WEEKLY FOCUS #78

भारत में अनुसंधान एवं विकास परिवेश:

संवृद्धि के लिए नवाचार का प्रयोग

> ***अनुसंधान और कुछ नहीं है बल्कि यह ज्ञान के साथ एक छद्म मुलाकात है? – विल हार्वे***

परिचय

वर्तमान समय में विश्व कोविड–19 की भयावह महामारी से जूझ रहा है। इसके कारण नवाचार की भूमिका फिर से महत्वपूर्ण हो गई है। इस महामारी से निपटने हेतु स्वास्थ्य क्षेत्र में अत्यधिक अनुसंधान एवं विकास (Reasearch and Development: R&D) किया गया है। इनमें अभूतपूर्व गति से कोविड–19 टीकों का विकास, चिकित्सकीय परीक्षण और विनिर्माण शामिल है। इसी प्रकार, R&D द्वारा समर्थित सक्षम प्रौद्योगिकी के विकास ने विश्व भर में स्वास्थ्य, परिवहन, संचार, ऊर्जा और विनिर्माण उद्योगों को परिवर्तित कर दिया है।

R&D विश्व स्तर पर सामाजिक–आर्थिक विकास के प्रमुख प्रेरकों में से एक के रूप में उभरा है। इसलिए यह भारत की आकांक्षाओं और लक्ष्यों को प्राप्त करने में प्रमुख भूमिका निभाएगा। ऐसे में सबसे पहले यह समझना ज़रूरी है कि R&D में क्या शामिल होता है और भारत की संधारणीय प्रगति के लिए एक मजबूत R&D परिवेश क्यों महत्वपूर्ण है? भारत में R&D परिवेश को बढ़ावा देने के लिए क्या उपाय किए गए हैं? भारत ने R&D के क्षेत्र में कितनी प्रगति की है? R&D क्षेत्र में अपनी विकास क्षमता को साकार करने में भारत के समक्ष मौजूदा बाधाएं क्या हैं? भारत को R&D का वैश्विक केंद्र बनाने के लिए और क्या किया जा सकता है?

अनुसंधान एवं विकास (R&D) में क्या शामिल होता है और भारत की संधारणीय प्रगति के लिए एक मजबूत R&D परिवेश क्यों महत्वपूर्ण है?

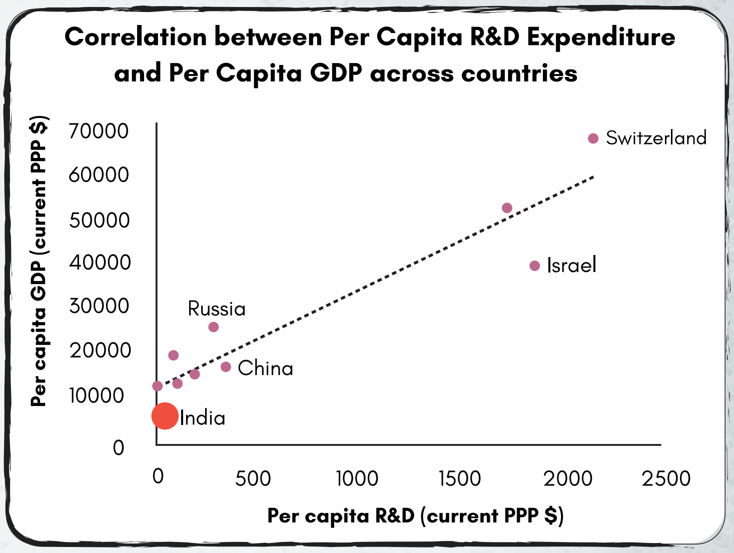
ज्ञान के भंडार को बढ़ाने हेतु किए गए किसी भी व्यवस्थित और रचनात्मक कार्य तथा नए अनुप्रयोगों के विकास हेतु इस ज्ञान के उपयोग को अनुसंधान एवं विकास (R&D) कहा जा सकता है। R&D गतिविधियों में अनुसंधान की एक या एक से अधिक श्रेणियां शामिल होती हैं, जैसे–

आधारभूत अनुसंधान	इसमें प्राथमिक रूप से किए जाने वाले प्रायोगिक या सैद्धांतिक कार्य शामिल होते हैं। ये प्रायोगिक या सैद्धांतिक कार्य विभिन्न घटनाओं और प्रेक्षण योग्य तथ्यों के आधार के बारे में **नया ज्ञान प्राप्त करने के लिए** किए जाते हैं। ये कार्य मुख्य रूप से किसी विशेष अनुप्रयोग या उपयोग के बिना किए जाते हैं। ▫ उदाहरण के लिए– शुद्ध गणित में किया जाने वाला शोध, जो खोजपूर्ण, वर्णनात्मक या व्याख्यात्मक शोध का रूप ले सकता है।
प्रायोगिक अनुसंधान	यह मोटे तौर पर आधारभूत अनुसंधान के समान ही होता है। फिर भी, यह किसी **विशिष्ट प्रायोगिक लक्ष्य या उद्देश्य को ध्यान में रखकर किया जाता है।** इस पद्धति का प्रयोग व्यवसाय से लेकर चिकित्सा, शिक्षा और उससे आगे के विविध क्षेत्रों में किया जाता है।
विकासात्मक अनुसंधान	अनुसंधान की अन्य दो श्रेणियां नए ज्ञान की प्राप्ति पर केंद्रित होती हैं। इनके विपरीत विकासात्मक अनुसंधान के तहत मौजूदा ज्ञान को निम्नलिखित के लिए इस्तेमाल किया जाता है– ▫ नई वस्तुओं, उत्पादों या उपकरणों का उत्पादन, ▫ नई प्रक्रियाओं, प्रणालियों और सेवाओं की स्थापना, अथवा ▫ मौजूदा प्रणालियों को पर्याप्त रूप से बेहतर बनाना।

भारत की राष्ट्रीय संवृद्धि हेतु अनुसंधान एवं विकास (R&D) का महत्व

- **सतत आर्थिक संवृद्धि प्राप्त करना: R&D** विश्व के विकसित देशों में आर्थिक संवृद्धि का एक प्रमुख निर्धारक तत्व रहा है। R&D निम्नलिखित के द्वारा **दीर्घकालिक आर्थिक संवृद्धि** को सुगम बनाता है:
  - औद्योगिक परिवर्तन लाकर,
  - उत्पादकता में वृद्धि करके,
  - बाजारों का विस्तार करके,
  - रोजगार सृजन करके, तथा
  - धन और पूंजी उत्पन्न करके।
- R&D द्वारा सृजित बौद्धिक संपदा भी कॉपीराइट और पेटेंट के रूप में अर्थव्यवस्था के राजस्व में योगदान करती है।
  - **ज्ञान आधारित अर्थव्यवस्था का सृजन करना:** भारत विश्व की सबसे बड़ी अर्थव्यवस्थाओं में से एक के रूप में उभर रहा है। ऐसे में भारत को धीरे–धीरे ज्ञान के शुद्ध उपभोक्ता से शुद्ध उत्पादक बनने की ओर बढ़ना चाहिए। R&D द्वारा समर्थित नवाचार सकारात्मक ज्ञान के प्रसार को बढ़ावा देता है। साथ ही, यह भविष्य के तकनीकी परिवर्तनों और अन्य नवाचार गतिविधियों को प्रोत्साहित करता है।

- **सतत संवृद्धि के लिए सामाजिक–आर्थिक चुनौतियों का समाधान करना:** विकासशील देशों में, नवाचार न केवल आर्थिक संवृद्धि से संबंधित है बल्कि यह गरीबी उन्मूलन, असमानता में कमी, सामाजिक गतिशीलता में वृद्धि और जीवन स्तर में सुधार से भी संबंधित है।
  - R&D और नवाचार विकास संबंधी महत्वपूर्ण चुनौतियों के समाधान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन चुनौतियों में स्वच्छ पेयजल तक पहुंच प्रदान करना, निम्न लागत वाले नवीकरणीय ऊर्जा समाधान खोजना, उपेक्षित रोगों का उन्मूलन करना, भुखमरी को कम करना आदि शामिल हैं।
- **भारत की सुरक्षा के लिए:** R&D के माध्यम से जलवायु परिवर्तन से लेकर वैश्विक मंदी तक की **कई अनिश्चितताओं को दूर करने हेतु आवश्यक लचीलापन विकसित किया जा सकता है।** इस प्रकार, यह देश की जनसंख्या की सुरक्षा सुनिश्चित करने में सहायता करता है। साथ ही, यह साइबर युद्ध से लेकर ड्रोन जैसी स्वायत्त सैन्य प्रणालियों से उत्पन्न **राष्ट्रीय सुरक्षा चुनौतियों** से संबंधित अनिश्चितताओं को दूर करता है। इस प्रकार यह राष्ट्रीय सुरक्षा में सहायता करता है।



- **उभरते क्षेत्रों में भविष्य की तैयारी को सुगम बनाना:** तेजी से बदलते और नवोन्मेषी वैश्विक प्रौद्योगिकी परिदृश्य के साथ तालमेल स्थापित करने के लिए R&D महत्वपूर्ण है।
  - वर्तमान समय में, परिपक्व प्रौद्योगिकियां लगभग प्रत्येक उद्योग और सभी सामाजिक क्षेत्रों में प्रवेश कर चुकी हैं। इन परिपक्व प्रौद्योगिकियों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT), रोबोटिक्स, बिग डेटा एनालिसिस, प्रिसिजन मेडिसिन, जीनोमिक्स आदि सहित कई अन्य प्रौद्योगिकियां शामिल हैं।
- **विदेशी निवेश आकर्षित करना:** भारत में निवेश आकर्षित करने के लिए तकनीकी दक्षताओं तक पर्याप्त पहुंच महत्वपूर्ण कारकों में से एक है। इसके अतिरिक्त, यह महत्वाकांक्षी 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम के तहत विनिर्माण और उत्पादन संबंधी गतिविधियों के विस्तार हेतु भी एक महत्वपूर्ण कारक है।
- **आत्मनिर्भरता को बढ़ावा देना तथा व्यापार असंतुलन का समाधान करना:** आत्मनिर्भर भारत के सपने को साकार करने के लिए स्वदेशी प्रौद्योगिकियों का विकास महत्वपूर्ण है। साथ ही, यह भारत की व्यापार प्रोफाइल को मजबूत करने के लिए भी महत्वपूर्ण है। भारत की व्यापार प्रोफाइल उच्च–प्रौद्योगिकी (Hi-tech) क्षेत्रक में बढ़ते आयात और घटते निर्यात से काफी हद तक प्रभावित हुई है।
  - उदाहरण के लिए– स्टॉकहोम इंटरनेशनल पीस रिसर्च इंस्टीट्यूट (SIPRI) के अनुसार, वैश्विक हथियारों के आयात में भारत की हिस्सेदारी 11% है। R&D रक्षा क्षेत्र में आयात निर्भरता को कम करने में सहायता कर सकता है।

प्राचीन भारत में अनुसंधान एवं विकास की ऐतिहासिक परंपरा

एक छोटी सी वार्ता !

विनी: विनय! तुम्हारी दिल्ली की यात्रा कैसी रही?

विनय: यह बहुत अच्छी यात्रा थी विनी। मैं वहां सभी ऐतिहासिक स्थलों पर गया। तुम जानती हो कुतुब मीनार के परिसर में एक लौह स्तंभ है। उस स्तंभ का निर्माण करीब 1500 वर्ष पहले हुआ था, किंतु उसमें आज तक जंग नहीं लगा।

विनी: वाकई! इस उपलब्धि को प्राप्त करने के लिए भारत में उस समय धातु विज्ञान के क्षेत्र में कार्य करने वाले उत्कृष्ट वैज्ञानिक रहे होंगे।

विनय: भारत में न केवल धातु विज्ञान, बल्कि गणित, चिकित्सा और खगोल विज्ञान जैसे अन्य वैज्ञानिक क्षेत्रों में भी शोध किए जाने की एक लंबी परंपरा रही है। भारत में तक्षशिला और नालंदा जैसे विश्वविद्यालय विश्व स्तर पर ज्ञान के केंद्र के रूप में प्रसिद्ध रहे हैं।

विनी: यह दिलचस्प है! मैंने भारतीय गणितज्ञ बौधायन (800 ई. पू.) के बारे में भी पढ़ा है। उन्होंने पाई (π) के मान की गणना की थी। साथ ही, उन्होंने उस सूत्र की भी खोज की थी, जिसे आज पाइथागोरस प्रमेय कहा जाता है। क्या तुम प्राचीन भारत की ऐसी खोजों के बारे में और जानते हो?

विनय: हाँ। सुश्रुत संहिता में चिकित्सा के क्षेत्र में प्लास्टिक सर्जरी और मोतियाबिंद के इलाज का उल्लेख मिलता है। यह विश्व की चिकित्सा संबंधी प्राचीनतम पुस्तकों में से एक है। इसे छठी शताब्दी ई. पू. में सुश्रुत द्वारा लिखा गया था। उन्हें सामान्य रूप से 'भारतीय चिकित्सा का जनक' माना जाता है।

विनी: वाह! सच में प्राचीन भारत में वैज्ञानिक ज्ञान अत्यधिक उन्नत अवस्था में था।

भारत में अनुसंधान एवं विकास (R&D) परिवेश को बढ़ावा देने के लिए क्या उपाय किए गए हैं?

- **संस्थागत ढांचे का निर्माण करना:** स्वतंत्रता के बाद से, भारत ने विभिन्न क्षेत्रों में अनुसंधान एवं विकास की दिशा में कार्य कर रहे संस्थानों का एक विस्तृत नेटवर्क स्थापित किया है–
  - **सरकारी मंत्रालय, विभाग और एजेंसियां, जैसे–**
    - पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES),
    - विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (DST),
    - वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग (DSIR),
    - प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार का कार्यालय, प्रधान मंत्री विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार सलाहकार परिषद (PM-STIAC),
    - विज्ञान और इंजीनियरिंग अनुसंधान बोर्ड (SERB),
    - जैव प्रौद्योगिकी विभाग (DBT) आदि।

भारत की अनुसंधान परिषदें

भारत में समय–समय पर विभिन्न अनुसंधान परिषदों की स्थापना की गई है। साथ ही, उन्हें विविध क्षेत्रों में अत्याधुनिक अनुसंधान एवं विकासात्मक गतिविधि/ ज्ञान के आधार हेतु उत्तरदायी बनाया गया है। कुछ प्रमुख अनुसंधान परिषदों में निम्नलिखित शामिल हैं–

अंतरिक्ष	**भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन** (ISRO)
रक्षा	**रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन** (DRDO)
परमाणु ऊर्जा	**परमाणु ऊर्जा विभाग** (DAE)
औद्योगिक अनुसंधान	**वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद** (CSIR)
कृषि	**भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद** (ICAR)
चिकित्सा	**भारतीय आयुर्विज्ञान अनुसंधान परिषद** (ICMR)

  - **सार्वजनिक रूप से वित्त पोषित स्वायत्त/अर्ध–स्वायत्त संस्थान, अनुसंधान परिषदें और अनुसंधान केंद्र, जैसे–** भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, ISRO, CSIR, ICAR, BARC आदि।
  - **सार्वजनिक क्षेत्रक के उद्यम, जैसे–** जैव प्रौद्योगिकी उद्योग अनुसंधान सहायता परिषद (BIRAC)।
- **विनियामक प्रक्रियाओं को सुव्यवस्थित करना:**
  - **अनुसंधान प्रस्तावों के प्रसंस्करण में डिजिटल प्रौद्योगिकियों को नियोजित करना।** इसके तहत समीक्षा और अनुमोदन के प्रस्ताव की रसीद ऑनलाइन प्राप्त की जाती है। इनकी प्रोसेसिंग भी ऑनलाइन ही की जाती है। साथ ही, इसमें अनुसंधान संबंधी अनुदान का डिजिटल हस्तांतरण भी शामिल है।
  - **बौद्धिक संपदा अधिकार** (IPR) **व्यवस्था को सुदृढ़ करने हेतु**
    - **समर्पित निकाय–** आई.पी.आर संवर्धन और प्रबंधन प्रकोष्ठ (CIPAM) की स्थापना करना;
    - बौद्धिक संपदा अधिकारों के व्यापार संबंधी पहलू (TRIPS) का अनुपालन सुनिश्चित करना;
    - TRIPS को प्रोत्साहन प्रदान करना, जैसे– ऑनलाइन फाइलिंग पर 10% की छूट, स्टार्ट–अप, लघु स्तर की संस्थाओं और शैक्षणिक संस्थानों आदि के लिए शुल्क में 80% की रियायत प्रदान करना;
    - IPR संबंधी जागरूकता बढ़ाना आदि।
- **R&D में निजी निवेश की सुविधा प्रदान करना: यह निम्नलिखित उपायों के द्वारा किया गया है, जैसे–**
  - **वैज्ञानिक अनुसंधान के लिए राजकोषीय प्रोत्साहन प्रदान करना,** उदाहरणार्थ– R&D हेतु किए गए राजस्व व्यय पर 100% की छूट प्रदान की गई है।
  - लागू करने योग्य कानूनों/विनियमों, सुरक्षा और अन्य शर्तों के अधीन R&D क्षेत्र में स्वचालित मार्ग **से 100% FDI की अनुमति प्रदान की गई है।**
  - **कॉर्पोरेट सामाजिक उत्तरदायित्व** (CSR) के प्रावधान के तहत कॉर्पोरेट सेक्टर को R&D में निवेश करने की अनुमति प्रदान की गई है।
- **स्टार्ट अप और उद्यमिता के सहायता से अनुसंधान एवं नवाचार को बढ़ावा देना:** सरकार द्वारा स्टार्ट–अप इंडिया, नवाचारों के विकास और दोहन के लिए राष्ट्रीय पहल (NIDHI), अटल इनोवेशन मिशन की अटल टिंकरिंग लैब्स और अटल इनक्यूबेशन सेंटर, रक्षा उत्कृष्टता के लिए नवाचार (iDEX) आदि जैसी अनेक योजनाएं प्रारंभ की गई हैं। इन योजनाओं का मुख्य उद्देश्य नवोन्मेषी विचारों को बढ़ावा देना, उनकी सहायता करना और उन्हें व्यावसायिक अनुसंधान एवं विकास उपक्रमों में सफलतापूर्वक रूपांतरित करना है।
- **शोधकर्ताओं को ढांचागत समर्थन प्रदान करना: इसके लिए निम्नलिखित योजनाएं प्रारंभ की गई हैं:**
  - परिष्कृत विश्लेषणात्मक और तकनीकी सहायता संस्थान (SATHI),
  - परिष्कृत विश्लेषणात्मक उपकरण सुविधा (SAIF),
  - विश्वविद्यालयों और उच्च शैक्षणिक संस्थानों में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के बुनियादी ढांचे में सुधार हेतु कोष (FIST),
  - भारतीय विज्ञान प्रौद्योगिकी और इंजीनियरिंग सुविधाएं, मानचित्र (I-STEM)।
- **महिला शोधकर्ताओं की भागीदारी को बढ़ाना:** सरकार द्वारा KIRAN (Knowledge Involvement in Research Advancement Through Nurturing), SERB-POWER (अन्वेषी अनुसंधान में महिलाओं के लिए अवसरों को बढ़ावा देना) आदि जैसी योजनाएं प्रारंभ की गई हैं। इन योजनाओं का उद्देश्य भारतीय शैक्षणिक संस्थानों और R&D प्रयोगशालाओं में विज्ञान और इंजीनियरिंग अनुसंधान निधि में लैंगिक असमानता को कम करना है।
- **निम्नलिखित पहलों की सहायता से ब्रेन ड्रेन को ब्रेन गेन में बदलना:**
  - **'वज्र (VAJRA)':** इस पहल का उद्देश्य अनिवासी भारतीयों (NRIs) सहित वैश्विक विज्ञान और वैज्ञानिकों को भारत में लाना है।
  - **राष्ट्रीय पोस्ट–डॉक्टरल फैलोशिप कार्यक्रम:** इस कार्यक्रम का उद्देश्य PhD प्राप्तकर्ताओं को भारत में रुकने हेतु प्रोत्साहित करना है।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भारत के विकास को प्रेरित करने वाली विज्ञान–नीतियां

वैज्ञानिक नीति संकल्प–1958	• विज्ञान के लगभग हर क्षेत्र में बुनियादी अनुसंधान पर काफी जोर दिया गया। • DRDO (1958), विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (1971), अंतरिक्ष विभाग (1972) आदि जैसे संगठन स्थापित करने के लिए आवश्यक निर्देश प्रदान किए गए।
विज्ञान और प्रौद्योगिकी नीति वक्तव्य– 1983	• मुख्य रूप से **तकनीकी क्षमता और आत्मनिर्भरता** प्राप्त करने पर ध्यान केंद्रित किया गया। • भारतीय उद्योगों को वित्तीय सहायता प्रदान करने के लिए **प्रौद्योगिकी विकास कोष (TDB) की स्थापना की गई।** • उभरती प्रौद्योगिकियों के निरंतर और व्यवस्थित पूर्वानुमान और आकलन के अध्ययन के लिए **प्रौद्योगिकी सूचना पूर्वानुमान और आकलन परिषद (Technology Information Forecasting and Assessment Council: TIFAC)** की स्थापना की गई।
विज्ञान और प्रौद्योगिकी नीति – 2003	• इसके तहत अनुसंधान एवं विकास के लिए आवश्यक निवेश; उद्योग और अनुसंधान संस्थानों के बीच सहयोग को बढ़ाने; तथा आविष्कारकों के संरक्षण व प्रोत्साहन के लिए बौद्धिक अधिकार व्यवस्था की स्थापना पर ध्यान दिया गया। • अनुसंधान और विकास पर खर्च GDP के 0.7% के बराबर हो गया। हालांकि, यह निर्धारित लक्ष्य (GDP का 2%) से काफी कम रहा। • विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार राष्ट्रीय विकास के प्रमुख चालक बन गए। PhD छात्रों की संख्या तथा अनुसंधान और नवाचार संबंधी पेटेंट फाइलिंग में भी काफी वृद्धि हुई।
विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति–2013	• अनुसंधान एवं विकास में निजी क्षेत्र की भागीदारी बढ़ाने के लिए एक मजबूत तंत्र बनाने पर जोर दिया गया। • भारत ने **मेक इन इंडिया, अटल इनोवेशन मिशन (AIM)**, **स्टार्ट–अप इंडिया, स्टैंड–अप इंडिया, स्टार्ट–अप के लिए फंड ऑफ फंड्स (FFS) जैसी प्रमुख पहलों के अलावा पेटेंट बॉक्स, रेगुलेटरी सैंडबॉक्स** आदि की शुरुआत करके अपने प्रयासों को सुव्यवस्थित किया। • भारत ने लेजर इंटरफेरोमीटर ग्रेविटेशनल वेव ऑब्जर्वेटरी (LIGO), लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर (LHC-CERN), इंटरनेशनल थर्मोन्यूक्लियर एक्सपेरिमेंटल रिएक्टर (ITER) आदि सहित वैश्विक और विज्ञान आधारित बड़ी परियोजनाओं में अपनी भागीदारी बढ़ाई है।

- **नीतिगत ढांचा:** वर्तमान में, सरकार अपनी **5वीं विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति, 2020** का मसौदा तैयार कर रही है। इस नीति का उद्देश्य व्यापक सामाजिक–आर्थिक कल्याण हेतु प्राथमिकताओं, क्षेत्रीय फोकस, शोध की विधियों तथा अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी विकास के लिए रणनीति तैयार करना है। यह रणनीति विकेन्द्रीकृत, ऊर्ध्वगामी (बॉटम–अप) और समावेशी डिजाइन प्रक्रिया के माध्यम से तैयार की जाएगी।
  - इसके अतिरिक्त, वित्त वर्ष 2021–22 के केंद्रीय बजट में **राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 2020** के अंतर्गत **राष्ट्रीय अनुसंधान फाउंडेशन** के लिए पांच वर्षों में **50,000 करोड़ रुपये** के परिव्यय का प्रस्ताव किया गया था। राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 2020 के तहत राष्ट्रीय अनुसंधान फाउंडेशन की परिकल्पना की गई थी। इसकी परिकल्पना हमारे विश्वविद्यालयों के माध्यम से अनुसंधान की संस्कृति का प्रसार करने में सक्षम बनाने के लिए की गई थी।
- प्रधान मंत्री रिसर्च फेलोशिप (PMRF) योजना, अनुसंधान के लिए विज्ञान खोज में नवाचार (INSPIRE) आदि जैसी योजनाओं का उद्देश्य **छात्रवृत्ति/ अनुदान/ फैलोशिप के माध्यम से युवाओं को अनुसंधान के लिए आकर्षित करना है।**
- उभरते क्षेत्रों में R&D संबंधी प्रयासों को निर्देशित करने के लिए समर्पित प्रौद्योगिकीय अभियान आरंभ किए गए हैं। उदाहरण के लिए–
  - राष्ट्रीय सुपरकंप्यूटिंग मिशन,
  - क्वांटम प्रौद्योगिकी एवं अनुप्रयोग पर राष्ट्रीय मिशन,
  - नेशनल मिशन फॉर डीप ओशन एक्सप्लोरेशन (DOE),
  - नेशनल मिशन फॉर बायोसाइंस फॉर ह्यूमन हेल्थ,
  - नेशनल मिशन फॉर आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस आदि।
- **अंतर्राष्ट्रीय सहयोग:** भारत R&D के क्षेत्र में फ्रांस, अमेरिका, इजराइल और जर्मनी जैसे कई देशों के साथ द्विपक्षीय सहयोग में शामिल है। इसके अतिरिक्त, भारत विभिन्न अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रमों, जैसे– अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन, मिशन नवाचार, अंतर्राष्ट्रीय एड्स वैक्सीन पहल आदि में भागीदारी कर रहा है।

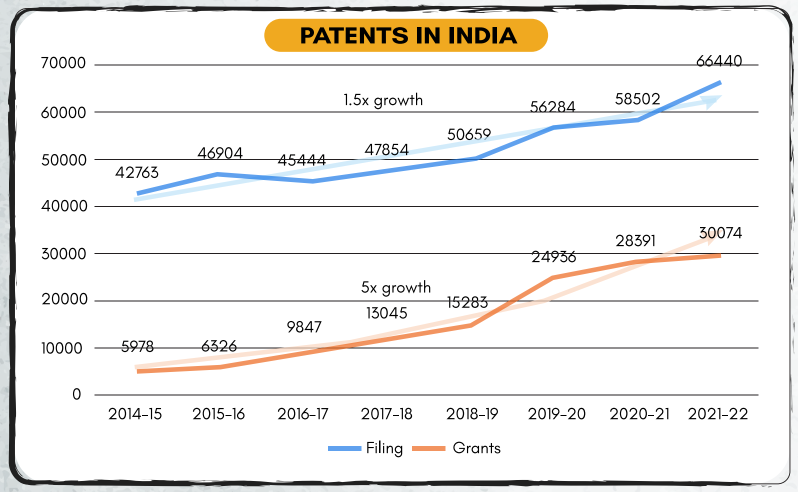
- अन्य प्रमुख योजनाएं:
  - **मंथन मंच:** इसका उद्देश्य उद्योग और अनुसंधान संस्थानों के बीच सहयोग बढ़ाना है। यह देश में प्रौद्योगिकी आधारित सामाजिक प्रभाव वाले नवाचारों और समाधानों का कार्यान्वयन करेगा।
  - **अग्नि (AGNI) योजना:** इस योजना का उद्देश्य देश में नवाचार परिवेश को बढ़ावा देने हेतु राष्ट्रीय प्रयासों का समर्थन करना है। यह योजना उद्योग, व्यक्तियों और जमीनी स्तर पर नवोन्मेषकों को बाजार से जोड़कर, उनका व्यवसायीकरण करने में सहायता प्रदान करेगी।
  - **इंपैक्टिंग रिसर्च इनोवेशन एंड टेक्नोलॉजी (IMPRINT) कार्यक्रम:** इसका उद्देश्य इंजीनियरिंग, प्रौद्योगिकी और आत्मनिर्भरता के क्षेत्र में सामाजिक रूप से सबसे प्रासंगिक चुनौतियों का समाधान करना है। इन चुनौतियों का समाधान अनुसंधान संबंधी ज्ञान को व्यवहार्य प्रौद्योगिकी उत्पादों और प्रक्रियाओं में परिवर्तित करके किया जाएगा।

भारत ने अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में कितनी प्रगति की है?

- **विश्व बौद्धिक संपदा संगठन (WIPO) द्वारा जारी वैश्विक नवाचार सूचकांक (GII)** 2021 में भारत के प्रदर्शन से स्पष्ट होता है कि इसने हाल के दशकों में R&D के क्षेत्र में काफी प्रगति की है। इस सूचकांक में भारत 132 अर्थव्यवस्थाओं में 46वें स्थान पर है। यह वर्ष 2015–16 में 81वें स्थान की तुलना में सुधार को दर्शाता है।
  - भारत का नवाचार परिवेश 34 निम्न–मध्यम आय वाली अर्थव्यवस्थाओं में दूसरे स्थान पर तथा 10 मध्य और दक्षिण एशियाई अर्थव्यवस्थाओं में प्रथम स्थान पर है।
- इसके अतिरिक्त, भारत के R&D क्षेत्रक के विकास की ओर संकेत करते हुए कई सकारात्मक रुझान भी दिखाई देते हैं–
  - **R&D परिव्यय:** भारत के R&D पर सकल परिव्यय (GERD) में वर्ष 2007–08 से 2017–18 के बीच लगभग तीन गुना की वृद्धि हुई है। साथ ही, प्रति व्यक्ति R&D व्यय में 1.5 गुना की वृद्धि हुई है।

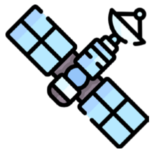
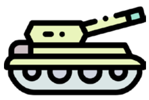
भारत का अन्य मापदंडों पर वैश्विक प्रदर्शन

3RD	3RD	9TH
विज्ञान और इंजीनियरिंग में प्रदान की गई PhDs की उपाधियों की संख्या के मामले में भारत का संयुक्त राज्य अमेरिका और चीन के बाद तीसरा स्थान है।	संयुक्त राज्य अमेरिका के नेशनल साइंस फाउंडेशन डेटाबेस पर आधारित **प्रकाशनों की संख्या के मामले में भारत तीसरे स्थान** पर है। 2013 में भारत का 6वां स्थान था।	**विश्व में रेजिडेंट पेटेंट फाइलिंग गतिविधि में भारत 9वें स्थान** पर है। (WIPO की रिपोर्ट के अनुसार)
9TH	**5TH**	**3RD**
विश्व के प्रतिष्ठित और मान्यता प्राप्त SCI जर्नल में शोध पत्रों के प्रकाशनों की गुणवत्ता के मामले में भारत 9वें (2013 में 13वां) स्थान पर है।	**ट्रेडमार्क फाइलिंग गतिविधि में** जापान को पछाड़ते हुए भारत **5वां सबसे बड़ा कार्यालय बन गया है। (WIPO की रिपोर्ट के अनुसार)**	**स्टार्ट–अप परिवेश** में और यूनिकॉर्न कंपनियों की संख्या के मामले में भारत **तीसरे** स्थान पर है। **(भारतीय आर्थिक सर्वेक्षण, 2021–22)**



- पेटेंट
  - 7 वर्षों की अवधि में **पेटेंट दाखिल करने की संख्या में 50% से अधिक की वृद्धि हुई है।** इनकी संख्या वर्ष 2014–15 में 42763 थी, जो वर्ष 2021–22 में बढ़कर 66440 हो गई है।
  - **पेटेंट अनुदान में लगभग पांच गुना वृद्धि हुई है।** यह वर्ष 2014–15 में 5978 की तुलना में बढ़कर वर्ष 2021–22 में 30,074 हो गई है।
  - दिसंबर 2016 में विभिन्न प्रौद्योगिकीय क्षेत्रों के लिए **पेटेंट परीक्षण में लगने वाला समय** 72 माह था। वर्तमान में, यह घटकर 5–23 माह के स्तर पर आ गया है।
  - जनवरी–मार्च 2022 की तिमाही में भारतीय पेटेंट कार्यालय में **घरेलू पेटेंट फाइलिंग की संख्या अंतर्राष्ट्रीय पेटेंट फाइलिंग की संख्या को पार कर गई है। विगत 11 वर्षों में ऐसा पहली बार** हुआ है।
- **विदेशी निवेश:** भारत ने कैलेंडर वर्ष 2021 के दौरान R&D क्षेत्र में 343.64 मिलियन अमरीकी डॉलर का FDI इक्विटी अंतर्वाह आकर्षित किया था। यह पिछले कैलेंडर वर्ष 2020 (55.77 मिलियन अमरीकी डॉलर) की तुलना में 516% अधिक है।
- **शोधकर्ता:** वर्ष 2000 के बाद से प्रति 10 लाख की जनसंख्या पर शोधकर्ताओं की संख्या दोगुनी से अधिक हो गई है।

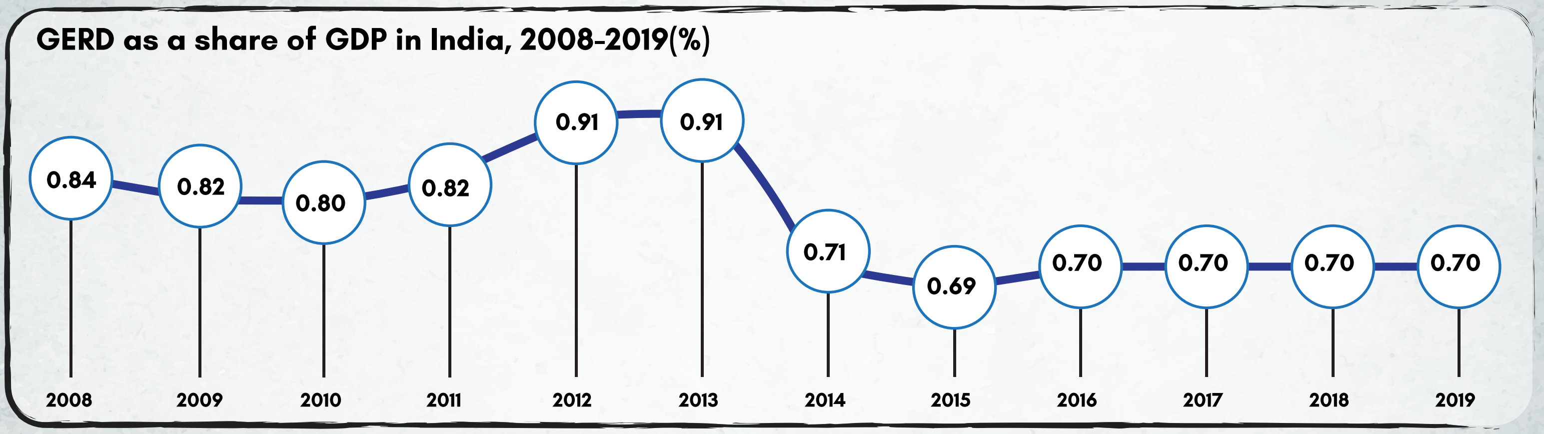
भारत के अनुसंधान एवं विकास (R&D) परिवेश की महत्वपूर्ण उपलब्धियां

क्षेत्रक	उल्लेखनीय उपलब्धियां
 अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी	◦ **मार्स ऑर्बिटर मिशन (MOM)** ने भारत को अपने पहले प्रयास में ही मंगल ग्रह की कक्षा में पहुंचने वाला विश्व का पहला देश बना दिया है। ◦ **स्वदेशी रूप से क्रायोजेनिक अपर स्टेज इंजन** का सफलतापूर्वक विकास किया गया है। ◦ चंद्रमा के लिए 2 मिशन **(चंद्रयान–1 और चंद्रयान–2)** लॉन्च किए गए हैं। ◦ **भारतीय नक्षत्र के साथ नेविगेशन (NavIC)** को सफलतापूर्वक स्थापित और परिचालित किया गया है। ◦ **पोलर सैटेलाइट लॉन्च व्हीकल (PSLV)** भारत के विश्वसनीय और बहुमुखी वर्कहॉर्स लॉन्च व्हीकल के रूप में उभरा है। इसे कई देशों द्वारा उपयोग किया जाता है। ◦ **सुपरसोनिक कॉम्बिनेशन रैमजेट (SCRAMJET)** इंजन, पुनः प्रयोज्य प्रक्षेपण यान–प्रौद्योगिकी आदि जैसी नई प्रौद्योगिकियों का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। ◦ **भविष्य के प्रयास:** मानव अंतरिक्ष उड़ान मिशन– गगनयान कार्यक्रम, सूर्य के अध्ययन हेतु आदित्य **L-1 (Aditya L-1)** मिशन, चंद्रमा पर 'सॉफ्ट लैंड' करने हेतु चंद्रमा के लिए तीसरा मिशन चंद्रयान–3
 चिकित्सा	◦ **वैश्विक आपूर्तिकर्ता:** वैश्विक बाजार में, भारत **जेनेरिक दवाओं का सबसे बड़ा आपूर्तिकर्ता है।** वैश्विक आपूर्ति में भारत की हिस्सेदारी 20% है। भारत वैश्विक वैक्सीन मांग की 60% आपूर्ति करता है। ◦ **स्वदेशी रूप से विकसित टीके:** रोटावायरस के उपचार हेतु रोटावैक (ROTAVAC), ह्यूमन पैपिलोमा वायरस (HPV) के उपचार हेतु CERVAVAC, कोरोना वायरस के उपचार हेतु COVAXIN आदि।
 रक्षा	◦ DRDO द्वारा रक्षा उपयोग के लिए विकसित प्रमुख उत्पाद हैं: **लाइट कॉम्बैट एयरक्राफ्ट (LCA) तेजस; एयरबोर्न अर्ली वार्निंग एंड कंट्रोल (AEW&C) प्रणाली; हथियार का पता लगाने वाला रडार (WLR) स्वाति; हाई स्पीड हैवी वेट शिप लॉन्च्ड टॉरपीडो (वरुणास्त्र); आकाश हथियार प्रणाली; अभय सोनार आदि।** ◦ **मिशन शक्ति** के साथ, भारत विश्व का चौथा ऐसा देश बन गया है जिसने स्वदेशी तकनीक पर आधारित उपग्रह–रोधी क्षमता का प्रदर्शन किया है। ◦ भारत **स्वदेशी बैलिस्टिक मिसाइल रक्षा कार्यक्रम** विकसित करने वाला विश्व का 5वां देश है।

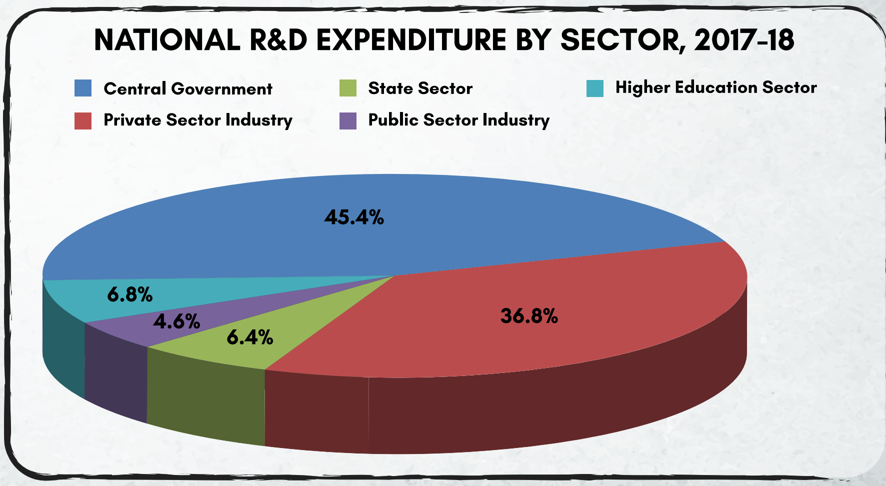
उल्लेखनीय प्रगति और कई उपलब्धियों के बावजूद, भारत का **R&D परिवेश** अभी भी प्रमुख वैश्विक अर्थव्यवस्थाओं से पीछे है। साथ ही, यह प्रमुख R&D के मानकों पर अपर्याप्त प्रदर्शन करता है। उदाहरण के लिए– भारतीय निवासी भारत में दायर किए गए पेटेंट में मात्र 36% का योगदान करते हैं, जबकि शीर्ष दस अर्थव्यवस्थाओं में यह औसत 62% है।

R&D क्षेत्र में अपनी विकास क्षमता को साकार करने में भारत के समक्ष मौजूदा बाधाएं क्या हैं?

- **वित्तीय बाधाएं: सकल घरेलू उत्पाद के प्रतिशत के रूप में R&D पर सकल परिव्यय (GERD) का कुल हिस्सा विगत कुछ वर्षों से GDP के लगभग 0.7% पर स्थिर बना हुआ है।** यह अमेरिका (2.8%), इजराइल (4.3%) और कोरिया (4.2%) जैसे प्रमुख देशों से काफी कम है। साथ ही, यह ब्रिक्स देशों– ब्राजील (1.3%), रूसी संघ (1.1%), चीन (2.1%) और दक्षिण अफ्रीका (0.8%) में भी सबसे कम है। इसके लिए निम्नलिखित कारक उत्तरदायी हैं–
  - अन्य सामाजिक–आर्थिक प्राथमिकताओं, जैसे– भुखमरी, गरीबी, रोग नियंत्रण, आदि के कारण **सरकारी कोष की वित्तीय सीमाएं।**
  - **R&D में निजी क्षेत्रक का अपर्याप्त निवेश:** अन्य उन्नत देशों में GERD का 70% से अधिक योगदान निजी क्षेत्रक द्वारा किया जाता है। इसके विपरीत भारत के GERD में निजी क्षेत्रक का योगदान 40% से भी कम है। ऐसा मुख्य रूप से R&D संबंधी गतिविधियों की उच्च जोखिम वाली प्रकृति के कारण है। ये पूंजी गहन होती हैं और इनके किसी भी प्रतिफल के लिए लंबी अवधि तक प्रतीक्षा करनी पड़ती है।



- **योग्य मानव संसाधन की कमी: वर्ष 2018 में भारत में प्रति 10 लाख निवासियों पर शोधकर्ताओं की संख्या 253 थी,** जबकि चीन में यह संख्या 1,225 थी। शोधकर्ता की गहनता/ संख्या की माप महत्वपूर्ण होती है। ऐसा इसलिए क्योंकि यह दायर किए गए पेटेंटों की संख्या, वैज्ञानिक जर्नल्स में योगदान और पंजीकृत औद्योगिक ट्रेडमार्कों का निर्धारण करती है। इसके लिए निम्नलिखित उत्तरदायी कारक हैं–
  - **भारत की शिक्षा प्रणाली में विद्यमान समस्याएं:**
    - **शोध के अवसर प्रदान करने वाले संस्थानों की कमी:** मात्र 2.7% कॉलेज ही Ph.D. कार्यक्रम संचालित करते हैं और 35.04% कॉलेज स्नातकोत्तर स्तर के कार्यक्रम संचालित करते हैं।
    - **अप्रचलित पाठ्यक्रम और अध्यापन:** ये भारत के छात्रों को नवाचार हेतु प्रेरित करने में अक्षम हैं।
    - शैक्षिक संस्थानों में व्यवस्थित निगरानी या **R&D संबंधी परियोजनाओं के मूल्यांकन का अभाव है।**
    - शोधकर्ताओं के लिए संस्थानों में **औपचारिक या अनौपचारिक मार्गदर्शन और करियर विकास संबंधी सहायता का अभाव है।**
    - **भारतीय राजकीय संस्थानों का नौकरशाहीकरण:** भारत में शिक्षा व्यवस्था अत्यधिक केंद्रीकृत है तथा अधिकांश संस्थानों को बहुत सीमित स्वायत्तता प्राप्त होती है। अत्यधिक सरकारी हस्तक्षेप वैज्ञानिक प्रगति में बाधा डालता है। साथ ही, यह पहले से ही संघर्षपूर्ण वातावरण को और अधिक हतोत्साहित करता है।
    - **अन्य बाधाएं:** विज्ञान प्रौद्योगिकी, इंजीनियरिंग और गणित (STEM) संबंधी विषयों में शिक्षा की गुणवत्ता में भिन्नता के कारण R&D में भारतीय स्नातकों की नियोजनीयता की स्थिति खराब है। साथ ही, योग्य कर्मचारियों की सीमित उपलब्धता और अत्याधुनिक अनुसंधान सुविधाओं तक सीमित पहुंच जैसी बाधाएं भी मौजूद हैं।



- सामाजिक–सांस्कृतिक मुद्दे:
  - **जोखिम उठाने से बचने वाला माहौल:** सफल अनुसंधान एवं विकास परिवेश के लिए जोखिम उठाना एक मूलभूत शर्त है। हालांकि, भारत में करियर के विकल्प अधिकांशतः किए गए निवेश पर त्वरित प्रतिफल प्राप्त करने पर आधारित होते हैं। साथ ही, ये विकल्प असफलता के डर और असहिष्णुता से जुड़े होते हैं। इसके कारण नवीन विचारों को उत्पन्न करना या मौजूदा विचारों को बढ़ावा देना कठिन हो जाता है।
  - **ब्रेन ड्रेन:** R&D कर्मियों सहित कुशल मानव संसाधन नवीन अवसरों की कमी के कारण और बेहतर जीवन परिस्थितियों की तलाश में भारत को छोड़कर विदेश चले जाते हैं।
  - **समावेशिता का अभाव:** सामाजिक सांस्कृतिक मानदंड और बाधाएं महिलाओं सहित समाज के कई वर्गों को R&D संबंधी गतिविधियों में सक्रिय रूप से भाग लेने से रोकती हैं। इससे प्रतिभा के भंडार में कमी आती है। उदाहरण के लिए– वर्ष 2018 में भारत में महिला शोधकर्ताओं की हिस्सेदारी केवल 18.7% थी।

- **अनुसंधान को सफल प्रौद्योगिकियों में परिवर्तित करने से संबंधित चुनौतियों के लिए उत्तरदायी कारक:**
  - अनुप्रयोग केंद्रित R&D की तुलना में बुनियादी अनुसंधान पर कम ध्यान केंद्रित करना: चीन के 5% और यू.एस.ए के 17% की तुलना में भारत में बुनियादी अनुसंधान पर 25% से अधिक निवेश निर्देशित किया गया है। इसका तात्पर्य यह है कि कुछ ही विचार व्यावसायिक सफलता में परिवर्तित होते हैं।
  - भारत में **उद्योग–अकादमिक जुड़ाव बहुत कम** है। इस कारण अकादमिक व्यवस्था परंपरागत रूप से बिजनेस के व्यवसायीकरण की तुलना में अनुसंधान प्रकाशनों पर अधिक केंद्रित है।
  - कई वैज्ञानिक विभागों में R&D **के व्यवसायीकरण पर स्पष्ट मार्गदर्शन और दूरदर्शिता के अभाव के कारण धन का व्यय व्यर्थ हो जाता है।**

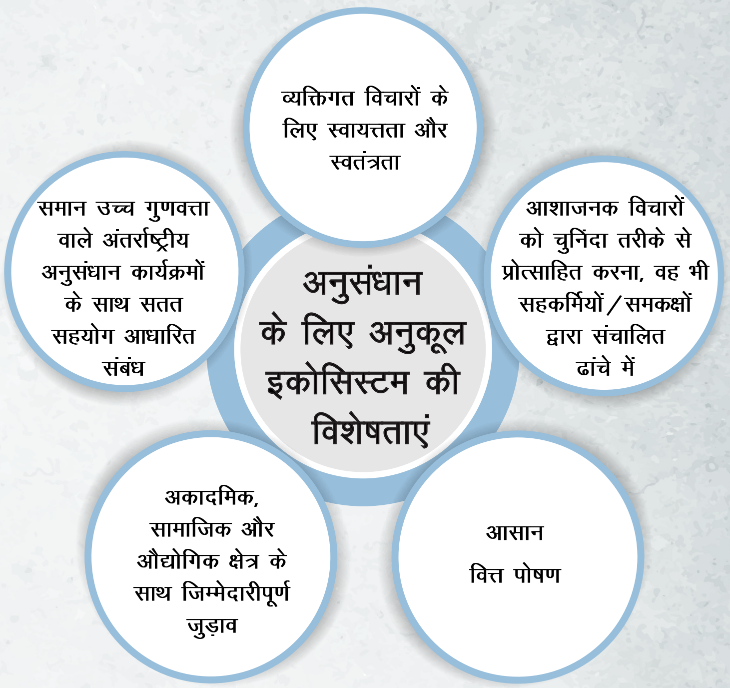
सार्वजनिक बनाम निजी क्षेत्रक का निवेश: R&D में भूमिका?

- भारत में R&D गतिविधियों को हमेशा प्रमुख रूप से सरकारी वित्त पोषण के माध्यम से संचालित किया जाता है। इसके विपरीत, अमेरिका और जापान जैसे देशों में निजी क्षेत्रक R&D तथा नवाचार का प्रमुख चालक रहा है।
- किसी राष्ट्र की R&D संबंधी गतिविधियों को बढ़ावा देने में सार्वजनिक और निजी दोनों तरह के वित्त–पोषण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है।
- हालांकि, एक लचीले R&D पारितंत्र के लिए सार्वजनिक वित्त–पोषण की भूमिका पूरक होनी चाहिए तथा निजी R&D व्यय को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। इस संबंध में महत्वपूर्ण भूमिकाएं निम्नलिखित हैं:–
- **R&D में सार्वजनिक व्यय की भूमिका–**
  - मानव संसाधन के विकास हेतु सार्वजनिक शिक्षा प्रणाली में निवेश करना।
  - अनुसंधान के बुनियादी ढांचे को स्थापित करना।
  - सामाजिक रूप से प्रासंगिक प्रौद्योगिकियों के परिनियोजन का समर्थन करना।
  - R&D को बढ़ावा देने के लिए प्रोत्साहन के प्रावधान करना।
- **R&D में निजी व्यय की भूमिका–**
  - तकनीकी हस्तक्षेप के लिए गुणवत्ता मानक स्थापित करने हेतु निवेश करना।
  - **क्षेत्रवार R&D और नवाचार को सुदृढ़ बनाना।**
  - **वैज्ञानिकों और शिक्षाविदों को उनके शोध में आर्थिक रूप से सहायता प्रदान करना।**
  - उभरती प्रौद्योगिकियों के **आगामी उद्यमों में निवेश करना।**

- **संरचनात्मक मुद्दे:**
  - **विखंडित R&D परिवेश:** यह अनुसंधान एवं विकास में संलग्न सार्वजनिक और निजी संस्थानों के बीच तालमेल की कमी को उजागर करता है। इसके कारण प्रयासों का दोहराव, व्यर्थ व्यय और अंतःविषयक शोध के अवसरों की क्षति होती है।
    - इसके अतिरिक्त, राज्य सरकारें और विश्वविद्यालय शोध संबंधी गतिविधियों में अपेक्षाकृत कम भूमिका निभाते हैं। साथ ही, प्रत्येक राज्य राष्ट्रीय ढांचे के बजाय अपनी अलग नीतियां तैयार करता है।
  - **सीमित फोकस: R&D** पर कुल राष्ट्रीय व्यय का एक तिहाई से अधिक हिस्सा स्वास्थ्य और रक्षा पर खर्च किया जाता है। यद्यपि ये दोनों क्षेत्र महत्वपूर्ण हैं, लेकिन भारत को समग्र विकास के लिए सामाजिक विज्ञान के साथ–साथ अन्य क्षेत्रों पर भी ध्यान देने की आवश्यकता है।
  - **एक प्रभावी योजना/ रणनीति का अभाव:** समान दृष्टिकोण या योजना अथवा लक्ष्य की कमी के कारण, प्रमुख हितधारक एक ठोस, समन्वित कार्य योजना के बिना अपने व्यक्तिगत एजेंडे को प्राप्त करने का प्रयास करते हैं।

भारत को वैश्विक R&D केंद्र बनाने के लिए और क्या किया जा सकता है?

- R&D में निवेश बढ़ाया जाना चाहिए: भारत को एक राष्ट्र के रूप में वर्ष 2030 तक R&D पर GDP का कम-से-कम 2% निवेश करना चाहिए। इसके लिए निजी क्षेत्रक से निवेश को प्रोत्साहित करना आवश्यक है। इस उद्देश्य के लिए निम्नलिखित उपाय किए जा सकते हैं-
  - **उद्योग और सरकार द्वारा संयुक्त निवेश के लिए जोखिम-रहित तंत्र विकसित किया जाना चाहिए।** इसे विशेष रूप से उच्च-जोखिम और उच्च-निवेश वाली परियोजनाओं हेतु तथा विभिन्न क्षेत्रीय या प्रौद्योगिकी वर्टिकल पर ओपन-एंडेड अनुसंधान हेतु विकसित किया जाना चाहिए।
  - **सार्वजनिक निजी भागीदारी (PPP)** पर आधारित इन्क्यूबेटर्स की स्थापना की जानी चाहिए।
  - सनसेट क्लॉज़ (सूर्यास्त खंड) के साथ कर रियायतें, पेटेंट संबंधी प्रोत्साहन आदि जैसे **प्रोत्साहनों का प्रावधान** किया जाना चाहिए।
  - निवेशकों को प्रोत्साहन प्रदान करने हेतु SEZ की तर्ज पर **R&D पार्कों का निर्माण किया जाना चाहिए,** जिससे कि घरेलू और विदेशी निवेश दोनों को आकर्षित किया जा सके।



  - **स्टार्ट-अप्स द्वारा किए जा रहे शोध के लिए सरकारी वित्त-पोषण प्रदान करने से उन्हें खुले बाजार से धन जुटाने में मदद मिलेगी।** ऐसा इसलिए क्योंकि पुनरीक्षण प्रक्रिया सूचना लागत को कम करती है और फर्मों की शोध को विश्वसनीयता प्रदान करती है।
- **शिक्षा व्यवस्था में सुधार:**
  - **कुशल शासन तंत्र का विकास किया जाना चाहिए।** यह एक अनुकूल अनुसंधान परिवेश का निर्माण करने हेतु परस्पर संबंधों को मजबूत करके कार्यात्मक स्वायत्तता, पारदर्शिता, जवाबदेही, अनुकूलन क्षमता सुनिश्चित करता है।
  - **नवाचार की मानसिकता को बढ़ावा दिया जाना चाहिए:** स्कूली स्तर पर कार्यक्रमों और क्रियाकलापों को नवीन विचार और समस्या समाधान के विकास हेतु प्रोत्साहित किया जा सकता है। यह प्रोत्साहन परिकलन मंथन (Design Thinking) या परियोजना-आधारित शिक्षा के माध्यम से प्रदान किया जा सकता है।
  - प्रोत्साहनों के माध्यम से **अनुसंधान को एक आकर्षक करियर विकल्प के रूप में बढ़ावा दिया जाना चाहिए।** इन प्रोत्साहनों में शामिल हैं:
    - छात्रवृत्ति और शोध अनुदान में वृद्धि करना,
    - विशिष्ट अनुसंधान संबंधी करियर सोपान क्रम का विकास करना,
    - प्रभावशाली गुणवत्तापूर्ण शोध और/या शोध-आधारित शिक्षण के रूप में उपलब्धियों हेतु उत्कृष्टता पुरस्कारों की स्थापना करना आदि।
  - उभरती हुई और भावी प्रौद्योगिकियों में कौशल प्राप्त करने के लिए **पाठ्यक्रमों को अपडेट** किया जाना चाहिए।
  - **समावेशिता:** स्कूली शिक्षा के प्रारंभिक चरण से ही महिलाओं की भागीदारी को फिर से जागृत और प्रोत्साहित करने के लिए एक ठोस कार्य योजना बनाई जानी चाहिए। इससे रचनात्मकता और नवाचार को प्रेरित करने में मदद मिलेगी।
- **अनुसंधान संबंधी गतिविधियों का व्यावसायीकरण:**
  - **उद्योग के अकादमिक जुड़ाव को बढ़ाया जाना चाहिए:** औद्योगिक कंपनियों, अनुसंधान संगठनों, संस्थानों, संघों, गैर-सरकारी संगठनों, सरकारी निकायों सहित विभिन्न हितधारकों के साथ रणनीतिक साझेदारी और नवाचार क्लस्टर विकसित किए जा सकते हैं।
  - विशेष रूप से सामाजिक क्षेत्रक में, **अनुप्रयोग आधारित अनुसंधान एवं विकास संबंधी गतिविधियों पर ध्यान केंद्रित किया जाना चाहिए। साथ ही, उन पर होने वाले व्यय को बढ़ाया जाना चाहिए।**
- **R&D संबंधी गतिविधियों के लिए रणनीति तैयार करना:**
  - **प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार और नीति आयोग जैसे संस्थान अनुसंधान एवं विकास हेतु शीर्ष राष्ट्रीय समन्वयक के रूप में कार्य कर सकते हैं।** ये संस्थान केंद्रीय सार्वजनिक क्षेत्र के उद्यमों (CPSEs), विश्वविद्यालयों, घरेलू एवं अंतर्राष्ट्रीय R&D संस्थानों और राज्य सरकारों सहित R&D पर खर्च करने वाले सभी हितधारकों के साथ जुड़ाव स्थापित कर सकते हैं। इसके साथ ही, ये भविष्य के लिए R&D के संचालन की निगरानी हेतु रुपरेखा तैयार कर सकते हैं।

- **अंतर्राष्ट्रीय सहयोग में वृद्धि की जानी चाहिए:** सरकार विशिष्ट क्षेत्रों में अनुसंधान एवं विकास में अग्रणी रहने वाले देशों के साथ साझेदारी कर सकती है। यह साझेदारी ग्लोबल इनोवेशन एंड टेक्नोलॉजी एलायंस (GITA) जैसे प्लेटफार्मों का उपयोग करके की जा सकती है। ये सहयोग वैश्विक रूप से उन सर्वोत्तम पद्धतियों तक पहुंच प्रदान करेंगे जिन्हें भारतीय संदर्भ के अनुरूप अनुकूलित किया जा सकता है।
- विभिन्न राष्ट्रीय मिशनों, सतत विकास लक्ष्यों (SDG), स्टार्ट–अप इंडिया के अधिदेश के साथ–साथ **अनुसंधान प्रोत्साहन गतिविधियों को समन्वित किया जाना चाहिए।** इससे आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्य को प्राप्त करने में सहायता मिलेगी।
- **भविष्य के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी क्षेत्रों की पहचान करके अनुसंधान के दायरे का विस्तार किया जाना चाहिए:** विभिन्न उभरती अभूतपूर्व प्रौद्योगिकियां भारतीय क्षेत्रकों की वैश्विक प्रतिस्पर्धा के लिए महत्वपूर्ण होंगी। इन प्रौद्योगिकियों में बिग डेटा, स्वचालन (Automation), कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ़ थिंग्स (IOT), ब्लॉकचैन, साइबर सुरक्षा, नैनो प्रौद्योगिकी, जैव प्रौद्योगिकी, ऊर्जा भंडारण, आनुवंशिकी, 3-D प्रिंटिंग, आदि शामिल हैं।

भारत के लिए अवसर: प्रतिनिधित्व करने वाले अनुसंधान एवं विकास परिवेश के लिए भारत की अनूठी क्षमताओं का उपयोग करना

- **मितव्ययी नवाचार:** भारत को पहले से ही मौजूदा प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके निम्न लागत वाले उच्च गुणवत्ता युक्त उत्पाद बनाने में उत्कृष्टता प्राप्त है। साथ ही, इसने विकासशील देशों में दवाओं, टीकों आदि जैसे किफायती उत्पादों की एक श्रृंखला की आपूर्ति में महत्वपूर्ण भूमिका भी निभाई है।
  - इन अभिनव प्रवृत्तियों को वैश्विक बाजार हेतु नए सरल, किफायती और सुलभ समाधानों के विकास के लिए आगे बढ़ाए जाने की आवश्यकता है, उदाहरण के लिए– उपेक्षित उष्णकटिबंधीय रोगों की श्रेणी के लिए उपचार विकसित करना।
- **प्रतिभा पूल/भंडार:** अनुमानों के अनुसार, ऐसी संभावना है कि वर्ष 2030 तक भारत, विश्व की सबसे युवा आबादी वाले देशों में से एक बना रहेगा।
  - यदि इस युवा आबादी को कुशल और प्रभावी रूप से प्रशिक्षित किया जाता है, तो भारत के पास विभिन्न यांत्रिक, एम्बेडेड और डिजिटल डोमेन में सबसे बड़े R&D प्रतिभा पूल/ भंडार तक पहुंच होगी।
- **पारंपरिक ज्ञान (TK):** भारतीय पारंपरिक ज्ञान (TK), जैसे– दवाओं की पारंपरिक प्रणाली, सतत कृषि पद्धतियां आदि राष्ट्रीय और वैश्विक आवश्यकताओं को पूरा करने की अपार संभावनाएं प्रदान करती हैं।
  - भारत के पारंपरिक ज्ञान को वैधता प्रदान कराने और पेटेंट कराने के लिए अनुसंधान एवं विकास में निवेश किया जाना चाहिए। यह नए विनिर्माताओं और नवप्रवर्तकों को उद्यमों का लाभप्रद निर्माण करने के लिए प्रेरित करेगा। साथ ही, इससे सामाजिक लाभ के साथ–साथ आर्थिक विकास को भी सुविधाजनक बनाया जा सकेगा।
- **उत्पादों के लिए बड़ा और तेजी से बढ़ता बाजार:** भारत मध्यम वर्ग द्वारा संचालित महत्वपूर्ण उपभोग आधारित अर्थव्यवस्था बनने की राह पर है। वर्ष 2030 तक भारत में 80% परिवार मध्यम वर्ग की श्रेणी में आ जाएंगे।
  - भारत की जीवंत स्टार्ट–अप संस्कृति का लाभ उठा कर भारत की विशिष्ट चुनौतियों और मांगों के अनुरूप भारत–विशिष्ट व्यापार मॉडल विकसित करने में सहायता मिल सकती है।

निष्कर्ष

सफल देशों के अनुभव से पता चलता है कि राष्ट्रीय विकास रणनीतियों में विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीतियों को एकीकृत करने से उत्पादकता बढ़ाने, प्रतिस्पर्धा में सुधार करने और आर्थिक विकास को बढ़ावा देने में सहायता मिल सकती हैं। सीमांत प्रौद्योगिकियां कृषि, स्वास्थ्य, शिक्षा, ऊर्जा और विकास के अन्य क्षेत्रों में अपार संभावनाओं के साथ–साथ निर्धनों के जीवन को व्यापक स्तर पर लाभ प्रदान कर सकती हैं। इन लाभों को प्राप्त करने के लिए, अनुसंधान एवं विकास परिवेश को प्रेरित करने के लिए रणनीतिक प्रयासों की आवश्यकता है। इसके अलावा, गतिशील बाजार परिस्थितियों, विकासात्मक आवश्यकताओं और पर्यावरणीय संधारणीयता को प्राप्त करने के लिए विभिन्न कार्यों में कुशल, बहुध्रुवीय और अभूतपूर्व नवाचारों को प्रोत्साहित करने की भी आवश्यकता है।

वर्तमान में होने वाली प्रगति अतीत के नवाचारों का परिणाम है; वर्तमान के नवाचार, बदले में, आने वाले वर्षों में प्रगति का आधार बनेंगे।

टॉपिक – एक नज़र में

अनुसंधान एवं विकास (R&D)

- **इसमें ज्ञान के भंडार को बढ़ाने हेतु किए गए किसी भी व्यवस्थित और रचनात्मक कार्य तथा नए अनुप्रयोगों के विकास हेतु इस ज्ञान का उपयोग शामिल होता है।**
- इसमें **बुनियादी अनुसंधान, अनुप्रयुक्त अनुसंधान और विकासात्मक अनुसंधान** की एक या एक से अधिक श्रेणियां शामिल होती हैं।

राष्ट्रीय संवृद्धि के लिए महत्व

- औद्योगिक परिवर्तन लाकर, उत्पादकता में वृद्धि करके, बाजारों का विस्तार करके, रोजगार सृजन करके तथा धन और पूंजी उत्पन्न कर सतत आर्थिक संवृद्धि प्रदान करना।
- ज्ञान आधारित अर्थव्यवस्था का सृजन करना।
- **सतत विकास के लिए सामाजिक–आर्थिक चुनौतियों का समाधान करना तथा भारत की सुरक्षा** सुनिश्चित करना।
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT), रोबोटिक्स, बिग डेटा एनालिसिस आदि जैसे **उभरते क्षेत्रों में भविष्य की तैयारियों को सुविधाजनक बनाना।**
- **विदेशी निवेश आकर्षित करना।**
- **आत्मनिर्भरता को बढ़ावा देना तथा व्यापार असंतुलन का समाधान करना।**

R&D को बढ़ावा देने हेतु सरकार द्वारा किए गए उपाय

- **संस्थागत ढांचे का निर्माण करना:** सरकारी मंत्रालय, विभाग और एजेंसियों का निर्माण, जैसे – विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (DST),
- सार्वजनिक रूप से वित्त पोषित स्वायत्त/ अर्ध–स्वायत्त संस्थानों का निर्माण, जैसे– CSIR, DRDO आदि।
- पेटेंट दायर करने और शोध प्रस्तावों से संबंधित **विनियामक प्रक्रियाओं को सुव्यवस्थित करना।**
- **R&D में निजी निवेश को सुविधाजनक बनाना:** वैज्ञानिक अनुसंधान के लिए वित्तीय प्रोत्साहन के माध्यम से, स्वचालित मार्ग के तहत 100% FDI की अनुमति प्रदान करना आदि।
- SATHI, SAIF आदि जैसी योजनाओं के माध्यम से **शोधकर्ताओं को ढांचागत सहायता प्रदान करना।**
- 'VAJRA' आदि के **माध्यम से ब्रेन ड्रेन को ब्रेन गेन में परिवर्तित करना।**
- **नीतिगत ढांचा:** विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीतियों तथा राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 2020 के तहत नीतिगत ढांचे पर बल दिया गया है।
- **छात्रवृत्ति/अनुदान/फेलोशिप के माध्यम से युवाओं को अनुसंधान के लिए आकर्षित करना।**
- सुपरकंप्यूटिंग, AI , क्वांटम, बायोटेक आदि जैसे क्षेत्रों में **समर्पित प्रौद्योगीकीय मिशन।**
- **अंतर्राष्ट्रीय सहयोग:** संयुक्त राज्य अमेरिका, इजराइल आदि के साथ द्विपक्षीय समझौते; अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन; मिशन इनोवेशन; अंतर्राष्ट्रीय एड्स वैक्सीन पहल आदि।
- **अन्य:** मंथन मंच; AGNIi योजना; IMPRINT कार्यक्रम।

R&D में भारत की प्रगति

वैश्विक रैंकिंग:

- **वैश्विक नवाचार सूचकांक (GII) 2021, WIPO:** इस सूचकांक में भारत ने 46वां स्थान प्राप्त किया है। वर्ष 2015–16 में इस सूचकांक में भारत 81वें स्थान पर था।
- **विज्ञान एवं इंजीनियरिंग में प्रदान की गई PhD की संख्या में, प्रकाशनों की संख्या में और स्टार्ट–अप के मामले में भारत तीसरे स्थान पर है।**
- **निवासियों द्वारा पेटेंट फाइलिंग गतिविधि और शोध पत्रों के प्रकाशनों की गुणवत्ता में भारत 9वें स्थान पर है।**
- **ट्रेडमार्क फाइलिंग गतिविधि के लिए भारत 5वां सबसे बड़ा कार्यालय है।**

निवेश:

- वर्ष 2007–08 से वर्ष 2017–18 के बीच **GERD लगभग तीन गुना हो गया है।**
- **कैलेंडर वर्ष 2021 के दौरान R&D क्षेत्र में FDI इक्विटी अंतर्वाह कैलेंडर वर्ष 2020 की तुलना में 516% अधिक था।**

पेटेंट और शोधकर्ता:

- वर्ष 2014–15 से वर्ष 2021–22 तक **पेटेंट दाखिल करने की संख्या में 50% से अधिक की वृद्धि हुई है।**
- वर्ष 2014–15 की तुलना में वर्ष 2021–22 में **पेटेंटों के अनुदान में लगभग 5 गुना की वृद्धि हुई है।**
- **पेटेंट परीक्षण की अवधि को वर्तमान में घटाकर 5–23 माह कर दिया गया है। वर्ष 2016 में यह अवधि 72 माह थी।**
- वर्ष 2000 के बाद से **प्रति 10 लाख जनसंख्या पर शोधकर्ताओं की संख्या दोगुनी से अधिक हो गई है।**

R&D क्षेत्र में बाधाएं

- **वित्तीय बाध्यताएं:** स्थिर GERD-GDP अनुपात तथा R&D में निजी क्षेत्रक का अपर्याप्त निवेश।
- **भारत की शिक्षा प्रणाली में विद्यमान समस्याएं:** अनुसंधान के अवसर प्रदान करने वाले संस्थानों की कमी; अप्रचलित पाठ्यक्रम और अध्यापन; R&D परियोजनाओं की व्यवस्थित निगरानी या मूल्यांकन का अभाव; भारतीय शासकीय संस्थानों का नौकरशाहीकरण आदि।
- **सामाजिक–सांस्कृतिक समस्याएं:** जोखिम–विमुख/ प्रतिकूल पारिस्थितिकी तंत्र; ब्रेन ड्रेन और समावेशिता की कमी।
- बुनियादी अनुसंधान और उद्योग–अकादमिक के कम जुड़ाव की ओर **असंतुलित ध्यान के कारण अनुसंधानों को सफल प्रौद्योगिकियों में परिवर्तित करने में चुनौतियां।**
- **संरचनात्मक समस्याएं: विखंडित R&D परिवेश; संकीर्ण फोकस – बिंदु; नियोजन/ रणनीति तैयार करने में शून्यता आदि।**

आगे की राह: भारत को वैश्विक R&D का केंद्र बनाना

- संयुक्त निवेश हेतु जोखिम मुक्त तंत्र; प्रोत्साहनों के लिए प्रावधान आदि जैसे उपायों के माध्यम से निजी क्षेत्र से निवेश को प्रोत्साहित करके **R&D में निवेश को बढाया जाना चाहिए।**
- **शैक्षिक प्रणाली में सुधार:** कुशल शासन तंत्र विकसित करना; नवाचार की मानसिकता को बढ़ावा देना; आकर्षक करियर विकल्प के रूप में शोध को बढ़ावा देना; पाठ्यक्रमों को अपडेट करना; समावेशिता सुनिश्चित करना; अनुसंधान के लिए एक अनुकूल परिवेश का सृजन करना आदि।
- उद्योग अकादमिक जुड़ाव को बढ़ाकर तथा अनुप्रयोग केंद्रित R&D गतिविधियों में निवेश करके **शोध संबंधी गतिविधियों का व्यावसायीकरण** किया जाना चाहिए।
- प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार और नीति आयोग जैसे संस्थानों का उपयोग करके **R&D संबंधी गतिविधियों की रणनीति तैयार की जानी चाहिए;** राष्ट्रीय मिशनों के साथ अनुसंधान प्रोत्साहन गतिविधियों को संरेखित किया जाना चाहिए; भविष्य के विज्ञान और प्रौद्योगिकी क्षेत्रों आदि की पहचान करके अनुसंधान के दायरे का विस्तार किया जाना चाहिए।