

भूस्खलन और नविकारक उपाय

प्रलम्बिस् के लयि:

भूस्खलन, मृदा की नमी, पश्चिमी घाट, संवहनीय वर्षा, भूकंप, ज्वालामुखीयता, उत्तर पूरव हिमालय, उत्तर पश्चिमी हिमालय, पूरवी घाट, वनोनमूलन, NDMA, NRSC, ISRO, पारसिथतिकी रूप से संवेदनशील क्षेत्र (ESA) पश्चिमी घाट पारसिथतिकी पराधकिरण (WGEA) पर्यावरण (संरक्षण) अधनियम, 1986, जलवदियुत परयोजनाएँ, LiDAR, आपदा परबंधन रणनीतियाँ, भेद्यता मानचतिर ।

मेन्स के लयि:

भूस्खलन: कारण और प्रभाव, शमन के संभावति उपाय एवं उठाए गए प्रमुख कदम ।

स्रोत: द हट्टि

चर्चा में क्यौं?

जुलाई 2024 के वायनाड भूस्खलन पर नेचर नेचुरल हैज़रड्स में प्रकाशति एक हालिया अध्ययन के माध्यम से संवेदनशील क्षेत्रों में बेहतर आपदा परबंधन रणनीतियों की आवश्यकता पर बल दयिा गया है ।

- जुलाई 2024 में केरल के वायनाड ज़िले में अत्यधिक वर्षा और संवेदनशील पारसिथतिकी स्थतियों के कारण वनिाशकारी भूस्खलन आपदा आई ।

अध्ययन से संबंधति मुख्य तथ्य क्या हैं?

- इस अध्ययन का उद्देश्य तीव्र मलबा प्रवाह के व्यवहार को समझना तथा केरल के वायनाड जैसे संवेदनशील क्षेत्रों में आपदा परबंधन रणनीतियों में सुधार करना था ।
- शोध पद्धति: इस अध्ययन में भूस्खलन के दौरान मलबे के प्रवाह पथ, गति, दाब और सामग्री संचयन पर नगिरानी रखने के लयि उन्नत रन-आउट मॉडलिंग तथा रैपडि मास मूवमेंट समिलेशन (RAMMS) का उपयोग कयिा गया ।
 - रनआउट वशिलेषण का उपयोग मलबे के प्रवाह, चट्टान के खसिकने से होने वाले हिमिस्खलन तथा भराव एवं खनन अपशषिट की वफिलताओं सहति तीव्र भूस्खलन के वरिद्ध जोखमि का आकलन करने तथा संबंधति उपाय तैयार करने के लयि कयिा जाता है ।
 - RAMMS के तहत प्राकृतिक जोखमि प्रकरयिाओं का मूल्यांकन कयिा जाता है और उपयोगकर्त्ता-अनुकूल ग्राफिकल इंटरफेस के माध्यम से सुरक्षात्मक उपायों का आकलन कयिा जाता है ।
- मुख्य नषिकर्ष:
 - मलबे का संचय: ढलान के नचिले क्षेत्र में काफी अधिक मलबे का संचय देखा गया, जसिसे नचिले क्षेत्र में भवषिय में खतरा पैदा हो सकता है ।
 - भेद्यता मानचतिरण: वसितृत भेद्यता मानचतिर (जसिमें रन-आउट पथ भी शामिल हैं) उच्च जोखमि वाले क्षेत्रों की पहचान करने तथा वनिाश एवं जीवन की हाना को न्यूनतम करने के लयि नमिन क्षेत्रों में अनावश्यक वकिसा को रोकने के लयि महत्त्वपूरण है ।
 - ऐतहासिकि संदर्भ: वायनाड में वर्ष 2024 के मलबा प्रवाह का मारग पछिली घटनाओं की तरह था, जसिमें वर्ष 1984 में हुआ घातक भूस्खलन तथा वर्ष 2019 में हुआ एक छोटा भूस्खलन शामिल है ।
- प्रारंभिकि चेतावनी प्रणालयिाँ: इस अध्ययन में वर्षा और मृदा नमी नगिरानी स्टेशनों के लयि प्रारंभिकि चेतावनी सीमा नरिधारति करने की आवश्यकता पर बल दयिा गया है, जसिसे जीवन बचाने के लयि नकिसी एवं सुरक्षा उपायों के लयि समय पर चेतावनी दी जा सके ।

वायनाड भूस्खलन

- वायनाड का भू-भाग कठोर चट्टानों के ऊपर मृदा की परत से बना है । भारी वर्षा से मृदा नम हो जाने से चट्टानों के साथ उसका बंधन कमज़ोर हो जाता है और भूस्खलन की घटना होती है ।

- हाल ही में **अरब सागर** में तापमान वृद्धि से **पश्चिमी घाट** में गहरे बादल छाने के साथ अत्यधिक वर्षा हुई है, जिससे भूस्खलन का खतरा बढ़ गया।
- जलवायु परिवर्तन से **वर्षा-क्षेत्र का भी स्थानांतरण** हुआ है, जिसके कारण वायनाड जैसे दक्षिणी क्षेत्रों में अधिक **संवहनीय वर्षा** हो रही है।
 - संवहनीय वर्षा तब होती है जब **गर्म वायु जलवाष्प के साथ ऊपर उठती है और अधिक ऊँचाई पर संघनित** होती है।

भूस्खलन क्या है?

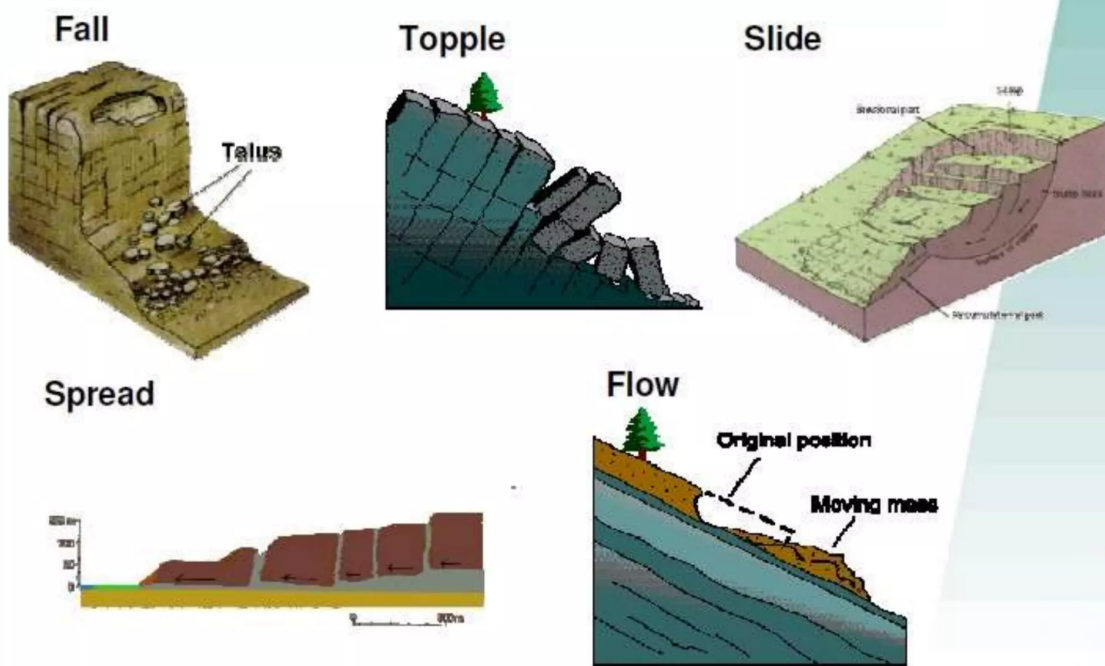
- **भूस्खलन:** भूस्खलन का आशय ढलान पर चट्टान, मृदा और मलबे का नीचे की ओर खसिकना है, जिसका कारण भारी वर्षा, **भूकंप**, **ज्वालामुखी गतिविधि**, मानवीय गतिविधियाँ और भूजल परिवर्तन है।

प्रकार:

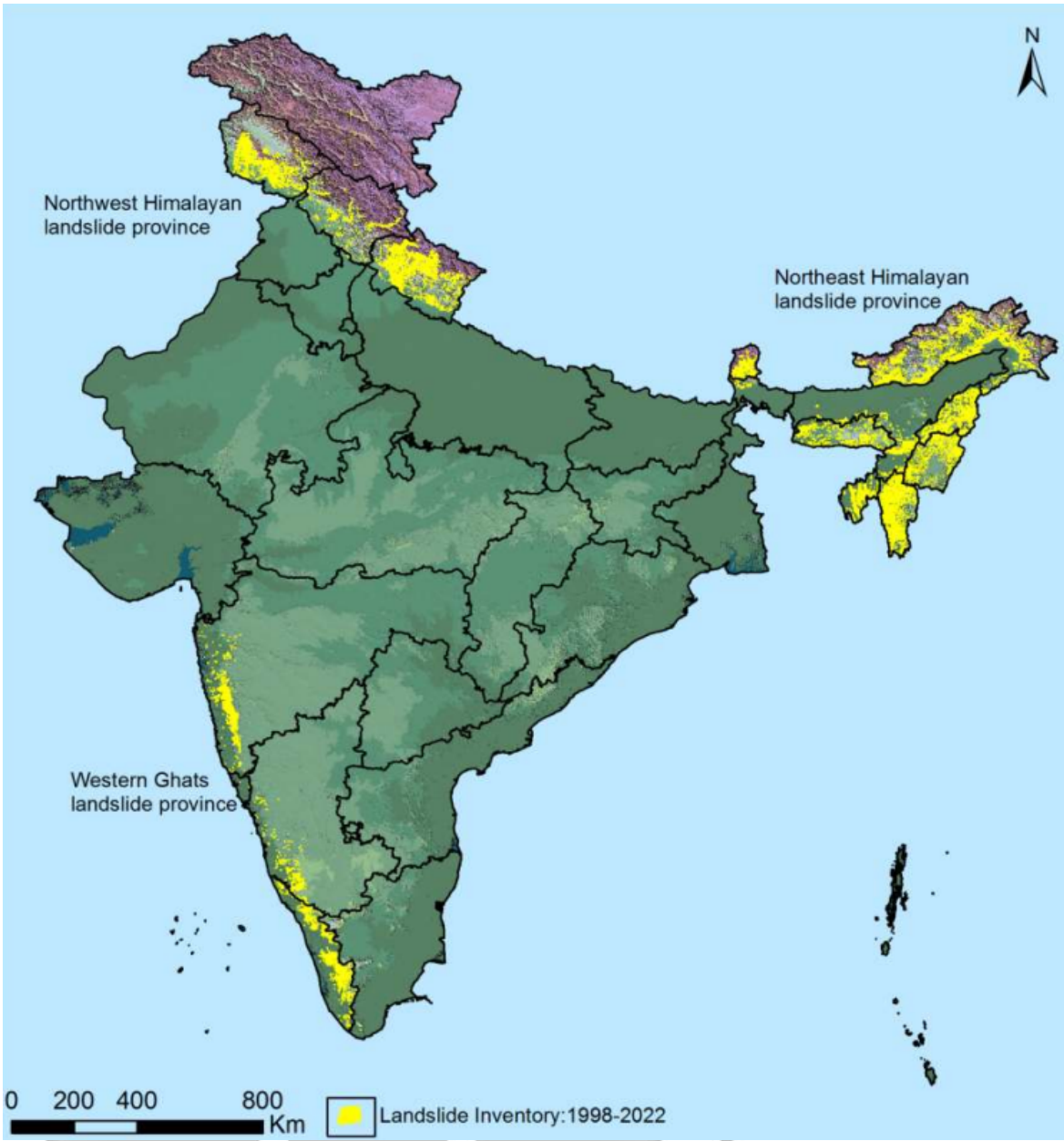
- **स्लाइड्स:** खुरदुरी सतह पर मलबा संचलन, जिसमें रोटेशनल और ट्रांसलेशनल स्लाइड्स शामिल हैं।
- **प्रवाह:** जल में मशरति मृदा या चट्टान का तरल पदार्थ की तरह बहना, जैसे मलबा प्रवाह, कीचड़ और प्रवाह।
- **फैलाव:** मलबा का पार्श्व वसितार।
- **टॉपल (Topples):** ऊर्ध्वाधर या लगभग ऊर्ध्वाधर ढलान से मलबा का फॉरवर्ड रोटेशन या मुक्त रूप से गरिना।
- **फॉल्स:** मलबा का किसी खड़ी ढलान या चट्टान से अलग होना या मुक्त रूप से गरिना।

//

Types of landslides



- **भूस्खलन प्रवण क्षेत्र:** भारत के **भूस्खलन एटलस** के अनुसार, लगभग **0.42** मिलियन वर्ग कर्मी (भूमिक्षेत्र का 12.6%) क्षेत्र भूस्खलन प्रवण क्षेत्र है, जिसमें **उत्तर पूर्व हिमालय** में **0.18** मिलियन वर्ग कर्मी, **उत्तर पश्चिम हिमालय** में **0.14** मिलियन वर्ग कर्मी, **पश्चिमी घाट** और **कोंकण पहाड़ियों** में **0.09** मिलियन वर्ग कर्मी तथा आंध्र प्रदेश के **पूर्वी घाट** में **0.01** मिलियन वर्ग कर्मी क्षेत्र शामिल है।



कारण:

- **गुरुत्वाकर्षण बल:** जब गुरुत्वाकर्षण बल चट्टानों, रेत, गाद और मृदा जैसी सामग्रियों पर काबू पा लेता है, तो ढाल ढह जाती है, जिससे ये सामग्रियाँ नीचे की ओर खसिकने लगती हैं।
- **प्राकृतिक कारक:**
 - **वर्षा:** भारी या नरिंतर वर्षा से मृदा आर्द्रता बढ़ जाती है, संसंजन कमजोर हो जाता है, तथा ढालों पर भार बढ़ जाता है, जिससे उनके वधितति होने की संभावना बढ़ जाती है।
 - **भूकंप:** भूकंप ज़मीन में कंपन करने और भू-पदार्थों को कमजोर करके ढालों को अस्थिर कर देते हैं, विशेष रूप से हिमालय जैसे वविरतनकि रूप से सक्रयि क्षेत्रों में।
 - **जल वज्जान संबंधी कारक:** छदिरयुक्त पदार्थों से जल का स्राव दबाव को बढ़ाता है और ढाल को कमजोर करता है।
- **मानवजनति कारक:** वनोनमूलन से वनस्पति एवं वृक्षों की जड़ें नष्ट हो जाती हैं, जो सुदृढीकरण और जल नकिसी प्रदान करती हैं, जिससे ढाल अस्थिर हो जाते हैं।
 - **खनन, सडक नरिमाण और शहरी वकिस** प्राकृतिक जल नकिसी एवं भार वतिरण को बाधति करते हैं, जिससे भूस्खलन का खतरा बढ़ जाता है।
- **भूवैज्जानिक कारक:** सामग्री संरचना, अवसंरचना और अपकषय जैसे भूवैज्जानिक कारक ढाल की स्थरिता को प्रभावति करते हैं।
 - **पश्चिमी घाट की तीकषण, दोहरी परत वाली भूमिके** कारण जब वर्षा का जल मृदा को भगिो देता है, तो भूस्खलन की आशंका बढ़ जाती है, जिससे भार बढ़ जाता है और स्थरिता कम हो जाती है।

हिमालयी क्षेत्र में भूस्खलन पश्चिमी घाट में भूस्खलन से कसि प्रकार भनिन है?

कारण	हमिलय	पश्चिमी घाट
ढाल और भूभाग	उच्च ऊँचाई, अस्थिर ढालों के साथ तीक्ष्ण, उत्खात स्थल।	कम तीव्र एवं अधिक मंद ढाल, जिससे भूस्खलन का खतरा कम हो जाता है।
विवर्तनिक गतविधि	भारतीय और यूरेशियन प्लेटों के टकराव के कारण अत्यधिक विवर्तनिकी रूप से सक्रिय क्षेत्र, जिससे भूकंप आते हैं।	कम विवर्तनिक गतविधि, न्यूनतम भूकंप-प्रेरित भूस्खलन।
वर्षा और हमि का पघिलना	भारी मानसूनी वर्षा और ग्लेशियरों से तीव्रता से हमि के पघिलने के कारण मृदा संतृप्ति और अस्थिरता बढ़ रही है।	मानसून के दौरान भारी वर्षा हुई, लेकिन हमि नहीं पघिली, जिससे भूस्खलन की घटनाएँ कम हुईं।
मृदा एवं चट्टान अवसंरचना	असंगठित मलबा (स्करी, हमिद) और वसिथापन की संभावना वाली कमजोर चट्टानी संरचनाएँ।	अधिक स्थिर मृदा और चट्टानी प्रकार, भूस्खलन की घटनाओं में कमी।
वनोनमूलन	कृषि, लकड़ी और ईंधन के लिये वनोनमूलन की उच्च दर, मृदा की एकजुटता को कमजोर कर रही है।	हमिलय की तुलना में वनोनमूलन कम है, हालाँकि यह अभी भी चर्चा का विषय है।

भूस्खलन के प्रभाव क्या हैं?

- मानव जीवन और सुरक्षा: तेज़ी से होने वाले भूस्खलन विशेष रूप से घातक होते हैं, और धीमी गति से होने वाले भूस्खलन, हालाँकि कम घातक होते हैं, फिर भी समय के साथ संपत्ति को काफी नुकसान पहुँचा सकते हैं।
- बुनियादी ढाँचे को नुकसान: सड़कें, रेल लाइनें, पाइपलाइनें और संचार लाइनें अवरुद्ध हो सकती हैं या गंभीर रूप से क्षतिग्रस्त हो सकती हैं, जिससे आवश्यक सेवाएँ बाधित हो सकती हैं।
- भूस्खलन से घर जमींदोज़ हो सकते हैं, जिससे जान-माल की हानि हो सकती है।
 - भूस्खलन से जलधाराएँ अवरुद्ध हो सकती हैं, जिससे मलबे का बाँध बन सकता है। यदि बाँध टूट जाता है, तो इससे नीचे की ओर बाढ़ आ सकती है, जिससे नुकसान और बढ़ सकता है।
- आर्थिक नुकसान: क्षतिग्रस्त बुनियादी ढाँचे की मरम्मत और मानवीय सहायता प्रदान करना महंगा हो सकता है। भूस्खलन स्थानीय अर्थव्यवस्थाओं को भी बाधित करता है, मूलतः कृषि और पर्यटन पर नरिभर क्षेत्रों में।
- पर्यावरणीय प्रभाव: भूस्खलन से पारस्थितिकी तंत्र बाधित होता है, जिससे मृदा स्थिरता और वनस्पति प्रभावित होती है, जिससे अपरदन और मृदा अपरदन बढ़ सकता है।

भारत में भूस्खलन के जोखिम को कम करने के लिये सरकार की क्या पहल हैं?

- राष्ट्रीय भूस्खलन जोखिम प्रबंधन रणनीति (वर्ष 2019): यह एक व्यापक दृष्टिकोण है, जिसमें संकट का मानचित्रण, नगिरानी, प्रारंभिक चेतावनी, जागरूकता, क्षमता निर्माण, नीतियाँ और स्थिरकरण शामिल हैं।
- भूस्खलन जोखिम शमन योजना (LRMS): इसका उद्देश्य संवेदनशील राज्यों में भूस्खलन शमन के लिये वित्तीय सहायता प्रदान करना है, जिसमें रोकथाम, शमन और गंभीर भूस्खलन पर अनुसंधान पर ध्यान केंद्रित किया जाएगा।
- बाढ़ जोखिम न्यूनीकरण योजना (FRMS): इस योजना में बहुउद्देशीय बाढ़ आश्रयों और बाढ़ पूर्व चेतावनी प्रणालियों के लिये पायलट परियोजनाएँ शामिल हैं, जिनमें डिजिटल मानचित्रों के साथ ग्रामीणों को निकासी के लिये सचेत करना शामिल है।
- भूस्खलन और हमिस्खलन पर राष्ट्रीय दशान्देश: NDMA के दशान्देशों में खतरे का आकलन, जोखिम प्रबंधन, संरचनात्मक और गैर-संरचनात्मक उपाय, संस्थागत तंत्र, वित्तीय व्यवस्था और सामुदायिक भागीदारी शामिल हैं।
- भारत का भूस्खलन एटलस: इसरो के अधीन NRSC द्वारा निर्मित, यह संवेदनशील क्षेत्रों में भूस्खलन की घटनाओं को रिकॉर्ड करता है, क्षतिको आकलन करता है और भारत में भूस्खलन पर बहुमूल्य जानकारी प्रदान करता है।

भूस्खलन संभावित पश्चिमी घाटों के संरक्षण के लिये समितियाँ

- पश्चिमी घाट पारस्थितिकी विशेषज्ञ पैनल, 2011 (अध्यक्ष: माधव गाडगलि): संपूर्ण पश्चिमी घाट को पारस्थितिकी दृष्टि से संवेदनशील क्षेत्र (ESA) घोषित किया जाना चाहिये तथा श्रेणीबद्ध क्षेत्रों में विकास पर प्रतिबंध लगाया जाना चाहिये।
 - पश्चिमी घाट को ESA 1, 2 और 3 में वर्गीकृत करना, जिसमें ESA-1 को उच्च प्राथमिकता दी गई है, जहाँ लगभग सभी विकासात्मक गतविधियाँ प्रतिबंधित हैं।
 - पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 के अंतर्गत पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय के तहत एक वैधानिक प्राधिकरण के रूप में पश्चिमी घाट पारस्थितिकी प्राधिकरण (WGEA) का गठन किया जाएगा।
 - इस रिपोर्ट की यह कहकर आलोचना की गई कि यह पर्यावरण के प्रति अधिक अनुकूल है तथा ज़मीनी हकीकत से मेल नहीं खाती।
- कस्तूरीरंगन समिति, 2013: पश्चिमी घाट के कुल क्षेत्रफल के बजाय, कुल क्षेत्रफल का केवल 37% ही ESA के अंतर्गत लाया जाना चाहिये।
 - ESA में खनन, उत्खनन और रेत खनन पर पूर्ण प्रतिबंध, किसी भी ताप वदियुत परियोजना की गैर अनुमति तथा जल वदियुत परियोजनाओं को वसित्त अध्ययन के बाद ही अनुमति दी जाएगी।

भूस्खलन संबंधी खतरों को रोकने के लिये क्या उपाय किये जा सकते हैं?

■ इंजीनियरिंग समाधान:

- **ढाल स्थिरिकरण:** मृदा और चट्टान के संचलन को रोकने के लिये रिटिनगि दीवारों, रॉक बोल्ट (Rock Bolts), **मिट्टी की कीलों** आदि का उपयोग किया जाता है।
 - प्राकृतिक तत्वों का उपयोग करके ढालों को स्थिर करने के लिये पौधों को इंजीनियरिंग वधियों, जैसे **ब्रश लेयरिंग और लाइव करबि दीवारों के साथ संयोजित करना**।
- **ग्रेडिंग और टेरेसिंग:** ढाल और प्रवणता को **संशोधित करने से** अस्थिरता कम हो सकती है, जबकि **टेरेसिंग से** तीक्ष्ण क्षेत्रों पर **समतल सतह** निर्माण की जा सकती है।
- **जल निकासी प्रणालियाँ:** जल प्रवाह को नियंत्रित करने होल्स को देबाव को कम करने और मृदा के सामर्थ्य को बनाए रखने के लिये **जलधारा, पाइप या पुलिया** स्थापित करती हैं।
- **मृदा सुदृढीकरण:** ढालों को सुदृढ करने, स्थिरता बढ़ाने और भूस्खलन को रोकने के लिये भू-तकनीकी सामग्रियों जैसे **जियोटेकस्टाइलस** और **जियोग्रैडि** का उपयोग किया जाता है।

■ प्राकृतिक समाधान:

- **वनस्पति नियंत्रण:** वृक्ष, झाड़ियाँ और घास लगाने से मृदा बंध जाती है, अतिरिक्त जल सोख लिया जाता है, अपरदन कम होता है, तथा वर्षा के जल को रोककर भूस्खलन का जोखिम कम होता है।
 - जैविक या अकार्बनिक **मलच मृदा आर्द्रता को बरकरार रखता है**, अपरदन को रोकता है, और वर्षा के प्रभाव को कम करके ढालों को स्थिर करता है।
- **जल प्रबंधन: कंट्रोलिंग और वर्षा उद्यान** जैसी तकनीकें जल अपवाह को धीमा करती हैं, अंतःस्यंदन को बढ़ावा देती हैं, तथा ढाल की अस्थिरता को कम करती हैं।
- **प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियाँ:** ढाल की स्थिरता को मापने और पूर्व चेतावनी देने के लिये **इनक्लनिमीटर** जैसे उपकरण स्थापित करना।
 - **वर्षा की तीव्रता और संचयी वर्षा** की निगरानी से भूस्खलन के कारणों की पहचान करने में सहायता मिलती है।
 - **LIDAR और उपग्रह इमेजरी** जैसी प्रौद्योगिकियाँ भू-संचलन और सतह में होने वाले परिवर्तनों का पता लगाती हैं, जो संभावित भूस्खलन का संकेत देती हैं।
- **सर्वोत्तम भूमि उपयोग पद्धतियाँ:** ढालों में परिवर्तन से बचना, **अभेद्य सतहों को सीमित करना**, उचित जल निकासी प्रणालियों को डिज़ाइन करना, तथा अपरदन नियंत्रण उपायों को लागू करना ढालों को स्थिर करने और अपवाह को कम करने के लिये महत्त्वपूर्ण हैं।

नषिकर्ष

- वायनाड जैसे **संवेदनशील क्षेत्रों** में भूस्खलन के जोखिम को कम करने के लिये **बेहतर आपदा प्रबंधन रणनीतियों की तत्काल आवश्यकता** है। भूस्खलन संबंधी खतरों को कम करने और जलवायु परिवर्तन से प्रेरित वर्षा की चरम स्थितियों के वरिद्ध लचीलापन बढ़ाने के लिये **इंजीनियरिंग समाधान, प्राकृतिक वधियाँ, प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली** और **प्रभावी भूमि उपयोग संबंधी प्रथाएँ** आवश्यक हैं।

दृष्टिमुख्य परीक्षा प्रश्न:

प्रश्न: भारत में भूस्खलन के कारणों और प्रभावों पर चर्चा कीजिये। आपदा प्रबंधन रणनीतियों को कैसे बेहतर बनाया जा सकता है?

UPSC सविलि सेवा परीक्षा वगित वर्ष के प्रश्न (PYQs)

??????:

Q. हिमालयी क्षेत्र तथा पश्चिमी घाटों में भूस्खलन के विभिन्न कारणों का अंतर स्पष्ट कीजिये। (2021)

Q. “हिमालय भूस्खलनों के प्रति अत्यधिक प्रवण है।” कारणों की विवेचना कीजिये तथा अल्पीकरण के उपयुक्त उपाय सुझाइये। (2016)