

## सेमी कंडक्टर उद्योग और इसका महत्त्व

यह एडिटरियल 20/10/2022 को इंडियन एक्सप्रेस में प्रकाशित “US sanctions targeting China's semiconductor industry are a gamble aimed at maintaining American hegemony” लेख पर आधारित है। इसमें चीन के सेमीकंडक्टर उद्योग के वरिद्ध अमेरिकी प्रतिबंधों और उनके प्रभावों पर विचार किया गया है।

### संदर्भ

अमेरिका ने चीन की प्रौद्योगिकीय एवं सैन्य महत्वाकांक्षाओं पर अंकुश के प्रयास तेज करते हुए चीन को उन्नत कंप्यूटर चिपस की बिक्री पर प्रतिबंध लगा दिया है।

- यह कदम चीन को उस महत्त्वपूर्ण प्रौद्योगिकी की आपूर्ति में कटौती करने के उद्देश्य से उठाया गया है जिसका उपयोग उन्नत कंप्यूटिंग और हथियारों के निर्माण सहित कई अन्य क्षेत्रों में किया जा सकता है।
- यह प्रतिबंध पछिले कई दशकों के समयांतराल में चीन को प्रौद्योगिकी नरियात पर संयुक्त राज्य अमेरिका की सबसे महत्त्वपूर्ण कार्रवाई को चिह्नित करता है। इसके साथ ही विश्व की दो सबसे शक्तिशाली अर्थव्यवस्थाओं के बीच व्यापार युद्ध का स्तर और बढ़ गया है।

### इस प्रतिबंध की मुख्य बातें

- अमेरिका ने नरियात नयित्रणों का एक व्यापक सेट अधिरोपित किया है जिसमें चीन को कुछ तरह के सेमीकंडक्टर चिपस और चिप-मेकगि उपकरणों से दूर करने के उपाय शामिल हैं।
- नयिमों के तहत, अमेरिकी कंपनियों को चीनी चिप निर्माताओं को ऐसे उपकरणों की आपूर्ति बंद कर देनी है जिनसे अपेक्षाकृत उन्नत चिपस का उत्पादन किया जा सकता है, जब तक कि वे पहले लाइसेंस प्राप्त न कर लें।
- नए नयिम उन्नत सेमीकंडक्टर उत्पादन वस्तुओं और कुछ एकीकृत सर्किट या चिपस के विशेष अंतिम उपयोग के लिये किसी तरह के लेनदेन पर नयित्रण आरोपित करते हैं।
- अमेरिका सेमीकंडक्टर उत्पादों एवं सॉफ्टवेयर, प्रौद्योगिकी और एकीकृत सर्किट निर्माण एवं विकास में उपयोगी अन्य वस्तुओं पर भी नरियात नयित्रण को बढ़ाने की इच्छा रखता है।
- अमेरिकी नागरिकों और ग्रीन-कार्ड धारकों को भी चीनी कंपनियों एवं संस्थानों के लिये कुछ प्रौद्योगिकी विशेष पर कार्य करने से प्रतिबंधित किया जाएगा।

### अमेरिका के इस कदम के क्या परिणाम होंगे?

- **प्रतिबंध लगाने का अनुचित आधार:** अमेरिका ने महत्त्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों में रणनीतिक लाभ की स्थिति का दुरुपयोग किया है और यह दृष्टांत अन्य देशों को भी इस तरह के प्रतिबंध लगाने के लिये प्रेरित करेगा जिससे व्यापार युद्ध जैसी स्थिति उत्पन्न हो जाएगी। इन प्रतिबंधों की दूरगामी प्रकृति का वैश्विक व्यापार और वित्तीय व्यवस्था की विश्वसनीयता पर प्रभाव पड़ेगा।
- **अपनी प्रकृति में नव-ओपनिवेशिक:** संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा चिपमेकगि उपकरणों के नरियात पर यह प्रतिबंध न केवल चीन को प्रभावित करेगा बल्कि अन्य देशों को भी संभावित लाभों से वंचित कर देगा। वैश्विक सार्वजनिक अच्छे औचित्य के बजाय व्यापारीवादियों द्वारा नहीं बढ़ाया जाना चाहिये। व्यवस्था की वैधता (जैसे अमेरिकी बनाए रखना चाहते हैं) वैश्विक सार्वजनिक कल्याण के तर्क के बजाय वणिकवादी दृष्टिकोण से पुष्ट नहीं हो सकेगी।
- **आपूर्ति शृंखलाओं में व्यवधान:** इतना ही नहीं, ये प्रतिबंध वैश्विक आपूर्ति शृंखलाओं में अत्यधिक अनिश्चिता उत्पन्न करने का नुस्खा हैं। भारत जैसे कुछ देश इस क्षण का अवसरवादी लाभ उठाने के लिये लालायित हो सकते हैं, लेकिन यह भी संभावित है कि विश्व व्यापार प्रणाली में संचयी अनिश्चिताओं से इन लाभों का मूल्य बहुत कम हो जाएगा। चीन एक महत्त्वपूर्ण अर्थव्यवस्था है जिसे अलग-थलग करने का दृष्टिकोण उचित नहीं माना जा सकता।
- **जलवायु परिवर्तन को नयित्तरित करने के प्रयासों में बाधा:** स्पष्ट है कि एक प्रमुख विषय जहाँ वैश्विक सहयोग की आवश्यकता है, अर्थात जलवायु परिवर्तन, को भी इस कदम से धक्का लगेगा। जलवायु परिवर्तन पर एक ठोस वैश्विक कार्रवाई की कल्पना करना कठिन है जब वैश्विक

महाशक्तियाँ एक व्यापारिक या वणिकवादी युद्ध की स्थिति में हों।

## सेमीकंडक्टर चपिस क्या होते हैं?

- **परचियःसेमीकंडक्टर (Semiconductors) या अर्द्धचालक** ऐसी सामग्री है जिसकी चालकता सुचालकों और कुचालकों की चालकता के मध्य की होती है। वे सलिकॉन या जर्मेनियम जैसे शुद्ध तत्त्वों अथवा गैलियम, आर्सेनाइड या कैडमियम सेलेनाइड जैसे यागिकों के रूप में हो सकते हैं।
- **सेमीकंडक्टर चपिस का महत्त्वः** वे आधारभूत 'बलिडिगि ब्लॉक्स' हैं जो सभी आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी उत्पादों के मन और मसतषिक के रूप में कार्य करते हैं।
  - ये चपिस वर्तमान समय में ऑटोमोबाइल, घरेलू गैजेट्स और ECG मशीनों जैसे आवश्यक चकितिसा उपकरणों के अभनिन अंग बन गए हैं।
- **मांग में हालिया वृद्धिः** कोविड-19 महामारी के कारण दैनिक आर्थिक एवं आवश्यक गतविधियों के एक बड़े भाग को ऑनलाइन ले जाने या कम-से-कम उन्हें डजिटल रूप से सकषम करने की आवश्यकता ने लोगों के जीवन में चपि-संचालति कंप्यूटर एवं स्मार्टफोन की केंद्रीयता को उजागर किया है।
  - इसकी कमी एक सोपानी प्रभाव उत्पन्न करती है क्योंकि सर्वप्रथम यह एक तीव्र मांग की वृद्धि करती है और फिर एक परणामी भारी कमी को बल देती है।

## सेमीकंडक्टर का महत्त्व

- एयरोस्पेस, ऑटोमोबाइल, संचार, स्वच्छ ऊर्जा, सूचना प्रौद्योगिकी और चकितिसा उपकरणों आदि सहित अर्थव्यवस्था के लगभग सभी क्षेत्रों के लिये ही अर्द्धचालक अत्यंत आवश्यक हैं।
  - इन महत्त्वपूर्ण घटकों की बढ़ती मांग के साथ आपूर्ति के असंतुलन की स्थिति बनी है, जिससे वैश्विक स्तर पर चपि की कमी पैदा हो गई है। इसके परणामस्वरूप अर्थव्यवस्था में विकास एवं रोजगार अवसरों में कमी आई है।
- दसिंबर, 2021 में केंद्र सरकार ने भारत में वभिनिन सेमीकंडक्टर वस्तुओं के नरिमाण को प्रोत्साहति करने के उद्देश्य से [उत्पादन-लकिड प्रोत्साहन \(PLI\)](#) योजना के तहत 76,000 करोड़ रुपए की मंजूरी प्रदान की।
- सेमीकंडक्टरस और डसिप्ले आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स के लिये आधारभूत घटक हैं जो [औद्योगिक क्रांति 4.0](#) (Industry 4.0) के तहत डजिटल परिवर्तन के अगले चरण को गति प्रदान कर रहे हैं।

## सेमीकंडक्टर उद्योग के प्रोत्साहन की आवश्यकता क्यों?

- सेमीकंडक्टर चपिस आधुनिक सूचना युग के लिये जीवनदायिनी हैं। वे इलेक्ट्रॉनिक उत्पादों को अभकिलन एवं नयितरण क्रियाओं में सकषम बनाते हैं जो हमारे जीवन को सरल बनाता है।
- ये सेमीकंडक्टर चपिस ICT (सूचना और संचार प्रौद्योगिकी) के विकास के चालक हैं और वर्तमान 'फ्लैटनगि ऑफ द वर्ल्ड' की परघिटना में महत्त्वपूर्ण योगदान करते हैं।
- उनका उपयोग संचार, बजिली पारेषण जैसी महत्त्वपूर्ण अवसंरचनाओं में किया जाता है, जो राष्ट्रीय सुरक्षा के लिये एक नहितार्थ रखते हैं।
- सेमीकंडक्टर और डसिप्ले इकोससिस्टम का अर्थव्यवस्था के वभिनिन क्षेत्रों में गुणक प्रभाव पड़ेगा जहाँ वैश्विक मूल्य शृंखला के साथ एकीकरण और गहन होगा।
- उल्लेखनीय है कि वर्तमान में विश्व के कुछ ही देशों के पास सेमीकंडक्टर चपिस नरिमाण की क्षमता है।
  - संयुक्त राज्य अमेरिका, ताइवान, दक्षिण कोरिया, जापान और नीदरलैंड का इस क्षेत्र में प्रभुत्व है।
  - जर्मनी भी ICTs उत्पादों का एक उभरता हुआ उत्पादक है।

## सेमीकंडक्टर बाजार में भारत की स्थिति:

- **भारत वर्तमान में सभी तरह के चपिस** का आयात करता है और वर्ष 2025 तक इस बाजार के 24 बलियन डॉलर से बढ़कर 100 बलियन डॉलर तक पहुँचने का अनुमान है। हालाँकि सेमीकंडक्टर चपिस के घरेलू नरिमाण के लिये भारत ने हाल ही में कई पहलें शुरू की हैं:
  - केंद्रीय मंत्रिमंडल ने 'सेमीकंडक्टर और डसिप्ले वनिरिमाण पारितित' (semiconductors and display manufacturing ecosystem) के विकास का समर्थन करने के लिये 76,000 करोड़ रुपए की राशि आवंटित की है।
    - इसके तहत, डजिाइन कंपनियों को चपिस डजिाइन करने हेतु प्रोत्साहन के लिये एक उल्लेखनीय राशि प्रदान की जाएगी।
  - भारत ने [इलेक्ट्रॉनिक्स घटकों और अर्द्धचालकों के नरिमाण के लिये इलेक्ट्रॉनिक घटकों एवं अर्द्धचालकों के वनिरिमाण को बढ़ावा देने की योजना](#) (Scheme for Promotion of Manufacturing of Electronic Components and Semiconductors- SPECS) भी शुरू की है।
  - वर्ष 2021 में इलेक्ट्रॉनिकी और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय ने सेमीकंडक्टर डजिाइन में शामिल कम-से-कम 20 घरेलू कंपनियों के संपोषण के लिये और उन्हें अगले 5 वर्षों में 1500 करोड़ रुपए से अधिक का कारोबार कर सकने में सकषम बनाने के लिये डजिाइन लकिड इंसेंटवि (DLI) योजना भी शुरू की।
- अर्द्धचालकों का स्वयं भारत का उपभोग वर्ष 2026 तक 80 बलियन अमेरिकी डॉलर और वर्ष 2030 तक 110 बलियन अमेरिकी डॉलर को पार कर जाने का अनुमान है।

## भारत के लिये चुनौतियाँ

- **उच्च नविश की आवश्यकता:** सेमीकंडक्टर और डसिप्ले वनिरिमाण एक अत्यंत एवं प्रौद्योगिकी-गहन क्षेत्र है, जिसमें भारी पूंजी नविश, उच्च

जोखमि, लंबी भुगतान अवधि तथा प्रौद्योगिकी में तेज़ी से बदलाव जैसे तत्त्व शामिल हैं और इसके लिये उल्लेखनीय एवं नरितर नविश की आवश्यकता होती है।

- **सरकार से न्यूनतम वित्तीय सहायता:** सेमीकंडक्टर उद्योग के वभिन्न उप-क्षेत्रों में वनिरिमाण क्षमता स्थापति करने के लिये आमतौर पर आवश्यक नविश के पैमाने से देखें तो वर्तमान परकिलपति राजकोषीय समर्थन का स्तर अत्यंत कम है।
- **क्षमता नरिमाण की कमी:** भारत में चपि डज़िाइन हेतु प्रतभि मौजूद है लेकिन इसने कभी भी चपि फ़ैब क्षमता (chip fab capacity) का नरिमाण नहीं किया। ISRO और DRDO के पास अपने-अपने 'फ़ैब फ़ाउंडरी' उपलब्ध हैं लेकिन वे मुख्य रूप से उनकी स्वयं की आवश्यकताओं की पूर्ता के लिये हैं और वे वशि्व के आधुनकिताम फ़ैब फ़ाउंडरी जैसे परषिकृत भी नहीं हैं।
  - भारत में केवल एक पुराना फ़ैब मौजूद है जो पंजाब के मोहाली में स्थति है।
- **बेहद महंगा फ़ैब सेटअप:** एक छोटे स्तर के अर्द्धचालक नरिमाण सुवधि (Semiconductor fabrication facility) या 'फ़ैब' की स्थापना में भी अरबों डॉलर का खर्च आ सकता है और उस पर भी नवीनतम प्रौद्योगिकी के मामले में वे एक या दो पीढ़ी पीछे होंगे।
- **संसाधन अक्षम क्षेत्र:** चपि फ़ैब हेतु लाखों लीटर स्वच्छ जल, एक अत्यंत स्थरि बजिली आपूर्ता, वृहत भूमि और अत्यधिक कुशल कार्यबल की आवश्यकता होती है।

## आगे की राह

- **एक प्रमुख खलाड़ी बनने की आवश्यकता:** भारत को एक वशि्वसनीय एवं बहुपक्षीय अर्द्धचालक पारतिंत्र में एक प्रमुख खलाड़ी के रूप में उभरने पर लक्षति होना चाहिये।
  - एक बहुपक्षीय अर्द्धचालक पारतिंत्र के नरिमाण हेतु अनुकूल वयापार नीतियों का होना महत्त्वपूर्ण है।
- **सभी तत्त्वों के लिये पर्याप्त वित्तीय सहायता:** भारत की प्रतभि और अनुभव को ध्यान में रखते हुए यह बेहतर उपाय हो सकता है कनिया मशिन कम-से-कम अभी के लिये चपि-मेकगि शृंखला के अन्य हसिंसों- जैसे डज़िाइन केंद्र, परीक्षण सुवधि, पैकेजगि आदिको वित्तीय सहायता प्रदान करने से संबद्ध हो।
- **आत्मनरिभरता को अधिकितम करना:** भारत में भवषिय में चपि उत्पादन कसिी एक वषिय-क्षेत्र तक सीमति नहीं हो, बल्कि डज़िाइन से फ़ैब्रिकेशन तक और पैकेजि से परीक्षण तक सबको समाहति करते हुए एक पारतिंत्र का वकिस करना चाहिये।
  - भारत को इस क्षेत्र में अनुसंधान और वकिस में भी सुधार लाने की ज़रूरत है जहाँ वर्तमान में इसकी कमी है।
- **कनेक्टविटी और क्षमता संबंधी उपाय:** भारत को चपि-मेकगि और डज़िाइनगि उद्योग में अपनी पहचान बनाने के लिये कई कारकों को एक साथ साधने की ज़रूरत है।
  - भारत सरकार के लिये चपि वनिरिमाण पारतिंत्र के नरिमाण हेतु भारत में संबंधति उद्योगों को एक साथ लाने की तत्काल आवश्यकता है। इसके साथ ही राष्ट्रीय क्षमता को भी बढ़ाने की आवश्यकता है।
- **उच्च नविश की आवश्यकता:** सेमीकंडक्टर और डसिप्ले वनिरिमाण एक अत्यंत जटलि एवं प्रौद्योगिकी-गहन क्षेत्र है जसिमें भारी पूंजी नविश, उच्च जोखमि, लंबी पूर्णावधि एवं भुगतान अवधि और प्रौद्योगिकी में तेज़ी से परविर्तन शामिल है, जसिके लिये उल्लेखनीय और नरितर नविश की आवश्यकता होती है।
- **महत्त्वपूर्ण घटक के नरिमाण को प्रोत्साहन देना:** चपि के तीन घटक होते हैं:
  - हार्डवेयर (कच्चा माल)
  - डज़िाइन
  - फ़ैब्रिकेशन
    - डज़िाइन स्वयं में वह घटक है जो मूल्य का सृजन करता है और यदि भारत इस क्षमता का उपयोग करने में सक्षम हो तो फरि वशि्व का कोई भी देश उसे पीछे नहीं छोड़ सकता।

## नषिकर्ष

चूँकि सेमीकंडक्टर की आवश्यकता के साथ-साथ इसकी वैश्विक मांग भी मौजूद है जनिकी भारत पूर्ता कर सकता है, लेकिन इसके लिये मौजूदा क्षमताओं का उपयोग करते हुए आगे बढ़ने की आवश्यकता होगी और सुदृढ़ नीतितंत्र एवं पारतिंत्र को स्थापति करना होगा। इसके लिये उद्योग एवं सरकार का मलिकर कार्य करना भी आवश्यक है।

ये सभी लाभ लंबे समय से मौजूद रहे हैं, आवश्यक है कि अब इनका दोहन किया जाए।

**अभ्यास प्रश्न:** भारत के लिये सेमीकंडक्टर वनिरिमाण कतिना महत्त्वपूर्ण है और इसके वनिरिमाण से संबद्ध प्रमुख चुनौतियाँ कौन-सी हैं? चर्चा करें।