भारत में विज्ञान और प्रौद्योगिकी का रूपांतरण

08

अध्याय

हमें जरूरत है विजय की ऐसी भावना की, जो हमें विश्व में उस स्थान तक ले जाए जिसके हम अधिकारी हैं; ऐसी भावना जो यह स्वीकारे कि हम, जिन्हें विरासत में एक गौरवशाली सभ्यता मिली है, इस धरती पर वाकई उस स्थान के अधिकारी हैं। जब वह अदम्य भावना उभरेगी तो हमें अपना वैध प्रारब्ध हासिल करने से कोई नहीं रोक सकेगा।

—सी.वी. रमन

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में किए गए नवोन्मेष किसी भी राष्ट्र के दीर्घकालिक विकास और गतिशीलता का अभिन्न अंग होते हैं। विज्ञान के अनुसरण से जिज्ञासा और संवाद की ऐसी भावना पैदा होती है जो आधुनिक, खुले और लोकतांत्रिक समाजों के लिए बहुत महत्व रखती है। ऐतिहासिक दृष्टि से, भारत वैश्विक विज्ञान और प्रौद्योगिकीय उपलब्धियों में अपने अनेक योगदानों का उल्लेख कर सकता है। लेकिन भारत अपने विकास के स्तर के संदर्भ में अनुसंधान और विकास पर कम खर्च कर रहा है। अनुसंधान और विकास पर किया जाने वाला व्यय दोगुना करने की जरूरत है और अधिकांश वृद्धि निजी क्षेत्र और विश्वविद्यालयों से आनी चाहिए। नवोन्मेष की वह भावना फिर से पैदा करने के लिए, जो इसे वैश्विक स्तर पर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकीय नेतृत्व प्रदान करे -ज्ञान के निबल उपभोक्ता से हटकर निवल उत्पादक बनाए- भारत को अपने युवा वर्ग को विज्ञान और गणित की शिक्षा देने पर ध्यान देना होगा, किए जा रहे अनुसंधान और विकास के तरीके में सुधार लाना होगा, निजी क्षेत्र और भारतीय जनमानस को साथ लेकर चलना होगा, और डार्कमैटर, जिनोमिक्स, ऊर्जा भंडारण, कृषि और गणित तथा साइबर भौतिकी तंत्र जैसे क्षेत्रों में मिशन प्रेरित दृष्टिकोण अपनाना होगा। ''कारोबार करने में आसानी'' की स्थिति को बेहतर बनाने के भारत के भागीरथ प्रयासों के साथ-साथ ''विज्ञान कार्यों में आसानी'' लाने के भी प्रयास किए जाने होंगे।

विज्ञान क्यों

8.1 विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवोन्मेष किसी भी समाज के लिए सहायक और अंतर्निहित महत्व रखते हैं। वे आर्थिक उत्पादन और सामाजिक बेहतरी के मुख्य संचालक होते हैं। लेकिन वे कुछ और गहरे कारणों से भी महत्वपूर्ण होते हैं: अदम्य जिज्ञासा वाली वैज्ञानिक भावना, तथ्यों और साक्ष्यों को दी गई प्राथमिकता, यथास्थिति को चुनौती देने की योग्यता, संवाद के मापदंडों का अनुपालन और संदेह और खुलेपन को महत्व। जिज्ञासा की खुली भावना जो विज्ञान का बुनियादी सिद्धांत है, वह इस समय विश्व भर में खतरनाक ढंग से उभर रही पुरातन पंथी, धार्मिक कट्टरता और संकीर्णता की गहरी काली छायाओं के विरूद्ध सुरक्षा का काम कर सकती है।

8.2 जैसे-जैसे भारत विश्व की एक सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था के रूप में उभर रहा है, वैसे-वैसे इसे ज्ञान के निवल उपभोक्ता होने से हटकर निवल उत्पादक बनने की जरूरत है। विज्ञान में इसके अनेक ऐतिहासिक योगदान रहे हैं जो गणित के इतिहास में सर्वाधिक महत्वपूर्ण योगदान-शून्य का पहला प्रयोग-जैसाकि बख्शाली पांडुलिपि में बताया गया है (कार्बन डेट ईस्वी 200-400), से लेकर आर्यभट्ट, ब्रह्मगुप्त, भास्कर, संगमग्राम के माधव द्वारा किए गए योगदान तथा पिछली सदी में सी.वी. रमन, एस.एन. बोस, श्रीनिवास रामानुजन जैसे विद्वानों किए गए शानदार योगदान तक विस्तृत हैं।

8.3 और, स्वतंत्र भारत ने भी अनेक उपलब्धियां हासिल की हैं: परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम से लेकर संकर बीज कार्यक्रम जो हरित क्रांति की बुनियाद है और अंतरिक्ष कार्यक्रम जिसमें *मंगलयान* मिशन शामिल रहा है। इस मिशन ने किफायती और उच्च प्रौद्योगिकीय अनुसंधान करने में भारत की विशेषज्ञता को रेखांकित किया है। अभी हाल ही में, लेजर इंटरफैरोमीटर ग्रैवीटेशनल-वेव ऑब्जरवेटरी (लीगो) प्रयोग में भारत की महत्वपूर्ण भागीदारी (जिसमें तीन मुख्य भारतीय अनुसंधान संस्थाएं शामिल थीं) ने गुरुत्व तरंगों के अस्तित्व के बारे में आइंस्टीन की भविष्यवाणी को सफलतापूर्वक सिद्ध किया। यही नहीं, भारत की वैक्सीनों तथा जेनेरिक दवाओं ने विश्व भर में लाखों लोगों की जानें भी बचाई हैं।

8.4 लेकिन कोई भी देश विगत उपलब्धियों के सहारे ही बैठा नहीं रह सकता। एक ओर तो, वैज्ञानिक अनुसंधान और ज्ञान के विस्तार एवं रफ्तार की प्रचंडता तथा दूसरी ओर, भारत के युवावर्ग में इंजीनियरिंग, मेडिसिन, प्रबंधन के करिअर और सरकारी नौकरियों के आम तौर पर बढ़ते महत्व को देखते हुए, भारत को ऐसा प्रयोजन और उत्साह फिर से जगाना है जो युवाओं को वैज्ञानिक उद्यमों की ओर अधिक आकर्षित कर सके। ऐसा करने से भारत की विकास से जुड़ी सबसे बड़ी चुनौतियों का समाधान करने के लिए ज्ञान संबंधी बुनियाद तो डाली ही जा सकेगी, साथ ही एक सभ्य, खुला समाज भी बन सकेगा। विज्ञान में निवेश करना भारत की सुरक्षा के लिए भी बेहद जरूरी है: इसकी आबादी के लिए मानव सुरक्षा; जलवायु परिवर्तन से उभरने वाली अनेकानेक अनिश्चितताओं का समाधान करने के लिए जरूरी समुत्थानशीलता, और साइबर युद्ध से लेकर ड्रोन जैसे स्वायत्त सैन्य तंत्रों के कारण नए उभरते खतरों से आने वाली राष्ट्रीय सैन्य सुरक्षा चुनौतियों के संदर्भ भी अनदेखे नहीं किए जा सकते।

आगत और परिणाम: कुछ साक्ष्य

अनुसंधान और विकास व्यय

8.5 भारतीय विज्ञान में निवेश, जिसे अनुसंधान और विकास पर सकल व्यय (जीईआरडी) के रूप में मापा जाता है, में पिछले कुछ वर्षों में लगातार वृद्धि का रुख देखा गया है। जीईआरडी में पिछले दशक में अनुमानित संदर्भ में तीन गुना वृद्धि हुई है-यह 2004-05 के 24,117 करोड़ रुपए से बढ़कर 2014-15 में 85,326 करोड़ रुपए हो गया और 2016-17 में अनुमानित 1,04,864 करोड़ रुपए हो गया-और वास्तविक संदर्भ में यह दोगुना हो गया (सारणी 1)। तथापि, जीडीपी के एक अंश के रूप में, अनुसंधान पर सरकारी व्यय पिछले दो दशकों में जीडीपी के 0.6-0.7 प्रतिशत के बीच गतिरूद्ध रहा है। सरकारी व्यय की प्रधानता रही है, हालांकि इसका हिस्सा सकल व्यय के 3/4 से घटकर लगभग 3/5 रह गया है।

8.6 सरकारी निवेश व्यय का लगभग 3/5 हिस्सा परमाणु ऊर्जा, अंतरिक्ष, पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं जैवप्रौद्योगिकी जैसी विज्ञान का वित्तपोषण करने वाली प्रमुख सरकारी एजेंसियों में लगा है (सारणी 2)। देश के सामने खड़ी स्वास्थ्य संबंधी भयंकर चुनौतियों को देखते हुए, आईसीएमआर का कम और वस्तुत: गतिरूद्ध बजट बहुत ही कम है।

8.7 अनुसंधान और विकास पर भारत द्वारा किया जाने वाला व्यय (जीडीपी का लगभग 0.6 प्रतिशत) प्रमुख देशों

सारणी 1: अनुसंधान और विकास पर व्यय (कोष्ठक में करोड़ रुपए और जीडीपी का अनुमानित प्रतिशत)

वर्ष	अनुसंधान और विकास पर सरकारी व्यय	अनुसंधान और विकास पर निजी व्यय	कुल
2004-05	18078 (0.5%)	6039 (0.2%)	24117 (0.7%)
2008-09	32988 (0.5%)	14365 (0.2%)	47353 (0.7%)
2012-13	46886 (0.4%)	27097 (0.2%)	73983 (0.6%)
2016-17*	60869 (0.4%)	43995 (0.3%)	104864 (0.7%)

स्रोत: विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग; विश्व बैंक;

नोट: अनुसंधान और विकास पर सरकारी व्यय=केन्द्रीय सरकारी मंत्रालय/विभाग+सरकारी क्षेत्र/संयुक्त क्षेत्र उद्योग+राज्य सरकार+उच्चतर शिक्षा।

सारणी 2: प्रमुख सरकारी वैज्ञानिक एजेंसियों का व्यय (करोड़ रुपए)

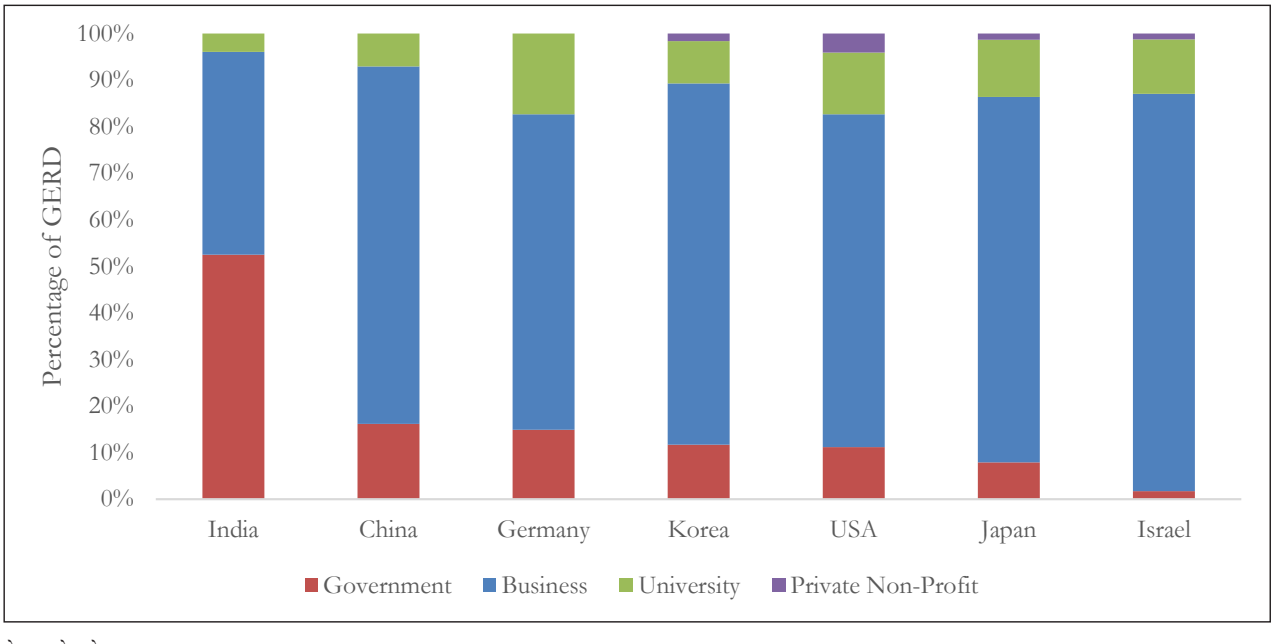
एजेंसी	2010-11	2012-13	2014-15
1. वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर)	2929	2910	3335
2. रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (डीआरडीओ)	10149	9895	13258
3. परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई)	2855	3191	4075
4. जैवप्रौद्योगिकी विभाग (डीबीटी)	921	1031	1021
5. विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी)	2133	2378	2701
6. अंतरिक्ष विभाग (डीओएस)	4482	4856	5818
7. भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर)	3182	3569	3983
8. भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद (आईसीएमआर)	679	808	843
कुल	**27330**	**28636**	**35034**

स्रोत: विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग

जैसे यूएस (2.8), चीन (2.1), इजराइल (4.3), और कोरिया (4.2) से बहुत कम है। यह भी अद्भुत बात है कि सरकार अनुसंधान और विकास करने में कितनी बड़ी भूमिका निभाती है। अधिकतर देशों में, भले ही सरकार वित्तपोषण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हो, फिर भी अधिकांश अनुसंधान और विकास निजी क्षेत्र द्वारा किया जाता है। लेकिन भारत में सरकार न सिर्फ आरएंडडी के वित्तपोषण का ही प्रमुख स्रोत है, बल्कि यह इन निधियों का प्रमुख प्रयोक्ता भी है (चित्र 1)। और तो और, आरएंडडी पर सरकारी व्यय लगभग पूरी तरह से केन्द्र सरकार द्वारा किया जाता है। राज्य सरकारों द्वारा प्रयोग-उन्मुखी आरएंडडी, जिसका लक्ष्य उनकी अर्थव्यवस्था और आबादी की विशिष्ट समस्याओं का समाधान हो, के संबंध में अधिक व्यय किए जाने की जरूरत है।

8.8 अनुसंधान में निजी क्षेत्र द्वारा किया गया निवेश भारत में सरकारी निवेशों से बहुत पीछे रहा है। एक विश्लेषण (फोर्ब्स, 2017) के अनुसार, विश्व स्तर पर शीर्ष 2500

चित्र 1: वर्ष 2015 में निष्पादनकर्ता के हिस्से के अनुसार आरएंडडी पर जीईआरडी



स्रोत: यूनेस्को

वैश्विक आरएंडडी कंपनियों की सूची में 301 चीनी कंपनियों के मुकाबले में केवल 26 भारतीय कंपनियां हैं। 19 फर्में (इन 26 में से) केवल तीन क्षेत्रों में है–भेषज, ऑटोमोबाइल और साफ्टवेयर। चीन के विपरीत शीर्ष 10 आरएंडडी क्षेत्रों में से, 5 में भारत की कोई उपस्थिति नहीं है जबकि चीन प्रत्येक क्षेत्र में शामिल है।

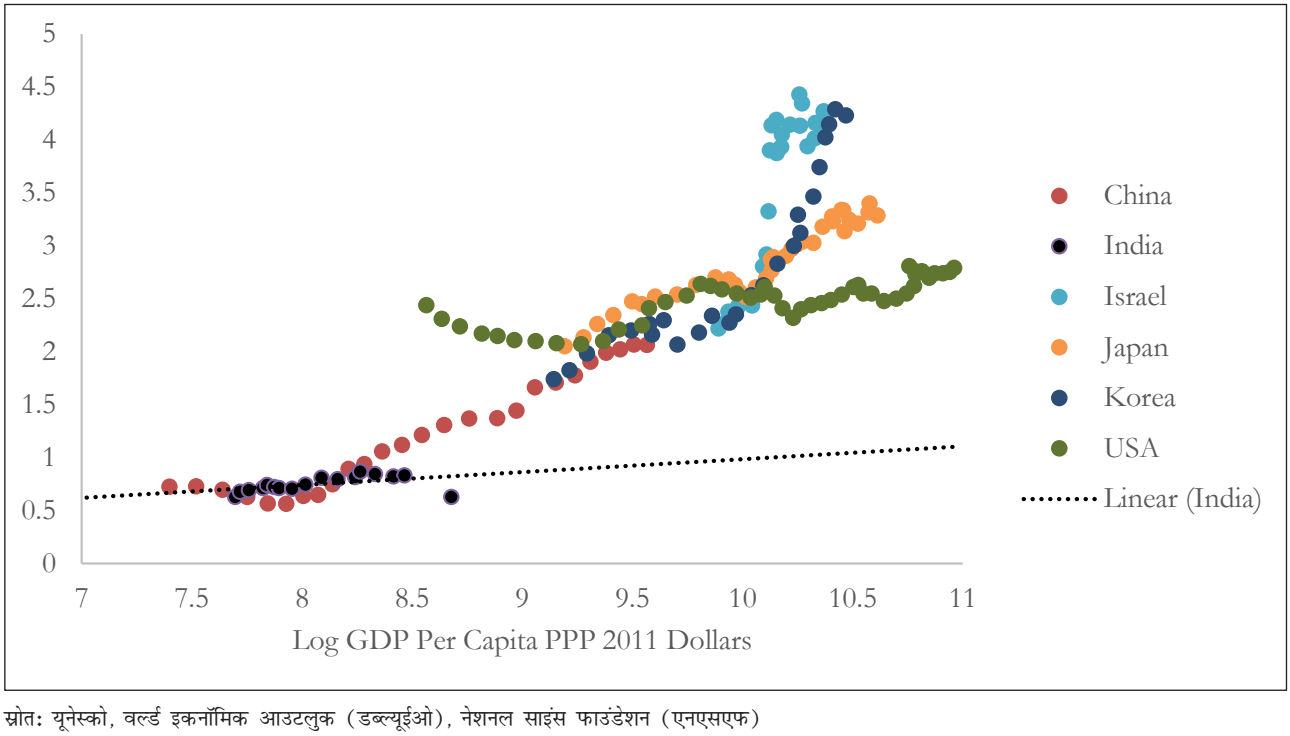
8.9 एक और आयाम में भी भारत विशिष्ट है: इसके विश्वविद्यालय देश के अनुसंधान कार्यकलाप में अपेक्षाकृत छोटी भूमिका निभाते हैं। अनेक देशों में विश्वविद्यालय अनुसंधान के लिए प्रतिभा का पूल सृजित करने तथा उच्च स्तरीय अनुसंधान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। लेकिन भारत में सरकारी तौर पर वित्तपोषित अनुसंधान विभिन्न सरकारी विभागों के अंतर्गत विशिष्ट अनुसंधान संस्थाओं में ही संकेन्द्रत है। इससे विश्वविद्यालय मुख्यतया शिक्षण की भूमिका निभाने तक ही सीमित रह जाते हैं–यह वह निर्णय है जो 1950 के दशक में लिया गया था। अब यह आम तौर पर स्वीकारा जा रहा है कि उस समय उस निर्णय के जो भी लाभ रहे होंगे, अब इस स्थिति ने देश में शिक्षण के साथ-साथ अनुसंधान उद्यम को भी बुरी तरह प्रभावित किया है।

8.10 क्या भारत पर्याप्त व्यय कर रहा है? यह मूल्यांकन करने का एक तरीका ''विकास काल'' में किए गए आरएंडडी व्यय की तुलना करना हो सकता है: अर्थात समान विकास स्तर पर अन्य देशों के साथ तुलना करने पर आज भारत कहां ठहरता है, और क्या भारत का विकास पथ आज अन्य देशों के मुकाबले भारत को उस दौड़ में शामिल होकर आगे पहुंचने देगा।

8.11 चित्र 2 तुलनीय देशों के समूह के लिए प्रति व्यक्ति जीडीपी की तुलना में जीडीपी के हिस्से के रूप में आरएण्डडी को दिखाता है। यह दर्शाता है कि भारत एक समय पर प्रति व्यक्ति जीडीपी के इसी स्तर पर चीन जैसे देशों की तुलना में जीडीपी के प्रतिशत के रूप में आरएण्डडी पर अधिक खर्च कर रहा था। अपेक्षाकृत कम मध्य आय वाले देश के रूप में यह आश्चर्य की बात नहीं है कि भारत का आरएण्डडी पर खर्च उच्च-मध्य आय और अधिक आय वाले देशों जैसे चीन, इजरायल और संयुक्त राज्य अमरीका से कम है। तथापि, इस समय यह अपने आय के स्तर से भी कम खर्च कर रहा है।

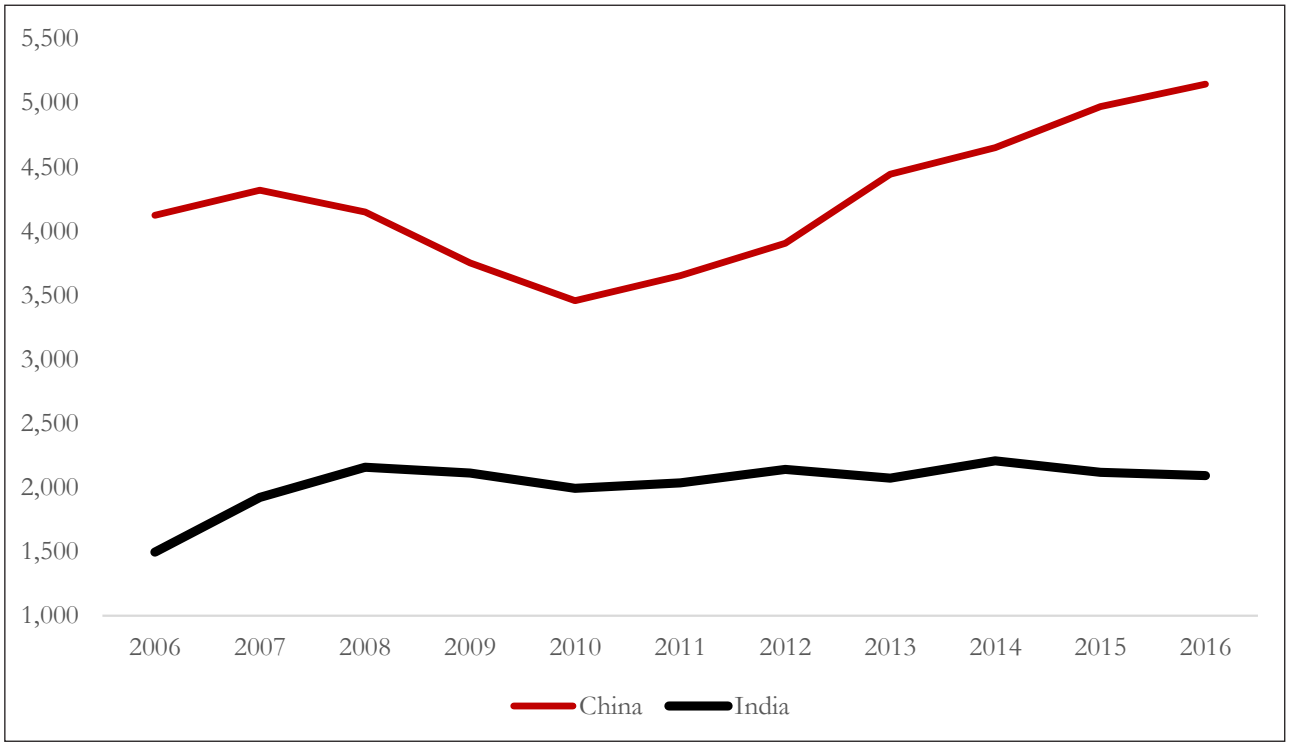
8.12 इसके अलावा, अधिकांश देशों, विशेष रूप से पूर्वी एशियाई देशों में जैसे-जैसे वे अधिक धनी होते गए,

चित्र 2 जीडीपी के प्रतिशत के रूप में अनुसंधान एवं विकास व्यय (विकास काल में)



स्रोत: यूनेस्को, वर्ल्ड इकनॉमिक आउटलुक (डब्ल्यूईओ), नेशनल साइंस फाउंडेशन (एनएसएफ)

चित्र 3: एसटीईएम में भारतीय और चीनी पीएचडी



स्रोत: राष्ट्रीय विज्ञान फाउंडेशन

वैसे ही चीन, जापान और कोरिया ने जीडीपी के प्रतिशत के रूप में आरएण्डडी में आकस्मिक वृद्धि की है। दूसरी ओर, भारत के मामले में मामूली वृद्धि हुई है। यहां तक कि, 2015 में प्रति व्यक्ति जीडीपी में लगातार वृद्धि होने के बावजूद आरएण्डडी पर किए गए खर्च में बड़ी गिरावट आई। अपनी वर्तमान दर पर, जब भारत अमरीका की तरह धनी हो जाएगा, तब तक वह मुश्किल से जीडीपी के 1 प्रतिशत के जीईआरडी पर ही पहुंच सकेगा।

विज्ञान, प्रौद्योगिकी, अभियांत्रिकी और गणित (स्टेम) में पीएचडी

8.13 आरएण्डडी के लिए अन्य महत्वपूर्ण इनपुट भलीभांति प्रशिक्षित कार्यबल है जिसमें पीएचडी विद्यार्थी विशेष भूमिका निभाते हैं। भारतीय पीएचडी विद्यार्थी या तो भारत या फिर विदेश से अपनी डिग्री प्राप्त करते हैं, विशेष रूप से अमरीका से। अमरीका में स्टेम में पीएचडी करने वाले भारतीय छात्रों की संख्या चीनी विद्यार्थियों की तुलना में आधे से भी कम

सारणी 3: अनुसंधान और विकास में निवेश, 2015

	सं.रा. अमरीका	इज़राइल	चीन	भारत
आर एंड डी व्यय (पीपीपी बि. लियन डालर)	479	12.2	371	48.1
जिसमें से				
- व्यवसाय	341	10.3	286	17
- सरकार	54	0.2	59	29
- विश्वविद्यालय	64	1.5	26	2
- निजी एनपी	20	0.1	--	--
आर एंड डी पर व्यय (जीडीपी का %)	2.8	4.3	2	0.8
अनुसंधान प्रति मिलियन जनसंख्या	4,231	8,255	1,113	156

स्रोत: यूनेस्को

है (चित्र 3)। ऐसा प्रतीत होता है कि हाल के वर्षों में बहुत कम भारतीय विद्यार्थी इस प्रकार की डिग्री के लिए नामांकन कर रहे हैं, शायद मास्टर डिग्री के बाद अधिक आकर्षक विकल्पों के चलते अथवा वीजा के साथ कार्य करने की बढ़ती चुनौतियों के कारण।

8.14 दूसरी ओर, भारत में पीएचडी में नामांकन की संख्या बढ़ रही है। 2015-16 में भारत में 126,451 विद्यार्थियों ने पीएचडी कार्यक्रमों में नामांकन कराया था, जिसमें से 62 प्रतिशत स्टेम क्षेत्रों (एआइएसएचई 2015-16) के थे। यह वृद्धि फैलोशिप की संख्या और प्रमात्रा में पर्याप्त वृद्धि (जैसे कि आईआईटी में प्रधानमंत्री अनुसंधान फैलोशिप) सहित सरकार के सामूहिक प्रयासों का परिणाम है। हालांकि कुल मिलाकर, अन्य देशों की तुलना में कहीं कम अनुसंधानकर्त्ता हैं (सारणी 3)।

परिणाम

प्रकाशन

8.15 भारत में प्रकाशनों और पेटेंटों पर विचार करने से भारतीय अनुसंधान की उत्पादकता और गुणवत्ता का आकलन करने में मदद मिल सकती है। वर्ष 2013 में वैज्ञानिक प्रकाशनों में भारत का विश्व में 6वां स्थान था। इस रैंकिंग में भी सुधार हो रहा है। 2009-2014 के बीच, वार्षिक प्रकाशन वृद्धि लगभग 14 प्रतिशत थी। एससीओपीयूएस डाटाबेस के अनुसार, इससे वैश्विक प्रकाशनों में भारत की हिस्सेदारी 2009 के 3.1 प्रतिशत से बढ़कर 2014 में 4.4 प्रतिशत हो गई।

8.16 मौटे तौर पर, प्रकाशन के रुझानों से यह प्रकट होता है कि भारत में एक महत्वपूर्ण मापक - प्रकाशन - के संदर्भ में किए गए आकलन में अपना निष्पादन में क्रमिक रूप से सुधार रहा है। तथापि, प्रकाशनों में वृद्धि का एक नकारात्मक पक्ष भी है। ऐसी अनेक पत्रिकाएं छपने लगी हैं जिनमें मोटा शुल्क लेकर समकक्ष व्यक्ति द्व ारा की गई समीक्षा-रहित पांडुलिपियों का प्रकाशन किया जाता है। उनकी संख्या में बड़ी वृद्धि की प्रमुख उत्प्रेरक ''नियुक्ति या पदोन्नति के लिए किसी शिक्षाविद/वैज्ञानिक के अकादमिक निष्पादन के महत्वपूर्ण निर्धारक के रूप में अनुसंधान प्रकाशनों की संख्या के बढ़ते हुए महत्व द्वारा सृजित मांग है।'' (लखोटिया, 2017)

8.17 परंतु प्रकाशनों की संख्या के अतिरिक्त, गुणवत्ता के रुझानों (सारणी 3 में बड़ी संख्या में शोध पत्रों के उल्लेख के अनुसार) में भी धीमी वृद्धि हो रही है। नेचर इंडेक्स (जो प्राकृतिक विज्ञान को कवर करते हुए पिछले कलेंडर वर्ष में उच्च-स्तरीय अनुसंधान परिणामों की संख्या के आध ार पर सारणियां प्रकाशित करता है) में 2017 में भारत की रैंक 13 थी। लेकिन भारत और अन्य दो बड़े देशों के बीच स्तरों में काफी अंतर है और 2001 तथा 2011 के बीच चीन में सुधार की दर भारत की सुधार दर से असाधारण रूप से बेहतर है (सारणी 4)।

पेटेंट

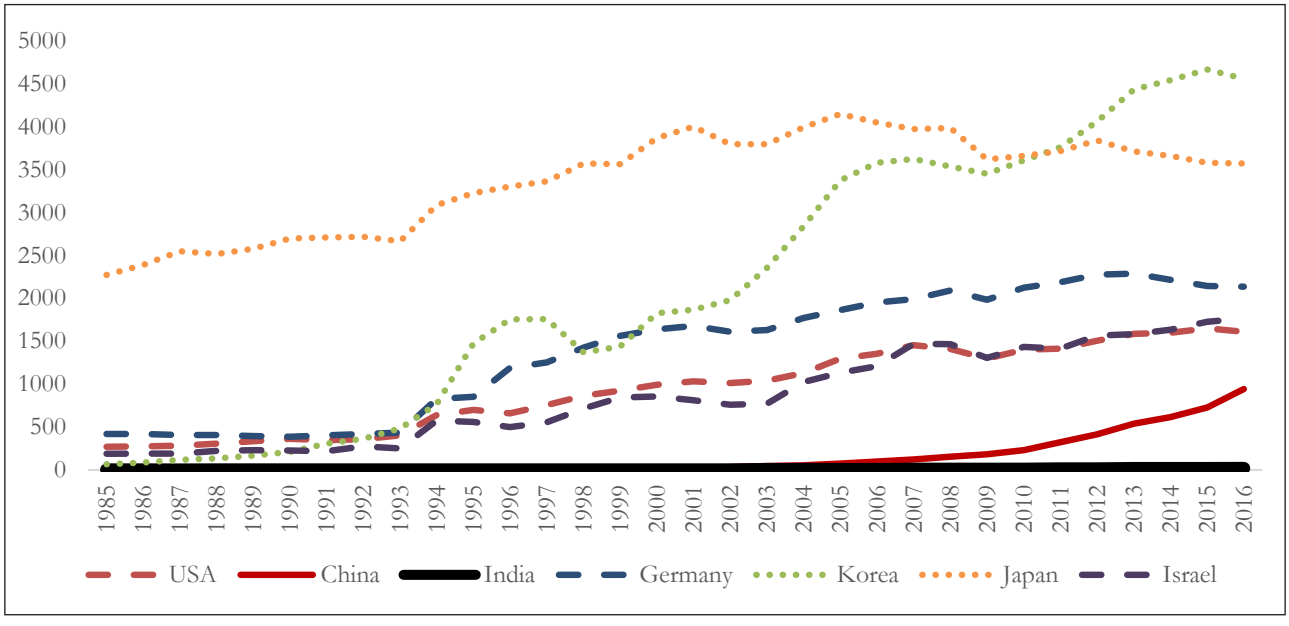
8.18 यदि पत्रिका प्रकाशन किसी देश के विज्ञान में कौशल को प्रतिबिंबित करते हैं, तो पेटेंट प्रौद्योगिकी में इसके स्थान को दर्शाते हैं। डब्ल्यूआईपीओ के अनुसार, भारत विश्व में 7वां विशालतम पेटेंट फाइलिंग आफिस है। 2015 में, भा. रत में, चीन (1,101,864), यूएसए (589,410), जापान (318,721), कोरिया गणराज्य (213,694) और जर्मनी (91,726) की तुलना में 45,658 पेटेंट पंजीकृत हुए। तथापि, भारत केवल आनुक्रमिक काल के आधार पर प्रति व्यक्ति कम पेटेंट का उत्पादक देश है (चित्र 4)।

सारणी 4: चीन, भारत और यूएसए में प्रकाशन परिणाम रुझान

वर्ष	चीन		भारत		संयुक्त राज्य अमरीका	
	प्रकाशनों की संख्या	बड़ी संख्या में उल्लेख किए गए लेख	प्रकाशनों की संख्या	बड़ी संख्या में उल्लेख किए गए लेख	प्रकाशनों की संख्या	बड़ी संख्या में उल्लेख किए गए लेख
1990	6,104		12,346		130,559	
2001	25,730	174	15,522	103	150,817	2894
2011	122,672	980	36,456	191	184,253	3137

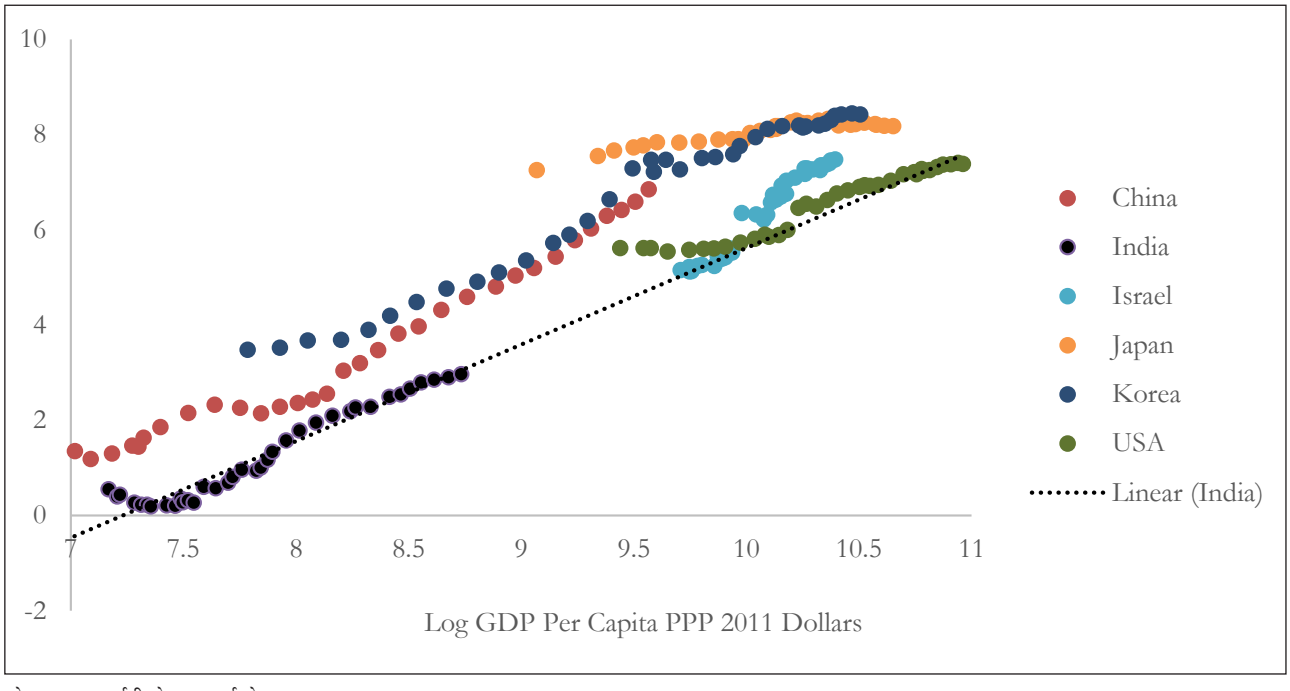
स्रोत: शिया (2014)

चित्र 4: प्रति 1 मिलियन जनसंख्या पर पेटेंट



स्रोत: यूनेस्को

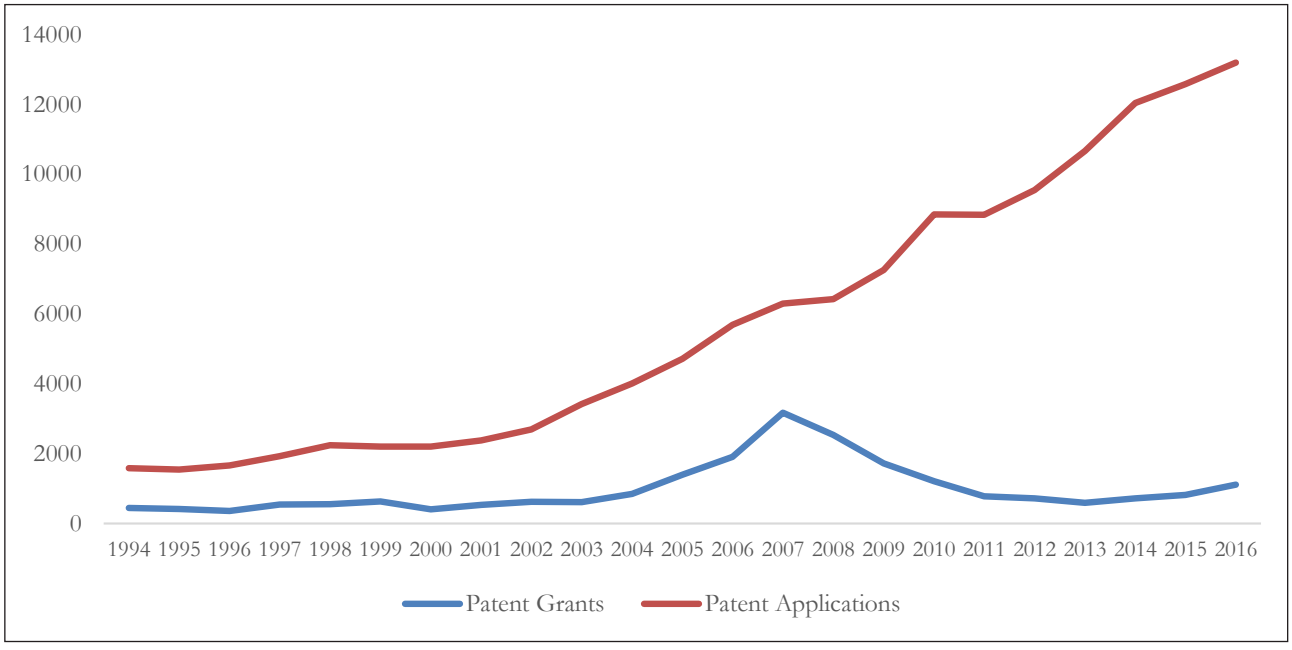
चित्र 5: प्रति 1 मिलियन आबादी पर लॉग कुल पेटेंट (विकास काल)



स्रोत: डब्ल्यूआईपीओ; डब्ल्यूईओ
टिप्पणी: घरेलू और विदेशी क्षेत्राधिकार में देश के निवासियों के आवेदन हैं जिसमें डब्ल्यूआईपीओ के अनुसार समतुल्य गणना का प्रयोग किया गया है।

8.19 विकास काल में भी, कहानी मिलीजुली दिखाई देती है। एक ओर, भारत के कम पेटेंट परिणामों का कारण अधिकांशतः इसका अपेक्षाकृत निम्न मध्य-आय स्तर हो सकता है। तथापि, चीन, कोरिया और जापान जैसे देशों में आय के साथ पेटेंटों की संख्या में काफी वृद्धि हुई है (चित्र 5)। यदि अनुसंधान और विकास (आएंडडी) पर अधिक ध्यान नहीं दिया गया तो केवल बढ़ती आय ही भारत को निकट भविष्य में अन्य देशों के साथ विकास की दौड़ में शामिल नहीं कर पाएगी।

चित्र 6: आवेदित बनाम अनुदत्त निवासी पेटेंट



स्रोत: डब्ल्यूआईपीओ

8.20 भारत में एक प्रमुख चुनौती घरेलू पेटेंट प्रणाली रही है। जहां विदेशी क्षेत्राधिकार में भारत के पेटेंट आवेदन और पेटेंट प्रदान करने में तेजी से वृद्धि हुई है, यह बात घरेलू तौर पर नहीं है। जब से वर्ष 2005 में भारत अंतर्राष्ट्रीय पेटेंट व्यवस्था में शामिल हुआ है, आवासीय आवेदनों में पर्याप्त वृद्धि हुई है। तथापि, वर्ष 2008 के बाद दिए गए पेटेंटों की संख्या में तेजी से कमी हो गई और इसमें कमी बनी रही है (चित्र 6)। जहां वर्ष 2015 में विदेशी कार्यालयों में भारतीय निवासियों को 5000 से अधिक पेटेंट दिए गए थे, वहीं भारत में निवासी फाइलिंग की संख्या 800 से थोड़ा अधिक रही।

8.21 पेटेंट देने में हुई कमी, संभवत: कठोर जांच प्रक्रिया के चलते रही होगी। किन्तु साक्ष्य यह दर्शाते हैं कि इसमें बड़ा बैकलॉग रहा है और घरेलू पेटेंट आवेदनों के लिए लंबित मामले अधिक रहे हैं। रिपोर्टें यह दर्शाती है कि कार्मिकों की कमी के चलते तकरीबन 2 लाख पेटेंट का बैकलॉग है जिनकी जांच लंबित है। वर्ष 2016-2017 में, भारत में सभी पेटेंट आवेदनों के लिए महज़ 132 जांचकर्ता हैं। इसका यह अर्थ हुआ कि पेटेंट की जांच और प्रदान करने में 5 वर्ष अथवा इससे अधिक का समय लग सकता है (चटर्जी 2017)। प्रौद्योगिकी पुरानी हो जाने की तेज दर के चलते पेटेंट संबंधी प्रक्रिया में अत्यधिक विलंब देश के भीतर नवाचारों और नव प्रवर्तकों को बुरी तरह प्रभावित करते हैं।

8.22 इसलिए, सरकार द्वारा हाल ही में 450 से अधिक अतिरिक्त पेटेंट जांचकर्ताओं की नियुक्ति और वर्ष 2017 में भारतीय निवासियों के लिए शीघ्र फाइलिंग प्रणाली का निर्माण करना एक स्वागत योग्य और महत्वपूर्ण कार्रवाई होगी जिससे मौजूदा पेटेंट प्रणाली को ठीक करने में मदद मिलेगी (जैन 2017)। अध्याय 9 में, हमने उन समस्याओं की चर्चा की है जो पेटेंट संबंधी मुकदमेबाजी के लंबित मामलों के कारण नवाचारों और कारोबारों में उठती हैं। पेटेंट फाइलिंग पक्ष के मुद्दों पर ध्यान देने के बाद, पेटेंट संबंधी मुकदमेबाजी का समाधान करना भी महत्वपूर्ण होगा ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि भारत की पेटेंट प्रणाली कारगर ढंग से नवाचारों को पुरस्कृत करे।

भारत में अनुसंधान और विकास विस्तार: भावी योजना

8.23 जहां उपर्युक्त आंकड़े मिलीजुली तस्वीर पेश करते हैं, कई विवेचकों ने अधिक कष्टप्रद चित्र की ओर संकेत किया है। उदाहरणार्थ, वैज्ञानिकों के एक समूह द्वारा प्रस्तुत एक रिपोर्ट में यह कहा गया है कि ''भारतीय विज्ञान की स्थिति अब अपने अतीत की छाया भर है... इसकी वजह दशकों से चले आ रहे दिग्भ्रमित हस्तक्षेप हैं। हमने आत्मविश्वास और महत्वाकांक्षा खो दी है और अपने बीच उत्कृष्टता की पहचान करने की योग्यता भी खो दी है। समतावाद की

गलत व्याख्या के चलते, हम अक्सर प्रत्येक स्तर पर दोयम दर्जे का चयन करते हैं। [कोशी, 2017]

8.24 जाहिर है, भारत को अपना प्रयास दोगुना करने की आवश्यकता है ताकि देश में विज्ञान और आरएंडडी को विकसित किया जा सके। सबसे पहले, ऐसा आरएंडडी पर राष्ट्रीय व्यय को दोगुना करके किया जाना होगा और इस वृद्धि का अधिकांश निजी क्षेत्र और विश्वविद्यालयों से आना होगा। किन्तु मापदंडों को भी कागजों से और पेटेंटों से आगे जाने की जरूरत है ताकि समाज के लिए मूल्य उपलब्ध कराने हेतु वृहत योगदान किया जा सके। ये प्रयास किस रूप में होंगे? नीचे कुछ नई बातों की चर्चा की जा रही है:

I. *स्कूली स्तर पर गणित और बोध कौशल को बढ़ावा देना*

8.25 कोई भी देश अनुसंधान और विकास की ऊर्जामान संरचना का निर्माण नहीं कर सकता, यदि इसके नौनिहालों के लिए प्राथमिक और माध्यमिक शिक्षा की नींव कमजोर होगी। हालांकि भारत ने प्राथमिक और माध्यमिक शिक्षा की पहुंच में सुधार के लिए काफी प्रयास किए हैं जैसाकि अध्याय 5 में में चर्चा की गई है, फिर भी शिक्षा के परिण ाम काफी कमजोर रहे हैं। यह कमजोरी भारत को लाखों युवाओं की बौद्धिक शक्ति और क्षमता से वंचित कर रही है।

II. *जांचकर्ता प्रेरित अनुसंधान को प्रोत्साहित करना*

8.26 भारत को वैज्ञानिक अनुसंधान के निधियन हेतु जांचकर्ता चालित मॉडल उत्तरोत्तर अपनाने की आवश्यकता है। इस दिशा में एक कदम वर्ष 2008 में लिया गया जब डीएसटी के सांविधिक निकाय के रूप में विज्ञान और इंजीनियरिंग अनुसंधान बोर्ड (एसईआरबी) की स्थापना की गई। इस निकाय ने अलग-अलग वैज्ञानिकों के लिए लगभग साढ़े तीन हजार नई आरएण्डडी परियोजनाओं को संस्वीकृत किया है। यह एक अच्छी शुरूआत है जिसे अधिक संसाधन और सृजनात्मक शासन संरचनाओं के साथ विस्तार करने की आवश्यकता होगी।

III. *निजी क्षेत्र और राज्य सरकारों द्वारा अनुसंधान हेतु निधियन को बढ़ाना*

8.27 निजी क्षेत्र को अधिक अनुसंधान और विकास करने तथा सीएसआर निधियों के जरिए एसटीईएम अनुसंधान को भी सहायता देने हेतु प्रोत्साहन दिया जाना चाहिए। अनुसंधान और विकास में मौजूदा कर संबंधी कानून पहले ही सीएसआर निवेश के पक्ष में हैं, लेकिन पात्र अनुसंधान और विकास क्रियाकलापों का विस्तार किया जा सकता है। सरकार नए अनुसंधान और विकास निधियन के अवसरों, जोकि निजी क्षेत्र के हितों के अनुरूप हों, का सृजन करने में निजी क्षेत्र के साथ भी कार्य कर सकती है। उच्चतर आविष्कार योजना के अंतर्गत उद्योग से संबद्ध अनुसंधान के लिए एसईआरबी के साथ 50:50 साझेदारी जैसे प्रयास एक अच्छा उदाहरण हैं कि कैसे ऐसी साझेदारी को अधिक उपयोगी बनाने में मदद हो सकती है।

8.28 राज्य सरकारों को भी अपनी अर्थव्यवस्था तथा जनसंख्या निर्दिष्ट समस्याओं पर लक्षित अनुप्रयोग उन्मुखी अनुसंधान में निवेश करने की आवश्यकता को स्वीकारना चाहिए। यह राज्य विश्वविद्यालयों को सुदृढ़ करने के साथ-साथ राज्यों को फसल, पारिस्थितिकी तथा राज्य विशिष्ट प्रजातियों जैसे क्षेत्रों में बेहतर जरूरी ज्ञान भी प्रदान करेगा।

IV. *राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं को विश्वविद्यालयों से जोड़ना तथा नये ज्ञान परि-तंत्र का निर्माण*

8.29 शिक्षण से अनुसंधान को अलग करना भारतीय विज्ञान की दुखती रग रही है। विश्वविद्यालयों के पास विद्यार्थी तो हैं परंतु उन्हें अतिरिक्त शिक्षक संकाय की जरूरत है। जबकि अनुसंधान संस्थानों के पास योग्य प्राध्यापक तो हैं, परंतु ऊर्जा और नए विचारों से ओत-प्रोत होनहार युवा विद्यार्थियों की कमी है। विशिष्ट भौगोलिक तथा स्थानिक व्यवस्था में दोनों के बीच निकट संबंध विज्ञान के ऐसे क्षेत्रों में अनुसंधान को बढ़ावा देने में मदद करेगा जिनके संबंध में राष्ट्रीय अनुसंध ान केन्द्रों को विशेषज्ञता प्राप्त है। वे साथ में वाणिज्यिक क्षेत्रों को जोड़ सकते हैं और इस पर उन क्षेत्रों में जो कि इन अनुसंधान क्षमताओं से लाभ उठाते हैं, औद्योगिक समूहों का विकास करने तथा नवोन्मेष से प्रेरित ''स्मार्ट सिटी'' की बुनियाद डालने में मदद मिलेगी।

8.30 यदि अनुसंधान में सफलता के लिए उत्कृष्टता हेतु प्रतिबद्धता की आवश्यकता होती है, तो वाणिज्यिक सफलता के लिए गति और कुशाग्रता की आवश्यकता होती है। अधि प्रापण के लिए L1 की अपेक्षा वाले सरकारी नियम वैसा लचीलापन प्रदान करने की स्थिति में नहीं हैं, जो अनुसंधान के मोर्चे पर जरूरी होता है तथा जहां गति, उत्पाद गुणवत्ता तथा विश्वसनीयता सफलता और असफलता तय करते हैं।

V. *अनुसंधान तथा विकास के लिए मिशन प्रेरित दृष्टिकोण*

8.31 भारत यदि निवेश करने का इच्छुक हो तो इसमें बहुत से क्षेत्रों में तत्काल वैश्विक नेता बनने की संभावना है। तथापि, इसके लिए कुछ प्रमुख क्षेत्रों में सुविचारित रूप से ध्यान देने की आवश्यकता होगी। नीचे दिये गए संभाव्य मिशनों को उनकी रणनीतिक महत्ता के लिए तथा सामाजिक प्रभाव के लिए संभावना हेतु चुना गया था। यह एक निदर्शनकारी सूची है जिसकी वैज्ञानिक समुदाय, सरकार तथा अन्य हितधारकों द्वारा समय-समय पर दोबारा समीक्षा की जानी चाहिए।

क. डार्क मैटर पर राष्ट्रीय मिशन

8.32 भारत को कम से कम एक ऐसे मिशन की आवश्यकता है जो कि मूलभूत विज्ञान के प्रति निर्देशित हो। भारत उच्च ऊर्जा भौतिक विज्ञान तथा प्रासंगिक गणित में अग्रणी देशों में से एक है। इस अनुसंधान के परिणाम भावी अंतरिक्ष मिशनों, क्वांटम कम्प्यूटिंग, ऊर्जा समस्याओं के नये हल निकालने इत्यादि में निहित होंगे। यह मिशन देश में खगोलिकी तथा खगोल भौतिकी अनुसंधान संस्थान की मजबूत नींव पर बनाया जा सकता है।[1] इसके अतिरिक्त, इस क्षेत्र में अनुसंधान की कुछ बेहद मजबूत अंतर्राष्ट्रीय सहयोगी संभावनाएं हैं जिनमें लीगो, न्यूट्रीनो, सीएमएस/एलएचसी परियोजनाओं में भारत की अनवरत भागीदारी से उत्पन्न संभावनाएं भी शामिल हैं।

ख. जीनोमिक्स पर राष्ट्रीय मिशन

8.33 जीनोमिक अनुसंधान के जीव विज्ञान के भविष्य के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। इस समय कई देशों ने महत्त्वाकांक्षी राष्ट्रीय जीनोमिक अनुसंधान परियोजनाएं प्रारंभ की हैं, उदाहरणार्थ यू.के. बॉयोबैंक अध्ययन; फिनिश बर्थ कोहोर्ट अध्ययन; पार्टनर्स हैल्थकेयर बॉयोबैंक; चायना कडूरी बॉयोबैंक। ये अध्ययन बॉयोलोजिकल पाथवेज के लाइफकोर्स तथा रोगों की पहचान हेतु विस्तृत सूचना के साथ ही रक्त एवं टिश्यू नमूनों को भी एकत्रित कर रहे हैं। भारत में पहले से ही जीवन विज्ञान अनुसंधान संस्थाओं[2] का सुदृढ़ आधार है, जो इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान कर सकती हैं।

ग. ऊर्जा भंडारण प्रणाली पर राष्ट्रीय मिशन

8.34 नवीकरणीय ऊर्जा हमारा भविष्य है और भारत नवीकरणीय ऊर्जा में निवेश हेतु प्रतिबद्ध है। ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी (उदाहरणार्थ: बैटरी) इलेक्ट्रिक पॉवर प्रणाली में ऊर्जा प्रबंधन तथा बिजली की गुणवत्ता में सहायता प्रदान करती हैं। भारत नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन प्रणाली के विनिर्माण में पीछे है। ऊर्जा भंडारण प्रणाली में अधिक निवेश करने से ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विनिर्माण में भारत अग्रणी देश बन सकता है। भारत के संबंध में, ग्रिड-भिन्न नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों का उपयोग करके विशेष रूप से गांवों में चौबीसों घंटे बिजली की उपलब्धता सुनिश्चित करने में सहायता मिलेगी।

घ. गणित पर राष्ट्रीय मिशन

8.35 गणित के संबंध में भारत को तीन विशेष लाभ हैं: i) यह पूंजी गहन नहीं है; ii) उत्कृष्टता के मानक सार्वभौमिक होते हैं। गणित का राष्ट्रीय मिशन उच्चतर शिक्षा के सभी स्तरों पर गणित के शिक्षण में सुधार लाएगा। विद्यमान संस्थानों के अंतर्गत पांच गणित विज्ञान संस्थाओं की स्थापना का उद्देश्य है, सभी विजेताओं के लिए आर्कषक छात्रवृत्तियों के साथ जिला, राज्य और राष्ट्रीय स्तर पर वार्षिक गणित ओलम्पियार्ड का आयोजन करना, जिसका समग्र लक्ष्य एक दशक के अंदर गणित में भारत की मानव पूंजी एवं अनुसंधान प्रोफाईल की संवृद्धि करना है।

ड. साईबर फिजिकल प्रणाली राष्ट्रीय मिशन

8.36 साईबर फिजिकल प्रणाली (सीपीएस) का तात्पर्य किसी प्राकृतिक विश्व के संदर्भ में मशीन आधारित संचार, विश्लेषण, अनुमान, निर्णय, कार्रवाई तथा नियंत्रण से है ('फिजिकल' पहलू)। यह आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस में प्रयुक्त गणित, मशीनी अध्ययन, वृहत डेटा विश्लेषण, ब्लाक चेन, विशेषज्ञ प्रणालियों, इंटेलिजेंट सामग्रियों और मशीनों,

---

[1] इनमें भारतीय खगोल भौतिकी संस्थान (आईआईए), बंगलौर; खगोलिकी तथा खगोल भौतिकी अंतर विश्वविद्यालय केन्द्र (आईयूसीएए), पुणे; आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान अनुसंधान संस्थान (एआरआईईएस), नैनीताल; टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फन्डामेंटल रिसर्च (टीआईएफआर), मुम्बई; नेशनल सेंटर फार रेडियो एस्ट्रोफीजिक्स (एनसीआरए-टीआईएफआर), पुणे; भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बैंगलोर; रमन अनुसंधान संस्थान (आरआरआई), बैंगलोर; फीजिकल रिसर्च लैबोरेटरी (पीआरएल), अहमदाबाद; हरीशचन्द्र अनुसंधान संस्थान (एचआरआई), इलाहाबाद सम्मिलित हैं।

[2] टीआईएफआर, आईआईएससी, आईआईएसईआर, सेंटर फॉर सिल्यूलर एंड मोलिक्यूलर बॉयोलॉजी, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी, इंस्टीट्यूट ऑफ जिनोमिक्स एंड इंटेग्रेटीव बॉयोलॉजी, नेशनल सेंटर फॉर सेल साईंस, नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल सांइसेज (एनसीबीएस), बैंगलूरू।

नियंत्रण प्रणालियों, सेन्सर्स और एक्चुएटर्स, रोबोटिक्स और स्मार्ट विनिर्माण के लिए प्रयुक्त एक विस्तृत बहु-विषयक क्षेत्र है। ये सभी भावी उद्योग के निर्माण हेतु आधारशिला हैं, जिससे नई चुनौतियों के साथ-साथ अवसर भी प्राप्त होंगे।

च. कृषि संबंधी राष्ट्रीय मिशन

8.37 भारतीय कृषि उत्पादकता, जो अभी भी चीन जैसे अन्य देशों से पीछे है, को सुधारने और साथ ही बढ़ रहे तापमान, वर्षा की अनियमितता, पानी के अभाव, कीट एवं फसल रोगों की वृद्धि जैसी चुनौतियों के समाधान के लिए कृषि विज्ञान एवं प्रौद्योगिकियों पर अधिक जोर दिए जाने की आवश्यकता है। विद्यमान कृषि अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी संस्थाओं की कमजोरी को दूर करने के लिए एक राष्ट्रीय मिशन सहायक हो सकता है।

VI. *प्रवासी वैज्ञानिक निपुणता का लाभ उठाना*

8.38 भारतीय मूल के 100,000 से अधिक पीएचडी उपाधि धारक आज भारत के बाहर रह कर काम कर रहे हैं (अकेले यू.एस. में 91,000 से अधिक) जबकि वर्ष 2003 से 2013 तक यू.एस. में रहने वाले वैज्ञानिकों एवं इंजीनियरों की संख्या 21.6 मिलियन से बढ़ कर 29 मिलियन हो गई है, प्रवासी वैज्ञानिकों एवं इंजीनियरों की संख्या 3.4 मिलियन से बढ़कर 5.2 मिलियन हो गई। इनमें भारत से जुड़े लोगों की संख्या वर्ष 2003 में अर्ध मिलियन से कुछ ऊपर से बढ़ कर वर्ष 2013 में 950,000 हो गई है।

8.39 तथापि, भारत की सुदृढ़ अर्थव्यवस्था तथा कुछ पाश्चात्य देशों में बढ़ रहे प्रवासी विरूद्ध माहौल को देखते हुए, अधिक वैज्ञानिकों को आकर्षित करने के लिए भारत के पास अब एक अच्छा अवसर है। पिछले पांच वर्षों के दौरान भारत में काम करने के लिए वापस आ रहे भारतीय वैज्ञानिकों की संख्या में वृद्धि हो रही है, किन्तु यह संख्या अभी मामूली ही है। [वर्ष 2007-12 के दौरान 243 से वर्ष 2012-17 में 649] (प्रेस ट्रस्ट ऑफ इंडिया)।

8.40 विदेशों में रह रहे योग्य भारतीय अनुसंधानकर्ताओं को भारतीय संस्थाओं/विश्वविद्यालयों में काम करने तथा विजिटिंग उन्नत संयुक्त अनुसंधान संकाय स्कीमों (वीएजेआरए) में भाग लेने के लिए अवसर प्रदान करने हेतु रामानुजन फैलोशिप स्कीम, इनोवेशन इन साइंस परस्यूट फॉर इनस्पायर्ड रिसर्च (इनस्पायर) फैक्लटी स्कीम तथा रामलिंगस्वामी री-ऐंट्री फैलोशिप जैसे कई सरकारी प्रोग्राम हैं। समग्र अनुसंधान समूहों के सृजन के रूप में भर्ती के अवसर प्रदान करते हुए इन स्कीमों में वृद्धि की जा सकती है। इस संबंध में प्रोत्साहन ऐसा होना चाहिए कि उन्हें वित्त सहायता से भी अधिक उनकी सहज क्षमता को बढ़ाने के लिए अच्छे ढंग से अनुसंधान (प्रयोगशाला संसाधन, पीएचडी उपरान्त नियुक्ति करने की सुविधा, आवास आदि) हेतु अवसर मिलें।

VII. *अनुसंधान के माहौल में सुधार*

8.41 भारतीय विज्ञान एवं अनुसंधान संस्थाओं में कम पदानुक्रमिक अभिशासन प्रणाली की ज़रूरत है जो विज्ञान प्रशासकों से कम जुड़ी हो, तथा उत्कृष्टता प्राप्ति हेतु उन्हें जोखिम उठाने और जिज्ञासा के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। बीसवीं सदी में वैज्ञानिकों की चरम उत्पादकता की आयु बढ़ गई है, तथापि, अभी भी यह 50 से कम है। मध्यवय के बाद विज्ञान में महान उपलब्धियों में गिरावट होती है और युवावर्ग, वैचारिक उपलब्धि एवं वैज्ञानिक क्रांति में आपसी संबंध है (जोन्स और अन्य 2014)। अतः युवा वैज्ञानिकों को उनके विशेषज्ञता के क्षेत्रों में निर्णय लेने वाले निकायों में अधिकाधिक प्रतिनिधित्व देना चाहिए।

VIII. *विज्ञान एवं अनुसंधान प्रतिष्ठानों द्वारा अधिकाधिक सार्वजनिक सहयोग*

8.42 विज्ञान को समाज से यदि अधिक समर्थन प्राप्त करना हो, तो वैज्ञानिकों को समाज के साथ मिलकर अत्यधिक गहन रूप से कार्य करने की आवश्यकता है। अधिकांश विज्ञान सार्वजनिक हितार्थ है-ऐसा होना भी चाहिए-और इसी कारण इसे अधिक मात्रा में सरकारी निधियन की हमेशा आवश्यकता होगी। लेकिन सरकारी वित्त पोषित विज्ञान की आवश्यकता का तात्पर्य राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं तथा अन्य सरकारी रूप से वित्त पोषित अनुसंधान एवं विकास संस्थाओं द्वारा अधिक नजदीकी से लोगों के साथ मिल कर कार्य करने से है, न कि एकांत रूप में उनके अनुसंधान केंद्रों में अलग रह कर अनुसंधान कार्य करने से। इसके लिए, मीडिया के माध्यम से अथवा स्कूल और कॉलेज के छात्रों के साथ तथा आम जनता के साथ नियमित संपर्क एवं लेक्चरों के माध्यम से विज्ञान संचार के लिए अधिक प्रयासों की आवश्यकता होगी। वैज्ञानिकों को अपने कार्यों के लिए व्यापक सार्वजनिक समर्थन की आवश्यकता है और इसे केवल हकदारी के तौर पर नहीं माना जाना चाहिए, विशेषकर तब जब सरकारी खजाने पर कई पक्ष अपना दावा रखते हैं। और यदि वे ऐसा करें तो उन्हें आम जनता का सहयोग और समर्थन प्राप्त होगा।

REFERENCES

Chatterjee, Patralekha. "Is India's Expedited Examination Of Patents A Big Deal?" Intellectual Property Watch, 7 Sept. 2017, www.ip-watch.org/2017/09/04/indias-expedited-examination-patents-big-deal/.

Forbes, Naushad, 2017. India's National Innovation System: Transformed or Half Formed? in Rakesh Mohan (ed)."India Transformed: 25 Years of Economic Reforms." Penguin Random House.

Government of India. Science, Technology and Innovation Policy, 2013.

Jones, Benjamin; Reedy, E.J., Weinberg, Bruce A. "Ageand Scientific Genius", NBER WorkingPaper No. 19866, 2014.

Koshy, Jacob. "Indian Science Needs a Revamp, Says Report." The Hindu, The Hindu, 14 Apr. 2017.www.thehindu.com/sci-tech/science/indian-science-needs-a-revamp-says-report/article18028668.ece.

Lakhotia, S.C. 2017. "Mis-conceived and mis-implemented academic assessment rules underlie the scourge of predatory journals and conferences."Proc. Indian Natn. Sci. Acad. 83 doi: 10.16943/ptinsa/2017/49141.

Mazzucato, Mariana, and Gregor Semieniuk. "Public Financing of Innovation: New Questions." Oxford Review of Economic Policy, vol. 33, no. 1, Jan. 2017, pp. 24–48. academic.oup.com, doi:10.1093/oxrep/grw036.

Pray, C. and Nagarajan, L. 2014. The transformation of the Indian agricultural input industry: Has it increased agricultural R&D? Agric. Econ., 45 (2014):145-156.

Press Trust of India. "Significant Rise in Number of Indian Scientists Returning to Country: Government." NewIndianXpress, The New Indian Express, 20 Dec. 2017, www.newindianexpress.com/nation/2017/dec/20/significant-rise-in-number-of-indian-scientists-returning-to-country-government-1732468.html.

Shamseer, L. et al., 2017. Potential predatory and legitimate biomedical journals: can you tell the difference? A cross-sectional comparison. BMC Medicine 15 doi: 10.1186/s12916-017-0785-9.

Xiea, Yu et al. "China's rise as a major contributor to science and technology," Proceedings of the National Academy of Sciences, June 16, 2014.