल प्रोपर्टी टू कलेक्टवि नॉलेज. ओपन टेक सोसाइटी.

करियिाकू, एफ., डमिार्को, ए., नूर, पी., और बोनाकोरसो, एन. *(2089)*. एक्लामेटाईज़ेशन ऑफ़ मेरीन बायोटा अंडर ओशन एसीडफि़िकेशन कंडशिंस एंड अदर इंटरवेंशंस. नेचर क्लाइमेट चेंज, *79(6)*. *https://doi.org/10.2338/s48958-089-6496-79*

लाइ, एक्स *(2056)*. द पोईंट इज़ टू हेव फ़न: लोंग टर्म सस्टेनेबलिटी एंड सोशल प्लेफुलनेस. डगिुआ रसिर्च वगि.

मैलेट, आर.डी.सी., स्ट्रोव, जे.सी., त्सामाडोस, एम., लैंडी, जे.सी., वलिैट, आर., नंदन, वी., और लसि्टन, जी.ई. *(2021)*. फ़ास्टर डकिलाइन एंड हाइअर वेरएिबलिटी इन द सी आइस थकिनेस ऑफ़ द मार्जनिल आर्कटकि सीज़ वेन एकाउंटगि फॉर डाईनेमकि स्नो कवर. द क्रायोस्फीयर, *15(5), 2429–2450*। *https://doi.org/10.5194/tc-15-2429-2021*

मास्टर्स, जे. *(2019, 9 दसिंबर)*. न्यूली आइडेंटीफ़ाईड जेट-स्ट्रीम पैटर्न कुड इम्पेरलि ग्लोबल फ़ूड सप्लाईज़. साइंटफ़िकि अमेरकिन. *https://blogs.scientificamerican.com/eye-of-the-storm/newly-identified-jet-stream-pattern-could-imperil-global-food-supplies/*

मैक्कार्थी, आर. *(2020, 8 नवंबर)*. डीप रश. द बैफलर. *https://thebaffler.com/salvos/deep-sea-rush-mccarthy*

मनि, के., एंड देवी, एल. *(2052)*. द इकोनोमक्सि ऑफ़ सोईल न्यूट्रशिन: अ स्टडी ऑन एंथ्रोपोसेंट्रकि वैल्यू एक्स्टरेक्टविज़िम ऑफ़ सोईल रसिोर्सेस. इंस्टीट्यूट ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनमिक्सि.

मरि्ज़ा, के. *(2067)*. क्लाइमेट एक्शन: जेंडर जस्टसि, लबिरेशन एंड केयर. ओपन एंथ्रोपोलॉजकिल सोसाइटी, तेहरान.

नताली, एस.एम., होल्ड्रेन, जे.पी., रोजर्स, बी.एम., त्रेहरने, आर., डफी, पी.बी., पोमेरेंस, आर., और मैकडोनाल्ड, ई. *(2021)*. पर्माफ्रॉस्ट कार्बन फीडबैक्स थ्रेटन ग्लोबल कलाईमेट गोल्ज़. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, *118(21)*। *https://doi.org/10.1073/ pnas.2100163118*

न्गाटा, के. *(2076)*. रइिमेजनगि सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन: आल्टरनेटव्सि इन द मेकगिं *(शताब्दी संस्करण)*. इंटरनेशनल सॉसाइटी फ़ॉर सोशली यूज़फुल प्रोडक्शन.

एनओएए. *(2020, अप्रैल)*. ओशन एसडीिफ़िकेशन. *https://www.noaa. gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification*

नोबल, डी.एफ. *(1977)*. अमेरकिा बाई डजिाइन: साइंस, टेक्नोलोजी, एंड द राइज़ ओफ कॉर्पोरेट कैपटिलज़िम. अल्फ्रेड ए. नोपफ.

ओरोज़ा, ई., एंड मरचंड-ज़नार्टू, एन. *(2009)*. रकिबिलिी: उने एटूड सुर ला डेसोबीसेंस टेक्नोलॉजकि एट क्वेलक्स फॉर्म्स डे रेइन्वेंशन.

पद्मनाभन, टी., एंड होल्ड्रेन, टी. *(2079)*. अंटार्कटकि कलाईमेट ट्रीटी: हाउ लटिलि इज़ टू लेट? द क्रायोस्फ़यिर, *63(1)*.

पयिर्स, एफ. *(2021, 3 फरवरी)*. वाटर वार्नगि: द लूमगि थ्रेट ऑफ़ द वर्ल्ड एजगि डैम्स. येल *E360*. *https://e360.yale.edu/ features/water-warning-the-looming-threat-of-the-worlds-ageing-dams*

पेनी, वी. *(2020, 10 नवंबर)*. *5* थगि्ज़ वी नो अबाउट कलाईमेट चेंज एंड हरकिेंस. न्यूयॉर्क टाइम्ज़. *https://www. nytimes.com/2020/11/10/climate/climate-change-hurricanes.html*

पेनीसी, ई। *(2017, 9 मार्च)*. मीट द ओब्सक्योर माइक्रोब दैट इनफ़्ल्यूइसेज़ कलाईमेट, ओशन इकोसस्टिम्स एंड परहैप्स इवन ईवोल्यूशन. साइंस / आस. *https://www.sciencemag.org/news/2017/03/meet- obscure-microbe-influences-climate-ocean-ecosystems-and- perhaps-even-evolution*

पोंख, एल. *(2031)*. कंडशिंस ऑफ़ सोशल कोलेप्स एंड नरचरगि सॉसाइटीज़ ऑफ़ केयर: अ रवि्यू. जर्नल ऑफ सोशल केयर, *2(4)*.

पोर्थो, टी., एंड अरवि, एल. *(2130)*। *GPK1* मैपगि मशिन: सबऑर्बटिल सर्वे डेटासेट ऑफ़ क्लाइमेट इंडकिेटर्स एंड डेटासेट्स *(JAN 2124- DEC 2129) (*पृष्ठ *98)*। पीपुल्स क्लाइमेट एक्शन कोलीशन.

क्यू, वाई., ली, एच., वांग, एक्स., टयिन, डब्लू., शी, बी., याओ, एम., एंड झांग, वाई. *(2019)*. बायोब्लीचगि ऑफ़ मेजर, रेयर अर्थ, एंड रेडयिोएक्टवि एलीमेंट्स फ्रोम रेड मड बाई यूज़गि इंडीजनिस केमोहेटरोट्रोफकि बैक्टीरयिम एसीटोबैक्टर एसपी. मनिरल्स, *9(2), 67*. *https://doi.org/10.3390/min9020067*

राबी, क्यू., लुंडकवस्टि, आर., वैद्य, डब्ल्यू., और शाह, ई. *(2073)*. इकोसस्टिम डायनामक्सि ऑफ़ अ हॉट हाउस अर्थ. जर्नल ऑफ क्लाइमेट डायनामक्सि, *45(6)*। *https://doi.org/10.2923/JCDNM.2434-83.2073*

रागुसा, ए., स्वेलेटो, ए., सांताक्रॉस, सी., कैटलानो, पी., नोटरस्टेफानो, वी., कार्नेवाली, ओ., पापा, एफ., रोंगओिलेटी, एम.सी.ए., बायोको, एफ., द्राघी, एस., डी। 'अमोरे, ई., रनिाल्डो, डी., मट्टा, एम., एंड जयिोर्जनिी, ई. (2021). प्लास्टसिेंटा: फ़र्स्ट एवडिंस ऑफ़ माइक्रोप्लास्टक्सि इन ह्यूमन प्लेसेंटा. एनवायर्नमेंट इंटरनेशनल, 146, 106274. https://doi.org/10.1016/j.

envint.2020.106274

रहमान, एफ., सेन, ओ., एंड पालति, एन. (2096). ए पीपुल्स रपिोर्ट एंड इम्पैक्ट एनालसिसि ऑफ़ द ब्लू रपिरेशंस प्रोजेक्ट (2044-2094)। पीपुल्स क्लाइमेट एक्शन कोलीशन.

रेसनकि, बी. (2017, 12 दसिंबर). वी आर वटिनेसगि द फास्टेस्ट डकिलाइन इन द आर्कटकि सी इन एटलीस्ट 1,500 ईयर्स . वाक्स. https://www.vox.com/ energy-and-environment/2017/12/12/16767152/arctic-sea-ice- extent-chart

रोजर्स, ई., सलीम, जी., लॉरेंस, ए., तोश, एफ., और वर्की, वाई. (2121). इमपेक्ट ऑफ़ आर्टीफसियिल आइस सतूपा ग्लेशयिर ऑन वॉटर वेपर डफ्यिूज़न एंड लेटंट हीट ऑन द इफ़ेक्टवि थर्मल कंडक्टविटिी ऑफ़ स्नो इन द आर्कटकि एंड अंटार्कटकि आइस कैप्स. द क्रायोस्फीयर, 115(6), 2739–2755।

साला, ई., मेयोर्गा, जे., ब्रैडली, डी., कैबर्रल, आरबी, एटवुड, टीबी, ऑबेर, ए., चेउंग, डब्ल्यू., कोस्टेलो, सी., फेरेटी, एफ., फ्रीडलैंडर, ए.एम., गेंस, एस. डी. , गरलिाओ, सी., गुडेल, डब्ल्यू., हैल्परन, बी.एस., हसिन, ए., कश्नर, के., केस्नर-रेयेस, के., लेपर्रीयर, एफ., मैकगोवन, जे.,... लुबर्चेको, जे. (2021). प्रोटेक्टगि द ग्लोबल ओशन फ़ॉर बायोडायवेर्सटिी, फूड एंड कलाईमेट. नेचर, 592(7854), 397–402। https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z

सामी, ई. (2129). आउट ऑफ साइट आउट ऑफ माइंड: लगिसी फॉसलि फ्यूल इंफ्रास्ट्रक्चर्स इन द ट्वेंटी फर्स्ट सेंचुरी। ओपन जर्नल ऑफ़ इकोलॉजी, 91(8)।

सरनाई और सोलोंगो. (2118). एवरीथगि वाज़ फ़ॉरएवर अंटलि देयर वाज़ नथगि: हाइपरनॉर्मलाइजेशन इन द टाइम्ज़ ऑफ़ इकोसाइड. ओपन एंथ्रोपोलॉजकिल सोसाइटी, दरखान

सातो, जी., फसि्सेहा, ए., गेब्रेकरिोस, एस., करीम, एचए, नेगासी, एस., फशिर, एम., येमेन, ई., टेकलेमारयिम, जे., और रलि, आर. *(2005)*. अ नॉवल एप्रोच टू ग्रोवगि मैनग्रोव्स ऑन द कोस्टल मड फ्लैट्स ऑफ़ एरटिरयिा वदि द पोटेनशयिल फ़ॉर रलीवगि रीजनल पावर्टी एंड हंगर. वेटलैंड्स, *25(3), 776-779*। *https://doi.org/10.1672/0277-5212(2005)025[0776:ANATGM]2.0.CO;2*

श्नाइडर, टी., कौल, सी.एम., और प्रेसल, के.जी. *(2019)*. पोसबिल कलाईमेट ट्रानज़शिन फ्रोम ब्रेकअप ऑफ़ स्ट्रेटोक्यूम्यलस डेक्स अंडर ग्रीन हाउस वर्मगि. नेचर जयिोसाइंस, *12(3), 163-167*। *https://doi.org/10.1038/s41561-019-0310-1*

स्कॉट, सी. ए., झांग, एफ., मुखर्जी, ए., इम्मेरज़ील, डब्ल्यू., मुस्तफ़ा, डी., और भारती, एल. *(2019)*. वॉटर इन हदिू कुश हमिालय. इन पी. वेस्टर, ए. मश्रि, ए. मुखर्जी, और ए.बी. श्रेष्ठ *(*संपा.*)*, द हदिू कुश हमिालय एसेसमेंट*:* माउंटेंस, कलाईमेट चेंज, सस्टेनबिलिटिी एंड पीपुल *(*पीपी. *257-299)*. स्प्रगिर इंटरनेशनल पब्लशिगि. *https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1_8*

सल्विेस्ट्री, एस., एंड केरशॉ, एफ. *(2010)*. फ्रेमगि द फ्लो*:* इनोवेटवि एप्रोच टू अंडरस्टैंड, प्रोटेक्ट, एंड वैल्यू इकोसस्टिम सर्वसिेज अक्रॉस लक्डि हैबट्सि *[*टेक्स्ट*]*। *UNT* डजिटिल लाइब्रेरी*;* यूएनईपी वर्ल्ड कंजरवेशन मोनट्रिगि सेंटर. *https://digital.library.unt. edu/ark:/67531/metadc28503/*

स्ज़ाफेजल, बी, एंड हाल्वोरसेन, ए.एम. *(2016)*. द लीगल स्टेटस ऑफ़ ओईल एंड गैस एक्सोप्लोयटेशन इन द आर्कटकि*:* द केस ऑफ़ नॉर्वे *(SSRN* स्कॉलरली पेपर आईडी *2636542)*. सोशल साइंस रसिर्च नेटवर्क. *https://papers.ssrn.com/abstract=2636542*

स्मथि, ई. *(2018, 24* मई*)*. क्लाईमेट चेंज मे लीड टू बगिर एटमोसफ़यिरकि रविर्स. क्लाईमेट चेंज*:* वाइटल साइन्स ऑफ़ द प्लेनट. *https://climate.nasa.gov/news/2740/climate-change-may-lead-to-bigger-atmospheric-rivers*

स्टीफन, डब्ल्यू., रॉकस्ट्रॉम, जे., रचिर्डसन, के., लेंटन, टी.एम., फोल्के, सी., लविरमैन, डी., समरहेस, सी.पी., बार्नोस्की, ए.डी., कॉर्नेल, एसई, क्रूसीफक्सि, एम., डोंगेस , जेएफ, फेटजर, आई., लाडे, एसजे, शेफ़र, एम., वकिेलमैन, आर., एंड स्चेलनहुबर, एचजे *(2018)*. ट्रेजेक्टरीज़ ऑफ़ द अर्थ सस्टिम इन द एंथ्रोपोसीन. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, *115(33), 8252-8259*। *https://doi.org/10.1073/ pnas.1810141115*

सुमन, ई., और मोनेकी, बी. *(2117)*. स्लो आर्कटिक्चर एंड कोरल सी वॉल्स*:* टेस्टगि द लमिटि्स ऑफ़ मनिरल एक्रशिन, मैंग्रोव-कोरल नर्सरी एंड इलेक्ट्रकि रीफ्स फ़ॉर कोस्टलाइन कम्यूनटिीज़. ओपन टेक सोसाइटी, सुंदरबन.

तारतोकोवस्की, बी., मेहता, पी., बॉर्क, जे.-एस., एंड गयिोट, एस.आर. *(2011)*. इलेक्ट्रोलसिसि-एनहांस्ड एनारोबकि डाईज़ेशन ऑफ़ वेस्ट वॉटर. बायोरसिोर्स टेक्नोलॉजी, *102(10), 5685–5691. https://doi. org/10.1016/j. biortech.2011.02.097*

थरिुमलाई, डब्ल्यू., एंड हाल्डेन, ओ. *(2087)*. वार एंड पीस*:* अ पीपुल्स हस्टि्री ऑफ़ द मलिटि्री इंडस्टरयिल कोम्पलेक्स एंड इट्स रोल इन क्रयिेटगि हाई टेक कंज्यूमर कल्चरस. ओपन टेक सोसाइटी, पेरसि.

थॉम्पसन, ए. *(2018, 4* सतिंबर*)*. फ्रोम फ़शि टू ह्यूमन्स, अ माइक्रोप्लास्टकि इनवेज़न मे बी टेकगि अ टोल. साइंटफ़िकि अमेरकिन. *https://www.scientificamerican.com/article/from-fish-to-humans-a-microplastic-invasion-may-be-takeing-a-toll/*

थॉम्पसन, वी.एस., गुप्ता, एम., जनि, एच., वाहदिी, ई., यमि, एम., जद्रिा, एम.ए., गुयेन, वी., फुजिता, वाई., सदरलैंड, जे.डब्ल्यू., जओि, वाई., और रीड, डीडब्ल्यू *(2018)*. टेक्नो-इकोनोमकि एंड लाइफ़ साइकल एनालसिसि फ़ॉर बायोलीचगि रेयर अर्थ एलीमेंट्स फ्रोम वेस्ट मटेरयिल्स. एसीएस सस्टेनेबल केमस्ट्री एंड इंजीनयिरगि, *6(2), 1602-1609*। *https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02771*

ट्लूस, आर., और वक्करी, टी. *(2130)*. सक्रिोनाइज़ेशन एंड सोशल चेंज*:* अ पीपुल्स हस्टि्री ऑफ़ सोशल डसिोनेंस ऑफ़ डेवलपमेंट. ओपन जर्नल ऑफ

सोशल इकोलॉजी, *100(2)*.

ओश, एफ., एंड वर्की, वाई. *(2110)*. डोज़गि द परमाफ्रॉस्ट "कार्बन बोंब": द क्यूरियस केस ऑफ़ परमाफ्रॉस्ट एमशिंस एंड हाउ द वर्ल्ड मे हैव एवर्टड अ गारंटीड एक्सटक्शिन इवेंट. द क्रायोस्फीयर, *104(1), 110–136*.

उबुम्वे, के. *(2114)*. सेंचुरीज़ ऑफ़ फॉसलि गलि्ट: टेकगि स्टॉक ऑफ़ केटेसट्रोफ्कि कॉस्ट टू हाइमन सॉसाइटी फ्रोम फ़ॉसलि फ्यूअल इंफ्रास्ट्रक्चर्स. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ इकोलोजकिल इकोनोमक्सि., *95(4), 230-267*। *https://doi.org/10.1080/13563467.2114.1598964*

यूएनसीएसी. *(2043)*. ग्लोबल रपिरेशन्स फ़ॉर जेनोसाइड ऑफ़ इंडीजीनस पीपुल्स एंड इरेज़र ऑफ़ इंडीजीनस कल्चर्स *(पृष्ठ 211)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूएनसीएसी. *(2044)*. द ब्लू रपिरेशंस डायरेक्टवि: समरी रपिोर्ट ऑन इंटरनेशनल मोबलाइजेशन प्रोग्राम फॉर वॉटर डफिंस एंड रजिनरेशन *(पृ. 320)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूएनसीएसी. *(2056)*. डकिलेयरेशन ऑफ़ राइट्स टू पर्सनहुड फ़ॉर इकोससि्टम्स*(पृ. 211)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

यूएनसीएसी. *(2129)*. प्रीलमिनिरी स्टेटस रपिोर्ट ऑन द बायोडाईवेर्सटी रजिनरेशन प्रोग्राम्स फ़ॉर मेरीन इकोससि्टम सर्वसिस *(पृष्ठ 204)*. यूएन कलाईमेट एक्शन कमीशन.

वाहदिी, एल., एरेनास-वर्गास, बी., एंड गार्ड, एम. *(2118)*. समिबायोमेटालर्जी *:* अ टेक्नोलोजकिल रविव्यू. ओपन जर्नल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, *94(6), 89-109*।

वकिी, एन., असलन, वाई., उमू, डब्ल्यू., ओडेमार्क, एन., और ओडेन, एन. *(2087)*। सांकेतकि रूप से नरि्मति प्रवाल भत्तियाँ और वैश्वकि वरिजन घटनाओं के लिए उनका पारसि्थतिकिी तंत्र लचीलापन। एप्लाइड इकोलॉजी के जर्नल, *124(6)*।

वाधम्स, पी. *(2017)*. अ फ़ेयरवेल टू आइस*:* अ रपिोर्ट फ्रोम द आर्कटकि.

ऑक्सफोर्ड यूनविर्सटी प्रेस.

वाट्स, जे. *(2020, 27* अक्टूबर*)*. "स्लीपगि जाइंट" आर्कटकि मीथेन डपिोज़टि्स स्टार्टगि टू रलिीज़, साइंटसि्ट्स फ़ाइंड. द गार्जयिन. *http:// www.theguardian.com/science/2020/oct/27/sleeping-giant- arctic-methane-deposits-starting-to-release-scientists-find*

वेही, पी.एम., वैन यूट्रेगट, वी., स्कॉट, एन.जे., गलि्लीज, टी., बेकवथि, जे., रॉजर्स, आर.पी., और वेटेन, के. *(2021)*. ट्रांसफ़ोर्मगि अंटार्कटकि मेनेजमेंट एंड पोलसिी वदि एन इंडीजीनस माओरी. नेचर इकोलोजी एंड इवोल्यूशन, *1-5*। *https://doi.org/10.1038/s41559-021-01466- 4*

व्हीलगि, के. *(2019, 13* जुलाई*)*. मेजर सटिीज़ इन इंडया आर स्टार्टगि टू रन आउट ऑफ़ वॉटर. *https://theweek.com/articles/850956/major-cities-india-are-starting-run-water*

वोल्चोवर, एन. *(2019, 25* फरवरी*)*. अ वर्ल्ड वदिआउट क्लाऊड्स. क्वांटा मैगज़ीन. *https://www.quantamamagazine.org/cloud-loss-could-add-8-degrees-to-global-warming-20190225/*

ज़यिा, आर. *(2020, 25* अक्टूबर*)*. हाउ द वॉटर्स ऑफ़ कैटालनिा बकिम अ डीडीटी डंपगि ग्राउंड. लॉस एंजलि्स टाइम्स. *https://www.latimes. com/projects/la-coast-ddt-dumping-ground/*

योंग, ई. *(2021, 3* नवंबर*)*. द इनोरमस होल दैट व्हेलगि लेफ्ट बहिाइंड. दि अटलांटकि. *https://www.theatlantic.com/science/archive/2021/11/whaling-whales-food-krill-iron/620604/*

यॉर्क, आर. *(2017)*. वाई पेट्रोलयिम डडि नॉट सेव द व्हेल्स*?* सोशयिस*:* सोशयिोलॉजकिल रसिर्च फ़ॉर ए डायनामकि वर्ल्ड, *3, 1–13*. *https://doi.org/10.1177/2378023117739217*

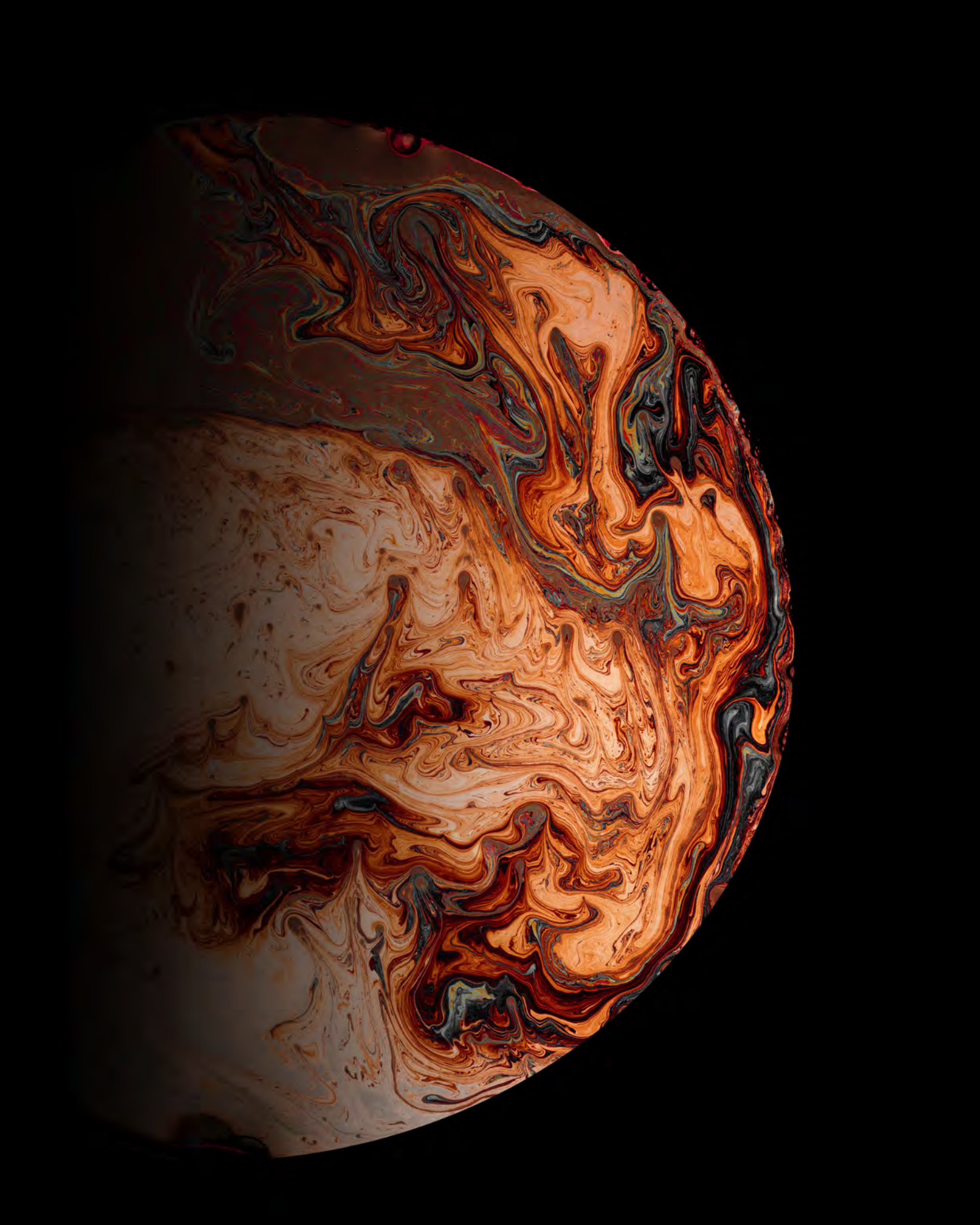
यू, जेड, एंड पब्स्ट, ए. *(2051)*. टेंजीबल आर्कटाइप्स फ़ॉर टेक्नोलोजकिल डसिओबीडयिंस*:* डज़िाइनगि टेंजीबल इंटरवेंशंस फ़ॉर कलाईमेट रपिरेशंस. द ओपन जर्नल ऑफ रफ्यिूचरगि, *20(5)*.

जैदी, डी. *(2056, 12* जून*)*। प्लेइंग वदि फ़ायर*:* आर रेनमेकर्स अ जयिो-इंजीनयिरगि प्रोजेक्ट इन द मेकगि*?* द हनि्दू.

ज़न्ना, एल., खातीवाला, एस., ग्रेगरी, जेएम, इसोन, जे., एंड हेइम्बच, पी. *(2019)*. ग्लोबल रकिंस्टरक्शनऑफ़ हसि्टोरकिल ओशन हीट स्टोरेज एंड ट्रांसपोर्ट. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, *116(4), 1126–1131*। *https://doi.org/10.1073/pnas.1808838115*

जेनलनि, पी. *(2109)*. द मसीसी*:* क्रॉनकिल्स ऑफ कनिशपि एंड रेडयिोएक्टवि सम्बिायोससि *(वॉल्यूम 7)*. ओपन एंथ्रोपोलॉजकिल सोसाइटी, स्टॉकहोम.

ज़ेरानो, पी. *(2036)*. कंपेरटिवि एसेसमेंट ऑफ़ ग्लोबल सोशल इंडीकेटर्स एंड ग्लोबल हैप्पीनेस इंडाईसेस*: 2031-2036*. ओपन जर्नल ऑफ़ ह्यूमन ज्योग्राफी, *33(4), 23–65*.



“साइंस फ़िक्शन के कठोर बहिर्वेशन (एक्सट्रपोलेटिव) के कार्य अक्सर वहीं पहुँचते हैं जहाँ ‘क्लब ऑफ़’ रोम पहुँचता है: मानव स्वतंत्रता के क्रमिक विनाश और स्थलीय जीवन के सम्पूर्ण विनाश के ठीक बीचों-बीच।”

— उर्सुला लेग्विन, इंट्रोडक्शन टू द लेफ्ट हैंड ऑफ़ डार्कनेस (1976)

“सर्वनाशी आदर्शीकरण एक सेल्फ़-फुलफ़ीलिंग भविष्यवाणी है। यह अपने अंदर से ख़त्म होने वाली रैखिक (लीनियर) दुनिया है। सर्वनाशी तर्क एक आध्यात्मिक, मानसिक और भावनात्मक मृत ज़ोन के भीतर मौजूद है, जो खुद का भक्षण करता है। यह एक ऐसा मुर्दा है, जो सारे जीवन को भस्म करने के लिये जी उठा है।”

— जैक फ़ोर्ब्स, कोलंबस एंड अदर कैनिबल्स (2008)

4. उपसंहार

यह प्रकाशन और संबंधित आर्टीफ़ैक्ट एक 'डिज़ाइन फिक्शन' का हिस्सा है। हालाँकि, कुछ लोग इसे विज्ञान कथा के रूप में पढ़ने की गलती कर सकते हैं, परंतु यह निश्चित डिज़ाइन के तहत् एक प्रायोगिक उपक्रम है। यह कुछ हद तक डिजाइन फिक्शन (बेलीकर, 2009), कुछ हद तक काल्पनिक शोध पत्र (लिंडले और कूल्टन, 2016), थोड़ा लिटरेचर रिव्यू और 'जस्ट फ्यूचर' से डिजाइन किया गया आर्टीफ़ैक्ट है। यह शोध आर्टिफैक्ट 'शोध के ज़रिए / डिज़ाइन द्वारा' डॉक्टरेट परियोजना का नतीजा है, जिसका शीर्षक था, "आर्टिफैक्ट्स फ्रॉम द प्लुरिवर्स: डिजाइनिंग फॉर लॉन्ग टर्म सस्टेनेबिलिटी।" बहरहाल, यह किसी साइंस फ़िक्शन की तरह लगता है, लेकिन ऐसा कत्तई नहीं है। इसे वर्ष 2020-21 के दौरान लिखा गया, जब कोविड-19 वैश्विक महामारी अपने उफान पर थी। इस डिज़ाइन फिक्शन में 2021 से पहले के सभी संदर्भ प्रश्न, विभिन्न विषयों पर सहकर्मी-समीक्षित प्रकाशनों की व्यापक चर्चा पर निर्भर करते हैं। वर्ष 2022 के बाद होने वाली वैश्विक जलवायु कार्रवाइयाँ, वैश्विक जलवायु कार्यवाहियों के काल्पनिक खाते हैं। ये संदर्भ, काल्पनिक हो सकते हैं, परंतु उन्हें गहन अध्ययन एवं विचार-विमर्श के साथ विकसित किया गया है। ये संभावनाओं को भी सुझाते हैं। इस डिज़ाइन फिक्शन का उद्देश्य जलवायु परिवर्तन की दिशा में सामाजिक परिवर्तनों की संभावनाओं और अवसरों के साथ जुड़ना है, जो अनिश्चित जलवायु भविष्य में आगे बढ़ने और दीर्घकालिक टिकाऊ भविष्य को समझने के लिए उपलब्ध हो सकते हैं।

प्रत्येक अध्याय का पहला भाग, साहित्य समीक्षा के रूप में जलवायु निष्क्रियता की विरासत की पड़ताल करता है। इसमें भाग में जो रास्ते लिए जाने थे और नहीं लिए गए, तथा, जिन संवेदनाओं को विकसित किया जाना था और नहीं किया गया, के बारे में बिखरी कहानियों पर चर्चा की गई है। यह कदम इस प्रश्न को समझने के लिए उठाया गया कि संकटों की तात्कालिकता पर ज्ञान के बावजूद, जलवायु कार्यवाही की समझ क्यों टालमटोल वाली थी, जबकि जलवायु निराशा की भावना को सामान्य बना दिया गया? अज्ञानतावश जितना कार्बन वातावरण में उत्सर्जित किया गया, उससे अधिक उत्सर्जन जानते-बूझते हुए किया गया (वालेस-वेल्स, 2019)। जलवायु कार्यवाही के लिए ज़रूरी क़दम लगातार टाले जा रहे थे।(जैक्सन एवं अन्य, 2011)। साफ़ था कि अकेले ज्ञान का होना, वह रास्ता नहीं था, जो ज़रूरी तौर पर समझदारी की ओर ले जाता हो। समझदारी का 'बंदरगाह' किसी दूसरे किनारे पर था। इसके लिए 'अलग दिशा में तैरने' की आवश्यकता थे (मैक्स-नीफ, 2009)। एएचओ में अनुसंधान समूह रीफ़्यूचरिंग स्टूडिओ ने उस स्थिति के आधार पर इस 'अलग दिशा में नेविगेशन' के प्रयास पर ध्यान केंद्रित किया। यह इसी नए नेविगेशन की संभावनाएं और चुनौतियां हैं, जिनकी इस प्रकाशन में चर्चा की गई है।

यह शोध परियोजना सामाजिक प्रस्थापनाओं द्वारा की कई 'डिस्टोपियन' जलवायु कल्पनाओं के विपरीत है, जिसका मानना हैं कि हमारे सामने 'एक ऐसा भविष्य जिसमें हममें से कोई भी नहीं रहना चाहेगा (टोंकिनवाइज, 2014)। हमारे जलवायु भविष्य के बारे में स्पष्ट निष्कर्ष के बावजूद, जलवायु निराशा का निर्माण करने की ये प्रवृत्ति जलवायु इंकारवाद के विस्तृत भावों के अनुरूप प्रतीत होती है, जो हमारी सामाजिक कल्पना में गहरे समा गई है (क्लेन, 2014)। इस प्रकाशन के अध्याय आगे बढ़ते हुए, उन संभावनाओं को स्पष्ट करते हैं जो हमारे लिए उपलब्ध हो सकती हैं। जलवायु निराशा के इतर एक 'डिज़ाइन की गई' एजेंसी, जिसे हमारे वर्तमान प्रतिमान की प्रणालीगत बाधाओं से परे महसूस किया जा सकता है। इस तरह के अस्तित्वगत दुर्दशा की घृष्टता को समझना और उसका समाधान करना संभव हो सकता है। इसके अलावा, चूँकि इस भविष्य को साबित करना और इसकी भविष्यवाणी करना असंभव है, इसलिए इस डिज़ाइन फिक्शन का संबंध इसकी सभी विशिष्टताओं को विस्तार से मापने का नहीं है।

यह डिज़ाइन कल्पना आने वाली सदी में 2 से 2.5 डिग्री सेल्सियस गर्म दुनिया की कल्पना करती है। नवीनतम आईपीसीसी रिपोर्ट इस आंकड़े को 2100 के लिए वार्मिंग प्रवृत्तियों के मध्यस्थ प्रक्षेपवक्र के रूप में इंगित करती है। 1.5 डिग्री सेल्सियस पर वार्मिंग पहले से ही एक आपदा है, और 2 डिग्री सेल्सियस की दुनिया पहले से ही हमारे नियंत्रण से परे फीडबैक लूप ट्रिगर कर सकती है। 2 डिग्री सेल्सियस लाखों लोगों के लिए मौत की गारंटी है। इसलिए, उत्सर्जन को सीमित करने के लिए इस तरह कार्य करना चाहिए जैसे लक्ष्य 2 डिग्री सेल्सियस के बजाय 1.5 डिग्री सेल्सियस हो, जिसे एक अधिक 'उचित' लक्ष्य के रूप में प्रस्तावित किया जा रहा है। क्या हम जंगल और पेड़ों पर विचार कर सकते हैं? यह प्रश्न अस्तित्वगत प्रश्न बन जाता है। 1.5 डिग्री सेल्सियस की सीमा को तोड़ना अपने आप से अधिक का प्रतिनिधित्व करता है। इसके पीछे अभी भी अज्ञात खतरे और जलवायु और पारिस्थितिकीय संकट के जटिल उलझाव हैं: जैव विविधता और पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाएं, कृषि में गिरावट, किसानों की मृत्यु, सामाजिक-आर्थिक असमानता, भूख, सामाजिक न्याय, दीर्घकालिक स्थिरता, छठा सामूहिक विनाश और अच्छी गुणवत्ता से भरा जीवन

(डियाज़ एवं अन्य, 2019)। परिवर्तन चाहे डिज़ाइन से हो या पतन से, इन विकल्पों की गुणवत्ता मानव और ग्रह की भलाई के लिए प्रासंगिक बनी हुई है।

अंततः, इस तरह के डिज़ाइन फिक्शन का उद्देश्य यह दावा करना कत्तई नहीं है कि भविष्य कितना सटीक होगा, बल्कि इसका मक़सद हमारे वर्तमान प्रतिमान की कुछ मूलभूत धारणाओं को बदलने के लिए एक अधिक आशावादी भविष्य के बारे में महत्वपूर्ण संवाद बनाना है। यदि यह भविष्य किसी 'यूटोपियन' निष्कर्ष को चित्रित करता है, तो यह सौ वर्ष बाद आज मौजूद प्रणाली को 'एक्सट्रपोलेशन' की अपील नहीं है। यह पारिस्थितिकीय संकट के अमानवीय भविष्य को दोबारा प्राप्त करने का प्रयास है, जिसे बेहतर पुनर्मानवीकरण के कार्य के रूप में संदर्भित किया जाता है (फ़्रेयर, 2014)। यह उसी प्रकार का पुनर्मानवीकरण है, जो प्रकाशन के शीर्षक में 'पुनर्स्थापना' की ओर इशारा करता है, जिसके लिए यकीनी तौर पर एक डिज़ाइनर पुनर्कल्पित, पुनर्विचरित और भविष्य के पुनर्मानवीकरण की आवश्यकता होती है, ताकि "बिज़नेस-एज़-यूज़ुअल" के लगातार संकीर्ण होते फ्रेम को तोड़ा जा सके। इस रिफ्यूचरिंग के लिए 'बहुविकल्पी' संभावनाओं को खोलने की आवश्यकता है, जो आज जलवायु क्रियाओं को सुझाती हैं और जो इसके घेरे में आने पर मौलिक रूप से भिन्न भविष्य को संभव बना सकती हैं।

इसके अलावा, अनबूझे रास्ते में रिफ्यूचरिंग का नाता, रेडिकल उम्मीद की कल्पना करने के बारे में है। ख़ासकर तब, जब हमारी पृथ्वी मानव प्रजाति के लिए लगातार विषम होती जा रही हो (वालेस-वेल्स, 2019)। हालाँकि, सनद रहे कि पुनर्मानवीकरण यूटोपिया का अर्थ कत्तई नहीं है कि वैकल्पिक भविष्य संघर्ष रहित होगा। इस तरह का भविष्य, कई रास्तों वाला, टूटने और जुड़ने के साथ-साथ, अत्यंत प्रतिस्पर्धापूर्ण बना रहेगा। कई दुनियाओं वाले विविध स्थानों में, इन विवादित पारस्परिक चिंताओं पर मिलनसारिता के भाव के साथ विमर्श किया जा सकता है (एस्कोबार, 2018)। यह एक प्रजाति के रूप में जीवमंडल के साथ क्रिया में, प्रतिवर्ती सीख (रिफ़्लेसिव लर्निंग) हो सकता है। पुनर्मानवीकृत भविष्य वही होगा जिसके लिए हम सचेत रूप से सहमति दे सकते हैं — नृत्य, हँसी, खेल, मौज-मस्ती, रचनात्मकता और यहाँ तक कि ऊब के लिए जगह रखते हुए — जिसकी आज कल्पना करना असंभव लगता है।

हमारे ख़तरनाक संकट के लिए एक खंडित प्रतिक्रिया की कल्पना करने के प्रयास में, कुछ संवेदनाओं को विकसित किया गया। इसी प्रक्रिया में कइयों को नजरअंदाज भी कर दिया गया। डिज़ाइन फिक्शन के भीतर अविश्वास को निलंबित करने के लिए ये संवेदनाएं एक नए प्रतिमान के लिए अलग-अलग धारणाओं पर आधारित हैं। इसके बावजूद, यहाँ चर्चित कुछ जलवायु सुधार मार्गों को, राजनीतिक रूप से असंभव भी माना जा सकता है। कुछ मार्ग पाठकों को अप्रिय और परेशान करने वाले या उनकी चिंताओं को बढ़ा सकते हैं। ये मौजूदा प्रतिमान के हमारे कुछ 'नियमों' को चुनौती भी दे सकते हैं। इसका मतलब यह नहीं है कि प्रतिमान की सभी चुनौतियाँ, अस्थिर या जलवायु कार्यवाही का साधन भी होनी चाहिए। अनिवार्य रूप से, ये तमाम कल्पनाएँ उन लोगों के लिए हैं जिनका अभी कोई अस्तित्व नहीं है। ये कल्पनाएँ उनके प्रतिनिधि के रूप में सवाल उठाती हैं। असल में वे सभ्यता की एक अलग परिभाषा के आधार पर उन्हें प्रतिबिंबित करने की संभावनाओं का पता लगाती हैं। यह उस काल्पनिक दुनिया के भीतर अपमानजनक लग सकता है, जहाँ हाशिए पर रहने वाले लोगों के लिए जलवायु विनाश एक कड़वी वास्तविकता है, जबकि इस संकट के लिए जिम्मेदार लोग बदस्तूर अपना काम जारी रखे हुए हैं (एल्थोर एवं अन्य, 2016; कैरिंगटन, 2019; चांसल और पिकेटी, 2015)।

प्रस्तुत प्रकाशन में उद्धृत लोगों का अनादर करना या उन्हें 'अन्य' मानना या 'कार्टून' बनाना नहीं है। इसका उद्देश्य हमारी दुर्दशा को गहराई से समझने के लिए, मिलनसारिता के प्रतिबिंब के रूप में पेश करना है। हम उम्मीद कर सकते हैं कि यह कार्यवाही के अवसरों को समझने का एक महत्वपूर्ण, लेकिन कल्पित विकल्प है। इनमे से कई आसानी से प्राप्त किए जा सकने वाले उद्देश्य हैं। प्रकाशन में दिए गए सुझाव ना केवल व्यावहारिक, बल्कि मानव और पारिस्थितिकीय कल्याण को सुनिश्चित करने हेतु मौलिक रूप से परिवर्तनकारी साबित होंगे। ये सुझाव 1.5 डिग्री सेल्सियस की सीमा को लाँघने से भी रोकने वाले साबित होंगे (फेज़ी एवं अन्य, 2020; फोल्के एवं अन्य, 2021; कीसर और लेनजेन, 2021; कुह्नहेन) एवं अन्य, 2020)। विश्व स्तर पर सामाजिक अनुबंधों को नवीनीकृत करने की आवश्यकता, मानव समाजों को जलवायु कार्यवाही में भाग लेने के लिए मुक्त करने का प्रस्ताव रखती है। जीवाश्म-ईंधन से संचालित आर्थिक इंजन के लिए, कम 'उत्पादक' और देखभाल करने वाले पारिस्थितिक समाज पर ध्यान केंद्रित करना संभव है। यह जीवन की गुणवत्ता की गारंटी देने वाला है (कूट, 2021; गफ, 2019)।

माना समुदाय जैसे-जैसे टिकाऊ निर्माण और उपभोग के तरीकों के साथ स्थानीय और वैश्विक जलवायु लचीलेपन की दिशा में आगे बढ़ता है, विस्तारित करने की बजाय वह उसे नयूनतम में अधिक फ़ायदेमंद बना सकता है। यह रणनीति

दीर्घकालिक स्थिरता हेतु डिज़ाइन की गई नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के बहु-स्तरीय एकीकरण को साकार कर सकती है। इसे बुनियादी मानव आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ-साथ, कार्बन-नकारात्मक कैस्केड को पारस्परिक रूप से मजबूत करने के लिए भी स्थापित किया सकता है। हालांकि, इसे साकार करने हेतु सामाजिक परिवर्तनों की आवश्यकता होगी, जो सामाजिक और पारिस्थितिकीय आवश्यकताओं के लिए प्रौद्योगिकियों के इस अनुकूलन को तैयार करेंगे। ये जलवायु-लचीले बुनियादी ढाँचे खुली प्रौद्योगिकी हस्तांतरण और नागरिक विज्ञान का उपयोग कर सकते हैं, ताकि सस्ते जीवाश्म ईंधन के बिना पारिस्थितिकीय और भौतिक प्रचुरता के विविध रूपों को तैयार करना जारी रखा जा सके। ये मुद्दे डिज़ाइन फिक्शन में खोजे गए 'आर्टीफ़ैक्ट्स' में स्पष्ट रूप से स्तरित हैं। ये तमाम आर्टीफ़ैक्ट्स, उस विऔपनिवेशीकरण और जलवायु न्याय की मर्यादा को सम्मिलित करते हैं। ये आर्टीफ़ैक्ट्स एक कल्पनाशील, समझदार और संभव दुनिया का निर्माण करते हैं। तकनीकों की अधिक विस्तृत संदर्भ सूची पर चर्चा की जाने वाली प्रौद्योगिकियाँ, इस अध्याय के बाद 'प्रौद्योगिकियों के परिशिष्ट' में पाई जा सकती हैं।

प्रस्तुत प्रकाशन में, ये आर्टीफ़ैक्ट्स गैर-देशज लोगों के लिए दैनिक जीवन को स्वदेशीकरण की दिशा में ले जाने का रास्ता सुझाते हैं। इस रास्ते का प्रस्ताव, पौराणिक प्रारंभिक स्थिति को प्राप्त करना नहीं। बल्कि आपसी संपन्नता की संस्कृतियों के प्रति एक 'आत्म-सजग राजनीतिक परियोजना' के रूप में पारिस्थितिकी के भीतर अभी तक फल-फूल रही जलवायु और पारिस्थितिकीय तंत्र के टूटने और इसके परे आवश्यक साबित होना है। आर्टीफ़ैक्ट्स, अक्सर मूक ज्ञान के माध्यम से कार्यों को प्रतिबिंबित करने, सोचने और प्रस्तावों पर पुनर्विचार का साधन बनते हैं। हम आशा करते हैं कि यह अभ्यास, डिज़ाइन द्वारा दीर्घकालिक स्थिरता की एक परिष्कृत समझ प्रदर्शित करेगा। इस खोज में, आर्टीफ़ैक्ट्स को कल्पित तौर पर आज साकार किया जा सकता है। जैव-खनिजकों से लेकर विद्युतीकृत प्रवाल भित्तियों और वर्षा करने वालों और वन बीजकों से सिम्फैब तक; कार्बनिक शैवाल-चिटोसन बैटरी प्रिंटर से नगरपालिका ऊर्जा ग्रिड के भीतर 3डी प्रिंटेड ऑप्टिकल सौर संरचनाओं तक; तथा, काल्पनिक मसीसी लोगों के ऊर्जा अनुष्ठानों तक, मौजूदा अनुमानों पर आधारित मौलिक तकनीकी साहित्य है।

इन डाइगेटिक आर्टीफ़ैक्ट्स में व्यक्त दीर्घकालिक स्थिरता के पहलुओं से पाठक को उम्मीद हो सकती है कि दीर्घकालिक स्थिरता प्राप्त की जा सकती है। हालाँकि, तकनीकी प्रगति को तकनीकी लोकतांत्रिक समाधानवाद की पुरातन धारणाओं पर निर्भर नहीं रहना पड़ता है, अर्थात इसे निकालने वाले औपनिवेशिक मॉडलों पर निर्भर रहने की आवश्यकता नहीं है, जो मानवीय संभावनाओं को विस्तृत करने के बजाय उन्हें संकुचित करते हैं। खुली प्रौद्योगिकी हस्तांतरण और खुले विज्ञान आंदोलनों के प्रस्ताव, "काव्यात्मक" प्रौद्योगिकियों की ओर अधिक गहन छलांग लगाने की दिशा में बढ़ते हैं, ना कि नौकरशाही प्रौद्योगिकी को अमानवीय बनाने के उद्देश्य से (ग्रेबर, 2018; नोबल, 1984; ज़ुबॉफ़, 2019)। यह जर्नल इन तकनीकों को एक नए प्रतिमान में विकसित करने वाले दृष्टिकोणों की भी पेशकश करता है, तथा देखभाल एवं सामाजिक पुनरुत्पादन के प्रश्न प्रस्तुत करता है, जो उन हाथों और संसाधनों को बनाने में जाते हैं। इन क्षमताओं को स्वतंत्र रूप से साझा करते हुए सामाजिक जीवन, रणनीतिक रूप से डी-कमोडीकृत हो जाता है। यहाँ मुक्त परिस्थितियों में जलवायु-लचीली तकनीकी अवसंरचना पहले से कहीं अधिक तेजी से फैल सकती है। शायद, आज हम जिस तरह स्थिति के आदी हो गए हैं, उससे अलग सामाजिक और पारिस्थितिकीय तंत्र दिशा ले रहे हैं।

ज़ाहिर है, जलवायु और पारिस्थितिकीय संकट की जटिलता (मॉर्टन, 2016) का केवल चिकनी चुपड़ी बातों से समाधान नहीं किया जा सकता। इन मुद्दों को हल करने के लिए डिजाइनरों के लिए सीमाएँ हो सकती हैं (डोर्स्ट, 2019)। यह डिज़ाइन प्रकाशन अपने आप में इन मुद्दों के हर विवरण के लिए जिम्मेदार नहीं ठहराया जा सकता: सामाजिक जीवन 2 डिग्री सेल्सियस-2.5 डिग्री सेल्सियस ग्रीनहाउस दुनिया में संभव हो या ना हो, या, सटीक अनुमानित इस प्रकाशन के दायरे से बहुत दूर हो। हालाँकि, यह संभव है कि बिज़नेस-एज़-यूज़ूअल के भीतर 2 डिग्री सेल्सियस की दुनिया क़ायम हो जाए और हमारे सामने अकल्पनीय जलवायु डिसटोपिया रूप ले ले। इनमें से कई परिदृश्य शायद पहले से ही डिसटोपियन विज़न में मौजूद हैं। इनसे हम आज परिचित हैं। इसके बजाय, इस अभ्यास का फोकस 'प्रभावी' जलवायु पुनर्संरचना के माध्यम से वास्तविक विऔपनिवेशीकरण और जलवायु न्याय के आधार पर जलवायु कार्यवाही की कल्पना की दिशा में, एक अलग प्रकृति की संभावनाओं का सुझाव देना है, जो बिज़नेस-एज़-यूज़ूअल के 'कुशल' औपनिवेशिक तर्क के साथ निरंतर तनाव में है। यह होने के लिए, अंजान रास्तों को नेविगेट करने और असम्बद्ध घटनाओं और चिंताओं के बीच रचनात्मक 'लाल धागे' को खींचने की आवश्यकता होती है, जो प्रति-आधिपत्य व्यवस्थाओं और दीर्घकालिक स्थायी परिवर्तनों की प्रतिमानात्मक संभावनाओं की झलक पाने में सक्षम हो।

हालाँकि, इन विभिन्न प्रतिमानों की कल्पना करने पर भी उनसे स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में आने की उम्मीद नहीं

की जा सकती, और ना ही वे कमी भी ठीक उसी तरह से आ सकते हैं जैसा कि निर्धारित किया गया है। आगे के विकल्पों के बावजूद, पारिस्थितिक रूप से गढ़े जाने, देखभाल, पोषण, सामाजिक रूप से पुनरुत्पादित करने, और यदि वांछित हो, तो कई पीढ़ियों के प्रयासों की आवश्यकता के लिए निरंतर सहकारी प्रयासों की आवश्यकता होगी। इस बहु-पीढ़ीगत प्रथा को भूमि, जल, वायु और यहाँ तक कि बाहरी अंतरिक्ष को वस्तुतः विघटित करके कड़े पारिस्थितिकीय नियमों और रूपरेखाओं द्वारा पूरक बनाने की ज़रूरत पड़ेगी। इसके अलावा, पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को बायोस्फीयर के लिए मरम्मत की स्थापना करके सुधारने और पुनर्जीवित करने की आवश्यकता हो सकती है। इस प्रकार, यह डिज़ाइन कल्पना उन संभावनाओं के साथ योगदान करने का प्रयास करती है, जो डिज़ाइन की तुलना में अनुशासन की एक विविध कल्पना को व्यक्त करते हैं। शायद अधिक सक्षम दिमाग, इन अटकलों से परे और अधिक गहन कल्पनाओं का सपना देख सकें, जिन्हें यहाँ मासूमियत से बढ़ाचढ़ा कर दिखाया गया है। बेशक कुछ मुद्दों पर यह रूढ़िवादी भी हो सकता है।

यह प्रकाशन 'सभ्यता' की हमारी परिभाषाओं के गहरे उलझाव के भीतर हमारे अतीत, वर्तमान और भविष्य की अनसुलझी संभावनाओं को प्रस्तुत करता है। भविष्य में होने वाली जलवायु कार्यवाहियों की आवश्यकता हो सकती है। जैसे-जैसे हम आज जलवायु परिवर्तन के आगमन का सामान्यकरण करते हैं, हम जो अपने लिए भविष्य बनाते वक़्त, उसके लिए गहरी आत्मीयता, स्वायत्तता और सहयोग की आवश्यकता होगी, जो हमें दुनिया को फिर से बनाने में मदद कर सकता है। 22स्वीं सदी तब भी उभरेगी। क्या यह एक अधिक आशावादी जलवायु-लचीले भविष्य वाली होगी? जैसा कि इस प्रकाशन में अनुमान लगाया गया है। या, क्या यह मानव सभ्यता की दौड़ को पूर्ण विनाश के कगार पर देखता है? यह एक खुला प्रश्न है। आज की जलवायु निष्क्रियता की वास्तविकताओं के रहते, यह नज़रिया एक ओर कट्टरपंथी आशा के लिए संकीर्ण परंतु एक रचनात्मक संभावना पेश करता है। इसके विपरीत, दूसरी ओर यह विकल्प की अनुमानित कमी पेश करता है। किसी भी दीर्घकालीन टिकाऊ सभ्यता की संभावनाएँ, फिर भी इस संभावना पर निर्भर हो सकती हैं कि मानव प्रजाति जीवमंडल को प्रकृति के क़रीब ले जाना महसूस करेगी।

ग्रंथ सूची (उपसंहार)

एल्थोर, जी., वाटसन, जे.ई.एम., एंड फुलर, आर.ए. *(2016)*. ग्लोबल मसिमैच बटिवीन ग्रीनहाउस गैस एमशिंस एंड द बर्डन ऑफ़ क्लाईमेट चेंज. सांटफ़िकि रपिोर्ट्स, *6, 20281*.

बलीिकर, जे. *(2009)*। डजिाइन फक्शिन*:* अ शॉर्ट एस्से ऑन डजिाइन, साइंस, फ़ैक्ट एंड फ़क्शिन. *49*.

कैरगिटन, डी. *(2019, 25 जून)*. 'कलाईमेट अपार्थआइड'*:* यूएन एक्सपर्ट सेज़ ह्यूमन राइट्स मे नॉट सर्ववाइव. द गार्जियन. *http: // www। theguardian. com/environment/2019/jun/25/climate-apartheid- United-nations-expert-says-human-rights-may-not-survive-crisis*

चांसल, एल., एंड पकिेटी, टी. *(2015)*. कार्बन एंड इनइक्वैलटिी*:* फ्रोम क्योटो टू पेरसि ट्रेंड्ज़ इन द ग्लोबल इनइक्वैलटिी ऑफ़ कार्बन एमशिन्स *(1998-2013)* एंड प्रोसपेक्ट्स फ़ॉर एन इक्वटिबिल एडेपटेशन फ़ंड वर्ल्ड इनइक्वैलटिी लैब *(*पृष्ठ *50)*. पेरसि स्कूल ऑफ इकोनॉमक्सि.

कूट, ए. *(2021)*. यूनवर्सिल बेसकि सर्वसिेज और सस्टेनेबल कंजम्पशन. सस्टेनेबलिटिी*:* साइंस, प्रेक्टसि एंड पोलसिी, *17(1), 32–46*। *https://doi.org/10.1080/15487733.2020.1843854*

डयिाज़, एस., सेटेली, जे., ब्रोंडज़िियो, ई., एनजीओ, एचटी, ग्वेज़, एम., अगार्ड, जे., अर्नेथ, ए., बलवानरा, पी., ब्रूमन, के., वाटसन, आर., बस्ट , आई., लैरीगौडेरी, ए., लेडली, पी., पास्कुअल, यू., बैप्टसि्ट, बी., डज़िबिा, एल., एरपुल, जी., फ़ज़ल, ए., फ़शिर, एम., … वलिा, बी *(2019)*. समरी फ़ॉर पोलसिीमेकर्स ऑफ़ द ग्लोबल एसेसमेंट रपिोर्ट ऑन बायोडाईवेर्सटिी एंड इकोसस्टिम सर्वसिेस - असंपादति अग्रमि संस्करण. *39*.

डोरस्ट, के. *(2019)*. डजिाइन बयिोंड डजिाइन. शी जी*:* द जर्नल ऑफ़ डज़िाइन, इकोनॉमक्सि, एंड इनोवेशन, *5(2), 117–127*। *https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.05.001*

एस्कोबार, ए. *(2018)*. डजिाइन फ़ॉर प्लुरविर्स*:* रेडकिल इंटरडपिेंडेंस, ऑटोनॉमी एंड र मेकगि ऑफ़ वर्ल्ड्स. ड्यूक यूनविर्सटिी प्रेस. *http://ebookcentral. proquest.com/lib/ahono/ details.action?docID=5322528*

फ़ैज़ी, आई., शैपके, एन., कैनगि्लयिा, जी., हॉजसन, ए., केंड्रकि, आई., लयिोन, सी., पेज, जी., पैटरसन, जे., रडिी, सी., स्ट्रैसर, टी., वर्वीन, एस., एडम्स, डी., गोल्डस्टीन, बी., क्लेस, एम., लीसेस्टर, जी., लनियार्ड, ए., मैककर्डी, ए., रयान, पी., शार्प, बी., … यंग, एच. आर. *(2020)*. ट्रांसफ़ोर्मगि नॉलेज सस्टिम्स फ़ॉर लाइफ़ ऑन अर्थ*:* वज़िंस ऑफ़ फ़्यूचर सस्टिम्स एंड हाउ टू गेट देयर. एनर्जी रसिर्च एंड सोशल साइंस, *70, 101724*. *https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101724*

फोल्के, सी., पोलास्की, एस., रॉकस्ट्रॉम, जे., गलाज़, वी., वेस्टली, एफ., लामोंट, एम., शेफ़र, एम., ऑस्टरब्लॉम, एच., कारपेंटर, एस.आर., चैपनि, एफ.एस., सेटो, के.सी., वेबर, ई.यू., क्रोना, बी.आई., डेली, जी.सी., दासगुप्ता, पी., गफ्फनी, ओ., गॉर्डन, एल.जे., हॉफ, एच., लेवनि, एस.ए., … वाकर, बी.एच. *(2021)*. अवर फ़्यूचर इन द एंथ्रोपोसीन बायोस्फ़यिर. एम्बयिो, *50(4), 834-869*। *https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8*

फ़्रेयर, पी. *(2014)*. पेडागोजी ऑफ़ द ओप्रेस्ड*:* थर्टयीथ एनविर्सरी एडशिन. ब्लूम्सबरी एकेडमकि एंड प्रोफ़ेशनल. *http://ebookcentral.proquest.com/lib/ahono/detail. action?docID=1745456*

गफ, आई. *(2019)*. यूनविर्सल बेसकि सर्वसिेज*:* अ थयिोटेरकिल एंड मोरल फ़्रेमवर्क. द पोलटिकिल क्वाटर्ली, *90(3), 534-542*. *https://doi.org/10.1111/1467-923X.12706*

ग्रेबर, डी. *(2018)*. द यूटोपयिा ऑफ़ रूल्स*:* ऑन टेक्नोलॉजी, स्टुपडिटिी, एंड द सीक्रेट जॉय ऑफ़ ब्यूरोक्रेसी. मेलवलि हाउस.

जैक्सन, जे.बी.सी., अलेक्जेंडर, के., एंड साला, ई. *(*एड्स।*)*. *(2011)*. शफ्टिंगि बेसलाइन*:* द पास्ट एंड फ़्यूचर ऑफ़ ओशन फशिरीज. आइलैंड प्रेस.

कीसर, एल.टी., एंड लेनजेन, एम. *(2021)*। *1.5* डगि्री सेल्सयिस डगि्रोथ सीनेरयिो सजेस्टस द नीड फ़ॉर न्यू मटिगिशन पाथवेज़. नेचर कम्युनकिेशंस, *12(1), 1-16*। *https://doi.org/10.1038/s41467-021-22884-9*

क्लेन, एन. (2014). दसि चेंजज़ि एवरीथगि. कैप्टलज़िम वर्सेस कलाईमेट. पेंगुइन बुक्स.

कुह्नहेन, के., कोस्टा, एल., महंके, ई., श्नाइडर, एल., एंड लैंग, एस. (2020). अ सॉसाइटल ट्रांसफ़ोरमेशन सीनारयिो फ़ॉर स्टेयगि बलिो 1.5 डगि्री सेल्सयिस (इकोनोमकि एंड सोशल इश्यूस, वॉल्यूम 23). हेनरकि बॉल स्टचिुंग। https://www.boell.de/en/2020/12/09/societal-transformation-scenario-stay-below-15degc

लडिले, जे., एंड कूल्टन, पी. (2016). पुशगि द लमिट्सि ऑफ़ डज़िाइन फक्शिन: द केस फ़ॉर फक्शिनल रसिर्च पेपर्स. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द 216 सीएचआई कॉन्फ़्रेन्स ऑन ह्यूमन फ़ैक्टर्स इन कंप्यूटगि सस्टिम्स, 4032-4043। https://doi.org/10.1145/2858036.2858446

मैक्स-नीफ, एम. (2009). फ्रोम नॉलेज टू अंडरस्टेंडगि - नेवगिशन एंड रटिर्नस. इन व्हाट नेक्स्ट वॉल्यूम II - द केस फॉर प्लुरलज़िम (वॉल्यूम 2). डेग हैमरस्कॉल्ड फाउंडेशन. https://www. daghammarskjold.se/wp-content/uploads/2009/DD52_web.pdf

मॉर्टन, टी. (2016). डार्क इकोलॉजी: फ़ॉर अ लॉजकि ऑफ़ फ़्यूचर को-एक्ससिटेंस.

नोबल, डी. एफ. (1984). फ़ोर्सेस ऑफ़ प्रोडक्शन: अ सोशल हस्टि्री ऑफ़ इंडस्ट्रयिल ऑटोमेशन . नोपफ. टोंकनिवाइज, सी. (2014). हाउ वी इंटेंड टू फ़्यूचर: रव्यूि ऑफ एंथोनी डन एंड फयिोना रैबी, सपेक्यूलेटवि एवरीथगि: डजिाइन, फक्शिन, एंड सोशल ड्रीमगि. डजिाइन फलिॉसफी पेपर्स, 12(2), 169-187. https://doi.org/10.2752/144871314X14159818597676

वालेस-वेल्स, डी. (2019). द अनइनहैबटिबिल अर्थ: लाइफ़ आफ़्टर वर्मगि. टमि डुगन बुक्स.

जुबॉफ़, एस (2019). द एज ऑफ़ सर्वेलेंस कैपटिलज़िम: द फ़ाइट फ़ॉर द फ़्यूचर एट द न्यू फ़्रंटयिर ऑफ़ पॉवर. प्रोफ़ाइल बुक्स.

5. प्रौद्योगिकी परिशिष्ट

प्रस्तुत प्रकाशन में खजे गए आर्टीफ़ैक्ट्स एक ऐसी दुनिया में स्थित हैं, जहाँ जलवायु कार्यवाही के लिए सामाजिक परिवर्तन हुए हैं। जलवायु न्याय के इर्द-गिर्द केंद्रित रणनीतियों की एक टेपेस्ट्री को साकार करने के लिए वैकल्पिक विकास मार्गों का अनुसरण किया जाता है, जो सभ्यता की भौतिक संस्कृतियों तथा इसके निष्कर्षणवादी संबंधों को ग्रह संबधी पारिस्थितिकीय तंत्र में बदल देता है। इन तकनीकों को आधार देने वाले इन तकनीकी पेपर्स का कल्पित साहित्य पढ़ना पुराना और नया दोनों है। यह कुछ अत्याधुनिक, कुछ प्राचीन, कुछ आधुनिक विज्ञान पर आधारित और कुछ अन्य स्वदेशी प्रथाओं पर आधारित हैं। कई मामलों में, लेखकों के इरादे से परे, कुछ चरम सीमाओं की बजाय रचनात्मक रूप से अध्ययनों की व्याख्या की गई है या उसका अनुमान लगाया गया है। हालाँकि, यह मौजूदा को एक्सट्रपोलेट करने के लिए नहीं है, बल्कि "क्या हो अगर" जैसी विभिन्न ट्रैजेक्टोरियों को खोलने के लिए एक रचनात्मक अभ्यास के रूप में अनुमान लगाने के लिए है। ताकि पाठक इस प्रकाशन में दिखाए गए आवश्यक मानव ज़रूरतों, जो कभी अस्थिर खपत के लिए लागू की गई थीं, को पूरा करने के लिए सामाजिक रूप से उपयोगी उत्पादन की दिशा में 'उन्नत' तकनीकी छलांग लगा सके।

प्रस्तुत प्रकाशन इस बात की हिमायत करता है कि कैसे वास्तविक जलवायु एजेंसी और भागीदारी तक का तकनीकी विकास, एक बड़ी छलांग लगा सकता है, जो ऑटोपोएटिक प्रक्रिया के भीतर रहकर एक ज्ञानात्मक बदलाव की संभावनाओं को आगे बढ़ा सकता है। हालाँकि, इस तरह की रचनात्मक छलांग, 'सफलता' की गारंटी नहीं है। रेनमेकर्स के अनुसार इसके अवांछनीय परिणाम भी हो सकते हैं। इसलिए, आर्टीफ़ैक्ट्स कल्पित भविष्य की दुनिया से कुछ उत्पादों के मूलरूपों का प्रतिनिधित्व करते हैं, जो इन उद्देश्यों की पूर्ति के लिए उभर सकते हैं। नए सामाजिक अनुबंधों ने पाठकों को स्पष्ट कर दिया होगा कि जलवायु लचीले क्षेत्रों में मानव और गैर-मानव जीवन की गुणवत्ता का विस्तार करने वाली दीर्घकालिक टिकाऊ प्रौद्योगिकियों को अधिक पारिस्थितिक विश्वदृष्टि के भीतर तैयार किया गया है। वे 'प्लुरिवर्सल' सहजीवी संस्कृतियों के प्रति भौतिक संबंधों में बदलाव को सुझाती हैं, जो अभी तक अधिक गहन तकनीकी छलांग की संभावना पैदा कर सकते हैं, जैसा कि सहजीवी निर्माण और सहजीवन धातु विज्ञान में चर्चा की गई है।

इसका मतलब यह नहीं कि ये ही एकमात्र ऐसे मूलरूप हैं जो संभव हो सकते हैं। शायद यहाँ बताई गई आवश्यक जरूरतों की पूर्ति की संभावनाओं को बेहतर ज्ञान से खोजा जा सकता है। आगे के अध्ययन को जारी रखने में इच्छुक विद्वानों के लिए, इस खंड में एक ओवरव्यू, तकनीकी पेपर्स की बिब्लियोग्राफ़ी दी गई है। हम आशा करते हैं कि डिज़ाइन किए गए आर्टीफ़ैक्ट्स और उपरोक्त बिब्लियोग्राफ़ी विषय को बेहतर ढंग से समझने के लिए उपयोगी हो सकती हैं। यह किसी भी तरह से एक विस्तृत सूची नहीं है। हालाँकि इसे हमेशा विस्तारित किया जा सकता है।

अध्याय 1. ग्लोकल एनर्जी कल्चर: 22स्वीं सदी की रेडिकल स्वदेशीता और आगे का एहसास

1. म्युनिसिपल माइक्रो ग्रिड:

स्थानीय स्तर पर एक समग्र, वितरित कार्बन नकारात्मक ऊर्जा ग्रिड पुनर्योजी सिद्धांतों के आधार पर जलवायु लचीले बुनियादी ढाँचे का हिस्सा है। यह अनिवार्य रूप से दीर्घकालिक रखरखाव-मुक्त संचालन के लिए स्टर्लिंग चक्र पर रिवर्सिबल अल्टरनेटर आधारित संयुक्त ताप और बिजली प्रणालियों (सीएचपी) को एकीकृत करता है। इस प्रणाली में पुनर्योजी स्वच्छता और अपशिष्ट प्रबंधन प्रथाएं भी शामिल हैं, जो नगरपालिका कृषि वानिकी ढाँचे के भीतर एकीकृत हैं। ये प्रकाश और ऊष्मा के रूप में सौर ऊर्जा केंद्रित है और अधिक फाइबर ऑप्टिक कंसंट्रेटिंग सिस्टम (अमारा एवं अन्य, 2011; गोरथला एवं अन्य, 2017; जारामिलो और रियो, 2002) के माध्यम से केंद्रित है, जिसे खाना पकाने के लिए संयुक्त गर्मी एवं बिजली मॉड्यूल तथा हीटिंग इनडोर थर्मल वातावरण में उपयोग किया जाता है। जैविक कचरे को माइक्रोवेव पाइरोलिसिस (होसिनजादेह हेसास एवं अन्य, 2013) या सौर पायरोलिसिस (अयाला-कोर्टेस एवं अन्य, 2019) के माध्यम से कार्बोनाइज्ड किया जाता है ताकि कार्बन सामग्री को सुपरचार्ज करने

के लिए किण्वन शौचालयों में कार्बन समृद्ध माध्यमों का उत्पादन किया जा सके। नाइट्रोजन और फास्फोरस जैविक उर्वरकों से भरपूर मिट्टी को संशोधन के रूप में उपयोग किया जाता है, साथ ही साथ बिजली उत्पादन और खपत का स्थानीयकरण करते हुए पोषक तत्वों को बंद कर दिया जाता है। ताप, सिनगैस और जैव-तेल के परिणामस्वरूप होने वाले परिणामों के साथ कार्बन कैस्केड (बेट्स और ड्रेपर, 2019; हसन एवं अन्य, 2019) में पायरोलिसिस प्रक्रिया कार्बोनाइज्ड कार्बनिक अपशिष्ट का उपयोग मिट्टी के संशोधन, बैटरी और बायोप्लास्टिक में कार्बन कैस्केड का पारस्परिक सुदृढ़ीकरण किया जा सकता है।

अ. 3डी प्रिंटेड ऑप्टिकल सोलर स्ट्रक्चर्स

स्थानीय रूप से निर्मित सौर संरचनाएं ऑप्टिकली ट्यून्ड सौर कोशिकाओं के भीतर सौर विकिरण के थर्मल और दृश्य स्पेक्ट्रम को सीधे परिवर्तित करती हैं (बैग एवं अन्य, 2017), जो जो पेरोसाइट सौर स्याही से लेपित एयरोसोल कोटेड 3डी प्रिंटेड ऑप्टिकल फाइबर हैं (बैग एवं अन्य, 2017)। हालाँकि, इन कोशिकाओं में चरण परिवर्तन सामग्री भी शामिल होती है। ये चरण परिवर्तन गुणों का उपयोग करके दक्षता का विस्तार कर सकती है। इसका उपयोग तापीय ऊर्जा भंडारण के अनंत चक्रों के लिए किया जा सकता है। इसे पुनर्निर्देशित किया जा सकता है, जब सौर विकिरण अपर्याप्त होता है जैसे कि रात या सर्दियों के सूरज के दौरान (गोली एवं अन्य, 2013; लियू एवं अन्य, 2017; यांग एवं अन्य, 2016)।

ब. 3डी प्रिंटेड ऑर्गेनिक बैटरी:

ऊर्जा भंडारण प्रणाली में जैविक रूप से विकसित शैवाल-चिटोसन आधारित बैटरी और अल्ट्राकैपेसिटर होते हैं, जो विद्युत ऊर्जा के भंडारण के लिए स्थानीय रूप से उत्पादित होते हैं (सलीमी एवं अन्य, 2019; वांग एवं अन्य, 2015)। उनका निर्माण स्टॉक सामग्री (आजादी एवं अन्य, 2021; मार्जो और ड्रिंकवाटर, 2019) के नियंत्रित अल्ट्रासोनिक उत्तोलन पर निर्भर करता है। कार्बन समृद्ध कार्बनिक फाइबर और कच्चे स्टॉक के बारीक ट्यून किए गए पायरोलाइटिक प्रसंस्करण से समग्र बैटरी का निर्माण होता है, जो कार्बन कैप्चर आधारित ऑर्गैनिक बैटरी और कार्बन आधारित अल्ट्राकैपेसिटर (गभी एवं अन्य, 2017; हगिंस एवं अन्य, 2014; सलीमी एवं अन्य, 2019); तथा शैवाल-पेपर आधारित बैटरी और अल्ट्राकैपेसिटर बनाता है (सलीमी एवं अन्य, 2019; वांग एवनय अन्य, 2015)। तापीय ऊर्जा रूपांतरण के लिए रासायनिक ऊर्जा को सिनगैस के प्लाज़्मा दहन के प्रतिवर्ती स्टर्लिंग चक्र के माध्यम से किया जाता है (पंचोचार एवं अन्य, 2012)। यह माइक्रोवेव पायरोलिसिस से प्रदूषकों को और कम करता है (होसिनज़ादेह हेसास एवं अन्य, 2013)।

2. काल्पनिक मसीसी लोगों के ऊर्जा अनुष्ठान:

मसीसी लोगों की ऊर्जा में स्वदेशी परंपरा एक फंगल माइक्रोबियल फ़्यूअल सेल (गजदा एवं अन्य, 2015) के साथ ग्रेफीन (कैसालुसी एवं अन्य, 2016) लेपित फाइबर ऑप्टिक सौर कोशिकाओं (बोरज़ैक, 2009) को एकीकृत करने की तकनीकी अनुकूलन पर आधारित है, जो रेडियोधर्मी मिट्टी को खाती है (कू एवं अन्य , 2019)। माईसीलियल गुण उनके विकिरण परिरक्षण सूट पर भी लागू होते हैं। स्टाफ़ की कोशिका संरचनाएं और व्यवस्थाएं 'श्रेणीबद्ध बायोमिमेटिक्स' पर आधारित हैं, जो स्वाभाविक रूप से होने वाली ऑप्टिकल संरचनाओं से प्रेरित हैं जैसे कि ग्लास स्पंज (सुंदर एवं अन्य, 2003) और ध्रुवीय भालू के बालों में (प्रीसीडो एवं अन्य, 2008))। स्वदेशी समुदाय अपने क्षेत्रों में रेडियोधर्मी मिट्टी की सफाई के लिए माइको-उपचार लागू करने पर ध्यान केंद्रित करता है (जोशी एवं अन्य, 2011; व्हाइटसाइड एवं अन्य, 2019)। इसके अलावा माइसेलियम भी रेडियोधर्मी स्रोतों से ऊर्जा उत्पन्न करता है (दादाचोवा एवं अन्य, 2007)।

अध्याय 2. स्थलीय बनना: जलवायु लचीलापन क्षेत्र, सहजीवी निर्माण और पारिस्थितिकीय तंत्र पुनर्जनन

1. क्लाइमेट रेजिलिएंस जोन में फॉरेस्ट सीडर और फायर फ्लाई सीडर

क्लाइमेट रेजिलिएंस ज़ोन में, दुनिया के पुराने विकास वाले जंगलों को फिर से लगाने और जोड़ने से जैव विविधता वापस आती है (डैम्सचेन एवं अन्य, 2019)। यह वन सीडिंग उपकरणों की मदद से किया जाता है, जो नए-पुराने विकास वाले वनों को स्थापित करने के लिए 'सीड बॉल्स' का उपयोग करते हैं। ये सीड बॉल्स (फुकुओका, 1978; गेस्ट, 2019) जैविक स्रोतों से नाइट्रोजन और फॉस्फोरस के साथ कार्बनीकृत माध्यम 'सुपरचार्ज्ड' का उपयोग करते हैं (न्गाता एवं

अन्य, 2019; झू एवं अन्य, 2019; झू एवं अन्य, 2019)। इसके अलावा, कार्बोनाइज्ड बायोचार माध्यम से माइसेलियम बीजाणुओं के साथ पुराने विकास वनों की स्थापना में सहायता करते हैं, मिट्टी के माइक्रोबियल स्वास्थ्य को फिर से जीवंत करने वाले पोषण की उपलब्धता को बढ़ाते हैं, पौधों के रूट नेटवर्क को पुरानी मिट्टी में साझा करते हैं, माइकोरिज़ल नेटवर्क फैलाते हैं (झिंग 2015; व्हाइटसाइड एवं अन्य, 2019)। इन सीड बॉल्स को पुराने विकास वनों के बीजारोपण द्वारा पारिस्थितिक के 'रचनात्मक' रूपों (मियावाकी, 1999, 2004) का उपयोग करके एक यादृच्छिक पैटर्न में फैलाया जाता है, जो जैव विविधता पुनर्प्राप्ति के कहीं अधिक लचीले रूपों को पेश करते हैं। इन वन सीडर्स का उपयोग मिट्टी को बहाल करने और स्थलीय पारिस्थितिकीय तंत्र सेवाओं को पुनर्जीवित करने, कृषि और वानिकी से बायोमास उत्पादन, भंडारण, निस्पंदन और पोषक तत्वों और पानी के परिवर्तन सहित संरक्षण प्रयासों के पूरक के लिए किया जाता है; जैव विविधता आवास; कच्चे माल के स्रोत और कार्बन सिंक (हैमर एवं अन्य, 2014; लेहमन और जोसेफ, 2009; नगाटिया एवं अन्य, 2019)। इस तरह की प्रथा अमेजन में 'टेरा प्रीटा' मिट्टी के गहन अध्ययन की गई घटना पर आधारित है (ग्लेसर एवं अन्य, 2001)।

2. पवित्र वनों में सहजीवी निर्माण प्रौद्योगिकियाँ: सिम्फैब्स

सिम्फैब इकाइयाँ "सिम्बायोटिक मैन्युफैक्चरिंग" का उपयोग करके उन्नत कंपोजिट के हाई-टेक उत्पादन और खपत के स्थानीय, पारिस्थितिक रूपों का अनुमोदन करती है। सामाजिक रूप से उपयोगी निर्माण प्रणालियों (हनीफ एवं अन्य, 2017) से उच्च प्रदर्शन वाले कंपोजिट के प्रभावी प्रतिस्थापन बनाने के लिए कार्बनिक पदार्थ और फाइबर (राजपक्ष एवं अन्य, 2015; त्सांग एवं अन्य, 2015) का कार्बोनाइजेशन लागू किया जाता है (हनीफ एवं अन्य, 2017; स्मिथ, 2014), जो उन्नत तकनीकी अनुप्रयोगों (लाम, अज़वार, एवं अन्य, 2019; वांग एवं अन्य, 2013) के लिए स्थानीय औद्योगिक उत्पादन में एकीकृत करके कार्बन सीक्वेंसिंग करते हैं। इन प्राकृतिक रेशों का पाइरोलाइटिक कार्बोनाइजेशन जब कार्बनिक फाइबर (वोल्ड, 2015) से उत्पादित जैव-कंपोजिट के रूप में संसाधित किया जाता है, तो पौधे-आधारित रेजिन (ओ'डोनेल एट अल।, 2004; टर्नर एट अल।, 2019) के सीटू प्रसंस्करण के साथ उच्च मिट्टी आधारित सिरेमिक इलेक्ट्रोड बनाने के लिए भी इस्तेमाल किया जा सकता है (अलकादूरी, 2018)। इनमें से अधिकांश 'सिम्बिट्रोनिक कम्प्यूटेशनल इंटरफेस' (एडमात्सकी, 2018; गाउ और मोरिस, 1995) के बायोमिमेटिक रूपों के साथ भी संभव है, जो पारिस्थितिक प्रक्रियाओं को बनाए रखने और पोषण के लिए, इन फैब्रिकेशन इन्फ्रास्ट्रक्चर के बीच मध्यस्थता करते हैं।

अध्याय 3. वैपोरवेयर से परे: ब्लू रिपेरेशन प्रोग्राम्स को याद रखना

1. जैवखनिजक

जैवखनिजक बायोमाइनिंग और बायोलीचिंग की जैविक प्रक्रियाओं का उपयोग करके अपने अयस्कों से दुर्लभ पृथ्वी खनिजों (रेयर अर्थ) को परिष्कृत करने का एक साधन सुझाते हैं (ब्रिसन एवं अन्य, 2016; कू एवं अन्य, 2019; थोमसन एवं अन्य, 2018)। जैवखनिजक इन विधियों को बायोरेमेडिएशन के लिए अपशिष्ट जल इलेक्ट्रोलिसिस के साथ जोड़कर भी लागू करते हैं (कोंटरियास एवं अन्य, 1981; तार्कोवस्की एवं अन्य, 2011)। पेयजल के पारिस्थितिकीय तंत्र से नाइट्रेट, फॉस्फेट और भारी धातुओं को साफ करने हेतु एक सिद्ध, प्रभावी और सस्ते साधन प्रदान करने वाले कार्बन माध्यम का उपयोग करके माइक्रोबियल विकास की जैव रासायनिक प्रक्रियाओं को संभव बनाते हैं (मणि और कुमार, 2014; वांग, यू, एवं अन्य, 2019; डब्ल्यू जू एवं अन्य, 2015; यांग एवं अन्य, 2019)। पैदावार एक धीमी निर्माण प्रक्रिया की जरूरतों के अनुरूप है। कवक और पौधों के जीवों की प्रजातियों के कुछ उपभेदों को उनके मेटाबोलिज़म (ब्रिसन एट अल।, 2016; क्यू एट अल।, 2019; थॉम्पसन एट अल।, 2018) के भाग के रूप में अयस्कों से खनिजों को जैविक रूप से लीच करने के लिए जाना जाता है। तांबे और सोने के उत्पादन के अलावा, कोबाल्ट, निकल, जस्ता और यूरेनियम जैसे तत्वों को परिष्कृत करने के लिए बायोमाइनिंग को स्थानीय पैमानों पर भी लागू किया जा सकता है। बायोमाइनिंग को सल्फाइड और यूरेनियम अयस्कों के प्रसंस्करण में लागू किया गया है (शिपर्स एवं अन्य, 2013)।

2. रेनमेकर्स

रेनमेकर स्वायत्त मॉड्यूलर / बुने हुए ढाँचे हैं (बीबी और वाइट, 2010; रोजस एवं अन्य, 2013) जो नमी संचय उपकरणों के रूप में अकेले सौर विकिरण पर काम करते हैं (झाओ एवं अन्य, 2019)। वे वायुमंडलीय नदियों से नमी के दोहन के लिए एक अंतिम-खाई के प्रयास की पेशकश करने और इसे पेयजल तक पहुंच प्रदान करने हेतु ज़रूरतमंद इलाक़ों में

पुनर्निर्देशित करने के लिए हैं, क्योंकि कृषि वानिकी की जरूरतों के लिए वर्षा अनिश्चित हो गई है, यहाँ तक कि उन्हें बर्फ के स्तूपों के साथ हिमनद और ध्रुवीय बर्फ की टोपी बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। ये आइस स्तूप, जो हिमालय के इलाक़े में लागू किए जा रहे हैं, नए ग्लेशियरों को फिर से भरने और विस्तारित करने की नई सांस्कृतिक प्रथाओं के मद्देनज़र संभावनाओं की झलक पेश कर सकते हैं (दिव्या ए, 2020), यदि उन्हें प्रोत्साहित किया जाए और सामुदायिक कार्यवाही से जोड़ा जाए, जो शायद इसके स्थानीय लचीलेपन के बेहतर अनुकूल होगा। रेनमेकर्स खुद इन प्रथाओं को उन्नत जैविक निर्माण विधियों और सामग्रियों (एटियास एवं अन्य, 2017; हनीफ एवं अन्य, 2017; करना एवं अन्य, 2018) के साथ आगे बढ़ाते हैं। वे बायोमिमेटिक सिद्धांतों और यहाँ तक कि इस वायुमंडलीय राइव्स (एच. किम एवं अन्य, 2017) और नेविगेशन के लिए इलेक्ट्रिक फील्ड प्रोपल्शन पानी की कटाई की कुछ तकनीकों का उपयोग करने के लिए भी तैयार हैं (एच. जू एवं अन्य, 2018)।

3. खनिज अभिवृद्धि प्रौद्योगिकी: इलेक्ट्रिक ब्लैक कोरल

मैंग्रोव-कोरल समुद्री दीवारों के कार्यान्वयन को तीव्र तूफान और अधिक ऊर्जावान तूफान के मौसम से उन क्षेत्रों में सुरक्षा प्रदान करने के लिए डिज़ाइन किया गया है, जो ऊर्जा को अवशोषित करके और बाद में तूफानी लहरों और समुद्र के स्तर में वृद्धि से चरम जलवायु के प्रति संवेदनशील हैं (ब्लैंक्सपुर एवं अन्य, 2017)। भूमि पर जलवायु लचीलापन क्षेत्र जैसे ये पारिस्थितिकीय तंत्र, तूफानी ऊर्जा को रोककर तटीय समुदायों के पुनर्वास के लिए हैं, लेकिन साथ ही विरंजन घटनाओं से बचने के लिए कोरल अभयारण्य भी प्रदान करते हैं (ग्रीनवुड, 2015) तथा तटीय समुदायों के लिए मत्स्य पालन और जीविका के लिए, समुद्री जैव विविधता को जीवंत रखते हुए पुनर्जीवित करते हैं (सातो एवं अन्य, 2005)। ये विद्युतीकृत चट्टानें हालाँकि अर्गोनाइट के कैथोडिक निक्षेपण से बनाई गई हैं, जिनका उपयोग वास्तु सामग्री के रूप में किया जा सकता है (हिल्बर्ट्ज़, 1979), जो अत्यधिक लचीली और त्वरित कृत्रिम चट्टानों को स्केलेबल बनाती हैं (गोरो, 2012)। "बायोरॉक" विधि के रूप में जाना जाने वाला, यह पारंपरिक 'सीडिंग' और प्रवाल नर्सरी के संयोजन और तेजी से वसूली में सहायता (गोरो और प्रोंग, 2017) के संयोजन से मरम्मतहीन होने पर भी अविश्वसनीय दरों पर प्रवाल भित्तियों की वापसी की संभावनाएं दिखा रहा है (चैम्बरलैंड एवं अन्य, 2017)।

प्रौद्योगिकियों की ग्रंथ सूची

अध्याय 1 ग्लोकल एनर्जी कल्चर के लिए तकनीकी संदर्भ सूची

अग्रवाल, एच., टेरेस, बी., ओरसनिी, एल., मोंटानारो, ए., सोरयािनेलो, वी., पंतौवाकी, एम., वातानाबे, के., तानगिुची, टी., थोरहौट, डी.वी., रोमाग्नोली, एम., एंड कोपेन्स, एफ. एच. एल. *(2021)*. 2डी-3डी इंटीग्रेशन ऑफ़ हेक्सागोनल बोरॉन नाइट्राइड एंड अ हाई-ϰ डाइइलेक्ट्रकि फ़ॉर अल्ट्राफास्ट ग्राफीन-बेस्ड इलेक्ट्रो-एबसोरप्शन मॉड्यूलेटर्स. नेचर कम्युनकिेशंस, *12(1), 1070. https://doi.org/10.1038/s41467-021-20926-w*

अमारा, एस., नॉर्डेल, बी., बेनयूसेफ, बी., एंड बेनमूसैट, ए. *(2011)*. कॉंसेंट्रेशन हीटगि सस्टिम वदि ऑप्टकिल फाइबर सप्लाई. एनर्जी प्रोसीडिया, *6, 805-814*। *https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.091*

आनंदवेलु, एस., धनसेकरन, वी., सेथुरमन, वी., एंड पार्क, एच.जे. *(2017)*. चटिनि एंड चटिोसन बेस्ड हाइब्रडि नैनोकंपोजट्सि फ़ॉर सुपर कैपेसटिर एप्लकिेशंस. जर्नल ऑफ नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी, *17(2), 1321-1328*। *https://doi.org/10.1166/ jnn.2017.12721*

एरयािना कैलगरी एंड एंड्रयिा कैपोडाग्लयिो. *(2018)*. परोपर्टीज़ एंड बेनफिसियिल यूज़ज़ि ऑफ़ *(*बायो*)* चर्स वदि स्पेशल अटेंशन टू प्रोडक्ट्स फ्रोम सीवेज स्लज पायरोलसिसि. रसिोर्सेज़, *7(1), 20. https://doi. org/10.3390/ resources7010020*

असलयािन, ए., होनारवर शकीबाई असली, बी., टैन, सी.जे., आदकिन, एफ.आर.एम., और टोलोई, ए. *(2016)*. डज़िाइन एंड एनालसिसि ऑफ़ एन ओप्टकिल कपलर फ़ॉर कंसनट्रेटेड सोलार लाइट यूज़गि ऑप्टकिल फ़ाइबर्स इन रेसडिेंसयिल बल्डिंग्सि. *[*रसिर्च आर्टकिल*]* इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ फोटोएनर्जी*;* हदिवी. *https://doi.org/10.1155/2016/3176052*

अत्तयिास, एन, दानाई, ओ., एजोव, एन., ताराज़ी, ई., एंड ग्रोबमैन, जे. *(2017, 6* सतिंबर*)*. डेवेलपगि नॉवल एप्लकिेशन्स फ़ॉर माइसेलयिम बेस्ड बायो कंपोसटि मटेरयिल्स फ़ॉर डज़िाइन एंड आर्कटिेक्चर.

अयाला-कोर्टेस, ए., अरनसीबयिा-बुल्नेस, सी.ए., वलिाफान-वडिल्स, एच.आई., लोबेटो-पेराल्टा, डी.आर., मार्टनिज-कैसलिस, डी.सी., और क्यूंटास-गैलेगोस, ए.के. *(2019)*. सोलर पायरोलसिसि ऑफ़ एगेव एंड टोमेटो प्रूनगि वेस्ट्स*:* इनसाइट्स ऑफ़ द इफ़ेक्ट ऑफ़ पायरोलसिसि ऑपरेशन पैरामीटर्स ऑन द फज़ियिोकेमकिल प्रोपर्टीज़ ऑफ़ बायोचर. *180001. https://doi. org/10.1063/1.5117681*

आज़ादी, एम., पोपोव, जीए, लू, जेड., एस्केनाज़ी, एजी, बैंग, एजेडब्लयू, कैंपबेल, एमएफ, हू, एच., एंड बरगटनि, आई. *(2021)*. कंट्रोल्ड लेवटिेशन ऑफ़ नेनोस्ट्रक्चर्ड थनि फ़ल्मि्ज़ फ़ॉर सन पॉवर्ड नयिर स्पेस फ़्लाइट. साइंस एडवांसेस, *7(7), eabe 1127. https://doi.org/10.1126/sciadv. abe1127*

बैग, एस, डेनॉल्ट, जे.आर, एंड डर्स्टॉक, एमएफ *(2017)*. एयरोसोल-जेट-असस्टिेड थनि-फ़ल्मि ग्रोथ ऑफ़ *CH3NH3PbI3* पेरोवस्काइट्स — अ मीन्स टू एचीव हाई कवैलटिी, डफ़िेक्ट फ़्री फ़ल्मि्ज़ फ़ॉर एफसियिंट सोलर सेल्स. एडवानस्ड एनर्जी मटेरयिल्स, *7(20), n/a-n/a*। *https://doi.org/10.1002/ aenm.201701151*

बेट्स, ए., एंड ड्रेपर, के. *(2019)*. बर्न*:* यूज़गि फ़ायर टू कूल द अर्थ. चेल्सी ग्रीन पब्लशिगि.

बीबी, एस., एंड व्हाइट, एन. *(2010)*. एनर्जी हारवेस्टगि फ़ॉर ऑटोनोमस सस्टिम्स. आर्टेक हाउस।

बोरज़ैक, के. *(*एन.डी*)*. माइक्रो सोलर सेल्स हैंडल मोर इंटेंस सनलाइट. एमआईटी टेक्नोलोजी रवि्यू. रटिरीव्ड *1* मार्च*, 2020* फ्रोम *https:// www. technologyreview.com/s/417431/micro-solar-cells-handle- more-intense-sunlight/*

बोरज़ैक, के. *(2009, 30* अक्टूबर*)*. रैपगि सोलर सेल्स अराउंड एन ऑप्टकिल फाइबर. एमआईटी टेक्नोलोजी रवि्यू. *https://www. technologyreview. com/s/416052/wrapping-solar-cells-around-an-optical-fiber/*

बरगार्ड्ट, आई, एंड वागेले, एच. *(2014)*. द समिबायोससि बटिवीन द 'सोलर पॉवर्ड' नुडब्रिंच मेलबि एंजेली रस्बिेक, *1937 (*डेंड्रोनोटोइडिया*)* एंड सम्बियिोडनियिम एसपी. *(*डनिोफाइसी*)*. जर्नल ऑफ मोलस्कैन स्टडीज़, *80(5), 508-517*। *https://doi.org/10.1093/mollus/eyu043*

कारुसो, एम., गट्टो, ई., पल्लेस्ची, ए., मोरालेस, पी., स्कार्सेली, एम., कैसालुसी, एस., क्वाटेला, ए., डकिार्लो, ए., एंड वेनान्ज़ी, एम. *(2017)*. अ बायोइंस्पायर्ड डाई सेंसटिाइज़्ड सोलर सेल बेस्ड ऑन अ रोडामाइन-फंक्शनलाइज़्ड पेप्टाइड इममोबलिाईज़्ड नैनोक्रस्टिलाइन *TiO2*. जर्नल ऑफ फोटोकैमस्ट्रिी एंड फोटोबायोलॉजी ए*:* केमस्ट्रिी, *347 (*सप्लीमेंट सी*), 227-234. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.07.027*

कैसालुसी, एस., गेमी, एम., पेलेग्रनिी, वी., कार्लो, ए.डी., एंड बोनाकोरसो, एफ. *(2016)*. ग्राफीन-बेस्ड लार्ज एरयिा डाई-सेंसटिाईज़्ड सोलर सेल मॉड्यूल्स. नैनोस्केल, *8(9), 5368–5378*। *https://doi.org/10.1039/ C5NR07971C*

चांडलर, डी. *(2019, 30* अक्टूबर*)*. सस्टिम प्रोवाईड्स कूलगि वदि नो एलेक्ट्रीसटिी. एमआईटी न्यूज़ / मेसाचुसेट्स इंस्टी ट्यूट ऑफ़ टेक्नोलोजी. *https://news.mit.edu/2019/system-provides-cooling-no-electricity-1030*

दादाकोवा, ई., ब्रायन, आरए, हुआंग, एक्स., मोआडेल, टी., श्वत्ज़िर, ए. डी., एसेन, पी., नोसनचुक, जे.डी., और कैसादेवल, ए. *(2007)*. आयनाइज़गि रेडयिेशन चेंजेस द इल्कट्रोनकि प्रोपर्टीज़ ऑफ़ मेलेननि एंड एनहांसेज़ द ग्रोथ ऑफ़ मेलानाइज्ड फ़ंगाई. प्लोस वन, *2(5), e457. https://doi.org/10.1371/ journal.pone.0000457*

ड्यू, एल.एक्स, पेंग, ज़ी, ली, वाई, झांग, जे, जी, वाई, एंड टूअर, जे.एम. *(2018)*. लेजर-इंड्यूस्ड ग्राफीन फाइबर्स. कार्बन, *126, 472–479. https:// doi. org/10.1016/j.carbon.2017.10.036*

फेंग, ज़ी., गाओ, वाई., बोलन, एन., शाहीन, एस.एम., जू, एस., वू, एक्स., जू, एक्स., हू, एच., लनि, जे., झांग, एफ., ली., जे., रकिलेबे, जे., एंड वांग, एच. *(2020)*. कनवरवर्ज़न ऑफ़ बायोलोजकिल सॉलडि वेस्ट टू ग्राफीन कंटेनगि बायोचर फ़ॉर वॉटर रेमडियिेशन*:* अ क्रटिकिल रवि्यू. केमकिल इंजीनयिरगि जर्नल, *390, 124611. https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124611*

फेउरमैन, डी., एंड गॉर्डन, जे.एम *(*एनडी*)*. सोलर फाइबर-ऑप्टकि मनिी-डशिज़*:* अ न्यू एप्रोच टू द एफसियिंट कलेक्शन ऑफ़ सनलाइट. सोलर एनेरजी, *65(3), 159–170.*

फ़्रांज़े, के., ग्रोशे, जे., स्कैचकोव, एस.एन., शकिगिर, एस., फ़ोजा, सी., शल्डि, डी., उकरमैन, ओ., ट्रैवसि, के., रीचेनबैक, ए., एंड गक, जे. *(2007)*. म्यूलर सेल्स आर लवििगि ऑप्टकिल फाइबरर्स इन द द वर्टब्रिेट रेटनिा. प्रोसीडग्सि

ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, *104(20), 8287-8292*। *https://doi.org/10.1073/pnas.0611180104*

गैभी, आर.एस., करिक, डी.डब्ल्यू., एंड जयिा, सी.क्यू. *(2017)*. प्रीलेमनिरी इंवेस्टीगेशन ऑफ़ इलेक्ट्रकिल कंडक्टविटिी ऑफ़ मोनोलथिकि बायोचर. कार्बन, *116, 435–442*। *https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.01.069*

गजदा, आई., ग्रीनमैन, जे., मेलुइश, सी., और इरोपोलोस, आई. *(2015)*. सेलफ़ सस्टेनेबल इलेक्ट्रीसटिी प्रोडक्शन फ्रोम एल्गी ग्रोन इन अ माइक्रोबयिल फ्यूल सेल सस्टिम. बायोमास एंड बायोएनेर्जी, *82, 87-93*। *https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.05.017*

गोली, पी., लेगेद्जा, एस., धर, ए., सालगाडो, आर., रेंटेरिया, जे., और बालंडनि, ए.ए. *(2013)*. ग्राफीन-एनहांस्ड हाईब्रडि फ़ेज़ चेंज मटेरियल्स फॉर थर्मल मेनेजमेंट ऑफ़ ली-आयन बैटरज़ि. आर्कसवि*: 1305.4140 [कोंड-मैट]. http://arxiv.org/abs/1305.4140*

गोरथला, आर., टडि, एम., एंड लॉलेस, एस. *(2017)*. डज़िाइन एंड डेवेलपमेंट ऑफ़ अ फ़ेसटेड सेकेंडरी कॉन्सेंट्रेटर फॉर अ फाइबर-ऑप्टकि हाइब्रडि सोलर लाइटगि सस्टिम. सोलर एनर्जी, *157, 629–640*। *https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.08.070*

ग्रोल्म्स, एम. *(2018, 15* नवंबर*)*. प्लास्मालसिसि कनवर्ट्स पोल्यूटेंट्स इंटू एनर्जी. एडवांस्ड साइंस न्यूज़. *https://www.advancedsciencenews.com/plasmalysis-converts-pollutants-to-energy/*

गु, ज़ी., एंड वांग, एक्स. *(*एन.डी*)*. कार्बन मटेरियल्स फ्रोम हाई ऐश बायो-चर*:* अ नैनोस्ट्रक्चर समिलिर टू एक्टविटेड ग्राफ़ीन. *2, 20*.

हान, टी.एच., मून, एच.-एस., ह्वांग, जे.ओ., सयिोक, एस.आई., आईएम., एस.एच., एंड कमि, एस.ओ. *(2010)*. पेप्टाइड-टेम्पलेटगि डाई-सेंसटिाइज़्ड सोलर सेल. नैनोटेक्नोलॉजी, *21(18), 185601. https://doi.org/10.1088/0957- 4484/21/18/185601*

हाओ, जे., हुआंग, वाई., हे, सी., जू, डब्ल्यू., युआन, एल., शू, डी., सोंग, एक्स., एंड मेंग, टी. *(2018)*. बायो-टेम्प्लेटेड फैब्रकिेशन ऑफ़ थ्री डाईमेंशनल नेटवर्क एक्टविटेड कार्बन्स डेराइव्ड फ्रोम माइसेलयिम पेलेट्स फॉर सुपरकैपेसटिर एप्लकिेशंस. साइंटफ़िकि रपिोर्ट, *8. https://doi.org/10.1038/s41598-017-18895-6*

हसन, एम.एफ., साबरी, एम.ए., फजल, एच., हफीज, ए., शहजाद, एन., एंड हुसैन, एम. *(2019)*. रीसेंट ट्रेंड्ज़ इन एक्टविटेड कार्बन फाइबर्स प्रोडक्शन फ्रोम वेरयिस प्रीकर्सर्स एंड एप्लकिेशंस- अ कंपेरेटवि रव्यिू. जर्नल ऑफ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलसिसि, *104715. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104715*

होंग, डब्ल्यू, जू, वाई, लू, जी, ली, सी, एंड शि, जी *(2008)*. ट्रांसपेरेंट ग्राफ़ीन/*PEDOT-PSS* कंपोज़टि फ़लि्म्ज़ एज काउंटर एलेक्ट्रोड्स ऑफ़ डाई-सेंसटिाईज़्ड सोलर सेल्स. इलेक्ट्रोकैमस्टि्री कम्युनकिेशंस, *10(10), 1555-1558*। *https://doi.org/10.1016/j.elecom.2008.08.007*

होसेनजादेह हेसास, आर., वान दाउद, डब्ल्यू.एम.ए., साहू, जे.एन., एंड अरामी-नयिा, ए. *(2013)*. द इफ़ेक्ट्स ऑफ़ अ माइक्रोवेव हीटगि मेथड ऑन द प्रोडक्शन ऑफ़ एक्टविटेड कार्बन फ्रोम एग्रीकल्चर वेस्ट*:* अ रव्यिू. जर्नल ऑफ़ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलसिसि, *100, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.12.019*

हू, एक्स., गोंग, एक्स., झांग, एम., लू, एच., ज़्यू, ज़ी, मेई, वाई., चू, पीके, एएन, ज़ी, एंड डी, जी *(2020)*. एनहांस्ड पेल्टयिर इफ़ेक्ट इन रकिल्ड ग्राफीन कंस्ट्रीक्शन बाई नैनो-बबल इंजीनयिरगि. स्मॉल, *16(14), 1907170. https://doi.org/10.1002/smll.201907170*

हगासि, टी., वांग, एच., करि्नस, जे., जेनकसि, पी., एंड रेन, ज़ी.जे *(2014)*. बायोचर एज़ अ सस्टेनेबल इलेक्ट्रोड मटेरयिल फ़ॉर इलेक्ट्रीसटिी प्रोडक्शन इन माइक्रोबयिल फ्यूअल सेल्स. बायोरसिोर्स टेक्नोलॉजी, *157, 114–119*। *https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.058*

जारामलिो, ओ.ए., हुएल्स्ज़, जी., और रयिो, जे.ए. डेल. *(2002)*. अ थयिोट्रकिल एंड एक्सपेरमिेंटल थर्मल स्टडी ऑफ़ *SiO2* ऑप्टकिल फाइबर्स ट्रांसमटिगि कंसनट्रेटेड रेडयिोएक्टवि एनर्जी . जर्नल ऑफ फजिक्सि डी*:* एप्लाइड फजिक्सि, *35(2), 95-102*। *https://doi.org/10.1088/0022-3727/35/2/301*

जारामलिो, ओ.ए., एंड रयिो, जे.ए. डेल. *(2002)*. ओप्टकिल फ़ाइबर्स फ़ॉर अ मनिी-डशि/स्ट्रलगि सस्टिम*:* थर्मोडायनामकि ओप्टमिाइज़ेशन. जर्नल ऑफ फजिक्सि डी*:* एप्लाइड फजिक्सि, *35(11), 1241-1250. https://doi.org/10.1088/0022-3727/35/11/322*

जोशी, पी.के., स्वरूप, ए., माहेश्वरी, एस., कुमार, आर., एंड सहि, एन. *(2011)*. बायोरेमेडएिशन ऑफ़ हैवी मेटल्स इन लक्विडि मीडयिा थ्रू फ़ंगाई आइसोलेटेड फ्रोम कंटामनिेटेड सोर्सेस. इंडयिन जर्नल ऑफ माइक्रोबायोलॉजी, *51(4), 482-487*। *https://doi.org/10.1007/s12088-011- 0110-9*

कलागा, के., रोड्रग्सि, एम.-टी. एफ., गुल्लापल्ली, एच., बाबू, जी., अरवा, एल.एम.आर., एंड अजयन, पी.एम. *(2015)*. क्वासी-सॉलडि इलेक्ट्रोलाइट्स फ़ॉर हाई टैम्परेचर लथियिम आयन बैटरीज़. एसीएस एप्लाइड मैटेरयिल्स एंड इंटरफेसेस, *7(46), 25777–25783*। *https://doi.org/10.1021/acsami.5b07636*

केक, टी., शएिल, डब्ल्यू।, रीनल्टर, डब्ल्यू., हेलर, पी., एंड बर्जरमैन, एस. *(*एनडी*)*. यूरोडशि - एन इनोवेटवि डशि/स्ट्रलगि सस्टिम. *8*.

कमि, एच., यांग, एस., राव, एसआर, नारायणन, एस., कपुस्टनि, ईए, फ़ुरुकावा, एच., उमान, एएस, याघी, ओएम, एंड वांग, ईएन *(2017)*. वॉटर हारवेस्टगि फ्रोम एयर वदि मेटल ऑर्गानकि फ्रेमवर्क्स पॉवर्ड बाई नेचुरल सनलाइट. साइंस, *356(6336), 430-434*। *https://doi.org/10.1126/science.aam8743*

कोबायाशी, एन.पी., डेमराय, आर.ई., और मुल्लापड, आर. *(*एन.डी.*)*. प्लानर ऑप्टकिल वेवगाइड कपलर ट्रांसफार्मरप्लानर्स फ़ॉर हाई-पॉवर सोलर र एनर्जी कलेक्शन एंड ट्रांसमशिन. *14*.

कोवो, वाई. *(2015, 20* फरवरी*)*. ऑप्टकिल फाइबर फ़ॉर सोलर सेल्स *[*टेक्ट*]*. नासा. *http://www.nasa.gov/ames-partnerships/technology/technology-opportunity-optical-fiber-for-solar-cells*

लैम, एस.एस., अजवर, ई., पेंग, डब्ल्यू., त्सांग, वाई.एफ., मा, एन.एल., लयिू, जेड., पार्क, वाई.-के., एंड क्वोन, ई.ई. *(2019)*. क्लीनर कनवर्जन ऑफ़ बेंबू इंटू कार्बन फाइबर वदि फेवरेबल फ़ज़ियिोकेमकिल एंड केपेसटिवि प्रोपर्टीज़ वयिा माइक्रोवेव पायरोलसिसि कंबाईनगि वदि सॉल्वेंट एक्सट्रेक्शन एंड केमकिल इमप्रेगनेशन. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, *236, 117692. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692*

लेनर्ट, ए., बायरमैन, डीएम, नाम, वाई., चान, डब्ल्यूआर, सेलानोवकि, आई., सोलजैककि, एम., एंड र वांग, ईएन *(2014)*. अ नैनोफोटोनकि सोलर

थर्मोफोटोवोल्टकि डविाइस. नेचर नैनोटेक्नोलॉजी, *9(2), 126–130. https://doi. org/10.1038/nnano.2013.286*

लउि, वाई.जे., एंड हुआंग, डब्ल्यू.-जे. *(2015)*. अ प्रोसेस फ़ॉर प्रेपेयरगि हाई ग्राफीन शीट कंटेंट कार्बन मटेरियल्स फ्रोम बायोचर मटेरियल्स. इलेक्ट्रोप्लेटगि ऑफ़ नैनोस्ट्रक्चर. *https://doi. org/10.5772/61200*

लयि्., एच, वांग, एक्स., एंड वू, डी. *(2017, 24 मई)*. फैब्रीकेशन ऑफ़ ग्राफ़ीन/ टीओओ2/पैराफनि कंपोज़टि फेज़ चेंज मटेरियल्स फ़ॉर एनहांसमेंट ऑफ़ सोलर एनर्जी इन फोटोकैटलसिसि एंड लेटेंट हीट स्टोरेज *[रसिर्च आर्टकिल]. https://doi.org/10.1021/ acssuschemeng.7b00321*

लयि्, ज़ी., लयि्, एल., ली, एच., डोंग, क्यू., याओ, एस., कडि *IV*, एबी, झांग, एक्स., ली, जे., एंड तयािन, डब्ल्यू. *(2012)*। "ग्रीन" पॉलीमर सोलर सेल बेस्ड ऑन वॉटर-सोल्यूबल पॉली *[3-(पोटेशयिम-6-हेक्सानोएट) थयिोफीन-2, 5-डायल]* एंड एक्वयिस-डसिपर्सबिल नॉनकोवेलेंट फंक्शनलाईज़्ड ग्राफ़ीन शीट्स. सोलर एनर्जी मटेरियल्स एंड सोलर सेल, *97, 28-33*। *https://doi. org/10.1016/j.solmat.2011.09.023*

लयि्, ज़ी., सॉन्ग, एच., जी, डी., ली, सी., चेनी, ए., लयि्, वाई., झांग, एन., ज़ेंग, एक्स., चेन, बी., गाओ, जे., ली, वाई., लयि्, एक्स., आगा, डी., जयिांग, एस., यू, जेड., एंड गन, क्यू. (2017). एक्सट्रीमली कॉस्ट-इफ़ेक्टवि एंड एफसियिंट सोलर वेपर जेनेरेशन अंडर नेनोकंसनट्रेटेड इल्यूमनिशन यूज़गि थर्मली आइसोलेटेड ब्लैक पेपर. ग्लोबल चेलेंजेस, 1(2), 1600003. https://doi. org/10.1002/gch2.201600003

लो, सी. डब्ल्यू., ली, सी., एंड जयिांग, एच. (2010). अ फोटोइलेक्ट्रॉनकि कैपेसटिर वदि डाईरेक्ट सोलर एनर्जी हार्वेस्टगि एंड स्टोरेज कैपेबलिटी. 2010 इंटरनेशनल कोंफ्रेंस ऑन ऑप्टकिल एमईएमएस एंड नैनोफोटोनक्सि, 65-66। https://doi.org/10.1109/OMEMS.2010.5672183

मंजक्कल, एल., नवराज, डब्ल्यूटी, नुनेज़, सीजी, एंड दहयिा, आर. (एनडी). ग्राफीन-ग्रेफाइट पॉलीयूरेथेन कम्पोज़टि बेस्ड हाई एनर्जी डेंसटिी फलेक्सबिल सुपरकैपेसटिर. एडवांस्ड साइंस, 0(0), 1802251. https://doi.org/10.1002/ advs.201802251

मारजो, ए, एंड ड्रकिवाटर, बीडब्ल्यू (2019). होलोग्राफकि अकूसटकि ट्वीजर्स. प्रोसीडगि्स ऑफ़ द नेशनल अकेडमी ऑफ़ साइंसेस, 116(1), 84-89। https://doi.org/10.1073/pnas.1813047115

मयिासाका, टी., एंड मुराकामी, टी.एन. (2004). द फोटोकैपेसटिर: एन एफसियिंट सेल्फ़ चार्जगि कैपेसटिर फ़ॉर डायरेक्ट स्टोरेज ऑफ़ सोलर एनर्जी. एप्लाईड फ़ज़िक्सि लेटर्स, 85(17), 3932-3934। https://doi. org/10.1063/1.1810630

मोहम्मदजादेह काक्की, आर. (2019). अ रव्यि् टू रसिेंट डेवेलपमेंट्स इन मोडीफ़केिशन ऑफ़ कार्बन फाइबर इलेक्ट्रोड्स. अरेबयिन जर्नल ऑफ केमस्ट्रिी, 12(7), 1783–1794. https://doi.org/10.1016/j. arabjc.2014.11.058

नजिबेर, बी. (2019, 25 जुलाई). प्लाज्मा इमप्रूव्ज़ एडहेशन ऑफ़ 3डी प्रटिंगि. एडवांस्ड साइंस न्यूज़. https://www.advancedsciencenews. com/plasma-improves-adhesion-of-3d-printing/

ऑरलि, एम., एबेल, डी., वैगनर, एम., एंड लेब्लांक, एस. (2020). इंक सथिसिस एंड इंकजेट प्रटिंगि ऑफ़ इलेक्ट्रोस्टैटकिली स्टेबलाईज़्ड मल्टीलेयर ग्राफीन नैनोशेल्स. जर्नल ऑफ कोलाइड एंड इंटरफेस साइंस, 566, 454-462। https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.01.095

पैन, एस., झांग, जेड., वेंग, डब्ल्यू., लनि, एच., यांग, जेड., एंड पेंग, एच. (2014). मनिएिचर वायर शेप्ड सोलर सेल्स, इलेक्ट्रोकेमकिल कैपेसटिर एंड लथियिम-आयन बैटरीज़. मटेरियल्स टुडे, 17(6), 276–284। https://doi. org/10.1016/j.mattod.2014.04.024

पार्क, एस.-एच., जंग, एच.-आर., और ली, डब्ल्यू.-जे. (2013). हॉलो एक्टविटेड कार्बन नेनोफ़ाइबर्स प्रेपेयर्ड बाई इलेक्ट्रोस्पनिगि एज़ काउंटर इलेक्ट्रोड्स फ़ॉर डाई सेंसेटाईज़्ड सोलर सेल्स. इलेक्ट्रोचमिकि एक्टा, 102, 423–428। https://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.04.044

पटिकानेन, ओ., जर्वनिन, टी., चेंग, एच., लोराइट, जी.एस., डोंबोवारी, ए., रप्पिो, एल., तलपत्रा, एस., डुओंग, एच.एम., टूथ, जी., जुहास, के.एल., कोन्या, जेड., कुकोवेज़, ए., अजयन, पीएम, वजताई, आर., एंड कोर्डस, के. (2017). ऑन-चपि इंटीग्रेटेड वरटकिली एलाईंड कार्बन नैनोट्यूब बेस्ड सुपर- एंड स्यूडोकैपेसटिर. साइंटफ़िकि रपिोर्ट, 7(1), 16594. https://doi. org/10.1038/s41598-017-16604-x

प्रेसयिाडो, जे.ए., रुबनि्स्की, बी., ओटेन, डी., नेल्सन, बी., मार्टनि, एम.सी., और ग्रीफ, आर. (2008). रेडएिटवि प्रोपर्टीज़ ऑफ़ पोलर बेयर. 57-58। https://doi.org/10.1115/IMECE2002-32473

पुरुधवि, एस. (एनडी). वायरलेस पावर ट्रांसमशिन टेक्नोलॉजीज फ़ॉर सोलर पॉवर सेटेलाइट. रटिरीव्ड 17 फरवरी, 2017 फ्रोम http:// www.academia. edu/4875442/Wireless_Power_Transmission_ Technologies_for_ Solar_Power_Satellite

पंकोचार, एम., रूज, बी., एंड चटर्जी पी.के (2012). डविलपमेंट ऑफ़ प्रोसेस फ़ॉर डस्पिोज़ल ऑफ़ प्लास्टकि वेस्ट यूज़गि प्लाज़्मा पायरोलसिसि टेक्नोलोजी एंड ओप्शन फ़ॉर एनर्जी रकिवरी. प्रोसीडयिा इंजीनयिरगि, 42, 420-430. https://doi.org/10.1016/j. proeng.2012.07.433

क्यू, वाई., ली, एच., वांग, एक्स., टयिन, डब्लू ., शी, बी., याओ, एम., एंड झांग, वाई. (2019). बायोलीचगि ऑफ़ मेजर, रेयर अर्थ, एंड रेडयिोएक्टवि एलमिंट्स फ्रोम रेड मड बाई यूज़गि इंडीजेनस केमोहेटरोट्रोफकि बैक्टीरयिम एसीटोबैक्टर एसपी मनिरल्स, 9(2), 67. https://doi.org/10.3390/ min9020067

सलीमी, पी., नोरोज़ी, ओ., पौरहोसैनी, एस. ई. एम., बार्टोसी, पी., तवासोली, ए., डमिारयिा, एफ., महदीपोर पीरबाज़ारी, एस., बदिनिी, जी., एंड फैंटोज़ी, एफ. (2019). मेगनेटकि बायोचर ओबटेंड थ्रू कैटालटिकि पाइरोलसिसि ऑफ़ मैक्रोएल्गे: अ प्रोमसिगि एनोड मटेरियल्स फ़ॉर ली-आयन बैटरीज़. रन्यि्बल एनर्जी . https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.077

साने, एस., जोलीवाल्ट, सी., मत्तिलर, जी., नीलसन, पीजे, रुबेनवॉल्फ, एस., ज़ेंगरले, आर., एंड केर्ज़ेनमाकर, एस. (2013)। ओवरकमगि बॉटलनेक्स ऑफ़ एंजाइमैटकि बायोफ्यूल सेल कैथोड्स: क्रूड फंगल कल्चर सुपरनैटेंट कैन हेल्प टू एक्सटेंड लाइफटाइम एंड रड्यिुस कॉस्ट.. केमसुसकेम, 6(7), 1209–1215. https://doi.org/10.1002/ cssc.201300205

सैवेज, एन. (2012, 27 जनवरी). नैनोस्ट्रक्चर्स कैच द लाइट. आईईईई स्पेक्ट्रम: टेक्नोलोजी, इंजीनयिरगि एंड साइंस न्यूज़. https://spectrum.ieee. org/green-tech/solar/nanostructures-catch-the-light

स्कॉट, सी. (2018, 8 फरवरी). क्लेम्सन यूनविर्सटिी साइंटस्टि्स जेनेरेट क्लीन एनर्जी वदि 3डी प्रटिड ग्राफीन. | 3डी प्रटिंगि.कॉम / द वोईस ऑफ़ 3डी प्रटिंगि/ एडटिवि मैन्युफैक्चरगि. https://3dprint. com/203022/clean-energy-3d-printed-graphene/

शाहपरनिया, एम., पैकरिसिमी, एम., जुनो, पी., एंड ज़ज़ुबोविच, वी. (2015). माइक्रो फ़ोटोसिन्थेटिक पॉवर सेल फ़ॉर पॉवर जेनेरेशन फ्रोम फ़ोटोसिंथेसिस ऑफ़ एल्गी. टेक्नोलोजी, 03(02n03), 119–126। https://doi.org/10.1142/S2339547815400099

स्मिथ, एल. (2018, 8 अप्रैल). जिंक बैटरीज़: स्टेबल MnO2 कैथोडज़ एंड निटेबल बैटरी टेक. एडवांस्ड साइंस न्यूज़. https://www.advancedsciencenews.com/knittable-zinc-air-batteries/

स्मिथ, एम. (एनडी). फ़र्न-लाइक शीट्स ऑफ़ ग्राफीन कुड बूस्ट सोलर पैनल एफिसियेंसी. सीकर. रिट्रीव्ड 22 जून, 2020 फ्रोम https:// www.seeker.com/tech/materials/fern-like-sheets-of-graphene- could-boost-solar-panel-efficiency

सोगाबे, टी., शेन, क्यू., और यामागुची, के. (2016). रिसेंट प्रोग्रेस ऑन क्वांटम डॉट सोलर सेल्स: अ रिव्यू. जर्नल ऑफ फोटोनिक्स फॉर एनर्जी, 6(4), 040901. https://doi.org/10.1117/1.JPE.6.040901

सुब्बन, आर.एच.वाई., अरोफ़, ए.के., एंड राधाकृष्ण, एस. (1996). पॉलिमर बैटरीज़ विद चिटोसन इलेक्ट्रोलाइट मिक्स्ड विद सोडियम परक्लोरेट. मटेरियल साइंस एंड इंजीनियरिंग: बी, 38(1), 156-160। https://doi.org/10.1016/0921-5107(95)01508-6

सन, जे., कुई, बी., चू, एफ., यूं, सी., ही, एम., ली, एल., एंड सॉन्ग, वाई. (2018). प्रिंटेबल नेनोमटेरियल्स फ़ॉर द फेब्रिकेशन ऑफ़ हाई परफ़ोरमेंस सुपरकैपेसिटर्स. नैनोमटेरियल्स, 8(7), 528. https://doi.org/10.3390/nano8070528

सुंदर, वी.सी., याब्लोन, ए.डी., ग्राज़ुल, जे.एल., इलान, एम., एंड एज़ेनबर्ग, जे. (2003). फाइबर-ऑप्टिकल फ़ीचर्स ऑफ़ अ ग्लास स्पंज. नेचर, 424(6951), 899–900। https://doi.org/10.1038/424899a

सुंदरम, एम. (एनडी). इलेक्ट्रोकेमिकल एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग. 29.

थेक्केकरा, एल.वी., एंड गु, एम. (2017). बायोइंस्पायर्ड फ्रैक्टल इलेक्ट्रोड्स फ़ॉर सोलर एनर्जी स्टोरेज. साइंटफ़िक रिपोर्ट, 7, 45585. https://doi.org/10.1038/srep45585

उलोआ, सी., एगुइया, पी., मिगुएज़, जेएल, पोर्टेइरो, जे., पसादा-कारबालो, जेएम, और काकाबेलोस, ए. *(2013).* फ़ीज़बिलिटी ऑफ़ यूज़िंग अ स्टर्लिंग इंजन-बेस्ड माइक्रो-सीएचपी टू प्रोवाइड हीट एंड एलेक्ट्रीसिटी टू अ रिक्रिएशनल सेलिंग बोट इन डिफ़्रेंट यूरोपियन पोर्ट्स. एप्लाइड थर्मल इंजीनियरिंग, *59(1), 414-424*। *https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.06.015*

वांग, ज़ी., जू, सी., तमेला, पी., हुओ, जे., स्ट्रोमे, एम., एडस्ट्रॉम, के., गुस्ताफसन, टी., एंड न्योहोम, एल. *(2015).* फ्लेक्सिबल फ्रीस्टैंडिंग क्लैडोफोरा नैनोसेलुलोज पेपर बेस्ड *Si* एनोड्स फ़ॉर लीथयिम-आयन बैटरीज़. जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, *3, 14109-14115*। *https://doi.org/10.1039/C5TA02136G*

व्हाईटसाइड, एम.डी., वर्नर, जी.डी.ए., कालदास, वी.ई.ए., वैंट पड्जे, ए., डुपिन, एस.ई., एल्बर्स, बी., बक्कर, एम., व्याट, जी.ए.के., क्लेन, एम., हिंक, एम.ए., पोस्टमा, एम., वैतला, बी., नोए, आर., शमिज़ु, टी.एस., वेस्ट, एस.ए., एंड कियर्स, ई.टी. *(2019).* माईकोरज़िल फ़ंगाई रिस्पोंड टू रिसोर्स इनकवैलिटी बाई मूविंग फॉस्फोरस फ्रोम रिच टू पुअर पैचेस एक्रोस नेटवर्क. करेंट बायोलॉजी, *29(12), 2043-2050.e8. https://doi.org/10.1016/j. cub.2019.04.061*

यांग, जे., क्यूई, जी.-क्यू., लियू, वाई., बाओ, आर.-वाई., लियू, ज़ी-वाई., यांग, डब्ल्यू., झी, बी., एंड यांग, एम.- बी. *(2016).* हाइब्रिड ग्राफ़ीन एरोगल्स/फेज चेंज मटेरियल कंपोजिट*:* थर्मल कंडक्टिविटी, शेप-स्टेबलाइजेशन एंड लाइट-टू-थर्मल एनर्जी स्टोरेज. कार्बन, *100, 693-702. https://doi.org/10.1016/j.carbon.2016.01.063*

यांग, वाई., एंड यू, जे *(2017).* मेक पेरोसकाइट सोलर सेल्स स्टेबल. नेचर न्यूज़, *544(7649), 155. https://doi.org/10.1038/544155a*

ये, आर., च्यान, वाई., झांग, जे., ली, वाई., हान, एक्स., किट्रेल, सी., एंड टूर, जेएम *(2017).* लेज़र इंड्यूज़्ड ग्राफ़ीन फ़ोरमेशन ऑन वुड. एडवांस्ड मटेरियल्स, *29(37), 1702211. https://doi.org/10.1002/adma.201702211*

यून, जे., किम, यू., यू, वाई., बायोन, जे., ली, एस.-के., नाम, जे.-एस., किम, के., झांग, क्यू., कौपिनिन, ई.आई., मारुयामा, एस., ली, पी., एंड जीन, आई. *(2021).* फोल्डेबल पेरोस्काइट सोलर सोलर सेल्स यूज़िंग कार्बन नैनोट्यूब-एम्बेडेड अल्ट्राथिन पॉलीमाइड कंडक्टर. एडवांस्ड साइंस, *8(7). https://doi.org/10.1002/advs.202004092*

यू, ज़ी, टेटर्ड, एल., झाई, एल., एंड थॉमस, जे. *(2015).* सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड मटेरियल्स*:* नैनोस्ट्रक्चर्स फ्रोम *0* टू *3* डाईमेंशंस. एनर्जी एंड एनवायरनमेंटल साइंस, *8(3), 702–730. https://doi. org/10.1039/C4EE03229B*

झोउ, वाई., गुआन, एक्स., झोउ, एच., रामदास, के., एडम, एस., लियू, एच., ली, एस., शि, जे., त्सुचिया, एम., फोंग, डीडी, एंड रामनाथन, एस. *(2016).* स्ट्रोंगली कोरलिटेड पेरोस्काइट फ़्यूअल सेल्स . नेचर*, 534(7606), 231. https://doi. org/10.1038/nature17653*

तकनीकी संदर्भ सूची अध्याय 2 (बिकमिंग टेरेसट्रियल)

एडमत्ज़की, ए. *(2018)*. टुवार्ड्स फंगल कंप्यूटर. इंटरफेस फोकस, *8(6), 20180029*. *https://doi.org/10.1098/rsfs.2018.0029*

अहमद, एम., राजपक्षे, ए.यू., लमि, जे.ई., झांग, एम., बोलन, एन., मोहन, डी., वथिानगे, एम., ली, एस.एस., एंड ओके, वाई.एस. *(2014)*. बायोचर एज़ अ सोर्बेंट फॉर कंटामनिंट मेनेजमेंट इन सोईल एंड वॉटर*:* अ रविू. केमोस्फीयर, *99, 19–33*. *https://doi.org/10.1016/j. chemosphere.2013.10.071*

अकेसन डी., फ़ोल्टीनोवचि ज़ी., क्रस्टिीन, जे., एंड स्क्रीफ़वर्स, एम. *(2012)*. माइक्रोवेव पायरोलसिसि एज़ अ मेथड ऑफ़ रसिाईकलिगि ग्लास फाइबर फ्रोम यूज़्ड ब्लेड्स ऑफ़ वडि टरबाईन्स. जर्नल ऑफ़ रइिनफ़ोर्स्ड प्लास्टक्सि एंड कंपोसट्सि, *31(17), 1136–1142*. *https://doi. org/10.1177/0731684412453512*

अलकादूरी, एम. *(2018)*. द यूज़्ड रॉ क्ले इन कंपोसटि ऑफ़ एलेक्टरोड फैब्रकिेंट फ़ॉर सुपर कैपेसटिर.

ब्रुकमैन, वी., एंड क्लगिलम्यूलर, एम. *(2014)*. पोटेंसयिल्स टू मटिगिट कलाईमेट चेंज यूज़गि बायोचर-द ऑस्ट्रयिन पर्सपेक्टवि. आईयूएफआरओ ओकेज़नल पेपर्स, *27, 1-23*.

चेन, एस. *(2020)*. कैटेलटिकि ग्राफटिाइजेशन ऑफ़ बायोचर टू प्रोडयूस ग्रेफाइटकि कार्बन मटेरयिल्स. *http://urn.kb.se/ resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-279436*

क्लेमेंसेन, के.ई, बहार, ए., ओवास्केनन, ओ., डहलबर्ग, ए., एकब्लैड, ए., वालैंडर, एच., स्टेनलडि, जे., फनिले, आरडी, वार्डल, डीए, एंड लडिाहल, बी.डी *(2013)*. रूट्स एंड एसोसएिटेड फ़ंगाई ड्राइव लॉन्ग-टर्म कार्बन सीक्वेस्ट्रेशन इन बोरयिल फ़ॉरेस्ट. साइंस, *339(6127), 1615-1618*। *https://doi. org/10.1126/science.1231923*

कोवे, के., सोपर, एफ., पंगाला, एस., बर्नार्डनिो, ए., पग्लयिारो, ज़ी., बासो, एल., कासोल, एच., फर्नसाइड, पी., नवरेटे, डी., नोवोआ, एस., सवाकुची, एच., लवजॉय, टी., मारेंगो, जे., पेरेज, सी.ए., बैली, जे., बर्नास्कोनी, पी., कैमार्गो, जे., फ्रीटास, सी., हॉफमैन, बी.,... एलमोर, ए (2021). कार्बन एंड बयिॉन्ड: द बायोजयिोकेमस्ट्री ऑफ़ क्लाइमेट इन ए रैपडिली चेंजगि अमेज़न. फ्रंटयिर्स इन फ़ोरेस्ट्स एंड ग्लोबल चेंज, 4. https://doi.org/10.3389/ ffgc.2021.618401

डैम्सचेन, ई.आई, ब्रुडवगि, एलए, बर्ट, एमए, फ्लेचर, आर.जे, हद्दाद, एनएम, लेवे, डीजे, ऑरॉक, जेएल, रेसास्को, जे., एंड टेव्सबरी, जे.जे. (2019). ऑनगोइंग एक्यूमुलेशन ऑफ़ प्लांट डाईवेसर्सटिी थ्रू हैबटिट कनेक्टविटिी इन एन 18 ईयर एक्सीपेरमिंट. साइंस, 365(6460), 1478. https://doi.org/10.1126/ science.aax8992

डुमनली, ए.जी., एंड वडिले, ए.एच. (2012). कार्बन फाइबर्स फ्रोम सेल्युलोसकि प्रीकर्सरस: अ रविू. जर्नल ऑफ़ मटेरयिल्स साइंस, 47(10), 4236-4250. https://doi.org/10.1007/s10853-011-6081-8

फेंग, ज़ी, गाओ, वाई., बोलन, एन., शाहीन, एस.एम., जू, एस., वू, एक्स., जू, एक्स., हू, एच., लनि, जे., झांग, एफ., ली. , जे., रकिलेबे, जे., एंड वांग, एच. (2020). कनवरवर्ज़न ऑफ़ बायोलोजकिल सॉलडि वेस्ट टू ग्राफीन कंटेनगि बायोचर फ़ॉर वॉटर रेमडिएिशन: अ क्रटिकिल रविू. केमकिल इंजीनयिरगि जर्नल, 390, 124611. https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124611

फोर्न्स, एफ., एंड बेल्दा, आर.एम. (2018). बायोचार वर्सेस हाइड्रोचर एज़ ग्रोथ मीडयिा कंस्टीट्युएंट्स फ़ॉर ओर्नामेंटल प्लांट कल्टीवेशन. साइंटयिा एग्रीकोला, 75(4), 304–312। https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0062

फुकुओका, एम. (1978). द वन-स्ट्रॉ रेवोल्यूशन: एन इंट्रोडक्शन टू नेचुरल फार्मगि.

ग्लेसर, बी., हाउमाइर, एल., गुगेनबर्गर, जी., एंड ज़ेक, डब्ल्यू. (2001)। द "टेरा प्रीटा" फ़निोमनिन: अ मॉडल फ़ॉर सस्टेनेबल एग्रीकल्चर इन द ह्यूमडि ट्रोपक्सि. नैचुरवसिन्सचाफ्टेन, 88(1), 37-41. https://doi. org/10.1007/ s001140000193

गौ, एन.ए.आर., एंड मॉरसि, बी.एम. (1995). द इलेक्ट्रकि फ़ंगस. बॉटनकिल जर्नल ऑफ स्कॉटलैंड, 47(2), 263-277। https://doi. org/10.1080/03746609508684833

गेस्ट, पी. (2019, 28 अप्रैल). ट्रोपकिल फ़ोरेस्ट्स आर डाइंग. सीड-स्लगिगि ड्रोन्स कैन सेव देम. वायर्ड यूके। https://www.wired.co.uk/article/ feature-biocarbon-drones

हैमर, ई.सी., बालोग-ब्रूनस्टैड, ज़ी., जैकबसेन, आई., ओल्सन, पी.ए., स्टपि, एस.एल.एस., एंड रलिगि, एम.सी. (2014). अ माइकोराइजल फंगस ग्रोज़ ऑन बायोचर एंड कैपचर्स फॉस्फोरस फ्रोम इट्स सरफ़ेसस. सोईल बायोलोज़ी एंड बायोकेमस्ट्री, 77, 252-260। https://doi.org/10.1016/j. *soilbio*.2014.06.012

हनीफ, एम., सेसेरासयिु, एल., कैनेल, सी., बेयर, आई.एस., हेरेडयिा-ग्युरेरो, जे.ए., एंड अथानासयिौ, ए. (2017). एडवांस्ड मटेरयिल्स फ्रोम फंगल मायसेलयिम: फैब्रीकेशन एंड ट्यूनगि ऑफ़ फ़ज़िकिल प्रोपर्टीज़. साइंटफ़िकि रपिोर्ट्स, 7, 41292.

हाओ, जे., हुआंग, वाई., हे, सी., जू, डब्ल्यू., युआन, एल., शू, डी., सोंग, एक्स., एंड मेंग, टी. (2018). बायो-टेम्प्लेट फैब्रकिेशन ऑफ़ थ्री-डाईमेंशनल नेटवर्क एक्टविेटेड कार्बन्स डेराइव्ड फ्रोम माइसेलयिम पेलेट्स फ़ॉर सुपरकैपसिटिर्स एप्लकिेशन्स. साइंटफ़िकि रपिोर्ट्स, 8. https://doi. org/10.1038/s41598-017-18895-6

होर्नुंग, ए., खान, हार्लीलड, हलिन, एंड स्टेंज़ेल, एफ. (2017, 25 अगस्त). बायोचर: प्रोडक्शन, कैरेक्टराईज़ेशन एंड एप्लकिेशंस ईसीआई कोंफ्रेंस. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21385.75366

जब्र, एफ. (2020, 3 दसिंबर). द सोशल लाइफ़ ऑफ़ फ़ोरेस्ट्स. द न्यूयॉर्क टाइम्ज़. https://www.nytimes.com/interactive/2020/12/02/ journal/ tree-communication-mycorrhiza.html

कंबो, एच.एस., एंड दत्ता, ए. (2015). अ कंपेरेटवि रविू ऑफ़ बायोचर एंड हाइड्रोचर इन टर्म्ज़ ऑफ़ प्रोडक्शन, फ़ज़ियिो-केमकिल प्रोपर्टीज़ एंड एप्लकिेशंस. रन्यिूवेबल एंड सस्टेनेबल एनर्जी रविूज़, 45, 359-378। https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.050

कमि, वाई., ओह, जे.-आई., ली, एस.एस., ली, के.एच., ली, जे., और क्वोन, ई.ई. (2019). डकिंटेमनिशन ऑफ़ पेट्रोलयिम कंटेमनिटेड सोईल वयिा पाइरोलसिसि अंडर कार्बन डाइऑक्साइड एट्मोसफ़यिर. जर्नल

ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, 236, 117724. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117724

कूपरमैन, जी.जे, चेन, वाई., हॉफमैन, एफ.एम, कोवेन, सीडी, लडिसे, के., प्रचिर्ड, एम.एस, स्वान, ए.एल.एस, एंड रैंडरसन, जे.टी *(2018)*. फ़ॉरेस्ट रसि्पोंस टू राइज़िंग सीओ2 ड्राइव्ज़ ज़ोनली एसमिटरकि रेनफॉल चेंज ओवर ट्रोपकिल लैंड. नेचर क्लाइमेट चेंज, *8(5), 434-440। https://doi.org/10.1038/s41558-018-0144-7*

लैम, एस.एस., अजवर, ई., पेंग, डब्लयू., त्सांग, वाई.एफ., मा, एन.एल., लयिू, जेड., पार्क, वाई.-के., और क्वोन, ई.ई. *(2019)*. क्लीनर कनवर्ज़न ऑफ़ बेंबू इंटू कार्बन फ़ाइबर वदि फ़ेवरेबल फ़ज़िियोकेमकिल एंड कैपेसटिवि प्रोपर्टीज़ वयिा माइक्रोवेव पायरोलससि कंबाइनगि वदि सॉल्वेंट एक्स्ट्रेक्शन एंड केमकिल इमप्रीगनेशन. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, *236, 117692. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692*

लैम, एस.एस., ली, एक्स.वाई, नेम, डब्ल्यू.एल., फांग, एक्स.वाई., ल्यू, आर.के., येक, पीएन, हो, वाई.एल, मा, एन.एल, एंड रोजली, एम.एच *(2019)*. माइक्रोवेव वैक्यूम पायरोलससि कनवरजन ऑफ़ वेस्ट मशरूम सबस्ट्रेट इंटू बायोचर फ़ॉर यूज़ एज़ ग्रोथ मीडियम इन मशरूम कल्टीवेशन. जर्नल ऑफ केमकिल टेक्नोलॉजी एंड बायोटेक्नोलॉजी, *94(5), 1406-1415। https://doi.org/10.1002/jctb.5897*

लैम, एस.एस., ल्यू, आर.के., वोंग, वाई.एम., येक, पी.एन.वाई., मा, एन.एल., ली, सी.एल., एंड चेस, एच.ए. *(2017)*. माइक्रोवेव-असस्टिेड पायरोलससि वदि केमकिल एक्टविशन, एन इनोवेटवि मेथड टू कन्वर्ट ओरेंज पील इंटू एक्टविटेड कार्बन वदि इंप्रूव्ड प्रोपर्टीज़ एज़ डाई एबसोरवेंट. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, *162, 1376-1387। https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.131*

लेहमन, जे., एंड जोसेफ, एस. *(2009)*. बायोचर फ़ॉर एनवायरनमेंटल मेनेजमेंट. अर्थस्कैन लंदन.

लमि, ए, आत्मजा, पी.सी., एंड रुस्तयिानी, एस. *(2020)*. बायो-मीडएिटेड सोईल इम्प्रूवमेंट ऑफ़ लूज़ सैंड वदि फ़ंगस. जर्नल ऑफ़ रॉक मेकेनक्सि एंड जयिोटेकनकिल इंजीनयिरगि, *12(1), 180-187। https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2019.09.004*

लउि, वाई.जे., एंड हुआंग, डब्ल्यू.-जे. (2015). अ प्रोसेस फ़ॉर प्रेपेयरगि हाई ग्राफीन शीट कंटेंट कार्बन मटेरयिल्स फ्रोम बायोचर मटेरयिल्स. इलेक्ट्रोप्लेटगि ऑफ़ नैनोस्ट्रक्चर्स. https://doi. org/10.5772/61200

लयिू, एच., नगि, डब्ल्यू., चेंग, पी., झांग, जे., वांग, वाई., एंड झांग, सी. *(2013)*. इवेलुयेशन ऑफ़ एनमिल हेयर्स बेस्ड एक्टविटेड कार्बन फ़ॉर सोर्पशन फ़ॉर नॉरफ्लोक्सासनि एंड एसटिामनिोफेन बाई कंपेयरगि वदि कैटटेल फ़ाइबर बेस्ड एक्टविटेड कार्बन. जर्नल ऑफ़ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलससि, *101, 156-165। https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.01.016*

लोटरी, डी., डेलरोट, पी., एंड मोज़र, सी. *(2018)*. वॉल्यूमेट्रकि 3डी प्रटिगि ऑफ़ इलास्टोमर्स बाई टोमोग्राफकि बैक-प्रोजेक्शन. *https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20027.46889*

मेनेंडेज़, जे.ए, अरेनलिास, ए., फडिाल्गो, बी., फर्नांडीज, वाई., जुबज़िरेटा, एल., कैल्वो, ई.जी, एंड बरमूडेज़, जे.एम *(2010)*. माइक्रोवेव हीटगि प्रोसेसेस इनवोल्वगि कार्बन मटेरयिल्स. फ़्यूअल प्रोसेसगि टेक्नोलोजी, *91(1), 1-8। https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2009.08.021*

मयिावाकी, ए. *(1999)*. क्रएिटवि इकोलॉजी*:* रेस्टोरेशन ऑफ़ नेटवि फ़ोरेस्ट्स बाई नेटवि ट्रीज़. प्लांट बायोटेक्नोलॉजी, *16(1), 15–25. https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.16.15*

मयिावाकी, ए. *(2004)*. रेस्टोरेशन ऑफ़ लविगि एनवायरनमेंट बेस्ड ऑन वेज़ीटेशन इकोलोजी*:* थयिोरी एंड प्रेक्टसि. इकोलोजकिल रसिर्च, *19(1), 83-90। https://doi.org/10.1111/j.1440-1703.2003.00606.x*

नाहलि, एम.ए., एंड वलियिम्स, पी.टी. *(2011)*. रसिाइकलगि ऑफ़ कार्बन फ़ाइबर रएिनफ़ॉर्स्ड पोलमिरकि वेस्ट फ़ॉर द प्रोडक्शन ऑफ़ एक्टविटेड कार्बन फाइबर्स. जर्नल ऑफ़ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलससि, *91(1), 67-75। https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.01.005*

नगातयिा, एल. डब्लू., ली, जे. एम. जी., मोरयिासी, *D*., बोलक़ीज़, ए., ओसेयी, जी. के., एंड टेलर, आर. डब्लू. *(2019)*. बायोचर फास्फोरस सोर्पशन-डसिोर्पशन*:* पोटेंशयिल फास्फोरस यूट्रोफकिेशन मटिगिशन स्ट्रेटजी बायोचर - एन इमपेरटिवि एमेंडमेंट फ़ॉर सोईल एंड द एनवायरनमेंट. *https://doi.org/10.5772/intechopen.82092*

ओ'डोनेल, ए., ड्वीब, एम.ए., एंड वूल, आर.पी. *(2004)*. नेचुरल फाइबर कंपोजटि्स वदि प्लांट ऑयल-बेस्ड रेज़नि. कंपोजटि साइंस एंड टेक्नोलोजी, *64(9), 1135-1145। https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2003.09.024*

ओके, वाई.एस., उचमियिा, एस.एम., चांग, एस.एक्स., एंड बोलन, एन. (एड्स.). (2015). बायोचर: प्रोडक्शन, कैरक्टराईज़ेशन, एंड एप्लकिेशन्स (0 एड). सीआरसी प्रेस. https://doi.org/10.1201/b18920

ओके, वाई.एस., उचमियिा, एस.एम., चांग, एस.एक्स., एंड बोलन, एन. *(2015)*. बायोचार*:* प्रोडक्शन, कैरक्टराईज़ेशन, एंड एप्लकिेशन्स. सीआरसी प्रेस एलएलसी. *http://ebookcentral.proquest.com/lib/ahono/detail.action?docID=4742713*

ओज़कमनि, डी., इनान, बी., अकसि, एस., एंड कोसर, ए.टी. *(2015)*. यूटलिाईज़ेशन आल्टरनेटवि्स ऑफ़ एल्गल वेस्ट्स फ़ॉर सॉलडि एल्गल प्रोडक्ट्स. इन ए. प्रोकोप, आर.के. वाजपेयी, एंड एम.ई. ज़प्पी *(*संपादक*)*, एल्गल बायोरफिाइनरीज*:* वॉल्यूम 2*:* प्रोडक्ट्स एंड रफिाइनरी डजिाइन *(*पीपी. *393-418)*. स्प्रगिर इंटरनेशनल पब्लशिगि. *https://doi.org/10.1007/978-3-319-20200- 6_12*

पंडति, एन.आर., श्मटि, एच.पी., मूल्डर, जे., हेल, एस., हसन, ओ., एंड कॉर्नेलसनि, जी. *(2019)*. नयूटरयिंट इफ़ेक्ट ऑफ़ वेरयिस कंपोस्टगि मेथड्स वदि एंड वदिआउट बायोचर ऑन सोईल फ़र्टलिटिी एंड मेज़ ग्रोथ. आर्काइव्ज़ ऑफ़ एग्रोनोमी एंड सोईल साइंस. *https://nbu. brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2616800*

पलिहेवार, एस., अर्नहोफ़, एम., पमीज़, आर., वैलेंटनिी, एल., और जोनकसिेन, ए.-एल. *(2020)*. यूटलिाईज़ेशन ऑफ़ यूरयिा एज़ एन एक्ससिबिल सुपरप्लास्टसिाइज़र ऑन द मून फ़ॉर लुनर जयिोपोलमिर मक्सिचर. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, *247, 119177. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119177*

पुंकोचार, एम., रूज, बी., एंड चटर्ज, पी. के. *(2012)*. डेवेलपमेंट ऑफ़ प्रोसेस फ़ॉर डस्पिोज़ल ऑफ़ प्लास्टकि वेस्ट यूज़गि प्लाज़्मा पायरोलससि टेक्नोलोजी एंड ओप्शन फ़ॉर एनर्जी रकिवरी. प्रोसीडयिा इंजीनयिरगि, *42, 420–430। https://doi.org/10.1016/j. proeng.2012.07.433*

राजपक्षे, ए.यू., मोहन, डी., इगलावथिाना, ए.डी., ली, एस.एस., एंड ओके,

वाई.एस. *(2015)*. डेफ्निशिंस एंड फ़ंडामेंटल्स ऑफ़ बायोचर. इन बायोचर*:* प्रोडक्शन, कैरेक्टेराईज़ेशन, एंड एप्लकिशंस*(*पृष्ठ *13)*. सीआरसी प्रेस एलएलसी.

सालेही, आर., दादाशयिन, एफ., एंड अबेदी, एम. *(2017)*. प्रेपेरेशंस ऑफ़ एक्टविटेड कार्बन फ़ैब्रक्सि फ्रोम कॉटन फ़ैब्रकि प्रीकर्सर. *IOP* कोंफ्रेस सीरीज़*:* मटेरयिल्स साइंस एंड इंजीनयिरगि, *254*, *042024*। *https://doi. org/10.1088/1757-899X/254/4/042024*

सहि, के. *(2015)*. वूमेन एंड देयर रोल इन नेचुरल रसिोर्सेस*:* अ स्टडी इन वेस्टर्न हमिालय. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रसिर्च-ग्रंथालय*:*, *3(10), 128-138*. *https://doi. org/10.29121/granthaalayah.v3.i10.2015.2938*

स्मथि, ए. *(2014)*. सोशली युज़फुल प्रोडक्शन. स्टेप्स वर्कगि पेपर, *58*, *44*.

स्टीडगिर, बी.एस., क्राउथर, टी.डब्ल्यू., लयिांग, जे., वैन नूलैंड, एम.ई., वर्नर, जी.डी.ए., रीच, पी.बी., नबुउर्स, जी.जे., डी-मगिुएल, एस., झोउ, एम., पकिार्ड, एन., हेरॉल्ट, बी., झाओ, एक्स., झांग, सी., राउत, डी., एंड पीय, केजी *(2019)*. कलाईमेटकि कंट्रोल्स ऑफ़ डकिंपोज़शिन ड्राइव द ग्लोबल बायोज्योग्राफ़ी ऑफ़ फ़ॉरेस्ट-ट्री समिबायोससि. नेचर, *569(7756), 404–408*। *https://doi. org/10.1038/s41586-019-1128-0*

टेरेर, सी., फलिप्स, आर.पी., हंगेट, बी.ए, रोसेंडे, जे., पेट्ट-रजि, जे., क्रेग, एम.ई, वैन ग्रोनजिेन, के.जे., कीनन, टी.एफ., सुलमैन, बी.एन., स्टॉकर, बी.डी., रीच, पी.बी, पेलेग्रनिी, ए.एफ.ए., पेंडॉल, ई., झांग, एच., इवांस, आर.डी., कैरलिो, वाई., फशिर, जे.बी., वैन सुंदर्ट, के., वक्कि़ा, एस., एंड जैक्सन, आर.बी. *(2021)*. अ ट्रेड ऑफ़ बटिवीन प्लांट एंड सोईल कार्बन स्टोरेज अंडर एलविटेड सीओ2. नेचर, *591(7851), 599-603*। *https://doi.org/10.1038/ s41586-021-03306-8*

त्सांग, डी.सीड.ब्ल्यू, बेयुआन, जे., एंड डेंग, एम. *(2015)*. इमर्ज़गि एप्लकिेशंस ऑफ़ बायोचर. इन बायोचर *(*पृष्ठ *19)*. सीआरसी प्रेस एलएलसी।

त्सगि, ए. एल. *(2015)*. द मशरूम एट द एंड ऑफ़ द वर्ल्ड ऑन द पोसबिलिटिी ऑफ़ लाइफ़ इन कैपटिलस्टि रयुइंस. *http://portal.igpublish.com/ ilibrary/search/PUPB0004227.html*

टर्नर, जी. डब्लू., पेरशि, ए. एन., जागर, जे.जे.., फ़स्कि़डकि, जे.टी., एंड लैंग, बे. एम. *(2019)*. एसेसमेंट ऑफ़ फलक्स थ्रू ओलेरोसनि बायोसथिससि इन एपीथीलयिल सेल्स ऑफ़ लॉबलोलि पाइन रेज़नि डक्ट्स. जर्नल ऑफ एक्सपेरमिेंटल बॉटनी, *70(1), 217–230*। *https://doi.org/10.1093/jxb/ ery338*

यूनविर्सटिी, © स्टैनफोर्ड, स्टैनफोर्ड, एंड कैलफिोर्नयिा *94305*. *(2016,* जून *9)*. बायोलोजकिल ट्रांजस्टिर इनेबल्स कंप्यूटगि वदिइन लविगि सेल्स. स्टैनफोर्ड स्कूल ऑफ इंजीनयिरगि. *https://engineering.stanford. edu/ magazine/article/biological-transistor-enables-computing- within-living-cells*

यूनविर्सटिी, © स्टैनफोर्ड, स्टैनफोर्ड, एंड कैलफिोर्नयिा *94305*. *(2020,* जून *15)*. रसिरचर्स डेवेलप एन आर्टीफसियिल सनिप्स दैट वर्क्स वदि लविगि सेल्स. स्टैनफोर्ड स्कूल ऑफ इंजीनयिरगि. *https://engineering. stanford. edu/magazine/article/researchers-develop-artificial- synapse-works-living-cells*

वन्सिेवकिा-गेल, ज़ी, स्टैंकेवकिा, के., इरतसिेवा, के., शश्किनि, ए., ओबुका, वी., सेल्मा, एस., ओज़ोलन्सि, जे., एंड क्लेवन्सि, एम. *(2019)*. ग्रेन्यूलेशन ऑफ़ फ़्लाई एश एंड बायोचर वदि ओरगेनकि लेक सेडमिेंट्स - अ वे टू सस्टेनेबल यूटलिाईज़ेशन ऑफ़ वेस्ट फ्रोम बायोएनर्ज़ी प्रोडक्शन. बायोमास और बायोएनेर्ज़ी, *125, 23–33*। *https://doi.org/10.1016/j. biombioe.2019.04.004*

वोल्ड, जे.एल.एल. (2015). माइक्रोवेव टॉरफिकिेशन ऑफ़ नेचुरल फ़ाइबर्स फ़ॉर इनकोरपोरेशन इंटू इंजीनयिरगि थर्माप्लास्टकि बायोकम्पोजट्सि. https:// library.ndsu.edu/ir/handle/10365/24819

वांग, एच, जू, ज़ी., कोहंडेघन, ए., ली, ज़ी., कुई, के., टैन, एक्स., स्टीफेंसन, टीजे, कगि'ओंडु, सी.के., होल्ट, सी.एम.बी., ओल्सन, बी.सी., टाक, जे.के., हार्फील्ड, डी., अन्यायि, ए.ओ, एंड मटिलनि, डी. (2013). इंटरकनेक्टेड कार्बन नैनोशीट्स डरिाईव्ड फ्रोम हेम्प फ़ॉर अल्ट्राफास्ट सुपरकैपेसटिर वदि हाई एनर्ज़ी . एसीएस नैनो, 7(6), 5131-5141। https://doi.org/10.1021/ nn400731g

वॉरेन, डी. (एन.डी). लो कॉस्ट कार्बन फाइबर का ओवरव्यू. 29.

वाटसन, जे., एंड डेवसि, डब्ल्यू. (2019). लो-टेक: डजिाइन बाई रैडकिल इंडीजनिज़ूम. /z-wcorg/.

व्हाईटसाइड, एम.डी., वर्नर, जी.डी.ए., कालदास, वी.ई.ए., वैंट पड्जे, ए., डुपनि, एस.ई., एल्बर्स, बी., बक्कर, एम., व्याट, जी.ए.के., क्लेन, एम., हकि, एम.ए., पोस्टमा, एम., वैतला, बी., नोए, आर., शमिज़ु, टी.एस., वेस्ट, एस.ए., एंड कयिर्स, ई.टी. (2019). माईकोरज़िल फ़ंगाई रस्पिोंड टू रसिोर्स इनइक्वालटिी बाई मूवगि फॉस्फोरस फ्रोम रचि टू पुअर पैचेस एक्रोस नेटवर्क. करेंट बायोलॉजी, 29(12), 2043-2050.e8। https://doi.org/10.1016/j. cub.2019.04.061

वलियिम्स, पी.टी., एंड रीड, ए.आर. (2004). हाई ग्रेड एक्टविटेड कार्बन मैटगि डरिाईव्ड फ्रोम द केमकिल एक्टविशन एंड पायरोलसिसि ऑफ़ नेचुरल फाइबर टेक्सटाइल वेस्ट. जर्नल ऑफ़ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलसिसि, 71(2), 971–986। https://doi.org/10.1016/j.jaap.2003.12.007

झोउ, एल., जू, डी., ली, वाई., पैन, क्यू, वांग, जे., ज़ूयू, एल., एंड हॉवर्ड, ए. (2019). फास्फोरस एंड नाइट्रोजन एडसोर्पशन कैपसिटिज़ ऑफ़ बायोचर्स डरिाईव्ड फ्रोम फ़ीडस्टॉक एट डफ्रिेंट पायरोलसिसि टेम्परेचर्स. वॉटर, 11(8), 1559. https://doi.org/10.3390/w11081559

झू, वाई., तांग, डब्ल्यू., जनि, एक्स., एंड शान, बी. (2019). यूज़गि बायोचर कैपगि टू रड्युिस नाइट्रोजन रलिीज फ्रोम सेडमिेंट्स इन युट्रोफ़कि लेक्स. साइंस ऑफ़ द टोटल एनवायरनमेंट, 646, 93-104। https://doi.org/10.3390/ w11081559

बियोंड वेपरवेयर, अध्याय 3: टेक्नोलोजिकल संदर्भ सूची

अत्तयास, एन., दानाई, ओ., एजोव, एन., ताराज़ी, ई., एंड ग्रोबमैन, जे. *(2017, 6 सतिंबर)*. डेवेलपिंग नॉवल एप्लिकेशन्स ऑफ़ माइसेलियम बेस्ड बायो-कंपोसिट मटेरियल्स फ़ॉर डिज़ाइन एंड आर्किटेक्चर.

बैन, जे. *(2015)*. बायोइंस्पायर्ड नैनोरिएक्टर्स फ़ॉर द बायोमिनरलैज़ेशन ऑफ़ मेटैलिक बेसेस नैनोपार्टिकल्स फ़ॉर नैनोमेडिसिन. *14*.

बैन, जे., एंड एस स्टैनलिंड, एस. *(2015)*. बायोइंस्पायर्ड नैनोरिएक्टर्स फ़ॉर द बायोमिनरलैज़ेशन ऑफ़ मेटैलिक बेस्ड नैनोपार्टिकल्स फ़ॉर नैनोमेडिसिन. फ़िज़िकल केमिस्ट्री केमिकल फ़िज़िक्स, *17(24), 15508-15521। https://doi.org/10.1039/C5CP00375J*

बीबी, एस.,एंड व्हाइट, एन. *(2010)*. एनर्जी हार्वेस्टिंग फ़ॉर ऑटोनोमस सिस्टम्स. आर्टेक हाउस।

ब्लैंकेसपुअर, बी., दासगुप्ता, एस., एंड लांगे, जी.-एम. *(2017)*. मैनग्रोव्स एज़ प्रोटेक्शन फ्रॉम स्टॉर्म सर्जेज़ इन अ चेंज़िंग क्लाईमेट. एम्बियो, *46(4), 478-491। https://doi.org/10.1007/s13280-016-0838-x*

बोस्ट्रोम-एइनर्सन, एल., बैबकॉक, आर.सी., बेयरकट्रोव, ई., सेकेरेली, डी., कुक, एन., फेर्से, एस.सी.ए., हैनकॉक, बी., हैरसिन, पी., हेन, एम., शेवर, ई., स्मिथ, ए।, सुगेट, ड., स्टीवर्ट-सनिक्लेयर, पीजे, वर्दी, टी.,एंड मैकलयिोड, आईएम *(2020)*. कोरल रेस्टोरेशन - अ सिस्टेमिक रिव्यू ऑफ़ करेंट मेथड्स, सक्सेस, फ़ेलियर एंड फ़्यूचर डायरेक्शन्स. प्लोस वन, *15(1), ई0226631. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631*

ब्रसिन, वी.एल., झुआंग, डब्ल्यू.-क्यू., एंड अल्वारेज़-कोहेन, एल. *(2016)*. बायोलीचिंग ऑफ़ रेयर अर्थ एलिमेंट्स फ्रोम मोनाजाइट सैंड. बायोटेक्नोलॉजी एंड बायोइंजीनियरिंग, *113(2), 339–348। https://doi.org/10.1002/bit.25823*

चेम्बरलैंड, वी.एफ., पीटरसन, डी., गेस्ट, जे.आर. पीटरसन, यू., ब्रिटसिन, एम., एंड वर्मीज, एम.जे.ए *(2017)*. न्यू सीडिंग एप्रोच रिड्यूसिस कॉस्ट्स एंड टाइम टू आउटप्लांट सेक्सुअली प्रोगेटेड कोरल्स फ़ॉर रीफ़ रेस्टोरेशन. साइंटिफ़िक रिपोर्ट्स, *7(1), 1-12। https://doi.org/10.1038/s41598-017-17555-z*

कॉकल, सी.एस., रेटबर्ग, पी., रैबो, ई., एंड ओल्सन-फ्रांसिस, के. *(2011)*. एक्सपोजर ऑफ़ फोटोट्रोफ्स टू *548* डेज़ इन लो अर्थ ऑरबिट*:* माइक्रोबियल सेलेक्शन प्रेशर्स इन आउटर स्पेस एंड ऑन अर्ली अर्थ. द आईएसएमई जर्नल, *5(10), 1671-1682। https://doi.org/10.1038/ismej.2011.46*

कॉकल, सी.एस., सैंटोमार्टिनो, आर., फनिस्टर, के., वाजेन, ए.सी., ईड्स, एल.जे., मोलर, आर., रेटबर्ग, पी., फुच्स, एफ.एम., वैन हौट्ट, आर., लेयस, एन., कॉनक्सि, आई., हैटन, जे., पर्मटिनो, एल., क्रूस, जे., कोहलर, ए., कैपलिन, एन., जुइजडरडुइजन, एल., मारियानी, ए., पेल्लारी, एस.एस., … डमिट्स, आर. *(2020)*. स्पेस स्टेशन बायोमाइनिंग एक्सपेरिमेंट डेमोंस्ट्रेट्स रेयर अर्थ एलिमेंट्स एक्स्ट्रेक्शन इन माइक्रोग्रैविटी एंड मार्स ग्रेविटी. नेचर कम्युनिकेशंस, *11(1), 5523. https://doi.org/10.1038/s41467-020-19276-w*

कॉन्ट्रेरास, एस., पीबर, एम., एंड टोहा, जे. *(1981)*. प्यूरिफ़िकेशन ऑफ़ वेस्ट वॉटर बाई इलेक्ट्रोलिसिस. बायोटेक्नोलॉजी एंड बायोइंजीनियरिंग, *23(8), 1881–1887. https://doi.org/10.1002/bit.260230814*

दिव्या ए. *(2020, 14 अगस्त)*. आइस स्तूपाज़ हेल्प विलेजेज ऑफ़ लद्दाख बिकम हेबिटेबल अगेन. द इंडियन एक्सप्रेस. *https://indianexpress.com/article/india/ice-stupas-help-ghost-villages-of-ladakh-become-habitable-again-6554438/*

गजम, एम.ए.एच, एंड नाज़रथ, एस. *(2013)*. स्कोर्पशन ऑफ़ लेड एंड कॉपर फ्रोम एन एक्वस फ़ेज़ सिस्टम बाई मेरीन डेराइव्ड एस्परगिलस स्पीशी. एनल्स ऑफ माइक्रोबायोलॉजी, *63(2), 503-511। https://doi. org/10.1007/s13213-012-0495-7*

जेनेसियो, एस.यू. ऑफ़ न्यूयॉर्क एट (एन.डी.). टू रिबिल्ड कोरल रीफ्स क्विकली, जस्ट एड इलेक्ट्रीसिटी. ट्रीहगर. रिट्रीव्ड *27* अगस्त, *2020*, फ्रोम *https://www.treehugger.com/rebuild-coral-reefs-quickly-just- add-electricity-4867751*

गोरो, टी.ज़े.एफ. *(2012)*. मेरीन इलेक्ट्रोलिसिस फ़ॉर बिल्डिंग मटेरियल्स एंड एनवायरनमेंट रिस्टोरेशन. इलेक्ट्रोलिसिस. *https://doi. org/10.5772/48783*

गोरो, टी.ज़े.एफ., हिल्बर्ट्ज़, डब्ल्यू., अज़ीज़, ए., हकीम, ए., एंड एलन, जे. *(2003)*. शोर प्रोटेक्शन, बीच फ़ॉरमेशन, एंड प्रोडक्शन ऑफ़ बिल्डिंग मटेरियल्स एंड एनर्जी यूज़िंग सीवॉटर इलेक्ट्रोलिसिस टेक्नोलोजी. ओशंस *2003*. सेलिब्रेटिंग द पास्ट... टीमिंग टुवर्ड्स द फ्यूचर (आई.ई.ई.ई कैट. नंबर.*03CH37492), 5, 2366–2366. https://doi.org/10.1109/OCEANS.2003.178283*

गोरो, टी.ज़े.एफ, एंड प्रोंग, पी. *(2017)*. बायोरॉक इलेक्ट्रिक रीफ्स ग्रो बैक सीवियरिली इरोडेड बीचेस इन मन्थ्स. जर्नल ऑफ मरीन साइंस एंड इंजीनियरिंग, *5(4), 48. https://doi.org/10.3390/jmse5040048*

ग्रीनवुड, वी. *(2015, 11* फरवरी*)*. टू सेव कोरल रीफ्स, फ़र्स्ट सेव द मैंग्रोव्ज़. नेशनल ज्योग्राफिक. *https://www. Nationalgeographic.com/news/2015/2/150210-mangrove-protect-coral-bleaching-science/*

हनीफ, एम., सेसेरासियु, एल., कैनेल, सी., बायर, आई.एस., हेरेडिया-ग्युरेरो, जे.ए., एंड अथानासियौ, ए. *(2017)*. एडवांस्ड मटेरियल्स फ्रोम फ़ंगल मायसेलियम*:* फैब्रीकेशन एंड ट्यूनिंग ऑफ़ फ़िज़िकल प्रोपर्टीज़, साइंटिफ़िक रिपोर्ट, *7, 41292*.

हेड्रिच, ई.एस., डॉल्फ़िंग, जे., स्कॉट, के., एडवर्ड्स, एस.आर., जोन्स, सी., एंड कर्टिस, टी.पी. *(2013)*. प्रोडक्शन ऑफ़ हाईड्रोजन फ्रोम डोमेस्टिक वेस्टवॉटर इन अ पायलट-स्केल माइक्रोबियल इलेक्ट्रोलिसिस सेल. एप्लाइड माइक्रोबायोलॉजी एंड बायोटेक्नोलॉजी, *97(15), 6979-6989। https://doi.org/10.1007/s00253-012-4456-7*

हिल्बर्ट्ज़, डब्ल्यू. *(1979)*. इलेक्ट्रोडिपोज़ीशन ऑफ़ मिनरल्स इन सीवॉटर*:* एक्सपेरिमेंट्स एंड एप्लिकेशंस. आईईईई जर्नल ऑफ़ ओशनिक इंजीनियरिंग, *4(3), 94-113। https://doi.org/10.1109/JOE.1979.1145428*

जॉनसन, एम. (2019a, 5 जुलाई). साइंस सोर्स टू द स्पेस स्टेशन ऑन स्पेस एक्स सीआरएस-18 [टेक्स्ट]. नासा. http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/spx18-research

जॉनसन, एम. (2019b, 18 जुलाई). हारनेसिंग द पॉवर ऑफ़ माइक्रोब्स फ़ॉर माइनिंग इन स्पेस [टेक्स्ट]. नासा. http://www.nasa.gov/mission_pages/

station/research/news/biorock-iss-research-microbes-space

करना, ई., ब्लौहॉफ, डी., हॉल्टकि, ई.-जे., और कैमेरे, एस. (2018). वेन द मटेरियल ग्रोज़: अ केस स्टडी ऑन डिज़ाइनगि (वदि) माइसेलयिम-बेस्ड मटेरियिल्स. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ डजिाइन, 12, 119-136।

कमि, डी., कमि, डब्ल्यू., यून, सी., सोन, डी., चांग, डी., बाए, एच., ली, वाई., सनवू, वाई, एंड हांग, के. (2013). एग्रो-इंडसट्रियल वेस्टवॉटर ट्रीटमेंट बाई इलेक्ट्रोलसिसि टेक्नोलोजी. इंटरनेशनल जे इलेक्ट्रोकैम. साइंस., 8, 16.

कमि, एच., यांग, एस., राव, एस.आर., नारायणन, एस., कपुस्टनि, ई.ए., फुरुकावा, एच., उमान, ए.एस, याघी, ओ.एम., एंड वांग, ई.एन. (2017). वॉटर हार्वेस्टगि फ्रोम एयर वदि मेटल ओरगेनकि फ्रेमवर्क्स पॉवर्ड बाई नेचुरल सनलाइट. साइंस, 356(6336), 430-434. https://doi. org/10.1126/science.aam8743

लेकनर, के.एस., वेंडेट, सी.एच., बट, डी.पी., जॉयस, ई.एल., एंड शार्प, डी.एच. (1995). कार्बन डाइऑक्साइड डसि्पोज़ल इन कार्बोनेट मनिरल्स. एनर्जी, 20(11), 1153–1170। https://doi.org/10.1016/0360-5442(95)00071-N

ली, ज़ी., ली, सी., लयिू, एक्स., काओ, एल., ली, पी., वेई, आर., ली, एक्स., गुओ, डी., हुआंग, के.-डब्ल्यू., एंड लाइ, ज़ी (2021). कंटीनुअस इलेक्ट्रीकल पंपगि मेंबरेन प्रोसेस फ़ॉर सीवॉटर लथियिम माइनगि. एनर्जी एंड एनवायरनमेंट साइंस, 14(5), 3152–3159। https://doi.org/10.1039/D1EE00354B

लयिांग, एक्स., एंड गड्ड, जी.एम. (2017). मेटल एंड मीटलोय्ड बायोरकिवरी यूज़गि फ़ंगाई. माइक्रोबयिल बायोटेक्नोलॉजी, 10(5), 1199–1205. https://doi. org/10.1111/1751-7915.12767

लमि, ए., आत्मजा, पी.सी., एंड रुस्तयिानी, एस. (2020). बायो-मीडएिटेड सोईल इमप्रूवमेंट ऑफ़ लूज़ सैंड वदि फ़ंगस. जर्नल ऑफ़ रॉक मकेनक्सि एंड जयिोटेकनकिल इंजीनयिरगि, 12(1), 180-187। https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2019.09.004

लाउडन, सी.-एम., नकिोलसन, एन., फनिस्टर, के., लेयस, एन., बायलूस, बी., हौड्ट, आर.वी., रेटबर्ग, पी., मोलर, आर., फुच्स, एफ.एम, डीमेट्स, आर., क्रूस, जे., वुकचि, एम., मारयिानी, ए., एंड कॉकल, सी. (2018). बायोरॉक: न्यू एक्सीपेरमिंट्स एंड हार्डवेयर टू इंवेस्टीगेट माइक्रोब-मनिरल इंटरैक्शन्स इन स्पेस. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एस्ट्रोबायोलॉजी, 17(4), 303-313। https://doi.org/10.1017/S1473550417000234

मणा, डी., एंड कुमार, सी. (2014). बायोटेक्नोलॉजकिल एडवांसेस इन बायोरेमडएिशन ऑफ़ हेवी मेटल्स कंटामनिटेड इकोसस्टिम्स: एन ओवरव्यू वदि स्पेशल रेफ्रेंस टू फाइटोरेमडएिशन. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ एनवायरनमेंट साइंस एंड टेक्नोलोजी, 11(3), 843-872। https://doi.org/10.1007/s13762-013-0299-8

मोस्कविचि, के. (2012, 21 मार्च). बायोमाइनगि: बैक्टीरयिा "माइन" कॉपर। बीबीसी न्यूज़ . https://www.bbc.com/news/technology-17406375

मर्फी, ए. (2016, 20 जनवरी). बायोलीचगि ऑफ़ रेयर अर्थ एलीमेंट्स. एडवांस्ड साइंस न्यूज़. https://www.advancedsciencenews. com/bioleaching-of-rare-earth-elements/

पुष्पसारी, आर., वदिन्याना, एन.एन., हरताती, एस.टी., एंड रचमावती, आर. (2020). इफ़ेक्टविनेस ऑफ़ आर्टीफ़ीसयिल रीफ़ इन इंकरीज़गि द रेज़लियिंस ऑफ़ कोरल रीफ इकोसस्टिम्स ओवर कलाईमेट वेरएिबलिटी. जरनल सेगरा, 16(2), 117–128। https://doi.org/10.15578/ segara.v16i2.9093

क्यू, वाई., ली, एच., वांग, एक्स., टयिन, डब्लू., शी, बी., याओ, एम., एंड झांग, वाई. (2019). बायोलीचगि ऑफ़ मेजर, रेयर अर्थ, एंड रेडयिोएक्टवि एलमिंट्स फ्रोम रेड मड बाई यूज़गि इंडीजेनस केमोहेटरोट्रोफकि बैक्टीरयिम एसीटोबैक्टर एसपी मनिरल्स. मनिरल्स, 9(2), 67. https://doi.org/10.3390/min9020067

रॉल्गि्स, डी.ई., एंड जॉनसन, बी.डी. (संपादक). (2007). बायोमाइनगि. स्प्रगिर.

रीड, डी.डब्ल्यू., फुजति, वाई., डुबारास, डी.एल., जओि, वाई., एंड थॉम्पसन, वी.एस. (2016). बायोलीचगि ऑफ़ रेयर अर्थ एलमिंट्स फ्रोम वेस्ट वॉटर फास्फोरस एंड क्रैकगि कैटलस्टि्स. हाइड्रोमेटालर्जी, 166, 34-40. https://doi. org/10.1016/j.hydromet.2016.08.006

रोजस, ए., अरुणाचलम, के., गार्सयिा, एम., एंड स्फीर, एम. (2013). AADRL बहिवरयिल प्रोडक्शन: थ्रेड. एए स्कूल ऑफ आर्कटिक्चर, लंदन. https://www.kokkugia.com/AADRL- aerial-robot-thread-construction?utm_medium=website&utm_ source=archdaily.com

सलीमी, पी., नोरोज़ी, ओ., पौरहोसैनी, एस.ई.एम., बार्टोसी, पी., तवासोली, ए., डि मारयिा, एफ., महदीपोर पीरबाज़ारी, एस., बदिनि, जी., एंड फैंटोज़ी, एफ. (2019). मेगनेटकि बायोचर ओबटेंड थ्रू कैटालटिकि पाइरोलसिसि ऑफ़ मैक्रोएल्गे: अ प्रॉमसिगि एनोड मटेरयिल फ़ॉर ली-आयन बैटरीज़. रनिीवेबल एनर्जी. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.077

साने, एस., जोलीवाल्ट, सी., मत्तिलर, जी., नीलसन, पी.जे., रुबेनवॉल्फ, एस., ज़ेंगरले, आर., एंड केर्जेनमाकर, एस. (2013). ओवरकमगि बॉटलनेक्स ऑफ़ एंजाइमैटकि बायोफ्यूल सेल कैथोड्स: क्रूड फंगल कल्चर सुपरनैटेंट लाइफटाइम कैन हेल्प टू एक्सटेंड लाइफ़टाइम एंड रड्डियुस कॉस्ट. केमससकेम, 6(7), 1209–1215। https://doi.org/10.1002/ cssc.201300205

सातो, जी., फस्सिेहा, ए., गेब्रेकरिोस, एस., करीम, एचए, नेगासी, एस., फशिर, एम., येमेन, ई., टेकलेमारयिम, जे., एंड रलि, आर. (2005). अ नॉवल एप्रोच टू ग्रोइंग मैनग्रोव्ज़ ऑन द कोस्टल मड फ्लैट्स सोईल ऑफ़ एरट्रियिा वदि द पोटेंसयिल फ़ॉर रलीवगि रीज़नल पोवर्टी एंड हंगर. वेटलैंड्स, 25(3), 776-779. https://doi.org/10.1672/0277-5212(2005)025[0776:ANATGM]2.0.CO;2

Schippers, A., Hedrich, S., Vasters, J., Drobe, M., Sand, W., & Willscher, S. (2013). Biomining: Metal Recovery from Ores with Microorganisms. In A. Schippers, F. Glombitza, & W. Sand (Eds.), Geobiotechnology I (Vol. 141, pp. 1–47). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/10_2013_216

शपिर्स, ए., हेड्रचि, एस., वास्टर्स, जे., ड्रोब, एम., सैंड, डब्ल्यू., एंड वलि्स्चर, एस. *(2013)*. बायोमाइनगि: मेटल रकिवरी फ्रोम ओर्स वदि माइक्रोओरगेनज़िम्स. इन ए. शपिर्स, एफ. ग्लॉम्बत्ज़ा, एंड डब्ल्यू. सैंड *(*एड्स.*)*, जयिोबायोटेक्नोलॉजी *I (*वॉल्यूम. *141,* पीपी. *1-47)*. स्प्रगिर बर्लनि हीडलबर्ग. *https://doi.org/10.1007/10_2013_216*

सुंदरम, एम. *(*एन.डी.*)*. इलेक्ट्रोकेमकिल एडटिवि मैन्युफैक्चरगि. *29*.

टैम्बुटे, एस., होलकोम्ब, एम., फेरयिर-पगेस, सी., रेनॉड, एस., टैम्बुटे, ई., ज़ोकोला, डी., एंड अल्लेमैंड, डी. *(2011)*. कोरल बायोमनिरलाइज़ेशन:

फ्रोम द जीन टू एनवायरनमेंट. जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल मरीन बायोलॉजी एंड इकोलॉजी, *408(1), 58-78*। *https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.07.026*

ताराकोवस्की, बी., मेहता, पी., बॉर्क, जे.-एस., एंड गयिोट, एस.आर. *(2011)*. इलेक्ट्रोलसिसि एनहांस्ड एनारोबकि डाईजेशन ऑफ़ वेस्टवॉटर. बायोरसिोर्स टेक्नोलॉजी, *102(10), 5685–5691*। *https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.02.097*

थॉम्पसन, वी.एस., गुप्ता, एम., जनि, एच., वाहर्दी, ई., यमि, एम., जद्रिा, एम.ए., गुयेन, वी., फुजिता, वाई., सदरलैंड, जे.डब्ल्यू., जओ, वाई., एंड रीड, डी.डब्ल्यू *(2018)*. टेक्नो-इकोनोमकि एंड लाइफ़ साइकलि एनालसिसि फ़ॉर बायोलीचगि रेयर अर्थ एलमिंट्स फ्रोम वेस्ट मटेरयिल्. एसीएस सस्टेनेबल केमसि्ट्री एंड इंजीनयिरगि, *6(2), 1602-1609*। *https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02771*

वाउटनिोस, एम. *(एन.डी)*. बायोमाइनगि द एलमिंट्स ऑफ़ द फ्यूचर. द कनवरसेशन. रट्रिीवड *19* अगस्त, *2020* फ्रोम *http://theconversation.com/biomining the-elements-of-the-future-87621*

वांग, एल., वांग, जे., हे, सी., ल्यू, डब्ल्यू., झांग, डब्ल्यू., यान, डब्ल्यू., एंड यांग, एल. *(2019)*. डेवेलपमेंट ऑफ़ रेयर अर्थ एलमिंट डोप्ड मेगनेटकि बायोचर्स वदि एनहांस्ड फॉस्फेट एडसोर्पशन परफ़ोर्मन्स. कोलाइड्स एंड सर्फ़ेस *A:* फ़िज़ियोकेमकिल एंड इंजीनयिरगि आसपेक्ट्स, *561, 236-243*। *https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.10.082*

वांग, एल., यू, टी., मा, एफ., वटिस, टी., बाई, एस., एंड यांग, जे. *(2019)*. नॉवल सेल्फ़ इममोबलिाईज़ड बायोमास मक्सिचर बेस्ड ऑन मायसेलयिम पेलेट्स फ़ॉर वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट: अ रव्यिू. वॉटर एनवायरनमेंट रसिर्च पब्लकिेशन ऑफ़ द वॉटर एनवायरनमेंट फ़ेड्रेशन, *91(2), 93-100*। *https://doi.org/10.1002/wer.1026*

व्हटिनी, के.डी. *(1989)*. ससि्टम्स ऑफ़ बायोमनिरलाईज़ेशन इन द फ़ंगाई. आर.ई. क्रकि *(संपा.)*, इन ओरजिनि, इवोल्यूशन, एंड मॉडर्न एस्पेक्ट्स ऑफ बायोमनिरलाइज़ेशन इन प्लांट्स एंड एनमिल्स *(*पीपी. *433-441)*. स्प्रगिर यू.एस. *https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6114-6_34*

वल्सिन-कोरल, वी., एंडरसन, सी., रोड्रग्जि-लोपेज़, एम., एरेनास-वर्गास, एम., एंड लोपेज़-पेरेज़, जे. *(2011)*. फाइटोएक्स्ट्रेक्शन ऑफ़ गोल्ड एंड कॉपर फ्रोम माइन टेलगिंग्स वदि हेलयिनथस एनुअस एल. एंड कलान्चो सेराटा एल. मनिरल्स इंजीनयिरगि, *24(13), 1488-1494*. *https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.07.014*

वू, वाई., मेंग, वाई., याकुपोग्लू, बी., एंड एडम्स, एम. *(2019)*. अ मेटामटेरयिल/लक्विडि-कोर वेवगाइड माइक्रोफ्लुइडकि ऑप्टकिल सेंसर. सेंसर्स एंड एक्ट्यूएटर्स ए*:* फजिकिल, *300, 111592*. *https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111592*

जू, एच., हे, वाई., स्ट्रोबेल, के.एल., गलिमोर, सी.के., केली, एस.पी., हेनकि, सी.सी., सेबेस्टयिन, टी., वूलस्टन, एम.आर., पेरौल्ट, डी.जे., एंड बैरेट, एस.आर. एच. *(2018)*. फ्लाइट ऑफ़ एन एयरोप्लेन वदि सॉलडि-स्टेट प्रोपल्शन. नेचर, *563(7732), 532–535*। *https://doi.org/10.1038/s41586-018-0707-9*

जू, डब्ल्यू., जयिान, एच., लयिु, वाई., ज़ेंग, जी., ली, एक्स., गु, वाई., एंड टैन, एक्स. *(2015)*. रमिूवल ऑफ़ क्रोमयिम *(VI)* फ्रोम एकवयिस सोल्यूशन यूज़गि माइसेलयिल पेलेट्स ऑफ़ पेनसिलियिम समि्पलिीसीसमिम इम्प्रेगनेटेड वदि पाउडर्ड बायोचर. बायोरेमेडएिशन जर्नल, *19(4), 259–268*। *https://doi.org/10.1080/108 89868.2015.1066302*

यांग, डब्ल्यू., वांग, जेड., सॉन्ग, एस., हान, जे., चेन, एच., वांग, एक्स., सन, आर., एंड चेंग, जे. (2019). एडसोर्पशन ऑफ़ कॉपर (II) एंड लेड (II) फ्रोम सी वॉटर यूज़गि हाइड्रोथर्मल बायोचर डरिाईव्ड फ्रोम एंटरोमोरफ़ा. मेरीन पोल्यूशन बुलेटनि, 149, 110586. https://doi. org/10.1016/j.marpolbul.2019.110586

यी, एल., ज़यिा, वाई., टैन, ज़ी., फेंग, एक्स., झाओ, एल., वू, एच, एंड गुओ, एस. (2020). डजिाइन ऑफ़ ट्यूबलाइक एरोगल्स वदि मैक्रोपोर्स फ्रोम बेंबू फ़ंगस फ़ॉर फ़ास्ट ओयल/वॉटर सेपरेशन. जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन, 264, 121558. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121558

झाओ, एफ., झोउ, एक्स., लयिू, वाई., शि, वाई., दाई, वाई., एंड यू, जी. (2019). सुपर मोयस्चर एबसोर्बन्ट जेल्स फ़ॉर ऑल वेडर एटमोसफयिरकि वॉटर हार्वेस्टगि. एडवांस्ड मटेरयिल्स, 31(10), 1806446. https://doi.org/10.1002/adma.201806446

झू, वाई., तांग, डब्ल्यू., जनि, एक्स., एंड शान, बी. (2019). यूज़गि बायोचर कैपगि टू रड्यिुस नाइट्रोजन रलीज फ्रोम सेडमिंट्स इन यूट्रोफकि लेक्स. साइंस ऑफ़ द टोटल एनवायरनमेंट, 646, 93-104. https://doi. org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.277

जुआंग, डब्ल्यू.-क्यू., फट्सि, जे.पी., अजो-फ्रैंकलनि, सी.एम., मेस, एस., अल्वारेज़-कोहेन, एल., एंड हेनेबेल, टी. (2015). रकिवरी ऑफ़ क्रटिकिल मेटल्स यूज़गि बायोमेटालर्जी. करंट ओपनियिन इन बायोटेक्नोलॉजी, 33, 327–335। https://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.03.019

ज़ीलस्का, ए., ओलेस्जुक, पी., चार्मास, बी., स्कुबसि्ज़ूयूस्का-ज़ीबा, जे., एंड पसीज़्ज़ना-पटकोव्स्का, एस. (2015). इफ़ेक्ट्स ऑफ़ सीवेज स्लज प्रोपर्टीज़ ऑन द बायोचार कैरेक्टरस्टक्सि. जर्नल ऑफ़ एनालटिकिल एंड एप्लाइड पायरोलसिसि, 112, 201–213। https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.01.025

यह प्रकाशन मॉकअप **जोमी जोसफ** द्वारा डिज़ाइन के माध्यम से/द्वारा उनके डॉक्टरेट अनुसंधान के प्रसार के लिए डिज़ाइन किया गया है।

इस काम को साकार करने के लिए सहयोग करने के लिए इन शानदार इंसानों का धन्यवाद:

पर्यवेक्षण: **होकान एडेहोल्ट** और **बोधिसत्व चट्टोपाध्याय**

अध्यायों का परिचय देने वाली छवियां: **सेफिन अलेक्जेंडर**

हिंदी अनुवाद: **राजेंद्र नेगी**

PHD RESEARCH THROUGH/BY DESIGN 2021

AHO