

प्रारंभिक परीक्षा

कुतुब शाही विरासत

सामान्य अध्ययन पेपर 1: इतिहास और कला एवं संस्कृति

संदर्भ

फिल्म निर्माता मोहम्मद अली बेग (पद्म श्री पुरस्कार विजेता) कुतुब शाही विरासत को 2026 के कान फिल्म समारोह (Cannes Film Festival) में ले गए।

कुतुब शाही राजवंश के बारे में

- **संस्थापना:** 1518 में सुल्तान कुली कुतुब शाह द्वारा; 1687 में समाप्त जब औरंगजेब ने 8 महीने की घेराबंदी के बाद गोलकुंडा पर कब्जा (विलय) कर लिया।
- **राजधानी:** गोलकुंडा किला (पहले); हैदराबाद की स्थापना 1591 में राजवंश के पांचवें सुल्तान मुहम्मद कुली कुतुब शाह ने की थी।
- **धर्म:** शिया इस्लाम- शिया परंपराओं को बढ़ावा दिया, आशूरखानों का निर्माण किया; लेकिन यह गहरे रूप से समन्वयवादी (syncretic) भी था, जिसने तेलुगु और फारसी साहित्य को संरक्षण दिया।
- **भाषा और संस्कृति:** मुहम्मद कुली कुतुब शाह तेलुगु में बड़े पैमाने पर रचना करने वाले पहले कवि थे; उनकी प्रसिद्ध रचना "पिया बाज पियाला" को आधारभूत उर्दू कविता (foundational Urdu poetry) माना जाता है।

शासक	उल्लेखनीय योगदान
सुल्तान कुली कुतुब शाह (1518-43)	राजवंश की स्थापना; बहमनी सल्तनत से स्वतंत्रता की घोषणा की
इब्राहिम कुली कुतुब शाह (1550-80)	तेलुगु साहित्य को संरक्षण दिया; महान प्रशासनिक सुधार
मुहम्मद कुली कुतुब शाह (1580-1612)	हैदराबाद की स्थापना (1591); चारमीनार का निर्माण; तेलुगु, फारसी और उर्दू में विपुल कवि
अब्दुल्ला कुतुब शाह (1626-72)	तारामती बारादरी का निर्माण; दरबारी तारामती और प्रेमामती उनके दरबार की प्रमुख हस्तियां थीं
अबुल हसन तना शाह (1672-87)	अंतिम शासक; 1687 में गोलकुंडा में औरंगजेब द्वारा पराजित और बंदी बनाए गए

प्रमुख स्थापत्य योगदान

- **चारमीनार (1591):** हैदराबाद की स्थापना को चिह्नित करने के लिए मुहम्मद कुली कुतुब शाह द्वारा निर्मित; 48.7 मीटर ऊंची चार मीनारें; ऊपरी मंजिल पर मस्जिद।
- **गोलकुंडा किला:** विशाल किलेबंदी जो अपनी ध्वनिक प्रणाली (acoustic system) के लिए जानी जाती है -- मुख्य द्वार पर ताली बजाने की आवाज 1 किमी दूर शिखर पर सुनी जा सकती है।
- **मक्का मस्जिद:** भारत की सबसे पुरानी और सबसे बड़ी मस्जिदों में से एक; मुहम्मद कुली कुतुब शाह द्वारा निर्माण शुरू किया गया; औरंगजेब के अधीन पूरा हुआ।
- **कुतुब शाही मकबरे:** राजवंश के सात शासकों के कब्रिस्तान (Necropolises); गोलकुंडा के पास स्थित। यूनेस्को की संभावित सूची (Tentative List) में शामिल; हाल ही में आगा खान ट्रस्ट फॉर कल्चर द्वारा जीर्णोद्धार किया गया।

चोल कालीन ताम्रपत्र(CHOLA ERA COPPER PLATES)

सामान्य अध्ययन पेपर 1: इतिहास, कला एवं संस्कृति

संदर्भ

अन्नईमंगलम ताम्रपत्र, जिन्हें लोकप्रिय रूप से लीडेन ताम्रपत्र (Leiden plates) के रूप में जाना जाता है, को पीएम मोदी की नीदरलैंड यात्रा के दौरान द हेग (The Hague) में औपचारिक रूप से भारत को वापस सौंप दिया गया।

लीडेन ताम्रपत्रों के बारे में

- **ताम्रपत्रों की संरचना:** इस शिलालेख में 3 छोटे ताम्रपत्रों के साथ 21 बड़े ताम्रपत्रों का एक पूरा सेट शामिल है। बड़े ताम्रपत्रों में कुल 21 शिलालेख हैं, जिनमें संस्कृत में लिखे 5 शिलालेख और तमिल में लिखे 16 शिलालेख शामिल हैं।
- **राजेंद्र चोल प्रथम के अधीन जारी:** यह ताम्रपत्र चार्टर राजेंद्र चोल प्रथम के शासनकाल के दौरान जारी किया गया था और इसे उनके पिता, राजा राजा चोल प्रथम द्वारा पूर्व में दिए गए मौखिक आदेश के कार्यान्वयन में प्रख्यापित किया गया था।
 - **चूडामणिवर्मन विहार को अनुदान:** ये ताम्रपत्र वर्तमान तमिलनाडु में नागपट्टिनम के पास अन्नईमंगलम गाँव में, राजा राजा चोल प्रथम द्वारा एक बौद्ध मठ, चूडामणिवर्मन विहार को भूमि अनुदान का रिकॉर्ड प्रस्तुत करते हैं।
 - इस विहार का निर्माण श्री मार विजयोत्तुंग वर्मन द्वारा अपने पिता की स्मृति में किया गया था, जो चोल साम्राज्य और दक्षिण पूर्व एशिया के बीच समुद्री और सांस्कृतिक संबंधों को दर्शाता है।
- **छोटे ताम्रपत्रों में बाद में जोड़े गए अंश:** तीन छोटे ताम्रपत्रों में कुलोत्तुंग चोल प्रथम के शासनकाल के दौरान जारी किया गया एक बाद का शिलालेख शामिल है।
- **शाही प्रतीक और प्रतीकवाद:** सभी ताम्रपत्र एक अंगूठी द्वारा एक साथ बंधे हुए हैं, जिस पर चोल शाही प्रतीक बना है।
 - यह प्रतीक चोलों के बाघ, पांड्यों की जुड़वां मछलियों और चेरों के धनुष को दर्शाता है, जो दक्षिण भारत के पूर्ववर्ती प्रतिद्वंद्वी राज्यों पर चोलों के वर्चस्व का प्रतीक है।

- **चूडामणिवर्मन विहार का विनाश:** चूडामणिवर्मन विहार, जिसे "राजा राजा चोलन पेरुम्पल्ली" या महान विहार के रूप में भी जाना जाता है, सदियों तक एक महत्वपूर्ण बौद्ध संस्थान के रूप में अस्तित्व में रहा।

शासक	अवधि	ताम्रपत्रों में प्रमुख भूमिका
राजा राजा चोल प्रथम	985-1014 ई.	मौखिक आदेश दिया; महान मंदिर निर्माता (बृहदेश्वर, तंजावुर); श्रीलंका और दक्षिण-पूर्व एशिया में नौसैनिक अभियान
राजेंद्र चोल प्रथम	1014-1044 ई.	पिता के आदेश को निष्पादित किया; गंगाईकोंडा चोलपुरम; नौसैनिक अभियान दक्षिण-पूर्व एशिया (कडारम/केदाह) तक पहुँचा
कुलोटुंग चोल प्रथम	1070-1120 ई.	अतिरिक्त अनुदान; पूर्वी चालुक्य और चोल शक्ति को एकीकृत किया; राजस्व प्रशासन में सुधार किया

भारत ने नीदरलैंड के साथ द्विपक्षीय संबंधों को उन्नत किया

सामान्य अध्ययन पेपर 2: आईआर

संदर्भ

पीएम नरेंद्र मोदी ने नीदरलैंड का दौरा किया और द्विपक्षीय संबंधों को एक रणनीतिक साझेदारी (Strategic Partnership) में उन्नत किया गया।

संबंधों में बदलाव के बारे में

- **नया दर्जा (2026):** भारत-नीदरलैंड संबंधों को रणनीतिक साझेदारी में उन्नत किया गया — जो उनके द्विपक्षीय जुड़ाव को संचालित करने वाला सबसे व्यापक ढांचा है।
- **17 समझौतों पर हस्ताक्षर:** मोटे तौर पर "WAH" ढांचे (जल, कृषि और स्वास्थ्य) के साथ-साथ सेमीकंडक्टर, महत्वपूर्ण खनिज और नवीकरणीय ऊर्जा के तहत समूहीकृत किया गया।
- **प्रमुख समझौता ज्ञापन (MoU):**
 - टाटा इलेक्ट्रॉनिक्स और डच चिप डिजाइन एएसएमएल (ASML) ने गुजरात में सेमीकंडक्टर फैब्रिकेशन सुविधा स्थापित करने के लिए एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।
 - अपतटीय पवन, हरित हाइड्रोजन पर संयुक्त समझौता ज्ञापन। भारत का लक्ष्य 2030 तक 500 गीगावाट नवीकरणीय ऊर्जा का है।
 - महत्वपूर्ण खनिजों के संयुक्त अन्वेषण और प्रसंस्करण के लिए समझौता ज्ञापन (यह चीन से दूर आपूर्ति श्रृंखला विविधीकरण में भारत की मदद करता है)।
 - **हरित और डिजिटल शिपिंग कॉरिडोर:** भारतीय बंदरगाहों को रॉटरडैम बंदरगाह से जोड़ने वाले एक हरित और डिजिटल समुद्री कॉरिडोर की योजना।

- **सेमीकंडक्टर ब्रेन ब्रिज पहल:** आईआईटी/आईआईएससी (IITs/IISc) और डच विश्वविद्यालयों के बीच साझेदारी।

भारत-नीदरलैंड द्विपक्षीय संबंध

- **राजनयिक संबंध:** भारत और नीदरलैंड ने 1947 में राजनयिक संबंध स्थापित किए; 2022 में संबंधों के 75 वर्ष पूरे हुए।
- **प्राथमिकता वाले क्षेत्र (WAH):** जल, कृषि और स्वास्थ्य (WAH) द्विपक्षीय सहयोग के मुख्य स्तंभ हैं।
- **व्यापारिक संबंध:** नीदरलैंड भारत का 11वां सबसे बड़ा व्यापारिक भागीदार है, विश्व स्तर पर तीसरा सबसे बड़ा निर्यात गंतव्य और यूरोप में सबसे बड़ा है। द्विपक्षीय व्यापार 27.8 बिलियन अमेरिकी डॉलर (वित्त वर्ष 2024-25) है।
- **निवेश संबंध:** नीदरलैंड भारत में चौथा सबसे बड़ा निवेशक है, जिसने 2000 के बाद से लगभग 55 बिलियन अमेरिकी डॉलर का संचयी निवेश किया है।
 - भारतीय कंपनियों ने लगभग 28 बिलियन अमेरिकी डॉलर का निवेश किया है, जिससे यह भारत के लिए चौथा सबसे बड़ा विदेशी प्रत्यक्ष निवेश (ODI) गंतव्य बन गया है।
- **हिंद-प्रशांत अभिसरण:** नीदरलैंड के इंडो-पैसिफिक दिशा-निर्देश (2020) भारत को एक स्वतंत्र और खुले इंडो-पैसिफिक के लिए एक प्रमुख रणनीतिक भागीदार के रूप में पहचानते हैं।
- **अंतरिक्ष और विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी सहयोग:** इसरो (ISRO) नूर्डविज्क, नीदरलैंड में स्थित यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी के ईएसटीईसी (ESTEC) केंद्र के साथ सहयोग करता है।
- **भारतीय प्रवासी:** नीदरलैंड में भारतीय मूल के लगभग 300,000 लोग रहते हैं, जिनमें एक बड़ा सूरीनामी-हिंदुस्तानी समुदाय शामिल है।

ऑपरेशन रेजपिल (OPERATION RAGEPILL)

सामान्य अध्ययन पेपर 3: आंतरिक सुरक्षा

संदर्भ

नारकोटिक्स कंट्रोल ब्यूरो (NCB) ने ऑपरेशन रेजपिल शुरू किया, जिसके परिणामस्वरूप भारत में पहली बार कैप्टागन (Captagon) टैबलेट और पाउडर की जब्ती हुई।

ऑपरेशन के बारे में

- **संचालन:** भारत के मादक पदार्थ विरोधी (anti-narcotics) ढांचे के तहत नारकोटिक्स कंट्रोल ब्यूरो द्वारा चलाया गया ऑपरेशन।
- **उद्देश्य:** अंतरराष्ट्रीय सिंथेटिक-ड्रग तस्करी नेटवर्क को नष्ट करना और भारत को नशीले पदार्थों के लिए पारगमन मार्ग (transit route) के रूप में इस्तेमाल होने से रोकना।

- **पहली बार कैप्टागन की जब्ती:** भारत में कैप्टागन की पहली जब्ती का प्रतीक है, जिसे "जिहादी ड्रग" के रूप में भी जाना जाता है।
- **कैप्टागन के बारे में:** कैप्टागन में मुख्य रूप से फेनेथाइलिन (Fenetylline) और एम्फैटेमिन (Amphetamine) शामिल हैं, जिन्हें एनडीपीएस (NDPS) अधिनियम, 1985 के तहत साइकोट्रोपिक पदार्थों के रूप में वर्गीकृत किया गया है।
- **वैश्विक चिंता:** कैप्टागन का दुरुपयोग खाड़ी और पश्चिम एशिया, विशेष रूप से सऊदी अरब और पड़ोसी देशों में एक प्रमुख कानून-प्रवर्तन और सार्वजनिक स्वास्थ्य समस्या है।
- **नागरिक रिपोर्टिंग तंत्र:** एनसीबी ने नागरिकों से मानस (MANAS) हेल्पलाइन (1933) के माध्यम से नशीले पदार्थों से संबंधित जानकारी की रिपोर्ट करने का आग्रह किया।

इबोला वायरस रोग (EVD)

सामान्य अध्ययन पेपर 3: एस एंड टी

संदर्भ

विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) ने कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य और युगांडा में इबोला के प्रकोप को 'अंतर्राष्ट्रीय चिंता का सार्वजनिक स्वास्थ्य आपातकाल' (PHEIC) घोषित किया।

इबोला वायरस रोग (EVD) के बारे में

- **प्रकृति:** इबोला एक गंभीर जूनोटिक वायरल बीमारी है जो उच्च मृत्यु दर के साथ रक्तस्रावी बुखार (haemorrhagic fever) का कारण बनती है।
- **कारण:** ऑर्थोएबोलावायरस (Orthoebolavirus) जीनस के वायरस। प्रमुख उपभेदों में इबोला वायरस, सूडान वायरस और बुंडिबुग्यो (Bundibugyo) वायरस शामिल हैं।
 - वर्तमान प्रकोप बुंडिबुग्यो स्ट्रेन के कारण है, जिसे पहली बार 2007 में युगांडा में पहचाना गया था।
- **वर्तमान प्रकोप अलग क्यों है:** ज़ैरे (Zaire) स्ट्रेन के विपरीत, बुंडिबुग्यो स्ट्रेन के लिए वर्तमान में कोई स्वीकृत टीका या लक्षित चिकित्सीय उपचार नहीं है।
 - मौजूदा टीकों में एर्वेबो (Ervebo) और ज़ब्डेनो-म्वेबिया (Zabdeno-Mvabea) शामिल हैं, जो मुख्य रूप से ज़ैरे स्ट्रेन के खिलाफ प्रभावी हैं।
- **प्राकृतिक भंडार:** फल चमगादड़ों को इबोला वायरस का प्राथमिक प्राकृतिक भंडार माना जाता है।
- **पशु मेजबान:** संक्रमित चिंपेंजी, गोरिल्ला, बंदरों, वन मृग और साही के माध्यम से फैल सकता है।
- **संचरण:** संक्रमित रक्त, शारीरिक तरल पदार्थ, अंगों या दूषित पदार्थों के सीधे संपर्क से फैलता है।
- **नैदानिक परीक्षण:** आरटी-पीसीआर, एलिसा (ELISA), एंटीजन-डिटेक्शन टेस्ट और सेल कल्चर के माध्यम से वायरस आइसोलेशन।

- **उपचार:** WHO ने mAb114 (Ansuvimab) और REGN-EB3 (Inmazeb) जैसी मोनोक्लोनल एंटीबॉडी थेरेपी की सिफारिश की है।
- **WHO वर्गीकरण:** WHO ने प्रकोप को PHEIC घोषित किया, लेकिन कोविड-19 की तरह महामारी आपातकाल नहीं।

रेल-आधारित औद्योगिक गलियारे

सामान्य अध्ययन पेपर 3: अर्थव्यवस्था, बुनियादी ढांचा

संदर्भ

भारत के डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर (DFCs) माल दुलाई के अर्थशास्त्र और औद्योगिक स्थान के निर्णयों को मौलिक रूप से बदल रहे हैं। पश्चिमी डीएफसी के पूरा होने के करीब पहुंचने के साथ, माल दुलाई गलियारों के किनारे आपूर्ति श्रृंखलाओं को स्थानांतरित करने वाली कंपनियों द्वारा संचालित वेयरहाउसिंग पट्टे 2025 में 72.5 मिलियन वर्ग फुट (+29% वर्ष-दर-वर्ष) के रिकॉर्ड स्तर पर पहुंच गए।

डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर (DFC) के बारे में

- **अवधारणा:** डीएफसी विशेष रेलवे लाइनें हैं जिन्हें पूरी तरह से माल दुलाई के लिए डिज़ाइन किया गया है, जो तेज़ पारगमन, भारी भार और कम रसद (logistics) लागत को सक्षम बनाती हैं।
- **पश्चिमी डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर:** यह उत्तर प्रदेश में दादरी को लगभग 1,500 किमी में जवाहरलाल नेहरू पोर्ट से जोड़ता है और परिचालन पूर्णता के करीब है।
- **पूर्वी डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर:** पूर्वी डीएफसी पंजाब के लुधियाना को पश्चिम बंगाल के दानकुनी से लगभग 1,839 किमी में जोड़ता है और इसे चरणबद्ध तरीके से चालू किया जा रहा है।
- **उच्च माल दुलाई गति:** डीएफसी पर मालगाड़ियाँ लगभग 100 किमी प्रति घंटे की गति से काम कर सकती हैं, जबकि पारंपरिक साझा रेलवे लाइनों पर यह गति लगभग 25 किमी प्रति घंटे है।
- **बढ़ी हुई वहन क्षमता:** डीएफसी डबल-स्टैक कंटेनर ट्रेनों का समर्थन करते हैं और पारंपरिक रेल गलियारों की तुलना में माल दुलाई क्षमता काफी अधिक है।
- **कार्यान्वयन एजेंसी:** इन गलियारों को रेल मंत्रालय के तहत 'डेडिकेटेड फ्रेट कोरीडोर कॉर्पोरेशन ऑफ़ इंडिया लिमिटेड' द्वारा विकसित किया जा रहा है।

डीएफसी-नेतृत्व वाले औद्योगिक गलियारों के लाभ

- **लागत दक्षता:** डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर (DFCs) माल दुलाई परिवहन लागत को घटाकर लगभग 1.96 रुपये प्रति टन-किमी कर देते हैं, जिससे वे लंबी दूरी के मार्गों के लिए सड़क परिवहन की तुलना में लगभग 40-50% सस्ते हो जाते हैं।
- **यात्री नेटवर्क की भीड़भाड़ कम करना:** यात्री लाइनों से माल यातायात को अलग करने से लगभग 75% अतिरिक्त रेल क्षमता मुक्त हो जाती है जो सुचारू यात्री संचालन को सक्षम बनाती है और देरी को कम करती है।

- **औद्योगिक स्थानांतरण:** डीएफसी कॉरिडोर वेयरहाउसिंग, लॉजिस्टिक्स पार्क और मैनुफैक्चरिंग क्लस्टर के विकास को गति दे रहे हैं, जिसमें वेयरहाउसिंग पट्टे 2025 में 72.5 मिलियन वर्ग फुट के रिकॉर्ड स्तर पर पहुंच गए हैं।
- **हब-एंड-स्पोक लॉजिस्टिक्स मॉडल:** उद्योग आपूर्ति श्रृंखला एकीकरण और परिचालन दक्षता में सुधार के लिए बिखरे हुए शहर के गोदामों से बड़े डीएफसी-लिंकड लॉजिस्टिक्स हब में स्थानांतरित हो रहे हैं।
- **निर्यात प्रतिस्पर्धात्मकता:** जवाहरलाल नेहरू पोर्ट और मुंद्रा पोर्ट जैसे बंदरगाहों तक तेज़ और सस्ती माल दुलाई से भारत की लॉजिस्टिक्स लागत को कम करने में मदद मिलती है और निर्यात प्रतिस्पर्धात्मकता मजबूत होती है।
- **रोजगार सृजन:** डीएफसी से जुड़े औद्योगिक गलियारे, जिनमें दिल्ली-मुंबई औद्योगिक गलियारा और अमृतसर-कोलकाता औद्योगिक गलियारा शामिल हैं, से विभिन्न क्षेत्रों में बड़े पैमाने पर रोजगार के अवसर पैदा होने की उम्मीद है।

पीएम गति शक्ति राष्ट्रीय मास्टर प्लान	
लॉन्च किया गया	अक्टूबर 2021 में पीएम मोदी द्वारा; शक्ति (power) और गति (speed) की अवधारणा के नाम पर
उद्देश्य	एक एकीकृत जीआईएस-आधारित (GIS) पोर्टल के माध्यम से एकीकृत मल्टी-मोडल बुनियादी ढांचा विकास -- सड़कें, रेलवे, वायुमार्ग, जलमार्ग, बंदरगाह, रसद, डिजिटल बुनियादी ढांचा
कवरेज	इसमें 16 मंत्रालय शामिल हैं; अलग-थलग योजना के कारण होने वाली देरी को खत्म करने के लिए बुनियादी ढांचा परियोजनाओं पर वास्तविक समय डेटा प्रदान करता है
प्रमुख विशेषता	राष्ट्रीय मास्टर प्लान पोर्टल: एक ही मंच पर सभी बुनियादी ढांचा परियोजनाओं का जीआईएस मैपिंग; राज्य और केंद्रीय परियोजनाओं के अभिसरण को सक्षम बनाता है
डीएफसी कनेक्ट	पीएम गति शक्ति सीधे डीएफसी को औद्योगिक गलियारों (डीएमआईसी, एनआईसीडीसी) के साथ एकीकृत करती है; सड़क-रेल-बंदरगाह कनेक्टिविटी सुनिश्चित करता है
औद्योगिक गलियारे	दिल्ली-मुंबई आईसी, अमृतसर-कोलकाता आईसी, चेन्नई-बेंगलुरु आईसी, विशाखापत्तनम-चेन्नई आईसी, बेंगलुरु-मुंबई आईसी - सभी गति शक्ति ढांचे से जुड़े हुए हैं
महत्व	भारत की लॉजिस्टिक्स लागत को सकल घरेलू उत्पाद के ~14% से घटाकर 8% से कम करने का लक्ष्य - निर्यात प्रतिस्पर्धात्मकता में सुधार; मेक इन इंडिया और पीएलआई योजनाओं से सीधे जुड़ा हुआ है

मुख्य परीक्षा

भारत की नवीकरणीय ऊर्जा में वृद्धि

सामान्य अध्ययन पेपर 3: ऊर्जा/पर्यावरण

संदर्भ

चूंकि भारत का लक्ष्य 2030 तक 500 गीगावाट (GW) नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता प्राप्त करना है, इसलिए विश्वसनीय और स्थिर बिजली आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए ऊर्जा भंडारण महत्वपूर्ण हो गया है।

ऊर्जा भंडारण के बारे में

- **ऊर्जा भंडारण का अर्थ:** ऊर्जा भंडारण से तात्पर्य उन प्रौद्योगिकियों और प्रणालियों से है जो अतिरिक्त उत्पादन की अवधि के दौरान अधिशेष बिजली को संग्रहीत करती हैं और जब बिजली की मांग आपूर्ति से अधिक हो जाती है तो इसे जारी करती हैं।
- **विश्वसनीय नवीकरणीय ऊर्जा को सक्षम बनाना:** ऊर्जा भंडारण बिजली उत्पादन के समय को उसकी खपत से अलग करता है, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत 'प्रेषण योग्य विद्युत' (dispatchable power) की तरह अधिक मजबूती से कार्य कर पाते हैं।
- **भंडारण प्रणालियों का महत्व:** ऊर्जा भंडारण के बिना, अतिरिक्त नवीकरणीय ऊर्जा कटौती (curtailment) के माध्यम से बर्बाद हो जाती है, कम उत्पादन की अवधि के दौरान ग्रिड स्थिरता प्रभावित होती है, और कोयला-आधारित बेसलोड पावर पर निर्भरता बनी रहती है।

ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों के प्रकार

प्रौद्योगिकी	कार्यप्रणाली और भारत की स्थिति
पम्पड हाइड्रो स्टोरेज (PHS)	अधिशेष बिजली का उपयोग करके पानी को निचले जलाशय से ऊपरी जलाशय में पंप करता है; मांग पर टर्बाइनों के माध्यम से पानी छोड़ता है। भारत की प्रमुख भंडारण प्रौद्योगिकी: 94 गीगावाट स्थापित; 2036 तक ~124 गीगावाट तक बढ़ने की आवश्यकता है।
बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS)	लिथियम-आयन (Li-ion) बैटरी अधिशेष बिजली संग्रहीत करती हैं; मांग पर डिस्चार्ज करती हैं। त्वरित प्रतिक्रिया (मिलीसेकंड)। भारत में 2030 तक आवश्यक 41 गीगावाट की तुलना में केवल ~0.27 गीगावाट स्थापित है -- जो कि सबसे महत्वपूर्ण अंतर (गैप) है।
संपीड़ित वायु ऊर्जा भंडारण (CAES)	भूमिगत गुफाओं में संपीड़ित वायु के रूप में अतिरिक्त बिजली संग्रहीत करता है; टर्बाइनों के माध्यम से जारी किया जाता है। भारत में प्रारंभिक चरण में है।
फ्लाइंग व्हील्स (Flywheels)	घूर्णी गतिज ऊर्जा (rotational kinetic energy) के रूप में ऊर्जा संग्रहीत करता है; त्वरित,

	अल्पकालिक ग्रिड स्थिरता प्रदान करता है। आवृत्ति विनियमन (frequency regulation) के लिए उपयोग किया जाता है।
संकेंद्रित सौर (CSES)	पिघला हुआ नमक (Molten salt) सौर ऊष्मा ऊर्जा को संग्रहीत करता है; सूर्यास्त के बाद संग्रहीत ऊष्मा पर टर्बाइन चलते हैं। भारत में पायलट चरण में है; राजस्थान इसके लिए आदर्श है।
गुरुत्वाकर्षण भंडारण (Gravity Storage)	अधिशेष बिजली द्वारा उठाए गए भारी द्रव्यमान (masses) का उपयोग करता है; बिजली उत्पन्न करने के लिए नीचे किया जाता है। विश्व स्तर पर प्रारंभिक व्यावसायिक चरण में है।

भारत का भंडारण अंतराल (GAP)

- **सीमित बैटरी भंडारण क्षमता:** 2025 में लगभग 220 गीगावाट स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता होने के बावजूद, भारत की बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS) क्षमता केवल 0.27 गीगावाट के आसपास अत्यंत कम है।
- **भविष्य की बढ़ती भंडारण आवश्यकता:** केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण (CEA) का अनुमान है कि विश्वसनीय नवीकरणीय एकीकरण के लिए भारत को 2036 तक 41 GW/160 GWh BESS और 124 GW पम्पड हाइड्रो स्टोरेज की आवश्यकता होगी।
- **चीनी आयात पर निर्भरता:** भारत अपने लिथियम-आयन बैटरी सेल का लगभग 75-80% चीन से आयात करता है, जो ऊर्जा संक्रमण में रणनीतिक और आर्थिक सुभेद्यता (vulnerabilities) पैदा करता है।
- **उभरती 'डक कर्व' चुनौती:** ग्रिड ऑपरेटर्स को तेजी से 'डक कर्व' (duck curve) की समस्या का सामना करना पड़ रहा है, जहां दोपहर के दौरान अतिरिक्त सौर उत्पादन के बाद सूर्यास्त के बाद बिजली की मांग में तेज वृद्धि होती है।

संबद्ध चुनौतियाँ

- **BESS की उच्च लागत:** बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ अभी भी महंगी हैं, जिनकी स्थापना लागत लगभग 3-4 करोड़ रुपये प्रति मेगावाट-घंटा (MWh) है और आयातित लिथियम-आयन सेल पर भारी निर्भरता है।
- **आपूर्ति श्रृंखलाओं में चीनी प्रभुत्व:** चीन वैश्विक लिथियम-आयन बैटरी निर्माण और प्रमुख खनिज प्रसंस्करण के लगभग 70% हिस्से को नियंत्रित करता है, जबकि भारत के पास सीमित घरेलू शोधन और प्रसंस्करण क्षमता है।
- **पम्पड हाइड्रो परियोजनाओं में बाधाएं:** अधिकांश उपयुक्त पम्पड हाइड्रो स्थल पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील क्षेत्रों जैसे हिमालय और पश्चिमी घाट में स्थित हैं, जिससे लंबी निर्माण अवधि (gestation periods) के साथ-साथ पर्यावरणीय और सामाजिक चिंताएं पैदा होती हैं।
- **डिस्कॉम (DISCOMs) की कमजोर वित्तीय स्थिति:** राज्य डिस्कॉम को लगातार 6 लाख करोड़ रुपये से अधिक के संचयी नुकसान का सामना करना पड़ रहा है, जो भंडारण और ग्रिड आधुनिकीकरण में निवेश करने की उनकी क्षमता को सीमित करता है।

- **नीतिगत और विनियामक कमियां:** भारत में अनिवार्य भंडारण खरीद ढांचे (procurement framework) का अभाव है, जिसके परिणामस्वरूप BESS की खंडित तैनाती होती है और दीर्घकालिक निवेश संकेत कमजोर होते हैं।

आगे की राह

- **राष्ट्रीय बैटरी भंडारण नीति:** भारत को बड़ी नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं के साथ भंडारण एकीकरण को अनिवार्य करना चाहिए और एक पूर्वानुमानित दीर्घकालिक खरीद पाइपलाइन स्थापित करनी चाहिए।
- **एसीसी (ACC) विनिर्माण का विस्तार:** 2030 तक सालाना 50 गीगावाट-घंटे (GWh) की घरेलू बैटरी विनिर्माण क्षमता प्राप्त करने के लिए 'उन्नत रसायन सेल' (Advanced Chemistry Cells) के लिए 'उत्पादन-लिंकड प्रोत्साहन योजना' (PLI) को गति दी जानी चाहिए।
- **महत्वपूर्ण खनिज स्रोतों में विविधता लाना:** भारत को ऑस्ट्रेलिया, चिली, अर्जेंटीना और कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य जैसे लिथियम-समृद्ध देशों के साथ साझेदारी मजबूत करनी चाहिए, साथ ही 'खनिज बिदेश इंडिया लिमिटेड' (KABIL) की भूमिका का विस्तार करना चाहिए।
- **पम्ड हाइड्रो परियोजनाओं को फास्ट-ट्रैक करना:** एक समर्पित अनुमोदन तंत्र द्वारा पर्यावरणीय मंजूरी में तेजी लानी चाहिए और पहाड़ी राज्यों में समुदाय-संबद्ध पम्ड स्टोरेज परियोजनाओं को बढ़ावा देना चाहिए।
- **डिस्कॉम में सुधार:** डिस्कॉम के वित्त में सुधार करने और भंडारण बुनियादी ढांचे में निजी निवेश को आकर्षित करने के लिए 'पुनरोद्धार वितरण क्षेत्र योजना' (Revamped Distribution Sector Scheme) जैसी योजनाओं को पूरी तरह से लागू किया जाना चाहिए।
- **हरित हाइड्रोजन भंडारण को बढ़ावा देना:** दीर्घकालिक ऊर्जा आवश्यकताओं के लिए बैटरी भंडारण को पूरक बनाने हेतु, भारत को अधिशेष नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग करके हरित हाइड्रोजन उत्पादन का विस्तार करना चाहिए।