

भूगोलवेत्ताओं ने पता लगाया है कि कुछ नदियाँ एक ही क्यों रहती हैं, जबकि अन्य विभाजित क्यों हो जाती हैं

एकल-धागा और बहु-धागा नदियों में बाढ़ और कटाव के जोखिम और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएँ अलग-अलग होती हैं। जैसे-जैसे लोग अधिक शक्तिशाली जल-मौसम की घटनाओं का सामना करते हैं, ये विशेषताएँ और अधिक प्रासंगिक होती जा रही हैं। परिणामस्वरूप, धागों को निर्धारित करने वाला तंत्र अनुसंधान का केंद्र बन रहा है।

G.B.S.N.P. Varma

कुछ नदियाँ बहते समय दो भागों में बँट जाती हैं, जबकि कुछ नहीं। यह नदी संबंधी घटना दशकों से शोधकर्ताओं को आकर्षित करती रही है। यह कैसे निर्धारित होता है कि कोई नदी एकल धारा केरूप में बहती है या बहु-धारा प्रणाली में विकसित होती है? यह प्रश्न सरल लग सकता है, लेकिन यह नदी भू-आकृति विज्ञान में एक मूलभूत मुद्दा बन गया है, जो भूविज्ञान, भूगोल, पारिस्थितिकी और इंजीनियरिंग की अवधारणाओं को जोड़ता है।

अब, कैलिफ़ोर्निया विश्वविद्यालय सांता बारबरा (यूसीएसबी) के भूगोलवेत्ताओं ने साइंस में प्रकाशित एक शोधपत्र में बताया है कि उन्होंने इस रहस्य को सुलझा लिया है।

उपग्रह चित्रों और कण छवि वेलोसिमेट्री नामक एक नवीन छवि प्रसंस्करण तकनीक का उपयोग करके36 वर्षों में 84 नदियों की गतिशीलता का विश्लेषण करके, उन्होंने कहा कि उन्होंने उस भौतिक तंत्र की खोज की है जिसके कारण नदियाँ दो प्रकार की होती हैं।

अध्ययन के वरिष्ठ लेखक और यूसीएसबी में भूगोल के एसोसिएट प्रोफेसर वामसी गंती ने कहा, "हमने पायाकि एकल-धागा नदियाँ तट अपरदन और अवरोध अभिवृद्धि के बीच संतुलन द्वारा चिह्नित होती हैं - अनिवार्य रूप से, एक तट से नष्ट हुई सामग्री दूसरे तट पर जमा सामग्री द्वारा संतुलित होती है, जिससे एक स्थिर चौड़ाई बनी रहती है।"

उन्होंने आगे कहा, इसके विपरीत, बहु-धागा नदियाँ विपरीत तटों पर जमाव की तुलना में लगातार उच्च अपरदन दर प्रदर्शित करती हैं, जिससे चैनल चौड़ा होता है और अंततः विभाजित हो जाता है। इस अध्ययन के अनुसार, यह असंतुलन बहु-धागा नदियों के पीछे प्रेरक शक्ति है।

अर्थात, अपरदन ही नदियों में प्रवाह विभाजन की घटना को संचालित करता है।

'बढ़ती मान्यता'

नदियों के दो मुख्य प्रकार, एकल-धागा और बहुधागा, बाढ़ और अपरदन के जोखिम, पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं और जल संसाधनों में भी भिन्न होते हैं। ये खतरे और विशेषताएँ अधिक प्रासंगिक होती जा रही हैं क्योंकि लोग और सरकारें अधिक लगातार और अधिक तीव्र जल-मौसम की घटनाओं का सामना कर रही हैं। परिणामस्वरूप, एकल बनाम बहु-धागा को निर्धारित करने वाला भौतिक तंत्र अनुसंधान का एक अधिक महत्वपूर्ण विषय बनता जा रहा है।

श्री गंती ने कहा कि पिछले शोध में ज्यादातर यह पता लगाया गया था कि विभिन्न प्रकार की नदियाँ कहाँ पाई जा सकती हैं, लेकिन उन्होंने इस बात पर भी ध्यान केंद्रित किया कि समय के साथ इन नदियों में कैसे बदलाव आए।

बाढ़ के जोखिम का अनुमान लगाने वाले कई मॉडल यह मानकर चलते हैं कि नदियाँ एक निश्चित गहराई और चौड़ाई की धाराओं में बह रही हैं। ऐसा नहीं है, और नए अध्ययन ने इस धारणा के परिणामों को उजागर किया है।

अध्ययन के प्रमुख लेखक और यूसीएसबी अर्थ रिसर्च इंस्टीट्यूट के पोस्टडॉक्टरल ऑस्टिन चैडविक ने एक ईमेल में लिखा, "यह मान्यता बढ़ती जा रही है कि मानवीय हस्तक्षेप के बाद कई नदियाँ ऐतिहासिक रूप से बहु-प्रवाह से एकल-प्रवाह में परिवर्तित हो गई हैं।"

मानवीय हस्तक्षेप में बाँध बनाना, तटबंध बनाना, तलछट खनन, सफाई और अवरोधन, और कृषि विकास शामिल हैं।

वेक्टर मानचित्र

यह सफ़रने के लिए कि कुछ नदियाँ एक ही प्रवाह में क्यों बहती हैं जबकि अन्य कई धाराओं में विभाजित हो जाती हैं, शोधकर्ताओं ने उपग्रहों का सहारा लिया। उन्होंने 1985 से 2021 तक की अवधि को कवर करते हुए 36 वर्षों की वैश्विक लैंडसैट छवियों का अध्ययन किया।



कर्णाली नदी (भारत में घाघरा के नाम से जानी जाती है) नेपाल में दो भागों में बंटती है। शेरपरिन्जी (CC BY-SA)

लगभग 400 नदी खंडों के विश्वव्यापी सर्वेक्षण में से, उन्होंने 84 ऐसे खंड चुने जो पर्याप्त चौड़े थे और उनके विश्लेषण के लिए उपयुक्त गति से बहते थे। इनमें विभिन्न जलवायु, ढलानों और जल प्रवाहों में एकल-धागा और बहु-धागा नदियाँ शामिल थीं।

उन्होंने कण छवि वेलोसिमेट्री नामक एक कंप्यूटर तकनीक का उपयोग किया, जो साल-दर-साल छवियों में छोटे-छोटे बदलावों को ट्रैक करती थी, जिससे वैज्ञानिक यह माप सकते थे कि नदी के किनारे का कितना क्षरण हुआ और दूसरी ओर कितनी सामग्री जमा हुई। ऐसा करने के लिए, उन्होंने उपग्रह चित्रों को मानचित्रों में परिवर्तित किया, जो यह दर्शाते थे कि कहाँ भूमि सूखी थी और कहाँ जल से ढकी हुई थी।

फिर, समय के साथ नदियों के हजारों अनुप्रस्थ काटों की तुलना करके, उन्होंने लाखों छोटे वेक्टर उत्पन्न किए जो क्षरण और अभिवृद्धि की दिशाओं और गति को दर्ज करते थे।

अंत में, उन्होंने इस सारे डेटा को - क्षरण बनाम अभिवृद्धि के चार लाख से अधिक मापों को - यह जांचने के लिए संयोजित किया कि क्या दोनों प्रक्रियाएँ संतुलित हैं। इससे उन्हें एकल या बहु-धागा नदियों के निर्माण के पैटर्न का पता लगाने में मदद मिली।

पौधों की भूमिका

कई दशकों से, वैज्ञानिक मानते रहे हैं कि एकल-मार्ग वाली, घुमावदार नदियों के निर्माण के लिए वनस्पतियुक्त किनारों की आवश्यकता होती है और पौधे और घुमावदार नदियाँ सह-विकसित होती हैं। लेकिन हाल ही में साइंस में प्रकाशित एक विश्लेषण में, स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं ने बताया कि यह विचार तलछटी अभिलेखों की गलत व्याख्या पर आधारित है।

अध्ययन के प्रमुख लेखक और स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय के पीएचडी विद्वान माइकल हैसन ने कहा, "हम दर्शाते हैं कि वनस्पतियुक्त नदी के मोड़, पूरी नदी के बहाव की ढलान की दिशा के सापेक्ष, वनस्पति रहित नदी के मोड़ों से भिन्न दिशा में बहते हैं।"

इससे वनस्पति रहित घुमावदार नदियों द्वारा निर्मित तलछटी निक्षेप, वनस्पति युक्त घुमावदार नदियों के निक्षेपों से मौलिक रूप से भिन्न हो जाते हैं, भले ही उनका स्वरूप एक जैसा ही हो।



यह मान्यता बढ़ती जा रही है कि मानवीय हस्तक्षेप के कारण कई नदियाँ ऐतिहासिक रूप से बहु-धारा से एकल-धारा में परिवर्तित हो गई हैं।
AUSTIN CHADWICK
UCSB EARTH RESEARCH INSTITUTE

जहाँ चैडविक एट अल. का अध्ययन इस बात पर केंद्रित था कि नदियाँ घुमावदार या लटदार क्यों बन जाती हैं, वहीं हसन एट अल. ने घुमावदार नदियों का परीक्षण किया।

श्री हसन ने आगे बताया कि सीधी घाटी होने पर, उन्होंने पाया कि वनस्पति युक्त नदी के मोड़ घाटी के किनारों की ओर बाहर की ओर बढ़ेंगे, जबकि वनस्पति रहित नदी के मोड़ घाटी में नीचे की ओर बढ़ेंगे, बिना पार्श्व दिशा में गए।

श्री हसन ने कहा, "हमारे व्याख्या यह है कि वनस्पति नदी की गति में इस अंतर का मुख्य कारण है क्योंकि यह तटबंधों का निर्माण करती है, जो अप्रत्यक्ष रूप से नदी की वक्रता (नदी के मार्ग की वक्रता का माप) को सीमित करती है।" "बदले में, वक्रता नियंत्रित करती है कि मोड़ कैसे और कहाँ स्थानांतरित होते हैं।"

भारत के लिए अंतर्दृष्टि

चैडविक एट अल. ने पटना, फसका और पावसे (बांग्लादेश) के पास गंगा के तीन हिस्सों पर विचार किया। ब्रह्मपुत्र के लिए, उन्होंने बहादुराबाद (बांग्लादेश), पांडु (भारत), पासीघाट (भारत) और हिमालय में एक और ऊपरी धारा के पास के खंडों का अध्ययन किया।

श्री गंती ने बताया कि ब्रह्मपुत्र एक पारंपरिक रूप से गुंथी हुई नदी है। टीम ने यह भी पाया कि ब्रह्मपुत्र के धागों ने अपने किनारों को तेजी से काटा।

श्री चैडविक ने इन धागों के बारे में कहा, "इनकी धाराओं का आकार मूलतः अस्थिर है। उप-धाराएँ वर्षों और दशकों में चौड़ी और विभाजित होने की संभावना रखती हैं, क्योंकि प्रवाह पार्श्व रूप से नदी के किनारों को जमाव की तुलना में तेजी से काटता है।"

यह खोज उस पारंपरिक धारणा के विपरीत थी कि कटाव और निक्षेपण संतुलन में होते हैं।

श्री चैडविक ने कहा, "यह बहुत आश्चर्यजनक और दिलचस्प है कि बहु-धागा नदियाँ निक्षेपण की तुलना में पार्श्विक रूप से तेजी से कटाव करती हैं।"

संक्षेप में, इस अध्ययन ने "नदियों के अपने स्वरूप को बनाए रखने का एक नया तरीका उजागर किया है, जो संतुलन से नहीं, बल्कि अस्थिरता के चक्रों से प्रेरित है क्योंकि उप-धाराएँ समय के साथ बार-बार चौड़ी और विभाजित होती रहती हैं।"

"यह मूलभूत अस्थिरता नदी प्रबंधन के लिए एक महत्वपूर्ण विचारणीय बिंदु है।"

बाढ़ के जोखिम को कम करना

श्री चैडविक ने यह भी कहा कि गंगा और ब्रह्मपुत्र जैसी बहु-धागा नदियों के साथ, नदी के प्रवाह को मापने के लिए उपयोग किए जाने वाले रेटिंग वक्रों को अधिक बार अद्यतन किया जाना चाहिए ताकि धाराओं का आकार बदल सके।

वैश्विक इंजीनियरिंग डिजाइन और परामर्श कंपनी स्टैनटेक के जलविज्ञानी अक्षय कट्ट ने कहा कि भारत में समस्या यह है कि कई हिस्सों में, निर्मित तटबंधों का उपयोग करके नदी के लटके हुए खंडों को कृत्रिम रूप से एकल धाराओं तक सीमित कर दिया गया है। वह इन अध्ययनों में शामिल नहीं थे।

निष्कर्षों का एक और निहितार्थ यह है कि बहु-प्रवाही नदियों को अपनी प्राकृतिक अवस्था में लौटने के लिए काफी कम स्थान और समय की आवश्यकता होती है, जिससे पुनर्स्थापन लागत कम होती है।

इसलिए, श्री कट्ट ने कहा कि कृत्रिम तटबंधों को हटाने, नदी के प्राकृतिक बाढ़ के मैदानों से संपर्क बहाल करने, नदी के किनारों पर वनस्पतियुक्त बफर जोन बनाने, परित्यक्त चैनलों को पुनः सक्रिय करने और लटके हुए खंडों में आर्द्रभूमि बनाने जैसे प्रकृति-आधारित समाधान आस-पास के क्षेत्रों में बाढ़ के जोखिम को काफी कम कर सकते हैं।

(G.B.S.N.P. Varma is a freelance science journalist. varma.gbsnp@gmail.com.)



नवंबर 2024 में वायु प्रदूषण के कारण दिल्ली की वायु गुणवत्ता बिगड़ने के बाद इंडिया गेट धुंध से ढका हुआ है। रॉयटर्स

AQI 2025 रिपोर्ट के अनुसार, पूरा भारत खराब हवा में सांस ले रहा है

Privali Prakash

दिल्ली, गाजियाबाद और कानपुर जैसे उत्तर भारतीय शहर अपने वायु प्रदूषण के लिए कुख्यात हैं, लेकिन भारत में रहने वाला लगभग हर व्यक्ति विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) द्वारा सुरक्षित मानी गई हवा से भी ज़्यादा प्रदूषित हवा में सांस लेता है।

वायु गुणवत्ता जीवन सूचकांक (AQI) 2025 के वार्षिक अद्यतन के अनुसार, पूरा भारत ऐसे क्षेत्रों में रहता है जहाँ वार्षिक औसत कण प्रदूषण स्तर (PM2.5) WHO की वार्षिक औसत सीमा 5 ग्राम/घन मीटर से अधिक है।

हालांकि, देश के उत्तरी मैदानी इलाके ज़्यादा प्रदूषण के लिए जिम्मेदार हैं, जहाँ अनुमानित 544.4 मिलियन लोग खराब हवा के संपर्क में हैं।

AQI रिपोर्ट 2023 के वैश्विक प्रदूषण आँकड़ों पर आधारित है। COVID-19 महामारी के कारण दो अपेक्षाकृत शांत वर्षों के बाद, 2023 में पूरे विश्व में वायुमंडलीय प्रदूषण का स्तर बढ़ गया।

यह रिपोर्ट शिकागो विश्वविद्यालय के ऊर्जा नीति संस्थान द्वारा तैयार की गई है। भारत में वायु गुणवत्ता अपने मानकों के अनुसार भी खराब है, जो WHO के मानकों से ज़्यादा उदार हैं। रिपोर्ट के अनुसार, भारत के 46% लोग ऐसे इलाकों में रहते हैं जहाँ राष्ट्रीय वार्षिक PM2.5 मानक 40 ग्राम/घन मीटर का उल्लंघन हुआ है।

रिपोर्ट में यह भी कहा गया है कि विश्व स्वास्थ्य संगठन की सिफारिश के अनुसार कण प्रदूषण कम होने से भारत के सभी शहरों में दिल्ली को सबसे ज़्यादा फायदा होगा, जिससे जीवन प्रत्याशा में 8.2 साल की वृद्धि होगी। रिपोर्ट में पाया गया है कि चूंकि पूरा देश वर्तमान में खराब हवा में सांस लेता है, इसलिए अगर सबसे साफ़ इलाकों में रहने वाले लोगों की हवा साफ़ कर दी जाए, तो वे भी 9.4 महीने ज़्यादा जी सकते हैं।

भारत में वायु गुणवत्ता अपने मानकों के हिसाब से भी खराब है, जो ज़्यादा उदार हैं। रिपोर्ट के अनुसार, 46% भारतीय ऐसे इलाकों में रहते हैं जहाँ PM2.5 का मानक 40 µg/m3 पार कर गया है।

बेशक, यह समस्या सीमाओं से परे है। बांग्लादेश, भारत, नेपाल और पकिस्तान से होने वाले उत्सर्जन ने दक्षिण एशिया के एक बड़े हिस्से को प्रदूषित हवा से ढक दिया है।

खासकर बांग्लादेश, वर्षों से इस क्षेत्र का सबसे प्रदूषित देश रहा है। 2023 में, देश की हवा में PM2.5 की सांद्रता विश्व स्वास्थ्य संगठन के दिशानिर्देशों से 12 गुना ज़्यादा थी—और इसमें सुधार से बांग्लादेशियों की ज़िंदगी में औसतन 5.5 साल का इज़ाफ़ा हो सकता है। रिपोर्ट में अनुमान लगाया गया है कि यह संभावित बढ़त गाज़ीपुर में सबसे ज़्यादा होगी, जहाँ निवासी 7.1 साल ज़्यादा जी सकते हैं।

चीन ने पिछले एक दशक में प्रदूषण में लगातार कमी दर्ज की है। हालाँकि, चीन कुछ हद तक एक उल्लेखनीय अपवाद रहा है जहाँ 2023 में उसकी हवा में हानिकारक कणों की सांद्रता 2.8% बढ़ी, वहीं पिछले एक दशक से वहाँ की हवा की गुणवत्ता में सुधार हो रहा है।

यह कोई संयोग नहीं है। 2023 में 2.8% की वृद्धि के बावजूद, कण सांद्रता 2014 की तुलना में 40.8% कम थी। अन्य नीतियों के अलावा, देश ने बीजिंग, शंघाई और ग्वांगडू जैसे बड़े शहरों में सड़कों पर कारों की संख्या सीमित कर दी है, अपनी लौह और इस्पात निर्माण क्षमता में कटौती की है; विशिष्ट क्षेत्रों में नए कोयला संयंत्रों पर प्रतिबंध लगा दिया है; और कोयला-आधारित घरेलू हीटिंग समाधानों को गैस या इलेक्ट्रिक हीटर्स से बदल दिया है, AQI रिपोर्ट में कहा गया है। फिर भी, अभी बहुत कुछ किया जाना बाकी है। भले ही चीन की हवा भारत की तुलना में अधिक स्वच्छ हो, फिर भी चीन के लोग WHO की सीमा से अधिक PM2.5 के स्तर के संपर्क में हैं।

दुनिया भर में, 2023 में वैश्विक PM2.5 सांद्रता 2022 की तुलना में 1.5% अधिक और WHO की सीमा से लगभग 5 गुना अधिक थी। वास्तव में, रिपोर्ट ने कण प्रदूषण को 2023 में "मानव जीवन प्रत्याशा के लिए सबसे बड़ा बाहरी खतरा" बताया है।

privali.prakash@thehindu.co.in

For feedback and suggestions for 'Science', please write to science@thehindu.co.in with the subject 'Daily page'

THE SCIENCE QUIZ

1 सितंबर, 1939 का वह अखबार

Vasudevan Mukunth

QUESTION 1

1 सितंबर, 1939 को, जे. रॉबर्ट ओपेनहाइमर और एक्स ने एक शोधपत्र प्रकाशित किया जिसमें बताया गया था कि अत्यधिक द्रव्यमान वाली कोई क्त्त ब्लैक होल में कैसे गिरेगी। इस शोधपत्र को भौतिकी के इतिहास में सबसे महत्वपूर्ण शोधपत्रों में से एक माना जाता है। नाम एक्स।

QUESTION 2

1939 में ही, ओपेनहाइमर, रिचर्ड टॉलमैन, रॉबर्ट सर्बर और जॉर्ज वोल्कोफ़ ने _____ का अध्ययन करते हुए अपने लिए नामित सीमा प्राप्त की। इस सीमा से ऊपर, ये पिंड ब्लैक होल में बदल जाते हैं। रिक्त स्थान भरें।

QUESTION 3

अमेरिकी सैद्धांतिक भौतिक विज्ञानी Y ने 1950 के दशक में ब्लैक होल की संभावना का विरोध करने के बाद 1967 में "ब्लैक होल" शब्द गढ़ा। ख़ास तौर पर, Y का मानना था कि ओपेनहाइमर और X (Q1 से) ने वास्तविक तारों के गुणों की उपेक्षा की है। Y का नाम बताइए।

QUESTION 4

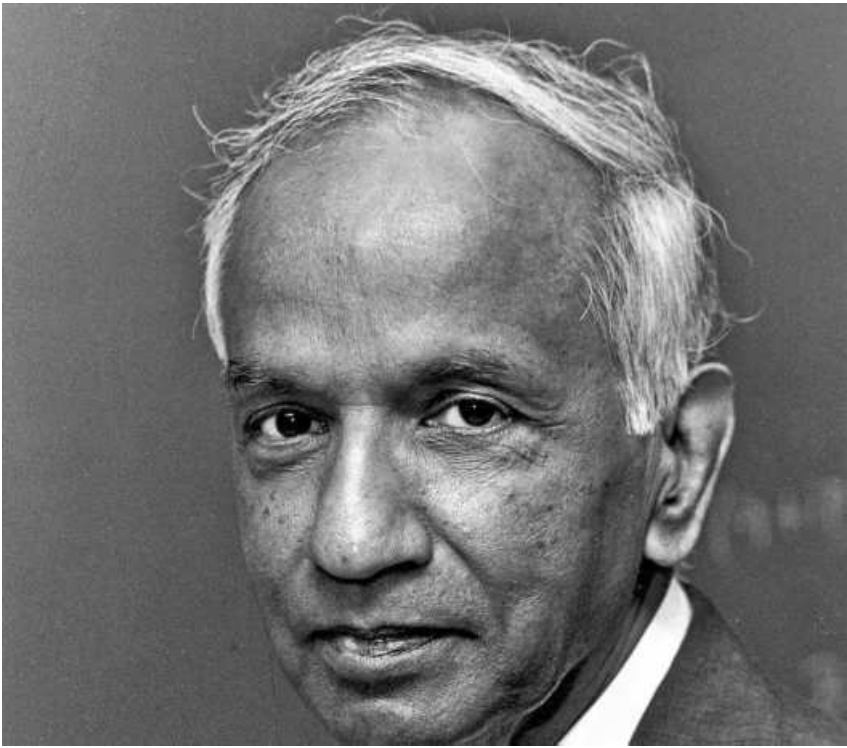
एक अनावेशित, घूर्णनशील ब्लैक होल के चारों ओर स्पेसटाइम का आकार श्वार्जसिल्ड ज्यामिति द्वारा वर्णित किया जाता है। उस स्पेसटाइम ज्यामिति का नाम क्या है जो एक अनावेशित, घूर्णनशील ब्लैक होल के चारों ओर स्पेसटाइम का वर्णन करती है?

QUESTION 5

1 सितंबर, 1939 को एक सीमा का वर्णन किया गया था जिसे इवेंट होराइज़न कहा जाता है, जिसके आगे प्रकाश भी ब्लैक होल के खिंचाव से बच नहीं सकता। यदि कोई ब्लैक

होल घूम रहा है तो इवेंट होराइज़न के ऊपर एक और सतह होती है जिसे Z कहा जाता है, जो ब्लैक होल के ध्रुवों पर इवेंट होराइज़न के साथ मेल खाती है। नाम Z रखें।

Answers to August 26 quiz:
1. Principle aeroplanes use to produce lift – **Ans: Bernoulli's principle**
2. Angle between wing's chord line and oncoming airflow – **Ans: Attack**
3. Quantity whose conservation facilitates aircraft propulsion – **Ans: Momentum**
4. Movable parts that act like an aeroplane's muscles – **Ans: Control surface**
5. Skin of air that hugs an aeroplane's outer frame – **Ans: Boundary layer**
First contact: K.N. Viswanathan | Tamal Biswas | Anmol Agrawal | Saurav Ambastha | Naimisha Pasupuleti



दृश्य: उस भौतिक विज्ञानी का नाम बताइए जिसके नाम पर श्वेत वामन की अधिकतम द्रव्यमान सीमा का नामकरण किया गया है। एआईपी एमिलियो सेग्रे दृश्य अभिलेखागार

बिना किसी अनुवाद गलती वाला संस्करण फ्री में पढ़ने के लिए अभी 8168305050 पर संपर्क करें।