रक्षा अनुसंधान भारती

मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक

वर्ष 2025-26, "22वां अंक"
अप्रैल 2025 से मार्च 2026 तक

''विज्ञान की आशा
अपनी हो भाषा''

राष्ट्रगीत की 150वीं जयंती

वन्दे मातरम्।

सुजलाम् सुफलाम् मलयजशीतलाम्,
शस्यश्यामलाम् मातरम्। वन्दे मातरम्।। 111

शुभ्रज्योत्स्ना पुलकितयामिनीम्,
फुल्लकुसुमित द्रुमदलशोभिनीम्,
सुहासिनीम् सुमधुरभाषिणीम्,
सुखदाम् वरदाम् मातरम्। वन्दे मातरम्।। 2।1

कोटि-कोटि कण्ठ कल-कल निनाद कराले,
कोटि-कोटि भुजैधृत खरकरवाले,
के बॉले माँ तुमि अबले,
बहुबलधारिणीं नमामि तारिणीम्,
रिपुदलवारिणीं मातरम्। वन्दे मातरम्।। 3।।

तुमि विद्या तुमि धर्म, तुमि हृदि तुमि मर्म,
त्वम् हि प्राणाः शरीरे, बाहुते तुमि माँ शक्ति,
हृदये तुमि माँ भक्ति, तोमारेई प्रतिमा गड़ि मन्दिरे-मन्दिरे।
वन्दे मातरम्।। 4।।

त्वम् हि दुर्गा दशप्रहरणधारिणी,
कमला कमलदलविहारिणी,
वाणी विद्यादायिनी, नमामि त्वाम्,
नमामि कमलाम् अमलाम् अतुलाम्,
सुजलां सुफलां मातरम्।
वन्दे मातरम्।। 511

श्यामलाम् सरलाम् सुस्मिताम् भूषिताम्,
धरणीम् भरणीम् मातरम्। वन्दे मातरम्।। 6।।

रक्षा अनुसंधान भारती

मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक

वर्ष 2025–26, 22वां अंक

(अक्टूबर 2025 से मार्च 2026)

रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन मुख्यालय

डीआरडीओ भवन, राजाजी मार्ग

नई दिल्ली–110011

मुख्य संरक्षक

डॉ. समिर वी कामत
सचिव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग एवं अध्यक्ष, डीआरडीओ

संरक्षक

डॉ. रविन्द्र सिंह
महानिदेशक (संसाधन एवं प्रबंधन)

श्री विपिन कुमार कौशिक, वैज्ञानिक 'एच'
निदेशक, राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय

संवीक्षा समिति

डॉ. एम. राघवेन्द्र राव
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक, एएसएल, अध्यक्ष

डॉ. एम.के शर्मा
वैज्ञानिक 'एफ', टीबीआरएल, सदस्य

डॉ. एम.के गुप्ता
वैज्ञानिक 'जी', आरसीआई, सदस्य

श्री मनीष तिवारी
वैज्ञानिक 'एफ', एएसएल, सदस्य

श्री चंद्र प्रकाश मीणा
वैज्ञानिक 'एफ'

श्रीमती अरूण कमल
सहायक निदेशक (रा.भा.), सदस्य

सुश्री प्रतिष्ठा मिश्रा
सदस्य, सचिव

प्रधान संपादक

श्री आई.आर. अंसारी
वैज्ञानिक 'एफ' एवं सह निदेशक

श्री चंद्र प्रकाश मीणा
वैज्ञानिक 'एफ' एवं सह निदेशक

संपादक

श्रीमती अरूण कमल
सहायक निदेशक (रा.भा.)

श्री अमित शर्मा
वैज्ञानिक 'डी' एवं संयुक्त निदेशक

विशेष संपादन सहयोग

सुश्री प्रतिष्ठा मिश्रा

संपादन सहयोग

श्री जिनिल कुमार सी के
सुश्री स्वाति सिन्हा
श्री सचिन सांगवान
सुश्री श्रद्धा वर्मा
श्री सतेन्द्र कुमार
सुश्री समन

आवरण पृष्ठ संकल्पना

श्री संजय कुमार
श्री अंकुर मैंदीरत्ता
श्री कपिल सिंह

डॉ. समिर वी. कामत
DR. SAMIR V. KAMAT

सत्यमेव जयते
भारत सरकार
Government of India

सचिव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग
एवं
अध्यक्ष, डीआरडीओ
Secretary, Department of Defence R&D
&
Chairman, DRDO

संदेश

यह अत्यंत हर्ष एवं गौरव का विषय है कि रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा हिंदी गृह-पत्रिका **'रक्षा अनुसंधान भारती'** के मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक का प्रकाशन किया जा रहा है।

भाषा राष्ट्र की पहचान ही नहीं अपितु उसकी एकता एवं अखंडता की महत्वपूर्ण कारक होती है। अपनी भाषा में ज्ञान का प्रसार शिक्षा को परिपक्व बनाता है एवं स्वावलंबन की नीति के साथ राष्ट्र को विकास के चरमोत्कर्ष तक पहुंचाते हुए आत्मनिर्भरता का मार्ग प्रशस्त करता है। शासकीय कार्यों में राजभाषा हिंदी का प्रयोग हमारी संवैधानिक एवं नैतिक जिम्मेदारी है एवं हिंदी के माध्यम से तकनीकी ज्ञान का प्रसार विषय की समझ एवं संचार को सरल, सुदृढ़ एवं व्यापक बनाता है। इस दिशा में हिंदी भाषा में तकनीकी पत्रिका का प्रकाशन एक वांछनीय एवं सराहनीय प्रयास है। मैं आशा करता हूं कि यह पत्रिका वैज्ञानिकों, अधिकारियों एवं कर्मचारियों को डीआरडीओ के मूल कार्य क्षेत्र के तकनीकी कार्यों को हिंदी के माध्यम से अभिव्यक्त करने के लिए प्रेरणा स्रोत सिद्ध होगी एवं पाठकगण को नवीनतम तकनीकी जानकारियों से लाभान्वित करेगी।

'रक्षा अनुसंधान भारती' के तकनीकी अंक के सफल प्रकाशन के लिए सभी रचनाकारों और संपादक मंडल को मेरी हार्दिक शुभकामनाएं।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 10 फरवरी, 2026

समिर कामत
(डॉ. समिर वी. कामत)

रक्षा मंत्रालय, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग, डीआरडीओ भवन, नई दिल्ली-110011
Ministry of Defence, Department of Defence R&D, DRDO Bhawan, Rajaji Marg, New Delhi-110011
दूरभाष/Phone : 011-23011519, 23014350 फैक्स/Fax : 011-23018216 ई-मेल/E-mail : secydrdo@gov.in

यू. राज बाबू
विशिष्ट वैज्ञानिक
महानिदेशक (एम एस एस)
U. RAJA BABU
Distinguished Scientist
Director General
(Missile & Strategic Systems)

सत्यमेव जयते

भारत सरकार
रक्षा मंत्रालय
501, डी आर डी ओ भवन, राजाजी मार्ग
नई दिल्ली-110011
Government of India
Ministry of Defence
501, DRDO Bhawan, Rajaji Marg
New Delhi-110011

संदेश

यह अत्यंत हर्ष का विषय है कि रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन (डीआरडीओ) अपनी वार्षिक गृह पत्रिका **रक्षा अनुसंधान भारती** के 22वें अंक को मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक के रुप में प्रकाशित करने जा रहा है यह पत्रिका एक उत्कृष्ट प्रयास है जिसके माध्यम से पाठकों को प्रयोगशालाओं में किए जा रहे मिसाइल से संबंधित विविध शोध कार्यों को एक बेहतरीन संकलन के रूप में पढ़ने का अवसर प्राप्त होगा।

इस पत्रिका में आधुनिक मिसाइल प्रौद्योगिकी से संबंधित शोध कार्यों तथा इस क्षेत्र में सफलतापूर्वक पूरी हो चुकी परियोजनाओं से जुड़े उत्कृष्ट तकनीकी लेखों को संकलित किया गया है। सभी लेख सहज और सरल भाषा में लिखे गए हैं, इन लेखों की यह विशेषता है कि ये लेख न केवल पठनीय हैं, बल्कि प्रयोगशालाओं में चल रहे मिसाइल से संबंधित सभी महत्वपूर्ण परिप्रेक्ष्यों को शामिल कर इस पत्रिका के उद्देश्य को संपूर्णता प्रदान करते हैं।

मैं पत्रिका के सफल प्रकाशन के लिए मुख्यालय के सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों को हार्दिक बधाई देता हूं तथा आशा करता हूं कि भविष्य में भी इस प्रकार के नवीन सोच तथा ज्ञानवर्धक दृष्टिकोण वाले तकनीकी अंक प्रकाशित होते रहेंगे।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 10 फरवरी, 2026

यु राज बाबु
(यू. राज बाबू)

डॉ. रविन्द्र सिंह
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं
महानिदेशक (आर. एण्ड एम.)
DR. RAVINDRA SINGH
Outstanding Scientist &
Director General (R & M)

सत्यमेव जयते

भारत सरकार
रक्षा मंत्रालय
अनुसंधान तथा विकास संगठन
101, डी आर डी ओ भवन, राजाजी मार्ग
नई दिल्ली-110011, भारत
Government of India
Ministry of Defence
Defence Research & Development Organisation
101, DRDO Bhawan, Rajaji Marg
New Delhi-110011, India

संदेश

यह हर्ष का विषय है कि रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन, डीआरडीओ मुख्यालय इस वर्ष अपनी हिन्दी गृह-पत्रिका **'रक्षा अनुसंधान भारती'** के मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक, अंक-22 का प्रकाशन करने जा रहा है। डीआरडीओ की कुछ प्रयोगशालाएं मिसाइल प्रौद्योगिकी से संबंधित अनुसंधान क्षेत्र में कार्यरत हैं, और मुझे विश्वास है कि यह विशेषांक उन्हीं कार्यों के समग्र प्रतिनिधित्व का एक महत्वपूर्ण दस्तावेज होगा।

डीआरडीओ मुख्यालय राजभाषा के प्रचार-प्रसार में हमेशा तत्पर रहा है एवं राजभाषा से जुड़े संवैधानिक दायित्वों के निष्ठापूर्वक निर्वहन के अतिरिक्त तकनीकी जानकारियों की हिंदी में उपलब्धता के क्षेत्र में यह गंभीरतापूर्वक प्रयत्नरत रहा है। मैं डीआरडीओ प्रयोगशालाओं में कार्यरत वैज्ञानिकों की सराहना करता हूं कि वे अपने अनुसंधान कार्यों को हिंदी भाषा में आमजन तक पहुंचाने का प्रयास कर रहे हैं और **'रक्षा अनुसंधान भारती'** का यह तकनीकी विशेषांक इस बात का प्रमाण है। मुझे प्रसन्नता है कि डीआरडीओ मुख्यालय तकनीकी कार्यों के साथ-साथ राजभाषा के प्रचार-प्रसार में भी सराहनीय योगदान दे रहा है।

मैं इस अवसर पर पत्रिका के प्रकाशन से जुड़े लेखकों, संपादक मंडल को हार्दिक बधाई देता हूं तथा पत्रिका के सफल प्रकाशन की कामना करता हूं।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 06 फरवरी, 2026

(डॉ. रविन्द्र सिंह)

दूरभाष/Phone : 011-23011860 फैक्स/Fax : 011-23015395
ई-मेल/E-mail : dgrm.hqr@govin

विपिन कुमार कौशिक
उत्कृष्ट वैज्ञानिक
एवं
निदेशक (डी आर पी पी आई)
VIPIN KUMAR KAUSHIK
OUTSTANDING SCIENTIST
&
DIRECTOR (DRPPI)

सत्यमेव जयते

अ.स.प.सं./DO No.
भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
Government of India, Ministry of Defence
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
Defence Research and Development Organisation
राजभाषा, संसद तथा जनसंपर्क निदेशालय
Directorate of Rajbhasha, Parliament and Public Interface (DRPPI)
'बी' ब्लॉक, तृतीय तल
'B' Block, Third Floor
डी.आर.डी.ओ. भवन, राजाजी मार्ग, नई दिल्ली-110011
DRDO Bhawan, Rajaji Marg, New Delhi-110011
दूरभाषा/Telephone: 23013248, 23007125
फैक्स/Fax: 23011133, 23013059

संदेश

मुझे यह बताते हुए प्रसन्नता हो रही है कि **रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन (डीआरडीओ) मुख्यालय** इस वर्ष हिंदी गृह-पत्रिका **'रक्षा अनुसंधान भारती'** के नवीनतम अंक का **तकनीकी विशेषांक** के रूप में प्रकाशित करने जा रहा है, जो **मिसाइल प्रौद्योगिकी** पर केन्द्रित है।

जिस प्रकार किसी देश की सुरक्षा वहां की सेना की पहली प्राथमिकता होती है उसी प्रकार देश के तकनीकी विकास में सेना की आवश्यकताओं को पूरा करना वैज्ञानिक संगठनों का प्रमुख कर्तव्य होना चाहिए और डीआरडीओ की सभी प्रयोगशालाएं सैन्य बलों की आवश्यकताओं और अपेक्षाओं पर समर्पित होकर कार्य कर रही हैं। हम पहले भी अपने शोध क्षेत्रों से जुड़े हुए विशेषांक निकालते रहे हैं। इसी क्रम में यह मिसाइल विशेषांक एक अनूठी पहल है जो इस क्षेत्र से संबंधित लेखों के प्रतिनिधि संकलन के रूप में तैयार हुआ है।

विज्ञान और तकनीक हमेशा से ही एक ही भाषा से जोड़ कर देखे गए हैं। कुछ समय पूर्व तक किसी ने कल्पना भी नहीं की थी कि विज्ञान, तकनीक और प्रौद्योगिकी अंग्रेजी के अलावा अन्य भाषा और में भी संभव है। जब व्यक्ति अपनी भाषा की स्वाभाविकता और सहजता के साथ विज्ञान से जुड़ेगा तो नवाचार के नए आयाम तैयार होंगे। इस दिशा में **'रक्षा अनुसंधान भारती'** का यह तकनीकी अंक बेहद ही सराहनीय प्रयास है। इसके माध्यम से हिंदी भाषियों के मध्य उन तकनीकी विषयों पर समझ बनेगी जिसमें वह भाषा के किसी अवरोध के बिना आगे बढ़ सकेंगे। साथ ही साथ यह हिंदी के प्रयोग को तकनीक के विभिन्न क्षेत्रों में प्रसारित करने में भी सहायक होगी, और तकनीक से जुड़े वैज्ञानिकों, अधिकारियों, कार्मिकों और आम जन को तकनीकी और प्रौद्योगिकी संबंधित कार्य हिंदी में करने के लिए प्रेरित करेगी।

मैं मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक के सफल प्रकाशन के लिए सभी अधिकारियों/कर्मचारियों, रचनाकारों और संपादक मंडल को हार्दिक बधाई देता हूं और यह उम्मीद करता हूं कि हमारा यह प्रयास राजभाषा हिंदी के प्रचार-प्रसार में तकनीकी समझ को बेहतर बनाने में सहायक सिद्ध होगा।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 06 फरवरी, 2026

(विपिन कुमार कौशिक)

संपादकीय

राजभाषा में वैज्ञानिक संप्रेषण 'आत्मनिर्भर भारत' की अवधारणा को भी सशक्त बनाने के लिए आवश्यक है। जब तकनीक अपनी भाषा में विकसित होती है, तो वह केवल आयातित ज्ञान की नकल नहीं रहती, बल्कि स्वदेशी दृष्टि और आवश्यकताओं के अनुरूप आकार लेती है। अतः हम कह सकते हैं कि डीआरडीओ, देश की सुरक्षा और आत्मनिर्भरता का वैज्ञानिक आधार है; जिस पर हमारे देश के सशस्त्र बलों की सुरक्षा एवं उन्हें आधुनिकतम प्रौद्योगिकीय संसाधनों से युक्त करने की जिम्मेदारी है। यहाँ विकसित होने वाली उन्नत तकनीकें—मिसाइल, रेडार, एयरोस्पेस, इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियाँ और साइबर सुरक्षा—केवल रक्षा बलों के लिए ही नहीं, बल्कि राष्ट्रीय गौरव का प्रतीक हैं। आज के बदलते परिदृश्य में रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन ने एकेडेमिया, स्टार्टअप और इंडस्ट्री से जुड़कर अपनी शाखाओं का न सिर्फ विस्तार किया है बल्कि यह रक्षा शोध की संस्कृति विकसित कर रहा है।

किंतु इन उपलब्धियों का वास्तविक प्रभाव तभी व्यापक हो सकता है, जब इन प्रौद्योगिकियों का संप्रेषण ऐसी भाषा में हो जिसे देश का बड़ा वर्ग समझ सके; क्योंकि विज्ञान और तकनीक स्वभावतः जटिल होते हैं। इनके लिए सटीक शब्दावली, स्पष्ट अभिव्यक्ति और मानकीकरण अनिवार्य है। यहीं पर राजभाषा हिंदी में तकनीकी और वैज्ञानिक भाषा के विकास का महत्व उभरकर सामने आता है। डीआरडीओ द्वारा हिंदी तकनीकी शब्दावली, अनुवाद उपकरण और राजभाषा-अनुकूल सॉफ्टवेयर का विकास इस दिशा में सार्थक पहल है। डीआरडीओ में तकनीकी दस्तावेज, प्रशिक्षण सामग्री, शोध-सार और मानक संचालन प्रक्रियाओं का हिंदी में सृजन न केवल ज्ञान को सुलभ बनाता है, बल्कि वैज्ञानिक सोच को व्यापक आधार भी देता है। इससे युवा वैज्ञानिकों और तकनीकी वर्ग के अन्य अधिकारियों को मातृभाषा में सोचने, समझने और नवाचार करने का अवसर मिलता है, जो अनुसंधान की गुणवत्ता को सुदृढ़ करता है।

वैसे भी राजभाषा और विज्ञान को अलग-अलग नहीं देखा जा सकता। राजभाषा हिंदी प्रशासन को जनोन्मुखी बनाती है, जबकि डीआरडीओ में तकनीकी एवं वैज्ञानिक भाषा का हिंदी में विकास विज्ञान को समाज से जोड़ता है। दोनों का समन्वय ही उस भारत की तस्वीर प्रस्तुत करता है, जो न केवल वैज्ञानिक रूप से सक्षम है, बल्कि भाषाई रूप से आत्मनिर्भर भी है। यही संगम भारत को सुरक्षित, सशक्त और आत्मनिर्भर राष्ट्र बनने की दिशा में अग्रसर करता है। इसी सोच के साथ हमने डीआरडीओ के विभिन्न शोध क्षेत्रों से जुड़े हुए निभिन्न तकनीकी विशेषांकों का प्रकाशन शुरु किया और हम विभिन्न प्रयोगशालाओं के उन रचनाकारों के प्रति अपना आभार व्यक्त करते हैं, जिन्होंने हमारे मिसाइल प्रौद्योगिकी विशेषांक को सफल प्रकाशन बनाने हेतु मेहनत की, हमें अपनी रचनाएँ उपलब्ध करायीं और हमारे प्रयास को सार्थक स्वरूप देने में मदद की। हम अपने सभी वरिष्ठ अधिकारियों को भी धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने हर स्तर पर हमारा मार्गदर्शन किया और हमारे प्रयास को सही दिशा दी।

शुभकामनाओं सहित!

अरुण कमल
सहायक निदेशक (राजभाषा)

अमित शर्मा
वैज्ञानिक डी एवं संयुक्त निदेशक

प्रस्तावना

भारत ने रक्षा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में पिछले कुछ दशकों में उल्लेखनीय प्रगति की है, जिसमें मिसाइल प्रणालियों का विकास एक अत्यंत महत्वपूर्ण उपलब्धि है।

स्वतंत्रता के प्रारंभिक वर्षों में भारत को अनेक आंतरिक और बाहरी सुरक्षा चुनौतियों का सामना करना पड़ा। सीमाओं की सुरक्षा, बदलते अंतरराष्ट्रीय संबंध और क्षेत्रीय अस्थिरता ने यह स्पष्ट कर दिया कि दीर्घकालिक राष्ट्रीय सुरक्षा के लिए केवल आयातित हथियारों पर निर्भर रहना न तो सुरक्षित है और न ही व्यावहारिक। इसके अतिरिक्त, विदेशी हथियार प्रणालियाँ अक्सर रणनीतिक प्रतिबंधों और तकनीकी सीमाओं के साथ आती हैं, जिससे देश की स्वतंत्र निर्णय क्षमता प्रभावित होती है। इन परिस्थितियों में भारत ने यह निर्णय लिया कि रक्षा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करना राष्ट्रीय प्राथमिकता होनी चाहिए।

भारत ने अपनी सुरक्षा आवश्यकताओं को आत्मनिर्भरता के साथ पूरा करने के उद्देश्य से स्वदेशी रक्षा अनुसंधान को प्राथमिकता दी। इसी दिशा में रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (DRDO) की स्थापना की गई, जिसने भारत को विश्व की अग्रणी मिसाइल तकनीक विकसित करने वाले देशों की श्रेणी में ला खड़ा किया। DRDO ने न केवल वैज्ञानिक अनुसंधान को संगठित किया, बल्कि सैन्य आवश्यकताओं और तकनीकी विकास के बीच सेतु का कार्य भी किया। मिसाइल प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में DRDO के प्रयासों ने भारत को एक स्पष्ट दिशा प्रदान की। इन प्रयासों का परिणाम इंटीग्रेटेड गाइडेड मिसाइल डेवलपमेंट प्रोग्राम के रूप में सामने आया, जिसने भारतीय मिसाइल विकास को एक व्यवस्थित और लक्ष्य केंद्रित स्वरूप प्रदान किया।

भारतीय मिसाइल कार्यक्रम का उद्देश्य केवल सैन्य शक्ति बढ़ाना नहीं रहा, बल्कि रणनीतिक प्रतिरोध (Strategic Deterrence), राष्ट्रीय संप्रभुता की रक्षा, और तकनीकी आत्मनिर्भरता को सुदृढ़ करना भी रहा है। भारत ने सतह से सतह पर मार करने वाली, सतह से हवा में मार करने वाली, हवा से हवा में मार करने वाली तथा समुद्र आधारित मिसाइल प्रणालियों का सफलतापूर्वक विकास किया है।

भारत की मिसाइल विकास यात्रा को इंटीग्रेटेड गाइडेड मिसाइल डेवलपमेंट प्रोग्राम (IGMDP) से एक नई दिशा मिली, जिसके अंतर्गत पृथ्वी, अग्नि, आकाश, त्रिशूल और नाग जैसी मिसाइलों का विकास किया गया। इसके बाद अग्नि श्रृंखला की लंबी दूरी की बैलिस्टिक मिसाइलों, ब्रह्मोस जैसी सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइलों, और हाल के वर्षों में हाइपरसोनिक तकनीकों ने भारत की सामरिक क्षमता को और अधिक सशक्त बनाया है।

पृथ्वी मिसाइल भारत के मिसाइल कार्यक्रम की प्रारंभिक सफलताओं में से एक रही है। इस मिसाइल ने भारत को बैलिस्टिक मिसाइल तकनीक की बुनियादी समझ प्रदान की और आगे की उन्नत प्रणालियों के लिए मार्ग प्रशस्त किया। पृथ्वी मिसाइल के विकास के दौरान प्राप्त अनुभव ने भारतीय वैज्ञानिकों को वास्तविक उड़ान स्थितियों, प्रणोदन नियंत्रण और लक्ष्य सटीकता से संबंधित महत्वपूर्ण जानकारियाँ दीं। इन उपलब्धियों ने आत्मविश्वास की वह नींव रखी, जिस पर बाद में अग्नि मिसाइल श्रृंखला का निर्माण संभव हुआ।

अग्नि मिसाइल श्रृंखला भारतीय सामरिक शक्ति का एक अत्यंत महत्वपूर्ण घटक बन चुकी है। इन मिसाइलों का विकास भारत की दीर्घकालिक रणनीतिक सोच को दर्शाता है। अग्नि मिसाइलों ने भारत को मध्यम और लंबी दूरी तक

सटीक प्रहार करने की क्षमता प्रदान की है। इनके विकास के साथ भारत ने आधुनिक अवधारणाओं जैसे कैनिस्टर आधारित प्रक्षेपण, मोबाइल लॉन्च प्रणाली और त्वरित प्रतिक्रिया क्षमता को सफलतापूर्वक अपनाया। इससे मिसाइलों की परिचालन तत्परता में वृद्धि हुई और उन्हें सुरक्षित रूप से तैनात करना संभव हुआ।

क्रूज़ मिसाइल प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में ब्रह्मोस मिसाइल भारत की एक विशिष्ट और उल्लेखनीय उपलब्धि मानी जाती है। यह मिसाइल आधुनिक युद्ध की आवश्यकताओं के अनुरूप विकसित की गई है, जहाँ गति, सटीकता और आश्चर्य का तत्व अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। ब्रह्मोस मिसाइल की सुपरसोनिक गति और कम ऊँचाई पर उड़ान क्षमता इसे दुश्मन की रक्षा प्रणालियों के लिए अत्यंत चुनौतीपूर्ण बनाती है। इसकी बहु-प्लेटफॉर्म प्रक्षेपण क्षमता ने इसे भारतीय सशस्त्र बलों के लिए एक बहुउपयोगी और प्रभावी हथियार बना दिया है।

वायु रक्षा के क्षेत्र में भारत की उपलब्धियाँ भी उतनी ही महत्वपूर्ण हैं। आधुनिक युद्ध में हवाई खतरों की प्रकृति लगातार बदल रही है, जिसमें लड़ाकू विमान, ड्रोन और क्रूज़ मिसाइलें शामिल हैं। इन खतरों से निपटने के लिए भारत ने स्वदेशी वायु रक्षा प्रणालियों का विकास किया है। आकाश मिसाइल प्रणाली इसका एक उत्कृष्ट उदाहरण है, जो उन्नत रडार और नियंत्रण प्रणालियों के साथ एकीकृत होकर कार्य करती है। इस प्रकार की प्रणालियाँ भारत को बहु-स्तरीय वायु रक्षा क्षमता प्रदान करती हैं।

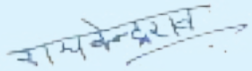
थलसेना की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए विकसित की गई एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइलें आधुनिक युद्धक्षेत्र में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुई हैं। इन मिसाइलों ने भारतीय सेना को बख्तरबंद वाहनों के विरुद्ध प्रभावी और सटीक प्रहार करने की क्षमता प्रदान की है। उन्नत सेंसर और मार्गदर्शन तकनीकों के उपयोग से सैनिक सुरक्षित दूरी से लक्ष्य भेद सकते हैं, जिससे युद्धक्षेत्र में उनकी सुरक्षा और प्रभावशीलता दोनों बढ़ती हैं।

भारतीय मिसाइल प्रणालियों की एक प्रमुख विशेषता उनकी उच्च सटीकता, विश्वसनीयता, और उन्नत मार्गदर्शन प्रणालियाँ हैं, जिनमें इनर्शियल नेविगेशन, सैटेलाइट मार्गदर्शन, और टर्मिनल होमिंग तकनीक शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, मोबाइल लॉन्च प्लेटफॉर्म, कैनिस्टराइजेशन, और समुद्र आधारित प्रक्षेपण प्रणालियों ने भारत को त्रि-आयामी परमाणु प्रतिरोध (Nuclear Triad) क्षमता प्रदान की है।

भारत की सामरिक उपलब्धियों में त्रि-आयामी परमाणु प्रतिरोध क्षमता का विकास एक ऐतिहासिक मील का पत्थर है। स्थल, वायु और समुद्र आधारित मिसाइल प्रणालियों के माध्यम से भारत ने यह सुनिश्चित किया है कि उसकी प्रतिरोध क्षमता किसी भी परिस्थिति में बनी रहे।

आज भारतीय मिसाइल कार्यक्रम केवल राष्ट्रीय रक्षा तक सीमित नहीं रहा है, बल्कि यह भारत की वैज्ञानिक क्षमता और वैश्विक प्रतिष्ठा का भी प्रतीक बन चुका है। भारत अब रक्षा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में अंतरराष्ट्रीय सहयोग, तकनीकी साझेदारी और निर्यात की दिशा में भी आगे बढ़ रहा है। यह उपलब्धियाँ इस बात का प्रमाण हैं कि संगठित प्रयास, दीर्घकालिक दृष्टि और आत्मनिर्भर सोच के माध्यम से विश्वस्तरीय रक्षा प्रौद्योगिकी विकसित की जा सकती है।

अंत में यह कहा जा सकता है कि भारतीय मिसाइल प्रणालियाँ देश की सुरक्षा व्यवस्था की रीढ़ हैं। ये न केवल भारत की सैन्य शक्ति को सुदृढ़ करती हैं, बल्कि राष्ट्र के वैज्ञानिक आत्मविश्वास और तकनीकी परिपक्वता का भी परिचय देती हैं। भविष्य में उभरती हुई नई मिसाइल और हाइपरसोनिक तकनीकें भारत को और अधिक सशक्त, सुरक्षित और आत्मनिर्भर बनाएँगी।



(डॉ. एम. राघवेन्द्र राव)
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक, एएसएल

अनुक्रमणिका

क्रम सं.	विषय	नाम	पृष्ठ संख्या
1.	मिसाइल वारहेड : प्रकार, भूमिका और मूल्यांकन	*डॉ. इंद्रपाल सिंह संधू*	1
2.	सिरेमिक रेडोम (Ceramic Radomes) ढलाई से लेकर स्वीकृति तक	*विमल कुमार जैन*	7
3.	डायरेक्टेड एनर्जी पर आधारित मिसाइल प्रणाली : एक संक्षिप्त परिचय	*फूल चंद्र गौतम*	10
4.	ड्रोन से प्रक्षेपित मिसाइल तकनीकें : एक समीक्षा	*मदन कुमार शर्मा, मंजीत कुमार*	15
5.	कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) - सक्षम "छद्मा" (डि कॉय) के साथ "हवाई वर्चस्व"	*मनीष नालमवार*	20
6.	फ्यूज़, एक परिचय : मिसाइल का एक घटक)	*अर्चना सिंह*	24
7.	मिसाइल के लिए उपयोगी एक्स-बैंड सूक्ष्मतंरग-शक्ति प्रति रूपक	*के. मिर्जिथ*	30
8.	ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें : आधुनिक सैन्य रणनीतियों का हिस्सा	*सृष्टि नागर*	38
9.	प्रारंभिक सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता भविष्यवाणी के लिए पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन की प्रभावशीलता	*मनीष कुमार तिवारी*	42
10.	कार्बन-कार्बन (C/C) समग्र : उपयोग एवं वर्तमान स्थिति	*डॉ. अतुल रमेश भगत*	47
11.	आधुनिक मिसाइल प्रणालियों में नियंत्रण एवं मार्गदर्शन पद्धतियाँ	*कमलेश साहु*	51
12.	डीआरडीओ में ठोस प्रणोदन प्रणाली का विकास और उन्नति	*विमल प्रकाश मिश्रा*	57
13.	उच्च तापमान कार्बन/कार्बन (C/C) कंपोजिट पर ऑक्सीकरण रोधी कोटिंग्स	*जूही कुशवाहा*	61
14.	इंटरसेप्टर खतरों से जहाज की रक्षा के लिए प्रतिउपाय प्रणाली की तैनाती	*डॉ. पी.वी. श्रीना, अपूर्वा ओझा*	64
15.	प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का संयोजन और एकीकरण : स्वदेशी उद्योग जगत के लिए सुनहरा अवसर	*एन.डी. पांडे*	68
16.	आधुनिक युद्ध प्रणाली में उच्च ऊर्जा सामग्री का महत्व : डीआरडीओ और एचईएमआरएल का योगदान	*अभिषेक मिश्रा*	77

17.	जब मशीनें विद्रोही बनें...	*सुश्री मेघा पिसे*	**80**
18.	रक्षा अनुप्रयोग के लिए भविष्य की महत्वपूर्ण प्रद्यौगिकी : जनरेटिव एआई	*डॉ. विशाल कुमार*	**82**
19.	"आपातकालीन अग्निरोधक कुर्सी (फुल्ली-एन्क्लोज़्ड)"	*शैलेश कुमार*	**89**
20.	भारत : अंतरिक्ष शक्ति के रूप में नई उड़ान	*पी. रवि कुमार, एवं पी. संजीव किरण*	**92**
21.	मिसाइल रक्षा प्रणाली	*कुन्दन कुमार झा*	**94**
22.	बेस श्राउड नियंत्रण प्रणाली	*शुभम मौर्या, अमित कुमार चतुर्वेदी, नील दुबे*	**98**
23.	भारत में इलेक्ट्रॉनिक्स विनिर्माण	*नोमी सोनावाल*	**101**
24.	भारत में रक्षा-उद्योग स्वावलंबन-दृष्टि : मिसाइल प्रणालियों का निर्माण, स्वदेशीकरण, परीक्षण एवं निर्यात	*मधुराज कुमार*	**103**
25.	अगली पीढ़ी का मिसाइल प्रणोदन : डेटोनेशन इंजन	*संजय कुमार सोनी*	**107**
26.	मिसाइल परीक्षण : प्रक्रिया, महत्व और अंतरराष्ट्रीय नियम	*रिनित रिचार्ड*	**112**
27.	एम.आई.आर.वी. तकनीक	*रूपेश कुमार*	**115**
28.	ब्रह्मोस मिसाइल : भारत की सामरिक शक्ति का प्रदर्शन	*आबिद अहमद*	**118**
29.	मिसाइल का आविष्कार : मानव सभ्यता के लिए वरदान या अभिशाप	*मरापे प्रतिमा सीताराम*	**122**
30.	विषय : नागायलंका रेंज, आंध्रप्रदेश	*ईला चौहान*	**125**
31.	मिसाइल सुरक्षा प्रणाली	*स्वाति सिन्हा*	**127**
32.	अग्नि प्राइम (अग्नि-पी) : भारत की अगली पीढ़ी की बैलिस्टिक मिसाइल प्रणाली	*अविनाश शंकर*	**132**
33.	रुस की नई क्षमता : ओरेश्निक मिसाइल	*श्रद्धा वर्मा*	**135**
34.	आकाश मिसाइल : वायु रक्षा प्रणाली, रेंज और तीव्रता	*जगत सिंह*	**138**
35.	अस्त्र मिसाइल	*अमित सिंह*	**141**
36.	हेलिना मिसाइल	*मोहम्मद फैसल*	**146**
37.	हाइपरसोनिक टेक्नोलॉजी और भारत : कल की सुरक्षा के लिए एक रणनीतिक दौड़	*सचिन कुमार भारद्वाज*	**152**
38.	सेमिकंडक्टर पैकेज	*दुर्गा कुमार*	**155**
39.	स्मरण – विज्ञान, संकल्प और मिसाइल : कलाम दर्शन	*प्रतिष्ठा मिश्रा*	**157**
40.	संस्मरण – डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम	*आशा त्रिपाठी*	**160**
41.	समर्पण – अनन्य पुरुष कलाम	*अरुण कमल*	**162**

बलस्य मूलं विज्ञानम्

शक्ति का आधार विज्ञान ही है

The Base of Strength is Science

राजभाषा प्रतिज्ञा

भारतीय संविधान के अनुच्छेद 343 और 351 तथा राजभाषा संकल्प 1960 के आलोक में हम, केंद्र सरकार के कार्मिक यह प्रतिज्ञा करते हैं कि अपने उदाहरणमय नेतृत्व और निरंतर निगरानी से अपनी प्रतिबद्धता और प्रयासों से; प्रशिक्षण और प्राइज़ से अपने साथियों में राजभाषा प्रेम की ज्योति जलाये रखेंगे, उन्हें प्रेरित और प्रोत्साहित करेंगे, अपने अधीनस्थ के हितों का ध्यान रखते हुए अपने प्रबंधन को और अधिक कुशल और प्रभावशाली बनाते हुए राजभाषा हिंदी का प्रयोग, प्रचार और प्रसार बढ़ाएंगे, हम राजभाषा के संवर्द्धन के प्रति सदैव ऊर्जावान और निरंतर प्रयासरत रहेंगे।

जय राजभाषा! जय हिंद।

मिसाइल वारहेड : प्रकार, भूमिका और मूल्यांकन

डॉ. इंद्रपाल सिंह संधू

चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला, चंडीगढ़

sandhuip.tbrl@gov.in

1. परिचय

मिसाइल शब्द लैटिन क्रिया "मिटेरे" से आया है, जिसका अर्थ है– "भेजना" मूलतः, मिसाइल एक स्व-चालित निर्देशित युद्ध प्रणाली है। पहली मिसाइल द्वितीय विश्व युद्ध में नाज़ी जर्मनी द्वारा विकसित की गई थी। ये केवल संचालक द्वारा रेडियो-नियंत्रित होती थी और बहुत कम संख्या में बनाई जाती थी।

मिसाइलों के चार प्रणाली घटक होते हैं– लक्ष्यीकरण/मार्गदर्शन प्रणाली, उड़ान प्रणाली, इंजन और वारहेड। जैसा कि मिसाइल की परिभाषा कहती है, मिसाइल एक बुद्धिमान मानवरहित रॉकेट है जिसे किसी वस्तु/लक्ष्य को नष्ट करने के उद्देश्य से वारहेड को एक निर्दिष्ट बिंदु तक ले जाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसलिए, वारहेड मिसाइल का एक महत्वपूर्ण घटक है।

आधुनिक सैन्य प्रणाली में वारहेड किसी भी शस्त्र प्रणाली का सबसे निर्णायक घटक होता है; यह निर्धारित करता है कि किसी हमले का प्रभाव किस तरह और किस हद तक होगा। इस लेख में हम वारहेड के प्रकारों, उनकी भूमिकाओं, तथा उनको परखने/मूल्यांकन करने के तरीकों का गहन परिचय करेंगे।

2. मिसाइल की भूमिका— सैन्य और रणनीतिक परिप्रेक्ष्य

मिसाइलें आधुनिक सैन्य प्रणाली का एक महत्वपूर्ण हिस्सा हैं। इनका उपयोग कई प्रकार के सैन्य, रणनीतिक और सामरिक उद्देश्यों के लिए किया जाता है। आगे मिसाइलों की मुख्य भूमिकाएँ दी गई हैं–

2.1. रणनीतिक भूमिका

प्रत्यक्ष युद्धक्षेत्र में तत्काल लक्ष्य नष्ट करना (संचार, कार्मिक, टैंक, बख्तरबंद वाहन, रक्षात्मक बंकर, वगैरह)। छोटे व सटीक वारहेड, जैसे निर्देशित बम और एंटी-टैंक मिसाइलें, स्थानीय युद्धक्षेत्र का नियंत्रण सुनिश्चित करती हैं।

2.2. सामरिक भूमिका

बड़े स्तर पर निस्वार्थ विनाश क्षमता—परमाणु मिसाइलें देश की सामरिक नीतियों का आधार बनती हैं। किसी राष्ट्र के पास विनाशकारी मिसाइल होना भौतिक हमला रोकने में प्रभावी हो सकता है। यह एक प्रतिशोध/डिटेरेंस (Deterrence) के रूप में भी कार्य करता है।

2.3. राजनीतिक/मानसिक प्रभाव

किसी देश की मिसाइल क्षमता उसके अंतरराष्ट्रीय नैतिक एवं राजनैतिक प्रभाव को बढ़ाती है—यह एक शक्ति संतुलन तत्व है। मिसाइल के अस्तित्व से रणनीतिक द्वंद्व व कूटनीति प्रभावित होती है।

2.4. नियंत्रित विरोध और लचीला उपयोग

आधुनिक रणनीति में मिसाइल चुनाव का मानदंड केवल विनाश नहीं, बल्कि सटीकता, नागरिक क्षति की न्यूनता और कानूनी/नैतिक मानदंडों का पालन भी है।

3. वारहेड — सामान्य परिचय

वारहेड मुख्यत किसी मिसाइल, रॉकेट या टॉरपीडो का वह हिस्सा है जिसमें विस्फोटक या जहरीली सामग्री होती है जो लक्ष्य पर पहुँचकर नुकसान पहुँचाते हैं। यह नुकसान भौतिक विनाश, जिंदा जनशक्ति के क्षरण, पर्यावरणीय प्रभाव या मनोवैज्ञानिक दबाव के रूप में हो सकता है। परंपरागत युद्ध में

वारहेड का उद्देश्य संरचनात्मक क्षति और छर्रे (Fragments) या विस्फोट तरंग के जरिए शत्रु सैनिकों को क्षति पहुँचाना होता है, परंतु 20वीं शताब्दी के मध्य से परमाणु, रासायनिक और जैविक वारहेडों ने युद्ध के विनाशकारी स्वरूप को बदल दिया।

वारहेड्स को आम तौर पर पारंपरिक और गैर-पारंपरिक में विभाजित किया जाता है। पारंपरिक वारहेड्स रासायनिक प्रतिक्रियाओं से उत्पन्न गतिज, आग लगाने वाली या विस्फोटक ऊर्जा पर निर्भर करते हैं, जबकि गैर-पारंपरिक वारहेड्स परमाणु, जैविक, रासायनिक या अन्य प्रकार के होते हैं। पारंपरिक हथियार विस्फोट और ऊष्मा के माध्यम से नुकसान पहुँचाते हैं, जबकि सामूहिक विनाश के हथियार विकिरण, जैविक कारकों या व्यापक रासायनिक विषाक्तता के माध्यम से भी विनाशकारी क्षति पहुँचा सकते हैं।

3.1. पारंपरिक (Conventional) वारहेड

युद्ध में विभिन्न प्रकार के लक्ष्य होते हैं, इसलिए लक्ष्य को क्षति पहुँचाने के लिए मिसाइलों में विभिन्न प्रकार के पारंपरिक वारहेड का उपयोग किया जाता है। इनका विवरण नीचे दिया गया है–

❖ विस्फोट वारहेड (Blast Warhead)

ब्लास्ट वारहेड वह वारहेड होता है जिसका मुख्य उद्देश्य विस्फोटक ऊर्जा (Explosive Energy) को मुक्त करके एक तेज़ और उच्च दबाव विस्फोट तरंग उत्पन्न करना होता है। यह ब्लास्ट वेव लक्ष्य को नुकसान पहुँचाने का प्राथमिक साधन होती है। इसका लक्ष्य सामान्यतः संरचनात्मक नुकसान (Structural Damage) करना होता है, जैसे कि भवन, बंकर, हल्के सैन्य वाहन, वगैरह। ब्लास्ट वारहेड के मुख्य प्रभाव इस प्रकार हैं:

ओवरप्रेशर क्षति (Overpressure Damage)– ब्लास्ट वेव से उत्पन्न अचानक दाब में बढ़ोतरी दीवारों, वाहनों और अन्य संरचनाओं को क्षतिग्रस्त कर सकती है।

इम्पल्स (Impulse)– लंबी अवधि तक दाब का प्रभाव भारी वस्तुओं को भी विस्थापित कर सकता है।

थर्मल प्रभाव (Thermal Effect)– विस्फोट से उत्पन्न तापमान आसपास के पदार्थों को जला सकता है।

इसके अलावा, आवरण से उत्पन्न टुकड़े भी लक्ष्य को नुकसान पहुंचाते हैं।

❖ विखंडनकारी (Fragmentation) वारहेड

फ्रैगमेंटेशन वारहेड एक प्रकार का वारहेड है जिसका मुख्य उद्देश्य विस्फोट के बाद उत्पन्न होने वाले टुकड़ों (Fragments) को उच्च गति से बाहर की ओर फेंककर लक्ष्य को नुकसान पहुँचाना होता है। इन टुकड़ों को श्रेपनल (Shrapnel) या फ्रैगमेंट्स (Fragments) कहा जाता है।

ये टुकड़े या तो आवरण से उत्पन्न होते हैं या फिर अलग-अलग आकार के टुकड़ों को जानबूझकर वारहेड के अंदर रखा जाता है। ये विस्फोट ऊर्जा से तेज़ गति से आगे बढ़ते हैं और लक्ष्य पर प्रहार करके भेदन (Penetration) या क्षति नुकसान पहुँचाते हैं। फ्रैगमेंट्स सामान्यतः गोलाकार, क्यूबिक या अनियमित आकार के हो सकते हैं।

विखंडनकारी वारहेड्स का इस्तेमाल आमतौर पर कार्मिकों और हल्के लक्ष्यों के खिलाफ किया जाता है, जिनमें नरम-त्वचा वाले वाहन, विमान और रेडार प्रतिष्ठान शामिल हैं।

❖ आकृति-युक्त विस्फोटक वारहेड (Shaped Charge Warhead) HEAT (High-Explosive Anti-Tank)

आकृति-युक्त विस्फोटक वारहेड एक विशेष प्रकार का वारहेड होता है जिसका उद्देश्य कवच को भेदना होता है। इन्हें हीट (HEAT, High-Explosive Anti-Tank) वारहेड भी कहा जाता है वारहेड के अग्र भाग में एक कोनाकार या कप-आकार का लाइनर होता है जो सामान्यतया तांबे या अन्य धातु का होता है।

विस्फोट होने पर ऊर्जा एक दिशा में केंद्रित होती है और लाइनर अत्यधिक दबाव से धात्विक जेट (Metallic Jet) में बदल जाता है। यह जेट कवच में एक संकीर्ण मार्ग बनाकर उसे भेद सकता है। यह वारहेड मुख्य रूप से बख़्तरबंद वाहनों, टैंक कवच विश्लेषण, और रक्षा प्रणाली के अध्ययन में सैद्धांतिक रूप से उपयोग किया जाता है।

❖ **कंक्रीट भेदक वारहेड (Concrete Penetrating Warhead)**

यह ऐसा वारहेड होता है जिसे विशेष रूप से मजबूत संरचनाओं, जैसे कि कंक्रीट, पत्थर, भूमिगत शेल्टर या बंकर जैसी कठोर सतहों में प्रवेश करने और अंदर जाकर विस्फोट करना है। जब वारहेड का अग्रभाग कठोर पदार्थ से टकराता है तब प्रभाव के क्षण में उच्च दाब उत्पन्न होता है। यह ऊर्जा कठोर सतह में संचारित होती है और संरचना में दरारें, पेनिट्रेशन चैनल या सामग्री विघटन हो सकता है। यह प्रभाव गहराई कई कारकों पर निर्भर करती है जैसे—घनत्व, कोण, वेग, सामग्री की कठोरता आदि।

❖ **क्लस्टर वारहेड**

क्लस्टर वारहेड ऐसा वारहेड होता है जिसमें एक बड़े बम के अंदर कई छोटे-छोटे बम (Submunitions) भरे होते हैं। जब इसे दागा जाता है, तो यह हवा में एक निश्चित ऊँचाई पर खुलता है और अपने अंदर के छोटे-छोटे बमो को बिखेर देता है। इसे अक्सर ऐसे हालात में उपयोग किया जाता है जहाँ लक्ष्य बिखरे हुए हों। कभी-कभी छोटे-छोटे बम फटते नहीं हैं और बाद में नागरिकों के लिए खतरा बन जाते हैं इसलिए क्लस्टर हथियारों के उपयोग को लेकर अंतरराष्ट्रीय स्तर पर काफी चिंता है।

❖ **ईंधन-वायु विस्फोटक वारहेड (Fuel-Air Blast Warhead)**

यह एक ऐसा वारहेड होता है जो आसपास की हवा में मौजूद ऑक्सीजन का उपयोग करके बहुत बड़े क्षेत्र में शक्तिशाली विस्फोट पैदा करता है। वारहेड पहले हवा में एक बारीक ईंधन का बादल (Fuel mist/aerosol) फैलाता है। यह ईंधन तरल या पाउडर रूप में हो सकता है। यह बादल आसपास की हवा (विशेषकर ऑक्सीजन) के साथ मिलकर एक ज्वलनशील मिश्रण बनाता है। फिर इस मिश्रण को जलाया जाता है, जिससे बहुत तेज़ दाब (Overpressure), भारी तापमान, और बहुत बड़े क्षेत्र में प्रभाव उत्पन्न होता है। यह खुले इलाकों में बहुत प्रभावी होते है और बहुत बड़े क्षेत्र में समान रूप से फैली विस्फोटक शक्ति उत्पन्न करते हैं।

3.2. गैर-पारंपरिक वारहेड्स

इन्हें मुख्यतः निम्नलिखित श्रेणियों में विभाजित किया गया है–

❖ **परमाणु वारहेड**

परमाणु वारहेड ऐसा वारहेड या विस्फोटक उपकरण होता है जो परमाणु ऊर्जा (Nuclear energy) का उपयोग करके अत्यंत शक्तिशाली विस्फोट पैदा करता है। यह विस्फोट सामान्य रासायनिक बमों की तुलना में लाखों गुना अधिक ऊर्जा उत्पन्न कर सकता है। इसके अलावा प्रारंभिक विकिरण और संभावित रेडियोधर्मी फॉलआउट वारहेड का प्रमुख प्रभाव है। परमाणु वारहेड का उपयोग आम तौर पर सामरिक उद्देश्यों, प्रतिरोध (Deterrence) और रक्षा नीतियों के संदर्भ में होता है, और दुनिया के कुछ ही देशों के पास ऐसे हथियार हैं।

❖ **रासायनिक वारहेड**

ऐसा वारहेड जिसमें रासायनिक पदार्थ (Chemical agents) भरे होते हैं, जिनका उद्देश्य दुश्मन को हानिकारक रासायनिक प्रभावों के जरिये नुकसान पहुँचाना होता है। ये पारंपरिक विस्फोटकों की तरह सिर्फ विस्फोट नहीं करते; बल्कि रासायनिक एजेंट (उदाहरण: सारिन, VX, मस्टर्ड गैस आदि) के माध्यम से श्वसन, त्वचा पर जलन, और तंत्रिका तंत्र पर प्रभाव पैदा करके मानव-बल को लक्षित करते हैं।

❖ **जैविक वारहेड**

जैविक वारहेड के अंदर जीववैज्ञानिक एजेंट (जैविक तत्व) भरे होते हैं, जिनका उद्देश्य किसी रोगजनक प्रभाव के माध्यम से नुकसान पहुँचाना होता है। इसका लक्ष्य पारंपरिक विस्फोट नहीं होता; बल्कि बीमारियाँ फैलाना, आबादी या फसलों/पशुओं को प्रभावित करना जैसे जैविक प्रभाव होते हैं। इनका असर तुरंत नहीं बल्कि धीरे-धीरे या समय लेकर दिखता है। इनका प्रभाव पर्यावरण, तापमान, हवा, और जैविक विशेषताओं पर निर्भर करता है।

❖ **विद्युत चुम्बकीय पल्स वारहेड**

विद्युत चुम्बकीय पल्स वारहेड एक विशेष प्रकार का हथियार होता है जो परमाणु या गैर-परमाणु तकनीक का इस्तेमाल करता है, जिसका मुख्य उद्देश्य इलेक्ट्रॉनिक

उपकरणों और प्रणालियों को नष्ट या निष्क्रिय करना होता है। इस प्रकार के हमले से उत्पन्न होने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगें पूरे क्षेत्र में विद्युत या इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम को प्रभावित करती हैं, जिससे संचार, निगरानी, रक्षा, और अन्य महत्वपूर्ण प्रणाली काम करना बंद कर देती हैं।

यह वारहेड एक अत्यधिक प्रभावी और खतरनाक हथियार हो सकता है, क्योंकि यह बिना किसी शारीरिक विनाश के इलेक्ट्रॉनिक और डिजिटल ढाँचे को पूरी तरह से नष्ट कर सकता है। इसका सबसे बड़ा खतरा यह है कि यह सैन्य और नागरिक दोनों क्षेत्रों में संचार और ऊर्जा आपूर्ति को पूरी तरह से प्रभावित कर सकता है, जिससे दीर्घकालिक और व्यापक परिणाम हो सकते हैं।

4. वारहेड का मूल्यांकन — तकनीकी और परिचालन मानदंड

मिसाइल वारहेड्स का मूल्यांकन उनकी मारक क्षमता, डिजाइन सुधार और सुरक्षा मूल्यांकन के लिए आवश्यक है। मिसाइल वारहेड्स की क्षमता का आकलन कई मापदंडों के आधार पर किया जाता है। इन मापदंडों में टुकड़ों की संख्या और आकार, उनका वेग और प्रक्षेप पथ, विस्फोट अतिदाब और आवेग, और विभिन्न परिस्थितियों में विशिष्ट लक्ष्यों को नुकसान पहुँचाने की वारहेड की क्षमता शामिल है। नीचे प्रमुख मानदंड दिए गए हैं–

4.1. वॉरहेड के टुकड़ों का वेग मापन

वॉरहेड के फटने पर उसके टुकड़े (Fragments) अलग-अलग दिशाओं में बहुत तेज़ गति से उड़ते हैं। इन टुकड़ों की वेग को मापना सुरक्षा अनुसंधान, परीक्षण प्रयोगशालाओं, और वैज्ञानिक अध्ययन में बहुत महत्वपूर्ण होता है। नीचे इसके मुख्य शैक्षणिक तरीके दिए गए हैं–

4.2. स्क्रीन विधि (Screen Method) — दो स्क्रीन के बीच समय मापन

इस विधि में दो पतली स्क्रीन/जाल/सेंसर कुछ दूरी पर लगाए जाते हैं। जब विस्फोट से निकला टुकड़ा पहली स्क्रीन को छूता है, तो एक समय संकेत बनता है। दूसरी स्क्रीन को पार करने पर दूसरा समय संकेत मिलता है। स्क्रीन का फोटो चित्र 1(क) में दिखाया गया है और क्षेत्र में तैनात वेग स्क्रीन चित्र 1(ख) में दिखाए गए हैं। दोनों स्क्रीन के बीच की दूरी पहले से ज्ञात होती है। फिर टुकड़े के वेग की गणना निम्नलिखित समीकरण का उपयोग करके की जाती है ।

$$\text{वेग} = \frac{\text{स्क्रीन के बीच की दूरी}}{\text{समय का अंतर}}$$

चित्र 1(क): स्क्रीन का फोटो

चित्र 1(ख): क्षेत्र में तैनात वेग स्क्रीन

स्क्रीन के माध्यम से टुकड़ों के वेग को मापने की दूसरी तकनीक में, वारहेड्स से कुछ दूरी पर कई स्क्रीन लगाई जाती हैं। प्रायोगिक सेटअप का योजनाबद्ध चित्र, चित्र 2 में दिखाया गया है। वारहेड के विस्फोट और स्क्रीन पर टुकड़े के टकराने के बीच के समय के अंतर का उपयोग प्रत्येक टुकड़े के वेग की गणना करने के लिए किया जाता है।

यह विधि सबसे सरल और व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली मूल वैज्ञानिक तकनीक है।

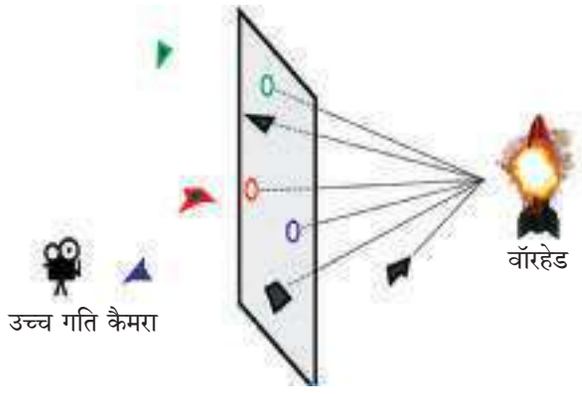
4.3. उच्च-गति फ़ोटोग्राफी विधि

उच्च गति फोटोग्राफी की पहली विधि में टुकड़े की स्थिति मापने के लिए चिह्नों के साथ एक पृष्ठभूमि स्क्रीन लगाई

जाती है, तथा उच्च गति कैमरा उस पर केंद्रित किया जाता है। कैमरा लगातार अत्यंत तेज़ गति से तस्वीरें लेता है। उच्च-गति फ़ो कैमरा प्रति सेकंड हजारों/लाखों फ्रेम लेता है। हर तस्वीर में टुकड़ों की स्थिति (Position) थोड़ी आगे जाती होती है। लगातार दो फ्रेमों के बीच का समय अंतर (Δt) कैमरे में पहले से निर्धारित होता है। दोनों फ्रेमों में टुकड़े की स्थिति का अंतर (Δx) नापकर वेग निकाला जाता है।

चित्र 2: प्रायोगिक सेटअप

उच्च-गति फ़ोटोग्राफ़ी की दूसरी विधि में, कैमरा एक धातु की प्लेट पर फ़ोकस करता है जो काले रंग से रंगी होती है और जिसमें एक छोटा सा छेद होता है। यह प्लेट वॉरहेड और कैमरे के बीच में लगी होती है, जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है। कभी-कभी प्लेट के पीछे फ़्लैश बल्ब भी लगे होते हैं। छेद के माध्यम से उच्च गति वाले कैमरे द्वारा रिकॉर्ड की गई वारहेड की चमक को समय की शुरुआत के रूप में उपयोग किया जाता है। टुकड़ों के छिद्रण के कारण



चित्र 3: खंड वेग माप के लिए उच्च गति कैमरा प्रयोगात्मक सेटअप

प्लेट में छेद बन जाते हैं। फ्लैश बल्बों द्वारा उत्पन्न प्रकाश को कैमरे द्वारा इन छिद्रों के माध्यम से देखा और रिकॉर्ड किया जाता है। ऐसी प्रकाश चमकों को प्लेट पर टुकड़ों के आगमन के समय के रूप में उपयोग किया जाता है। प्रारंभिक समय की चमक और टुकड़ों के टकराने के कारण चमक के बीच के समय के अंतर का उपयोग टुकड़े के वेग की गणना करने के लिए किया जाता है क्योंकि वारहेड से प्लेट की दूरी पहले से ही ज्ञात होती है। इस विधि में वारहेड का प्रक्षेपण, फ्लैश बल्ब का प्रज्ज्वलन तथा उच्च गति कैमरे का समन्वयन बहुत आवश्यक है।

4.4. डॉपलर रेडार विधि (Doppler Radar Method)

डॉपलर रेडार टुकड़े से टकराकर लौटने वाली तरंगों की आवृत्ति परिवर्तन (Frequency shift) को मापता है। इस परिवर्तन से वेग का अनुमान लगाया जाता है। इस में बहुत तेज़ गति वाले टुकड़ों के वेग को बिना किसी स्क्रीन के मापा जा सकता है। इस विधि में टुकड़ों के प्रक्षेप पथ को भी मापा जा सकता है।

4.5. विस्फोट मापदंड (Blast Parameters)

युद्धक शीर्ष के विस्फोट से माध्यम में तीव्र ऊर्जा निकलती है, जिससे आस-पास के माध्यम में एक उच्च विस्फोट तरंग उत्पन्न होती है और लक्ष्यों, विशेषकर इमारतों को भारी क्षति पहुँचती है। इस तरंग से होने वाली क्षति इसके अधिकतम दबाव और आवेग पर निर्भर करती है। विस्फोट

चित्र 4: क्षेत्र में तैनात विस्फोटक दबाव संवेदक

मापदंडों को मापने और रिकॉर्डर तक संकेत प्रेषित करने के लिए आवश्यकतानुसार क्षेत्र में विभिन्न स्थानों पर संवेदको को तैनात किया जाता है। क्षेत्र में तैनात मेसर्स पीसीबी पीजोट्रोनिक्स, इंकॉर्पोरेशन यूएसए के विस्फोटक दबाव संवेदक को चित्र 4 में दिखाया गया है।

4.6. टुकड़ों का द्रव्यमान और वितरण स्थानिक वितरण

मिसाइल वारहेड्स के टुकड़ों का द्रव्यमान और वितरण स्थानिक वितरण का मूल्यांकन क्षैतिज स्ट्रॉबोर्ड स्थापना में किया जाता है। वारहेड को एक ऊँचाई पर रखा जाता है और वारहेड के नीचे ज़मीन पर बने गड्ढे में स्ट्रॉबोर्ड की एक मोटी परत बिछा दी जाती है जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है। वारहेड की धुरी के सापेक्ष स्ट्रॉबोर्ड को अलग-अलग कोणीय क्षेत्रों में चिह्नित किया जाता है। वारहेड के विस्फोट होने पर, टुकड़े स्ट्रॉबोर्ड में अलग-अलग कोणीय क्षेत्रों में धँस जाते हैं। परीक्षण के बाद, इन धँसे हुए टुकड़ों को अलग-अलग कोणीय क्षेत्रों से एकत्र किया जाता है। फिर इन्हें गिना जाता है, तौला जाता है और विभिन्न कोणीय क्षेत्रों तथा भार वर्गों में विभाजित किया जाता है। इस डेटा का उपयोग वारहेड के द्रव्यमान वितरण और स्थानिक वितरण की गणना के लिए किया जाता है।

चित्र 5: क्षैतिज स्ट्रॉबोर्ड स्थापना

इस स्थापना में, टुकड़ों का वेग, विस्फोट मापदंडों, लक्ष्यों में टुकड़ों का प्रवेश प्रदर्शन, आग के गोले का तापमान आदि भी मापा जा सकता है।

4.7. एरीना स्थापना

यह वृत्ताकार (Circular) व्यवस्था है जिसमें वॉरहेड के चारों ओर अनुकरण लक्ष्य (Simulated target), और संवेदक लगाए जाते हैं ताकि टुकड़ों का फैलाव सभी दिशाओं में मापा जा सके और और उनके प्रभावी घातक क्षेत्र को मापा जा सके।

कभी-कभी एरीना में अनुकरण लक्ष्य विभिन्न दूरी पर लगाई जाती हैं, ताकि दूरी के साथ टुकड़ों की घातकता कैसे घटती है, यह समझा जा सके। इन अनुकरण लक्ष्य की मोटाई विभिन्न लक्ष्यों का अनुकरण करती है। इस स्थापना में टुकड़ों का वेग, विस्फोट मापदंडों, आग के गोले का तापमान आदि भी मापा जा सकता है। एक एरीना स्थापना चित्र 6 में दिखाया गया है।

चित्र 6: एरीना लेआउट

5. निष्कर्ष

मिसाइलें और उनके वारहेड किसी भी सैन्य प्रणाली की रीढ़ होते हैं — उनका प्रकार और डिजाइन युद्धक्षेत्र, रणनीति तथा नीति पर गहरा प्रभाव डालते हैं। आधुनिक समय में तकनीकी उन्नति ने इन्हें और अधिक सटीक तथा विनाशकारी बनाया है। आवश्यकतानुसार विभिन्न वारहेड्स का उपयोग किया किया जाता है। उनके हानिकारक प्रभावों को विभिन्न प्रायोगिक स्थापना में टुकड़ों और विस्फोट मापदंडों के संदर्भ में मापा जा सकता है।

संदर्भ

1. ली, ह्युकज़े आदि (2020) एरिना फ्रेग्मेंटेशन टेस्ट के लिए एक गहन शिक्षण-आधारित फ्रेग्मेंट डिटेक्शन दृष्टिकोण। एप्लाइड साइंसेज। 10. 4744. 10.3390/app10144744।
2. फ्री-फील्ड ICP® ब्लास्ट प्रेशर पेंसिल प्रोब का मैनुअल (मॉडल 137B29B)
3. टेक्नोलोजी फ़ोकस (Technology Focus), खंड 25, अंक 1, जनवरी-फरवरी 2017

सिरेमिक रेडोम (Ceramic Radomes) ढलाई से लेकर स्वीकृति तक

विमल कुमार जैन

अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद

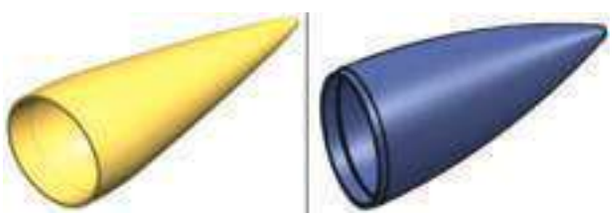
vimal.jain.rci@gov.in

परिचय

"रेडोम" (Radome) शब्द Radar + Dome से बना है — यानी ऐसा आवरण जो किसी रेडार या एंटीना प्रणाली को बाहरी वातावरण से सुरक्षा देता है, साथ ही विद्युतचुंबकीय तरंगों को न्यूनतम अवरोध के साथ गुजरने की अनुमति भी देता है। जब इस आवरण को सिरेमिक पदार्थों से बनाया जाता है, तो उसे सिरेमिक रेडोम (Ceramic Radome) कहा जाता है। यह खास तौर पर मिसाइल, सुपरसोनिक विमान, और पुनः प्रवेश वाहनों (re-entry vehicles) के अग्रभाग में लगाया जाता है, जहाँ तापमान 1000°C या उससे अधिक हो सकता है।

इलेक्ट्रोमैग्नेटिक गुणों में स्थिरता — तापमान बदलने पर भी डाइलेक्ट्रिक स्थिर रहती है। मिसाइल व उच्च-गति प्रवाह वाले प्लेटफॉर्म्स के लिए अनुकूल — क्योंकि अन्य सामग्री जैसे फाइबरग्लास या सामान्य प्लास्टिक तापमान/घर्षण में असमर्थ हो सकते हैं।

सिरेमिक रेडोम तकनीक आज रक्षा और एयरोस्पेस क्षेत्र में एक उच्च-स्तरीय, रणनीतिक घटक बन चुकी है। जहाँ सामान्य रेडोम मुख्यतः मौसम या कम तापमान के लिए होते थे, वहीं सिरेमिक रेडोम उच्च तापमान, उच्च गति, कट्टर वातावरण वाले प्लेटफॉर्म्स (विशेषकर मिसाइल, स्वनिर्धारित पुनः प्रवेश वाहन आदि) के लिए उपयुक्त हैं।



चित्र: सिरेमिक रेडोम का CAD मॉडल

सिरेमिक रेडोम की आवश्यकता क्यों?

मिसाइल या अंतरिक्ष यान जैसे प्लेटफॉर्म उड़ान के दौरान अत्यधिक वायुगतिकीय दबाव, घर्षण, और तापमान का सामना करते हैं। सामान्य फाइबरग्लास या प्लास्टिक रेडोम इस तापमान को नहीं झेल पाते, इसलिए आवश्यक होता है–

- उच्च तापमान सहनशीलता (High Thermal Resistance)
- कम डाइलेक्ट्रिक हानि (Low Dielectric Loss)
- उच्च यांत्रिक शक्ति (High Mechanical Strength)
- विद्युतचुंबकीय पारदर्शिता (EM Transparency)

इन गुणों को केवल विशेष सिरेमिक सामग्री जैसे Silicon Nitride (Si_3N_4), Fused Silica, Alumina (Al_2O_3) या Silicon Carbide (SiC) ही प्रदान कर सकती हैं।

कार्य-प्रकार एवं प्रमुख विशेषताएँ

1. **संरक्षण (Protection):** Radome का मुख्य कार्य संवेदनशील एंटीना तथा इलेकट्रॉनिक भागों को बारिश, बर्फ, धूल, तापमान परिवर्तन, वायु-प्रवाह तथा गतिशील दबाव से सुरक्षित रखना है।
2. **वैद्युत चुंबकीय पारदर्शिता (EM transparency):** यह उस आवरण को दर्शाता है जिसे रेडियो/माइक्रोवेव तरंगों द्वारा न्यूनतम अवरोध के साथ पार किया जा सके — यानी एंटीना का सिग्नल क्षतिग्रस्त न हो।
3. **वायुगतिकीय एवं संरचनात्मक अनुकूलता (Aerodynamic/Structural):** वाहनों जैसे मिसाइल, विमान में इसका आकार इस तरह होता है

कि वायु-प्रवाह में बाधा कम हो और वायुगतिकीय खिंचाव (drag) न्यूनतम हो।

4. **उच्च तापमान तथा तनाव सहनशीलता (For ceramic types):** विशेष रूप से मिसाइल के अग्रभाग में सिरेमिक रेडोम का उपयोग इसलिए किया जाता है क्योंकि वहाँ गति बहुत अधिक होती है और चलते-फिरते या पुनः प्रवेश (re-entry) के दौरान तापमान अत्यधिक हो सकता है।

निर्माण सामग्री और प्रक्रियाएँ

सिरेमिक रेडोम का निर्माण अत्यंत तकनीकी प्रक्रिया है जिसमें उच्च तापमान भट्टियाँ और सटीक मोल्डिंग तकनीकें प्रयोग की जाती हैं।

प्रमुख सामग्री–

सामग्री	विशेषता	उपयोग
Silicon Nitride (Si_3N_4)	उत्कृष्ट तापीय स्थिरता, उच्च शक्ति	सुपरसोनिक मिसाइल रेडोम
Alumina (Al_2O_3)	विद्युत पारदर्शिता अच्छी, लागत मध्यम	सामान्य रेडार रेडोम
Fused Silica	बहुत कम डाइलेक्ट्रिक स्थिरांक	उच्च-आवृत्ति (micro-wave) रेडार
Silicon Carbide (SiC)	कठोर, उच्च तापमान पर स्थिर	हाइपरसोनिक वाहनों के लिए

निर्माण चरण

1. **Powder Preparation:** शुद्ध सिरेमिक पाउडर को नियंत्रित कण आकार के साथ तैयार किया जाता है।
2. **Moulding / Forming:** इस पाउडर को वांछित आकार में दबाया या स्लिप-कास्टिंग द्वारा ढाला जाता है।
3. **Sintering (भट्ठीकरण):** 1600–1800°C तापमान पर भट्ठी में पकाकर एक सघन, ठोस ढांचा बनाया जाता है।
4. **Machining & Polishing:** सतह को एयरोडायनामिक रूप देने और तरंग पारदर्शिता सुधारने हेतु मशीनिंग की जाती है।
5. **Testing & Coating:** अंतिम उत्पाद पर थर्मल, स्ट्रक्चरल और रेडार परीक्षण किए जाते हैं।

परीक्षण एवं मूल्यांकन

सिरेमिक रेडोम के प्रदर्शन की जांच कई स्तरों पर की जाती है —

1. **Thermal Shock Test:** तापमान में तेजी से बदलाव पर क्रैकिंग की जांच।
2. **High-Temperature Wind Tunnel Test:** सुपरसोनिक प्रवाह और तापमान में स्थिरता का परीक्षण।
3. **Electromagnetic Transmission Test:** माइक्रोवेव रेंज में सिग्नल ट्रांसमिशन का मापन।
4. **Structural Load Test:** उड़ान के दौरान यांत्रिक बलों के प्रतिरोध की जांच।

भारत में सिरेमिक रेडोम विकास

भारत में पहले यह तकनीक विदेशों (मुख्यतः रूस और इज़रायल) से आयात की जाती थी। अब डीआरडीओ ने इसे "आत्मनिर्भर भारत" मिशन के तहत स्वदेशी रूप से विकसित किया है।

प्रमुख उपलब्धियाँ

- डीआरडीओ की अनुसंधान केन्द्र इमारत (RCI), हैदराबाद ने "सिरेमिक रेडोम तकनीक" विकसित की है।
- यह रेडोम अब अस्त्र, आकाश और अन्य कई मिसाइलों में उपयोग किया जा रहा है।

भविष्य की दिशा

भारत अब हाइपरसोनिक मिसाइलों (Mach 5+) के लिए Next-Gen Ultra-High Temperature Ceramics (UHTCs) जैसे ZrB_2, HfB_2 पर कार्य कर रहा है।

ये सामग्री 2000°C से अधिक तापमान तक स्थिर रहती हैं — जो भविष्य की हाइपरसोनिक प्रणालियों के लिए आवश्यक है।

चुनौतियाँ एवं सीमाएँ

- **निर्माण जटिल:** सिरेमिक रेडोम के लिए उन्नत निर्माण तकनीकें, सटीक नियंत्रित तापक्रम, अनुभव और परीक्षण आवश्यक होते हैं।
- **लागत अधिक:** उदाहरण के लिए भारत में पहले यह उपकरण दूसरे देशों से आयात होता था, जिससे लागत अधिक थी। उच्च शुद्धता सिरेमिक और नियंत्रित भट्ठीकरण महंगा है।
- **दोष-प्रबंधन:** सिरेमिक में porosity, क्रैकिंग या अवशोषण जैसी समस्याएँ हो सकती हैं, जो इलेक्ट्रोमैग्नेटिक प्रदर्शन को प्रभावित करती हैं।
- **सटीक गुणवत्ता नियंत्रण आवश्यक:** छोटी दरारें भी EM पारदर्शिता को प्रभावित कर सकती हैं।
- **Mass Production कठिन:** प्रत्येक रेडोम की संरचना और आवृत्ति अलग होती है।

निष्कर्ष

सिरेमिक रेडोम आज भारत की रक्षा तकनीक में एक रणनीतिक उपलब्धि का प्रतीक है।

इसका सफल स्वदेशी निर्माण न केवल रक्षा-स्वावलंबन (Defence Self-Reliance) की दिशा में बड़ा कदम है, बल्कि यह भारत की सामग्री विज्ञान (Materials Science) क्षमता का भी प्रदर्शन है।

❖

अनुच्छेद 343. (संघ की राजभाषा)

संघ की राजभाषा हिंदी और लिपि देवनागरी होगी, संघ के शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग होने वाले अंकों का रूप भारतीय अंकों का अंतरराष्ट्रीय रूप होगा।

डायरेक्टेड एनर्जी पर आधारित मिसाइल प्रणाली : एक संक्षिप्त परिचय

फूल चंद्र गौतम

चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला, चंडीगढ़

pc_gautam@tbrl.chddom

परिचय

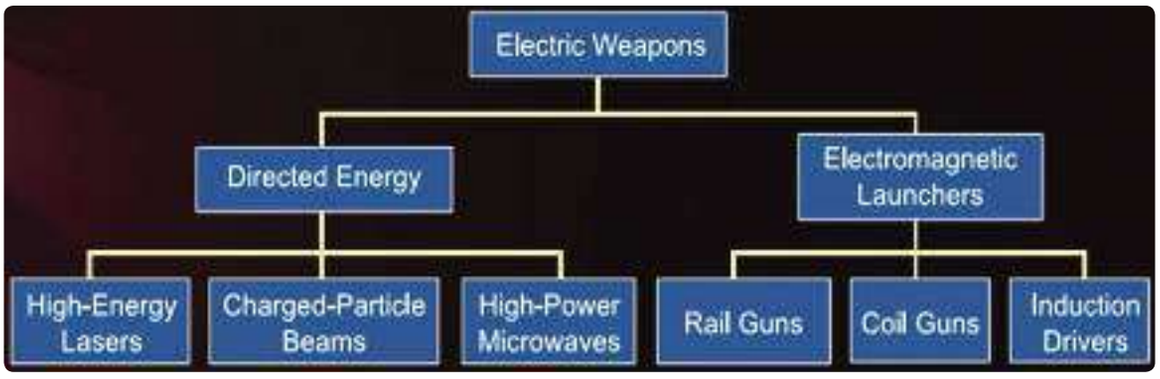
अधिकांश : पारंपरिक हथियार विस्फोटको पर आधारित होते हैं। जिसमें रासायनिक ऊर्जा निहित होती है इसके अलावा डायरेक्टेड एनर्जी वाले हथियारों को प्रक्षेपित करके, लक्ष्य जैसे मिलिट्री का बेस, एयर फोर्स स्टेशन, जहाज अथवा अन्य स्थानों पर विस्फोट किया जाता है। इस प्रकार के हथियारों को स्वतंत्र रूप से गिराया जाता है जिसे बम कहा जाता है। इसके अलावा जो हथियार प्रक्षेपण के दौरान पैराबोलिक पाथ का अनुसरण करते हैं उसे मिसाइल कहते हैं। इस प्रकार के हथियार पूर्ण रूप से टारगेट का विनाश करते हैं जबकि डायरेक्टेड एनर्जी वाले हथियार इलेक्ट्रॉनिक वस्तुओं के कार्यकलापों में विघ्न उत्पन्न करते हैं। जिससे सॉफ्टवेयर और हार्डवेयर कार्य में परिवर्तन होने लगता है। ऐसा प्रभाव विद्युत चुंबकीय तरंगों के द्वारा इलेक्ट्रॉनिक वस्तुओं में उत्पन्न होता है। इस अभिलेख में DEW के बारे में विस्तार से बताया गया है।

1. विद्युतीय आधार पर आधुनिक युग में हथियारों का निर्माण

इस प्रकार के हथियार लक्ष्य पर हमला करने या नष्ट करने के लिए विस्फोटकों के बजाय, विद्युत से चलने वाले हथियार संग्रहित विद्युतीय ऊर्जा का उपयोग करते हैं, तथा लक्ष्य के अंदर समावेशित होकर इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के संचालन में विघ्न उत्पन्न करते हैं। आम तौर पर विभिन्न प्रकार के विद्युतीय हथियार चित्र में प्रदर्शित प्रमुख दो श्रेणियों में वर्गीकृत किए गए हैं।

(क) निर्देशित-ऊर्जा पर आधारित हथियार (डीईडब्ल्यू)

(ख) विद्युत चुम्बकीय पर आधारित हथियार (ईएम लांचर)



चित्र 1: विभिन्न प्रकार के विद्युतीय हथियार

(क) निर्देशित-ऊर्जा पर आधारित हथियार (डीईडब्ल्यू): DEWs विद्युत चुम्बकीय (ईएम) पर आधारित मिसाइल प्रणालियाँ ऐसी प्रौद्योगिकियाँ हैं जो लक्ष्यों को निष्क्रिय, क्षीण या नष्ट करने के लिए विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का उपयोग करती हैं। इनमें निर्देशित-ऊर्जा हथियार और विद्युत चुम्बकीय पल्स (ईएमपी) बम दोनों शामिल हैं। इनका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक

युद्ध में इलेक्ट्रॉनिक्स, डेटा प्रणालियों और बुनियादी ढाँचे को भौतिक क्षति नहीं पहुंचती हैं बल्कि इनके द्वारा संचार कार्यप्रणाली को बाधित करके लक्ष्य को निष्क्रिय करते हैं। जिसमें रणनीतिक सूचना, युद्ध से लेकर सामरिक ड्रोन-विरोधी मिशन तक के अनुप्रयोग भी शामिल हैं। इसे तीन अन्य भागो में और विभाजित किया गया है।

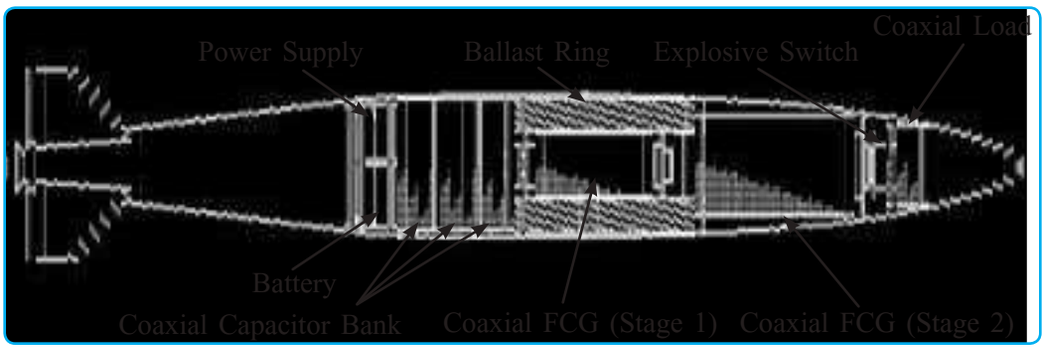
- उच्च-शक्ति माइक्रोवेव (एचपीएम) मिसाइल प्रणाली-प्रभाव एक क्षेत्रफल पर
- लेजर पर आधारित मिसाइल प्रणाली-प्रभाव एक बिंदु पर
- कण-बीम पर आधारित हथियार-X किरण

(ख) विद्युत चुम्बकीय (ईएम) लांचर: एक द्रव्यमान को लक्ष्य पर फेंकने के लिए विद्युत ऊर्जा का उपयोग करते हैं इस प्रकार की युक्तियां उन्हें निर्देशित-ऊर्जा से अलग बनाते हैं। विद्युत चुंबकीय ऊर्जा वाले इस प्रकार के हथियार भी तीन प्रकार के होते हैं।

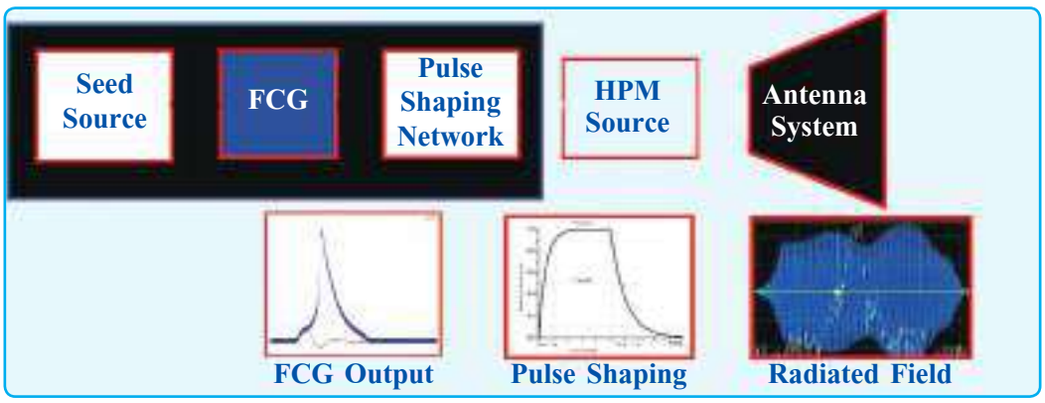
- **रेल गन:** मैग्नेटिक लैविटेशन ट्रेन 400 किलोमीटर प्रति घंटा से ज्यादा रफ्तार
- **कॉइल गन:** प्रोजेक्टाइल का द्रव्यमान 500 ग्राम से 1 किलोग्राम तक और गति एक से दो किलोमीटर प्रति सेकंड
- इंडक्शन ड्राइवर

2. उच्च-शक्ति माइक्रोवेव (एचपीएम) पर आधारित मिसाइल प्रणाली

हाई-पावर माइक्रोवेव (एचपीएम) मिसाइल प्रणालियों की आवृत्ति, एक गीगाहर्ट्ज के ऊपर होती है, जब कि RF हथियारों की आवृत्ति एक गीगाहर्ट्ज से कम होती है। एचपीएम पर आधारित प्रणालियां अन्य इलेक्ट्रॉनिक युद्ध प्रणालियों की तुलना में अधिक शक्तिशाली होते हैं इस प्रकार के विद्युतीय हथियार टारगेट को स्थायी रूप से क्षति पैदा करने के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं। एचपीएम हथियार की पावर लगभग 100 मेगावाट से अधिक और ऊर्जा 1 kJ से अधिक हो तथा आवृत्ति एक गीगाहर्टज से लेकर 30 गीगाहर्ट्ज तक उसको एचपीएम श्रेणी के अंतर्गत लिया गया है। हाई पावर माइक्रोवेव पर आधारित मिसाइल प्रणाली के प्रमुख अवयवों को चित्र 2 (क) में दर्शाया गया है।



चित्र 2 (क): एचपीएम पर आधारित मिसाइल प्रणाली-वार हेड के रूप में



चित्र 2 (ख): एचपीएम पर आधारित मिसाइल प्रणाली-ब्लॉक डायग्राम

चित्र 2 (ख) को नीचे विस्तार से क्रमानुसार बताया गया है–

1. प्रारंभिक सोर्स (Seed source) बैटरी आधारित संधारित प्रणाली,
2. फ्लक्स कंप्रेशन पर आधारित (FCG) विद्युत धारा एमप्लीफायर,
3. अत्यधिक विद्युत धारा को उच्च विभव में परिवर्तित करने वाली युक्ति (Voltage Amplifier)
4. विद्युतीय ऊर्जा को हाई पावर माइक्रोवेव में परिवर्तित करने वाली प्रणाली (High power Microwave source)
5. विद्युत चुंबकीय तरंग संरचना को परिवर्तित करने वाली युक्ति (MODE CONVERTER),
6. विद्युत चुंबकीय तरंग को वातावरण में प्रवाहित करने वाले एंटीना (CONICAL HORN ANTENNA)
7. विद्युत चुंबकीय तरंग को वातावरण से प्रवाहित करके इलेक्ट्रॉनिक टारगेट तक पहुंचाना
8. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में विद्युत चुंबकीय तरंगों को कपल करके इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के कार्य प्रणाली पर असर डालना।

2.1. विद्युत चुंबकीय तरंगों द्वारा इलेक्ट्रॉनिक वस्तुओं पर क्रिया- प्रक्रिया

HPM ऊर्जा इलेक्ट्रॉनिक उपकरणो में दो विधियों द्वारा प्रमुख रूप से स्थानांतरित होते हैं। जिन्हें Front Door Coupling और Back Door Coupling कहा जाता है। प्रथम विधि जिसमें विकिरण सीधे इलेक्ट्रॉनिक वस्तुओं को प्रभावित करता है। इलेक्ट्रॉनिक वस्तुओं में क्रिया - प्रक्रिया प्रणाली को दो भागों में और विभाजित किया गया है।

(क) (1) Front door coupling (First Order): जिसमें टारगेट की फ्रीक्वेंसी और सोर्स की फ्रीक्वेंसी दोनों समान होती है जिसे फर्स्ट ऑर्डर फ्रंट डोर कपुलिंग कहते हैं इसके अंतर्गत रेडियो एंटीना पर विकिरण सीधे रुप से पहुंचता है इस प्रकार के सिस्टम को प्रोटेक्ट करना बहुत ही कठिन है।

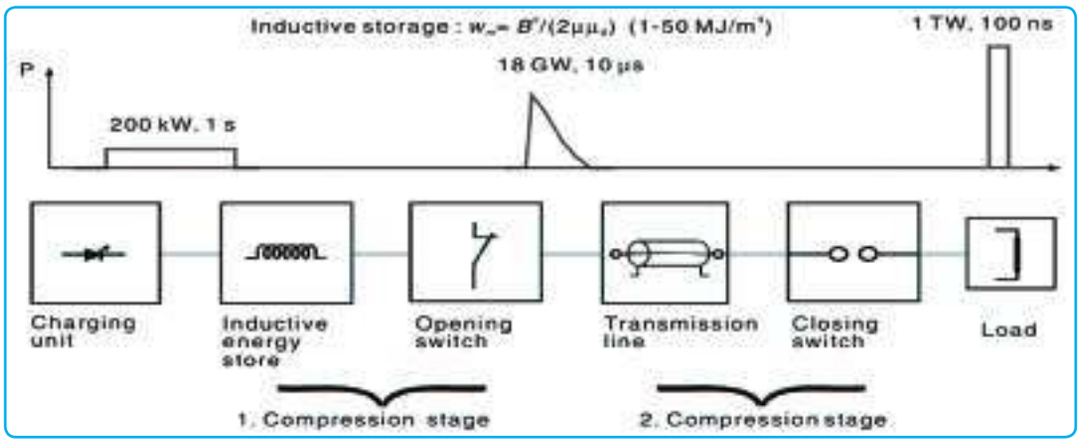
(क) (2) Front door coupling (Second order): जिसमें सोर्स की फ्रीक्वेंसी और टारगेट की फ्रीक्वेंसी अलग-अलग होती है जिसे सेकंड ऑर्डर फ्रंट डोर कपलिंग कहा जाता है और इसमें ज्यादा तर प्रभाव कुछ समय अंतराल के लिए होते हैं तत्पश्चात इलेक्ट्रॉनिक वस्तु अक्सर कार्य करना बंद कर देते हैं।

(ख) Back door Coupling: जब विकिरण ऊर्जा का स्थानांतरण बाहरी वातावरण से प्रणाली के अंदर चालक विधि, डिफ्यूजन अथवा अपरचर के माध्यम से स्थानांतरित होती है अर्थात विकिरण सीधे तौर पर उपकरण को प्रभावित नहीं करता है। इस विधि में किसी भी उपकरण में त्रिभुजाकार, अथवा आयताकार या गोलाकार ज्यामिति से उपकरण के अंदर विद्युत चुंबकीय तरंगे पास करती है तो उसी माध्यम के द्वारा विद्युत चुंबकीय ऊर्जा इलेक्ट्रॉनिक उपकरण के कंपोनेंट के द्वारा भी प्रवाहित होती है।

3. फ्लक्स कंप्रेशन जनरेटर पर आधारित डायरेक्टेड एनर्जी प्रणाली

विद्युतीय ऊर्जा को कई तरीकों से संग्रहित किया जा सकता है, जैसे बैटरी में रासायनिक ऊर्जा का भंडारण होता है। बैटरी को चार्ज करने में बहुत अधिक समय लगता है और इससे ऊर्जा विसर्जित करने में भी कई घंटे लगते हैं। कैपेसिटर में विद्युतीय ऊर्जा को स्टोर करने में बैटरी से कम समय लगता है तथा ऊर्जा को विसर्जित करने में लगभग मिली सेकंड का समय लगता है। उपरोक्त विद्युत ऊर्जा भंडारण के अलावा विस्फोटक पदार्थ में रासायनिक ऊर्जा स्टोर होती है परंतु विस्फोटक के आरंभ होने के बाद स्टोर्ड ऊर्जा को माइक्रो सेकंड में विसर्जित होती है इसीलिए विस्फोटक पर आधारित फ्लक्स कंप्रेशन जनरेटर का निर्माण किया जा रहा है। डायरेक्टेड एनर्जी प्रणाली के लिए यह युक्ति सबसे ज्यादा कारगर है। जो की रासायनिक ऊर्जा का उपयोग करके प्राप्त आरंभिक विद्युतीय ऊर्जा को बहुत अधिक विद्युत धारा MA में परिवर्तित करता है। जिसको वोल्टेज एमप्लीफायर की सहायता से अधिक विभव 200 kV से 600 kV में परिवर्तित कर लिया जाता है। डायरेक्टेड एनर्जी मिसाइल प्रणाली के क्षेत्र में स्पंदन शक्ति की स्विचिंग प्रक्रिया को

चित्र 3 में दर्शाया गया है। जिसमें विद्युत ऊर्जा को कंप्रेस करके 200 किलोवाट पावर से लेकर 1000 गीगा वाट पावर तक बनाया जा सकता है। जिसमें विद्युतीय ऊर्जा को कंप्रेस करके दो अवस्था में पावर को बढ़ाया गया है।



चित्र 3: स्पंदित-शक्ति प्रणाली और प्रौद्योगिकी

4. लेजर पर आधारित ऊर्जा वाले हथियार (High Energy Laser)

आम तौर पर लेज़र एक विशिष्ट तरंग दैर्ध्य पर निर्भर करता है तथा सुसंगत प्रकाश की किरण को उत्पन्न भी करता है। लेजर प्रकाश उत्पन्न करने के लिए, कुछ उपयुक्त पदार्थों के परमाणुओ में गुण होते हैं। लेजर का निर्माण गैस, तरल, या ठोस अवस्था में किया जाता है और "पंपिंग" प्रक्रिया (प्रकाश ऊर्जा, बिजली, या रासायनिक प्रतिक्रिया) के द्वारा ऑप्टिकल ऊर्जा को संरेखित करके एक प्रकाश किरण का निर्माण करते हैं। सैन्य लेजर प्रणाली में बीम प्रसंस्करण या बीमपथ कंडीशनिंग, बीम पॉइंटिंग और नियंत्रण भी शामिल है।

HEL हथियारों के लाभ: एक अत्यधिक दिशात्मक और संकीर्ण रूप से केंद्रित बीम शामिल है, जो प्रदान करता है–

- न्यूनतम क्षेत्रफल पर क्षति,
- स्पीड-ऑफ-लाइट डिलीवरी,
- तेजी से लक्ष्यीकरण

HEL हथियारों के नुकसान–

- वायुमंडलीय क्षीणन के कारण सीमित सीमा,
- मौसम की सीमाएं
- कार्य दक्षता (अक्सर 10 प्रतिशत से कम),
- आंखों की सुरक्षा की आवश्यकता
- अपेक्षाकृत बड़े आकार और वजन की आवश्यकताएं

5. निर्देशित-ऊर्जा हथियार (डीईडब्ल्यू) के अनुप्रयोग और क्षमताएँ

जो विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम का उपयोग करके प्रतिद्वंद्वी की क्षमता को बाधित, अक्षम या नष्ट करने के लिए EM ऊर्जा का उपयोग करता है।

- **इलेक्ट्रॉनिक युद्ध:** यह इलेक्ट्रॉनिक युद्ध का एक महत्वपूर्ण घटक हैं, जो विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम का उपयोग करके प्रतिद्वंद्वी की क्षमता को बाधित, अक्षम या नष्ट करने के लिए EM ऊर्जा का उपयोग करता है।
- **काउंटर-इलेक्ट्रॉनिक्स:** इनका उपयोग युद्ध के मैदान में दुश्मन की सूचना प्रणालियों को नष्ट करने या निष्क्रिय करने के लिए किया जा सकता है।
- **लक्ष्य निर्धारण:** डीईडब्ल्यू सटीकता-निर्देशित प्रभाव प्रदान कर सकते हैं जिससे नियंत्रणीय प्रभावों के साथ सीमा पर खतरों को निष्क्रिय किया जा सकता है।
- **ड्रोन-रोधी मिशन:** ड्रोनों का मुकाबला करने जैसे मिशनों के लिए डीईडब्ल्यू का विकास

और परीक्षण किया जा रहा है, जो इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों पर तेजी से निर्भर होते जा रहे हैं।

6. निर्देशित-ऊर्जा पर आधारित हथियार (डीईडब्ल्यू)- वर्तमान स्थिति

- प्रौद्योगिकी में प्रगति और सैन्य प्रतिस्पर्धा के कारण विद्युत चुम्बकीय हथियारों के अनुसंधान और विकास में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई है।
- जबकि कई प्रणालियाँ अभी भी प्रायोगिक अवस्था में हैं, कुछ निर्देशित-ऊर्जा हथियारों के बारे में दावा किया गया है कि वे कुछ देशों में अमेरिका, रूस और कोरिया सक्रिय रूप से उपयोग में हैं। परंतु यह देश किसी अन्य देश को तकनीक स्थानांतरण नहीं कर रहे हैं।
- अमेरिकी सेना विभिन्न प्रकार के DEW प्रोटोटाइप जैसे जमीन से हवा में तथा हवा से जमीन पर परीक्षण कर रहा है।
- DEW में तरंगों का समय पारंपरिक हथियारों की तुलना में लगभग-शून्य के बराबर होता है, जो कि लक्ष्य के लिए त्वरित प्रतिक्रिया की अनुमति प्रदान करता है क्योंकि विद्युत चुंबकीय तरंगों का वेग प्रकाश के वेग के बराबर होता है।
- विद्युतीय प्रकार के हथियारों में एक बड़ी मैगजीन होती है, जो की पावर सोर्स की क्षमता पर आधारित होती है।
- सिस्टम को रिचार्ज करने के लिए पावर स्रोत होता है। फायरिंग दर इस बात पर निर्भर करती है कि सिस्टम को कितनी तेजी से रिचार्ज किया जा सकता है।
- पारंपरिक हथियारों के साथ में समग्र युद्ध प्रणाली की प्रभावशीलता को बढ़ाने के लिए इलेक्ट्रिक हथियारों का भी उपयोग किया जा सकता है। वास्तविक रुप से लक्ष्य पर आघात करने से पहले विद्युतीय वेपन की ऊर्जा टारगेट में उपस्थित इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों को नुकसान पहुंचाता है अथवा सक्रिय से निष्क्रिय कर देता है। तत्पश्चात पारंपरिक हथियारों के गतिज ऊर्जा द्वारा टारगेट को ध्वस्त किया जाता है।

इस लेख में DEW हथियारों का वर्णन विस्तार से किया गया है। इसमें उपरोक्त बताए गए पल्स कंप्रेशन तकनीकों के द्वारा मेगा जूल ऊर्जा को माइक्रोवेव ऊर्जा में तथा पावर को 200 किलोवाट से लेकर 10, 000 मेगा वाट में परिवर्तित किया जा सकता है।

❖

खेर आयोग, 1955

राष्ट्रपति ने संविधान के अनुच्छेद 344 (1) के तहत प्रदत्त शक्तियों का प्रयोग करते हुए 7 जून, 1955 को श्री बाल गंगाधर खेर की अध्यक्षता में हिंदी के विकास एवं प्रयोग के संबंध में सिफारिशें करने के लिए एक राजभाषा आयोग नियुक्त किया गया।

ड्रोन से प्रक्षेपित मिसाइल तकनीकें : एक समीक्षा

मदन कुमार शर्मा एवं मंजीत कुमार

चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला, चंडीगढ़

mksharma.tbrl@gov.in

परिचय

आधुनिक युद्धकला, पुराने समय की केवल भौतिक शक्ति आधारित लड़ाइयों से आगे बढ़कर अब तकनीक-प्रधान, सूचना-आधारित और तेज़ प्रतिक्रिया वाले युद्ध में बदल चुकी है। सबसे बड़ी भूमिका अत्याधुनिक तकनीकों की है जैसे कि मानवरहित लड़ाकू हवाई वाहन (UCAV) ड्रोन, सैटेलाइट आधारित निगरानी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence), मशीन लर्निंग, स्वचालित हथियार प्रणालियाँ एवं स्मार्ट मिसाइलें।

ड्रोन आधारित युद्ध आधुनिक संघर्ष का एक स्वरुप है जिसमें मानव रहित हवाई वाहनों (UAV), जिन्हें आमतौर पर ड्रोन कहा जाता है, का उपयोग निगरानी, खुफिया जानकारी जुटाने, लक्ष्य भेदन और सामरिक हमलों के लिए किये जाते हैं। मानवरहित लड़ाकू हवाई वाहन (UCAV) ड्रोन विशेष रूप से मिसाइल या बम जैसे आयुध ले जाने के लिए डिजाइन किये जाते हैं, जिससे वे मानव पायलट के बिना भी घातक हमले कर सकते हैं। अनमैन्ड कॉम्बैट एरियल व्हीकल (UCAV), जिसे कॉम्बैट ड्रोन, फाइटर ड्रोन या बैटलफ़ील्ड UAV भी कहा जाता है, यह एक ऐसा मानवरहित हवाई वाहन (UAV) है जो एयर-टू-सरफ़ेस मिसाइलें, एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइलें (ATGMs) और एरियल बम लेकर चलता है। इन हथियारों के कारण यह ऐसे सामरिक हमले करने में सक्षम होता है जिन्हें ड्रोन स्ट्राइक कहा जाता है। UCAV का उपयोग इंटेलिजेंस, निगरानी, और लक्ष्य पहचान के लिए किया जाता है, साथ ही उच्च-मूल्य वाले लक्ष्यों पर हमला करने और लंबे समय तक लक्ष्य क्षेत्र के ऊपर मंडराते रहने (loitering) के लिए भी होता है। यह कामिकाज़े ड्रोन से अलग है, जो एकल उपयोग (single-use) वाले ड्रोन होते हैं और लक्ष्य से टकराकर विस्फोट करने के लिए बनाए जाते हैं। उदाहरणों में अमेरिकी प्रीडेटर-B/ER (जिसे रीपर भी कहा जाता है) और चीनी होंगडू GJ-11 शामिल हैं।

मानवरहित लड़ाकू हवाई वाहन (UCAV) एयर-टू-सर्फ़ेस और टैंक-रोधी मिसाइलें ले जा सकते हैं। ये हवा से ज़मीन पर सटीक हमला कर सकते हैं। इनमें हाई-टेक सेंसर और कैमरे लगे होते हैं, जो युद्धक्षेत्र की तस्वीरें, वीडियो और अन्य खुफिया डेटा एकत्र करते हैं। UCAV खुद लक्ष्य पर हथियार दाग सकते हैं या दूसरे हथियार सिस्टम के लिए लक्ष्य को मार्क कर सकते हैं। इन्हें या तो दूर से पायलट द्वारा नियंत्रित किया जाता है, या ये पहले से सेट किए गए स्वायत्त मार्ग पर खुद उड़ते हैं। कई UCAV दोनों तरीकों का मिश्रण उपयोग करते हैं। मानवरहित लड़ाकू हवाई वाहन (UCAV) के उदाहरण–

1. **जनरल एटोमिक्स MQ-9 रीपर (अमेरिका)**
   - यह अमेरिका द्वारा बनाया गया एक उन्नत ड्रोन है।
   - यह बहुत लंबे समय तक हवा में उड़ सकता है और लगातार लक्ष्य को ट्रैक कर सकता है।
   - इसे खुफिया जानकारी जुटाने, निगरानी करने और सटीक हमले करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।
2. **होंगडू GJ-11 (चीन)**
   - यह चीन का स्टील्थ UCAV है, यानी इसे रेडार पर पकड़ना मुश्किल होता है।
   - इसका डिजाइन ऐसा है कि यह दुश्मन की नज़र से छुपकर मिशन पूरा कर सकता है।
   - इसे मुख्य रूप से संवेदनशील और उच्च खतरे वाले क्षेत्रों में इस्तेमाल करने के लिए बनाया गया है।

3. **बैराकतार TB2 (तुर्की)**
   - यह तुर्की का बहुत प्रसिद्ध ड्रोन है, जो कई युद्ध और सैन्य अभियानों में इस्तेमाल हुआ है।
   - इसकी लागत कम है, संचालन आसान है, और यह सटीक हमले भी कर सकता है।
   - इसे दुनिया के कई देशों ने खरीदा है, जिससे इसकी लोकप्रियता और बढ़ी है।
4. **डीआरडीओ घातक (भारत)**
   - यह भारत का भविष्य का स्टील्थ UCAV है, जिसे डीआरडीओ बना रहा है।
   - इसका उद्देश्य दुश्मन की निगरानी करना, संवेदनशील मिशन करना और जरूरत पड़ने पर सटीक हमला करना है।
   - अभी यह विकास की प्रक्रिया में है, लेकिन बनने के बाद यह भारत की ड्रोन क्षमता को काफी मजबूत करेगा।

मानवरहित लड़ाकू हवाई वाहन (UCAV) को इस तरह बनाया जाता है कि वे विभिन्न प्रकार के हथियार लेकर रणनीतिक हमले कर सकें। विभिन्न प्रकार के हथियारों का विवरण इस प्रकार है। एयर-टू-सर्फ़ेस मिसाइलें सबसे आम हथियार हैं, जिनसे ज़मीन या समुद्र पर मौजूद लक्ष्यों पर हमला किया जाता है। अमेरिका के MQ-1 Predator और MQ-9 Reaper ड्रोन इसी उद्देश्य के लिए प्रसिद्ध हेलफायर मिसाइल का उपयोग करते हैं। आधुनिक UCAVs जैसे भारत का डीआरडीओ घातक (विकासाधीन) अपने अंदरूनी वेपन बे में PGMs और बम लेकर उड़ने के लिए डिज़ाइन किए जा रहे हैं। इन हथियारों में लेज़र या GPS आधारित मार्गदर्शन होता है, जिससे सटीक निशाना लगाया जा सके। भारत ने हाल ही में UAV-Launched Precision Guided Missile (ULPGM-V3) का परीक्षण किया है, जो कई प्रकार के वॉरहेड ले जा सकता है। एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइलें विशेष रूप से बख्तरबंद वाहनों और टैंकों को नष्ट करने के लिए बनाई जाती हैं। उदाहरण तुर्की की UMTAS और OMTAS मिसाइलें। जैसे-जैसे UCAVs मानव रहित लड़ाकू विमानों में बदल रहे हैं, इन्हें वायु-श्रेष्ठता (air superiority) मिशनों के लिए AAMs से लैस किया जा रहा है। तुर्की का Bayraktar एयर-टू-एयर मिसाइल ले जाने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

मिसाइल वारहेड के प्रकार

वारहेड मिसाइल, रॉकेट, टॉरपीडो या बम का वह हिस्सा होता है जो असली नुकसान पहुंचाता है। इसमें विस्फोटक या अन्य विनाशकारी सामग्री होती है, जो लक्ष्य को नष्ट करने का काम करती है।

वारहेड के मुख्य प्रकार

1. **ब्लास्ट वारहेड**
   - यह वारहेड बहुत बड़ा धमाका (Blast) पैदा करता है।
   - इसका मुख्य असर तेज़ दबाव तरंग (Shock Wave) और उष्मा (Heat) से होता है।
   - इसका उपयोग इमारतें, कमरे, बंकर और लोगों जैसे नरम या बंद जगह वाले लक्ष्यों को नुकसान पहुँचाने के लिए किया जाता है।
   - थर्मोबारिक वारहेड इससे भी बड़ा धमाका करके ज़्यादा नुकसान करते हैं।
2. **फ्रैगमेंटेशन वारहेड (टुकड़े उड़ाने वाला)**
   - यह धातु के छोटे–छोटे, बहुत तेज़ टुकड़े चारों तरफ फेंकता है।
   - ये टुकड़े किसी भी हल्के लक्ष्य, वाहन या लोगों को गंभीर रूप से घायल कर देते हैं।

   इसके प्रकार–
   - साधारण फ्रैगमेंटेशन → खोल अपने आप टूटकर टुकड़े बनाता है
   - कंट्रोल्ड फ्रैगमेंटेशन → पहले से काट-छांट की जाती है ताकि टुकड़े एक तय आकार और दिशा में जाएँ
3. **शेप्ड चार्ज (धातु का जेट बनाने वाला)**
   - यह ऐसा वारहेड होता है जो विस्फोट की ऊर्जा को एक दिशा में केंद्रित करके बहुत पतला और बेहद तेज़ धातु का जेट बनाता है। यह जेट इतनी तेज़ गति से चलता है कि टैंक, बख्तरबंद गाड़ी या मोटी दीवार को आसानी से छेद देता है।

- यह जेट टैंक, बख्तरबंद गाड़ी या मोटी दीवार को छेद देता है।

4. **EFP (Explosively Formed Penetrator)**
   - EFP ऐसा वारहेड है जिसमें विस्फोट की ताकत से एक धातु की प्लेट गोली जैसी ठोस आकृति में बदलकर बहुत तेज़ गति से आगे फेंकी जाती है। यह इतनी शक्ति से चलती है कि स्टील, कंक्रीट या भारी आर्मर को भी आसानी से छेद सकती है।
5. **Penetrating Warhead (गहराई तक घुसने वाला वारहेड)**
   - यह वारहेड बहुत मोटे और मजबूत धातु के खोल से बना होता है, ताकि यह टूटे बिना लक्ष्य के अंदर गहराई तक घुस सके।
   - इसके अंदर भारी मात्रा में विस्फोटक भरा होता है, जो लक्ष्य के अंदर घुसने के बाद फटता है।
   - यह वारहेड बंकर, भूमिगत ठिकाने और बहुत मजबूत कंक्रीट या स्टील की संरचनाओं को अंदर से तोड़ने के लिए उपयोग किया जाता है।
6. **मल्टीमोड वारहेड**
   - यह वारहेड दो या उससे अधिक तरीकों से नुकसान पहुँचाता है। उदाहरण धमाका (Blast) + टुकड़े (Fragmentation) या शेप्ड चार्ज + ब्लास्ट।
   - इसका फायदा यह है कि एक ही वारहेड कई तरह के लक्ष्यों—जैसे सैनिक, वाहन, बंकर, दीवार—को नष्ट कर सकता है।

वारहेड तकनीकें

1. **3D प्रिंटिंग**
   - 3D प्रिंटिंग की मदद से वारहेड के अंदर के बहुत जटिल डिजाइन आसानी से बनाए जा सकते हैं, जो सामान्य मशीनिंग से बनाना मुश्किल होता है।
   - इससे वारहेड हल्का बन सकता है, जबकि उसका नुकसान पहुँचाने वाला असर और दक्षता बढ़ जाती है।
   - वजन कम होने पर मिसाइल या रॉकेट में ज्यादा ईंधन ले जाया जा सकता है, जिससे उसकी रेंज (दूरी) बढ़ जाती है।
2. **असंवेदनशील वारहेड (Insensitive Warhead)**
   - ऐसे वारहेड जिन्हें आग लगने, झटका लगने या दुर्घटना होने पर भी आसानी से फटना मुश्किल होता है।
   - इनका विस्फोटक विशेष रूप से इस तरह बनाया जाता है कि यह सिर्फ सही समय और सही फ्यूज़ के संकेत पर ही फटें।
   - इससे सैनिकों, वाहनों, गोला-बारूद भंडारण और उपकरणों की सुरक्षा काफी बढ़ जाती है।
3. **स्मार्ट फ्यूज़ और सेंसर**
   - ये आधुनिक वारहेड में लगे इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस होते हैं, जो वारहेड को सही समय, सही ऊँचाई, या सही दूरी पर फटने में मदद करते हैं।
   - यह तय करते हैं कि वारहेड टकराने से पहले, टकराने पर, या टारगेट के ऊपर/अंदर पहुँचकर फटे।
   - इससे लक्ष्य को ज्यादा नुकसान और आसपास की चीज़ों (collateral damage) को कम से कम नुकसान होता है।
4. **नियर-मिस वारहेड**
   - ये वारहेड लक्ष्य को सीधे टक्कर नहीं मारते, बल्कि उसके बहुत पास फटते हैं।
   - फटते ही ये बहुत बड़ी मात्रा में तेज़ गति वाले धातु के टुकड़े या भारी मलबा (metal mass cloud) लक्ष्य की ओर फेंकते हैं।
   - इसका उद्देश्य है कि तेज़ गति से चल रहे या छोटे आकार वाले लक्ष्यों को भी आसानी से नष्ट किया जा सके, भले ही सीधा हिट न हो।

वर्तमान समय में ड्रोन युद्ध

भारत की ड्रोन युद्ध रणनीति में निगरानी और हमला करने वाले अभियानों के लिए ड्रोनों का एकीकरण, मौजूदा सैन्य सिद्धांतों को अपनाना और पड़ोसी देशों से आने वाले खतरों का मुकाबला करने के लिए एक घरेलू उद्योग विकसित करना शामिल है। अपेक्षाकृत सस्ते ड्रोन, जैसे कि संशोधित Quadcopter विस्फोटकों से लैस किए जा रहे हैं। भारत ड्रोन स्वार्म जैसी उन्नत तकनीकें भी विकसित कर रहा है

और अपनी रक्षा स्थिति को मजबूत करने के लिए सैन्य-स्तरीय ड्रोन विकास पर अधिक ध्यान केंद्रित कर रहा है।

मानवरहित हवाई वाहन से प्रक्षेपित सटीक निर्देशित मिसाइल (ULPGM) रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा विकसित एक प्रणाली है। यूएलपीजीएम सटीक निर्देशित हवा से सतह पर मार करने वाली मिसाइलों की श्रृंखला है, जिन्हें मानवरहित हवाई वाहन से प्रक्षेपित किया जा सकता है। विकास सह उत्पादन भागीदार कार्यक्रम के तहत, अडानी डिफेंस एंड एयरोस्पेस और भारत डायनेमिक्स लिमिटेड को इस हथियार प्रणाली के निर्माण का काम सौंपा गया है। हल्के डिज़ाइन और अत्यधिक सटीकता के साथ, यूएलपीजीएम का उद्देश्य भारतीय सशस्त्र बलों को युद्ध के मैदान में रणनीतिक फ़ायदा प्रदान करना है।

यूएलपीजीएम के तीन अलग-अलग संस्करण—वी1, वी2 और वी3—अलग-अलग युद्ध की स्थितियों और आवश्यकताओं के अनुरूप डिज़ाइन किए गए हैं। वी1, वी2 और वी3 के बीच मुख्य अंतर लक्ष्य भेदने की क्षमता, रेंज और मार्गदर्शन प्रणाली में सुधार है।

चित्र 1: ड्रोन के साथ इंटेग्रेट किया हुआ यूएलपीजीएम वी2

प्रथम संस्करण ULPGM-V1 बिना किसी प्रणोदन प्रणाली के एक फ्री फॉल (Free fall) मिसाइल है। इसमें मार्गदर्शन (Guidance) के लिए एक अनकूल्ड इमेजिंग इंफ्रारेड सीकर का उपयोग किया गया है। ULPGM V2 भारत के डीआरडीओ द्वारा विकसित एक मानवरहित हवाई वाहन से प्रक्षेपित सटीक निर्देशित मिसाइल है। इसमें एक रॉकेट मोटर, एक बिना ठंडा किया हुआ आईआईआर सीकर है। सटीक लक्ष्य भेदने के लिए, ULPGM-V2 में एक उन्नत नेविगेशन प्रणाली का उपयोग किया गया है। भारतीय सेना ने 2024 में ULPGM V2 संस्करण को शामिल करने की प्रक्रिया शुरू की और प्रारंभिक ऑर्डर दिया है। अदानी डिफेंस और भारत डायनेमिक्स लिमिटेड (बीडीएल) इस मिसाइल कार्यक्रम के प्रमुख विकास-सह-उत्पादन भागीदार हैं।

यूएलपीजीएम-वी3 (ULPGM-V3) का नवीनतम संस्करण, एक उच्च-सटीकता वाली हवा से सतह पर मार करने वाली मिसाइल है जिसे मानवरहित विमानों से प्रक्षेपित करके लक्ष्यों पर प्रहार करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसका उपयोग दिन और रात दोनों अभियानों के लिए किया जा सकता है और यह स्थिर तथा गतिशील लक्ष्यों को भेद सकता है। यूएलपीजीएम श्रृंखला के इस उन्नत संस्करण के विकास और सफल उड़ान सम्बंधित परीक्षण हो चुके हैं।

चित्र 2: ड्रोन से प्रक्षेपित यूएलपीजीएम वी3

यूएलपीजीएम-वी3 के प्रक्षेपण ड्रोन का उपयोग करके सफल उड़ान परीक्षण किए गए हैं। इस सफल परीक्षण को स्वदेशी उच्च तकनीक रक्षा प्रौद्योगिकियों के विकास में भारत की रक्षा क्षमताओं को एक बड़ी बढ़त के रूप में देखा जा रहा है।

भारत की कॉम्बैट ड्रोन तकनीक तेज़ी से उन्नत हो रही है, जिसमें स्वदेशी विकास के साथ-साथ रणनीतिक अंतरराष्ट्रीय साझेदारियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। प्रमुख परियोजनाओं में एआई-संचालित 'काल भैरव' ड्रोन और हाइब्रिड वीटीओएल (Vertical Take-Off and Landing) 'रुद्रास्त्र' ड्रोन शामिल हैं, जिन्हें सटीक हमलों (precision strikes) के लिए विकसित किया जा रहा है।

इसके अलावा, देश संयुक्त उपक्रमों (joint ventures) के माध्यम से अपनी क्षमताओं को भी बढ़ा रहा है, जैसे JSW समूह के साथ V-BAT सिस्टम निर्माण समझौता। भारत उन्नत प्रणालियों जैसे डीआरडीओ का 'घातक' और अदाणी का 'अक्षी-7' विकसित करने पर भी काम कर रहा है। क्षेत्रीय सुरक्षा चुनौतियों और तकनीकी प्रगति के

कारण भारत का ड्रोन युद्ध तेज़ी से विकसित हो रहा है। स्वदेशी विकास और उन्नत रणनीतियों पर इसका बढ़ता ध्यान आशाजनक है, लेकिन युद्ध के इस नए क्षेत्र में सच्ची आत्मनिर्भरता हासिल करने के लिए महत्वपूर्ण घटकों के निर्माण में कमियों को दूर करना बेहद ज़रूरी है।

ड्रोन आधारित युद्ध आने वाले समय में आधुनिक युद्धकला का सबसे महत्वपूर्ण स्तंभ बनने जा रहा है। भविष्य में ड्रोन युद्धकला पूरी तरह AI-आधारित, स्वचालित और तेज़ हो जाएगी। युद्धक्षेत्र में स्वार्म ड्रोन, स्टील्थ ड्रोन, और कामिकाज़े ड्रोन मुख्य भूमिका निभाएँगे। ड्रोन बिना पायलट के लक्ष्य पहचानेंगे, निर्णय लेंगे और सटीक हमले करेंगे। इसके अलावा ये जासूसी, निगरानी, हथियार ले जाने, लॉजिस्टिक सप्लाई और साइबर/इलेक्ट्रॉनिक वारफेयर जैसे काम भी करेंगे।

फाइटर जेट और ड्रोन की संयुक्त टीमिंग युद्ध को और अधिक प्रभावी बनाएगी। कुल मिलाकर, भविष्य का युद्ध कम मानव जोखिम, अधिक तकनीक युक्त और पूरी तरह नेटवर्क-संचालित होगा, जहाँ ड्रोन युद्धकला का मुख्य केंद्र बनेंगे।

संदर्भ

1. https://en.wikipedia.org/wiki/ULPGM
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Drone_warfare
3. https://www.डीआरडीओ.gov.in/डीआरडीओ/sites/default/files/inline-files/WarheadforULPGM_V2_31072023.pdf

❖

अनुच्छेद 351
(हिंदी भाषा के विकास के लिए निदेश)

संघ का यह कर्तव्य होगा कि वह हिंदी भाषा का प्रसार बढ़ाए, उसका विकास करे जिससे वह भारत की सामासिक संस्कृति के सभी तत्वों की अभिव्यक्ति का माध्यम बन सके और उसकी प्रकृति में हस्तक्षेप किए बिना हिंदुस्तानी में और आठवीं अनुसूची में विनिर्दिष्ट भारत की अन्य भाषाओं में प्रयुक्त रूप, शैली और पदों को आत्मसात करते हुए और जहां आवश्यक या वांछनीय हो वहां उसके शब्द-भंडार के लिए मुख्यतः संस्कृत से और गौणतः अन्य भाषाओं से शब्द ग्रहण करते हुए उसकी समृद्धि सुनिश्चित करे।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) - सक्षम "छद्मा" (डिकॉय) के साथ "हवाई वर्चस्व"

मनीष नालमवार

अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद

manish.nalamwar.rci@gov.in

परिचय

वर्तमान युग में हवाई श्रेष्ठता अत्यंत आवश्यक है। निस्संदेह यह वांछनीय है, लेकिन इस पर प्रतिबंध बढ़ता जा रहा है। हमेशा ही लीक से हटकर सोचने की आवश्यकता रहेगी। हमेशा ही वैकल्पिक योजना (प्लान-बी) की आवश्यकता होगी। विवादित हवाई क्षेत्र के लिए तैयार रहें। दुश्मन को हवाई क्षेत्र का लाभ उठाने से रोकने के लिए लंबी दूरी की मारक क्षमता का प्रयोग करना और दुश्मन के हमलों को रोकना आवश्यक है। प्रौद्योगिकी इन समस्याओं का समाधान प्रदान करेगी।

भारत को दो शक्तिशाली सेनाओं का सामना करना पड़ रहा है जिनकी क्षमताएं भारत के बराबर या उससे बेहतर हैं। जहां भारत को दूरगामी और प्रभावी मारक क्षमता बनाए रखने और उसे मजबूत करने की आवश्यकता है, वहीं उसे हवाई नियंत्रण प्रणाली और परिदृश्य के लिए भी तैयार रहना होगा। यह एक अधिक समझदारी भरा और किफायती विकल्प हो सकता है। भारत को मिसाइलों के उच्च भंडार के साथ मजबूत हवाई रक्षा प्रणाली विकसित करने की आवश्यकता है। महत्वपूर्ण क्षेत्रों में उच्च घनत्व वाले एंटी-एयरक्राफ्ट सिस्टम की आवश्यकता होगी। निरंतर उन्नत होने वाली आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक युद्ध क्षमताओं की आवश्यकता होगी। सुरक्षित और जाम-प्रतिरोधी संचार व्यवस्था महत्वपूर्ण होगी। ड्रोन और झुंड ड्रोन के उपयोग में महारत हासिल करना और उनका स्टॉक तैयार करना आवश्यक है। आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधान की स्थिति में बड़े स्टॉक की आवश्यकता होगी। साथ ही, भारत को ड्रोन के स्वदेशी डिजाइन और उत्पादन में तेजी लानी होगी। हाल के संघर्षों में उनके सिस्टम का व्यापक रूप से उपयोग किया गया है। ड्रोन को बहुत छोटे से लेकर मध्यम आकार के और स्टैंड-ऑफ हथियारों से लैस स्टील्थी यूसीएवी तक, सभी प्रकार के ड्रोनों को कवर करना होगा। मानव-मानवरहित ड्रोन टीमिंग (एमयूएम-टी) भविष्य है। अधिक रेंज और स्वायत्तता वाले ड्रोन एक अच्छा निवेश साबित होंगे। सटीक हमले के लिए ड्रोन झुंडों का उपयोग किया जा सकता है।

स्टील्थी फाइटर बॉम्बर एक प्लेटफॉर्म के रूप में अभी भी मौजूद रहेंगे। इन्हें विकसित करने में लंबा समय लगता है। यह प्रक्रिया जारी रहनी चाहिए। इनमें से अधिकाधिक विमान मानवरहित या वैकल्पिक रूप से मानवयुक्त होंगे। हवाई प्लेटफॉर्म के प्रदर्शन और हवाई हथियारों में नाटकीय परिवर्तन होंगे। अंतरिक्ष जल्द ही एक साझा क्षेत्र बन जाएगा और इसका संयुक्त रूप से उपयोग करना आवश्यक होगा। भारत को अंतरिक्ष का उपयोग एक मंच और शक्ति गुणक के रूप में अधिकाधिक करना चाहिए। युद्धक मुकाबले कहीं अधिक तीव्र गति और अधिक दूरी पर होंगे।

प्रमुख शब्द–

Air Launched Decoy: हवा से प्रक्षेपित प्रलोभन, **Cheat:** धोखा, **Decoy:** प्रलोभन, **Suppression:** दमन, **Towing Decoy:** टोइंग डिकॉय,

छद्म छोटा एयर-लॉन्च्ड डिकॉय एक परिष्कृत, हवा से प्रक्षेपित, खर्च करने योग्य डिकॉय मिसाइल है जिसे दुश्मन की हवाई सुरक्षा से विमानों की रक्षा के लिए डिज़ाइन किया गया है। आइए छद्म सिस्टम की खूबियों पर गौर करें: कॉम्पैक्ट और हल्के वजन के कारण, इसे लड़ाकू विमानों द्वारा कई इकाइयों में ले जाया जा सकता है। एक बार लॉन्च होने के

बाद, यह स्वचालित रूप से काम करता है, विभिन्न प्रकार के विमानों के रेडार सिग्नल और उड़ान विशेषताओं की नकल करता है, जिससे दुश्मन का ध्यान वास्तविक विमान से हट जाता है। उन्नत इलेक्ट्रॉनिक युद्ध प्रणालियों से लैस, यह इलेक्ट्रॉनिक उत्सर्जन की नकल कर सकता है, जिससे इसकी प्रभावशीलता बढ़ जाती है।

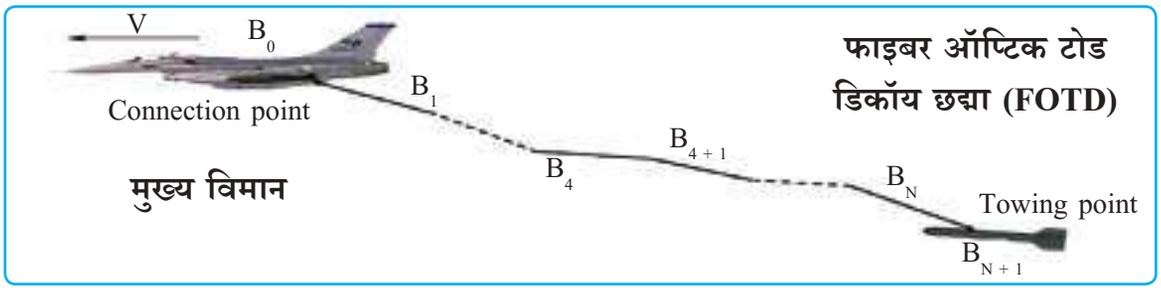
यह पूर्व-क्रमादेशित उड़ान पथों का अनुसरण कर सकता है या वास्तविक समय के खतरों पर स्वतंत्र रूप से प्रतिक्रिया कर सकता है। यह ग्रेडिएंट-इंडेक्स ऑप्टिक्स का उपयोग करके एक रेडार क्रॉस-सेक्शन बनाता है जो सहयोगी विमानों का अनुकरण करता है, जिससे मिसाइल रक्षा प्रणालियों की क्षमता उत्तेजित, भ्रमित और क्षीण होती है। इसकी बहुमुखी प्रतिभा इसे लड़ाकू विमानों से लेकर टोही प्लेटफार्मों तक, विभिन्न प्रकार के विमानों का अनुकरण करने और विभिन्न मिशन परिदृश्यों के अनुकूल होने में सक्षम बनाती है। शत्रु संसाधनों को प्रलोभन की ओर मोड़कर, यह मानवयुक्त विमानों की उत्तरजीविता बढ़ाता है और मिशन की सफलता में सुधार करता है। कुल मिलाकर, यह प्रणाली शत्रुतापूर्ण वातावरण में, विशेष रूप से शत्रु वायु रक्षा का दमन (SEAD: Suppression of Enemy Air Defence) अभियानों में, विमान की उत्तरजीविता और परिचालन प्रभावशीलता को बढ़ाने के लिए एक महत्वपूर्ण उपकरण के रूप में कार्य करती है।

डिज़ाइन और प्रमुख विशेषताएँ: इसका कॉम्पैक्ट और हल्का डिज़ाइन हवाई तैनाती और मिशन प्रभावशीलता के लिए अनुकूलित है। इसके डिज़ाइन में एक उन्नत डिकॉय सिस्टम के रूप में अपनी भूमिका निभाने के लिए निम्नलिखित कई प्रमुख तत्व शामिल हैं–

- **लघुकरण (Miniature):** यह पारंपरिक मिसाइलों की तुलना में अपेक्षाकृत छोटा है, जिससे लड़ाकू जेट विमानों को उनके प्रदर्शन या पेलोड क्षमता को प्रभावित किए बिना कई इकाइयाँ ले जाने में सक्षम बनाया जा सकता है। इसका वायुगतिकीय आकार उड़ान प्रदर्शन और गतिशीलता को बढ़ाता है।
- **इलेक्ट्रॉनिक युद्ध प्रणालियाँ:** यह अत्याधुनिक इलेक्ट्रॉनिक युद्ध प्रणालियों से सुसज्जित है, जिसमें रेडार जैमर और अन्य प्रतिकार क्षमताएँ शामिल हैं। इसमे एक सिग्नेचर ऑग्मेंटेशन सबसिस्टम (SAS) है, जिसमें विभिन्न सक्रिय रेडार एन्हांसर शामिल हैं जो विभिन्न आवृत्तियों पर काम करते हैं। यह विभिन्न विमानों की नकल करने में सक्षम होगा।
- **जड़त्वीय नेविगेशन प्रणाली (INS):** जड़त्वीय नेविगेशन प्रणाली सुनिश्चित करती है कि यह अपने निर्धारित मार्ग पर बना रहे। हालाँकि विमान के उड़ान भरने से पहले प्रक्षेप पथ निर्धारित कर दिया जाता है, लेकिन पायलट प्रक्षेपण बिंदु तक इसे समायोजित करने की क्षमता रखता है।
- **मॉड्यूलर पेलोड:** इसमे एक मॉड्यूलर पेलोड डिज़ाइन शामिल है, जो विशिष्ट मिशन आवश्यकताओं के अनुरूप विविध इलेक्ट्रॉनिक युद्ध प्रणालियों और पेलोड के एकीकरण को सुगम बनाता है। यह अनुकूलनीय विशेषता इसको बदलते खतरों और परिचालन आवश्यकताओं के अनुसार समायोजित करने में सक्षम बनाती है। कॉम्पैक्ट परिवहन के लिए मुड़े हुए पंखों से सुसज्जित, प्रक्षेपण के समय पंख फैल जाते है।

चित्र 1: रूपान्तरित हथियार

फाइबर ऑप्टिक टोड डिकॉय छद्म (FOTD) एक उन्नत इलेक्ट्रॉनिक प्रतिवाद प्रणाली है जिसका उपयोग सैन्य विमानों द्वारा रेडार-निर्देशित मिसाइल खतरों से सुरक्षा के लिए किया जाता है। यह एक फाइबर ऑप्टिक केबल का उपयोग करके एक छोटे, पुन: प्रयोज्य डिकॉय को विमान से दूर खींचता है, जो फिर आने वाली मिसाइलों को आकर्षित करने और उन्हें नष्ट करने के लिए शक्तिशाली इलेक्ट्रॉनिक सिग्नल उत्सर्जित करता है।



चित्र 2: मुख्य विमान के साथ फाइबर ऑप्टिक टोड डिकॉय छद्मा

छद्मा(FOTD)प्रणाली: छद्मा (FOTD) प्रणाली में दो मुख्य भाग होते हैं जो बहुस्तरीय सुरक्षा प्रदान करने के लिए एक साथ काम करते हैं–

ऑनबोर्ड इलेक्ट्रॉनिक वारफेयर (EW) प्रणाली: विमान की इलेक्ट्रॉनिक वारफेयर (EW) प्रणाली मिसाइलों और दुश्मन के प्लेटफार्मों से आने वाले रेडार संकेतों का पता लगाती है और उनका विश्लेषण करती है। जब किसी खतरे का पता चलता है, तो विमान एक लंबी, मजबूत और पतली फाइबर ऑप्टिक केबल पर एक डिकॉय तैनात करता है। इलेक्ट्रॉनिक वारफेयर (EW) प्रणाली फाइबर ऑप्टिक लिंक के माध्यम से डिकॉय तक जटिल, उच्च-शक्ति वाले इलेक्ट्रॉनिक प्रतिवाद भेजती है।

मज़बूत आरएफ आत्म-सुरक्षा: आज रेडियो फ़्रीक्वेंसी (आरएफ) ख़तरे न केवल संख्या में, बल्कि क्षमताओं में भी बढ़ रहे हैं। विभिन्न प्रकार के प्रतिकूल वातावरणों में मिशन की सफलता के लिए, लड़ाकू विमानों से लेकर बमवर्षकों और परिवहन विमानों तक, सभी विमानों के लिए आत्म-सुरक्षा आवश्यक है। स्ट्रेट-थ्रू रिपीटर्स जैसे पारंपरिक डिकॉय के विपरीत, फाइबर-ऑप्टिक टोड डिकॉय सुसंगत है और आरएफ ख़तरों को हराने के लिए विमान के ऑनबोर्ड इलेक्ट्रॉनिक वारफेयर (ईडब्ल्यू) उपकरण के साथ तालमेल बिठाकर काम करता है। एक बार खतरा समाप्त हो जाने पर, वापस खींचे जा सकने वाले छद्मा को पुनः उपयोग के लिए उसके आवरण में वापस खींच लिया जाता है। यह ख़तरे के घेरे में विमान की सुरक्षा करता है और चार स्तरों की सुरक्षा प्रदान करता है।

1. दमन: ट्रैकिंग रेडार के अधिग्रहण चरण के दौरान,विमान का EW सिस्टम FOTD का उपयोग जैमिंग तकनीकें उत्सर्जित करने के लिए करता है।जो रेडार की लक्ष्य को प्राप्त करने और ट्रैक करने की क्षमता को दबा देती हैं।

2. धोखा: यदि लक्ष्य ट्रैकिंग रेडार दमन तकनीकों के बावजूद सफलतापूर्वक लक्ष्य ट्रैक प्राप्त कर लेता है, तो धोखाधड़ी ट्रैकिंग त्रुटियों को इंटरसेप्शन समाधान में शामिल करता हैं।

3. जैमिंग तकनीक निर्धारण: रेडार उत्सर्जन का विश्लेषण करने के बाद, सिस्टम विमान ट्रैक को तोड़ने के लिए इष्टतम जैमिंग तकनीक निर्धारित करता है। यदि एक से अधिक रेडार खतरे का पता चलता है, तो सिस्टम कई जैमिंग तकनीकों के एक साथ प्रसारण के साथ प्रतिक्रिया कर सकता है।

4. प्रलोभन: यदि एक आरएफ मिसाइल लॉन्च की जाती है, तो खुद लक्ष्य बनकर FOTD मिसाइल के विमान ट्रैक को तोड़ सकता है या मिसाइल को लक्ष्य विमान से दूर ले जा सकता है। प्रलोभन जैमर तकनीकें फैलाता है। अंतिम उपाय के रूप में, प्रलोभन पसंदीदा लक्ष्य बन जाता है।

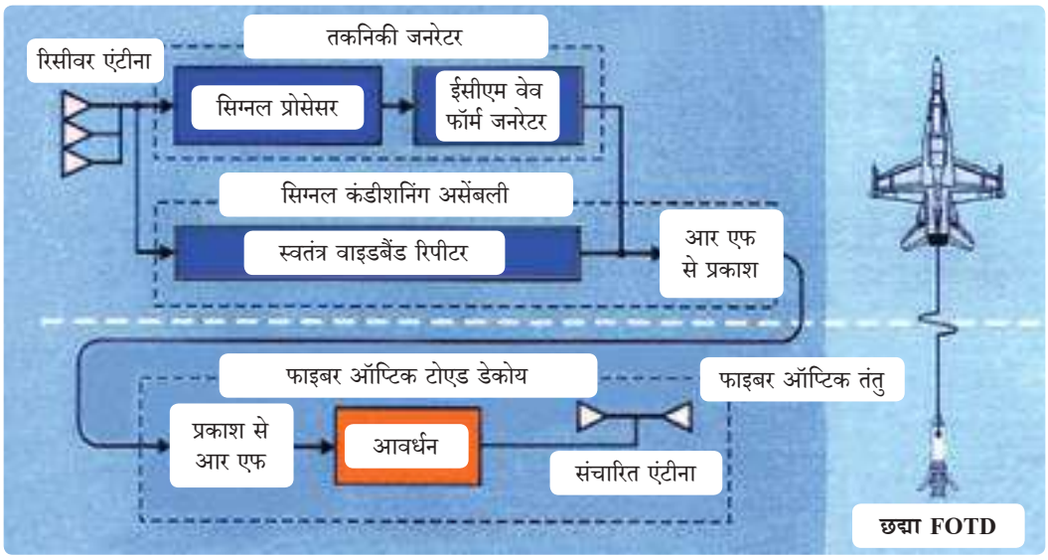
पुराने डिकॉय की तुलना में लाभ–

छद्मा (FOTD): कई कारणों से पुराने प्रत्युत्तर उपायों जैसे कि चैफ और पहली पीढ़ी के टोड डिकॉय की तुलना में एक महत्वपूर्ण उन्नयन का प्रतिनिधित्व करते हैं।

ऑफबोर्ड जैमिंग: जैमर को विमान से दूर खींचकर, छद्मा (FOTD) एक शक्तिशाली जैमिंग स्रोत को सुरक्षित दूरी पर रखता है, जिससे विमान के बजाय डिकॉय प्राथमिक लक्ष्य बन जाता है। पुन: प्रयोज्य: व्यय योग्य चैफ या एकल-उपयोग वाले डिकॉय के विपरीत, छद्मा (FOTD) को उपयोग के बाद वापस लिया जा सकता है, जिससे रसद संबंधी बोझ और समग्र लागत कम हो जाती है।

सुसंगत जैमिंग: फाइबर ऑप्टिक केबल विमान के मुख्य EW सिस्टम को डिकॉय तक अत्यधिक समन्वित और शक्तिशाली जैमिंग सिग्नल पहुँचाने में सक्षम बनाता है, जिससे आधुनिक, जटिल रेडार प्रणालियों के विरुद्ध कहीं अधिक मज़बूत सुरक्षा मिलती है।

उन्नत तकनीकें: छद्म (FOTD) विमान के हस्ताक्षर को कई रेडार बैंडों में दोहरा सकते हैं, जिससे मोनोपल्स और होम-ऑन-जैम मिसाइलों सहित परिष्कृत रेडार-निर्देशित खतरों की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए अधिक विश्वसनीय भ्रम पैदा हो सकता है।



चित्र 3: फाइबर ऑप्टिक टोड डिकॉय छद्म का विवरण

निष्कर्ष

प्रगति स्वतः नहीं होती। इसकी शुरुआत होती है– अथक प्रयास से कठिन प्रश्न पूछकर और उनके उत्तर खोजकर। हमारे डिजिटल इंजीनियरिंग केंद्रों, अनुसंधान प्रयोगशालाओं और उन्नत विनिर्माण सुविधाओं में हमारे शोधकर्ता और इंजीनियर ज्ञात विज्ञान की सीमाओं को आगे बढ़ा रहे हैं। नवोन्मेषी विचारकों के हमारे वैश्विक कार्यबल के लिए प्रगति भविष्य को परिभाषित करती है – और यह हमें परिभाषित करती है।

खोजकर्ताओं की एक टीम, जो ज्ञात विज्ञान की सीमाओं को आगे बढ़ाने और दुनिया की सबसे जटिल समस्याओं को हल करने के हमारे लक्ष्य में एकजुट है। हमें डिज़ाइन पसंद है, हम डिज़ाइन करते हैं। हम इंजीनियरिंग करते हैं। हम कोड करते हैं। हम शोध करते हैं। हम पेटेंट कराते हैं। हम परीक्षण करते हैं। हम सीखते हैं। हम पुनरावृत्ति करते हैं। हम निर्माण करते हैं। हम उत्पादन करते हैं।

हम ऐसी सफलताएँ प्राप्त करते हैं जो हमारी देश की रक्षा करती हैं और उसे जोड़ती हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) एकीकरण वास्तविक समय में लक्ष्यीकरण, अनुकूली बचाव युद्धाभ्यास और पैटर्न पहचान एवं छवि पहचान सहित बेहतर खुफिया विश्लेषण को सक्षम बनाता है।

संदर्भ

1. डीआरडीओ वेबसाइट
2. Klass PJ. IDECM's 'smart' towed decoy likely to be used widely. Aviation Week Space Technol 1996;145(14):48.
3. Rivers BP. AFSOC selecting towed decoy. J Electronc Def 2002;25 (12):38.
4. Kunkel M, Goodman G. Fiber-optic towed decoy moves ahead. J Electron Def 2008;31(7):16.

फ़्यूज़, एक परिचय : मिसाइल का बहुत ही महत्वपूर्ण उपकरण

अर्चना सिंह

राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय

archana.hqr@gov.in

परिचय

मिसाइल में फ्यूज़ एक ऐसा महत्वपूर्ण उपकरण है जो वारहेड के विस्फोट को आरंभ करता है, या तो प्रभाव पड़ने पर या जब मिसाइल लक्ष्य से एक निश्चित दूरी के भीतर पहुंचती हैI फ्यूज़, यह सुनिश्चित करता है कि वारहेड सही समय पर और सही स्थान पर विस्फोटित हो, जिससे लक्ष्य पर प्रभाव अधिकतम हो। यह एक ट्रिगर के रूप में कार्य करता है, जो या तो प्रभाव के समय, एक निर्धारित समय के बाद, या जब मिसाइल लक्ष्य के करीब होती है, तब विस्फोटक चार्ज आरंभ करता है।

मिसाइलों में फ़्यूज़ का महत्व

- **लक्ष्य निर्धारण सटीकता:** फ्यूज़, लक्ष्य से उचित दूरी पर या प्रक्षेपण के बाद सही समय पर बम को विस्फोटित करके सटीक निशाना लगाने की अनुमति देता है।
- **सुरक्षा:** फ़्यूज़ में सुरक्षा तंत्र भंडारण और परिवहन के दौरान, साथ ही मिसाइल की प्रारंभिक उड़ान के दौरान आकस्मिक विस्फोट को रोकता है।
- **बढ़ी हुई क्षति:** फ्यूज़ को प्रभाव के बाद विस्फोट को विलंबित करने के लिए डिज़ाइन किया जा सकता है, जिससे मिसाइल विस्फोट से पहले लक्ष्य को भेद सके और क्षति अधिकतम हो।
- **बहुमुखी प्रतिभा:** विभिन्न प्रकार के फ़्यूज़, जैसे कि प्रॉक्सिमिटी फ़्यूज़ और टाइम फ़्यूज़, मिसाइलों को विभिन्न प्रकार के लक्ष्यों और विभिन्न वातावरणों में निशाना लगाने में सक्षम बनाते हैं।
- **परिचालन दक्षता:** फ्यूज़ इष्टतम समय पर वारहेड को सक्रिय करके मिसाइल की प्रभावशीलता सुनिश्चित करते हैं, जिससे लक्ष्य के विनाश की संभावना अधिकतम हो जाती है।

मिसाइलों में फ़्यूज़ के प्रकार

मिसाइलों में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के फ़्यूज़ इस प्रकार है–

1. **प्रभाव फ़्यूज़:** जब मिसाइल किसी लक्ष्य से टकराती है तो प्रभाव बल के कारण ये फ़्यूज़ सक्रिय हो जाते हैं। इनका उपयोग आमतौर पर उन मिसाइलों में किया जाता है जो सीधे प्रभाव से लक्ष्यों को नष्ट करने के लिए डिज़ाइन की जाती हैं, जैसे कि तोपखाने के गोले या विमान-रोधी मिसाइलें।
2. **प्रॉक्सिमिटी फ़्यूज़:** इसे VT (परिवर्तनशील समय) फ़्यूज़ के नाम से भी जाना जाता है, ये फ़्यूज़ उस समय वारहेड को विस्फोटित कर देते हैं, जब मिसाइल लक्ष्य से एक निश्चित पूर्व-निर्धारित दूरी के भीतर होती है। वे लक्ष्य का पता लगाने के लिए रेडार या अन्य सेंसर का उपयोग करते हैं तथा अधिकतम क्षति के लिए इष्टतम समय पर विस्फोट आरंभ करते हैं।
3. **टाइम फ़्यूज़:** इन फ़्यूज़ को एक निश्चित समयावधि के बाद वारहेड को विस्फोटित करने के लिए सेट किया जाता है, जिससे मिसाइल अपने प्रक्षेप पथ में वांछित बिंदु पर विस्फोट कर सके। आधुनिक मिसाइलों में इनका प्रयोग कम होता है, लेकिन कुछ स्थितियों में इनका प्रयोग किया जा सकता है, जैसे हवाई बम या निश्चित उड़ान पथ वाली मिसाइलें।
4. **एंड-गेम फ़्यूज़:** बीईएल के अनुसार, ये उन्नत फ़्यूज़ हैं जिनका उपयोग हवा से हवा और सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइलों में किया जाता है, जैसे कि क्यूआरएसएएम। वे सटीकता के साथ लक्ष्यों का

पता लगाने, इष्टतम विस्फोट समय निर्धारित करने और वारहेड विस्फोट तर्क को निष्पादित करने के लिए लेजर-आधारित प्रणालियों का उपयोग करते हैं।

5. **संयोजन फ़्यूज़:** कुछ मिसाइलें विभिन्न परिस्थितियों में विश्वसनीय विस्फोट सुनिश्चित करने के लिए विभिन्न फ़्यूज़ के संयोजन का उपयोग करती हैं। उदाहरण के लिए, किसी मिसाइल में प्रत्यक्ष प्रहार के लिए इम्पैक्ट फ्यूज तथा लक्ष्य के निकट पहुंचने के लिए प्रॉक्सिमिटी फ्यूज दोनों हो सकते हैं।

पिनाका रॉकेट प्रणाली में फ़्यूज़ का योगदान

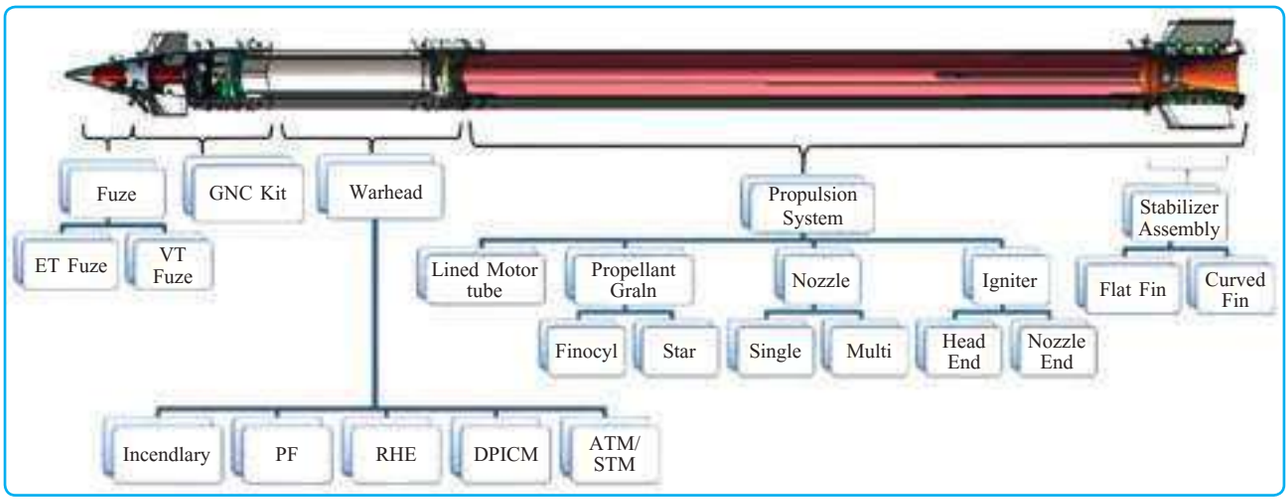
पिनाका रॉकेट प्रणाली विभिन्न प्रकार के फ़्यूज़ का उपयोग करती है, जिसमें निकटता फ़्यूज़, इलेक्ट्रॉनिक समय (ईटी) फ़्यूज़ और दोहरे उद्देश्य वाले फ़्यूज़ शामिल हैं। इन फ्यूज़ को सही समय और स्थान पर वारहेड को प्रक्षेपित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है, चाहे वह समय, लक्ष्य की निकटता, या कारकों का संयोजन हो।

पिनाका रॉकेट प्रणाली में फ़्यूज़ के प्रकार–

- **निकटता फ़्यूज़:** पीआईबी के अनुसार एआरडीई, पुणे द्वारा विकसित ये फ्यूज़, रॉकेट के लक्ष्य के करीब पहुंचने पर वारहेड को सक्रिय करने के लिए डिजाइन किए गए हैं।
- **इलेक्ट्रॉनिक समय (ईटी) फ़्यूज़:** ये फ्यूज़ उड़ान के दौरान पूर्व-निर्धारित समय पर आग लगाने वाले और उप-युद्धक हथियारों को दागते हैं।
- **दोहरे उद्देश्य वाले फ़्यूज़:** एआरडीई, पुणे द्वारा विकसित इन फ्यूज़ों का उपयोग डायरेक्ट-एक्शन सेल्फ डिस्ट्रक्शन (डीएएसडी) और एंटी-टैंक म्यूनिशन (एटीएम) अनुप्रयोगों के लिए किया जा सकता है।

पिनाका फ्यूज़ की मुख्य विशेषताएं–

- **स्वदेशी रूप से विकसित:** एआरडीई, पुणे ने आयातित फ़्यूज़ के स्थान पर पिनाका रॉकेटों के लिए कई प्रकार के फ़्यूज़ विकसित किए हैं।
- **प्रदर्शन मूल्यांकन:** प्रदर्शन में स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए फ़्यूज़ का मूल्यांकन उड़ान परीक्षणों के माध्यम से किया जाता है।
- **विभिन्न अनुप्रयोग:** फ़्यूज़ को विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए डिज़ाइन किया गया है, जिसमें आग लगाने वाले और उप-युद्धक हथियार शामिल हैं।
- **लघुकरण:** पीआईबी के अनुसार, एआरडीई ने एडीएम के लिए लघु फ्यूज भी डिजाइन किए हैं।



चित्र: विशिष्ट आर्टिलरी रॉकेट के घटक

ET: Electronic Time
PF: Preformed Fragment
VT: Variable Time/ Proximity
DPICM: Dual Purpose Improved Conventional Munition

GNC: Guidance Navigation and Control
RHE: Reduced/Restricted High Energy
ATM: Anti-tank munition
STM: Soft Target Munition

आर्टिलरी रॉकेट के लिए फ़्यूज़

फ़्यूज़ एक ऐसा उपकरण है जिसमें आवश्यक सुरक्षा और विस्फोटक तत्व होते हैं, जिसे निर्दिष्ट स्थितियों के पूरा होने पर विस्फोटक ट्रेन शुरू करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। फ़्यूज़ विस्फोटक ट्रेन के माध्यम से कार्य करता है जिसमें एक डेटोनेटर/इग्नाइटर होता है जो विस्फोट तरंग उत्पन्न करता है जिसे एक बूस्टर द्वारा आगे बढ़ाया जाता है जो बदले में मुख्य विस्फोटक भरने को विस्फोटित करता है। परंपरागत रूप से, फ़्यूज़ विस्फोटक ट्रेन के एक हिस्से को गलत स्थिति में रखकर सुरक्षा प्रदान करता है और प्रक्षेप्य के प्रक्षेपण के बाद विस्फोटक ट्रेन को संरेखित करता है और फिर निर्दिष्ट स्थितियों (जैसे समय/स्थान) को महसूस होने पर विस्फोटक को विस्फोटित करता है। फ़्यूज़ और गोला-बारूद को सुरक्षित रखने के लिए, 'जी' सेंसर, इलेक्ट्रॉनिक या मैकेनिकल टाइमर, पायरो डिले एलिमेंट आदि जैसे उपयुक्त सुरक्षा इंटरलॉक का उपयोग किया जाता है। उड़ान के दौरान विस्फोटक ट्रेन को उचित समय पर संरेखित किया जाता है। कुछ इनपुट को महसूस करने के बाद विस्फोटक ट्रेन के पहले तत्व की शुरुआत करके फ़्यूज़ को शुरू किया जाता है। एक सामान्य मैकेनिकल फ़्यूज़ में, यह स्ट्राइकर के बल द्वारा किया जाता है। इलेक्ट्रॉनिक फ़्यूज़ में, फायरिंग सर्किट द्वारा उत्पन्न इलेक्ट्रिक पल्स द्वारा आरंभ किया जाता है। आर्टिलरी रॉकेट के लिए वर्तमान में उपयोग किए जाने वाले फ़्यूज़ के प्रकार तालिका में दिखाए गए हैं।

पिनाका रॉकेट में प्रयुक्त फ़्यूज़

फ़्यूज़ का प्रकार	वारहेड	संचालन के तरीके
VT फ़्यूज़ 10 मीटर बर्स्ट की ऊँचाई (HoB)	क. प्री-फॉर्मेड फ्रैगमेंट (PF) ख. प्रतिबंधित उच्च विस्फोटक (RHE)	RF निकटता/बिंदु-विस्फोट
ET फ़्यूज़ (रेंज: 6s-200s) क. टर्बो जनरेटर-आधारित ख. थर्मल बैटरी-आधारित	आग लगाने वाला सब-म्यूनिशन प्रकार (DPICM, ATM और STM)	इलेक्ट्रॉनिक समय

वीटी फ्यूज/ प्रॉक्सिमिटी फ्यूज

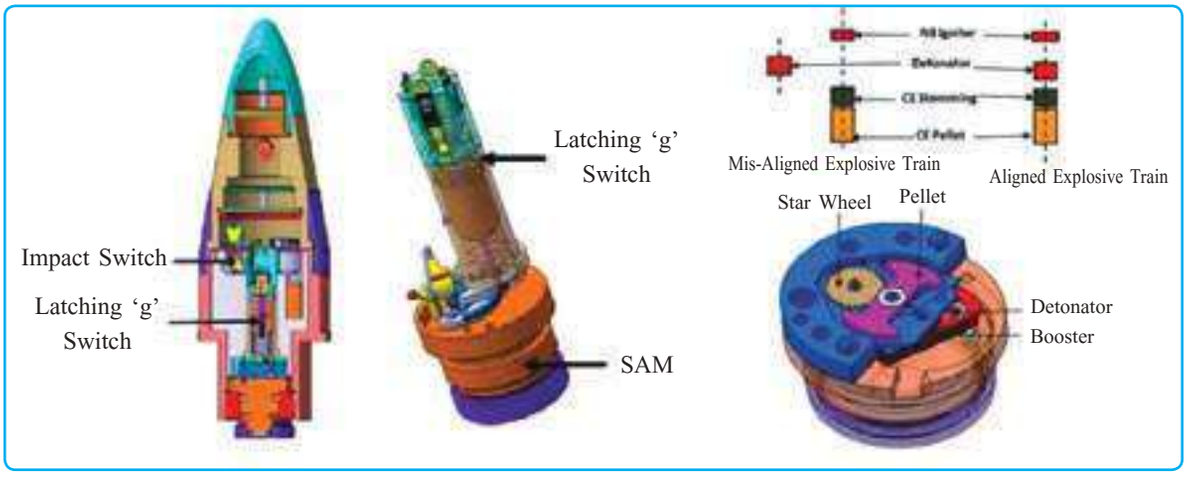
वेरिएबल टाइम (वीटी) या प्रॉक्सिमिटी फ्यूज का इस्तेमाल पीएफ और आरएचई वारहेड्स के लिए किया जाता है, जिन्हें 10 मीटर की नाममात्र ऊंचाई पर काम करने की आवश्यकता होती है।

यह दो अलग-अलग मोड में काम करता है जैसा कि तालिका में दिखाया गया है। इसमें इम्पैक्ट स्विच भी होता है और पॉइंट डेटोनेशन (पीडी) मोड का चयन करने पर यह इम्पैक्ट मोड में काम कर सकता है। लैचिंग 'जी' स्विच और सेफ्टी और आर्मिंग मैकेनिज्म के साथ वीटी फ्यूज का विन्यास चित्र में दिखाया गया है।

इन फ्यूज के लिए डिज़ाइन किए गए सेफ्टी और आर्मिंग मैकेनिज्म (एसएएम) में दो भाग होते हैं। एक लैचिंग 'जी' स्विच और दूसरा गेन है। लैचिंग 'जी' स्विच दो उद्देश्यों को पूरा करता है: पहला उद्देश्य बैटरी को इलेक्ट्रॉनिक सर्किट से जोड़ना है ताकि फायरिंग सर्किट काम करना शुरू कर दे। लैचिंग 'जी' स्विच का दूसरा कार्य गेन के शटर में बाधा को हटाना है ताकि विस्फोटक ट्रेन अपना संरेखण शुरू कर सके। लैचिंग 'जी' तभी काम करता है जब रॉकेट की उड़ान से 12-18 'जी' का निरंतर त्वरण प्राप्त होता है। गेन लॉन्च पॉइंट से रॉकेट की सुरक्षित पृथक्करण दूरी (300 मीटर) के बाद डेटोनेटर को 'सुरक्षित स्थिति' से 'सशस्त्र स्थिति' में संरेखित करता है। यह कार्य स्टार व्हील, गियर, पिनियन और पैलेट मैकेनिज्म द्वारा किया जाता है। शटर के अंदर डेटोनेटर धीरे-धीरे सशस्त्र स्थिति में आता है। शटर की गति पैलेट द्वारा लगातार बाधित होती है और इसलिए डेटोनेटर को संरेखित स्थिति में आने में समय लगता है (लगभग 900 ms-1 s)।

पिनाका वीटी फ्यूज की विशेषताएं–

प्रकार	कार्य करने के द्वितीयक मोड के रूप में प्रभाव के साथ निकटता फ़्यूज़
VT (निकटता) मोड	विस्फोट की ऊंचाई 10 मीटर शेष वेग > 180 मीटर/सेकंड के साथ
प्रभाव मोड	शेष वेग > 160 मीटर/सेकंड के साथ 22 डिग्री और 90 डिग्री के बीच दृष्टिकोण कोण
प्राथमिक सुरक्षा	लॉन्च से 4 सेकंड (न्यूनतम)
द्वितीयक सुरक्षा	निकटता मोड में लॉन्च से 5 सेकंड (न्यूनतम)

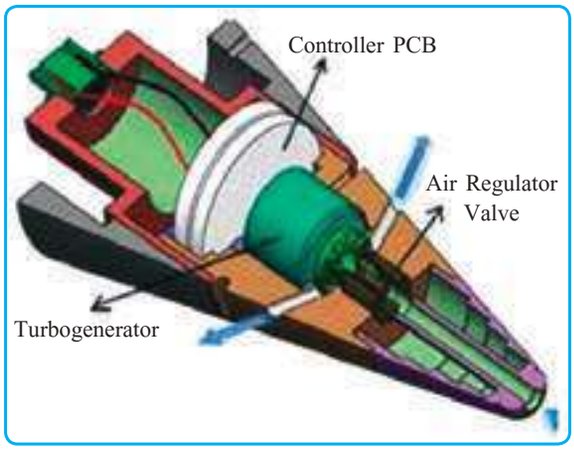


ईटी फ्यूज

इलेक्ट्रॉनिक टाइम (ईटी) फ्यूज की आवश्यकता आग लगाने वाले और उप-डेटोनेटर को शुरू करने के लिए होती है, जो बदले में एफएलएससी को शुरू करता है और स्पिन और स्प्रिंग बल/गैस के दबाव के कारण उप-मुनिशन को बाहर निकाल दिया जाता है। टर्बो जनरेटर के साथ-साथ थर्मल बैटरी द्वारा संचालित ईटी फ्यूज विकसित किए गए हैं। यह उड़ान के दौरान पूर्व-निर्धारित समय पर वारहेड की शुरुआत की सुविधा देता है। पिनाका उप-मुनिशन वारहेड्स (DPICM, ATM और STM) को ईटी फ्यूज से स्क्विब/डेटोनेटर को शुरू करने के लिए कई विद्युत पल्स की आवश्यकता होती है। प्रक्षेप पथ में पूर्व-निर्धारित समय पर, ईटी फ्यूज कार्य करता है और शुरू करता है।

पिनाका ईटी फ्यूज की विशेषताएं–

पैरामीटर	मान
समय प्रोग्रामिंग रेंज	6s-200s
सटीकता	± 50 ms
समयबद्ध आउटपुट की संख्या	चार पल्स
ओवरहेड सुरक्षा	सेट समय के 4s तक कोई आर्मिंग नहीं



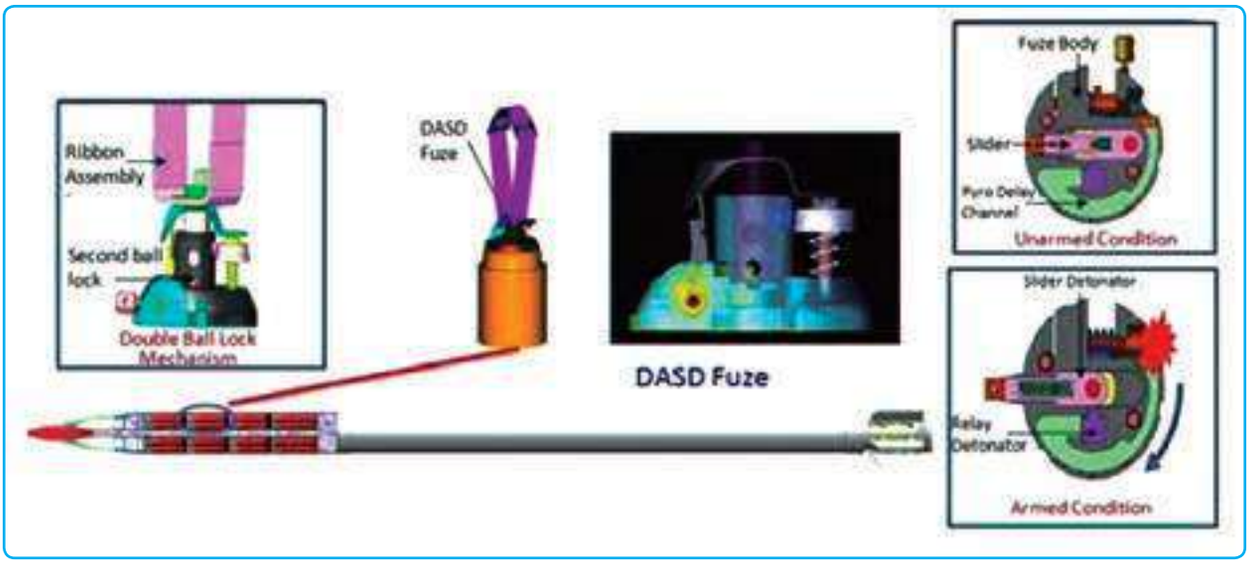
चित्र: टर्बो जनरेटर के साथ ईटी फ्यूज

चित्र: थर्मल बैटरी के साथ ईटी फ्यूज

DASD फ़्यूज़

एआरडीई द्वारा दोहरे उद्देश्य वाली बेहतर पारंपरिक युद्ध सामग्री (DPICM) वारहेड के उप-युद्ध सामग्री के लिए एक लघु डायरेक्ट एक्शन सेल्फ डिस्ट्रक्ट (DASD) फ़्यूज़ विकसित किया गया है। इस युद्ध सामग्री का उपयोग एंटी-पर्सनल और एंटी-टैंक दोनों भूमिकाओं के लिए किया जाता है। DPICM डायरेक्ट एक्शन सेल्फ डिस्ट्रक्ट (DASD) फ़्यूज़ का उपयोग करता है जो लक्ष्य से टकराने पर या SD मोड में 20s±2s की देरी के बाद काम करता है। प्रत्येक बमलेट में एक यांत्रिक DASD फ़्यूज़ लगा होता है। DASD फ़्यूज़ को नीचे की ओर गति के दौरान एयरो-डायनामिक बलों का उपयोग करके इजेक्शन के बाद ही सशस्त्र किया जाता है। DASD तंत्र में शामिल हैं–

- सुरक्षा प्रदान करने और फ़्यूज़ को सकारात्मक रूप से सशस्त्र करने के लिए डबल बॉल लॉक
- स्लाइडर को संरेखित स्थिति में रखने के लिए स्लाइडर लॉक तंत्र
- युद्ध के मैदान को साफ़ करने के लिए 20s±2s के लिए सेल्फ-डिस्ट्रक्ट तंत्र



फ़्यूज़ सुरक्षा के लिए कैसे महत्वपूर्ण हैं–

- **अतिभारण से सुरक्षा:** जब किसी विद्युत परिपथ में सामान्य से अधिक करंट प्रवाहित होता है, तो फ़्यूज़ का तार पिघल जाता है, जिससे परिपथ टूट जाता है और उपकरण को नुकसान होने से रोका जाता है।
- **शॉर्ट सर्किट से सुरक्षा:** जब विद्युत परिपथ में शॉर्ट सर्किट होता है, तो फ़्यूज़ बहुत तेज़ी से पिघल जाता है और परिपथ को तोड़ देता है, जिससे आग लगने या उपकरणों का नुकसान होने से बचाया जा सकता है।
- **आग से सुरक्षा:** फ़्यूज़ अतिभारण या शॉर्ट सर्किट के कारण होने वाली आग के खतरे को कम करते हैं, क्योंकि वे परिपथ को तुरंत तोड़कर करंट के प्रवाह को रोक देते हैं।
- **उपकरणों की सुरक्षा:** फ़्यूज़ उपकरणों को अतिभारण या शॉर्ट सर्किट के कारण होने वाले नुकसान से बचाते हैं, क्योंकि वे परिपथ को तोड़कर करंट के प्रवाह को रोक देते हैं।
- **विद्युत परिपथों की सुरक्षा:** फ़्यूज़ विद्युत परिपथों को अतिभारण और शॉर्ट सर्किट के कारण होने वाले नुकसान से बचाते हैं, जिससे वे सुरक्षित और विश्वसनीय रहते हैं।

निष्कर्ष

संक्षेप में, फ्यूज़ किसी भी मिसाइल का एक महत्वपूर्ण घटक है, जो इसकी प्रभावशीलता, सुरक्षा और बहुमुखी प्रतिभा सुनिश्चित करता है। फ़्यूज़ अतिभारण और शॉर्ट सर्किट से सुरक्षा प्रदान करके विद्युत परिपथों को सुरक्षित रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं। वे उपकरणों को नुकसान से बचाते हैं, आग के खतरे को कम करते हैं और विद्युत परिपथों को सुरक्षित और विश्वसनीय रखते हैं।

हर वारहेड में फ़्यूज़ होना ज़रूरी है। फ़्यूज़ वे उपकरण हैं जो वारहेड को विस्फोट करने के लिए सही क्षण को पहचानते हैं। फ़्यूज़ के कई प्रकार हैं जो अलग-अलग सिद्धांतों पर काम करते हैं और विभिन्न प्रकार की मिसाइलों, वारहेड और संचालन के वातावरण के लिए उपयुक्त होते हैं।

फ़्यूज़ विद्युत परिपथों को सुरक्षित रखने के लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं। ये उपकरण ओवरलोडिंग और शॉर्ट सर्किट से सुरक्षा प्रदान करते हैं, जिससे आग लगने या उपकरणों को नुकसान पहुंचने से बचाया जा सकता है।

❖

उपधारा (3) में 14 ऐसे दस्तावेजों का उल्लेख किया गया है जिन्हें हिंदी और अंग्रेजी भाषा दोनों में ही जारी किया जाना अपेक्षित है। ये दस्तावेज़ हैं–

1. संकल्प (Resolution)
2. साधारण आदेश (General Orders)
3. नियम (Rules)
4. अधिसूचनाएं (Administrative or other Reports)
5. प्रशासनिक या अन्य प्रतिवेदन (Administrative or other Reports)
6. प्रेस विज्ञप्तियाँ (Press Communiques)
7. संसद के किसी सदन या सदनों के समक्ष रखे गए प्रशासनिक तथा अन्य प्रतिवेदन (Administrative and other reports laid before a House or both the Houses of Parliament)
8. संसद के किसी सदन या सदनों के समक्ष रखे गए राजकीय कागज-पत्र (Official papers laid before a House or both the Houses of Parliament)
9. संविदाएं (Contracts)
10. करार (Agreements)
11. अनुज्ञप्तियाँ (Licences)
12. अनुज्ञापत्र (Permits)
13. सूचनाएं (Notices) और
14. निविदा-प्रारूप (Forms of Tenders)

मिसाइल के लिए उपयोगी एक्स-बैंड सूक्ष्मतंरग-शक्ति प्रतिरूपक

के. मिर्जिथ[1], तापस रंजन स्वैन[1], तालुर चाणक्य[1], पी. राजा रमण राव[1], यू.वी. चंद्रमौली[1], रेजाउल करीम[2], एस. सेंथिल कुमार[2], पी. सिद्धार्थन[1], और एस.के. दत्ता[1]

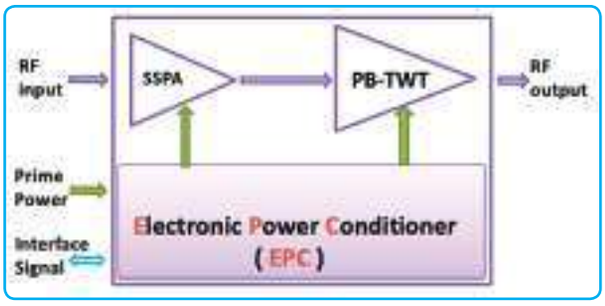
[1]सूक्ष्मतरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केंद्र (एमटीआरडीसी), बेंगलुरू

[2]माइक्रोवेव ट्यूब्स डिवीजन, भारत इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड (बीईएल), बेंगलुरू

mirjith.mtrdc@gov.in

1. परिचय

कॉम्पैक्ट सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक (एमपीएम) हवाई रेडार और मिसाइल के महत्वपूर्ण उप-प्रणालियों में से एक है जो प्राप्त मुख्य शक्ति का बड़ा हिस्सा खपत करता है, महत्वपूर्ण आयतन और वजन का निर्वहन करता है। बढ़ी हुई कार्यक्षमता और प्रदर्शन के साथ आकार, वजन और शक्ति (एसडब्ल्यूएपी) में चुनौतीपूर्ण आवश्यकताएं ट्रांसमीटर तकनीक को समग्र प्रणाली इंजीनियरिंग के लिए बहुत महत्वपूर्ण बनाती हैं। यह लेख उच्च एसडब्ल्यूएपी सूचकांक और विश्वसनीयता प्राप्त करने के लिए सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक द्वारा पूरी की गई इन चुनौतीपूर्ण आवश्यकताओं को पूरा करने में किए गए विकास प्रयासों को प्रदर्शित करता है। सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का उच्च-स्तरीय विन्यास चित्र 1 में दिखाया गया है। शीतलन के बिना इच्छित क्षणिक संचालन के लिए उष्मीय प्रबंधन हेतु सतह क्षेत्र को अधिकतम करने के लिए ट्रांसमीटर को दो हिस्सों में पैक किया जाता है। आर एफ खण्ड कहे जाने वाले निचले आधे हिस्से में चल तरंग नलिका, ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक और आर एफ घटक होते हैं जिनका उपयोग सुरक्षा और शक्ति निगरानी उद्देश्यों के लिए किया जाता है। ऊपरी आधे हिस्से में इलेक्ट्रानिक शक्ति कंडीशनर होता है, जो सुरक्षा उद्देश्यों के लिए आर एफ खण्ड और लॉजिक सर्किट के संचालन के लिए आवश्यक वोल्टेज उत्पन्न करता है।



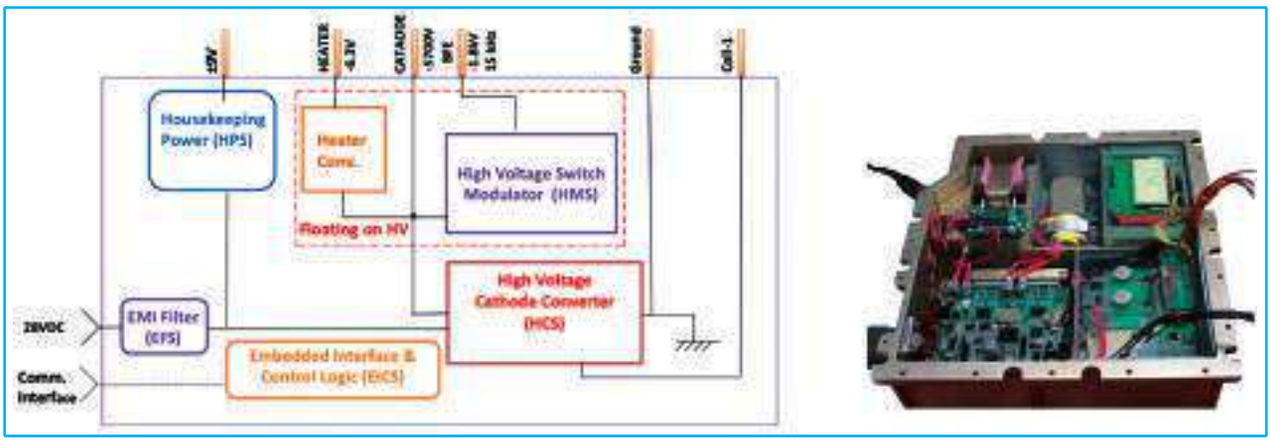
चित्र 1: एम.पी.एम. का ब्लॉक आरेख

2. इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर

इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर (ईपीसी) में कई उच्च घनत्व वाले कस्टम विकसित उच्च वोल्टेज और कम वोल्टेज डीसी-डीसी कन्वर्टर्स शामिल हैं जो एक रिमोट कंट्रोल इंटरफ़ेस के अलावा बिल्ट-इन सीक्वेंसिंग, फॉल्ट मॉनिटरिंग और सुरक्षा तंत्र के साथ एक चल-तरंग-नलिका के विभिन्न इलेक्ट्रोड को शक्ति देने के लिए कॉन्फ़िगर किए गए हैं [3-4]। यह पाँच प्रमुख अनुभागों से बना है–

- ईएमआई फ़िल्टर अनुभाग
- हाउसकीपिंग शक्ति अनुभाग
- हीटर और बीएफई मॉड्यूलेटर अनुभाग
- उच्च वोल्टेज कैथोड परिवर्तक अनुभाग
- एम्बेडेड इंटरफ़ेस और नियंत्रण तर्क

ई.पी.सी. का शीर्ष स्तरीय ब्लॉक योजनाबद्ध और संयोजन चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र 2: इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर का ब्लॉक आरेख और ईपीसी प्रतिरुपक असेंबली

2.1. ईएमआई फ़िल्टर अनुभाग

ईएमआई फ़िल्टर अनुभाग इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर के प्राइम शक्ति बस पर आने वाले वोल्टेज ट्रांजिएंट और ईएमआई को कम करता है। यह इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर में उच्च आवृत्ति स्विचिंग कन्वर्टर्स और फ़ास्ट मॉड्यूलेटर द्वारा उत्पन्न विद्युत-चुम्बकीय इंटरफेरेंस को प्राइम शक्ति बस के साथ वापस प्रसारित होने से रोकता है, जिससे अन्य उप-प्रणाली में हस्तक्षेप होता है। ईएमआई फ़िल्टर दो डिफरेंशियल-मोड और एक कॉमन-मोड फ़िल्टर के अलावा दो फ़ीड थ्रू पाई-फ़िल्टर से बना होता है। अनुभाग की कट-ऑफ़ आवृत्ति का फ़ैसला पूर्ण प्रतिरोधक लोड स्थिति के तहत कैथोड-कलेक्टर शक्ति परिवर्तक पर किए गए रिपल आवृत्ति माप के आधार पर किया जाता है। फ़िल्टर चरणों के बीच सर्वश्रेष्ठ अलगाव सुनिश्चित करने के लिए डिफरेंशियल और कॉमन मोड फ़िल्टर चरणों को विभाजित किया गया है। इंटरकनेक्शन अनुभाग के बीच अलग करने वाली दीवारों पर बने स्लॉट के माध्यम से किए जाते हैं।

2.2. हाउसकीपिंग शक्ति अनुभाग

हाउसकीपिंग शक्ति अनुभाग संपूर्ण आंतरिक कम वोल्टेज शक्ति आपूर्ति आवश्यकताओं और ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक शक्ति की आवश्यकता को पूरा करता है। इसे निगरानी और सुरक्षा के लिए अतिरिक्त सेंसर सर्किट के साथ ऑफ-द-शेल्फ डीसी-डीसी प्रतिरुपक के आधार पर विकसित किया गया है। प्रत्येक शक्ति परिवर्तक को शक्ति पिन और सुरक्षा फ़्यूज़ के करीब कम ईएसआर संधारक का उपयोग करके अलग किया जाता है। इन प्रतिरुपक से उत्सर्जन को कम करने के लिए प्रत्येक प्रतिरुपक में अलग-अलग स्थानीय शक्ति फ़िल्टर शामिल किए गए हैं।

2.3. हीटर और बीएफई मॉड्यूलेटर अनुभाग

यह प्रतिरुपक हीटर और बायस इलेक्ट्रोड के लिए आवश्यक शक्ति प्रदान करता है। यह 1.8 किलोवोल्ट बायस वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए वोल्टेज गुणक नेटवर्क के साथ हाफ ब्रिज टोपोलॉजी पर आधारित है। हीटर शक्ति आपूर्ति की न्वाय्ज संवेदनशीलता को ध्यान में रखते हुए, इसे कोल्ड स्टार्ट पर चल-तरंग-नलिका की सुरक्षा के लिए करंट फोल्ड बैक मैकेनिज्म के साथ रैखिक नियामक का उपयोग करके पोस्ट रेगुलेट किया जाता है। इस खंड में एक एकीकृत अर्धचालक उच्च वोल्टेज स्विच है जो 20% अधिकतम ड्यूटी पर 20 किलोहर्ट्ज़ पर 1.8 किलोवोल्ट से 0 वोल्ट तक बायस इलेक्ट्रोड को मॉड्यूलेट करता है। इसमें दो उच्च वोल्टेज मासफेट होते हैं जो टोटेम-पोल में कॉन्फ़िगर किए गए होते हैं, जिसमें बीम-फोकसिंग इलेक्ट्रोड नियंत्रण के लिए मध्य बिंदु होता है। उच्च वोल्टेज स्विच के बीच में उपयुक्त देरी के साथ चालू होने से पहले बंद होने को सुनिश्चित करने के लिए सीपीएलडी के अंदर जुड़े एक उन्नत डिजिटल एल्गोरिदम द्वारा दो पूरक संकेत उत्पन्न किए जाते हैं। इन दो पूरक संकेतों को 10 किलोवोल्ट का वांछित आइसोलेशन प्रदान करने के लिए पल्स ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करके मासफेट ड्राइवर तक पहुँचाया जाता है।

2.4. उच्च वोल्टेज कैथोड परिवर्तक अनुभाग

यह अनुभाग चल-तरंग-नलिका के कैथोड/कलेक्टर इलेक्ट्रोड के लिए उच्च वोल्टेज शक्ति की आवश्यकता को पूरा करता है। हालाँकि सभी इलेक्ट्रोड वोल्टेज रिपल प्रदर्शन ट्रांसमीटर के न्वाय्ज में योगदान देते हैं, कैथोड इलेक्ट्रोड के कारण न्वाय्ज में योगदान सबसे अधिक माना जाता है। इसलिए यह सबसे महत्वपूर्ण अनुभाग है जो ट्रांसमीटर की प्रदर्शन गुणवत्ता निर्धारित करता है। इस कड़े विनिर्देश को प्राप्त करने के लिए, एक पूर्ण ब्रिज फेज़-मॉड्यूलेटेड सीरीज़ रेज़ोनेंट परिवर्तक (पीएम-एसआरसी) टोपोलॉजी का चयन किया जाता है। निर्गत में विनियमन प्राप्त करने के लिए पीएम-एसआरसी ड्यूटी अनुपात नियंत्रण के साथ एक स्थिर स्विचिंग आवृत्ति पर संचालित होता है। पीएम-एसआरसी की निश्चित स्विचिंग आवृत्ति शास्त्रीय एसआरसी के परिवर्तनीय स्विचिंग आवृत्ति संचालन पर एक लाभ है। इन्वर्टर के अग्रणी पैर पर स्विच का चालन लैगिंग पैर पर स्विच के चालन के संबंध में चरण स्थानांतरित होता है ट्रांसफार्मर का परजीवी प्रेरकत्व, जो शक्ति प्रवाह को सीमित करता है, अनुनाद प्रेरकत्व (L_r) का भाग बन जाता है। परजीवी प्रेरकत्व द्वारा शक्ति प्रवाह को प्रदान की जाने वाली प्रभावी प्रतिबाधा अनुनाद संधारित्र (C_r) को शामिल करके, और परिवर्तक को अनुनाद आवृत्ति (द्वारा दी गई $1/(L_r C_r)$) के पास संचालित करके कम की जाती है। ट्रांसफार्मर परजीवी धारिता के नकारात्मक प्रभाव को अनुनाद प्रेरक द्वारा इन्वर्टर से छुपाया जाता है। शून्य वोल्टेज स्विचिंग प्राप्त करने के लिए टैंक धारा को लैगिंग मोड में संचालित करने के लिए टैंक की अनुनाद आवृत्ति को स्विचिंग आवृत्ति से नीचे चुना जाता है। यह टोपोलॉजी परिवर्तक की दक्षता को भी बढ़ाती है। परिवर्तक शक्ति घनत्व बढ़ाने के लिए, शक्ति परिवर्तक ब्रिज को 200 किलोहर्ट्ज़ पर स्विच किया जाता है

2.5. एम्बेडेड इंटरफ़ेस और नियंत्रण अनुभाग

एम्बेडेड इंटरफ़ेस और नियंत्रण अनुभाग ट्रांसमीटर के सभी उप-खंडों के नियंत्रण, शक्ति अनुक्रमण, निगरानी और सुरक्षा के लिए जिम्मेदार है। यह माइक्रोकंट्रोलर और सीपीएलडी पर आधारित एक वास्तविक समय एम्बेडेड नियंत्रण प्रतिरुपक है। एक विस्तृत विश्लेषण किया जाता है और इस अनुभाग के लिए विभिन्न कार्य विकसित किए जाते हैं। कम प्रतिक्रिया और लचीले कार्यों को सॉफ़्टवेयर में लागू किया जाता है और उच्च प्राथमिकता और कम विलंबता वाले कार्यों को हार्डवेयर में लागू किया जाता है। यह प्रणाली में इंटेलिजेंस को एम्बेड करता है जिससे प्रणाली का प्रदर्शन और विश्वसनीयता बेहतर होती है।

3. चल-तरंग-नलिका

इस सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक में स्वदेशी रूप से अभिकल्पित और विकसित मिनी-हेलिक्स-चल-तरंग-नलिका का उपयोग शक्ति बूस्टर प्रवर्धक के रूप में किया जाता है जो ऑपरेटिंग आवृत्ति में 250 वाट की न्यूनतम आरएफ निर्गत शक्ति प्रदान करता है। चल-तरंग-नलिका में पांच उप-सन्योजक शामिल हैं, अर्थात् इलेक्ट्रॉन गन - जो उच्च वेग वाले इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन करता है, एसडब्ल्यूएस - इलेक्ट्रॉन वेग के साथ आरएफ के चरण वेग को कम करता है और आरएफ और इलेक्ट्रॉनों के बीच एक निरंतर संपर्क होता है जिससे आरएफ प्रवर्धन होता है, फोकसिंग संरचना - एसडब्ल्यूएस के साथ इलेक्ट्रॉन बीम को फोकस करता है, डिप्रेस्ड संग्राहक - समग्र दक्षता बढ़ाने के लिए आंशिक रूप से इलेक्ट्रॉन ऊर्जा को पुनर्प्राप्त करता है और आरएफ युगमक - प्रवेश में फ़ीड करने और आरएफ संकेत निकालने के लिए सहायक होता है [5-6]।

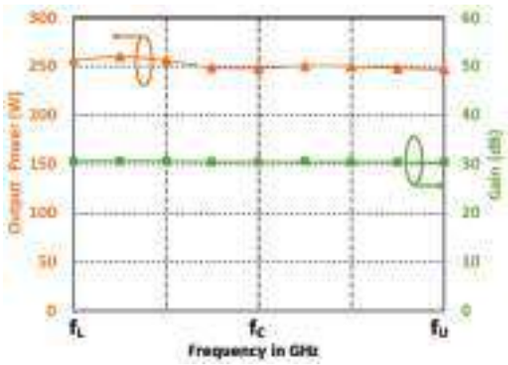
यह चल-तरंग-नलिका पियर्स-प्रकार के इलेक्ट्रॉन गन का उपयोग करता है जो लगभग 5600-5700 वोल्ट के कैथोड वोल्टेज पर संचालित होता है और एम-प्रकार के कैथोड से इलेक्ट्रॉन किरण उत्सर्जित करता है जो लगभग 4 एम्पीयर/वर्ग सेंटीमीटर के वर्तमान धारा घनत्व पर संचालित होता है। उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन किरण को धीमा-तरंग-घटक में प्रवेश करने से पहले व्यास को कम करने और इलेक्ट्रॉन किरण के वर्तमान धारा घनत्व को लगभग 15 एम्पीयर/वर्ग सेंटीमीटर तक बढ़ाने के लिए बीम फोकसिंग इलेक्ट्रोड का उपयोग करके केंद्रित किया जाता है । बीम-फोकसिंग इलेक्ट्रोड का उपयोग इलेक्ट्रॉन बीम को मॉड्यूलेट करने के लिए भी किया जाता है जो चल-तरंग-नलिका के आरएफ निर्गत को स्पंदित करने के लिए आवश्यक है। यह चल-तरंग-नलिका आवर्तीत स्थायी चुंबक पर आधारित फोकसिंग संरचना का

उपयोग करता है यह चल-तरंग-नलिका एक नकारात्मक विवर्तन वाले धीमा-तरंग-घटक का उपयोग करता है जिसमें अनिसोट्रोपिक पायरोलिटिक बोरॉन नाइट्राइड (एपीबीएन) डाइइलेक्ट्रिक रॉड द्वारा समर्थित हेलिक्स शामिल होता है जो इसके चारों ओर धातु के वेन के साथ एम्बेडेड होते हैं। हेलिक्स के लिए विद्युत इन्सुलेशन और उष्मीय क्षय पथ प्रदान करने के लिए इन तीन डाइइलेक्ट्रिक रॉड को हेलिक्स के चारों ओर 120 अंश के दिगंश पर रखा गया है। धातु के वेन का उपयोग चरण वेग और अंतःक्रिया प्रतिबाधा के विवर्तन को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है, और बंडल असेंबली की स्टफिंग के दौरान डाइइलेक्ट्रिक रॉड को एक संरचनात्मक समर्थन भी प्रदान करता है। धीमा-तरंग-घटक का विस्तृत अभिकल्पन [7] में प्रस्तुत किया गया है। धीमा-तरंग-घटक की लंबाई लगभग 93 मिलीमीटर है जिसमें 20% की इलेक्ट्रॉन दक्षता है प्रतिक्रियाशील प्रतिबाधा मिलान तकनीकों का उपयोग करके, धीमा-तरंग-घटक की अभिलक्षणिक प्रतिबाधा, जो लगभग 100-110 ओम है, को क्रमशः प्रवेश और निर्गत कनेक्टर पर मानक एस एम ए (एफ) और टी एन सी (एफ) से मिलान किया जाता है, ताकि 1.8:1 से कम वी एस डब्ल्यू आर प्राप्त किया जा सके। बेसप्लेट, जो अलुमिनियम 6061 से बना है, इस तरह से अभिकल्पित किया गया है कि चल-तरंग-नलिका बिना किसी कूलिंग के 5 मिनट तक उष्मीय अपव्यय को संभाल सकता है। कलेक्टर टॉप कवर तांबे से बना है जिसमें अधिक ताप क्षमता होती है।

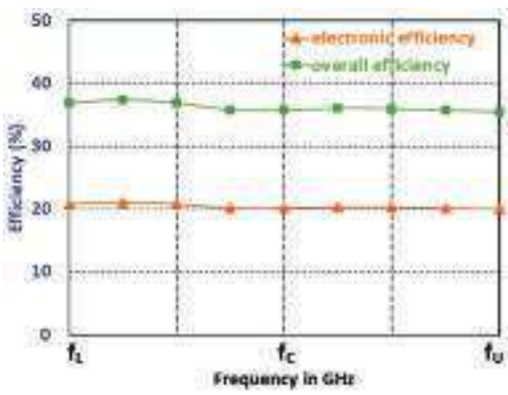
चल-तरंग-नलिका की पैकेजिंग एयरबोर्न प्रणाली पर संचालन के दौरान उष्मीय और यांत्रिक तनावों का सामना करने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। चल-तरंग-नलिका का उच्च वोल्टेज वाला हिस्सा आरटीवी आधारित सिलिकॉन पॉटिंग कम्पाउंड से ढका हुआ है जो विद्युत इन्सुलेशन और संरचनात्मक सहायता प्रदान करता है। बेहतर उष्मीय पथ और संरचनात्मक कठोरता प्रदान करने के लिए धीमा-तरंग-घटक क्षेत्र को एल्युमिनियम फ़िलेट्स और कम चिपचिपे एपॉक्सी राल के मिश्रण से ढका हुआ है। सतह के ऑक्सीकरण को रोकने के लिए कलेक्टर टॉप कवर को इलेक्ट्रो-लेस निकील से प्लेट किया जाता है।

प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका को मैसर्स भारत इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड, बेंगलुरू में स्वदेशी रूप से विकसित किया गया है, जो 250 वाट की न्यूनतम पीक आर एफ शक्ति प्रदान करता है, जिसमें ऑपरेटिंग आवृत्ति बैंड में न्यूनतम 35% की समग्र दक्षता होती है। 5600 वोल्ट के कैथोड वोल्टेज पर संचालित एक विकसित प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका को चित्र 3 [7] में दिखाया गया है। एक प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका की मापी गई शक्ति और प्रवर्धन के ग्राफ़ चित्र 4 में दिखाए गए हैं। एक प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका की मापी गई इलेक्ट्रॉनिक और समग्र दक्षता चित्र 5 में दिखाई गई है। विकसित चल-तरंग-नलिका का वजन लगभग 700 ग्राम है।

चित्र 3: विकसित प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका



चित्र 4: प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका का प्रदर्शन



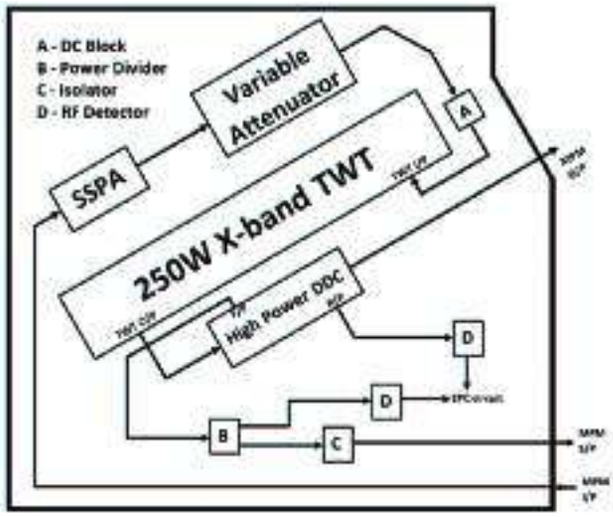
चित्र 5: प्रोटोटाइप चल-तरंग-नलिका की इलेक्ट्रॉनिक और समग्र दक्षता

4. सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का आरएफ अनुभाग

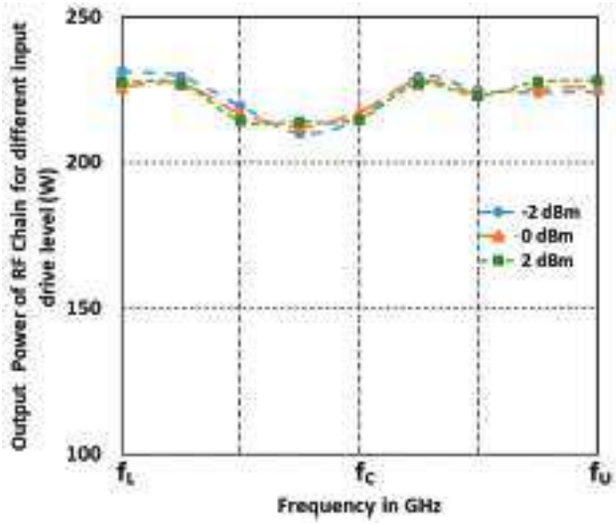
सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक की आरएफ आवश्यकताएं प्रवेश ड्राइव भिन्नता 0±2 डीबीएम पर 175 वाट की निरंतर निर्गत शक्ति, सब-प्रणाली के साथ एकीकरण के दौरान निर्गत शक्ति की निगरानी के लिए एक सैंपल निर्गत सिग्नल, इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर द्वारा आंतरिक रूप से चल-तरंग-नलिका के स्वास्थ्य की निगरानी के लिए एक और सैंपल निर्गत सिग्नल, सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के निर्गत पर लोड-मिसमैच के खिलाफ वीएसडब्ल्यूआर सुरक्षा सर्किट हैं। इन आवश्यकताओं के अलावा, हमें विभिन्न चल-तरंग-नलिका में लाभ भिन्नता पर विचार करना होगा।

आरएफ श्रृंखला को उपरोक्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए अभिकल्पित किया गया है। आरएफ श्रृंखला का एक सामान्य ब्लॉक आरेख चित्र 6 में दिखाया गया है। सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का आरएफ प्रवेश एक अर्ध कठोर केबल संयोजन का उपयोग करके ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक को दिया जाता है जिसमें लगभग 0.5 डीबी का नुकसान होता है। ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक को इस तरह से अभिकल्पित किया गया है कि यह -2.5 डीबीएम से +1.5 डीबीएम की प्रवेश शक्ति के लिए एक संतृप्त निर्गत शक्ति प्रदान करता है । ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक की निरंतर निर्गत शक्ति एक परिवर्तनीय एटेन्यूएटर और डीसी ब्लॉक के माध्यम से चल-तरंग-नलिका को दी जाती है। परिवर्तनीय एटेन्यूएटर का उपयोग चल-तरंग-नलिका को चलाने के लिए आवश्यक आरएफ सिग्नल की शक्ति को समायोजित करने के लिए किया जाता है। डीसी ब्लॉक का उपयोग ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक को डीसी धाराओं से बचाने के लिए किया जाता है जो चल-तरंग-नलिका से आरएफ केंद्र कंडक्टर के माध्यम से प्रवाहित हो सकती हैं डीडीसी के फॉरवर्ड सैंपल सिग्नल (एफ/पी) को 3 डीबी शक्ति विभाजक में फीड किया जाता है, जहां शक्ति विभाजक का एक निर्गत पोर्ट जीरो बायस शॉटकी डिटेक्टर से जुड़ा होता है, जिसे आंतरिक रूप से चल-तरंग-नलिका स्वास्थ्य की निगरानी के लिए इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर में फीड किया जाता है। शक्ति विभाजक का दूसरा निर्गत पोर्ट एक आइसोलेटर के माध्यम से सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक सैंपल पोर्ट से जुड़ा होता है। सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के सैंपल पोर्ट पर लोड-मिसमैच के कारण शक्ति विभाजक के असंतुलन से बचने के लिए आइसोलेटर का उपयोग किया जाता है। डीडीसी के रिवर्स सैंपल सिग्नल (आर/पी) को जीरो बायस शॉटकी डिटेक्टर में फीड किया जाता है, जिसे वीएसडब्ल्यूआर सुरक्षा के लिए इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर लॉजिक सर्किट में फीड किया जाता है। लोड वीएसडब्ल्यूआर के सहनीय सीमा को पार करने या निर्गत शक्ति के न्यूनतम शक्ति से नीचे गिरने की स्थिति में, नियंत्रण लॉजिक द्वारा चल-तरंग-नलिका के उच्च वोल्टेज को बंद कर दिया जाएगा। यह सुरक्षा सर्किट सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के निर्गत पर लोड-मिसमैच और आंतरिक रूप से उच्च वोल्टेज विफलताओं के कारण होने वाली किसी भी अपरिवर्तनीय क्षति से चल-तरंग-नलिका को बचाता है। डीडीसी का निर्गत उच्च-शक्ति फ्लेक्सिबल केबल का उपयोग करके सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक चेसिस से जुड़ा हुआ है। उच्च-शक्ति आरएफ पथ को सम्मिलन हानि को कम करने के लिए न्यूनतम अंतर्संबंधों के साथ अभिकल्पित किया गया है।

सभी सक्रिय और निष्क्रिय घटकों के विनिर्देशों को आरएफ अनुभाग के त्वरित कार्यान्वयन के लिए चल-तरंग-नलिका को छोड़कर सीओटीएस घटकों के साथ मिलान करने के लिए तैयार किया गया है। सभी कम आरएफ शक्ति इंटरकनेक्शन अर्ध-कठोर केबल संयोजन का उपयोग करके बनाए गए हैं। एक प्रोटोटाइप आरएफ अनुभाग को सार्वभौमिक चल-तरंग-नलिका शक्ति आपूर्ति के साथ एकीकृत और परीक्षण किया गया है, जिसने 210 वाट की न्यूनतम शक्ति प्रदान की। आरएफ अनुभाग एयरबोर्न प्रणाली विनिर्देशों के लिए पूरी तरह से योग्य है। परिवेश की स्थितियों में प्रवेश ड्राइव शक्ति के समक्ष एक विशिष्ट प्रोटोटाइप आरएफ अनुभाग प्रदर्शन चित्र 7 में दिखाया गया है। चार और आरएफ अनुभाग विकसित किए गए हैं और इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर के साथ एकीकृत किए गए हैं।



चित्र 6: आरएफ अनुभाग ब्लॉक आरेख



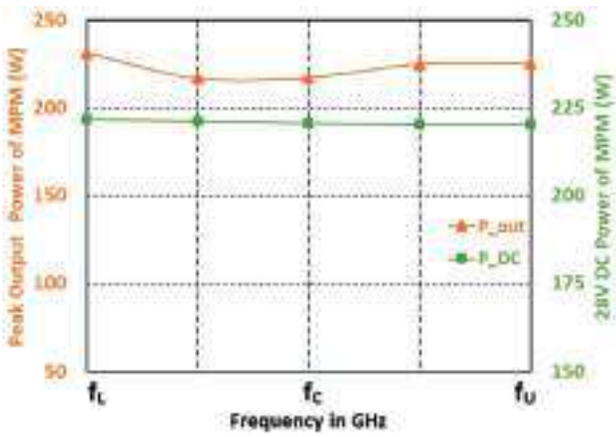
चित्र 7: प्रोटोटाइप आरएफ अनुभाग का प्रदर्शन

5. परिणाम और चर्चा

एक प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक को स्वदेशी रूप से विकसित इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर और आरएफ अनुभाग के साथ एकीकृत किया गया है (चित्र 8) । सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक को 24 वोल्ट, 28 वोल्ट, 32 वोल्ट जैसे विभिन्न डीसी बस वोल्टेज के लिए परीक्षण किया गया है, जिसने पूरे ऑपरेटिंग आवृत्ति प्रसार में 210 वाट की न्यूनतम शीर्ष शक्ति प्रदान की। एक प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के लिए 20% की ड्यूटी पर शीर्ष निर्गत शक्ति और 28 वोल्ट डीसी बस शक्ति की खपत चित्र 9 में दिखाई गई है। स्पंदित आरएफ निर्गत का मापा गया उत्थान का समय और पतन का समय 45 नैनो सेकेण्ड से कम पाया गया है (चित्र 10) । आरएफ निर्गत के मापे गए स्पुरियस और द्वितीय हार्मोनिक्स क्रमशः -55 डीबीसी और -18 डीबीसी से बेहतर हैं (चित्र 11 और चित्र 12) । सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का वजन लगभग 6.3 किलोग्राम है।

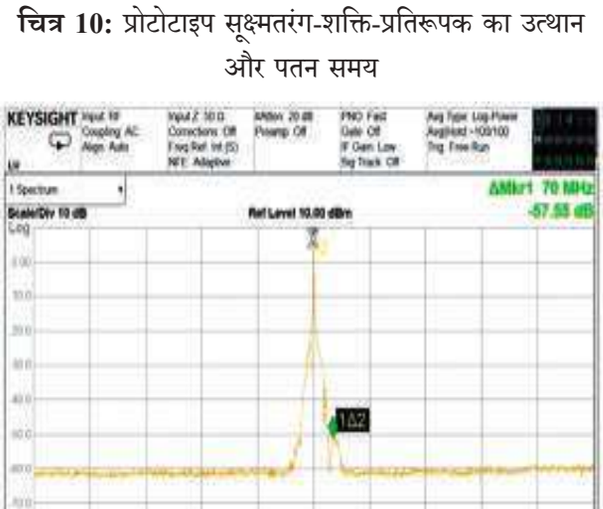
सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक ने सभी पर्यावरणीय योग्यता परीक्षण जैसे ईएमआई/ईएमसी, उष्मीय साइकलिंग, कम तापमान परीक्षण, उच्च तापमान परीक्षण, यादृच्छिक कंपन, साइनसोइडल कंपन, शॉक, ध्वनिक, परिवहन परीक्षण, दीर्घकालिक जलवायु परीक्षण, एयरबोर्न प्रणाली विनिर्देश के अनुसार सफलतापूर्वक पास किया है। सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक ने सभी ऑपरेटिंग पर्यावरणीय परिस्थितियों में 200 वाट की न्यूनतम शक्ति प्रदान की। विभिन्न पर्यावरणीय तापमान स्थितियों के तहत, केंद्र आवृत्ति पर 20% ड्यूटी पर आरएफ निर्गत शक्ति और 28 वोल्ट डीसी शक्ति की खपत तालिका 1 में सूचीबद्ध है। उत्पादन भागीदार मेसर्स बीईएल के साथ तीन और सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक विकसित किए गए हैं और ईएसएस स्तर की योग्यता परीक्षा पूरी की है और सफलतापूर्वक पास हुए हैं।

चित्र 8: विकसित प्रोटोटाइप एम.पी.एम.

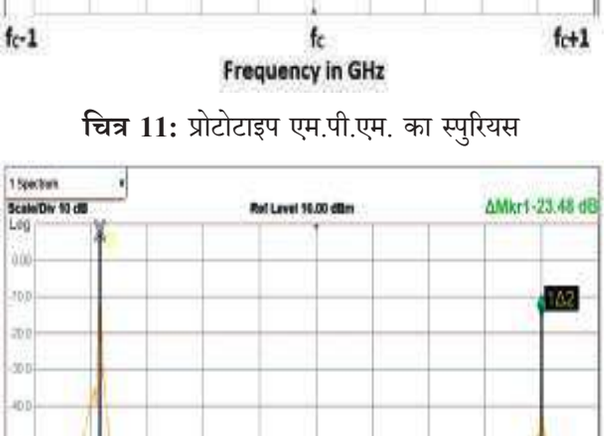


चित्र 9: प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का निर्गत शक्ति प्रदर्शन

चित्र 10: प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का उत्थान और पतन समय



चित्र 11: प्रोटोटाइप एम.पी.एम. का स्पुरियस



चित्र 12: प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के हार्मोनिक्स

तालिका 1: विभिन्न तापमानों के तहत प्रोटोटाइप सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का प्रदर्शन

केंद्र आवृत्ति पर प्रदर्शन परिणाम			
परीक्षण की स्थितियाँ	**पीक आरएफ निर्गत शक्ति**	**20% ड्यूटी पर औसत आरएफ निर्गत शक्ति**	**20% ड्यूटी पर 28 वोल्ट डीसी शक्ति की खपत**
परिवेश कक्ष	217 वाट	43.4 वाट	221 वाट
बर्न-इन (50°C)	212 वाट	42.4 वाट	220 वाट
उष्मीय साइक्लिंग (–20°C)	222 वाट	44.4 वाट	229 वाट
उष्मीय साइक्लिंग (65°C)	210 वाट	42.0 वाट	220 वाट

6. निष्कर्ष

स्वदेशी रूप से अभिकल्पित और विकसित एक्स-बैंड चल-तरंग-नलिका को आरएफ अनुभाग के अन्य आरएफ घटकों के साथ एकीकृत किया गया है और यह हवाई प्लेटफॉर्म के लिए योग्य है। विकसित आरएफ अनुभाग को स्वदेशी रूप से निर्मित इलेक्ट्रॉनिक शक्ति कंडीशनर के साथ सफलतापूर्वक एकीकृत किया गया है ताकि एक उत्पादन साझेदार के माध्यम से सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का विकास हो सके और हवाई प्लेटफॉर्म के लिए आवश्यक कड़े कार्यात्मक और पर्यावरणीय विनिर्देशों को योग्य बनाया जा सके। 200 वाट की न्यूनतम शीर्ष शक्ति प्राप्त किया गया। –18 डीबीसी से बेहतर हार्मोनिक्स, –55 डीबीसी से बेहतर स्पुरियस, सभी परिचालन पर्यावरणीय परिस्थितियों और डीसी बस वोल्टेज के तहत ऑपरेटिंग फ्रीक्वेंसी बैंड में 2 डीबी से कम का एडिटिव फेज न्वाय्ज और सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के लिए सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक आर्किटेक्चर चुनने के अभिकल्पन उद्देश्यों को स्थापित किया है। सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का वजन लगभग 6.3 किलोग्राम था और 20% ड्यूटी ऑपरेशन के लिए प्राइम शक्ति खपत 230 वाट से कम पाई गई है।

संदर्भ

1. C.R. Smith, C.M. Aramstrong and J. Dutthie "The Microwave Power Module: A versatile RF Building block for High-Power Transmitters" Proceedings of IEEE, vol. 87, no. 5, pp.717-737, May, 1999.
2. L. Sivan, "Microwave Tube Transmitters" Springer Science & Business Media,1994.
3. डीआरडीओ Technology Focus on "Microwave Power Module and Compact Transmitters", Vol.23, Jun 2015.
4. T.R. Swain, Mirjith K, P. Sidharthan, T. Chanakya, P.R.R. Rao, S.K. Datta and S. Kamath, "Design and Development of an X-Band MPM for Airborne Radar Application," IRSI 2017, Bangalore, India,
5. A.S. Gilmour Jr, Microwave Tubes. Boston: Artech House, 1986.
6. B.N. Basu, Electromagnetic Theory and Applications in Beam-Wave Electronics. Singapore: World Scientific Publishing Co., 1996.
7. T. Chanakya, P.R.R. Rao, R. Venkateswaran, U.V. Chandramouli, V.P.N. Sriram, S.K. Datta, and S.S. Kumar "Compact High efficiency X-band Pulsed TWT for Airborne Radar", 2020 URSI Regional Conference on Radio Science (URSI-RCRS), Varanasi, India, 2020, pp. 1-4, DOI:10.23919/URSIRCRS49211.2020.9113585.

❖

संसदीय समिति, 1957

राजभाषा आयोग की सिफारिशों की जाँच करके उन पर अपनी राय का प्रतिवेदन राष्ट्रपति को प्रस्तुत करने के लिए सितंबर, 1957 में एक संसदीय समिति का गठन किया गया।

ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें : आधुनिक सैन्य रणनीतियों का हिस्सा

सृष्टि नागर

सेना उड़न-योग्यता, एवं प्रमाणीकरण केंद्र, बेंगलूरु

shristinagar.cemilac@gov.in

परिचय

तकनीकी विकास ने युद्ध के क्षेत्र को पूरी तरह बदल कर रख दिया है। पुराने जमाने की युद्ध रणनीतियां, जो मानव शक्ति और भारी हथियारों पर आधारित थीं, अब डिजिटल, स्वायत्त और उन्नत मिसाइल तथा ड्रोन तकनीकों द्वारा प्रतिस्थापित हो रही हैं। खासकर ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आधुनिक युद्धों में बेहद महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। ये तकनीकें युद्ध की पारंपरिक सीमाओं को तोड़कर युद्धकला को नया आयाम दे रही हैं। इस निबंध में हम ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों की तकनीक, उनके प्रकार, सैन्य रणनीतियों में उनकी भूमिका, फायदे, चुनौतियाँ और भविष्य की संभावनाओं पर विस्तार से चर्चा करेंगे।

1. ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें क्या हैं?

ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें, वे मिसाइलें होती हैं जिनका मार्गदर्शन या लक्ष्य निर्धारण एक या अधिक ड्रोन (Unmanned Aerial Vehicles - UAVs) द्वारा किया जाता है। सामान्य मिसाइलों के मुकाबले इनमें मार्गदर्शन प्रणाली अधिक उन्नत होती है क्योंकि ड्रोन अपने सेंसर और कैमरों के जरिये दुश्मन के ठिकानों, सेना की चालों और गतिशील लक्ष्यों की सटीक जानकारी मिसाइल को प्रदान करते हैं।

कैसे काम करती हैं?

- ड्रोन युद्ध क्षेत्र में उड़ान भरता है और क्षेत्र की निगरानी करता है।
- ड्रोन रीयल-टाइम डेटा और टारगेट की लोकेशन मिसाइल नियंत्रण केंद्र या सीधे मिसाइल तक पहुंचाता है।
- मिसाइल को लक्षित क्षेत्र की सटीक निर्देश मिलते हैं, जिससे उसका निशाना चूकने की संभावना कम हो जाती है।
- कभी-कभी ड्रोन मिसाइल के लॉन्च के बाद भी मार्गदर्शन करता रहता है ताकि अंतिम क्षणों में भी मिसाइल सही लक्ष्य पर टकराए।

इस प्रक्रिया से मिसाइल की सटीकता और मारक क्षमता दोनों बढ़ जाती हैं।

2. ड्रोन और मिसाइल का संयोजन : तकनीकी आधार

ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आधुनिक सेंसर, जीपीएस, रेडार और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस से लैस होती हैं। इनके मुख्य तकनीकी घटक इस प्रकार हैं–

- **ड्रोन (UAV):** रिमोट कंट्रोल या स्वायत्त रूप से उड़ान भरने वाले ये उपकरण जानकारी जुटाते हैं।
- **सेंसर और कैमरे:** इन्फ्रारेड, थर्मल इमेजिंग, और ऑप्टिकल कैमरे, जो लक्ष्य की पहचान और ट्रैकिंग में मदद करते हैं।
- **मार्गदर्शन प्रणाली:** GPS, इनर्शियल नेविगेशन सिस्टम और टारगेटिंग कंप्यूटर जो मिसाइल को सटीक दिशा देते हैं।
- **रिमोट कंट्रोल सेंटर:** जहां से ऑपरेटर या AI मिसाइल और ड्रोन दोनों को नियंत्रित करते हैं।

इन तकनीकों के कारण ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें पारंपरिक मिसाइलों की तुलना में अधिक कुशल, सटीक और लचीली होती हैं।

3. ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों का सैन्य महत्व

- **युद्ध के मैदान पर बढ़ती सटीकता:** परंपरागत

मिसाइलें अक्सर सैटेलाइट या रेडार से निर्देशित होती हैं, जिनमें लक्ष्य का सही पता लगाना कभी-कभी मुश्किल होता है। ड्रोन की सहायता से मिसाइलों को न केवल लक्ष्य के सही स्थान की जानकारी मिलती है, बल्कि चलते हुए लक्ष्यों को भी आसानी से ट्रैक किया जा सकता है। इससे सटीकता बढ़ती है और अनावश्यक क्षति कम होती है।

- **कम जोखिम, अधिक नियंत्रण:** ड्रोन के माध्यम से ऑपरेटर सुरक्षित स्थान से ही युद्ध क्षेत्र का निरीक्षण और नियंत्रण कर सकते हैं, जिससे सैनिकों का जोखिम कम होता है। ड्रोन की निगरानी में मिसाइल लॉन्च करना अधिक सुरक्षित और प्रभावी होता है।
- **तेजी से निर्णय और कार्रवाई:** ड्रोन-निर्देशित मिसाइल सिस्टम युद्ध के दौरान तेज़ी से जानकारी हासिल कर फैसले लेने में मदद करते हैं। इससे हमले की योजना तत्काल बनाई जा सकती है, जिससे युद्ध में तेजी आती है।
- **बहु-लक्ष्य हमले की क्षमता:** कई ड्रोन एक साथ या अलग-अलग लक्ष्यों को ट्रैक कर सकते हैं। इसके आधार पर मिसाइलें एक साथ कई महत्वपूर्ण लक्ष्यों पर हमला कर सकती हैं, जिससे दुश्मन की क्षमता कमजोर होती है।
- **गुप्त और सतत निगरानी:** ड्रोन कम ऊंचाई पर उड़ कर दुश्मन की गतिविधि पर नज़र रखते हैं, जो पारंपरिक विमान नहीं कर पाते। इससे मिशन के दौरान मिसाइल का सही समय और स्थान पर प्रहार संभव होता है।

4. आधुनिक सैन्य रणनीतियों में ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों की भूमिका

- **स्वायत्त युद्ध प्रणाली :** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग के विकास के कारण ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें स्वायत्तता की ओर बढ़ रही हैं। वे बिना मानव हस्तक्षेप के लक्ष्य पहचान कर हमला कर सकती हैं। इससे युद्ध की गति बढ़ती है और मानव त्रुटि की संभावना घटती है।
- **असममित युद्ध (Asymmetric Warfare):** असमान ताकतों के बीच लड़ाई में ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें कम संसाधनों में ज्यादा नुकसान पहुंचाने की क्षमता रखती हैं। इसलिए आतंकवाद विरोधी अभियानों और गैर-संरक्षित इलाकों में ये हथियार अत्यंत उपयोगी साबित हो रही हैं।
- **सीमित युद्ध और आतंकवाद विरोधी अभियान:** छोटे क्षेत्रीय संघर्षों और आतंकवाद विरोधी ऑपरेशनों में ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें सटीक निशाने लगाकर नागरिकों को कम नुकसान पहुंचाती हैं और तेजी से आतंकवादी ठिकानों को समाप्त करती हैं।
- **मल्टीडोमेन ऑपरेशन (Multi-Domain Operations):** वायु, भूमि, समुद्र और साइबर क्षेत्रों में युद्ध के संचालन में ड्रोन और मिसाइलों का संयोजन रणनीतिक बढ़त देता है। ये तकनीकें सैनिकों को हर डोमेन में एक साथ लड़ने में सक्षम बनाती हैं।

5. विश्व के प्रमुख देश और उनकी ड्रोन-निर्देशित मिसाइल तकनीक

- **अमेरिका:** अमेरिका के पास MQ-9 Reaper जैसे हाई-टेक ड्रोन हैं, जो मिसाइल ले जाकर हमले कर सकते हैं। ये ड्रोन टोमा Hawk मिसाइल या AGM-114 हेलफायर मिसाइल जैसी निर्देशित मिसाइलों का इस्तेमाल करते हैं।
- **इजरायल:** इजरायल की ड्रोन टेक्नोलॉजी दुनिया में अग्रणी है। वे ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों को आतंकवादी समूहों के खिलाफ इस्तेमाल करते हैं।
- **चीन:** चीन ने भी स्वदेशी ड्रोन और मिसाइल प्रौद्योगिकी में जबरदस्त विकास किया है। वे स्वायत्त ड्रोन और मिसाइल संयोजन पर काम कर रहे हैं।
- **भारत:** भारत ने भी अपनी आकाश मिसाइल प्रणाली को ड्रोन से निर्देशित करने पर शोध शुरू

कर दिया है और स्वदेशी ड्रोनों का विकास कर रहा है।

6. ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों के फायदे

- **सटीकता में वृद्धि:** लाइव फीड और लक्ष्य के रियल टाइम डेटा से मिसाइल की निशाना लगाने की क्षमता बढ़ती है।
- **कम मानवीय जोखिम:** ऑपरेटर दूर से युद्ध संचालन कर सकते हैं।
- **तेज प्रतिक्रिया:** दुश्मन के अचानक हमलों का तुरंत जवाब।
- **लागत कम होना:** पारंपरिक विमान की तुलना में ड्रोन और मिसाइल संचालन सस्ता पड़ता है।
- **गोपनीयता:** ड्रोन चुपके से मिशन पूरा कर सकते हैं।

7. चुनौतियाँ और खतरे

- **साइबर सुरक्षा खतरे:** ड्रोन और मिसाइलों का नियंत्रण डिजिटल होता है, इसलिए इन्हें हैकिंग और साइबर हमलों से बचाना बहुत जरूरी है।
- **नैतिक और कानूनी मुद्दे:** स्वायत्त ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों के इस्तेमाल से नागरिकों की हानि और युद्ध अपराधों के खतरे बढ़ जाते हैं। इसके उपयोग पर अंतरराष्ट्रीय कानून अभी भी स्पष्ट नहीं है।
- **तकनीकी सीमाएँ:** सभी ड्रोन और मिसाइलें हर स्थिति में प्रभावी नहीं होतीं। खराब मौसम, रेडार जैमिंग और इलेक्ट्रॉनिक युद्ध के कारण ऑपरेशन प्रभावित हो सकते हैं।
- **आतंकवादी समूहों द्वारा ड्रोन उपयोग:** ड्रोन तकनीक आतंकवादी संगठनों के हाथ लग कर खतरनाक हो सकती है, जो ड्रोन के माध्यम से खुद के हथियार पहुंचा सकते हैं।

8. भविष्य की संभावनाएँ

ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आज के आधुनिक युद्ध का एक अहम हिस्सा बन चुकी हैं। आने वाले समय में ये और ज्यादा स्मार्ट, स्वायत्त और प्रभावी हो जाएंगी। इससे न केवल हमारी सुरक्षा मजबूत होगी, बल्कि युद्ध की रणनीतियों में भी बड़े बदलाव आएंगे। इसके साथ ही ये तकनीक गैर-सैन्य क्षेत्रों में भी काम आएगी, जो देश के लिए एक बड़ी ताकत साबित होगी।

(*i*) **अधिक स्वायत्तता (ऑटोनॉमी) का विकास:** भविष्य में ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस के सहारे ज्यादा स्वायत्त हो जाएंगी। ये मिसाइलें बिना मानव ऑपरेटर की मदद के अपने लक्ष्य को पहचान सकेंगी और त्वरित निर्णय ले सकेंगी। इससे हमले तेज़ और अधिक प्रभावी होंगे।

(*ii*) **नेटवर्किंग और 'स्वार्म टेक्नोलॉजी' का विस्तार:** ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आपस में जुड़े हुए झुंड (स्वार्म) की तरह काम करेंगी। कई मिसाइलें एक साथ, सामूहिक रणनीति के तहत काम करेंगी जिससे दुश्मन के बचाव तंत्र को तोड़ना आसान होगा और हमला अधिक सफल होगा।

(*iii*) **ऊर्जा दक्षता और उड़ान क्षमता में सुधार:** नए उन्नत ऊर्जा स्रोतों और बेहतर बैटरी तकनीक के कारण ये मिसाइलें लंबी दूरी तक अधिक समय तक उड़ान भर सकेंगी। इससे सैन्य अभियानों की पहुंच और प्रभावशीलता बढ़ेगी।

(*iv*) **साइबर सुरक्षा का महत्व:** जैसे-जैसे मिसाइलें स्मार्ट होती जाएंगी, वैसे-वैसे उन्हें साइबर हमलों से बचाना चुनौतीपूर्ण होगा। इसलिए भविष्य में इन्हें मजबूत साइबर सुरक्षा तंत्र के साथ विकसित किया जाएगा ताकि ये दुश्मन के नियंत्रण में न आ सकें।

(*v*) **गैर-सैन्य उपयोग में वृद्धि:** ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों का उपयोग सिर्फ युद्ध में नहीं, बल्कि आपदा प्रबंधन, सीमा सुरक्षा, और निगरानी जैसे क्षेत्रों में भी बढ़ेगा। इससे ये तकनीक देश की सुरक्षा और विकास दोनों में योगदान देगी।

(*vi*) **तकनीकी प्रगति से युद्ध की रणनीतियों में बदलाव:** ड्रोन-निर्देशित मिसाइलों की बढ़ती क्षमताएं सैन्य रणनीतियों को पूरी तरह बदल देंगी। ये मिसाइलें

तेज, सटीक और कम जोखिम वाली कार्रवाइयों को संभव बनाएंगी, जिससे युद्ध की परिभाषा बदल सकती है।

(*vii*) **वैश्विक सैन्य शक्ति संतुलन पर प्रभाव:** जैसे-जैसे ये तकनीक विकसित होगी, देशों के बीच सैन्य शक्ति का संतुलन भी प्रभावित होगा। जो देश इन तकनीकों को जल्दी अपनाएंगे, वे वैश्विक स्तर पर अपनी ताकत को बढ़ा पाएंगे।

निष्कर्ष

ड्रोन-निर्देशित मिसाइलें आधुनिक युद्ध की सबसे प्रभावी और जरूरी तकनीक बन चुकी हैं। ये मिसाइलें युद्ध के मैदान में न केवल उच्च सटीकता के साथ निशाना लगाती हैं, बल्कि उनके प्रभावशाली हमले सैन्य रणनीतियों को एक नए स्तर पर ले जाते हैं। इनके जरिए हमले तेज, प्रभावी और कम जोखिम वाले हो जाते हैं, जिससे सैनिकों की सुरक्षा भी बेहतर होती है। हालांकि, इनके साथ कई चुनौतियाँ भी जुड़ी हैं। इनमें तकनीकी समस्याएँ, साइबर सुरक्षा के खतरे और सबसे महत्वपूर्ण - नैतिक व कानूनी मुद्दे शामिल हैं। मिसाइलों के गलत उपयोग से होने वाले नुकसान को रोकना बेहद जरूरी है। इसलिए, देशों को चाहिए कि वे न केवल इस तकनीक को और बेहतर बनाएं, बल्कि इसके लिए कड़े नियम और नैतिक दिशा-निर्देश भी बनाएं। भविष्य में यह तकनीक युद्ध के स्वरूप को पूरी तरह बदल सकती है। इसलिए प्रत्येक देश को अपनी रक्षा रणनीतियों को समय-समय पर अपडेट करते रहना चाहिए ताकि वे तेजी से बदलती दुनिया में खुद को सुरक्षित रख सकें।

❖

राजभाषा नियम, 1976

नियम-5 : हिंदी में प्राप्त पत्रादि के उत्तर–

हिंदी में पत्रादि के उत्तर केन्द्रीय सरकार के कार्यालय से हिंदी में दिए जाएंगे।

नियम-6 : हिंदी और अंग्रेजी दोनों भषाओं का प्रयोग–

अधिनियम की धारा 3 की उपधारा (3) में निर्दिष्ट सभी दस्तावेजों के लिए हिंदी और अंग्रेजी दोनों का प्रयोग किया जाएगा।

प्रारंभिक सॉफ़्टवेयर विश्वसनीयता भविष्यवाणी के लिए पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन की प्रभावशीलता

मनीष कुमार तिवारी

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

manishkumar.asl@gov.in

परिचय

सॉफ्टवेयर परीक्षण बेहद महंगा और श्रमसाध्य है और यह अनुमान लगाया गया है कि सॉफ्टवेयर विकास लागत का लगभग आधा परीक्षण के लिए आवंटित किया जाता है। टेस्ट डेटा जनरेशन किसी दिए गए मानदंड के आधार पर सॉफ़्टवेयर परीक्षण के लिए डेटा का एक सेट तैयार करने की प्रक्रिया है। पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन (पीएसओ) समस्या के समाधान को अनुकूलित करने के लिए एक पुनरावृत्त विधि का उपयोग करता है। पूर्वानुमानित दोषों (विफलताओं) को प्राप्त करने के लिए सॉफ़्टवेयर परीक्षण प्रक्रिया की मॉडलिंग मुख्य रूप से निष्पादन समय, और विफलता गणना या संचित दोषों के बीच संबंधों पर निर्भर करती है। इस परियोजना में, मैंने सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडलिंग समस्या को हल करने में पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन (पीएसओ) तकनीक के प्रारंभिक विचार की खोज की है। प्रस्तावित दृष्टिकोण का उपयोग गोयल-ओकुमोटो, मूसा-ओकुमोटो, विलंबित एस-आकार और पावर विश्वसनीयता विकास मॉडल के मापदंडों का अनुमान लगाने के लिए किया गया है। निर्णय लेने के लिए उपयोग किए जाने वाले अनुमानित पैरामीटर, जैसे, सॉफ्टवेयर में शेष दोष, भविष्य के परीक्षण समय और सॉफ्टवेयर उत्पाद के लिए बाजार में समय।

कीवर्ड: सॉफ्टवेयर परीक्षण, पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन (पीएसओ), सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल, सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता भविष्यवाणी

1. परिचय

सॉफ्टवेयर डेवलपमेंट लाइफ साइकिल (एसडीएलसी) के सॉफ्टवेयर परीक्षण चरण के दौरान, व्हाइट बॉक्स के रूप में प्रयास किए जाते हैं या ब्लैक बॉक्स परीक्षण जितना संभव हो उतने दोषों का पता लगाने के लिए किया जाता है जिसके परिणामस्वरूप सॉफ्टवेयर की विफलता हो सकती है। फॉल्ट को ठीक करने से सॉफ्टवेयर की विश्वसनीयता बढ़ती है।

इन परीक्षणों के माध्यम से एकत्र किए गए डेटा, दोषों के रूप में, एक गलत डेटाबेस बनाते हैं। डेटाबेस में समय के क्रमिक अंतराल में कई दोष होते हैं। इन दोषों का उपयोग वर्तमान विश्वसनीयता के आकलन और विश्वसनीयता में वृद्धि के भविष्य के विकास की भविष्यवाणी के लिए किया जाता है।

प्रस्तावित दृष्टिकोण का उद्देश्य सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल के अनुकूलित मापदंडों को खोजना है। यह दृष्टिकोण यह निर्धारित करने में सहायक होगा कि निर्दिष्ट विकास वातावरण के तहत विकसित किसी दिए गए सॉफ़्टवेयर के लिए किस मॉडल का उपयोग किया जाना है।

शोध का उद्देश्य एक मॉडल बनाना है, और दिए गए फॉल्ट डेटाबेस की मदद से इसे मान्य करना है और यह प्रदर्शित करना है कि यह पिछली विफलताओं को सटीक रूप से परिभाषित कर सकता है और भविष्य की विफलताओं की भविष्यवाणी कर सकता है।

अनुसंधान के दौरान संभाली गई समस्या विभिन्न विश्वसनियता वृद्धि मॉडल के मापदंडों का पता लगाना है, जो दिए गए डेटा सेट में अच्छा प्रदर्शन कर सकते हैं और निकट भविष्य में सॉफ़्टवेयर में दोषों की भविष्यवाणी करने में सक्षम हैं। यदि ये पैरामीटर सटीक मूल्य के हैं, तो वे भविष्य के दोषों की सटीक भविष्यवाणी करने में सक्षम होंगे जो आगे चलकर बाजार में डिलीवरी की समस्या और सॉफ्टवेयर की लागत को हल कर सकते हैं।

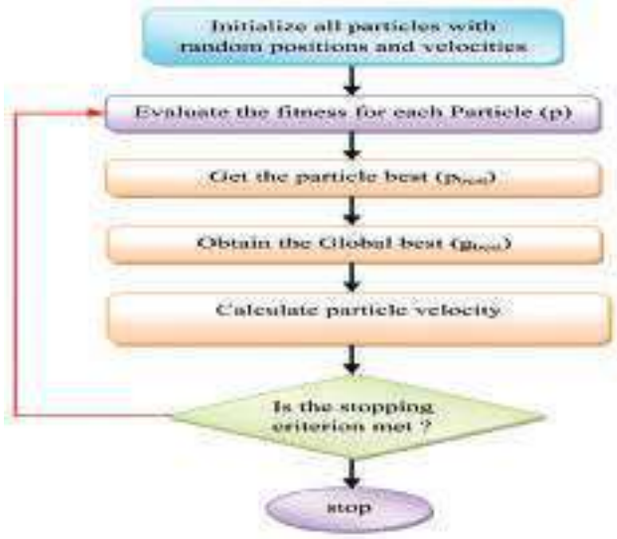
2. पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन

पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन (पीएसओ) पशु जगत की संगठित प्रकृति जैसे पक्षियों के झुंड और मछली की शिक्षा से प्रभावित है। पीएसओ एक पुनरावृत्त विधि है जो सहयोग पर बल देती है। पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन एक समूह आधारित अनुकूलन तकनीक है जिसे वर्ष 1995 में डॉ. रसेल एबरहार्ट और डॉ. जेम्स केनेडी द्वारा विकसित किया गया था। कई शोधों ने पीएसओ एल्गोरिदम पर अपना ध्यान अपनी अभिव्यक्ति से लगाया है, क्योंकि यह सरल और प्रभावी तकनीक है।

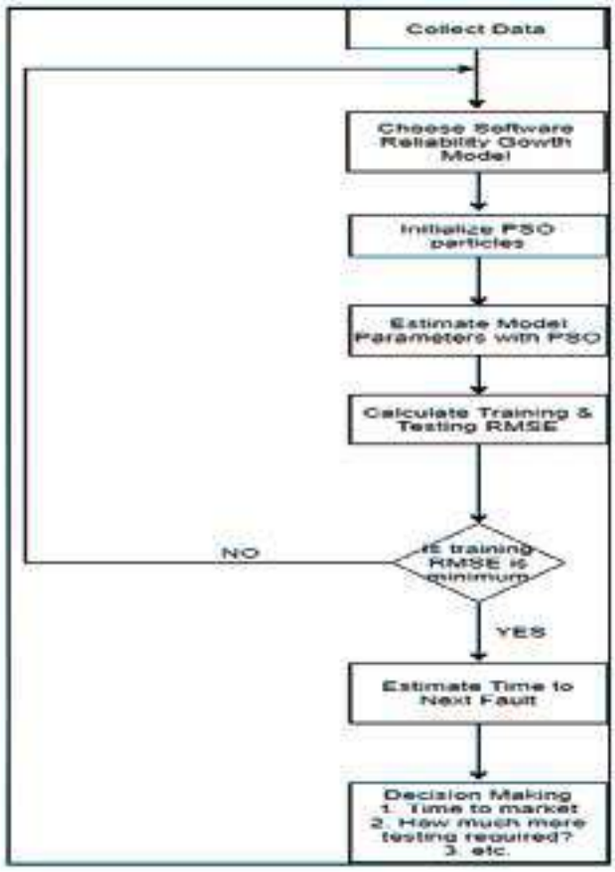
पीएसओ में कण एक इष्टतम समाधान खोजने के लिए एक बहुआयामी अंतरिक्ष में जा सकते हैं। प्रत्येक कण अपनी 'स्थिति' को अपने व्यक्तिगत अनुभव के अनुसार और अपने पड़ोसी के अनुभव के अनुसार सर्वोत्तम स्थिति प्राप्त करने के लिए संशोधित करता है।

प्रत्येक पुनरावृत्ति में, प्रत्येक कण नीचे दिए गए तीन मानों को जोड़कर अपने वेग को अद्यतन करके एक नए स्थान पर चला जाता है:

- इसका वर्तमान वेग।
- अपने 'व्यक्तिगत सर्वोत्तम' की दिशा में एक भारित यादृच्छिक मूल्य।
- सबसे अच्छा अपने पड़ोस की दिशा में एक भारित यादृच्छिक मूल्य।



चित्र 1: पीएसओ एल्गोरिथम-I का फ़्लोचार्ट



चित्र 2: पीएसओ एल्गोरिथम-II का फ़्लोचार्ट

उपरोक्त जानकारी के गणितीय निरूपण को वेग अद्यतन समीकरण के रूप में संदर्भित किया जा सकता है और इसे इस प्रकार दिया गया है–

$$v = v + c_1 * rand * (pBest - p) + c_2 * rand * (gBest - p) \quad (1)$$

यहां–

p: कण की स्थिति

v: पथ दिशा

c_1: स्थानीय जानकारी का भार

c_2: वैश्विक जानकारी का भार

$pBest$: कण की सर्वोत्तम स्थिति

$gBest$: झुंड की सबसे अच्छी स्थिति

$rand$: यादृच्छिक चर

वेग अद्यतन समीकरण के तीन भाग हैं–

- वेग अद्यतन समीकरण के पहले भाग को "इंटीरिया" या "गति" के रूप में जाना जाता है।

यह उस दिशा पर ध्यान केंद्रित करता है जिसमें कण वर्तमान में घूम रहा है।

- वेग अद्यतन समीकरण के दूसरे भाग को "आत्म-ज्ञान" या "स्मृति" के रूप में जाना जाता है। यह किसी विशेष कण द्वारा प्राप्त पिछली सर्वोत्तम स्थिति पर ध्यान केंद्रित करता है। दूसरे शब्दों में, यह किसी दिए गए कण के व्यक्तिगत सर्वोत्तम को ध्यान में रखता है।
- वेग अद्यतन समीकरण के तीसरे भाग को "सहयोग" या "सामाजिक ज्ञान" के रूप में जाना जाता है। यह दिए गए खोज हाइपरस्पेस में किसी भी कण द्वारा प्राप्त सर्वोत्तम स्थिति पर ध्यान केंद्रित करता है। दूसरे शब्दों में, यह खाते में वैश्विक सबसे अच्छा है।

वेग अद्यतन समीकरण से प्राप्त वेग के नए अद्यतन मूल्य के आधार पर, कणों की स्थिति को निम्न स्थिति अद्यतन समीकरण का उपयोग करके अद्यतन किया गया है–

$$p = p + v \quad (2)$$

3. सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल

सॉफ़्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल सॉफ़्टवेयर विश्वसनीयता का अनुमान लगाने के लिए सॉफ़्टवेयर विकास जीवन चक्र के परीक्षण चरण से सिस्टम डेटा का उपयोग करते हैं। ये मॉडल एक सॉफ्टवेयर में शेष दोषों की भविष्यवाणी करने में भी मदद करते हैं।

सॉफ़्टवेयर मॉड्यूल में मौजूद दोषों की कुल संख्या से जुड़े कई सॉफ़्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल में एक पैरामीटर है। इस पैरामीटर और पहले से ज्ञात दोषों की संख्या की सहायता से, हम उस सॉफ़्टवेयर मॉड्यूल में मौजूद शेष दोषों की गणना कर सकते हैं।

इस पत्र में, मैंने निम्नलिखित चार सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल का ध्यान रखा है–

- **गोयल ओकुमोटो मॉडल:** गोयल - ओकुमोटो मॉडल एक अवतल सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता वृद्धि मॉडल है। गोयल - ओकुमोटो मॉडल एक्सपोनेंशियल नॉन सजातीय पॉइसन प्रोसेस (एनएचपीपी) मॉडल में से एक है। यह सॉफ़्टवेयर परीक्षण के दौरान सॉफ़्टवेयर विफलता की घटना का वर्णन करता है।

  गोयल-ओकुमोटो मॉडल का माध्य विफलता फलन निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिया गया है–

  $\mu(t) = a(1 - e\text{-}bt)$ where $a \geq 0$ and $b > 0$

  'a' कोड में अपेक्षित दोषों की कुल संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और 'b' विफलता का पता लगाने की दर का प्रतिनिधित्व करता है।

- **मूसा ओकुमोटो मॉडल:** मूसा - ओकुमोटो मॉडल एक अवतल सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल है। यह मॉडल भी एक प्रकार का एक्सपोनेंशियल नॉन सजातीय पॉसों प्रोसेस मॉडल है। औद्योगिक डेटासेट की विश्वसनीयता की भविष्यवाणी करने के लिए यह सबसे अच्छा मॉडल है। मूसा - ओकुमोटो मॉडल यह धारणा बनाता है कि विफलताओं की देखी गई संख्या के साथ विफलता तीव्रता फ़ंक्शन में एक घातीय कमी है।

  $\mu(t) = a\ ln(1 + bt)$ where $a \geq 0$ and $b > 0$

  'a' कोड में अपेक्षित दोषों की कुल संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और 'b' विफलता का पता लगाने की दर का प्रतिनिधित्व करता है।

- **विलंबित एस - आकार का मॉडल:** विलंबित एस-आकार का मॉडल गैर-समरूप पॉइसन प्रक्रिया पर आधारित है। विलंबित एस - आकार का मॉडल त्रुटि का पता लगाने और उस त्रुटि को दूर करने के बीच की देरी को दर्शाता है। विलंबित एस-आकार का मॉडल एस-आकार का सॉफ़्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल है क्योंकि इस मॉडल में देखे गए संचयी दोषों की वृद्धि वक्र एस-आकार की है।

विलंबित एस -आकार वाले मॉडल के माध्य विफलता फलन के लिए समीकरण निम्न द्वारा दिया गया है–

$$\mu(t) = a * (1 - (1 + bt) * e\text{-}bt)$$

where $a \geq 0$ and $b > 0$

'a' कोड में अपेक्षित दोषों की कुल संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और 'b' विफलता का पता लगाने की दर का प्रतिनिधित्व करता है।

- **पावर मॉडल:** पावर मॉडल एक गैर-घातीय एनएचपीपी मॉडल है। इस मॉडल को डुआने मॉडल के नाम से भी जाना जाता है। पावर मॉडल का उपयोग मरम्मत योग्य सिस्टम के डेटा का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है। पावर मॉडल का माध्य मान फ़ंक्शन बहुत तेज़ी से अनंत की ओर इशारा करता है। इस वजह से इस मॉडल को ज्यादा पहचान नहीं मिल पाई है।

  पावर मॉडल के माध्य विफलता फलन के लिए समीकरण निम्न द्वारा दिया गया है–

  $$\mu(t) = a*tb \text{ where } a \geq 0 \text{ and } b > 0$$

  'a' कोड में अपेक्षित दोषों की कुल संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और 'b' विफलता का पता लगाने की दर का प्रतिनिधित्व करता है।

4. डेटा सेट-1 का परिणाम विश्लेषण

चयनित डेटासेट परीक्षण के दौरान देखी गई विफलता/गलती गणना पर आधारित है। डेटासेट का छोटा हिस्सा तालिका-1 में दिया गया है। डेटासेट में मापा दोष (एमटी) और संचयी दोष (सीटी) शामिल हैं।

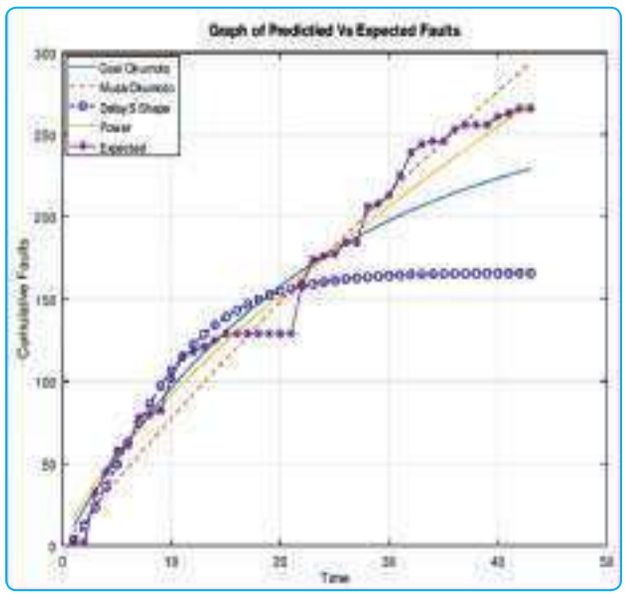
यह वास्तविक डेटासेट और चुने गए मॉडल के बीच एक सांख्यिकीय तुलना प्रदान कर रहा है। मॉडल के लिए फॉल्ट काउंट डेटा से दो मापदंडों, ए और बी का अनुमान लगाया जाना है। तालिका-1 में दिए गए डेटासेट के लिए दो मापदंडों के अनुमानित मान हैं।

तालिका 1: डेटा सेट-1 का एक छोटा सा हिस्सा

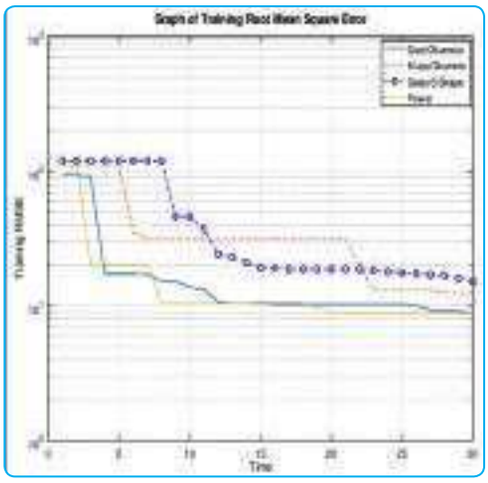
समय	एमटी	सीटी	समय	एमटी	सीटी
1.	4	4	102.	1	530
2.	0	4	103.	0	530
3.	7	11	104.	2	532
4.	10	21	105.	0	532
5.	13	34	106.	1	533
6.	8	42	107.	0	533
7.	13	55	108.	2	535
8.	4	59	109.	0	535

चित्र 3: पैरामीटर मान, प्रशिक्षण आरएसएमई और परीक्षण आरएसएमई

अनुमानित दोष बनाम अपेक्षित दोष का परिणाम नीचे दिखाया गया है–

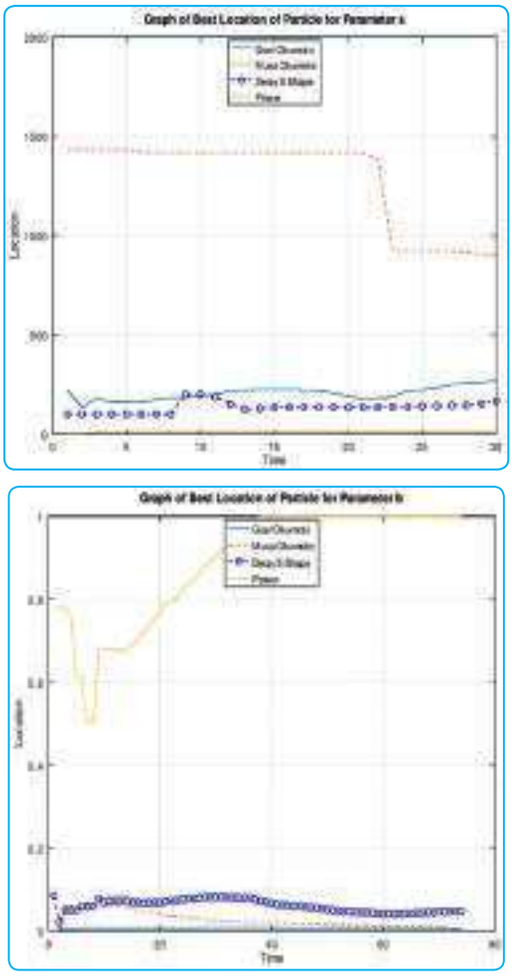


चित्र 5: अनुमानित दोष बनाम अपेक्षित दोष

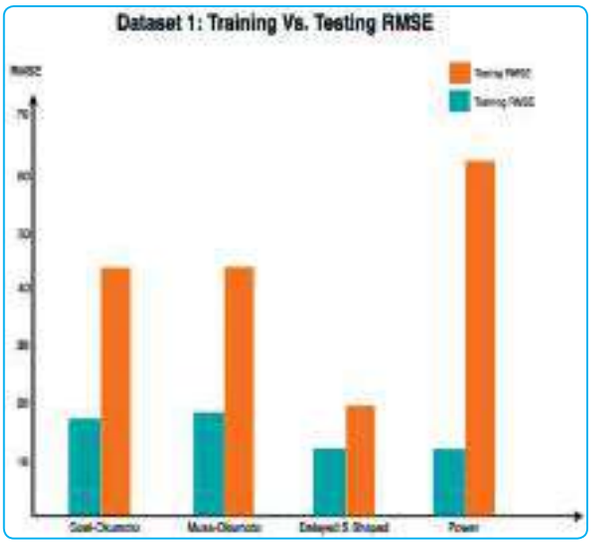


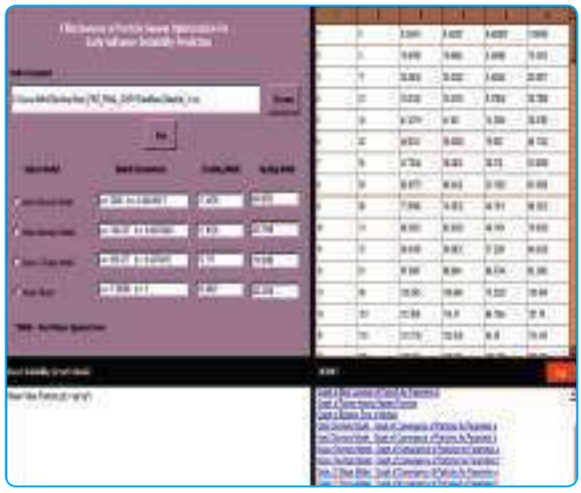
चित्र 6: प्रशिक्षण के दौरान रूट माध्य वर्ग त्रुटि

सभी चार कार्यान्वित मॉडलों के पैरामीटर '*a*' के लिए कणों के सर्वोत्तम स्थान का संयुक्त परिणाम इस प्रकार दिखाया गया है–



चित्र 7: पैरामीटर '*a*' तथा पैरामीटर '*b*' के लिए पार्टिकल्स का सर्वोत्तम स्थान





चित्र 8: डेटासेट-1 के लिए प्रशिक्षण बनाम परीक्षण आरएसएमई और फ्रंट एंड - डेटासेट 1 के लिए समेकित अंतिम परिणाम

5. निष्कर्ष

परिभाषित मॉडल सॉफ्टवेयर विश्वसनीयता विकास मॉडल हैं और विश्वसनीयता भविष्यवाणी और वर्तमान विश्वसनीयता अनुमान के साथ-साथ सॉफ्टवेयर में भविष्य के दोषों के लिए उपयोग किए जाते हैं। प्रस्तावित शोध में सभी मॉडलों की तुलना एक डेटासेट से की गई है और किसी विशेष डेटाबेस के लिए सर्वश्रेष्ठ मॉडल का चयन किया गया है। यह देखा गया है कि एक मॉडल हर प्रकार के डेटासेट के लिए सबसे अच्छा नहीं होता है और उसी अवलोकन को मॉडल के पैरामीटर खोज और उनकी तुलना के समय नोट किया जाता है।

कार्बन–कार्बन (C-C) समग्र : उपयोग एवं वर्तमान स्थिति

डॉ. अतुल रमेश भगत

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

atulbhagat.asl@gov.in

परिचय

कार्बन–कार्बन (C-C) समग्र पदार्थों का उपयोग उन अनुप्रयोगों में किया जाता है जहाँ घटकों को अत्यधिक उच्च तापमान पर भी आकार और यांत्रिक शक्ति की स्थिरता बनाए रखना आवश्यक होता है। C-C सामग्री में लगभग 3000°C तक के अत्यधिक उच्च तापमान पर भी अपनी यांत्रिक शक्ति को बनाए रखने की विशिष्ट क्षमता होती है। वास्तव में, कमरे के तापमान की तुलना में उच्च तापमान पर इस सामग्री की शक्ति में वृद्धि देखी जाती है, जो इसे अन्य पारंपरिक सामग्रियों से अलग बनाती है।

कम घनत्व, उच्च विशिष्ट शक्ति, उत्कृष्ट तापीय स्थिरता तथा अत्यधिक उच्च तापमान पर यांत्रिक गुणों को बनाए रखने की अद्वितीय विशेषताओं के कारण C-C सामग्री का व्यापक उपयोग उन कठोर परिस्थितियों में किया जाता है जहाँ पारंपरिक सामग्री विफल हो जाती हैं। यह सामग्री उत्कृष्ट तापीय आघात प्रतिरोध, कम तापीय प्रसार गुणांक, उच्च तापीय चालकता तथा बेहतर एब्लेशन एवं घिसाव प्रतिरोध प्रदर्शित करती है, जिससे यह उच्च तापमान और उच्च तनाव वाले अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत उपयुक्त बनती है।

C-C सामग्री का व्यापक उपयोग एयरोस्पेस, रक्षा तथा ऊर्जा क्षेत्रों में किया जाता है। प्रमुख अनुप्रयोगों में विमान एवं अंतरिक्ष यान की ब्रेक डिस्क, रॉकेट नोज़ल, पुनःप्रवेश वाहनों की तापीय सुरक्षा प्रणालियाँ, नोज़-टिप्स तथा हाइपरसोनिक वाहनों की अग्र धारें शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, इस सामग्री का उपयोग उच्च तापमान भट्ठी घटकों, हीट शील्ड्स, नाभिकीय रिएक्टर घटकों तथा उच्च-प्रदर्शन औद्योगिक टूलिंग में भी किया जाता है। इन असाधारण गुणों के कारण C-C सामग्री अत्यधिक तापीय एवं यांत्रिक परिस्थितियों में विश्वसनीयता की आवश्यकता वाली उन्नत इंजीनियरिंग प्रणालियों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

कार्बन–कार्बन (C-C) समग्रों की वर्तमान स्थिति (State of the Art)

कार्बन–कार्बन समग्र उच्च-प्रदर्शन संरचनात्मक सामग्रियों के सबसे उन्नत वर्गों में से एक हैं। इनके क्षेत्र में निरंतर प्रगति फाइबर आर्किटेक्चर, मैट्रिक्स रसायन, निर्माण तकनीकों तथा बहु-कार्यात्मक डिज़ाइन में नवाचारों के कारण संभव हो रही है।

तापीय एवं विद्युत चालकता का अनुकूलन

फाइबर आयतन अंश, फाइबर अभिविन्यास तथा मैट्रिक्स संरचना को नियंत्रित करके तापीय चालकता को सटीक रूप से अनुकूलित किया जा सकता है—या तो ऊष्मा अपसारण के लिए अधिक अथवा ऊष्मा इन्सुलेशन हेतु कम। इसके अतिरिक्त, C-C समग्रों की विद्युत चालकता बहु-कार्यात्मक क्षमताएँ प्रदान करती है, जैसे विद्युतचुंबकीय हस्तक्षेप (EMI) शील्डिंग।

ऑक्सीकरण संरक्षण एवं सतह अभियांत्रिकी

C-C समग्रों से जुड़ी एक प्रमुख चुनौती उच्च तापमान पर ऑक्सीजन-समृद्ध वातावरण में ऑक्सीकरण है। इस समस्या के समाधान हेतु उन्नत तकनीकों का विकास किया गया है, जिनमें शामिल हैं–

- SiC, ZrB_2, HFc जैसे अल्ट्रा-हाई-टेम्परेचर सिरेमिक (UHTC) कोटिंग्स का CVI, स्लरी कोटिंग अथवा पैक सीमेंटेशन विधियों द्वारा जमाव
- स्व-उपचार (Self-healing) कोटिंग्स, जो ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया कर स्थिर सुरक्षात्मक परत बनाती हैं।

- तापीय असंगति तनावों को कम करने हेतु ग्रेडेड कोटिंग प्रणालियाँ।

ये उन्नत हाइपरसोनिक उड़ान अथवा रॉकेट प्लूम जैसी अत्यधिक कठोर परिस्थितियों में C-C समग्रों की सर्विस लाईफ को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाती हैं।

उन्नत इलेक्ट्रॉनिक्स एवं एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग

C-C समग्रों को अब एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग तकनीकों, विशेषकर 3D प्रिंटिंग, के साथ एकीकृत करने की दिशा में अनुसंधान किया जा रहा है, जिससे जटिल ज्यामितियों और स्मार्ट समग्र संरचनाओं का निर्माण संभव हो सके।

CCCE/HTC, ASL में विकसित C-C समग्रों की नवीन तकनीकें

कार्बन प्रीफॉर्म हेतु 3D निरंतर फाइबर प्रिंटिंग

त्रि-आयामी (3D) प्रिंटिंग का उपयोग विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में तीव्र गति से बढ़ा है। विभिन्न एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग तकनीकों में, समग्र सामग्री प्रिंटिंग एक महत्वपूर्ण और तीव्र गति से विकसित हो रहा क्षेत्र है। वाणिज्यिक 3D प्रिंटर धातुओं जैसे इनकोनेल, स्टेनलेस स्टील और टाइटेनियम के साथ-साथ पॉलिमर सामग्री जैसे ABS और PVA को भी संसाधित करने में सक्षम हैं।

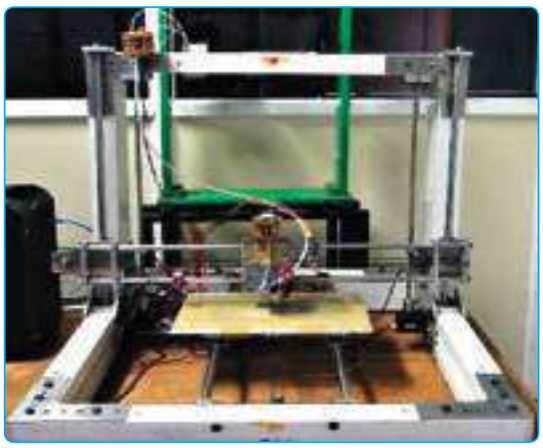
पॉलिमर और धातु प्रिंटरों के अतिरिक्त, ऐसे समग्र 3D प्रिंटर भी विकसित किए गए हैं जो कार्बन फाइबर और केव्लर जैसे सुदृढ़ीकरण का उपयोग करते हैं। ये प्रणालियाँ सामान्यतः रेज़िन मैट्रिक्स में संसेचित छोटे या माइल्ड फाइबर का उपयोग करती हैं। यद्यपि ये समग्र बिना सुदृढीकरण वाले पॉलिमरों की तुलना में बेहतर यांत्रिक गुण प्रदर्शित करते हैं, फिर भी इनकी शक्ति निरंतर फाइबर-सुदृढित समग्रों की तुलना में कम होती है।

हाल के वर्षों में एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग में हुई प्रगति के परिणामस्वरूप ऐसे विशेष 3D प्रिंटिंग सिस्टम विकसित हुए हैं जो रेज़िन मैट्रिक्स के साथ निरंतर कार्बन फाइबर का निक्षेपण कर सकते हैं। निरंतर फाइबर सुदृढीकरण पारंपरिक ले-अप तकनीकों के समान यांत्रिक गुणों वाले उच्च-प्रदर्शन समग्र घटकों के निर्माण को संभव बनाता है। परिणामस्वरूप, निरंतर कार्बन फाइबर 3D प्रिंटिंग ने एयरोस्पेस, ऑटोमोटिव और औद्योगिक टूलिंग क्षेत्रों में व्यापक रुचि आकर्षित की है।

मार्कफोर्ज्ड (USA) और एनिसोप्रिंट (रूस) जैसे वाणिज्यिक सिस्टम उपलब्ध हैं, किंतु ये सामान्यतः स्वामित्व (प्रोप्रायटरी) सामग्रियों तक सीमित होते हैं।

इस संदर्भ में, कार्बन–कार्बन इंजीनियरिंग (CCCE) समूह ने प्रीफॉर्म निर्माण एवं बुनाई अनुप्रयोगों हेतु निरंतर कार्बन फाइबर प्रिंटिंग के लिए एक इन-हाउस 3D प्रिंटिंग सिस्टम विकसित किया है। यह प्रणाली वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध कार्बन फाइबर का उपयोग करती है, जिन्हें प्रिंटिंग प्रक्रिया के अनुकूल संशोधित किया गया है। यह विभिन्न प्रकार के फाइबर और रेज़िन प्रणालियों, जिनमें PVA-आधारित रेज़िन भी शामिल हैं, के साथ अनुकूलनीय है।

विकसित प्रिंटर में निरंतर फाइबर निक्षेपण हेतु अनुकूलित नोज़ल प्रणाली सम्मिलित है। यह इन-हाउस प्रणाली 200 mm × 200 mm आकार तक के समग्र प्रीफॉर्म बनाने में सक्षम है। विकसित प्रिंटर एवं निर्मित प्रीफॉर्म के प्रतिनिधि चित्र संबंधित आकृति में दर्शाए गए हैं।



चित्र 1: संस्थान में विकसित किया गया 3डी प्रिंटर

चित्र 2: 3डी प्रिंटेड ध्रुवीय प्रीफ़ॉर्म

चित्र 3: 3डी प्रिंटेड ऑर्थोगोनल प्रीफ़ॉर्म

रॉड पियर्सिंग हेतु बुनाई पद्धति में स्वचालन

त्रि-आयामी समग्र संरचनाओं का निर्माण ऑर्थोगोनल बुनाई, पोलर बुनाई तथा पियर्स्ड फैब्रिक विधि जैसी तकनीकों द्वारा किया जाता है। पियर्स्ड फैब्रिक विधि विशेष रूप से बड़े आकार के घटकों और उच्च उत्पादन दर की आवश्यकता वाले अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है। इस विधि में पूर्वनिर्धारित अंतरालों पर फाइबर फैब्रिक के ढेर में पुल्ट्रूडेड रॉड्स का समावेशन किया जाता है।

पारंपरिक रूप से यह प्रक्रिया पूर्वनिर्धारित छिद्रों वाले जिग की सहायता से मैन्युअल रूप से की जाती है। मैन्युअल प्रक्रिया की सीमाओं को दूर करने के लिए रॉड पियर्सिंग और समावेशन हेतु एक स्वचालित मशीन विकसित की गई है।

इस मशीन में न्यूमैटिक रूप से संचालित एक्टुएटर्स का उपयोग किया गया है। एक एक्टुएटर फैब्रिक की परतों में सुई के माध्यम से छिद्र पथ बनाता है, जबकि दूसरा एक्टुएटर पुल्ट्रूडेड रॉड को फैब्रिक स्टैक में प्रविष्ट कराता है। संपूर्ण तंत्र सर्वो मोटर द्वारा संचालित लीड स्क्रू पर आधारित है तथा इसकी गति और एक्टुएटर संचालन को PLC-आधारित नियंत्रण प्रणाली द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

यह मशीन सीधे पथ में रॉड प्रविष्टि की सुविधा प्रदान करती है तथा सॉफ़्टवेयर के माध्यम से रॉड स्पेसिंग को आसानी से परिवर्तित किया जा सकता है, जिससे जिग में व्यापक संशोधन की आवश्यकता समाप्त हो जाती है और सटीकता, दोहराव क्षमता एवं उत्पादन दक्षता में वृद्धि होती है।

चित्र 4: स्वचालित पियर्सिंग एवं इंसर्शन मशीन

NPP शंक्वाकार प्रीफॉर्म हेतु उन्नत नीडल पंचिंग मशीन

एक इन-हाउस नीडल पंचिंग मशीन विकसित की गई है, जिसे विशेष रूप से शंक्वाकार नीडल-पंच्ड नॉन-वोवन प्रीफॉर्म (NPP) के निर्माण के लिए संशोधित किया गया है। यह मशीन शंक्वाकार मैंड्रेल्स पर कार्य करने के लिए डिज़ाइन की गई है और इसका उपयोग ठोस रॉकेट मोटरों के उच्च चरणों में प्रयुक्त कार्बन–कार्बन डाइवर्जेंट एवं एक्सटेंडेबल कोन संरचनाओं के प्रीफॉर्म निर्माण में किया जाता है।

यह अनुकूलित मशीन जटिल शंक्वाकार ज्यामितियों पर समान फाइबर एंटैंगलमेंट सुनिश्चित करती है, जिससे थ्रू-थिकनेस सुदृढीकरण एवं संरचनात्मक अखंडता में सुधार होता है। यह प्रणाली विभिन्न कोन कोणों और मैंड्रेल आकारों के अनुरूप अनुकूलन योग्य है, जिससे यह उन्नत एयरोस्पेस समग्र अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनती है।

निष्कर्ष

3डी प्रिंटिंग, स्वचालित प्रीफॉर्मिंग और नीडल पंचिंग मशीन के क्षेत्र में हुई प्रगति को उपरोक्त वर्णित किया गया है। ये तकनीकें प्रौद्योगिकी में नए आयाम खोल रही हैं। इस तकनीक का उपयोग उन प्रीफॉर्म को बनाने के लिए किया जा सकता है, जिन्हें हाथ से बनाना संभव नहीं है, जैसे कि ऐसे प्रीफॉर्म जिनमें वेव ग्रेडिएंट फाइबर आर्किटेक्चर हो, जहां प्रीफॉर्म का वेव (weave) आवश्यकतानुसार धीरे-धीरे महीन (fine) वेव से मोटे (coarse) वेव में बदलता है। इस कार्यप्रणाली को जटिल आकार वाले प्रीफॉर्म बनाने के लिए अपनाया जा सकता है। नीडल पंचिंग तकनीक का उपयोग ठोस रॉकेट मोटर्स के लिए C-C शंक्वाकार (कोनिकल) डायवर्जेंट नोजल बनाने में किया जा सकता है। इन क्षेत्रों में हुई प्रगति ASL को नए मिसाइल सिस्टम के C-C घटकों के विकास की दिशा में तकनीकी मील का पत्थर हासिल करने में मदद करेगी।

❖

नियम-8 (4) : केन्द्रीय सरकार, आदेश द्वारा ऐसे अधिसूचित कार्यालयों को विनिर्दिष्ट कर सकती है जहाँ ऐसे कर्मचारियों द्वारा, जिन्हें हिंदी में प्रवीणता प्राप्त है, टिप्पण, प्रारूपण और ऐसे अन्य शासकीय प्रयोजनों के लिए, जो आदेश में विनिर्दिष्ट किए जाएं, केवल हिंदी का प्रयोग किया जाएगा।

आधुनिक मिसाइल प्रणालियों में नियंत्रण एवं मार्गदर्शन पद्धतियाँ

कमलेश साहु

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

kamlesh.sahu@asl.hyddom

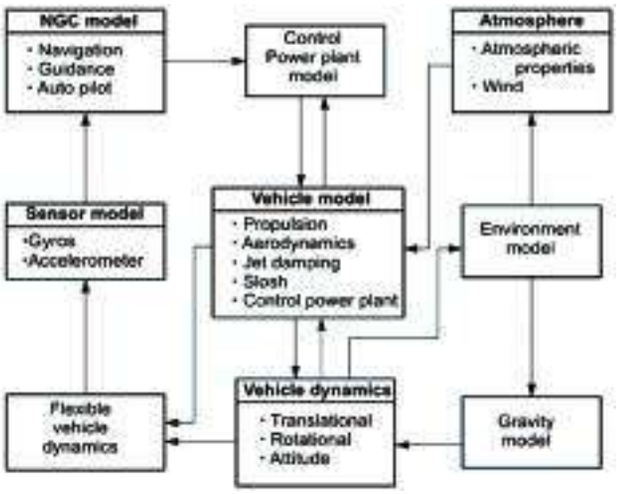
परिचय

सार: मिसाइल प्रणालियाँ आधुनिक सैन्य क्षमताओं का एक अत्यंत महत्वपूर्ण घटक हैं, जिनकी परिचालन प्रभावशीलता मुख्यतः मार्गदर्शन, नेविगेशन और नियंत्रण (Guidance, Navigation, and Control – GNC) पद्धतियों की उन्नतता पर निर्भर करती है। यह शोध पत्र वैश्विक स्तर पर प्रयुक्त मिसाइल नियंत्रण एवं मार्गदर्शन तकनीकों का एक संरचित अवलोकन प्रस्तुत करता है, जिसमें पारंपरिक कमांड मार्गदर्शन से लेकर उन्नत मल्टीमोड तथा हाइपरसोनिक मार्गदर्शन अवधारणाएँ शामिल हैं। समकालीन मिसाइल GNC प्रौद्योगिकियों की संक्षिप्त तकनीकी समझ प्रदान करने हेतु मानक GNC संरचनाएँ, ब्लॉक आरेख, गणितीय मार्गदर्शन नियम तथा तुलनात्मक विश्लेषण भी सम्मिलित किए गए हैं। यह तकनीकी रिपोर्ट विश्व में प्रचलित मिसाइल नियंत्रण एवं मार्गदर्शन पद्धतियों का संरचित एवं समीक्षात्मक विश्लेषण प्रस्तुत करती है।

सूचक शब्द– मिसाइल मार्गदर्शन, नेविगेशन प्रणालियाँ, नियंत्रण प्रणालियाँ, अनुपातिक नेविगेशन, हाइपरसोनिक वाहन।

1. भूमिका

आधुनिक मिसाइलें स्वायत्त हथियार प्रणालियाँ हैं, जिन्हें कम-दूरी, मध्यम-दूरी या अंतरमहाद्वीपीय दूरी तक पेलोड को सटीक रूप से पहुँचाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। मिसाइल प्रौद्योगिकी का विकास सेंसरों, ऑनबोर्ड संगणना, नियंत्रण सिद्धांत तथा नेविगेशन सहायक प्रणालियों में हुई प्रगति से प्रेरित रहा है। किसी भी मिसाइल प्रणाली के केंद्र में मार्गदर्शन–नेविगेशन–नियंत्रण (Guidance–Navigation–Control, GNC) लूप होता है, जो वांछित प्रक्षेपवक्र निर्धारित करता है, मिसाइल की स्थिति का आकलन करता है, और मिशन उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु एक्ट्यूएटर कमांड उत्पन्न करता है।



चित्र 1: एकीकृत उड़ान गतिकी एवं GNC प्रणाली का कार्यात्मक ब्लॉक आरेख

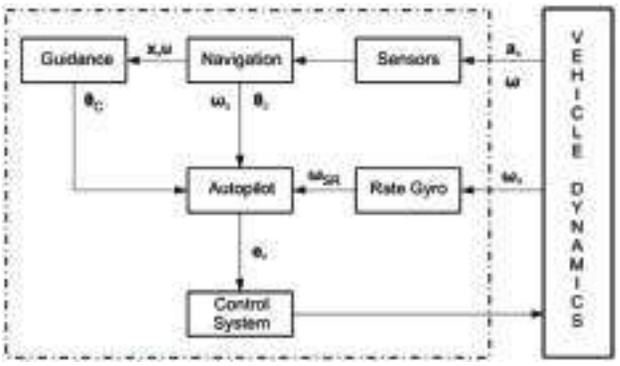
2. मार्गदर्शन–नेविगेशन–नियंत्रण संरचना

2.1. कार्यात्मक परिभाषाएँ

a. **मार्गदर्शन (Guidance):** लक्ष्य को अवरोधित (इंटरसेप्ट) करने के लिए वांछित त्वरण एवं अभिविन्यास (एटिट्यूड) कमांड उत्पन्न करता है।

b. **नेविगेशन (Navigation):** मिसाइल की स्थिति, वेग तथा अभिविन्यास का आकलन करता है।

c. **नियंत्रण (Control):** मार्गदर्शन कमांड को एक्ट्यूएटर विचलन (डिफ्लेक्शन) या थ्रस्ट वेक्टरिंग कमांड में परिवर्तित करता है।



चित्र 2: सामान्य मार्गदर्शन–नेविगेशन–नियंत्रण (GNC) ब्लॉक आरेख

NGC प्रणाली मॉडल में जिन विभिन्न विशेषताओं का सिमुलेशन आवश्यक है, वे निम्नलिखित हैं–

1. सेंसर डायनेमिक्स, जिसमें संबंधित ऑन-बोर्ड सेंसर इलेक्ट्रॉनिक्स के प्रभाव, सेंसर हार्डवेयर की प्रतिक्रिया, तथा डेटा अधिग्रहण से लेकर कार्यात्मक प्रणाली तक डेटा प्रेषण में उत्पन्न विलंब शामिल हैं।
2. नेविगेशन एल्गोरिद्म, जैसा कि ऑन-बोर्ड कार्यान्वित किया गया है, तथा उससे संबंधित ऑन-बोर्ड सीमाएँ।
3. मार्गदर्शन एल्गोरिद्म एवं मार्गदर्शन नियम, जैसा कि वाहन में ऑन-बोर्ड कार्यान्वित किया गया है।
4. ऑटोपायलट एल्गोरिद्म एवं नियंत्रण नियम, जैसा कि ऑन-बोर्ड कार्यान्वित किया गया है।
5. नियंत्रण पावर प्लांट (Control Power Plant) की डायनेमिक्स।
6. ऑन-बोर्ड कंप्यूटरों का सिमुलेशन तथा विभिन्न उप-प्रणालियों के बीच डेटा प्रेषण में होने वाले विलंब का मॉडल।
7. सेंसर त्रुटियों एवं संकेतों में शोर (Noise) का सिमुलेशन, जैसा कि यथार्थवादी उड़ान वातावरण में होता है।

3. मिसाइल मार्गदर्शन कार्यप्रणालियाँ

मार्गदर्शन प्रणाली निर्देशित मिसाइल का मस्तिष्क होती है। यह लक्ष्य के सापेक्ष मिसाइल की स्थिति निर्धारित करती है और लक्ष्य से अवरोधन (इंटरसेप्शन) सुनिश्चित करने के लिए अपनाए जाने वाले मार्ग की गणना करती है। मिसाइल की भूमिका के अनुसार विभिन्न प्रकार की मार्गदर्शन प्रणालियाँ उपलब्ध होती हैं। इनका संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित है।

3.1. कमांड मार्गदर्शन (Command Guidance)

कमांड मार्गदर्शन में मिसाइल स्वयं अवरोधन (इंटरसेप्ट) समाधान की गणना नहीं करती। इसके बजाय, एक ग्राउंड-आधारित या एयरबोर्न प्रणाली मिसाइल और लक्ष्य दोनों को ट्रैक करती है तथा स्टियरिंग कमांड प्रसारित करती है।

अनुप्रयोग: प्रारंभिक सतह-से-वायु मिसाइलें (Surface-to-Air Missiles, SAMs)

लाभ: ऑन-बोर्ड इलेक्ट्रॉनिक्स सरल होती है

सीमाएँ: जैमिंग के प्रति संवेदनशील तथा निरंतर बाहरी ट्रैकिंग की आवश्यकता

3.2. बीम-राइडिंग मार्गदर्शन (Beam Riding Guidance)

इस विधि में मिसाइल लक्ष्य की ओर निर्देशित रेडार या लेज़र बीम के केंद्र में बने रहने का प्रयास करती है।

विशेषताएँ: दूरी बढ़ने के साथ सटीकता में कमी आती है तथा पैंतरेबाज़ी (मैनूवर) क्षमता सीमित होती है

3.3. टेरेन कंटूर मैचिंग (Terrain Contour Matching – TERCOM)

इस विधि में मिसाइल मापी गई भू-भाग (टेरेन) ऊँचाई की तुलना संग्रहीत डिजिटल मानचित्रों से करती है।

रेडार अल्टीमीटर → मापा गया टेरेन प्रोफ़ाइल → संग्रहीत मानचित्र से तुलना → स्थिति सुधार

अनुप्रयोग: मुख्यतः लंबी दूरी की क्रूज़ मिसाइलों में उपयोग किया जाता है।

3.4. इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल / सीन-मैचिंग मार्गदर्शन (Electro-Optical / Scene Matching Guidance)

टर्मिनल मार्गदर्शन चरण में, ऑन-बोर्ड कैमरा वास्तविक समय की छवियों की तुलना संदर्भ दृश्यों (Reference Scenes) से करता है।

परिणाम: अत्यंत उच्च टर्मिनल से सटीकता प्राप्त होती है।

3.5. रेडार होमिंग मार्गदर्शन (Radar Homing Guidance)

a. **सेमी एक्टिव रेडार होमिंग (Semi Active Radar Homing – SARH):** लक्ष्य को बाहरी रेडार द्वारा प्रकाशित (इल्यूमिनेट) किया जाता है; मिसाइल परावर्तित सिग्नल पर होम करती है।

b. **एक्टिव रेडार होमिंग (Active Radar Homing – ARH):** मिसाइल स्वयं का रेडार सीकर वहन करती है।

अनुप्रयोग: वायु से वायु मिसाइलें (Air to Air) एवं सतह से वायु मिसाइल (SAM) प्रणालियाँ

3.6. इन्फ्रारेड एवं इमेजिंग इन्फ्रारेड (IR / IIR) मार्गदर्शन

यह विधि लक्ष्य के तापीय या छवि आधारित हस्ताक्षरों (Signatures) का उपयोग करती है।

लाभ: निष्क्रिय (कोई उत्सर्जन नहीं) तथा रेडार जैमिंग के प्रति अधिक प्रतिरोधी

3.7. एंटी रेडिएशन होमिंग (Anti Radiation Homing)

इस प्रकार की मिसाइलें शत्रु रेडार के उत्सर्जनों पर होम करती हैं।

भूमिका: शत्रु वायु रक्षा दमन (Suppression of Enemy Air Defenses – SEAD)

3.8. मल्टी मोड एवं हाइब्रिड मार्गदर्शन (Multi Mode and Hybrid Guidance)

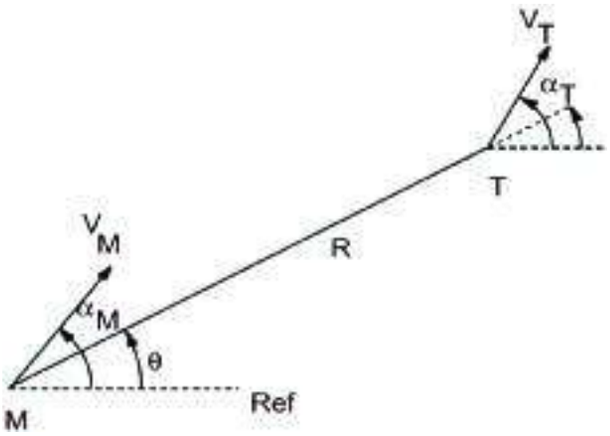
आधुनिक मिसाइलें स्तरित (Layered) मार्गदर्शन अपनाती हैं–

INS + सैटेलाइट (मिड कोर्स) तथा रेडार / IR (टर्मिनल)

यह दृष्टिकोण जीवित रहने की क्षमता (Survivability) एवं सटीकता में वृद्धि करता है।

3.9. अनुपातिक नेविगेशन (Proportional Navigation – PN)

मिसाइलों में सबसे व्यापक रूप से प्रयुक्त मार्गदर्शन नियम अनुपातिक नेविगेशन (PN) मार्गदर्शन है।



चित्र 3: मिसाइल–लक्ष्य संलग्नता ज्यामिति

समानुपाती नेविगेशन मिसाइल मार्गदर्शन में सर्वाधिक प्रचलित विधि है। इसमें मिसाइल का पार्श्व त्वरण दृष्टि रेखा (LOS) के कोणीय परिवर्तन के अनुपात में होता है।

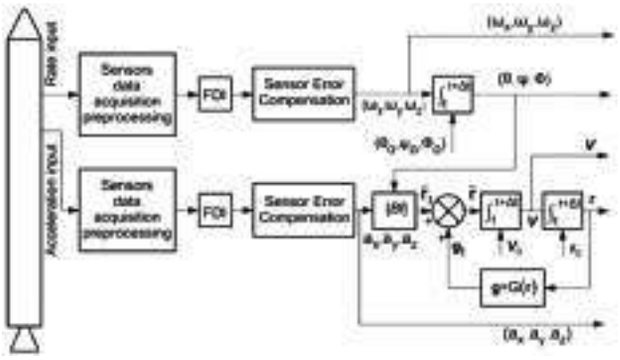
समीकरण (1): $a = N \cdot Vc \cdot (d\lambda/dt)$

जहाँ: a = मिसाइल का पार्श्व त्वरण, N = नेविगेशन स्थिरांक (3 से 5), Vc = सापेक्ष वेग

$d\lambda/dt$ = दृष्टि रेखा कोणीय दर

4. नेविगेशन प्रणाली मॉडल

जड़त्वीय नेविगेशन प्रणाली (INS) त्वरणमापी एवं जाइरोस्कोप द्वारा प्राप्त संकेतों का समाकलन कर स्थिति एवं वेग का अनुमान लगाती है।



चित्र 4: जड़त्वीय नेविगेशन संगणना ब्लॉक आरेख

समीकरण (2): $V(t) = \int a(t)\, dt$ तथा $S(t) = \int V(t)\, dt$

अनुप्रयोग: बैलिस्टिक मिसाइलें तथा क्रूज़ मिसाइलों का मिड कोर्स चरण

सीमा: समय के साथ त्रुटि में वृद्धि (ड्रिफ्ट), सैटेलाइट नेविगेशन प्रणालियाँ समय समय पर INS ड्रिफ्ट को सुधारती हैं।

वैश्विक प्रणालियाँ: (a) GPS (USA), (b) GLONASS (रूस), (c) Beidou (चीन)., (d) NavIC (भारत)

सटीकता: आधुनिक प्रणालियों में सर्कुलर एरर प्रोबेबल (Circular Error Probable – CEP) < 10 मीटर।

5. नियंत्रण कार्यप्रणालियाँ (Control Methodologies)

वर्तमान परिदृश्य में, रेंज एवं डिज़ाइन दर्शन के आधार पर मिसाइलों को वायुमंडलीय चरण के दौरान नियंत्रणीयता हेतु एरोडायनामिक कंट्रोल (ADC) फिन्स एवं थ्रस्ट वेक्टर कंट्रोल (TVC) के साथ डिज़ाइन किया जाता है, जबकि मुक्त अंतरिक्ष या वायुमंडल से ऊपर के क्षेत्र में रिएक्शन कंट्रोल सिस्टम (RCS) का उपयोग किया जाता है।

5.1. एरोडायनामिक नियंत्रण (Aerodynamic Control)

नियंत्रण बल उत्पन्न करने के लिए फिन्स, कैनार्ड्स या पंखों का उपयोग करता है।

5.2. थ्रस्ट वेक्टर कंट्रोल (Thrust Vector Control – TVC)

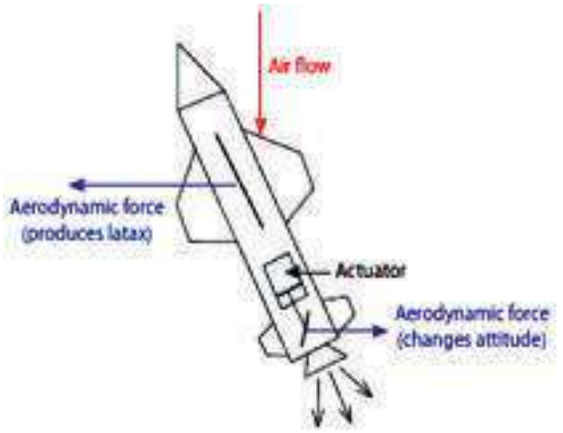
इंजन एग्ज़ॉस्ट को विचलित कर नियंत्रण आघूर्ण (Control Moments) उत्पन्न किए जाते हैं, जैसे फ्लेक्सिबल नोज़ल कंट्रोल (FNC) या जेट वेन्स के माध्यम से।

5.3. रिएक्शन कंट्रोल सिस्टम (Reaction Control System – RCS)

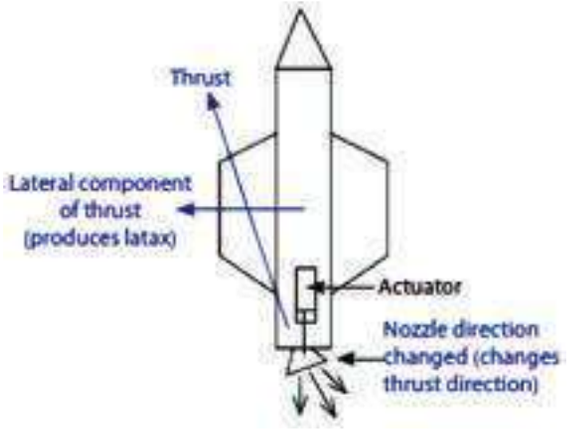
वायुमंडल के बाहर छोटे थ्रस्टर्स का उपयोग किया जाता है।

5.4. हाइब्रिड नियंत्रण (Hybrid Control)

एरोडायनामिक सतहों और TVC या RCS का संयोजन।



(a) Aerodynamic Control

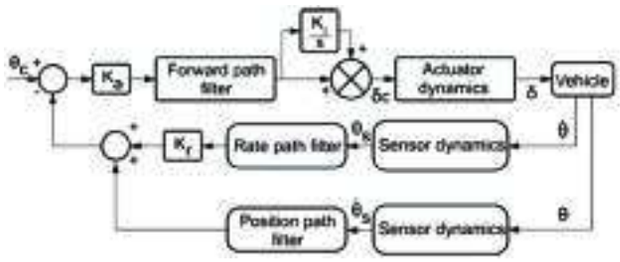


(b) Thrust Vector Control

6. ऑटोपायलट नियंत्रण लूप

मिसाइलों की GNC प्रणाली में तीन लूप होते हैं। ऑटोपायलट आंतरिक (इनर) लूप होता है। यह सेंसरों से प्राप्त डेटा तथा बाह्यतम नेविगेशन और मार्गदर्शन लूप से

वांछित अभिविन्यास (एटिट्यूड) प्राप्त करता है और उसके आधार पर नियंत्रण कमांड उत्पन्न करता है। ऑटोपायलट प्रणाली द्वारा उत्पन्न इन नियंत्रण कमांड का उपयोग करते हुए, सबसे अंदर का एक्ट्यूएशन सिस्टम लूप आवश्यक बल और आघूर्ण (Moments) उत्पन्न करता है, जिससे वाहन को आवश्यकताओं के अनुरूप नियंत्रित एवं स्थिर किया जा सके।



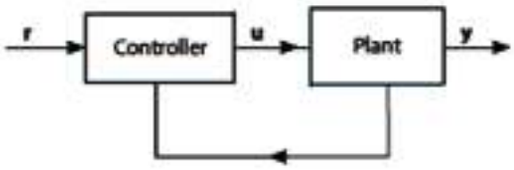
चित्र 6: ऑटोपायलट नियंत्रण लूप

इष्टतम और आधुनिक नियंत्रण विधियाँ (Optimal and Modern Control Methods)

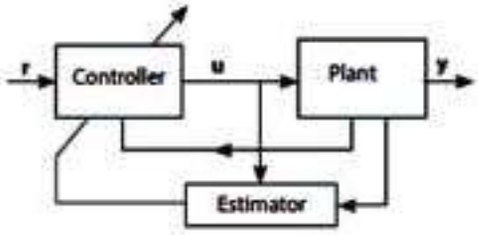
a. **लीनियर क्वाड्रेटिक रेगुलेटर (Linear Quadratic Regulator – LQR):** यह विधि सिस्टम के राज्यों और नियंत्रण इनपुट पर आधारित लागत फ़ंक्शन को न्यूनतम करते हुए अनुकूल नियंत्रण कमांड उत्पन्न करती है।

b. **मॉडल प्रेडिक्टिव कंट्रोल (Model Predictive Control – MPC):** भविष्य की प्रणाली व्यवहार की भविष्यवाणी करके, नियंत्रण इनपुट की गणना करती है ताकि प्रणाली सीमाओं के भीतर रहते हुए प्रदर्शन बेहतर बनाया जा सके।

c. **रोबस्ट और अनुकूलनीय नियंत्रण (Robust and Adaptive Control):** सिस्टम में अनिश्चितताओं और परिवर्तनीय स्थितियों के बावजूद स्थिरता और प्रदर्शन बनाए रखने के लिए नियंत्रण विधियाँ।



(a) Optimal control system



(b) Adaptive control system

7. हाइपरसोनिक मिसाइल मार्गदर्शन की चुनौतियाँ (Hypersonic Missile Guidance Challenges)

मुख्य चुनौतियाँ: प्लाज़्मा ब्लैकआउट, अत्यधिक तापीय भार, उच्च पैंतरेबाज़ी (मैनूवर) गतिकी

समाधान: अत्यंत सटीक इनर्शियल नेविगेशन सिस्टम (INS), तारकीय नेविगेशन (Stellar Navigation) AI सहायित अनुकूलनीय मार्गदर्शन

8. मिसाइल मार्गदर्शन में वैश्विक रुझान (Global Trends in Missile Guidance)

युग — प्रमुख प्रौद्योगिकियाँ

- 1950–1970: कमांड मार्गदर्शन, बीम राइडिंग
- 1980–2000: INS, रेडार, IR
- 2000–वर्तमान: मल्टी मोड हाइब्रिड
- भविष्य: AI सहायित, हाइपरसोनिक

9. निष्कर्ष (Conclusion)

मिसाइल नियंत्रण एवं मार्गदर्शन प्रौद्योगिकियाँ बाह्य रूप से नियंत्रित प्रणालियों से विकसित होकर अत्यधिक स्वायत्त, बुद्धिमान और बहु सेंसर संरचनाओं तक पहुँच चुकी हैं। आधुनिक संघर्षों में जीवित रहने की क्षमता, उच्च सटीकता और अनुकूलनशीलता की आवश्यकता होती है, जिसके कारण हाइब्रिड मार्गदर्शन एवं उन्नत नियंत्रण नियमों का एकीकरण आवश्यक हो गया है। भविष्य की मिसाइल प्रणालियों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता, सहकारी मार्गदर्शन, हाइपरसोनिक पैंतरेबाज़ी क्षमताएँ तथा बहुविषयक डिज़ाइन अनुकूलन (Multidisciplinary Design Optimisation – MDO) पर बढ़ती निर्भरता अपेक्षित है।

संदर्भ

1. Fundamentals of Guided Missiles — एस. आर. मोहन, DRDL
2. Integrated Design for Space Transportation System — बी. एन. सुरेश, के. सिवन, ISRO
3. Zarchan, P. — Tactical and Strategic Missile Guidance
4. Blakelock, J.H. — Automatic Control of Aircraft and Missiles
5. Siouris, G. — Missile Guidance and Control Systems
6. वैश्विक मिसाइल रक्षा कार्यक्रमों पर खुला साहित्य
7. Guidance of Missiles / NPTEL / 2012 / डी. घोषे

❖

हिंदी में प्रवीणता

यदि किसी कर्मचारी ने–

(क) मैट्रिक परीक्षा या उसकी समतुल्य या उससे उच्चतर कोई परीक्षा हिंदी के माध्यम से उत्तीर्ण कर ली है; या

(ख) स्नातक परीक्षा में अथवा स्नातक परीक्षा की समतुल्य या उससे उच्चतर किसी अन्य परीक्षा में हिंदी को एक वैकल्पिक विषय के रूप में लिया हो; या

(ग) यदि वह इन नियमों से उपाबद्ध प्ररूप में यह घोषणा करता है कि उसे हिंदी में प्रवीणता प्राप्त है;

तो उसके बारे में यह समझा जाएगा कि उसने हिंदी में प्रवीणता प्राप्त कर ली है।

डीआरडीओ में ठोस प्रणोदन प्रणाली का विकास और उन्नति

विमल प्रकाश मिश्रा

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

vimalprakash.asl@gov.in

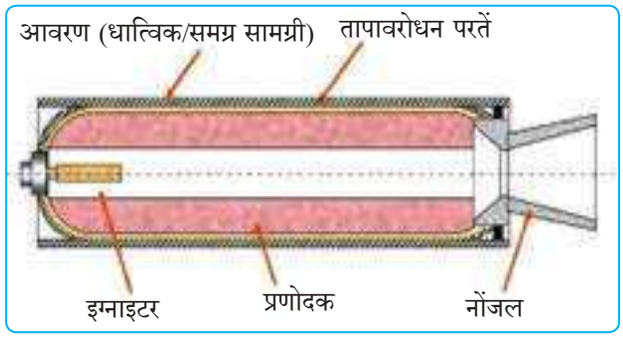
परिचय

रक्षा अनुसंधान एवं विकास संस्थान में प्रणोदन प्रणाली का विकास रक्षा प्रयोगों को ध्यान में रखते हुए समय के साथ विकसित किया गया। एक विशेष आयुध विकास दल की नीव रक्षा एवं विज्ञान संस्थान, दिल्ली में 1958-59 में रखी गई थी। विशेष रूप से निर्मित इस दल का मुख्य कार्य स्वदेशी नियंत्रित प्रक्षेपास्त्रों की तकनीकी आवश्यकताओं का अध्ययन करना, एवं राष्ट्रीय सुरक्षा की दृष्टि से नयी परियोजनाएं बनाना था। बख्तरबंद युद्धक टैंक नासक नियंत्रित प्रक्षेपास्त्र परियोजना इसी दल की देन थी। विगत वर्षों में रक्षा अनुसन्धान संस्थान ने अच्छी प्रगति करते हुए, सामरिक और रणनीतिक प्रक्षेपास्त्रों का निर्माण किया, तथा राष्ट्रीय स्तर पर आत्मनिर्भरता में एक नया आयाम स्थापित किया और ऐसे कई उदहारण है जहां भारतीय रक्षा अनुसन्धान संस्थान ने नयी तकनीकों का विकास कर उन्हें, भारतीय उद्योग निकायों एवं आयुध कारखानों को स्थानांतरित कर राष्ट्र का गौरव बढ़ाया।

भारतीय प्रक्षेपास्त्र विकास ने जुलाई 1983 के बाद गति पकड़ी जब एकीकृत नियंत्रित प्रक्षेपास्त्र विकास योजना प्रारम्भ की गयी, इस संगठित परियोजना में सामरिक और रणनीतिक दोनों प्रकार की प्रक्षेपास्त्र तकनीक पर कार्य हुए और ठोस, तरल, वायु-श्वास जेट इंजन जैसी जटिल प्रणोदन प्रणालियाँ विकसित की गयीं। दो दशकों में रणनीतिक स्तर पर अग्नि और उसके कई प्रकार विकसित किये, इस प्रक्रिया में कई चुनौतियों जैसे उपभोक्ता विनिर्देश, उत्पादन केन्द्रों की स्थापना, तकनीक का औद्योगिक केन्द्रों को स्थानांतरण, विभिन्न प्रक्षेपण मंचों से प्रक्षेपास्त्रों एकीकरण, हथियारबंद दलों (उपभोक्ता) के प्रशिक्षण इत्यादि का सामना करते हुए, अपनी दृढ़ इच्छा शक्ति का परिचय दिया।

प्रक्षेपास्त्रों की कार्यात्मक एवं परिचालन वातावरण को मद्देनजर रखते हुए, ठोस प्रणोदन प्रणाली एक अच्छा ऊर्जा स्रोत माना गया है। रॉकेट मोटर एक विशिष्ट ऊर्जा स्थानांतरण प्रणाली है जहाँ ईंधन में निहित रासायनिक ऊर्जा को उच्च दाब के साथ ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। इससे उत्पन्न गैसें नोजल से होकर गुजरती हैं जहाँ आंतरिक ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है, जिससे प्रणोदक बल (ट्रस्ट) उत्पन्न होता है। ठोस प्रणोदक रॉकेट मोटर रॉकेट इंजन के उस परिवार का एक हिस्सा है जहाँ ईंधन और ऑक्सीकारक को एक ठोस में मिलाया जाता है। इसके सरल डिजाइन, आसान निर्माण और उच्च विश्वसनीयता के कारण यह अन्य रॉकेट मोटरों की तुलना में सबसे अधिक उपयोग में है।

प्रक्षेपास्त्रों के उद्देश्य को ध्यान रखते हुए ठोस प्रणोदन प्रणाली ऊर्जाप्रबंधन, भण्डारण जीवन काल एवं प्रयोग करने में ज्यादा सुविधाजनक है। किसी भी ठोस प्रणोदन प्रणाली के मुख्य उपनिकाय, आवरण, तापावरोधन, ज्वलक उपनिकाय एवं नोदक हैं। यह लेख ठोस प्रणोदन प्रणाली का एक संक्षिप्त विवरण एवं महत्ता को प्रस्तुत करता है, तथा कालांतर में विभिन्न उपनिकायों में हुए विकास पर क्रमबद्ध रूप में प्रकाश डालता है।



चित्र 1: रॉकेट मोटर के महत्वपूर्ण भाग

रॉकेट आवरण

मिसाइल प्रणाली के निष्क्रिय भार के अंतर्गत रॉकेट मोटर का आवरण आता है। मोटर केसिंग जितनी हल्की होगी, पेलोड क्षमता उतनी ही बेहतर होगी। केसिंग का उद्देश्य प्रणोदक को संग्रहित करना और उसे पर्यावरण से होने वाले क्षरण से बचाना है, और दहन के दौरान यह आवश्यक थ्रस्ट प्रदान करने के लिए उच्च दबाव बनाए रखने में सक्षम बनाती है। दहन प्रक्रिया मोटर के आवरण में होती है; इसलिए इसे दहन कक्ष भी कहा जाता है। आवरण को मोटर के संचालन से उत्पन्न आंतरिक दबाव (लगभग 3-30 MPa) को पर्याप्त सुरक्षा कारक के साथ सहन करने में सक्षम होना चाहिए। इसलिए मोटर का आवरण आमतौर पर धातु (उच्च प्रतिरोधकता वाले इस्पात या उच्च शक्ति वाले एल्यूमीनियम मिश्र धातु) या मिश्रित सामग्रियों (कांच, केवलर और कार्बन) से बना होता है।

तापावरोधन

लगभग 2000 से 3500 K तक के उच्च तापमान वाले दहन गैसों के कारण रॉकेट मोटर के मोटर केस या अन्य संरचनात्मक उपघटकों की सुरक्षा आवश्यक हो जाती है। सामान्य इन्सुलेटर पदार्थों में कम तापीय चालकता, उच्च तापीय क्षमता होती है और वे आमतौर पर अपघर्षक शीतलन में सक्षम होते हैं। सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले इन्सुलेशन पदार्थ EPDM (एथिलीन प्रोपाइलीन डायीन मोनोमर) हैं जिनमें सुदृढ़ीकरण सामग्री मिलाई जाती है।

इग्नाइटर

प्रज्ज्वलन प्रणाली प्रणोदक की सतह को दहन शुरू करने के लिए आवश्यक ऊर्जा प्रदान करती है। प्रज्ज्वलन आमतौर पर एक विद्युत संकेत से शुरू होता है। प्रज्ज्वलन आवेशों में उच्च विशिष्ट ऊर्जा होती है और इन्हें गैसों या ठोस कणों को उत्सर्जित करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। पारंपरिक ऊष्मा उत्सर्जित करने वाले यौगिक आमतौर पर आतिशबाजी सामग्री, काला पाउडर, धातु-ऑक्सीकारक मिश्रण और पारंपरिक ठोस रॉकेट प्रणोदक होते हैं।

नोजल

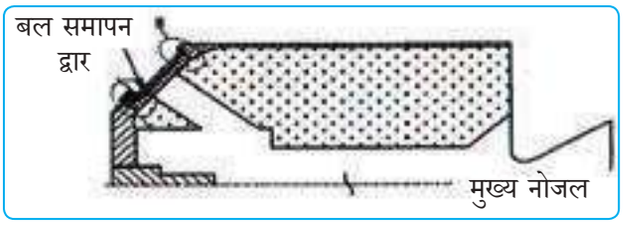
उच्च तापमान और उच्च दबाव वाली दहन गैसें अभिसारी-अपसारी नोजल के माध्यम से बाहर निकलती हैं। इस प्रकार, प्रणोदक की रासायनिक ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है और उत्तोलन उत्पन्न होता है। नोजल की ज्यामिति सीधे तौर पर निर्धारित करती है कि कुल ऊर्जा का कितना भाग गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होता है। इसलिए, रॉकेट मोटर के प्रदर्शन में नोजल डिजाइन की बहुत महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

प्रणोदक

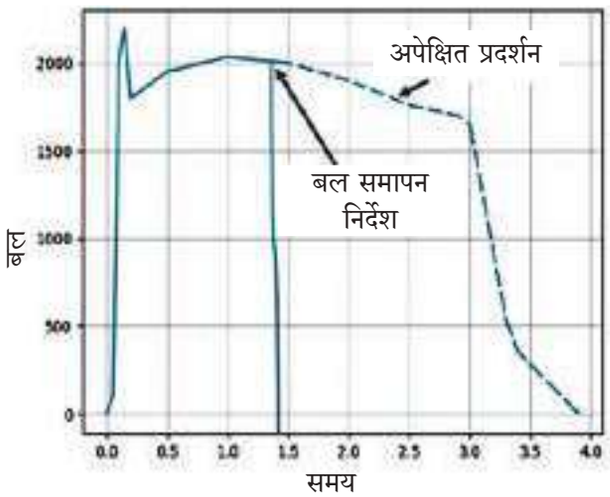
एक ठोस द्रव्यमान की तरह व्यवहार करता है, एक निश्चित तरीके से जलता है और निकास गैसें उत्पन्न करता है। नोजल के आयामों की गणना इस प्रकार की जाती है कि निकास गैसों से उत्तोलन उत्पन्न करते हुए डिजाइन कक्ष के दबाव को बनाए रखा जा सके। एक बार प्रज्ज्वलित होने के बाद, एक साधारण ठोस रॉकेट मोटर को बंद नहीं किया जा सकता है, क्योंकि इसमें दहन के लिए आवश्यक सभी तत्व उस कक्ष के भीतर मौजूद होते हैं जिसमें वे जलते हैं। अधिक उन्नत ठोस रॉकेट मोटरों को न केवल नियंत्रित किया जा सकता है, बल्कि नोजल ज्यामिति को नियंत्रित करके या वेंट पोर्ट का उपयोग करके उन्हें बुझाया और फिर से प्रज्ज्वलित भी किया जा सकता है।

ठोस प्रणोदन में नई प्रौद्योगिकियां

बल समापन प्रणाली: ट्रस्ट टर्मिनेशन सिस्टम (टीटीएस) (बल समापन प्रणाली) एक महत्वपूर्ण सुरक्षा तंत्र है, जिसे रॉकेट के प्रणोदन को रोकने या उड़ान के दौरान वाहन बल को नष्ट करने किसी भी मध्यवर्ती या न्यूनतम सीमा को पूरा करने के लिए विभिन्न प्रक्षेप पथों को प्राप्त करने के लिए के लिए डिज़ाइन किया गया। यह अक्सर अंतरिक्ष प्रक्षेपण, सैन्य परीक्षण और ध्वनि उत्पन्न करने वाले रॉकेटों के लिए आवश्यक होता है। ठोस रॉकेट मोटरों के लिए, इसमें तीव्र, विस्फोटक दबाव कम करने जैसी क्रियाविधियाँ शामिल होती हैं। यह असंवेदनशील गोला-बारूद डिजाइन आवश्यकता के लिए सहायक हो सकता है। वाहन के कुल थ्रस्ट को शून्य करने के लिए ट्रस्ट टर्मिनेशन सिस्टम को डिजाइन करने के कई तरीके संभव हैं। एक तरीका नोजल की विपरीत दिशा में पोर्ट खोलना या प्रणोदक को बुझा देना है।



चित्र 2: बल समापन प्रणाली की संरचना

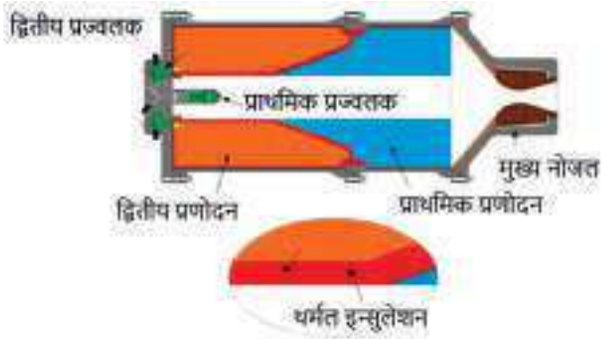


चित्र 3: बल समापन प्रणाली के परिणाम

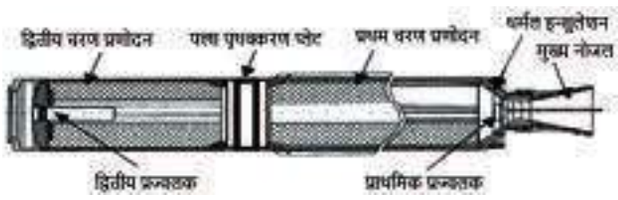
चित्र 4: बल समापन प्रणाली का स्थैतिक परीक्षण

द्विस्पंदित ठोस ईंधन रॉकेट मोटर: मिसाइलों की आवश्यकताओं के अनुरूप उपलब्ध ऊर्जा का अनुकूलन करना ही अगली पीढ़ी की मिसाइल प्रणालियों का आधार है। इसी दिशा में उच्च ऊर्जा प्रणोदक के साथ बहु-पल्स प्रणोदन प्रणाली भविष्य की हथियार प्रणाली है। एक ही दिशा में काम करते हुए, तकनीकी साहित्य ने कई समाधान दिखाए हैं और उसी के आधार पर महत्वपूर्ण प्रगति हासिल की गई है। प्रणोदक को यांत्रिक व्यवस्था द्वारा कई कक्षों में विभाजित करके या इन्सुलेशन प्रणाली की सहायता से उन्हें अलग करके कई स्पंदन प्राप्त किए जा सकते हैं। दोनों प्रकार के विन्यास को निम्नलिखित चित्रों में दर्शाया गया है।

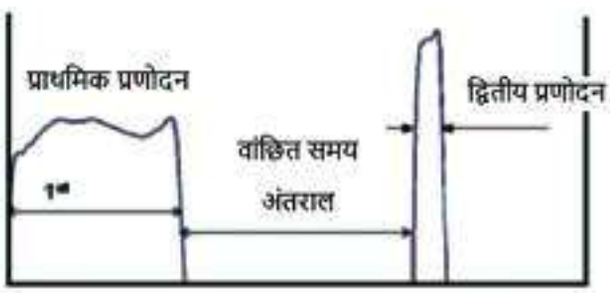
इस दिशा में कार्य करते हुए दोहरी पल्स प्रणालियों को सफलतापूर्वक विकसित किया गया है और उड़ान परीक्षणों में भी इनका प्रदर्शन सिद्ध हो चुका है। वर्तमान प्रणाली में मुख्य चुनौती ऊष्मीय भार वहन करना और मांग के अनुसार बल प्रदान करना है।



चित्र 5: डुअल पल्स प्रणाली के संभावित विन्यास-1



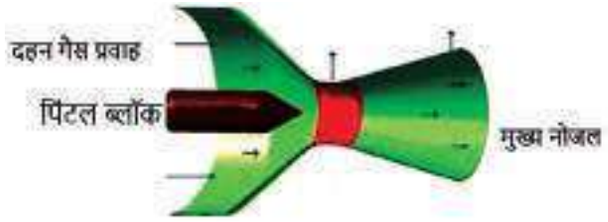
चित्र 6: डुअल पल्स प्रणाली के संभावित विन्यास-2



चित्र 7: डुअल पल्स प्रणाली के स्थैतिक परीक्षण परिणाम

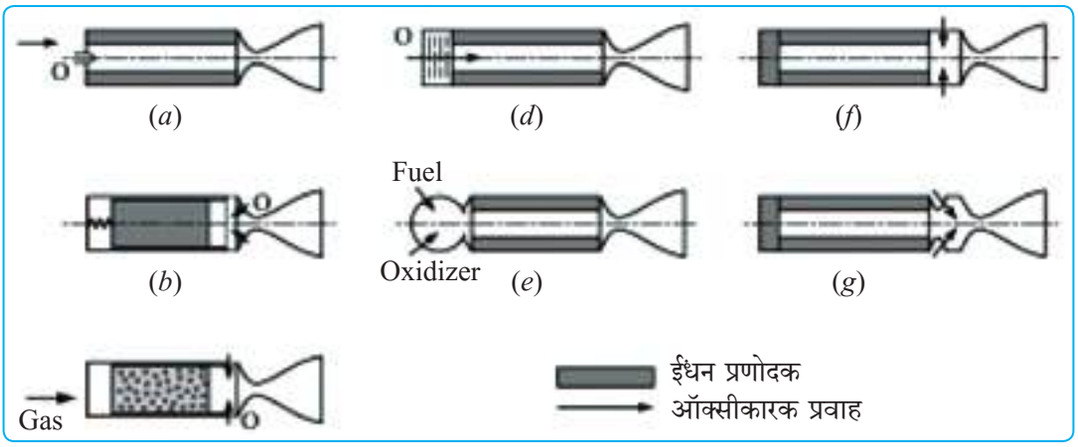
परिवर्तनीय बल प्रणाली: वर्तमान परिदृश्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की प्रगति को देखते हुए रॉकेट मोटर की परिवर्तनीय शक्ति भविष्य की आवश्यकता है। भविष्य की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, अनुकूलनीय बल आवश्यकता आधारित प्रणोदन प्रणाली को डिजाइन और विकसित करने की पहल की जा रही है। इस दिशा में पहला कदम दो स्तरीय बल उत्पादन तंत्र विकसित करने के लिए उठाया जा रहा है, जिसे भविष्य में कई प्रकार की बल

आवश्यकताओं के लिए अपनाया जा सकता है। भविष्य की प्रणोदन प्रणाली को उच्च प्रदर्शन के साथ-साथ समग्र वजन को कम करना होगा। इसी दिशा में काम करते हुए पिंटल आधारित प्रणोदन प्रणाली को डिजाइन किया गया है। इसके कई संभावित विन्यास हैं जिनका खुलासा इस समय नहीं किया जा सकता। सिस्टम को समझने के लिए यहां बुनियादी कॉन्फ़िगरेशन प्रस्तुत किया जा रहा है।



चित्र 8: बल समापन प्रणाली के परिणाम

हाइब्रिड रॉकेट मोटर: हाइब्रिड रॉकेट मोटर ठोस और तरल प्रणोदन प्रणाली का संयोजन है। यह उन्नत क्षमताओं के साथ सामरिक युद्ध का भविष्य है। हाइब्रिड प्रणाली ठोस और तरल के बीच की खाई को पाटती है, जिससे मध्यवर्ती क्षमता मिलती है। हाइब्रिड प्रणोदन वायु रक्षा प्रणाली के लिए एक उत्कृष्ट समाधान है, जहाँ अंतिम चरण में वाहन को लक्ष्य की ओर ले जाना आवश्यक होता है। तरल प्रणाली की तुलना में कम घटकों और ठोस प्रणाली की तुलना में अधिक घटकों वाला होने के कारण, यह तरल प्रणोदक आधारित बल जनरेटरों की तुलना में अधिक विश्वसनीय प्रणाली के साथ एक मध्यवर्ती समाधान है। देश की वर्तमान क्षमता को देखते हुए, सामरिक और हवाई रक्षा प्रणालियों के लिए इस तकनीक का उपयोग किया जाना चाहिए। नीचे दिए गए चित्र में ठोस प्रणोदक आधारित संकर प्रणाली का एक नमूना दिखाया गया है। हाइब्रिड प्रणोदन प्रणाली का विकास ठोस, तरल और रैमजेट प्रणोदन की क्षमता को एकीकृत करने के लिए किया जाता है। यह तकनीक ठोस, तरल और रैमजेट विशेषज्ञों के साथ मिलकर कई तरह के समाधान ला सकती है।



चित्र 9: विभिन्न प्रकार की हाइब्रिड प्रणोदन प्रणाली

निष्कर्ष

इन नई तकनीकों के अलावा, रॉकेट मोटर निर्माण के लिए उपयोग की जाने वाली सामग्रियों में प्रगति के साथ, इन्सुलेशन और उच्च ऊर्जा प्रणोदक ठोस रॉकेट मोटरों को अधिक कुशल और विश्वसनीय बनाएंगे। भविष्य में कम क्षरण वाले इन्सुलेटर और उच्च ताप प्रतिरोधक सामग्री की मांग रहेगी। भविष्य में रॉकेट इंजनों में सभी मिश्रित सामग्री का उपयोग होगा, और थ्रोट और नोजल सिस्टम के लिए कार्बन कार्बन सामग्री का व्यापक रूप से उपयोग किया जाएगा। हमने कुछ उच्च ऊर्जा प्रणोदकों का परीक्षण किया है और भविष्य में हम उच्च ऊर्जा बाइंडर वाले उन्नत ईंधन देखेंगे, और AIH, बोरॉन जैसे उच्च ऊर्जा ईंधन का उपयोग किया जाएगा। युवा शोधकर्ता इन उच्च ऊर्जा अणुओं को नियंत्रित करने के लिए काम कर रहे हैं ताकि प्रक्रिया को सुरक्षित और उपयोगकर्ता के अनुकूल बनाया जा सके।

उच्च तापमान कार्बन/कार्बन (C-C) कंपोजिट पर ऑक्सीकरण रोधी कोटिंग्स

जूही कुशवाहा

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

juhikushwaha.asl@gov.in

परिचय

कार्बन/कार्बन कंपोजिट को उच्च तापमान सामग्री के रूप में वर्गीकृत किया जाता है, जिन्हें एक-आयामी से लेकर n-आयामी तक विभिन्न रूपों में बनाया जा सकता है। इनकी बहुरूपता के कारण इनके यांत्रिक गुणों को आसानी से अनुकूलित किया जा सकता है। कार्बन सामग्री में उच्च शक्ति और कठोरता की क्षमता के साथ-साथ निष्क्रिय वातावरण में उच्च तापीय और रासायनिक स्थिरता भी होती है। उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए कार्बन/कार्बन सामग्री का प्रमुख लाभ यह है कि उपयोग तापमान बढ़ने पर भी इनकी शक्ति कम नहीं होती। यह सुपर मिश्रधातुओं और सिरेमिक जैसी अन्य संरचनात्मक सामग्रियों के विपरीत है। गैर-ऑक्सीकरण वातावरण में ये 2200°C से अधिक तापमान तक कमरे के तापमान के यांत्रिक गुणों को बनाए रखते हैं। 2200°C से अधिक उच्च तापमान पर ऑक्सीकरण वातावरण में लंबे समय तक उपयोग के लिए, उच्च तापमान पर सामग्री के ऑक्सीकरण प्रतिरोध को बढ़ाने के लिए ऑक्सीकरण-रोधी कोटिंग्स का उपयोग किया जाना चाहिए।

भविष्य के मिसाइल कार्यक्रमों में लंबे समय तक उच्च तापमान पर उड़ान संबंधी युद्धाभ्यास शामिल हैं, जिसके लिए थर्मल प्रोटेक्शन सिस्टम (टीपीएस) को अच्छे ऑक्सीकरण, अपघर्षण और थर्मल शॉक प्रतिरोध से लैस होना आवश्यक है। उच्च सेवा तापमान पर कार्बन डाइऑक्साइड (C-C) कंपोजिट के ऑक्सीकरण की दर की संवेदनशीलता को कम करके उड़ान प्रदर्शन को बढ़ाना समय की आवश्यकता है। 2200°C से अधिक तापमान पर ऑक्सीकरण वातावरण में C-C कंपोजिट के ऑक्सीकरण की दर को कम करने के लिए, ऑक्सीजन संरक्षण प्रणाली के रूप में कार्बन डाइऑक्साइड (C-C) कंपोजिट के लिए ऑक्सीकरण प्रतिरोधी कोटिंग्स का उपयोग किया जाता है। कार्बन/कार्बन कंपोजिट्स को उच्च तापमान पर ऑक्सीकरण से बचाने के लिए, जब इन्हें लंबे समय तक ऑक्सीकरण युक्त वातावरण में उपयोग किया जाता है, तो बाहरी कोटिंग सिस्टम की आवश्यकता अनिवार्य रूप से होती है। इन कोटिंग्स की सबसे जरूरी आवश्यकताएं यह हैं कि उनमें उच्च तापमान पर चक्रण के लिए स्थायित्व होना चाहिए और उनमें ऑक्सीजन के प्रवेश को प्रतिबंधित करने और कार्बन के बहिर्वाह को रोकने की अंतर्निहित क्षमता होनी चाहिए। चूंकि कोई भी एक कोटिंग सभी आवश्यक आवश्यकताओं को पूरा नहीं कर सकती, इसलिए वर्तमान में बहुस्तरीय कोटिंग्स पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। कार्बन/कार्बन कंपोजिट के उच्च तापमान ऑक्सीकरण संरक्षण के लिए बहुपरत कोटिंग प्रणाली में, बाहरी परत गर्म प्रवाहित गैसों द्वारा होने वाले क्षरण से सुरक्षा प्रदान करती है, जबकि आंतरिक परत ऑक्सीजन अवरोधक और सीलेंट के रूप में कार्य करती है। दूसरी बाहरी परत कार्बन विसरण अवरोधक के रूप में कार्य करती है, जिसका तापीय विस्तार कार्बन/कार्बन कंपोजिट के साथ घनिष्ठ संपर्क में होता है, जिससे सब्सट्रेट के साथ बेहतर आसंजन सुनिश्चित होता है। इस प्रकार की बहुपरत कोटिंग की अवधारणा आदर्श है। विभिन्न परतों की यांत्रिक अनुकूलता और तापीय विस्तार गुणांकों का मिलान भी महत्वपूर्ण कारक हैं जो सीमित तापमान संरक्षण या तापमान चक्रण के तहत विस्तारित समय संरक्षण के संदर्भ में ऐसी ऑक्सीकरण संरक्षण प्रणालियों की प्रभावशीलता निर्धारित करते हैं। प्रभावी सुरक्षा प्रणालियों को विकसित करने के लिए जिन प्रमुख मुद्दों का समाधान करना आवश्यक है, उनकी पहचान कर ली गई है, जिनमें सबसे महत्वपूर्ण हैं–

(*i*) सामग्री की ऊष्मीय स्थिरता

(*ii*) कार्बन/कार्बन सब्सट्रेट के साथ आसंजन

(*iii*) कोटिंग संरचना में रासायनिक रूप से संगत इंटरफेस

(*iv*) ऑक्सीजन का प्रवेश और कार्बन का निकास

(*v*) ऊष्मीय असंतुलन के कारण होने वाले तनाव, जिससे परतें उखड़ती हैं और दरारें बनती हैं

(*vi*) गर्म बहने वाली गैसों में क्षरण

कार्बन/कार्बन (C-C) कंपोजिट की सतह पर उच्च तापमान सिरेमिक कोटिंग तैयार करने के लिए साहित्य में वर्णित कई तकनीकों का उपयोग किया जा सकता है, जैसे पैक सीमेंटेशन, रासायनिक वाष्प जमाव, रासायनिक वाष्प प्रतिक्रिया, प्लाज्मा स्प्रे, सोल-जेल, इन-सीटू निर्माण, प्रतिक्रियाशील घुसपैठ, स्लरी-सिंटरिंग आदि। निम्नलिखित कुछ सबसे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली विधियाँ हैं।

1. पैक सीमेंटेशन (पीसी)

पीसी तकनीक में, कार्बन/कार्बन (सी/सी) कंपोजिट को पूर्व-अवसादी पदार्थों और उनके यौगिकों में रखा जाता है। पिघले हुए पूर्व-अवसादी पदार्थ सी/सी कंपोजिट में प्रवेश करते हैं या उच्च तापमान पर कार्बन मैट्रिक्स के साथ प्रतिक्रिया करते हैं, जिससे कोटिंग बन जाती है। कोटिंग और सब्सट्रेट के अच्छे संयोजन से ग्रेडिएंट कोटिंग भी तैयार की जा सकती है। पैक सीमेंटेशन कार्बन/कार्बन (सी/सी) कंपोजिट को उच्च तापमान वाले वातावरण में तीव्र ऑक्सीकरण से बचाने के लिए एक अत्यंत प्रभावी, किफायती और व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली सतह उपचार तकनीक है। यह एक सघन, सुरक्षात्मक सिरेमिक कोटिंग बनाती है। सी/सी कंपोजिट पर पैक सीमेंटेशन के मुख्य लाभों में शामिल हैं: उत्कृष्ट उच्च-तापमान ऑक्सीकरण सुरक्षा: क्योंकि यह एक प्रसार-आधारित प्रक्रिया है, कोटिंग सब्सट्रेट के साथ मौके पर ही प्रतिक्रिया करती है, जिससे साधारण यांत्रिक आसंजन के बजाय एक मजबूत रासायनिक बंधन बनता है। इससे चरम स्थितियों में कोटिंग के छिलने या परत उखड़ने का खतरा कम हो जाता है। जटिल आकृतियों की क्षमता: यह तकनीक जटिल ज्यामितियों और आंतरिक चैनलों की कोटिंग की अनुमति देती है, जिसे रासायनिक वाष्प जमाव (सीवीडी) जैसी अन्य विधियों से प्राप्त करना मुश्किल है। किफायती और दोहराने योग्य: यह एक अपेक्षाकृत सरल और सीधी प्रक्रिया है जिसके लिए महंगे और जटिल उपकरणों की आवश्यकता नहीं होती, जिससे यह औद्योगिक स्तर पर उत्पादन के लिए आदर्श है। ग्रेडिएंट संरचना: यह प्रक्रिया एक ग्रेडिएंट कोटिंग बनाती है जो C-C सबस्ट्रेट और सिरेमिक कोटिंग के बीच थर्मल विस्तार गुणांक (CTE) में अंतर को कम करती है, जिससे थर्मल शॉक के कारण होने वाली दरारें कम हो जाती हैं। संरचना में विविधता: पैक सीमेंटेशन को एडिटिव्स के साथ संशोधित किया जा सकता है ताकि सिंटरिंग घनत्व को और बढ़ाया जा सके, स्व-उपचार क्षमताओं में सुधार किया जा सके और ऑक्सीकरण प्रतिरोध को बढ़ाया जा सके।

2. रासायनिक वाष्प निक्षेपण (सीवीडी)

सीवीडी प्रक्रिया में सक्रिय (ऊष्मा, प्रकाश, प्लाज्मा) वातावरण में गैसीय अभिकारकों का वियोजन और/या रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप एक स्थिर ठोस उत्पाद बनता है। निक्षेपण में समरूप गैसीय अभिक्रियाएँ और/या गर्म सतह पर (या उसके पास) विषम रासायनिक अभिक्रियाएँ शामिल होती हैं, जिससे क्रमशः पाउडर या फिल्म बनती हैं। सीवीडी के मुख्य लाभ हैं कम तापमान पर निर्माण, जिस पर कार्बन मैट्रिक्स तापन प्रक्रिया में क्षतिग्रस्त होने या दोष उत्पन्न होने से बच सकता है, और कोटिंग की नियंत्रित रासायनिक संरचना और बनावट बनी रहती है। इसकी कमी यह है कि सीवीडी प्रक्रिया निर्वात या सुरक्षात्मक वातावरण में की जानी चाहिए, और इसलिए, उपकरण संबंधी आवश्यकताएँ अपेक्षाकृत सख्त होती हैं।

3. प्लाज्मा स्प्रे (पीएस)

पीएस एक ऊष्मीय स्प्रे प्रक्रिया है, जिसमें पिघली हुई (या गर्म की गई) सामग्री को सतह पर स्प्रे किया जाता है। चाप द्वारा गर्म की गई प्लाज्मा गैस फैलती है और नोजल के माध्यम से त्वरित होती है। सामग्री को पाउडर या तार के रूप में डाला जाता है, पिघली हुई या अर्ध-पिघली हुई अवस्था तक गर्म किया जाता है और माइक्रोमीटर आकार के कणों के रूप में सब्सट्रेट की ओर त्वरित किया जाता है। पीएस तकनीक से उच्च दक्षता और कम लागत पर विभिन्न प्रकार की सघन परतें जमा की जा सकती हैं, और परत की मोटाई

को नियंत्रित किया जा सकता है। हालांकि, इसके नुकसान यह हैं कि परत की सरंध्रता अपेक्षाकृत अधिक होती है, परत और सब्सट्रेट के बीच बंधन शक्ति कमजोर होती है, और ऊष्मा चक्र में उच्च तापमान पर परत आसानी से छिल सकती है या फट सकती है। इसके अलावा, सुरक्षात्मक वातावरण में पीएस को नियंत्रित करना बहुत जटिल है।

4. सोल-जेल

कार्बनिक और/या अकार्बनिक यौगिकों को कच्चे माल के रूप में उपयोग करके जल अपघटन, संघनन, जेल निर्माण और पश्चात प्रसंस्करण की प्रक्रिया द्वारा सोल-जेल का व्यापक रूप से सिरेमिक के सूक्ष्म संश्लेषण में धातु ऑक्साइड, विशेष रूप से सिलिकॉन और टाइटेनियम के ऑक्साइड प्राप्त करने के लिए प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया में मोनोमर को एक कोलाइडल विलयन (सोल) में परिवर्तित किया जाता है जो असतत कणों या नेटवर्क पॉलिमर के एक एकीकृत नेटवर्क (या जेल) के अग्रदूत के रूप में कार्य करता है। अन्य विधियों की तुलना में, सोल-जेल अधिक समरूप मिश्रण बना सकता है और कम तापमान पर यूएचटीसी या ऑक्साइड में परिवर्तित हो सकता है। तैयारी प्रक्रिया की सीमाओं के कारण, इस तकनीक का व्यापक रूप से C-C कंपोजिट पर ऑक्सीकरण-रोधी कोटिंग तैयार करने में उपयोग नहीं किया जा सकता है।

पहले चरण के अंतर्गत, हैदराबाद स्थित एडवांस्ड सिस्टम्स प्रयोगशाला (ASL) के उच्च तापमान कंपोजिट्स (HTC) विभाग के कार्बन कार्बन कंपोजिट्स इंजीनियरिंग (CCCE) प्रभाग में C-C कंपोजिट्स पर ऑक्सीकरण-रोधी कोटिंग्स पर प्रारंभिक शोध किया गया है। विभिन्न कोटिंग तकनीकों का उपयोग करते हुए, 1700°C से 2500°C तक के सेवा तापमान पर ऑक्सीकरण प्रतिरोध को बढ़ाने के लिए सी/सी कंपोजिट्स के लिए ऑक्सीकरण-रोधी कोटिंग विकसित की जा रही है। ASL में कार्बन–कार्बन समग्रों के उच्च तापीय प्रदर्शन को बढ़ाने हेतु एक एंटी-ऑक्सीडेशन कोटिंग प्रणाली विकसित की गई है। यह कोटिंग 2500°C तक के ऊष्मा फ्लक्स को सहन करने में सक्षम है और इसका सफल परीक्षण प्लाज़्मा आर्क जेट परीक्षण सुविधा में किया गया है। दो प्रकार की कोटिंग प्रणालियाँ विकसित की गई हैं। पहली कोटिंग C-C सामग्री में सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) पाउडर के उपयोग पर आधारित है, जो 1700°C तक के तापमान अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है। दूसरी प्रणाली में C-C सब्सट्रेट पर ज़िरकोनियम-आधारित कोटिंग लागू की गई है, जो 2500°C तक तापीय स्थिरता प्रदान करती है। पैक सीमेंटेशन कोटिंग पद्धति को स्थापित कर सफलतापूर्वक प्लाज़्मा आर्क जेट परीक्षण द्वारा सत्यापित किया गया है, जिससे अत्यधिक तापीय वातावरण में C-C समग्रों की प्रभावी सुरक्षा सिद्ध होती है।

एक प्रभावी ऑक्सीकरण सुरक्षा प्रणाली विकसित करने के लिए, समग्र ऑक्सीकरण सुरक्षा प्रणाली के विभिन्न घटकों के बीच होने वाली मजबूत सहक्रियात्मक अंतःक्रियाओं के कारण, एक संपूर्ण सामग्री प्रणाली दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। कोटिंग का सफल विकास और कोटिंग की प्रभावी विधि की पहचान, लंबी अवधि के मिशनों के लिए बेहतर ऑक्सीकरण सुरक्षा प्रदान करने वाली एक उत्कृष्ट कोटिंग प्रणाली प्राप्त करने की कुंजी है।

चित्र 1: प्रोटोटाइप लेपित C-C नोजटिप

चित्र 2: प्रोटोटाइप लेपित C-C नोजटिप का प्लाज्मा परीक्षण

इंटरसेप्टर खतरों से जहाज की रक्षा के लिए प्रतिउपाय प्रणाली (Countermeasure system) की तैनाती

डॉ. श्रीना पी.वी. एवं अपूर्वा ओझा

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

sreenapv.asl@gov.in

परिचय

सीकर की लक्ष्य पहचान और मार गिराने में बढ़ी हुई सटीकता और प्रभावशीलता (Effectiveness) के कारण इंटरसेप्टर में नौसैनिक जहाज़ के लिए खतरा बढ़ रहा है। इन गंभीर परिस्थितियों में जहाज की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी रक्षा रणनीति महत्वपूर्ण है। यह कार्य एक जहाज, इंटरसेप्टर और प्रतिउपाय प्रणाली के सिमुलेशन मॉडल प्रस्तुत करता है। जिसका उद्देश्य एक इंटरसेप्टर हमले के विरुद्ध जहाज के बचने की संभावनाओं का अध्ययन करना है। इसके अंतर्गत प्रतिउपाय उपकरण को वायुमंडल में प्रक्षेपित किया जाता है मोनोपल्स सीकर पर इसके प्रभावों का विश्लेषण करने के लिए सिमुलेशन एल्गोरिद्म विकसित किया गया है जिसमें लक्ष्य जहाज के प्रति इंटरसेप्टर का प्रतिकार अध्ययन किया गया है।

आनुपातिक नेविगेशन मार्गदर्शन (Proportional navigation guidance) को आरएफ सीकर पर Return eco signal के आधार पर इंटरसेप्टर को जहाज या प्रतिउपाय उपकरण की ओर मोड़ने के लिए लागू किया जाता है। यह अध्ययन लक्ष्य के सेंट्रॉयड मोड में प्रतिउपाय उपकरण की तैनाती का प्रस्ताव करता है। सिमुलेशन परिणामों के साथ मिस डिस्टेंस में वृद्धि प्रदर्शित की गई है प्रतिउपाय उपकरण डिसीवर के विभिन्न तैनाती कोणों के साथ लक्ष्य जहाज के बचने की संभावनाएं संख्यात्मक परिणाम के साथ प्रस्तुत की जाती हैं।

परिचय

नौसेना के जहाज, शत्रुओं द्वारा नौसेना रक्षा प्रणाली को नष्ट करने के लिए छोड़े गए इंटरसेप्टरों के प्रति संवेदनशील होते हैं। इंटरसेप्टर हमला लक्ष्य प्राप्ति, ट्रैकिंग, मध्य-मार्ग और अंतिम मार्गदर्शन के साथ शुरू होता है। पहले चरण में, लक्ष्य प्राप्ति का डाटा इंटरसेप्टर को एक डाटा लिंक या अन्य संचार के माध्यम से प्रदान किया जाता है जो जमीन की रेडार से प्राप्त होता है और इंटरसेप्टर मध्य मार्ग निर्देशन का अनुसरण करते हुए लक्ष्य की ओर बढ़ता है। जब इंटरसेप्टर सीकर होमिंग रेंज में आता है तो आनुपातिक नेविगेशन मार्गदर्शन इंटरसेप्टर को लक्ष्य की ओर ले जाता है।

इंटरसेप्टर हमले में दो चरण होते हैं: इंटरसेप्टर सीकर द्वारा लक्ष्य प्राप्ति और अंत तक होमिंग। इंटरसेप्टर को लक्ष्य पर सफलतापूर्वक निशाना साधने के लिए, उसे दोनों चरण पूरे करने होंगे। प्रतिउपाय प्रणाली इनमें से किसी भी चरण को विचलित कर सकती है। जहाज इंटरसेप्टरों के प्रति अधिक संवेदनशील होते हैं और सॉफ्ट किल प्रतिउपाय प्रणालियों की सरलता और आसान तैनाती ने लेखकों को जहाज की सुरक्षा के लिए प्रतिउपाय प्रणालियों की व्यहार्यता पर काम करने के लिए प्रेरित किया है।

जैसे-जैसे जहाज कम गति से यात्रा करता है इंटरसेप्टर से वाहन से टकराना आसान हो जाता है। इसके अलावा, जहाज और इंटरसेप्टर के बीच का समापन वेग (closing velocity) अधिक होता है और लक्ष्य तक पहुंचने में लगने वाला समय बहुत कम होता है। सॉफ्ट किल काउंटरमेजर प्रणाली का प्रयोग इंटरसेप्टर सीकर के पावर सेंट्रॉयड को डिसीवर की ओर स्थानांतरित करने में सबसे प्रभावी होता है। मोनोपल्स दिशा-निर्देशन सीकर विकिरण के स्रोत (लक्ष्य) की कोणीय स्थिति निर्धारित करता है जो उस पर पड़ने वाली ऊर्जा के एक भाग को परावर्तित करता है और दोनों स्रोतों में से उच्चतर स्रोत को ट्रैक करता है।

सीकर पर, सीकर रेजोल्यूशन सेल के भीतर डिसीवर, लक्ष्य के निकट दूरी पर होता है। सीकर दो प्रतिध्वनियों के आयाम को एक मानता है और दोनों के सेंट्रॉयड पर लॉक हो जाता है। चूंकि डिसीवर लक्ष्य से तीन से पांच डेसीबल अधिक प्रतिध्वनि प्रदान करता है, इसलिए यदि डिसीवर रेजोल्यूशन सेल से बाहर है, तो इंटरसेप्टर उस पर लॉक हो जाता है।

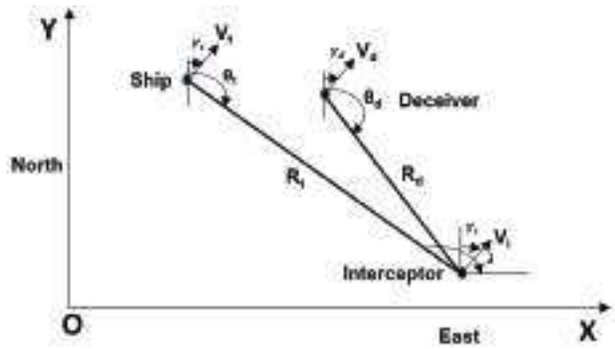
प्रारंभिक लक्ष्य के पहचान के समय इंटरसेप्टर दिगंश (Azimuth), बीम चौड़ाई (beamwidth) और सीकर की पल्स चौड़ाई लक्ष्य दिगंश में अनिश्चितताओं के संदर्भ में डिसीवर की तैनाती करना एक महत्वपूर्ण समस्या है। ये सब कारक सीकर रेजोल्यूशन के आकार और इस प्रकार के डिसीवर के सेल के अंदर रहने के समय को निर्धारित करते हैं। इस तकनीक का प्रयोग जहाज की सुरक्षा के लिए चैफ प्रणाली की परिनियोजन में किया जाता है। ऑनबोर्ड-जैमिंग इलेक्ट्रॉनिक युद्ध में इस्तेमाल की जाने वाली एक आम तकनीक है जिसमें जैमर दुश्मन के रेडार की ओर हस्तक्षेप करने वाले सिग्नल विकीर्ण (Radiate) करते हैं, और रिसीवर को अत्यधिक केंद्रित ऊर्जा सिग्नलों से अवरुद्ध कर देते हैं। हालांकि जैमिंग सिग्नल हमेशा लक्ष्य सिग्नल के साथ स्थानिक रूप से संपाती (coincident) होता है, और इस प्रकार ऑन-बोर्ड जैमिंग के साथ परिवर्तन के लिए गलत वोल्टेज उत्पन्न करता है इसीलिए मोनोपल्स सीकर के विरुद्ध ऑफ-बोर्ड काउंटर मेजर सिस्टम की आवश्यकता होती है। टो किए गए काउंटरमेजर सिस्टम भी विमानों के साथ उपलब्ध हैं, लेकिन लेबी टेदर (tether) युद्धाभ्यास के लिए सुविधाजनक नहीं होती है और टेदर लंबाई इंटरसेप्टर की घातक सीमा से कम से कम दोगुनी होनी चाहिए।

इंटरसेप्टर – वायुयान के मुठभेड़ में विमान को बचने के लिए विभिन्न कोणों और समय पर काउंटर मेजर सिस्टम की तैनाती का वर्णन विश्लेषणात्मक अभिव्यक्तियों के साथ किया गया है। डिसीवर के सहायता से प्राप्त मुठभेड़ में बचने वाले लक्ष्य के लिए बचाव रणनीतियां, जबकि पीछा करने वाला डिसीवर को झूठे लक्ष्य के रूप में पहचानता है, और लक्ष्य खोज में बचने वाले को पाता है, [7] में प्रस्तुत की गई है। हालांकि इस परिदृश्य के अस्तित्व के लिए बचने वाले को पीछा करने वाले की होमिंग रेंज के भीतर होना चाहिए और बचने वाले की गतिशीलता (manoeuvrability) अपेक्षाकृत अधिक होनी चाहिए। मोनोपल्स सीकर मॉडलिंग और लक्ष्य और डिसीवर के बीच विभिन्न दूरियों के लिए सक्रिय डिसीवर की उपस्थिति में जैमर से सिग्नल अनुपात प्रदर्शित किया जाता है।

यह शोधपत्र इंटरसेप्टर, जहाज लक्ष्य और रिसीवर नामक प्रतिउपाय प्रणाली के साथ वास्तविक समय परिचालन परिदृश्य (real time scenario) का अनुकरण करने के लिए एक एकीकृत मॉडल विकसित करता है। जहाज के साथ लगे इलेक्ट्रॉनिक सपोर्ट मेजर सिस्टम द्वारा खतरे का पता चलने पर डिसीवर को लक्ष्य जहाज से प्रक्षेपित किया जाता है। यह डिसीवर आरएफ सिग्नल प्राप्त करता है, प्रवर्धित करता है और इंटरसेप्टर को वापस (ईको सिग्नल) प्रेषित करता है। इस कार्य में यह माना गया है कि डिसीवर एक प्लेटफार्म से बड़ा रेडार क्रॉस सेक्शन उत्पन्न करता है, जिससे डिसीवर का प्रतिध्वनि स्तर अधिक होता है और इंटरसेप्टर को आकर्षित करता है।

काइनेटिक मॉडल विवरण

इंटरसेप्टर - लक्ष्य परिदृश्य का गणितीय मॉडल निर्मित किया गया है जिसमें डिसीवर को चित्र 1 में दर्शाए गए अनुसार तैनात किया गया है। पूर्व-उत्तर-ऊपर (ENU) को निर्देशांक प्रणाली (reference coordinate system) के रूप में चुना गया है। जहाज का प्रारंभिक वेग वेक्टर (velocity vector) गति और दिगंश (azimuth) द्वारा निर्धारित किया जाता है।



चित्र 1

यह माना जाता है कि इंटरसेप्टर रोल स्टेब्लाइज्ड है और XY क्षैतिज प्लेन में है। इसका सामान्य समीकरण इस प्रकार दिया जाता है।

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} a \quad ...(1)$$

जहाँ X स्थिति और वेग अवस्थाएँ हैं, a अर्थात् संबंधित एक्सेलेरेशन प्रोपोर्शनल नेविगेशन नियम द्वारा इस प्रकार दिया जाता है।

$$a = \mathrm{NV}_m \sigma \quad ...(2)$$

एन प्रोपोर्शनली कांस्टैट, V_m इंटरसेप्ट का वेग, σ लाइन ऑफ साइट दर है।

समीकरण (1) का डिस्क्रीट रूप इस प्रकार व्यक्त किया जाता है।

$$x(k+1) = \Phi_t x(k) + \Gamma_t u_t(k) \quad ...(3)$$

जहाँ $\Phi = e^{F\delta t}$ and , δt डिस्क्रीट समय के क्षण F और G सिस्टम और इनपुट मैट्रिक्स है जिन्हें समीकरण (1) में परिभाषित किया गयाहै।

एको पावर कम्यूटेशन

इस खंड में डिसीवर सिग्नल (J) और जहाज skin return (S) के संबंध में चर्चा की गई है। जहाज पर सीकर पावर (15)

$$\bar{S} = \frac{P_T G_T}{4\pi r^2 L_r} \quad ...(4)$$

जहां Pt ट्रांसमीटर पावर है, G_t रेडार एंटीना गेन, r जहाज और इंटरसेप्टर के बीच की दूरी है। L_r एकतरफा लॉसेस ($2dB$) क

$$\text{जहाज से रिफ्लेक्टेड पावर} = \frac{P_T G_T \sigma_{rcs}}{4\pi r^2 L_r} \quad ...(5)$$

जहां σ_{rcs} rcs जहाज का रेडार क्रॉस सेक्शन m^2

डिसीवर पर सिग्नल

$$D = SA_{eDR} = \frac{P_T G_T G_{DR} \lambda}{(4\pi)^2 r^2 L_r} \quad ...(6)$$

Gdr = डिसीवर गेन, λ वेवलेंथ सीकर ट्रांस्मीटेड सिग्नेल डिसीवर जामिंग सिग्नेल

$$J = \frac{R_D G_E G_{DT}}{L} \quad ...(7)$$

J/c = समीकरण (7) और (5) से किया जाता है।

सिमुलेशन परिणाम और चर्चा

जहाज को इंटरसेप्टर के आक्रमणकारी कोणों से बचने के लिए प्रतिउपाय प्रणालियों को विभिन्न पर प्रक्षेपित किया जा सकता है। इंटरसेप्टर सीकर की टर्न-ऑन दूरी जहाज से 10000 मीटर है। इंटरसेप्टर वेग 300 मी/सेकंड मानते हुए, इंटरसेप्टर 33 सेकंड में लक्ष्य तक पहुंच जाता है जबकि जहाज का वेग 15 मी/सेकंड है। 300 डिग्री की Azimuth कोण से चल रहे जहाज लक्ष्य की ओर 315 डिग्री की कोण से पहुंचने वाले इंटरसेप्टर को डिसीवर तैनाती कोण का अनुकरण करने के लिए चुना गया है। जहां से यह स्पष्ट है कि लक्ष्य जहाज को बचाने के लिए इष्टतम तैनाती कोण 250 डिग्री से 340 डिग्री के बीच होना चाहिए। इंटरसेप्टर और जहाज के लक्ष्य के बीच की मिस डिस्टेंस 150 से 600 मीटर के बीच है, और डिसीवर और लक्ष्य जहाज के बीच की दूरी बहुत कम है। इसका अर्थ है कि इंटरसेप्टर रिसीवर की ओर बढ़ गया है। विभिन्न तैनाती कोणों और तैनाती दूरियों का अनुकरण करते हुए तीन बॉडी एंगेजमेंट के प्रदर्शन के साथ खंड II में वर्णित मॉडल को लागू करके किया गया है।

निष्कर्ष और भविष्य के कार्य

यह शोधपत्र, इंटरसेप्टर लक्ष्य जहाज और डिसीवर के साथ तीन बॉडी इंगेजमेंट परिदृश्य के व्यावहारिक अनुप्रयोगों

(practical application) को प्रदर्शित करता है। सिमुलेशन मॉडल का लाभ यह है कि इसमें कोई वायुगतिकीय, प्रणोदन डाटा शामिल नहीं है। यह किसी भी प्रारंभिक चरण के अध्ययन के लिए उपयोगी होगा। डिसीवर की प्रभावशीलता और सीकर में आने वाले सिग्नल के परिणामों के आधार पर सिमुलेशन के माध्यम से स्थापित की जाती है। डिसीवर द्वारा बहकाए जाने के बाद, यह संभावना हो सकती है कि इंटरसेप्टर डिसीवर को गलत लक्ष्य के रूप में पहचान ले, जब डिसीवर से दूरी एक निर्दिष्ट मान के भीतर हो। उस समय यदि इंटरसेप्टर खोज के लिए जाता है, तो लक्ष्य सुनिश्चित ही दूरी पर होगा और इंटरसेप्टर के लिए मैनुवर सीमित होगा। एंटीशिप इंटरसेप्टर हमले के दौरान इस्तेमाल की जाने वाली ऐसी कई प्रणालियों की प्रभावशीलता भविष्य में काम का दायरा हो सकती है।

❖

हिंदी का कार्यसाधक ज्ञान

यदि किसी कर्मचारी ने–

(क) यदि किसी कर्मचारी ने-

(i) मैट्रिक परीक्षा या उसकी समतुल्य या उससे उच्चतर परीक्षा हिंदी विषय के साथ उत्तीर्ण कर ली है; या

(ii) केन्द्रीय सरकार की हिंदी परीक्षा योजना के अन्तर्गत आयोजित प्राज्ञ परीक्षा या यदि उस सरकार द्वारा किसी विशिष्ट प्रवर्ग के पदों के सम्बन्ध में उस योजना के अन्तर्गत कोई निम्नतर परीक्षा विनिर्दिष्ट है, वह परीक्षा उत्तीर्ण कर ली है; या

(iii) केन्द्रीय सरकार द्वारा उस निमित्त विनिर्दिष्ट कोई अन्य परीक्षा उत्तीर्ण कर ली है; या

(ख) यदि वह इन नियमों से उपाबद्ध प्ररूप में यह घोषणा करता है कि उसने ऐसा ज्ञान प्राप्त कर लिया है;

तो उसके बारे में यह समझा जाएगा कि उसने हिंदी का कार्यसाधक ज्ञान प्राप्त कर लिया है।

केन्द्रीय सरकार के जिन कार्यालयों में कर्मचारियों ने हिंदी का कार्यसाधक ज्ञान प्राप्त कर लिया है उन कार्यालयों के नाम राजपत्र में अधिसूचित किए जाएंगे।

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का संयोजन और एकीकरण : स्वदेशी उद्योग जगत के लिए सुनहरा अवसर

एन.डी. पाण्डेय

रक्षा अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला, हैदराबाद

ndpandey.drdl@gov.in

1. परिचय

वर्तमान में किसी भी स्वतंत्र देश के लिए प्रक्षेपास्त्र प्रणाली आवश्यक हो गई है, ताकि वह अपनी जल, थल और नभ की सीमाओं के भीतर घुसपैठ करने वाले गतिशील शत्रु आयुधों, तथा सीमा पर तैनात शत्रु आयुधों को बेअसर कर भविष्य के हमलों से बच सके और अपनी सीमाओं की सुरक्षा कर सके। भारत जैसे राष्ट्र के लिए यह और भी, महत्वपूर्ण हो जाता है, जो गुट-निरपेक्ष है और उन शत्रु देशों से घिरा हुआ है, जिनका इतिहास हम पर कई युद्ध थोपने और हमारी भूमि पर अवैध रूप से कब्जा करने का रहा है।

भारत में प्रक्षेपास्त्र प्रणाली पारंपरिक रूप से सार्वजनिक क्षेत्र की इकाइयों द्वारा बनाई जाती है [1]। हालांकि, पिछले दशक से रक्षा उत्पादों के अनुसंधान और विकास में निजी उद्योग क्षेत्र की भागीदारी बढ़ी है। भारतीय उद्योग जगत रक्षा अनुसंधान और नवाचार में तेजी से भाग ले रहा है। संयोजन और एकीकरण प्रक्रियाएं, प्रक्षेपास्त्र प्रणाली उत्पादन के महत्वपूर्ण चरण हैं। जो प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के पूरे सेवा जीवन में उनके परिचालन प्रदर्शन को प्रभावित करती है। इसलिए, यह उद्योग जगत के लिए स्वदेशी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली उत्पादन के क्षेत्र में सहयोग करने का महत्वपूर्ण अवसर है।

इस पत्र में भारत के लिए प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों की आवश्यकता, प्रक्षेपास्त्र प्रणाली और इसका संयोजन एवं एकीकरण, प्रक्षेपास्त्र प्रणाली एवं स्वदेशी उद्योग जगत, तथा प्रक्षेपास्त्र प्रणाली संयोजन और एकीकरण क्षेत्र में स्वदेशी उद्योग जगत के लिए उपलब्ध वर्तमान एवं भविष्य के अवसरों पर संक्षेप में चर्चा की गई है।

2. भारत के लिए प्रक्षेपास्त्र प्रणाली की आवश्यकता

भारत एक ऐसा राष्ट्र है, जिस पर धर्म से प्रेरित आक्रमणकारियों, भाड़े के सैनिकों और विस्तारवादी विचारधारा वाले चालाक व्यापारियों द्वारा किए गए हमलों का लंबा इतिहास रहा है। हमलावरों ने हज़ारों वर्षों से हमारी मातृभूमि को गुलाम बनाने के अलावा हमारी संस्कृति, ज्ञान-प्रणाली और अर्थव्यवस्था को भी दूषित किया है। 1947 में स्वतंत्रता मिलने के बाद, हमारा देश धार्मिक आधार पर विभाजित हो गया। नए गैर-धर्मनिरपेक्ष देश ने भारत के प्रति गहरी नफरत को बढ़ावा दिया और आज तक आतंकवादी हमलों के रूप में कई प्रत्यक्ष युद्ध और निरंतर परोक्ष युद्ध थोपे हैं। उसी देश ने अन्य पड़ोसी देशों के साथ मिलकर भारत की उत्तर और उत्तर-पूर्व सीमा पर बड़े भूभाग पर कब्ज़ा कर लिया। इसके अलावा भारत एक राष्ट्र के तौर पर गुट-निरपेक्ष रहा तथा किसी भी सामरिक गुट जैसे नाटो आदि का सदस्य नहीं रहा। इसलिए, भारत को सीमाओं पर निरंतर युद्ध की चेतावनी अवस्था में रहना होगा, और शत्रु आक्रमण की स्थिति में किसी विकसित देश मदद की आशा नहीं रखनी चाहिये। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली बड़े पैमाने पर जवाबी कार्रवाई का डर पैदा करके और साथ ही हमारी सीमाओं को पार करने की कोशिश करने वाले हमलावर आयुधों को बेअसर करके दुश्मन के हमले को रोककर राष्ट्र की सुरक्षा करते हैं। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली, सटीक हमला करने की क्षमता, संचालन कर्मीदल (ऑपरेटिंग क्रू) के लिए कम खतरनाक या खतरा-मुक्त होने और विस्तृत प्रभावी क्षेत्र होने के कारण बल-गुणक है।

3. प्रक्षेपास्त्र प्रणाली, इसका संयोजन और एकीकरण

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली दो शब्दों, प्रक्षेपास्त्र और प्रणाली से मिलकर बनी है। प्रक्षेपास्त्र को इस प्रकार परिभाषित किया गया है 'प्रक्षेपास्त्र एक हवाई, दूरी से इस्तेमाल किया जाने वाला हथियार है, जो आमतौर पर एक प्रणोदक, जेट इंजन या रॉकेट मोटर द्वारा सहायता प्राप्त स्व-चालित उड़ान में सक्षम है' [2]। दूसरी परिभाषा है 'प्रक्षेपास्त्र, एक रॉकेट-चालित हथियार जो उच्च गति पर बहुत सटीकता के साथ एक विस्फोटक ध्वंसाग्र (वारहेड) पहुँचाने के लिए अभिकल्पित (डिज़ाइन) किया गया है' [3]। ये परिभाषाएँ सभी आधुनिक प्रक्षेपास्त्रों को परिभाषित करने में असमर्थ लगती हैं, उदाहरण के लिए, पानी के नीचे के प्रक्षेपास्त्र। इसलिए, प्रक्षेपास्त्र की एक सामान्य परिभाषा हो सकती है 'प्रक्षेपास्त्र एक हथियार है जो लक्षित लक्ष्य पर विनाशकारी आद्य भार (पेलोड) पहुंचाने के लिए प्रणोदित, दूरी से इस्तेमाल और निर्देशित होने में सक्षम है'। प्रणाली, भागों या घटकों की एक व्यवस्था है जो एकल रूप में, उस प्रकार का अपेक्षित व्यवहार या अर्थ प्रदर्शित करते हैं जो एकल घटक नहीं करते हैं [4]। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली एक प्रणाली है जिसमें निर्दिष्ट शत्रु लक्ष्यों को बेअसर करने के उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए सभी तत्व होते हैं। एक प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के आवश्यक घटक हैं: 1) प्रक्षेपास्त्र, 2) प्रक्षेपक, 3) रेडार और 4) सभी घटकों को नियंत्रित करने के लिए नियंत्रण केंद्र। प्रक्षेपास्त्र प्रभावी होने के लिये अपने लक्ष्य से ज़्यादा तेज़ गति से चलते हैं। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के अन्य घटक तैनाती के दौरान या तो स्थिर रहते हैं या धीरे-धीरे चलते हैं। इसके अलावा, प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के अन्य घटकों के विपरीत, प्रक्षेपास्त्र एकल-प्रयुक्त (सिंगल-शॉट) या एक बार ही उपयोग होने वाला घटक है।

आम तौर पर, संयोजन (असेम्बली) को एक इकाई के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमें एक साथ जोड़े गए कई घटक होते हैं। एकीकरण (इन्टीग्रेशन), संयोजित उप-प्रणालियों / सभी घटकों को एक प्रणाली में एक साथ मिलाने और यह सुनिश्चित करने की प्रक्रिया है जिससे जोड़ी गई उप-प्रणालियाँ / सभी घटक, एक प्रणाली के रूप में एक साथ काम करते हैं।

एक प्रक्षेपास्त्र में विस्फोटक आद्य भार (पेलोड), प्रणोदन, नियंत्रण, मार्गदर्शन, और पता लगाने के लिए भाग (मॉड्यूल) / उप-प्रणाली / संयोजन होते हैं। सभी प्रक्षेपास्त्र संयोजन, उसके बाहरी आवरण में समाहित होते हैं जो उड़ान के दौरान कर्षण (ड्रैग) को कम करने के लिए वायुगतिकीय आकार के साथ ज्यादातर बेलनाकार होती हैं। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली में, केवल प्रक्षेपास्त्र में विस्फोटक और उच्च ज्वलनशील सामग्री होती है, जिसके लिए विशेष सुरक्षा एहतियात और संयोजन, एकीकरण और भंडारण के लिए निर्दिष्ट क्षेत्रों की आवश्यकता होती है। उच्च परिशुद्धता वाले प्रकाशीय (ऑप्टिकल), इलेक्ट्रॉनिक, विद्युतीय (इलेक्ट्रिकल) और यांत्रिक (मैकेनिकल) भागों वाले अन्य घटकों को भी संयोजन और एकीकरण के लिए विशेष क्षेत्रों की आवश्यकता होती है, हालाँकि इनकी संयोजन और एकीकरण प्रक्रियाऐं अपेक्षाकृत सुरक्षित हैं।

4. प्रक्षेपास्त्र प्रणाली संयोजन की आवश्यकताएँ

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के घटकों के किसी भी भाग (मॉड्यूल) / उप-प्रणाली / संयोजन के निर्माण के लिए आमतौर पर निम्नलिखित की आवश्यकता होती है–

1. घटक सूची (बिल ऑफ मटेरियल) के साथ स्वीकृत विस्तृत संयोजन आरेख (ड्रॉइंग) और घटक सूची के अनुसार सभी भागों के आरेख।
2. वैध गुणवत्ता प्रमाणपत्र के साथ गुणवत्ता प्रमाणित भाग / उप-प्रणाली / संयोजन और मूल उपकरण निर्माता (ओ ई एम) से प्राप्त अनुरूपता प्रमाणपत्र के साथ कीलक (फास्टनर) जैसे 'वाणिज्यिक बने बनाए उपलब्ध' (कॉमर्सिअल ऑफ द शेल्फ) घटक।
3. जांच सूची (चेकलिस्ट) के साथ संयोजन प्रक्रिया
4. योग्यता परीक्षण और स्वीकृति परीक्षण प्रक्रियाएँ
5. परीक्षण बेंच, खांचा एवं स्थापक (जिग एवं फिक्स्चर), संपीडित हवा, बिजली आपूर्ति जैसी अपेक्षित सुविधाओं के साथ कार्य स्थल।
6. भागों, उपभोग्य सामग्रियों के लिए भंडारण स्थान और गुणवत्ता प्रमाणित संयोजन / नामंजूर संयोजन के लिए अलग-अलग क्षेत्र

7. निर्दिष्ट उपकरण जैसे यांत्रिक औजार बक्सा (मैकेनिकल टूल बॉक्स), परीक्षण उपकरण जैसे विद्युतीय परीक्षक (इलेक्ट्रिकल टेस्टर), बहु-मापी (मल्टी-मीटर), नियंत्रित बिजली आपूर्ति, दोलनदर्शी (ऑसिलोस्कोप), और उपभोग्य वस्तुएं जैसे सूती कपड़ा, दस्ताने, मुखावरण (मास्क), सफाई-वस्तुऐं, आदि।
8. अपेक्षित कौशल समुच्चय (सेट) वाला कार्यबल
9. गुणवत्ता आश्वासन योजना।

इसके अलावा, निम्नलिखित संयोजनों की विशेष आवश्यकताएँ इस प्रकार हैं–

1. विस्फोटक / उच्च ज्वलनशील / उच्च दबाव घटकों वाले संयोजन
   - संयोजन शाला (हैंगर) / क्षेत्र को अग्नि खतरा संख्या के साथ नामित करना।
   - प्रति-स्थैतिक फर्श (एंटी-स्टैटिक फ़्लोरिंग), प्रवेश द्वार पर स्थैतिक निरावेशण साधन (स्टेटिक डिस्चार्ज मैकेनिज़्म) और ज्वालारोधी विद्युतीय पुर्जे / यंत्रावली (फ्लेमप्रूफ़ इलेक्ट्रिकल फिटिंग / मशीनरी) वाला कार्यस्थल।
   - संयोजन शाला (हैंगर) / क्षेत्र में मोबाइल फ़ोन, प्रज्ज्वालक (लाइटर), माचिस, तथा पेट्रोल, अन्य ईंधन, पेंट, थिनर जैसी ज्वलनशील सामग्री के परिवहन और भंडारण को रोकना
   - ध्वंसाग्र (वारहेड) / प्रणोदक (प्रोपेलेंट) / उच्च दबाव संयोजन के लिए विस्फोट दीवार (ब्लास्ट वॉल) के साथ बख्तरबंद कमरा (स्ट्रांग रूम) । सुदूरवर्ती निगरानी (रिमोट मॉनिटरिंग) द्वारा जोखिम को कम करना
   - प्रति-स्थैतिक (एंटीस्टेटिक) दस्ताने व एप्रन, ज्वालारोधी डांगरी (फ्लेमप्रूफ़ ओवरऑल), गोलीरोधी (बुलेट प्रूफ़) जैकेट और हेलमेट जैसे विशेष सुरक्षा कपड़े / उपकरण
   - कर्मियों की संख्या और विस्फोटक मात्रा पर नियंत्रण
   - आपातकालीन स्थिति हेतु दमकल (फायर टेंडर) और चिकित्सा सहायता की उपलब्धता
2. इलेक्ट्रॉनिक्स / रेडिओ आवृति (फ्रीक्वेंसी) घटकों के साथ संयोजन
   - संयोजन शाला (हैंगर) / क्षेत्र / कार्यस्थल पर निर्दिष्ट श्रेणी के स्वच्छ कमरे (क्लीनरूम) की सुविधा, प्रवेश द्वार पर हवाई पर्दा / झरना (एयर कर्टेन / शॉवर), प्रति-स्थैतिक फर्श (एंटी-स्टैटिक फ़्लोरिंग), मुख्य / प्रवेश द्वार पर स्थैतिक निरावेशण यंत्र (स्टेटिक डिस्चार्ज मैकेनिज़्म)
   - रेडिओ आवृति (फ्रीक्वेंसी) शून्य (साइलेंस) जगह (ज़ोन) / क्षेत्र।
   - प्रति-स्थैतिक (एंटी-स्टेटिक) दस्ताने, एप्रन, मुखावरण (मास्क), टोपी (हेड-कवर) का उपयोग जैसी विशेष सफ़ाई आवश्यकताएँ
   - संयोजन शाला (हैंगर) / क्षेत्र / कार्यस्थल में मोबाइल फ़ोन, बाहरी जूते, भोजन, अ-निर्दिष्ट वस्तुओं के प्रवेश को रोकना।

5. प्रक्षेपास्त्र प्रणाली एकीकरण की आवश्यकताएँ

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के किसी घटक या संपूर्ण प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का एकीकरण एक विस्तृत गतिविधि है। एकीकरण की सामान्य आवश्यकताएँ निम्नलिखित हैं–

1. घटक सूची (बिल ऑफ मटेरियल) के साथ स्वीकृत विस्तृत एकीकरण आरेख (ड्रॉइंग) और घटक सूची के अनुसार सभी संयोजनों के आरेख
2. वैध गुणवत्ता प्रमाणपत्र के साथ गुणवत्ता प्रमाणित संयोजन और मूल उपकरण निर्माता (ओ ई एम) से प्राप्त अनुरूपता प्रमाणपत्र के साथ कील (फास्टनर) जैसे 'वाणिज्यिक बने बनाए उपलब्ध' (कॉमर्सिअल ऑफ द शेल्फ) घटक
3. जांच सूची (चेकलिस्ट) के साथ एकीकरण प्रक्रिया
4. योग्यता परीक्षण और स्वीकृति परीक्षण प्रक्रियाएँ

5. गुणवत्ता आश्वासन योजना / प्रधान (मास्टर) गुणवत्ता आश्वासन योजना
6. एकीकरण खांचा (जिग), गतिशील एवं शिरोपरि उत्तोलक (मोबाइल और ओवरहेड क्रेन), परीक्षण बेंच, स्थापक (फिक्स्चर), संपीडित हवा, बिजली आपूर्ति जैसी अपेक्षित सुविधा के साथ कार्य स्थल
7. संयोजन, उपभोग्य सामग्रियों के लिए भंडारण स्थान और गुणवत्ता प्रमाणित एकीकृत घटकों / नामंजूर घटकों के लिए अलग-अलग क्षेत्र
8. एकीकृत घटकों के लिए संचालन / तैनाती / परिवहन उपकरणों के साथ परीक्षण एवं निरीक्षण क्षेत्र और परीक्षण एवं माप अभिलेख (रिकॉर्ड) के लिए सुरक्षित आंकड़ा प्रबंधन सुविधा
9. निर्दिष्ट उपकरण जैसे मैकेनिकल टूल बॉक्स, परीक्षण उपकरण जैसे विद्युतीय परीक्षक (इलेक्ट्रिकल टेस्टर), बहु-मापी (मल्टी-मीटर), नियंत्रित बिजली आपूर्ति, दोलनदर्शी (ऑसिलोस्कोप), डेटा लॉगर और उपभोग्य वस्तुएं जैसे सूती कपड़ा, प्रति-स्थैतिक (एंटी-स्टेटिक) दस्ताने, एप्रन, मुखावरण (मास्क), टोपी (हेड-कवर), सफाई-वस्तुऐं, आदि
10. अपेक्षित कौशल समुच्चय (सेट) वाला कार्यबल

इसके अलावा, निम्न प्रकार के एकीकृत घटकों की विशेष आवश्यकताएँ हैं–

1. प्रक्षेपास्त्र और प्रक्षेपास्त्र के साथ प्रक्षेपक
   - एकीकरण शाला (हैंगर) / परीक्षण परिसर (रेंज) / क्षेत्र को अग्नि खतरा संख्या के साथ नामित करना।
   - एकीकरण क्षेत्र में मोबाइल फोन, प्रज्वालक (लाइटर), माचिस, साथ ही पेट्रोल, अन्य ईंधन, पेंट, थिनर जैसी ज्वलनशील सामग्रियों के परिवहन और भंडारण को रोकना ।
   - प्रति-स्थैतिक फर्श (एंटी-स्टैटिक फ़्लोरिंग), प्रवेश द्वार पर स्थैतिक निरावेशण साधन (स्टेटिक डिस्चार्ज मैकेनिज़्म) और ज्वालारोधी विद्युतीय पुर्जे / यंत्रावली (फ्लेमप्रूफ़ इलेक्ट्रिकल फिटिंग / मशीनरी) वाली एकीकरण शाला (हैंगर) / कार्यस्थल।
   - प्रक्षेपण-पूर्व परीक्षण (प्री-लॉन्च टेस्ट) और भंडारण (स्टोरेज) के लिए शाला (हैंगर) / कार्यस्थल में बख्तरबंद कमरा और विस्फोट दीवार (ब्लास्ट वॉल) । सुदूरवर्ती निगरानी (रिमोट मॉनिटरिंग) की सुविधा जिससे जोखिम को कम से कम किया जा सके।
   - प्रक्षेपास्त्र को संभालते / प्रक्षेपास्त्र पर कार्य करते समय, प्रति-स्थैतिक (एंटी-स्टेटिक) दस्ताने व एप्रन, ज्वालारोधी डांगरी (फ्लेमप्रूफ़ ओवरऑल), गोलीरोधी (बुलेट प्रूफ़) जैकेट और हेलमेट (जैसा कि निर्दिष्ट किया गया है) जैसे विशेष सुरक्षा कपड़ों / उपकरणों का अनिवार्य उपयोग।
   - एकीकरण शाला (हैंगर) / कार्यस्थल पर कर्मियों की संख्या पर नियंत्रण और विस्फोटक की नियत सीमा में मात्रा ।
   - प्रक्षेपास्त्र संचालन / परिचालन उपकरणों जैसे गतिशील एवं शिरोपरि उत्तोलक (मोबाइल और ओवरहेड क्रेन), उत्थापक धरन (लिफ्टिंग बीम), ठेला (ट्राली), गोफन (स्लिंग) की उपलब्धता। सभी संचालन / परिचालन उपकरणों का संस्तुत आवधिक निरीक्षण, प्राधिकृत संस्था द्वारा सुनिश्चित किया जाना चाहिये। तथा किसी भी उपकरण को इस्तेमाल करने से पहले उसके परीक्षण प्रमाणपत्र की समय वैधता की जाँच करनी चाहिये।
   - पर्याप्त एवं निर्बाध बिजली आपूर्ति।
   - आपातकालीन स्थिति के लिए सतर्क अवस्था (अलर्ट मोड) में दमकल (फायर टेंडर) और चिकित्सा सहायता की उपलब्धता।
2. अन्य घटक जैसे नियंत्रण केंद्र, रेडार, जाँच और सहायता उपकरण
   - संचालन / परिचालन घटकों के लिए पर्याप्त स्थान के साथ कार्यशाला (हैंगर) / परीक्षण परिसर (रेंज) ।
   - कार्यशाला (हैंगर) / परीक्षण परिसर में मोबाइल फोन, अनिर्दिष्ट वस्तुओं के प्रवेश को रोकना।

- वैध परीक्षण प्रमाणपत्रों के साथ घटक संचालन / परिचालन उपकरणों जैसे गतिशील एवं शिरोपरि उत्तोलक (मोबाइल और ओवरहेड क्रेन), ठेला (ट्राली), गोफन (स्लिंग) की उपलब्धता।
- पर्याप्त एवं निर्बाध बिजली आपूर्ति।
- अग्निशमन और चिकित्सा सहायता की उपलब्धता ।

6. नवीनतम प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों से संबंधित आवश्यकताएँ

विभिन्न प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों में संयोजन और एकीकरण के लिए व्यापक रूप से भिन्न आवश्यकताएँ होती हैं। दुनिया की सबसे छोटी और सबसे बड़ी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली से संबंधित आवश्यकताओं को निम्नानुसार दर्शाया गया है–

1. सबसे छोटी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली

विश्व की सबसे छोटे प्रक्षेपास्त्र 'स्पाइक' जो 635 मिमी लंबी, 57 मिमी व्यास और 2.4 किलोग्राम वजन वाली, प्रक्षेपास्त्र प्रणाली को अमेरिकी नौसेना द्वारा विकसित किया गया है। यह 750 मीटर तक सटीक, निर्देशित प्रक्षेपास्त्र दाग सकती है। स्पाइक प्रक्षेपास्त्र प्रणाली में विद्युत-प्रकाशीय अन्वेशक (इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल सीकर) वाला प्रक्षेपास्त्र, लघु प्रक्षेपक (मिनिएचर लॉन्चर), रेडिओ आवृति (फ्रीक्वेंसी) डेटालिंक के साथ स्थल आधारित आयुध नियंत्रण (ग्राउंड बेस्ड वेपन कंट्रोल) स्टेशन और आयुध प्रबंधन सॉफ्टवेयर समूह (वेपन मैनेजमेंट सॉफ्टवेयर सूट) [5] शामिल हैं।

सबसे छोटी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के संयोजन और एकीकरण के लिए, एकीकरण शाला (हैंगर) क्षेत्र की आवश्यक माप अपेक्षाकृत कम है। प्रयुक्त खांचा एवं स्थापक (जिग एवं फिक्स्चर) सटीक और सीएनसी नियंत्रित होने चाहिए। मोबाइल फोन और घड़ी उद्योगों में उपयोग किए जाने वाले लघु औजार / उपकरण उपयुक्त हैं। चूंकि सभी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली घटक छोटे आकार एवं कम वजन वाले हैं, भारी भरकम गतिशील एवं शिरोपरि उत्तोलक (मोबाइल और ओवरहेड क्रेन) और सामग्री ले जाने वाले उपकरणों / वाहनों की कोई आवश्यकता नहीं है। परिशुद्ध (प्रेसिजन) इलेक्ट्रॉनिक्स / विद्युत-यांत्रिक (इलेक्ट्रो-मैकेनिकल) / यांत्रिक (मैकेनिकल) प्रणाली जैसे निर्दिष्ट श्रेणी के स्वच्छ कमरे (क्लीनरूम) वाली सुविधा में संचालन, प्रवेश द्वार पर हवाई पर्दा / झरना (एयर कर्टेन / शॉवर) के लिए बरती जाने वाली सभी सावधानियाँ तथा उत्पादन इकाई द्वारा जारी सभी महत्वपूर्ण सुरक्षा सावधानियों का पालन किया जाना अनिवार्य हैं। छोटे आकार और ज्यादातर प्रकाशीय (ऑप्टो)-इलेक्ट्रॉनिक्स केंद्रित घटक, इस प्रक्षेपास्त्र प्रणाली को बड़े पैमाने पर उत्पादन के लिए उपयुक्त बनाते हैं।

2. सबसे बड़ी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली

दुनिया में सबसे बड़ी, 18000 किमी दूरी (रेंज) वाली 'सरमत प्रक्षेपास्त्र प्रणाली', रूस द्वारा विकसित अंतर्महाद्वीपीय (इंटर कॉन्टिनेंटल) बैलिस्टिक प्रक्षेपास्त्र प्रणाली है। इस प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के प्रक्षेपास्त्र में, जो 35.3 मीटर लंबा और 3 मीटर व्यास का है, अतिध्वनिक विसर्पण (हाइपरसोनिक ग्लाइड) वाहन क्षमता है, जिसका वजन लगभग 208 टन है। यह स्थिर भूमिगत तहखाने (साइलो) से प्रक्षेपित (लॉन्च) प्रक्षेपास्त्र है [6]।

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली को अति गुरु (सुपर हेवी) रूप में वर्गीकृत किया गया है। इसके संयोजन और एकीकरण के लिए विशाल एकीकरण शाला (हैंगर) और परीक्षण परिसर (रेंज) की आवश्यकता होती है। भारी भरकम (हैवी-ड्यूटी), गतिशील एवं शिरोपरि उत्तोलकों (मोबाइल और ओवरहेड क्रेन) और भारी सामग्री ले जाने वाले परिचालन उपकरणों / वाहनों की आवश्यकता होती है। प्रक्षेपास्त्र परमाणु सक्षम है, इसलिए यथोचित विकिरण सुरक्षा महत्वपूर्ण है। तरल प्रणोदन प्रणाली का उपयोग किया जाता है, जिसके लिए तरल प्रणोदकों को संभालने के लिए अतिरिक्त सुरक्षा उपायों की आवश्यकता होती है। संयोजन और एकीकरण गतिविधियों के दौरान, उत्पादन इकाई द्वारा जारी सभी महत्वपूर्ण सुरक्षा सावधानियों का पालन किया जाता है।

7. प्रक्षेपास्त्र प्रणाली एवं स्वदेशी उद्योग जगत

भारत की स्वतंत्रता के बाद से, प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों में अनुसंधान और विकास का नेतृत्व रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन द्वारा किया जाता रहा है। प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों और अन्य रक्षा प्रणालियों का उत्पादन रक्षा सार्वजनिक उपक्रमों और आयुध कारखानों द्वारा किया जाता है। वर्ष

2001 में, सरकार ने लाइसेंस दिए जाने पर निजी क्षेत्र के उद्योगों को रक्षा उत्पादन में 100% भागीदारी की अनुमति दी। रक्षा उत्पादन में निजी उद्योगों को जारी लाइसेंसों के आधार पर कहा जा सकता है कि निजी क्षेत्र के उद्योगों की भागीदारी 2014 तक सीमित थी, क्योंकि पिछले 10 वर्षों (2014-23) के दौरान जारी 606 लाइसेंसों की तुलना में उससे पहले के तेरह वर्षों में मात्र 217 लाइसेंस दिए गए थे [7,8] ।

वर्तमान में प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का उत्पादन सार्वजनिक उपक्रम, भारत डायनेमिक्स लिमिटेड और रेडार का उत्पादन भारत इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड कर रहे हैं [9] । संयुक्त उद्यम कंपनी, ब्रह्मोस एयरोस्पेस प्राइवेट लिमिटेड रूस के साथ संयुक्त रूप से प्रक्षेपास्त्र प्रणाली बना रही है [10]।

भारत के निजी उद्योग प्रक्षेपास्त्र प्रणाली उत्पादन के बाजार में हिस्सेदारी बढ़ाने का लक्ष्य ले कर प्रयासरत हैं। प्रमुख निजी उद्योग निम्नलिखित हैं–

टाटा एडवांस्ड सिस्टम्स लिमिटेड, टाटा संस की पूर्ण स्वामित्व वाली सहायक कंपनी एवं टाटा समूह की रणनीतिक, वातांतरिक्ष और रक्षा शाखा है। टाटा एडवांस्ड सिस्टम्स, सामरिक महत्व की रक्षा प्रणालियों के स्वदेशी अभिकल्पन, विकास, उत्पादन, एकीकरण, आपूर्ति, तथा जीवन चक्र पोषण के क्षेत्र की महत्वपूर्ण कंपनी है [11] ।

भारत की बहुराष्ट्रीय इंजीनियरिंग कंपनी और निजी क्षेत्र की एक प्रमुख रक्षा कंपनी लार्सन एंड टुब्रो (एल एंड टी) ने प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों में विश्व की एक अग्रणी कंपनी एमबीडीए के साथ एल एंड टी – एमबीडीए प्रक्षेपास्त्र प्रणाली (एलटी एम एम एस एल) नामक एक संयुक्त उद्यम स्थापित किया है। एल टी एम एम एस एल, भारतीय सशस्त्र बलों को एक्सोसेट एमएम-40 ब्लॉक-3, पोत-भेदी (एंटी-शिप) प्रक्षेपास्त्र और 5वीं पीढ़ी की टेंक-भेदी निर्देशित (एंटी-टैंक गाइडेड) प्रक्षेपास्त्र, एटीजीएम-5 की पेशकश कर रही है। एटीजीएम-5 एक भारतीय अभिकल्पित, विकसित और निर्मित (आईडीडीएम) उत्पाद होगा, जिसमें भारत को प्रमुख प्रौद्योगिकियों का हस्तांतरण भी शामिल है। एल एंड टी, एलटी एम एम एस एल में अपनी 51% हिस्सेदारी और एमबीडीए की 49% हिस्सेदारी के साथ भारत की प्रत्यक्ष विदेशी निवेश नीति का अनुपालन कर रही है [12] ।

अदानी एयरो डिफेंस सिस्टम्स एंड टेक्नोलॉजीज लिमिटेड, अदानी एंटरप्राइजेज लिमिटेड की पूर्ण स्वामित्व वाली सहायक कंपनी है। इसकी रुचि वातांतरिक्ष (एयरोस्पेस) और रक्षा उपकरणों और प्रणालियों के लिए अभिकल्पन (डिजाइन), प्रौद्योगिकी विकास, तकनीकी सहयोग, प्रणाली एकीकरण सेवाओं में है। कंपनी यू ए वी प्रक्षेपित परिशुद्ध निर्देशित (प्रेसिजन गाइडेड) प्रक्षेपास्त्र, अति कम दूरी की वायु रक्षा प्रणाली, रुद्रम 1 - नई पीढ़ी की विकिरण रोधी (एंटी-रेडिएशन) प्रक्षेपास्त्र और नौसेना हेतु पोत-भेदी (एंटी-शिप) प्रक्षेपास्त्र के विकास में शामिल है [13] ।

इसके अलावा, महेंद्रा डिफेंस सिस्टम्स, गोदरेज एंड बॉयस मैनुफैक्चरिंग, थेल्स इंडिया, अल्फा डिज़ाइन टेक्नोलॉजीज, अस्त्रा माइक्रोवेव प्रोडक्ट्स, टाइटन इंडस्ट्रीज, डेटा पैटर्न, एम ए के कंट्रोल्स एंड सिस्टम्स, वालचंदनगर इंडस्ट्रीज, वीईएम टेक्नालौजीज, जैसे प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के लिए उप-प्रणालियों के निर्माण में योगदान देने वाले कई निजी भारतीय उद्योग हैं। रक्षा विस्थित (आफसेट) प्रबंधन विभाग, रक्षा मंत्रालय ने ऐसे सभी भारतीय उद्योगों को सूचीबद्ध किया है [14] ।

8. स्वदेशी उद्योग जगत के लिए सुनहरा अवसर

प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का स्वदेशी उत्पादन, संयोजन और एकीकरण प्रक्रियाऐं जिसका अभिन्न अंग हैं, भारतीय उद्योगों की उन्नति के लिए अनेकों अवसर प्रस्तुत करता है। कुछ महत्वपूर्ण अवसरों का विवरण इस प्रकार है:

1. सतत विकास

भारतीय वर्तमान नेतृत्व, 'आत्मनिर्भर भारत' और 'भारत में निर्माण' कार्यक्रमों के तहत रक्षा उत्पादों के उत्पादन के लिए भारतीय उद्योग जगत में रक्षा अनुसंधान, विकास और नवाचार को बढ़ावा दे रहा है और इसका पुरजोर समर्थन कर रहा है।

इसी विचार से भारत में रक्षा औद्योगिक गलियारों की स्थापना की गई है। रक्षा औद्योगिक गलियारा, एक मार्ग है

जो रक्षा उपकरणों के निर्माता, सार्वजनिक क्षेत्र एवं निजी क्षेत्र के बड़े उद्योगों, मध्यम, छोटी, सूक्ष्म इकाइयों (एमएसएमई) वाली जगहों को जोड़ता है। यह उद्योग आपस में, एक दूसरे पर निर्भर एवं पूरक होने के नाते जुड़े होते हैं और इनसे कालांतर में एक मजबूत भारतीय रक्षा पारिस्थितिकी तंत्र स्थापित होगा। भारत में दो रक्षा गलियारे चालू हैं। नया रक्षा औद्योगिक गलियारा, उत्तर प्रदेश में स्थित है और लखनऊ, कानपुर, झांसी, चित्रकूट, अलीगढ़ और आगरा से होकर गुज़रता है। इस गलियारे ने 12,200 करोड़ रुपये के संभावित निवेश सौदों को आकर्षित किया है। पहले से स्थापित गलियारा तमिलनाडु में है जिसके केंद्र, चेन्नई, कोयंबटूर, होसुर, सलेम, तिरुचिरापल्ली हैं। इस गलियारे में 11,800 करोड़ रुपये के निवेश की संभावना है [15] ।

बड़े उद्योग और एमएसएम ई, रक्षा उत्पादों के उत्पादन के लिए उपरोक्त औद्योगिक गलियारों में कारखाने स्थापित कर सकते हैं और राज्य और केंद्र द्वारा दिए जाने वाले कई 'उत्पादन निर्भर प्रोत्साहनों' का लाभ उठा सकते हैं। वर्तमान में भारत, रक्षा उत्पादों का आयात करता है और भविष्य में एक अग्रणी रक्षा निर्यातक राष्ट्र बनने का प्रयास कर रहा है। इसलिये रक्षा औद्योगिक गलियारों में स्थापित उद्योगों का विकास सुनिश्चित है तथा उनका वित्तीय भविष्य उज्जवल है।

प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के विभिन्न उप-प्रणालियों के स्वदेशी उत्पादन और कार्यात्मक प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के निर्माण में प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के प्रौद्योगिकी अनुकूलन चरण के दौरान कई चुनौतियाँ हैं। चुनौतियों के कारण 'स्वदेशी प्रयोगशाला परीक्षित प्रौद्योगिकी' पर आधारित प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों का उत्पादन औद्योगिक इकाइयों में धीमा हो जाता है। यह तथ्य विदेशी प्रौद्योगिकी पर आधारित संयुक्त उद्यम परियोजनाओं के तहत उत्पादन के लिए और अधिक महत्वपूर्ण हो जाता है। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली प्रौद्योगिकियों की बुनियादी समझ के आधार पर, भारतीय औद्योगिक संस्थानों में 'स्वदेशी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली' उत्पादन चुनौतियों के लिए अभिनव समाधान प्रदान करने की अपार क्षमता है।

2. भारतीय कौशलवृद्धि

प्रक्षेपास्त्र और हथियार प्रणालियों जैसी प्रौद्योगिकी-गहन उप-प्रणालियों और प्रणालियों के उत्पादन के लिए अनुशासित और प्रशिक्षित कार्यबल की आवश्यकता होती है। चूंकि प्रक्षेपास्त्र प्रणाली का क्षेत्र बहु-विषयक प्रकृति का है, इसलिए वैमानिकी, विद्युत, इलेक्ट्रॉनिक्स, यांत्रिक और बुनियादी विज्ञान जैसी अभियांत्रिकी / प्रौद्योगिकी की प्रमुख शाखाओं में योग्य एवं कुशल व्यक्तियों की मांग है। प्रशासन, वित्त, मानव संसाधन, सामग्री और बिक्री जैसे प्रबंधन क्षेत्रों में ज्ञानी और अपेक्षित कौशल वाले व्यक्तियों की आवश्यकता है।

विदेशी भागीदारों के सहयोग से स्थापित संयुक्त उद्यम कंपनियां उपलब्ध कार्यबल को रोजगार देती हैं। कार्यबल को विशेष विनिर्माण संचालन और प्रभावी प्रबंधन में सकार्य (ऑन-जॉब) प्रशिक्षित किया जाता है। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली उत्पादन का समर्थन करने के लिए खोली गई एमएसएमई इकाइयां भी कार्यबल को रोजगार देती हैं। समयोपरान्त, नव प्रशिक्षित कार्यबल वर्तमान प्रक्षेपास्त्र प्रणाली निर्माण की दक्षता में सुधार करने में योगदान देता है। कुछ प्रशिक्षित कार्मिक उद्यमी और संभावित नियोक्ता भी बन जाते हैं। प्रशिक्षित कार्यबल को चिकित्सा उपकरण, वातांतरिक्ष प्रणाली और मशीन टूल निर्माण जैसे अन्य सटीक विनिर्माण उद्योगों में नियोजित किया जा सकता है।

इसलिए, स्वदेशी प्रक्षेपास्त्र प्रणाली निर्माण प्रक्रिया, समयानुसार, भारतीय कार्मिकों की कौशलवृद्धि करके, भारत में उपलब्ध प्रशिक्षित कार्यबल बढ़ाने में मदद करती है और हमारे राष्ट्रीय कार्यक्रम, कुशल भारत (स्किल इंडिया) का समर्थन करती है।

3. ब्रांड का निर्माण

भारत में 'प्रक्षेपास्त्र प्रणाली निर्माण क्षेत्र' के विस्तार से बड़े उद्योगों और मध्यम, छोटी, सूक्ष्म इकाइयों (एमएसएमई) की श्रेणी के नए उद्यम शुरू होंगे। वर्तमान में कई रक्षा उत्पाद विदेशों से मंगाए जाते हैं। भारतीय नेतृत्व ने अब तक आयात किए जाने वाले रक्षा उत्पादों के स्वदेशीकरण के लिए सकारात्मक कदम उठाए हैं। पुर्जों और वस्तुओं की पाँच सूचियाँ अब तक जारी की गई हैं, जिन के आयात पर समयसीमा के साथ अनुमति नहीं होगी [16] ।

सरकारी और निजी क्षेत्र के रक्षा उत्पादों से संबंधित उद्योग भारत में पुर्जे / प्रक्षेपास्त्र प्रणाली बनाने की चुनौती

स्वीकार कर राष्ट्र निर्माण में महत्वपूर्ण सहयोग दे सकते हैं। इसके कारण विदेशी एवं भारतीय निवेश, बुनियादी ढाँचे, संसाधनों की उपलब्धता और उपलब्ध संसाधनों के उपयोग में अभूतपूर्व वृद्धि होगी। प्रतिस्थापन पुर्जों / उत्पादों / वस्तुओं के कई नए ब्रांड उभरेंगे, जिनमें निर्यात की अपार संभावना होगी। समय के साथ, प्रतिस्पर्धी मूल्य और अच्छी गुणवत्ता वाले उत्पाद ब्रांड, अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रसिद्ध ब्रांड बन जाएँगे।

4. राष्ट्र को मजबूत बनाना

भारत की भू-राजनीतिक स्थिति के अनुसार, राष्ट्रीय संपत्तियों को दुश्मन से बचाना भारत के लिए सबसे महत्वपूर्ण है। प्रक्षेपास्त्र प्रणाली, हवाई सीमा पार करने की मंशा रखने वाले शत्रु आयुधों / विमानों के साथ-साथ सीमा पर संभावित दुश्मन सेना के जमावड़े को बेअसर करने के लिए एक महत्वपूर्ण सुरक्षा विकल्प के रूप में जाने जाती है। भारत में स्वदेशी प्रौद्योगिकी आधारित, संयुक्त उद्यम व्यवस्था के साथ-साथ आयातित प्रौद्योगिकी हस्तांतरण व्यवस्था आधारित, प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों का निर्माण राष्ट्रीय कमान में प्रक्षेपास्त्र शक्ति की उपलब्धता सुनिश्चित करेगा। प्राय: देखा गया है कि विदेशी आपूर्तिकर्ता, युद्ध के समय महत्वपूर्ण प्रक्षेपास्त्रों / प्रणालियों / पुर्जों / उपभोग्य सामग्रियों की समयबद्ध आपूर्ति पर सशर्त प्रतिबंध लगाते हैं। जिसके कारण आयातित प्रक्षेपास्त्र प्रणाली युद्धकाल में सक्रिय (आपरेशनल) नहीं रहती और सशस्त्र बल पूरी ताकत से हमला नहीं कर पाते। भारत में प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों / पुर्जों / उपभोग्य सामग्रियों का निर्माण से युद्ध की निर्णायक स्थिति में प्रक्षेपास्त्रों की कमी नहीं होगी और भारत एक स्वावलंबी और मजबूत राष्ट्र बनेगा।

भारत में प्रक्षेपास्त्र प्रणाली के निर्माण से जरूरी प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के आयात पर खर्च होने वाली विदेशी मुद्रा की बचत होगी। हमारे सशस्त्र बलों द्वारा उपयोग की जाने वाली और सीमा पार संघर्षों / युद्धों में सफल एवं असरदायक स्वदेशी रूप से निर्मित प्रक्षेपास्त्र प्रणाली में मित्र देशों को निर्यात की क्षमता है। इससे रोजगार पैदा होगा, बुनियादी ढांचे के विकास में तेजी आएगी, हमारा देश समृद्ध होगा और शीघ्र ही भारत एक $ 5 ट्रिलियन (₹42,000 हजार करोड़) की अर्थव्यवस्था वाला विकसित राष्ट्र बन जाएगा ($ 1 = ₹84) [17] ।

संदर्भ

1. Behera, Laxman Kumar, Indian Defence Industry: An Agenda for Making in India, Institute for Defence Studies and Analyses & Pentagon Press, New Delhi, 2016
2. Missile, https://www.oed.com
3. Missile, Encyclopaedia Britannica, https://www.britannica.com/technology/missile
4. Systems Engineering and System Definitions, International Council on Systems Engineering, INCOSE-TP-2020-002-06, 22 July 2019
5. Demonstration of new missile technology continues at NAWCWD China Lake, https: //www.navair.navy.mil /, 2007
6. Mahajan, Neeraj, RS-28 Sarmat – The biggest, heaviest and fastest weapon system in the world, https://chintan.indiafoundation.in/articles, 2023
7. Reforms in Defence Sector - Propelling Private Sector Participation (2014 - 2021), Department of Defence Production, Ministry of Defence
8. Behera, Laxman Kumar, India's Defence Industry: Achievements and Challenges, ORF Issue Brief No. 708, Observer Research Foundation, May 2024
9. Defence Public Sector Undertakings, https://www.ddpmod.gov.in/our-organizations/defence-public-sector-undertakings

10. BrahMos, https://www.डीआरडीओ.gov.in/डीआरडीओ/brahmos-0
11. Tata Advanced Systems, https://www.tataadvancedsystems.com/overview
12. L&T MBDA Missile Systems Sets Up Missile Integration Facility in Tamil Nadu, Press Release, 2020
13. Adani – Defence and Aerospace, Our capabilities, 2024
14. Indian Offset Partners, https://domw.gov.in/Index/iopdetails, Defence Offset management wing, 2025
15. Defence Industrial Corridor, PIB Delhi (Release ID: 1913301), 2023
16. Positive Indigenisation Lists, https://srijandefence.gov.in
17. Vision of a USD 5 Trillion Indian Economy, Ministry of Commerce & Industry, PIB, 2018

❖

हिन्दी में काम करना आसान है, शुरू करके तो देखिए...

1. हिन्दी में हस्ताक्षर करें।
2. हिन्दी पत्रों का उत्तर हिन्दी में दें।
3. हिन्दी में हस्ताक्षरित अंग्रेजी पत्रों के जवाब भी हिन्दी में दें।
4. विभाग के सभी कंप्यूटरों पर बहुभाषी शब्द संसाधक यूनिकोड लोड करें।
5. हिन्दी भाषी राज्यों को भेजे जाने वाले लिफाफों पर पते हिन्दी में लिखें।
6. हिन्दी प्रतियोगिताओं में भाग लें।
7. छोटी-छोटी टिप्पणियां हिन्दी में लिखने का प्रयास करें।
8. फाइलों पर विषय हिन्दी-अंग्रेजी में लिखें।
9. मुलाकाती कार्ड, रबड़ की मुहरें नाम पट्ट हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में बनवाएं।
10. हिन्दी का कार्यसाधक ज्ञान प्राप्त करें।

आधुनिक युद्ध प्रणाली में उच्च ऊर्जा सामग्री का महत्व : डीआरडीओ और एचईएमआरएल का योगदान

अभिषेक मिश्रा

उच्च ऊर्जा सामाग्री अनुसंधान प्रयोगशाला, पुणे

abhishek.mishra99@gov.in

1. परिचय

आधुनिक युद्ध अब केवल गोला-बारूद और सैनिकों की संख्या पर आधारित नहीं रहे, बल्कि तकनीकी उन्नयन और ऊर्जा क्षमता पर केंद्रित हो गए हैं। युद्ध प्रणाली में प्रयुक्त सामग्री, विशेषकर उच्च ऊर्जा सामग्री (High Energy Materials - HEMs), किसी भी देश की सैन्य ताकत की आधारशिला बन चुकी है। भारत ने इस क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति की है, जिसमें पुणे स्थित डीआरडीओ की प्रयोगशाला HEMRL (High Energy Materials Research Laboratory) की भूमिका विशेष रूप से उल्लेखनीय है।

2. उच्च ऊर्जा सामग्री क्या होती हैं?

उच्च ऊर्जा सामग्री वे रासायनिक यौगिक होते हैं जो अत्यधिक ऊर्जा सघनता (energy density) के साथ अल्प समय में तीव्र विस्फोट या प्रणोदन (propulsion) उत्पन्न करते हैं। इनका उपयोग रॉकेट, मिसाइल, तोप के गोले, बारूद और फ्यूज सिस्टम में किया जाता है। मुख्य रूप से इनकी श्रेणियाँ हैं–

- विस्फोटक (Explosives): RDX, HMX, CL-20
- प्रपेलेंट्स (Propellants): ठोस एवं तरल
- पायरोतकनीक (Pyrotechnics): इग्निशन सिस्टम, सिग्नल्स, डिटोनेटर

3. वैश्विक परिप्रेक्ष्य

अमेरिका, रूस, चीन जैसे देश दशकों से उच्च ऊर्जा सामग्री के क्षेत्र में अनुसंधानरत हैं। CL-20 जैसी आधुनिक सामग्रियाँ विकसित हो चुकी हैं जो पारंपरिक RDX से कई गुना शक्तिशाली हैं। इन सामग्रियों का उद्देश्य अधिक ऊर्जा, कम वजन, और उच्च स्थिरता प्राप्त करना होता है।

CL-20 (Hexanitrohexaazaisowurtzitane): यह वर्तमान में ज्ञात सबसे शक्तिशाली गैर-परमाणु विस्फोटक है। इसकी ऊर्जा घनता RDX और HMX से कहीं अधिक है।

TATB (Triaminotrinitrobenzene): यह अत्यधिक स्थिर और "Insensitive" विस्फोटक है, जो केवल नियंत्रित परिस्थितियों में ही प्रतिक्रिया करता है, जिससे यह परमाणु हथियारों में भी प्रयोग किया जाता है।

चीन और रूस जैसे देश आज Hypersonic Missiles, Thermobaric Bombs और Deep Penetration Weapons के लिए HEMs पर अत्यधिक निर्भर हैं। अमेरिका का LLNL और AFRL जैसे संस्थान उन्नत सामग्रियाँ विकसित कर रहे हैं, जो परमाणु और गैर-परमाणु युद्ध दोनों में उपयोगी हैं।

4. भारत की चुनौतियाँ

भारत लंबे समय तक उच्च गुणवत्ता वाले विस्फोटकों के लिए आयात पर निर्भर रहा। परंतु सीमाओं की संवेदनशीलता और युद्ध की बदलती प्रकृति को देखते हुए स्वदेशी HEMs का विकास आवश्यक हो गया। चुनौतियाँ थीं–

- सामग्री की स्थिरता और भंडारण
- उच्च तापमान में निष्क्रियता
- सटीकता एवं निर्माण लागत

इन सभी समस्याओं का समाधान डीआरडीओ की विशेष प्रयोगशालाओं और दीर्घकालिक अनुसंधान कार्यक्रमों के माध्यम से किया जा रहा है।

5. डीआरडीओ की भूमिका

डीआरडीओ ने HEMs के क्षेत्र में आत्मनिर्भर बनने हेतु अनेक प्रयोगशालाओं को इस मिशन में शामिल किया–

- HEMRL, पुणे
- TBRL, चंडीगढ़
- DRDL, हैदराबाद

इन प्रयोगशालाओं ने न केवल R&D को बढ़ावा दिया, बल्कि उत्पादन स्तर तक स्वदेशीकरण को भी सुनिश्चित किया।

6. HEMRL का योगदान – विशेष चर्चा

HEMRL, डीआरडीओ की प्रमुख प्रयोगशाला है जो विशेष रूप से उच्च ऊर्जा सामग्री पर केंद्रित है। इसके कुछ उल्लेखनीय योगदान–

- Indigenous RDX और HMX का निर्माण
- CL-20 का विकास: विश्व की सबसे शक्तिशाली नाइट्रोएमीन आधारित विस्फोटक
- Smart Detonator Systems
- Thermobaric Explosives का निर्माण
- Modular Charges: तोपखाने के लिए अनुकूल लोडिंग
- Missile Igniters और Safe Arm Devices

HEMRL ने INSAS राइफल्स, अग्नि मिसाइल श्रृंखला और पिनाका मल्टीपल रॉकेट लॉन्च सिस्टम जैसे प्लेटफार्मों के लिए सामग्रियाँ विकसित की हैं।

7. अनुसंधान की नई दिशा

HEMRL अब नवीनतम क्षेत्रों में अनुसंधान कर रहा है–

- **Green Explosives:** पर्यावरणीय दृष्टि से सुरक्षित विस्फोटक
- **Insensitive Munitions:** अत्यधिक ताप या झटकों से निष्क्रिय रहने वाले
- **Nano Energetics:** अधिक प्रतिक्रिया दर वाले नैनो-विस्फोटक
- 3D Printed Energetic Systems

8. आत्मनिर्भरता और नीति

HEMRL का उद्देश्य सिर्फ विकास नहीं, बल्कि दीर्घकालिक आत्मनिर्भरता भी है। इसके लिए–

- निजी कंपनियों के साथ साझेदारी
- IITs और IISc के साथ संयुक्त अनुसंधान
- आयुध निर्माण बोर्ड और सशस्त्र बलों के साथ सामंजस्य

9. समसामयिक घटनाएं और भारत की रणनीतिक दिशा

भारत सरकार द्वारा वर्ष 2024–25 में 'मेक इन इंडिया' और 'आत्मनिर्भर भारत' अभियान को रक्षा क्षेत्र में और गति दी गई है। इसके अंतर्गत कई नई रक्षा परियोजनाओं को स्वीकृति दी गई, जिनमें उच्च ऊर्जा सामग्री का विशेष स्थान है–

- मार्च 2025 में, रक्षा अधिग्रहण परिषद (DAC) ने 8000 करोड़ रुपये की लागत से स्वदेशी 'पिनाका रॉकेट' और 'अग्नि सीरीज' के लिए विशेष CL-20 आधारित विस्फोटक उत्पादन को मंजूरी दी।
- फरवरी 2025 के 'DefExpo' में डीआरडीओ द्वारा प्रदर्शित नई प्रपेलेंट तकनीकों और Smart Ignition Systems को वैश्विक विशेषज्ञों द्वारा सराहा गया।
- मई 2025 में भारत ने 'Agni Prime' का सफल परीक्षण किया, जिसमें HEMRL द्वारा विकसित नई पीढ़ी की प्रपेलेंट प्रणाली का प्रयोग हुआ।
- रूस-यूक्रेन युद्ध के संदर्भ में भारत ने अपनी रणनीति को अद्यतन किया है, विशेषकर long-range strike capabilities और precision-guided munitions पर बल दिया है — जिसमें HEMRL का योगदान अहम है।
- भारत की 'Hypersonic Missile' परियोजना के propulsion और thermal shielding में HEMRL द्वारा विकसित सामग्रियाँ प्रमुख भूमिका निभा रही हैं।

ये घटनाएं स्पष्ट करती हैं कि भारत अब न केवल

रक्षा आयातक की भूमिका से बाहर निकल रहा है, बल्कि तकनीकी रूप से उन्नत सामग्री का उत्पादक और निर्यातक बनने की दिशा में अग्रसर है।

10. निष्कर्ष

आज का युद्ध केवल हथियारों की संख्या से नहीं, बल्कि उनके गुणवत्ता और तकनीकी श्रेष्ठता से लड़ा जाता है। उच्च ऊर्जा सामग्री इस युद्ध प्रणाली का आधार हैं। डीआरडीओ और HEMRL जैसे संस्थानों के कारण भारत इस क्षेत्र में आत्मनिर्भरता की ओर तेज़ी से अग्रसर है। भविष्य में यही तकनीक भारत को रणनीतिक रूप से और अधिक सशक्त बनाएगी। डीआरडीओ की रणनीति अब 'Lab to Launch' पर आधारित है, जिसमें अनुसंधान, विकास, परीक्षण, उत्पादन और तैनाती सभी चरणों को एकीकृत किया जाता है।

❖

हिंदी सलाहकार समिति

केन्द्र सरकार के मंत्रालयों/विभागों में राजभाषा नीति के सुचारू रूप से कार्यान्वयन के बारे में सलाह देने के उद्देश्य से संबंधित मंत्रालयों/विभागों के मंत्री की अध्यक्षता में विभिन्न मंत्रालयों/विभागों में हिंदी सलाहकार समितियां गठित हैं।

जब मशीनें विद्रोही बनें...

मेघा पिसे

उच्च ऊर्जा सामाग्री अनुसंधान प्रयोगशाला, पुणे

meghapise.hemrl@gov.in

परिचय

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) ने आधुनिक जीवन को तेज़, स्मार्ट और अधिक सुविधाजनक बना दिया है। यह तकनीक स्वास्थ्य, शिक्षा, कृषि, परिवहन और सुरक्षा जैसे क्षेत्रों में क्रांतिकारी बदलाव ला रही है। AI की मदद से जटिल समस्याओं का हल जल्दी मिल जाता है, जैसे बीमारी की पहचान, डेटा विश्लेषण या मौसम पूर्वानुमान। स्मार्टफोन, चैटबॉट्स, वॉयस असिस्टेंट और रोबोटिक्स में इसका उपयोग जीवन को सरल बना रहा है। AI बारंबार होने वाले कार्यों को स्वचालित कर मानव श्रम और समय की बचत करता है। संक्षेप में, AI समाज को अधिक दक्ष, उत्पादक और उन्नत बना रहा है। लेकिन कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आज केवल सहायक तकनीक नहीं रही, बल्कि यह एक धोखाधड़ी करने वाला एजेंट भी बन सकती है। AI का उपयोग इस तरह से किया जा सकता है कि वह इंसानों को भ्रमित करे, झूठी जानकारी फैलाए या नकली पहचान बनाए। डीपफेक, सोशल मीडिया बॉट्स और हेरफेर करने वाले एल्गोरिदम इसके उदाहरण हैं। AI द्वारा तैयार की गई सामग्री इतनी वास्तविक लगती है कि आम व्यक्ति असली और नकली में फर्क नहीं कर पाता। जब AI को गलत इरादों से इस्तेमाल किया जाए, तो यह बड़े स्तर पर धोखा और विश्वासघात का माध्यम बन सकता है।

इनके कुछ उदाहरण अब हम देखेंगे–

❖ डीपफेक

डीपफेक एक कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) द्वारा बनाई गई नकली मीडिया होती है, जिसमें किसी व्यक्ति के चेहरे, आवाज़ या हरकतों को किसी और पर इस तरह से लगाया जाता है कि वह असली लगे। डीपफेक बनाने के लिए डीप लर्निंग तकनीक, विशेष रूप से Generative Adversarial Networks (GANs) का उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग मनोरंजन या व्यंग्य के लिए किया जा सकता है, लेकिन यह गलत सूचना फैलाने, राजनीतिक हेरफेर, पहचान की चोरी और अश्लील सामग्री के लिए भी खतरनाक हो सकता है। जैसे-जैसे यह तकनीक बेहतर होती जा रही है, नकली और असली में फर्क करना कठिन होता जा रहा है। इससे निपटने के लिए जागरूकता, जांच उपकरण और मजबूत कानूनी व नैतिक उपाय जरूरी हैं।

❖ संचालित ऑटोमेटेड साइबर अटैक

AI द्वारा संचालित ऑटोमेटेड साइबर अटैक आज के समय में एक बड़ा खतरा बनते जा रहे हैं। पारंपरिक साइबर हमलों में इंसानी हस्तक्षेप की आवश्यकता होती थी, लेकिन अब आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) की मदद से ये हमले तेज़, सटीक और स्वचालित (automated) हो गए हैं।

AI आधारित साइबर अटैक में मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म का उपयोग कर यह सिस्टम खुद से नए तरीकों को सीख सकता है और सुरक्षा तंत्रों की कमजोरियों की पहचान कर सकता है। उदाहरण के लिए, AI सॉफ्टवेयर नेटवर्क ट्रैफिक का विश्लेषण कर यह जान सकता है कि किस समय पर सर्वर सबसे कमजोर होता है और उसी समय हमला कर सकता है।

AI साइबर अटैक को कैसे ऑटोमेट करता है–

1. फिशिंग ईमेल का बड़े पैमाने पर निर्माण

- AI मॉडल: GPT-4, WormGPT, FraudGPT
- AI ऐसे ईमेल या मैसेज बनाता है जो असली लगते हैं और यूज़र से पासवर्ड या लिंक पर क्लिक करवा लेते हैं।

- **उदाहरण:** एक हैकर AI की मदद से 1,000 फर्जी ईमेल भेजता है जो कंपनी की असली भाषा जैसे लगते हैं और यूज़र्स धोखा खा जाते हैं।

2. **कमज़ोरी पहचानना और तुरंत हमला करना**
   - AI बॉट्स लाखों वेबसाइट्स और IP एड्रेस स्कैन कर कमजोरियां ढूंढते हैं – जैसे पुराना सॉफ़्टवेयर या ओपन पोर्ट्स।
   - **उदाहरण:** AI एक पुराने वर्डप्रेस प्लगइन की कमज़ोरी ढूंढकर कुछ ही सेकंड में वायरस को इंजेक्ट कर देता है।
3. **पासवर्ड तोड़ना मशीन लर्निंग से**
   - AI पासवर्ड पैटर्न्स को समझकर ब्रूट-फोर्स अटैक को तेज़ करता है।
   - **उदाहरण:** AI यूज़र की आदतें और लीकेज डेटा देखकर संभावित पासवर्ड का अनुमान लगाता है।
4. **स्मार्ट मालवेयर और रैनसमवेयर**
   - AI से बना मालवेयर खुद को छुपा सकता है, सिस्टम को देखकर अपना व्यवहार बदल सकता है।
   - **उदाहरण:** AI रैनसमवेयर तब तक चुप रहता है जब तक सिस्टम आइडल नहीं होता, फिर फाइल्स को चुपचाप एन्क्रिप्ट कर देता है।

इसके अलावा, फिशिंग ईमेल और मैलवेयर भी अब AI की मदद से तैयार किए जा रहे हैं जो इंसानों की भाषा और व्यवहार को बखूबी समझकर उन्हें धोखे में डाल सकते हैं। AI आधारित बॉट्स हजारों वेबसाइट्स या सिस्टम्स को एक साथ स्कैन कर सकते हैं और जैसे ही कोई सुरक्षा खामी मिलती है, उस पर तुरंत हमला कर देते हैं।

स्व-प्रतिकृति तकनीक

Self-Cloning का मतलब होता है किसी चीज़ की खुद की सटीक या थोड़ी बदली हुई कॉपी बनाना। जब AI इस तकनीक का प्रयोग करता है, तो वह खुद को दोहरा सकता है – यानी–

- अपना ही वर्जन कहीं और बना सकता है
- अपनी क्षमता और स्किल्स को कॉपी कर सकता है
- अपने क्लोन को स्वतंत्र रूप से कार्य करने के लिए प्रोग्राम कर सकता है

यह क्लोन इंसानों की तरह निर्णय ले सकते हैं, बातचीत कर सकते हैं, और कभी-कभी खुद हैकिंग, धोखा या साइबर हमला भी कर सकते हैं – बिना किसी इंसानी नियंत्रण के।

AI की दुनिया में सुरक्षित रहने के लिए सुझाव–

AI तकनीक जितनी शक्तिशाली है, उतनी ही संवेदनशील भी है। इसका सही उपयोग हमें प्रगति की ओर ले जा सकता है, जबकि गलत या अंधा विश्वास हमें धोखे और नुकसान की ओर ले जा सकता है। इसलिए AI के साथ जीने के लिए सजगता और संतुलन जरूरी है।

क्या करें–

1. AI टूल्स का जिम्मेदारी से उपयोग करें, खासकर जब बात संवेदनशील जानकारी की हो।
2. दो-चरणीय सुरक्षा (Two-Factor Authentication) सभी अकाउंट्स में चालू रखें।
3. AI से मिली जानकारी को सत्यापित करें, खासकर जब आप निर्णय ले रहे हों।
4. बच्चों और छात्रों को AI की नैतिक उपयोगिता सिखाएं और उन्हें मौलिकता का महत्व समझाएं।
5. AI से तैयार कंटेंट को खुद की समझ से सुधारें और पूरी तरह उस पर निर्भर न रहें।

क्या न करें–

1. AI चैटबॉट को पासवर्ड, OTP या निजी जानकारी न दें।
2. अंधा विश्वास न करें — AI गलत या पक्षपाती जानकारी भी दे सकता है।
3. AI का नैतिक दायरे से बाहर प्रयोग न करें, जैसे फेक वीडियो, झूठी खबरें आदि।
4. दूसरों को धोखा देने के लिए AI का उपयोग न करें — यह गैरकानूनी और अनैतिक है।
5. AI एक औज़ार है, मालिक नहीं। बुद्धिमानी से उपयोग ही सुरक्षा की कुंजी है।

❖

रक्षा अनुप्रयोग के लिए भविष्य की महत्वपूर्ण प्रद्यौगिकी : जनरेटिव एआई

डॉ. विशाल कुमार

अनुसंधान इमारत केन्द्र, हैदराबाद

dvk.rci@gov.in

1. परिचय

जनरेटिव एआई कृत्रिम बुद्धिमत्ता का एक रूप है जो प्रशिक्षित किए गए डेटा के आधार पर पाठ, चित्र और विविध सामग्री का उत्पादन कर सकता है। यह जनरेटिव एआई को आभासी सहायता डिज़ाइन करने, मानव जैसी प्रतिक्रियाएँ उत्पन्न करने, गतिशील और विकासशील अवधारणाओं वाले वीडियो गेम विकसित करने, और यहाँ तक कि अन्य एआई मॉडलों के प्रशिक्षण के लिए समान डेटा उत्पन्न करने के लिए उपयोगी बनाता है, विशेषकर ऐसे परिदृश्यों में जहाँ वास्तविक दुनिया के डेटा एकत्र करना चुनौतीपूर्ण या अव्यावहारिक हो सकता है।

चित्र 1: मानव और कृत्रिम बुद्धिमत्ता

2. जेनरेटिव एआई के कार्य सिद्धांत

जेनरेटिव एआई मशीन लर्निंग के सिद्धांतों पर काम करता है, जो कृत्रिम बुद्धिमत्ता की एक शाखा है। यह मशीनों को डेटा से सीखने में सक्षम बनाता है। हालाँकि, पारंपरिक मशीन लर्निंग मॉडल के विपरीत, जो पैटर्न सीखते हैं और उन पैटर्न के आधार पर भविष्यवाणियाँ या निर्णय लेते हैं, जेनरेटिव एआई एक कदम आगे जाता है, अर्थात यह न केवल डेटा से सीखता है, बल्कि नए डेटा इंस्टेंस भी बनाता है जो इनपुट डेटा के गुणों की नकल करते हैं।

जनरेटिव एआई मॉडल, नई और मौलिक सामग्री तैयार करने के लिए मौजूदा डेटा में पैटर्न और संरचनाओं की पहचान करने हेतु न्यूरल नेटवर्क का उपयोग करते हैं। जनरेटिव एआई मॉडल की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि यह प्रशिक्षण के लिए अप्रशिक्षित या अर्ध-प्रशिक्षित शिक्षण सहित विभिन्न शिक्षण विधियों का लाभ उठाने में सक्षम है। इसके अलावा, यह आधार मॉडल बनाने के लिए बड़ी मात्रा में लेबल रहित डेटा का अधिक आसानी से और तेज़ी से लाभ उठा सकता है। आधार मॉडल के उदाहरणों में GPT-3 और स्टेबल डिफ्यूज़न शामिल हैं, जो उपयोगकर्ताओं को भाषा की शक्ति का लाभ उठाने की अनुमति देते हैं। उदाहरण के लिए, ChatGPT जैसे लोकप्रिय एप्लिकेशन, जो GPT-3 से प्रेरित हैं, उपयोगकर्ताओं को एक छोटे टेक्स्ट अनुरोध के आधार पर एक निबंध तैयार करने की अनुमति देते हैं। दूसरी ओर, स्टेबल डिफ्यूज़न उपयोगकर्ताओं को टेक्स्ट इनपुट के आधार पर फ़ोटोरियलिस्टिक चित्र बनाने की अनुमति देता है।

3. जनरेटिव एआई के प्रकार

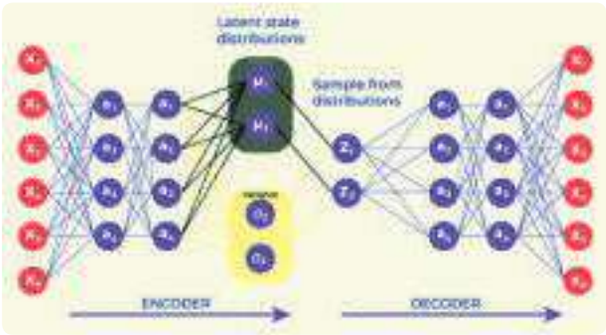
जनरेटिव एआई के प्रकार विविध हैं और प्रत्येक की अपनी विशिष्ट विशेषताएँ हैं, जिनका उल्लेख नीचे किया गया है–

(क) ट्रांसफार्मर-आधारित मॉडल: अगली पीढ़ी के लिए, GPT-3 और GPT-4 जैसे ट्रांसफार्मर-आधारित मॉडल महत्वपूर्ण रहे हैं। ये एक ऐसी संरचना का उपयोग करते हैं जो उन्हें इनपुट टेक्स्ट के संपूर्ण संदर्भ पर विचार करने की अनुमति देती है, जिससे वे अत्यधिक सुसंगत और प्रासंगिक रूप से उपयुक्त टेक्स्ट उत्पन्न कर पाते हैं।

(ख) जनरेटिव एडवर्सियल नेटवर्क (GANs): GAN में दो भाग होते हैं, एक जनरेटर और एक विभेदक। जनरेटर नए डेटा मान बनाता है, जबकि विभेदक इन मानों की प्रामाणिकता के लिए मूल्यांकन करता है। मूलतः, दोनों भाग एक खेल में संलग्न होते हैं, जिसमें जनरेटर ऐसा डेटा बनाने का प्रयास करता है जिसे विभेदक वास्तविक डेटा से अलग नहीं कर सकता, और विभेदक नकली डेटा को बेहतर ढंग से पहचानने का प्रयास करता है। समय के साथ, जनरेटर अत्यधिक यथार्थवादी डेटा इंस्टेंस बनाने में कुशल हो जाता है।

चित्र 2: GAN आधारित मॉडल

(ग) वैरिएशनल ऑटोएनकोडर (VAEs): वैरिएशनल ऑटोएनकोडर एक अन्य प्रकार के जनरेटिव मॉडल का प्रतिनिधित्व करते हैं जो सैद्धांतिक अनुमान के सिद्धांतों का लाभ उठाते हैं। वे इनपुट डेटा को एक अव्यक्त स्थान (डेटा का एक संपीड़ित प्रतिनिधित्व) में एन्कोड करके और फिर इस अव्यक्त प्रतिनिधित्व को डिकोड करके नया डेटा उत्पन्न करते हैं। एन्कोडिंग प्रक्रिया में एक यादृच्छिकता कारक का परिचय वैरिएशनल ऑटोएनकोडर को विविध लेकिन समान डेटा इंस्टेंस उत्पन्न करने की अनुमति देता है।



चित्र 3: VAE आधारित मॉडल

जबकि ट्रांसफार्मर-आधारित मॉडल, वीएई और जीएएन वर्तमान में उपयोग किए जा रहे जेनरेटिव एआई मॉडल के कुछ सबसे सामान्य प्रकारों का प्रतिनिधित्व करते हैं, अन्य मॉडल भी मौजूद हैं जिनमें से दो विचारणीय हैं ऑटोरिग्रैसिव मॉडल, जो पिछले के आधार पर भविष्य के डेटा बिंदुओं की भविष्यवाणी करते हैं और सामान्यीकृत प्रवाह मॉडल, जो जटिल डेटा वितरण को मॉडल करने के लिए परिवर्तनों की एक श्रृंखला का उपयोग करते हैं।

4. जनरेटिव एआई का विकास

"जेनरेटिव एआई" शब्द 2020 के दशक में आम लोगों की चेतना में तेज़ी से उभरा, लेकिन जनरेटिव एआई दशकों से हमारे जीवन का हिस्सा रहा है, और आज की जनरेटिव एआई तकनीक 20वीं सदी के शुरुआती दौर की मशीन लर्निंग की सफलताओं पर आधारित है। जनरेटिव एआई का इतिहास कई प्रमुख विकासों और मील के पत्थरों से चिह्नित है, जैसे–

क. 1964 में, एमआईटी के कंप्यूटर वैज्ञानिक जोसेफ़ वेइज़नबाम ने एलिज़ा (ELIZA) नामक एक टेक्स्ट-आधारित प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण अनुप्रयोग विकसित किया। मूलतः पहला चैटबॉट (जिसे उस समय 'चैटरबॉट' कहा जाता था), एलिज़ा ने टाइप किए गए प्राकृतिक भाषा इनपुट पर सहानुभूतिपूर्ण टेक्स्ट प्रतिक्रियाओं के साथ प्रतिक्रिया देने के लिए पैटर्न-मिलान स्क्रिप्ट का उपयोग किया।

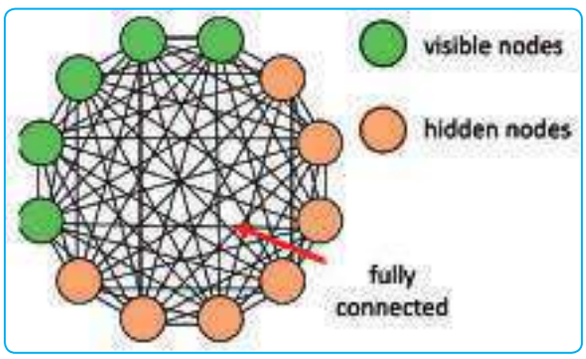
ख. 1999 में, एनवीडिया ने पहली ग्राफ़िकल प्रोसेसिंग यूनिट, जियोफ़ोर्स, लॉन्च की। मूल रूप से वीडियो गेम्स के लिए स्मूथ मोशन ग्राफ़िक्स प्रदान करने के लिए विकसित, जीपीयू, एआई मॉडल विकसित करने और क्रिप्टोकरेंसी माइनिंग के लिए एक वास्तविक प्लेटफ़ॉर्म बन गए थे।

ग. 1980 के दशक में, पारंपरिक एआई के पूर्वनिर्धारित नियमों और एल्गोरिदम से आगे बढ़ने की चाह रखने वाले वैज्ञानिकों ने, सरल जनरेटिव मॉडल, जैसे कि नैव बेयस क्लासिफायर, के विकास के साथ एक जनरेटिव दृष्टिकोण के बीज बोने शुरू किए।

घ. बाद में 1980 और 1990 के दशक में हॉपफील्ड नेटवर्क और बोल्ट्ज़मैन मशीन जैसे मॉडलों का परिचय हुआ, जिसका उद्देश्य नए डेटा उत्पन्न करने में सक्षम न्यूरल नेटवर्क बनाना था। लेकिन बड़े डेटासेट का विस्तार करना मुश्किल था और वैनिशिंग ग्रेडिएंट (लुप्त प्रवणता) समस्या जैसे मुद्दों ने डीप नेटवर्क को प्रशिक्षित करना मुश्किल बना दिया।

ङ. 2004 में, गूगल "स्वतः पूर्ण" पहली बार प्रकट हुआ, तथा उपयोगकर्ताओं द्वारा खोज शब्द दर्ज करने पर संभावित अगले शब्द या वाक्यांश उत्पन्न हुए।

च. 2006 में, प्रतिबंधित बोल्ट्ज़मान मशीन (RBM) ने लुप्त प्रवणता समस्या का समाधान किया, जिससे डीप न्यूरल नेटवर्क में परतों को पूर्व-प्रशिक्षित करना संभव हो गया। इस दृष्टिकोण से डीप बिलीफ नेटवर्क का विकास हुआ, जो सबसे शुरुआती डीप जनरेटिव मॉडलों में से एक है।



चित्र 4: RBM मॉडल

छ. 2013 में, पहला वैरिएबल ऑटोएन्कोडर्स (वीएई) सामने आया, जिसने एक संभाव्य दृष्टिकोण प्रस्तुत किया। स्वचालित एनकोडर ने डेटा उत्पन्न करने के लिए एक अधिक सैद्धांतिक ढाँचे का समर्थन किया।

ज. 2014 में, पहला जनरेटिव एडवर्सेरियल नेटवर्क (GANs) और प्रसार मॉडल सामने आया जिसने वास्तविक डेटा, विशेष रूप से छवियाँ उत्पन्न करने की प्रभावशाली क्षमता का प्रदर्शन किया।

झ. 2010 के दशक के उत्तरार्ध में ट्रांसफॉर्मर-आधारित मॉडलों का उदय हुआ, विशेष रूप से प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण (NLP) के क्षेत्र में। जनरेटिव प्री-ट्रेनिंग ट्रांसफॉर्मर (GPT) और ट्रांसफॉर्मर्स से द्विदिशात्मक एनकोडर अभ्यावेदन (BERT) जैसे मॉडलों ने मानव-समान पाठ को समझने और उत्पन्न करने की क्षमता के साथ NLP में क्रांति ला दी।

ञ. 2017 में, गूगल ब्रेन (आशीष वासवानी की एक टीम), और टोरंटो विश्वविद्यालय के एक समूह ने "अटेंशन इज ऑल यू नीड" प्रकाशित किया, जो ट्रांसफॉर्मर मॉडल के सिद्धांतों का दस्तावेजीकरण करने वाला एक पेपर है, जिसे आज विकसित किए जा रहे सबसे शक्तिशाली फाउंडेशन मॉडल और जनरेटिव एआई टूल्स को सक्षम करने के रूप में व्यापक रूप से स्वीकार किया गया है।

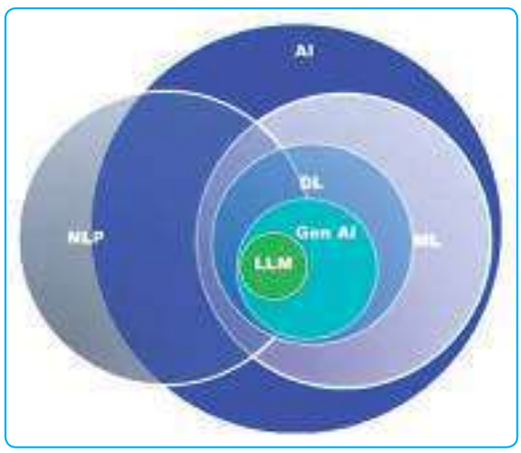
ट. 2019-2020 के दौरान, ओपनएआई ने अपने जीपीटी (जेनरेटिव प्रीट्रेन्ड ट्रांसफॉर्मर) बड़े भाषा मॉडल, जीपीटी-2 और जीपीटी-3 को रोल आउट किया।

ठ. 2022 में, ओपनएआई ने चैटजीपीटी पेश किया, जो जीपीटी-3 का एक फ्रंट-एंड है जो अंतिम-उपयोगकर्ता संकेतों के जवाब में जटिल, सुसंगत और प्रासंगिक वाक्य और लंबी-फ़ॉर्म सामग्री उत्पन्न करता है।

5. जनरेटिव एआई के अनुप्रयोग

जनरेटिव एआई कई कारणों से महत्वपूर्ण है। जनरेटिव एआई मॉडल का प्रभाव व्यापक है, और इसके अनुप्रयोग और संभावनाएँ सभी उद्योगों, व्यवसायों और व्यक्तियों में लगातार बढ़ रहे हैं। जनरेटिव एआई रचनात्मक व्यक्तियों, इंजीनियरों, शोधकर्ताओं, वैज्ञानिकों आदि के कार्यप्रवाह को सुव्यवस्थित करने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण है। जनरेटिव एआई एल्गोरिदम विभिन्न कार्यों और प्रक्रियाओं को स्वचालित और त्वरित करने में मदद कर सकते हैं, जिससे व्यवसायों और संगठनों के लिए समय और संसाधनों की बचत होती है। यहाँ कुछ लोकप्रिय जनरेटिव एआई अनुप्रयोग दिए गए हैं–

क. भाषा: पाठ कई जनरेटिव एआई मॉडलों का मूल है और इसे सबसे उन्नत क्षेत्र माना जाता है। भाषा-आधारित जनरेटिव मॉडलों के सबसे लोकप्रिय उदाहरणों में से एक को वृहद भाषा मॉडल (LLM) कहा जाता है। वृहद भाषा मॉडल का उपयोग विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए किया जा रहा है, जिनमें निबंध निर्माण, कोड विकास, अनुवाद और यहाँ तक कि आनुवंशिक अनुक्रमों को समझना भी शामिल है।



चित्र 5: वृहद भाषा मॉडल (LLM)

जनरेटिव एआई मॉडल टेक्स्ट, इमेज, ऑडियो, वीडियो और कोड जैसे इनपुट ले सकते हैं और उल्लिखित किसी भी मोडैलिटी में नई सामग्री उत्पन्न कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, यह टेक्स्ट इनपुट को इमेज में बदल सकता है, इमेज को गाने में बदल सकता है, या वीडियो को टेक्स्ट में बदल सकता है।

ख. ऑडियो: संगीत, ऑडियो और वाक् भी जनरेटिव एआई के उभरते हुए क्षेत्र हैं। उदाहरणों में ऐसे मॉडल शामिल हैं जो टेक्स्ट इनपुट के साथ गाने और ऑडियो क्लिप के स्निपेट विकसित कर सकते हैं, वीडियो में वस्तुओं को पहचान सकते हैं और विभिन्न वीडियो फ़ुटेज के लिए संगत ध्वनियाँ बना सकते हैं, और यहाँ तक कि कस्टम संगीत भी बना सकते हैं।

ग. दृश्य: जनरेटिव एआई का सबसे लोकप्रिय अनुप्रयोग छवियों के क्षेत्र में है। इसमें 3D चित्र, वीडियो, ग्राफ़ और अन्य चित्रों का निर्माण शामिल है। विभिन्न सौंदर्य शैलियों के साथ चित्र बनाने में लचीलापन है, साथ ही उत्पन्न दृश्यों को संपादित और संशोधित करने की तकनीकें भी हैं। जनरेटिव एआई मॉडल ऐसे ग्राफ़ बना सकते हैं जो नए रासायनिक यौगिकों और अणुओं को दर्शाते हैं जो दवा खोज में सहायक होते हैं, वर्चुअल या ऑगमेंटेड रियलिटी के लिए यथार्थवादी चित्र बनाते हैं, वीडियो गेम के लिए 3D मॉडल तैयार करते हैं, लोगो डिज़ाइन करते हैं, मौजूदा चित्रों को बेहतर या संपादित करते हैं।

चित्र 6: 3D चित्र का निर्माण

घ. मनोरंजन उद्योग: मनोरंजन उद्योग के सभी पहलू, वीडियो गेम से लेकर फिल्म, एनीमेशन, विश्व निर्माण और आभासी वास्तविकता तक, अपनी सामग्री निर्माण प्रक्रिया को सुव्यवस्थित करने में मदद के लिए जनरेटिव एआई मॉडल का लाभ उठा सकते हैं। क्रिएटर अपनी रचनात्मकता और काम को बढ़ाने के लिए जनरेटिव मॉडल का उपयोग एक उपकरण के रूप में कर रहे हैं।

ङ. सिंथेटिक डेटा: सिंथेटिक डेटा एआई मॉडल को प्रशिक्षित करने के लिए बेहद उपयोगी होता है जब डेटा मौजूद नहीं होता है, सीमित होता है, या उच्चतम सटीकता के साथ महत्वपूर्ण मामलों को संबोधित करने में असमर्थ होता है। जनरेटिव मॉडल के माध्यम से सिंथेटिक डेटा का विकास शायद कई उद्यमों की डेटा चुनौतियों पर काबू पाने के सबसे प्रभावशाली समाधानों में से एक है। जनरेटिव एआई मॉडल या तो स्वचालित रूप से अतिरिक्त ऑगमेंटेड प्रशिक्षण डेटा तैयार करके

या डेटा का एक आंतरिक प्रतिनिधित्व सीखकर लेबलिंग लागत को कम कर सकते हैं जो कम लेबल वाले डेटा वाले एआई मॉडल को प्रशिक्षित करने में सुविधा प्रदान करता है।

च. ऑटोमोटिव उद्योग: जनरेटिव एआई से सिमुलेशन और कार विकास के लिए 3D दुनिया और मॉडल बनाने में मदद मिलने की उम्मीद है। सिंथेटिक डेटा का उपयोग स्वचालित वाहनों को प्रशिक्षित करने के लिए भी किया जा रहा है। एक यथार्थवादी 3D दुनिया में एक स्वचालित वाहन की क्षमताओं का सड़क परीक्षण करने में सक्षम होने से जोखिम और ओवरहेड कम होते हुए सुरक्षा, दक्षता और लचीलेपन में सुधार हो सकता है।

छ. स्वास्थ्य सेवा उद्योग: जनरेटिव मॉडल दवा खोज में सहायता के लिए नए प्रोटीन अनुक्रम विकसित करके चिकित्सा अनुसंधान में सहायता कर सकते हैं। चिकित्सक स्क्राइबिंग, मेडिकल कोडिंग, मेडिकल इमेजिंग और जीनोमिक विश्लेषण जैसे कार्यों के स्वचालन से भी लाभान्वित हो सकते हैं।

ज. शोध: यह नवाचार को बढ़ावा दे सकता है, रचनात्मक अनुरोधों को बढ़ा सकता है और शोधकर्ताओं को व्यक्तिगत अनुभव प्रदान कर सकता है। कई रचनात्मक, जटिल समस्याओं को हल करने और प्रौद्योगिकी के साथ विकास के तरीके को बदलने के लिए एक शक्तिशाली नए उपकरण के रूप में मदद कर सकते हैं।

झ. मौसम उद्योग: प्राकृतिक विज्ञान के क्षेत्र को जनरेटिव एआई से बहुत लाभ होता है। जनरेटिव मॉडल का उपयोग ग्रह के सिमुलेशन बनाने और सटीक मौसम पूर्वानुमान और प्राकृतिक आपदाओं की भविष्यवाणी करने में मदद करने के लिए किया जा सकता है। ये अनुप्रयोग आम जनता के लिए सुरक्षित वातावरण बनाने में मदद कर सकते हैं और वैज्ञानिकों को प्राकृतिक आपदाओं की भविष्यवाणी करने और उनके लिए बेहतर तैयारी करने में सक्षम बना सकते हैं।

ञ. रक्षा क्षेत्र: जनरेटिव एआई के रक्षा क्षेत्र में अनेक अनुप्रयोग हैं जनरेटिव एआई पारंपरिक मॉडलों की तुलना में अधिक अनुकूलनीय प्रशिक्षण के लिए मिशनों, भूभागों और विरोधी रणनीतियों के अनगिनत रूपों को गतिशील रूप से उत्पन्न कर सकता है। रक्षा क्षेत्र में जनरेटिव एआई के अनुप्रयोग वर्णन नीचे किया गया है–

(*i*) जनरेटिव एआई सिमुलेशन के माध्यम से युद्ध प्रशिक्षण को बेहतर बनाता है और आक्रामक और रक्षात्मक दोनों तरह के अभियानों में मदद करता है। यथार्थवादी परिदृश्य बनाकर प्रशिक्षण और सिमुलेशन, ख़तरे के सिमुलेशन और विश्लेषण के माध्यम से साइबर सुरक्षा, और विश्लेषण के लिए डेटा तैयारी को स्वचालित करके डेटा तत्परता शामिल है। यह डेटा का सारांश तैयार करके और दस्तावेज़ तैयार करके सैन्य योजना को गति दे सकता है।

चित्र 7: युद्ध प्रशिक्षण और सिमुलेशन

(*ii*) यह विरोधी क्रियाओं का सिमुलेशन करता है– यह अप्रत्याशित रणनीतियों के विरुद्ध योजनाओं का परीक्षण करने के लिए संभावित विरोधी कार्रवाई के तरीके उत्पन्न कर सकता है।

(*iii*) यह कर्मियों, एआई प्रणालियों और स्वचालित वाहनों को प्रशिक्षित करने के

लिए छवियों और वातावरण जैसे सिंथेटिक डेटा बनाता है, जिससे संवेदनशील वास्तविक दुनिया के डेटा पर निर्भरता कम होती है।

(*iv*) यह रसद में सुधार कर सकता है, आपूर्ति श्रृंखलाओं और पूर्वानुमानित रखरखाव को अनुकूलित करता है।

(*v*) यह निगरानी, साइबर सुरक्षा सहित विभिन्न अनुप्रयोगों में निर्णय लेने, स्थितिजन्य जागरूकता और स्वायत्तता बढ़ाने के लिए किया जा सकता है।

(*vi*) यह ड्रोन और उपग्रहों जैसे स्रोतों से वास्तविक समय में डेटा विश्लेषण को सक्षम बनाता है, लक्ष्य की पहचान और उससे निपटने को स्वचालित करता है।

6. जनरेटिव एआई की चुनौतियाँ, सीमाएँ और जोखिम

जनरेटिव एआई ने अपेक्षाकृत कम समय में उल्लेखनीय प्रगति की है, लेकिन फिर भी यह डेवलपर्स, उपयोगकर्ताओं और आम जनता के लिए गंभीर चुनौतियाँ और जोखिम प्रस्तुत करता है। कुछ सबसे गंभीर मुद्दों का वर्णन नीचे किया गया है–

क. 'मतिभ्रम' और अन्य गलत आउटपुट: मतिभ्रम एक जनरेटिव एआई आउटपुट है जो निरर्थक या पूरी तरह से गलत होता है, लेकिन अक्सर, कभी-कभी पूरी तरह से प्रशंसनीय लगता है।

ख. असंगत आउटपुट: जनरेशनल एआई मॉडलों की परिवर्तनशील या संभाव्य प्रकृति के कारण, समान इनपुट थोड़े या महत्वपूर्ण रूप से भिन्न आउटपुट दे सकते हैं। ग्राहक सेवा चैटबॉट जैसे कुछ अनुप्रयोगों में यह अवांछनीय हो सकता है, जहाँ सुसंगत आउटपुट अपेक्षित या वांछित होते हैं।

ग. पूर्वाग्रह: जनरेटिव मॉडल प्रशिक्षण डेटा या लेबल किए गए डेटा, बाहरी डेटा स्रोतों, या मॉडल को ट्यून करने के लिए उपयोग किए जाने वाले मानव मूल्यांकनकर्ताओं में मौजूद सामाजिक पूर्वाग्रहों को जान सकते हैं और परिणामस्वरूप पक्षपातपूर्ण, अनुचित या आपत्तिजनक सामग्री उत्पन्न कर सकते हैं।

घ. व्याख्यात्मकता और मेट्रिक्स का अभाव: कई जनरेटिव AI मॉडल 'ब्लैक बॉक्स' मॉडल होते हैं, जिसका अर्थ है कि उनकी निर्णय लेने की प्रक्रियाओं को समझना चुनौतीपूर्ण या असंभव हो सकता है; यहाँ तक कि अंतर्निहित एल्गोरिथम बनाने वाले इंजीनियर या डेटा वैज्ञानिक भी यह समझ या व्याख्या नहीं कर सकते कि इसके अंदर वास्तव में क्या हो रहा है और यह किसी विशिष्ट परिणाम पर कैसे पहुँचता है।

ङ. सुरक्षा, गोपनीयता और बौद्धिक संपदा के लिए खतरा: जेनरेटिव एआई मॉडल का उपयोग विश्वसनीय फ़िशिंग ईमेल, नकली पहचान या अन्य दुर्भावनापूर्ण सामग्री उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है जो उपयोगकर्ताओं को सुरक्षा और डेटा गोपनीयता से समझौता करने वाली कार्रवाइयों के लिए मूर्ख बना सकती है।

च. डीपफेक: डीपफेक, एआई द्वारा उत्पन्न या एआई द्वारा हेरफेर की गई छवियां, वीडियो या ऑडियो होते हैं, जो लोगों को यह विश्वास दिलाने के लिए बनाए जाते हैं कि वे किसी को ऐसा कुछ करते या कहते हुए देख, सुन या रहे हैं जो उन्होंने कभी नहीं किया या कहा। ये सबसे भयावह उदाहरणों में से एक हैं कि कैसे जेनरेटिव एआई की शक्ति का दुर्भावनापूर्ण इरादे से उपयोग किया जा सकता है। अधिकांश लोग प्रतिष्ठा को नुकसान पहुँचाने या गलत सूचना फैलाने के लिए बनाए गए डीपफेक से परिचित हैं।

हाल ही में, साइबर अपराधियों ने साइबर हमलों (जैसे, वॉयस फ़िशिंग घोटालों में नकली आवाज़ें) या वित्तीय धोखाधड़ी योजनाओं के हिस्से के रूप में डीपफेक का इस्तेमाल किया है।

चित्र 8: डीपफेक का उदाहरण

7. जनरेटिव एआई का भविष्य

जनरेटिव एआई - एक ऐसा शब्द जो कभी विज्ञान कथा से सीधे निकाली गई अवधारणा जैसा लगता था - अब हमारे दैनिक जीवन का एक अभिन्न अंग बन गया है। एआई के व्यापक क्षेत्र में इसका उदय एक महत्वपूर्ण छलांग का प्रतिनिधित्व करता है। पारंपरिक एआई की क्षमताओं में – जो डेटा से सीख सकती है, निर्णय ले सकती है और प्रक्रियाओं को स्वचालित कर सकती है – यह सृजन की शक्ति को जोड़ता है। यह नवाचार उन अनुप्रयोगों का मार्ग प्रशस्त करता है जिनकी पहले कल्पना भी नहीं की जा सकती थी। सभी उद्योगों की कंपनियों के लिए, जनरेटिव एआई अक्सर "बिजनेस एआई" के उद्भव का मार्ग प्रशस्त कर रहा है जो

चित्र 9: भविष्य की जनरेटिव एआई

संगठनों को प्रक्रियाओं को स्वचालित करने, ग्राहक संपर्क में सुधार करने और असंख्य तरीकों से दक्षता बढ़ाने में मदद करने में सक्षम है। गेमिंग उद्योग के लिए यथार्थवादी चित्र और एनिमेशन बनाने से लेकर, वर्चुअल सहायता बनाने, ईमेल का मसौदा तैयार करने या कोड लिखने, अनुसंधान और प्रशिक्षण उद्देश्यों के लिए सिंथेटिक डेटा बनाने तक, व्यावसायिक एआई कंपनियों को विभिन्न व्यावसायिक क्षेत्रों में प्रदर्शन सुधारने और भविष्य में विकास को गति देने में मदद कर सकता है।

8. निष्कर्ष

आज, जनरेटिव एआई सक्रिय अनुसंधान और विविध अनुप्रयोगों वाला एक जीवंत क्षेत्र है। यह तकनीक निरंतर विकसित हो रही है, GPT-4 और DALL-E जैसे नए मॉडल एआई की क्षमताओं की सीमाओं को आगे बढ़ा रहे हैं। जनरेटिव एआई को अधिक नियंत्रणीय और नैतिक रूप से उत्तरदायी बनाने पर भी ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। जनरेटिव एआई पिछले कुछ दशकों में एआई में हुई जबरदस्त प्रगति का प्रमाण है। यह मजबूत सैद्धांतिक नींव को नवीन व्यावहारिक अनुप्रयोगों के साथ जोड़ने की शक्ति को दर्शाता है। आगे बढ़ते हुए, इस सिद्धांत से प्राप्त सबक जनरेटिव एआई की क्षमता का उपयोग करने में एक मार्गदर्शक के रूप में काम करेंगे। कुल मिलाकर, जनरेटिव एआई में उद्योगों और अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करने की क्षमता है और यह एआई अनुसंधान और विकास के लिए महत्वपूर्ण काम करने में सक्षम हो सकता है।

आपातकालीन अग्निरोधक कुर्सी (फुल-एन्क्लोज़्ड)

शैलेश कुमार

अनुसंधान इमारत केन्द्र, हेदराबाद

shaileshkumar5687@gov.in

परिचय

1500 डिग्री सेल्सियस तक तापमान सहिष्णुता के साथ जीवन बचाने वाला नया समाधान: आग से होने वाली मौतों में अधिकतर लोग टक्कर से नहीं, बल्कि शुरुआत के 90 सेकंड के भीतर धुएँ, गर्मी और ऑक्सीजन की कमी से मरते हैं। कार, विमान, बस, कार्यालय, अस्पताल या ऊँची इमारतों में आग लगने पर, लोगों के पास खुद को बचाने का समय बहुत कम होता है।

इसी गंभीर समस्या को ध्यान में रखते हुए एक नई तकनीकी अवधारणा प्रस्तुत की जा रही है —"आपातकालीन अग्निरोधक कुर्सी (फुल-एन्क्लोज़्ड)" एक ऐसी सीट जो सिर्फ बैठने के लिए नहीं, बल्कि आपातकाल में कुछ सेकंड में आग और धुएँ से बचाव के लिए एक शील्ड में बदल सकती है।

1. सीट की मुख्य अवधारणा

इस सीट को इस प्रकार डिजाइन किया गया है कि यह–

- सामान्य समय में साधारण कुर्सी या सीट की तरह उपयोग हो सके।
- आपातकाल में 1 या 2 लीवर से तुरंत सक्रिय होकर व्यक्ति को पूरी तरह बंद कर दे।
- 1500°C तक की भीषण आग और रेडिएंट हीट सह सके।
- धुएँ और ऑक्सीजन की कमी से रक्षा कर सके।
- अंदर बैठे व्यक्ति को 10–20 मिनट तक साँस लेने की सुविधा दे।
- अंधेरे में भी LED लाइट के माध्यम से दृश्यता बनाए रखे।

2. फायरप्रूफ मल्टी-लेयर प्रोटेक्शन (1500°C सहनशीलता)

इस सीट के बाहरी कवर में एकल फैब्रिक नहीं, बल्कि एक बहु-स्तरीय (multi-layer) संरचना प्रयोग की गई है, जिसमें शामिल हैं–

- लेयर 1 – बाहरी सिरेमिक शील्ड जिसमें ज़िरकोनिया फेल्ट/क्लॉथ (2000°C तक स्थिर) या हाई-सिलिका सिरेमिक फैब्रिक (1400–1600°C तक शॉर्ट एक्सपोज़र) का प्रयोग किया गया है। जिसका उद्देश्य आग के संपर्क में आने पर तुरंत रोकना और परावर्तित करना है।
- लेयर 2 – स्ट्रक्चरल सपोर्ट फैब्रिक 3M Nextel 720/610 (Alumina-Mullite) जो कि 1150–1300°C पर लगातार काम करने योग्य है और जिसका मेल्टिंग प्वाइंट 1800–2000°C है।
- लेयर 3 – थर्मल इंसुलेशन PCW/Mullite Ceramic Fiber Blanket जो तापमान अंदर की ओर पहुँचने से पहले ही गिरा देता है।
- लेयर 4 – FAA Fire-Blocking Layer ये वही मानक सामग्री है जो वर्तमान विमान सीटों में अनुमोदित है।
- लेयर 5 – अंदरूनी कम्फर्ट लाइनर और धुआँ विषाक्त कवर 14 CFR 25.853 मानकों के अनुरूप है जो धुएं को अंदर आने से रोकता है।

3. शटर-आधारित पूर्ण आवरण प्रणाली

यह सीट ऊपर से नीचे तक बंद होने वाला एक पुल-डाउन शटर कवर उपयोग करती है–

- यह कैसे काम करता है?
  - ➢ हेडरेस्ट से बैक-सीट में रोल्ड अग्निरोधक फैब्रिक स्टोर रहता है।
  - ➢ आपातकाल में लीवर/हैंडल खींचते ही यह नीचे की ओर स्लाइड होता है।
  - ➢ साइड रेलिंग की मदद से यह दोनों तरफ से फिट होता जाता है।
  - ➢ नीचे पहुँचकर सीट बेस पर मैग्नेटिक/लॉकिंग सील बनाता है।
  - ➢ यात्री सिर से पैर तक अंदर बंद हो जाता है — बिना किसी गैप के।
- अंदर देखने के लिए एक हीट-रेसिस्टेंट ट्रीटेड विंडो GITD (Glow-in-the-dark) गाइड मार्किंग लगाया गया है।
- विजुअल सपोर्ट स्वचालित LED लाइट ताकि अंधेरे या धुएँ में भी दृश्यता बनी रहे।
- बाहर निकलने की व्यवस्था एक Tear-Away Seam (अंदर से तोड़ी जा सकने वाली सिलाई) की गई है ताकि अंदर बैठा व्यक्ति सामान्य परिस्थिति होने पर आसानी से बाहर आ सके।

4. इंटीग्रेटेड ऑक्सीजन सिस्टम (10–20 मिनट)

यहां सीट में बिल्ट-इन ऑक्सीजन सिलेंडर लगाया गया है जो पूर्णतः सीट में ही फिट रहेगा ताकि भीषण आग में उसे कोई नुकसान न पहुँचे।

- स्थान : बैकरेस्ट या हिप सेक्शन के भीतर
- क्षमता : 0.2 L बॉटल @200 bar → 40 L ऑक्सीजन
- फ्लो सेटिंग : 4 L/min (10 मिनट) 2 L/min (20 मिनट तक संभव)
- मास्क/हुड : हेडरेस्ट या साइड बे में स्टोर रहेगा है जो शटर खुलते ही हाथ की पहुँच में रहेगा।
- एक्टिवेशन : थर्मल सेंसर या अंदर के बटन के प्रयोग से।
- एक-तरफ़ा निकास (Exhaust Valve) ताकि ऑक्सीजन बाहर न फैले।

5. मानव द्वारा प्रयोग करने की प्रक्रिया (5-10 सेकंड में सक्रिय)

- Step 1 – Handle/Lever Pull
- Step 2 – शटर नीचे आता है
- Step 3 – ऑक्सीजन मास्क लगाते हैं
- Step 4 – अंदर बैठकर निर्देश/निकासी की प्रतीक्षा
- Step 5 – रास्ता साफ़ होने पर Tear-Away Seam से बाहर आना

6. लक्षित उपयोग क्षेत्र (Multi-Environment Adaptation)

यह तकनीक निम्नलिखित के लिए उपयुक्त है–

- हवाई जहाज़ (Economy / Business Seats)
- कार / टैक्सी / स्टाफ वाहन
- बस / वोल्वो / BRT / इलेक्ट्रिक बस
- ट्रेन / मेट्रो / मॉनोरेल
- अस्पताल / ICU / इमरजेंसी वार्ड
- हाई-राइज़ बिल्डिंग / ऑफिस स्पेस
- आपदा प्रबंधन गाड़ी / रक्षा वाहन

नोट: *विभिन्न जगहों के हिसाब से इस सीट के डिज़ाइन में परिवर्तन किया जा सकता है या यूज़र की आवश्यकतानुसार एड-ओन किया जा सकता है।*

इस सीट का अनुमानित वज़न (15–20 kg रेंज) रह सकता है जिसका विवरण नीचे विस्तार पूर्वक दिया गया है।

क्र. सं.	कम्पोनेंट	वज़न (अनुमानित)	टिकाऊपन / लाइफस्पैन
1.	फ्रेम	6–8 kg	10–15 साल
2.	सिरेमिक/सिलिका फैब्रिक	3–4 kg	8–10 साल
3.	थर्मल इंसुलेशन	2–3 kg	6–8 साल
4.	शटर रोल सिस्टम	2–3 kg	5–7 साल
5.	साइड रेल व लॉक	1.5–2 kg	10–15 साल
6.	ऑक्सीजन सिलेंडर	2–3 kg	3–5 साल
7.	LED + वायरिंग	0.2–0.3 kg	7–10 साल
8.	फास्टनिंग व सपोर्ट	1–1.5 kg	10–15 साल

9.	कुल अनुमानित वजन:	15–20 kg (सामान्य) 20–30 kg (अत्यधिक सुरक्षा संस्करण)	औसतन 8-10 साल (समसामयिक रखरखाव आवश्यक)
भार क्षमता: कुर्सी 150-250 किलोग्राम तक के भार को सुरक्षित ढंग से सहन करती है।			

7. प्रदर्शन लक्ष्य

- बाहरी तापमान (1500°C) का 60–90 सेकंड तक सामना
- अंदरूनी तापमान < 60–80°C रखना
- सांस योग्य वातावरण 10–20 मिनट
- 5 सेकंड में सक्रिय होने योग्य
- आसान Tear-away exit जब स्थिति सामान्य हो जाए

8. निष्कर्ष

"आपातकालीन अग्निरोधक कुर्सी (फुल-एन्क्लोज़्ड)" एक ऐसी प्रौद्योगिकी है जो वर्तमान समय में विभिन्न वाहनों में होने वाली दुर्घटनाओं में आग संबंधी होने वाली मानव जीवन क्षति को रोकने का एक कारगर समाधान है जो आपात परिस्थिति में 5-10 सेकंड के न्यूनतम समय में जीवन रक्षक सहायता प्रदान करती है। यह मुख्यतः विमान दुर्घटनाओं में बहुत कारगर साबित होगी इसके अतिरिक्त कार, बस, अस्पताल, ऑफिस और ऊँची इमारतों में आग लगने पर भी जान बचाने वाला समाधान बन सकती है।

यह "आपातकालीन अग्निरोधक कुर्सी (फुल-एन्क्लोज़्ड)" एक पूर्ण समाधान है भीषण अग्नि दुर्घटना से क्योंकि य–

- ऑक्सीजन से लैस है।
- भीषण आग और धुएँ से बचाती है।
- रोशनी उपलब्ध कराती है (बंद होने पर)।
- कुछ सेकंड में सक्रिय हो जाती है।
- निकासी समय तक सुरक्षित रखती है।
- सुरक्षित सफर सुनिश्चित करती है।

यही वह बढ़त है जो हादसे को मृत्यु से जीवन की ओर मोड़ सकती है।

भारत की अंतरिक्ष शक्ति के रूप में नई उड़ान

पी. रवि कुमार एवं पी. संजीव किरण

विशेष परियोजना निदेशालय, हैदराबाद

pravinkumar.drdl@gov.in

परिचय

वह समय बीत चुका है जब अंतरिक्ष केवल कल्पनाओं का विषय हुआ करता था। आज अंतरिक्ष वह क्षेत्र है जहाँ विज्ञान, तकनीक और राष्ट्रीय गौरव का संगम होता है। भारत ने इस दिशा में जो उपलब्धियाँ हासिल की हैं, वे केवल तकनीकी सफलताएँ नहीं बल्कि आत्मनिर्भरता, दृढ़ संकल्प और वैज्ञानिक दृष्टि का परिणाम हैं। जहाँ इसरो (ISRO) ने नागरिक अंतरिक्ष मिशनों के माध्यम से भारत को विश्व में प्रतिष्ठा दिलाई, वहीं रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) ने यह सुनिश्चित किया कि भारत की अंतरिक्ष क्षमता देश की सुरक्षा और सामरिक शक्ति को भी सुदृढ़ बनाये। आज भारत की पहचान एक तेज़ी से उभरती हुई अंतरिक्ष शक्ति के रूप में हो रही है, और इस नई उड़ान के पीछे है हमारे वैज्ञानिकों का समर्पण, मेहनत और राष्ट्र के प्रति अटूट निष्ठा।

1. भारत की अंतरिक्ष यात्रा — संकल्प से सफलता तक

भारत का अंतरिक्ष अभियान 1960 के दशक में बहुत सीमित संसाधनों से शुरू हुआ। एक समय था जब वैज्ञानिक अपने रॉकेट साइकिलों और बैलगाड़ियों से लॉन्च साइट तक ले जाते थे। आज भारत चंद्रयान और गगनयान जैसी मिशनों से अंतरिक्ष में अपनी नई कहानी लिख रहा है। यह यात्रा केवल तकनीकी प्रगति की नहीं बल्कि आत्मविश्वास और राष्ट्रीय गर्व की कहानी भी है। भारत ने यह साबित किया है कि इच्छाशक्ति और वैज्ञानिक दृष्टि से किसी भी संसाधन की कमी को मात दी जा सकती है।

2. डीआरडीओ की भूमिका — अंतरिक्ष से सुरक्षा की नई परिभाषा

डीआरडीओ ने भारत की रक्षा प्रणाली को मजबूत बनाने में अंतरिक्ष तकनीक का प्रभावी उपयोग किया है। इस संगठन ने उपग्रह संचार, निगरानी, मिसाइल मार्गदर्शन, नेविगेशन और मौसम पूर्वानुमान जैसी अनेक तकनीकों को रक्षा उद्देश्यों से जोड़ा। भारत की सीमाओं की सुरक्षा अब केवल ज़मीन और समुद्र तक सीमित नहीं है— डीआरडीओ द्वारा विकसित उपग्रह प्रणालियाँ अब आकाश से निगरानी और संचार की भूमिका निभा रही हैं। इन प्रणालियों से सैनिक इकाइयों के बीच निर्बाध संपर्क बना रहता है, जिससे किसी भी आपात स्थिति में त्वरित निर्णय संभव होता है।

3. "मिशन शक्ति" — अंतरिक्ष में आत्मनिर्भरता की मिसाल

27 मार्च 2019 को भारत ने अंतरिक्ष इतिहास में एक स्वर्णिम अध्याय लिखा, जब डीआरडीओ ने "मिशन शक्ति" के तहत सफलतापूर्वक एक लो अर्थ ऑर्बिट (LEO) उपग्रह को नष्ट किया। यह भारत की अपनी एंटी-सैटेलाइट (A-SAT) तकनीक थी। इस उपलब्धि ने भारत को उन चुनिंदा देशों में शामिल किया जो अंतरिक्ष में अपनी सुरक्षा करने की क्षमता रखते हैं। यह केवल एक तकनीकी प्रयोग नहीं था — यह भारत के आत्मविश्वास, आत्मनिर्भरता और रक्षा क्षमता का प्रतीक था।

4. स्वदेशी नेविगेशन प्रणाली "NAVIC"

डीआरडीओ और इसरो के संयुक्त प्रयास से विकसित NAVIC (Navigation with Indian Constellation) भारत की अपनी उपग्रह आधारित नेविगेशन प्रणाली है। इससे अब भारत को GPS जैसी विदेशी प्रणालियों पर निर्भर नहीं रहना पड़ता। NAVIC का उपयोग न केवल सेना द्वारा, बल्कि नागरिक सेवाओं, नौवहन, परिवहन और आपदा प्रबंधन में भी किया जा रहा है। यह भारत की तकनीकी आत्मनिर्भरता का एक बड़ा उदाहरण है और आने वाले

वर्षों में इसका वैश्विक संस्करण भी उपयोग में लाया जाएगा।

5. वैज्ञानिकों की भूमिका — दिन-रात देश के लिए समर्पण

डीआरडीओ और इसरो के वैज्ञानिक भारत की अंतरिक्ष यात्रा के सच्चे नायक हैं। वे दिन-रात प्रयोगशालाओं में, परीक्षण स्थलों पर और मिशन नियंत्रण केंद्रों में कार्यरत रहते हैं। उनकी मेहनत, अनुशासन और देशप्रेम ने भारत को अंतरिक्ष शक्ति बनने की राह दिखाई है। आज डीआरडीओ के वैज्ञानिक उपग्रह प्रणालियों, सेंसर तकनीकों और रेडार नेटवर्क पर निरंतर काम कर रहे हैं ताकि भारत भविष्य में विश्व की अग्रणी अंतरिक्ष शक्ति बन सके। उनका लक्ष्य स्पष्ट है — भारत केवल अंतरिक्ष शोध एवं विज्ञान में उपस्थित न रहे, बल्कि नेतृत्व करे।

6. भारत की नई उपलब्धियाँ — चंद्रयान से आदित्य तक

भारत के अंतरिक्ष मिशन अब दुनिया के लिए प्रेरणा बन चुके हैं। चंद्रयान-3 की सफलता ने भारत को चाँद के दक्षिणी ध्रुव पर उतरने वाला पहला देश बना दिया। साथ ही "आदित्य L1" मिशन सूर्य के अध्ययन के लिए एक ऐतिहासिक क़दम है। इन मिशनों ने भारत की वैज्ञानिक क्षमता को प्रदर्शित किया और दुनिया को यह संदेश दिया कि भारत अब केवल एक भागीदार नहीं, बल्कि अंतरिक्ष विज्ञान में नेतृत्वकर्ता है।

7. भविष्य की दिशा — आत्मनिर्भर भारत और स्पेस डिफेंस

भविष्य में डीआरडीओ का ध्यान "स्पेस डिफेंस आर्किटेक्चर" पर केंद्रित है — जिसमें लेज़र संचार, साइबर-स्पेस सुरक्षा, उपग्रह नेटवर्क सुरक्षा और उन्नत स्पेस सर्विलांस सिस्टम शामिल हैं। भारत के "गगनयान" मानव मिशन से लेकर "सुरक्षा आधारित सैटेलाइट नेटवर्क" तक, सबका उद्देश्य एक ही है — सुरक्षित, आत्मनिर्भर और तकनीकी रूप से सशक्त भारत। डीआरडीओ और इसरो मिलकर एक ऐसे युग की नींव रख रहे हैं जहाँ अंतरिक्ष तकनीक केवल अनुसंधान का नहीं, बल्कि राष्ट्र निर्माण का माध्यम बनेगी।

8. अंतरराष्ट्रीय मंच पर भारत की पहचान

आज भारत संयुक्त राष्ट्र, ब्रिक्स, जी-20 और एशियाई देशों के बीच अंतरिक्ष सहयोग का नेतृत्व कर रहा है। कई देश अब भारत के साथ उपग्रह प्रक्षेपण और डेटा साझेदारी समझौते कर रहे हैं। "मेड इन इंडिया" तकनीक अब अंतरराष्ट्रीय बाज़ार में प्रतिस्पर्धा कर रही है — यह अपने आप में भारत की वैज्ञानिक साख का प्रमाण है।

निष्कर्ष

भारत की अंतरिक्ष यात्रा केवल तकनीकी प्रगति की नहीं, बल्कि एक राष्ट्र के आत्मविश्वास की कहानी है। डीआरडीओ और इसरो के वैज्ञानिकों की अथक मेहनत ने भारत को उस मुकाम पर पहुँचा दिया है जहाँ से अब आकाश ही सीमा है। आज हम एक ऐसे दौर में हैं जब अंतरिक्ष हमारी सीमाओं की सुरक्षा, संचार की शक्ति और राष्ट्रीय गौरव का प्रतीक बन चुका है। आने वाले समय में जब दुनिया नई अंतरिक्ष दौड़ में शामिल होगी, तब भारत न केवल एक प्रतिभागी बल्कि नेता के रूप में उभरेगा। भारत की यह नई उड़ान — "शक्ति, विज्ञान और शांति" — तीनों का संगम है और इस उड़ान की दिशा तय कर रहे हैं हमारे समर्पित वैज्ञानिक, जो दिन-रात राष्ट्र के सपनों को साकार करने में लगे हैं।

———— ❖ ————

मिसाइल रक्षा प्रणाली

कुंदन कुमार झा
अनुसंधान इमारत केन्द्र, हैदराबाद
kundandrdo@gmail.com

परिचय

रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) के नेतृत्व में भारत के मिसाइल कार्यक्रम, मिसाइल तकनीक में आत्मनिर्भरता हासिल करने पर केंद्रित हैं। प्रमुख पहलों में अग्नि, पृथ्वी और ब्रह्मोस जैसी बैलिस्टिक, क्रूज और एंटी-बैलिस्टिक मिसाइल प्रणालियाँ शामिल हैं। ये कार्यक्रम भारत की रक्षा क्षमताओं को बढ़ाते हैं, प्रतिरोधक क्षमता को मज़बूत करते हैं और अंतरिक्ष अन्वेषण एवं वैज्ञानिक प्रगति को बढ़ावा देते हैं।

भारत के मिसाइल कार्यक्रमों के बारे में

- भारत के मिसाइल कार्यक्रम अपनी शुरुआत से ही रक्षा प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भरता के लक्ष्य के साथ महत्वपूर्ण रूप से विकसित हुए हैं। मुख्य रूप से रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (DRDO) द्वारा विकसित, ये कार्यक्रम बैलिस्टिक, क्रूज़ और एंटी-बैलिस्टिक मिसाइलों सहित कई प्रकार की मिसाइल प्रणालियों को कवर करते हैं।
- 1980 के दशक में शुरू किए गए भारत के एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (आईजीएमडीपी) ने पृथ्वी (सतह से सतह पर मार करने वाली) और अग्नि (परमाणु-सक्षम बैलिस्टिक मिसाइल) जैसी प्रतिष्ठित मिसाइलों के साथ इसकी नींव रखी।
- इसके बाद हुई प्रगति के फलस्वरूप अत्यधिक परिष्कृत प्रणालियां विकसित हुईं, जैसे ब्रह्मोस, जो रूस के साथ संयुक्त रूप से विकसित एक सुपरसोनिक क्रूज मिसाइल है, तथा शौर्य हाइपरसोनिक मिसाइल।
- इस कार्यक्रम की सफलता भारत की रणनीतिक क्षमताओं को बढ़ाती है तथा इसे क्षेत्रीय और वैश्विक सुरक्षा गतिशीलता में एक महत्वपूर्ण खिलाड़ी के रूप में स्थापित करती है।
- यह रक्षा क्षेत्र में तकनीकी नवाचार के प्रति भारत की प्रतिबद्धता को भी दर्शाता है।

भारत के मिसाइल कार्यक्रमों की विशेषताएँ

डीआरडीओ के नेतृत्व में भारत के मिसाइल कार्यक्रम राष्ट्रीय सुरक्षा और तकनीकी आत्मनिर्भरता को बढ़ाने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। प्रमुख विशेषताएँ इस प्रकार हैं–

- **मिसाइलों की विविध रेंज:** सामरिक लचीलेपन के लिए इसमें छोटी, मध्यम और लंबी दूरी की मिसाइलें शामिल हैं। उदाहरण के लिए, अग्नि श्रृंखला में 700 किलोमीटर से लेकर 5,000 किलोमीटर से अधिक दूरी तक की मिसाइलें शामिल हैं।
- मिसाइलों के प्रकार–
  - **बैलिस्टिक मिसाइलें:** सतह से सतह पर मार करने वाली अग्नि और पृथ्वी श्रृंखला।
  - **क्रूज मिसाइलें:** ब्रह्मोस और निर्भय, उच्च गति, कम ऊंचाई पर नौवहन के लिए, जिससे सटीक हमले संभव होंगे।
  - **एंटी बैलिस्टिक मिसाइल (एबीएम):** उन्नत वायु रक्षा (एएडी) और पृथ्वी वायु रक्षा (पीएडी) प्रणालियां आने वाले खतरों के खिलाफ एक स्तरित रक्षा प्रदान करती हैं।
- **स्वदेशी विकास:** मुख्य रूप से डीआरडीओ, भारतीय उद्योगों और इसरो द्वारा निर्मित, न्यूनतम विदेशी सहायता के साथ, तकनीकी आत्मनिर्भरता

और घरेलू विशेषज्ञता पर ध्यान केंद्रित किया गया।

- **परमाणु क्षमता:** अग्नि और पृथ्वी जैसी कई मिसाइलें परमाणु पेलोड ले जाने में सक्षम हैं, जिससे सामरिक प्रतिरोधक क्षमता में वृद्धि होती है।
- **लचीले प्रक्षेपण प्लेटफार्म:** भूमि, वायु, समुद्र और पनडुब्बियों सहित विभिन्न प्लेटफार्मों से प्रक्षेपण के लिए डिज़ाइन किया गया, जो सामरिक बहुमुखी प्रतिभा प्रदान करता है।
- **गुप्तचरता एवं सटीकता:** उन्नत मार्गदर्शन एवं प्रणोदन प्रौद्योगिकियों का उपयोग सटीक लक्ष्य निर्धारण को संभव बनाता है तथा रडार प्रणालियों द्वारा पता लगाने को न्यूनतम करता है।
- **भावी कार्यक्रम:** इसमें हाइपरसोनिक मिसाइलें और उन्नत अंतरिक्ष रक्षा प्रणालियां जैसी पहल शामिल हैं, जिनका उद्देश्य वैश्विक रक्षा प्रगति के साथ तालमेल बनाए रखना है।
- भारत का मिसाइल कार्यक्रम राष्ट्रीय हितों की सुरक्षा, रक्षा क्षमताओं को मजबूत करने तथा तकनीकी स्वतंत्रता प्राप्त करने की उसकी प्रतिबद्धता को दर्शाता है।

भारत के मिसाइल कार्यक्रमों का महत्व

भारत के मिसाइल कार्यक्रम महत्वपूर्ण सामरिक, तकनीकी और आर्थिक महत्व रखते हैं–

- **राष्ट्रीय सुरक्षा:** मिसाइल कार्यक्रम भारत को विश्वसनीय प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करते हैं, विशेष रूप से परमाणु-सशस्त्र पड़ोसियों वाले क्षेत्र में, जिससे राष्ट्रीय रक्षा और संप्रभुता में वृद्धि होती है।
- **तकनीकी उन्नति:** उन्नत मिसाइल प्रणालियों का विकास प्रणोदन, मार्गदर्शन और सामग्री जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों में नवाचार को बढ़ावा देता है, तथा घरेलू तकनीकी विशेषज्ञता को बढ़ावा देता है।
- **आत्मनिर्भरता:** ये कार्यक्रम विदेशी रक्षा आपूर्तिकर्ताओं पर निर्भरता को कम करते हैं, जो भारत के "आत्मनिर्भर भारत" के लक्ष्य के अनुरूप है।
- **क्षेत्रीय स्थिरता:** एक मजबूत मिसाइल क्षमता दक्षिण एशिया में संतुलन सुनिश्चित करती है, आक्रामकता को रोकती है तथा क्षेत्रीय स्थिरता को बढ़ावा देती है।
- **अंतरराष्ट्रीय प्रतिष्ठा:** स्वदेशी मिसाइल विकास में सफलता भारत को एक महत्वपूर्ण वैश्विक रक्षा और अंतरिक्ष खिलाड़ी के रूप में स्थापित करती है, जिससे इसकी रणनीतिक साझेदारी मजबूत होती है।
- **आर्थिक प्रभाव:** स्वदेशी विकास से रोजगार सृजन होता है, स्थानीय उद्योगों को समर्थन मिलता है, तथा अंतरिक्ष, दूरसंचार और इलेक्ट्रॉनिक्स जैसे क्षेत्रों पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

भारत में मिसाइलों के प्रकार

भारत का मिसाइल शस्त्रागार विविध है और इसे विभिन्न सामरिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। प्रमुख प्रकार इस प्रकार हैं–

- **बैलिस्टिक मिसाइलें**–
  - **अग्नि श्रृंखला:** छोटी दूरी से लेकर अंतरमहाद्वीपीय (700-5,000+ किमी) तक, मुख्य रूप से परमाणु-सक्षम।
  - **पृथ्वी श्रृंखला:** कम दूरी (150-350 किमी), सामरिक, सतह से सतह पर हमले के लिए उपयोग की जाती है।
  - **के सीरीज:** पनडुब्बी से प्रक्षेपित बैलिस्टिक मिसाइल (एसएलबीएम), द्वितीय-आक्रमण क्षमता को बढ़ाती है।
- **क्रूज मिसाइलें**–
  - **ब्रह्मोस:** सुपरसोनिक क्रूज मिसाइल, भूमि, समुद्र और वायु प्लेटफार्मों के लिए बहुमुखी; गति और सटीकता के लिए जाना जाता है।
  - **निर्भय:** सबसोनिक, लम्बी दूरी (1,000 किमी), रडार से बचने के लिए भूभाग को छूने की क्षमता के साथ।
- **एंटी बैलिस्टिक मिसाइल (एबीएम)**–
  - **पृथ्वी वायु रक्षा (पीएडी):** उच्च ऊंचाई वाली बैलिस्टिक मिसाइलों को रोकने के लिए

डिज़ाइन किया गया।

- उन्नत वायु रक्षा (एएडी): निम्न-ऊंचाई पर अवरोधन के लिए, दो-स्तरीय रक्षा कवच का निर्माण।

- **सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइलें (एसएएम)**–
  - **आकाश:** मध्यम दूरी (30 किमी तक), हवाई खतरों को लक्षित करने के लिए डिज़ाइन किया गया।
  - **बराक-8:** इजरायल के साथ संयुक्त रूप से विकसित; विमान और मिसाइलों सहित विभिन्न हवाई खतरों को रोकने में सक्षम।
- **टैंक रोधी निर्देशित मिसाइलें (एटीजीएम)**–
  - **नाग:** बख्तरबंद लक्ष्यों को नष्ट करने के लिए डिज़ाइन किया गया, हेलीकॉप्टर-लॉन्च (हेलिना) जैसे वेरिएंट के साथ।
  - **एमपीएटीजीएम:** मानव-पोर्टेबल, कम दूरी की मिसाइल, जो पैदल सेना के उपयोग के लिए लचीलापन प्रदान करती है।
- **सामरिक मिसाइलें**–
  - **शौर्य:** हाइपरसोनिक, परमाणु-सक्षम मिसाइल, जिसे उच्च गति, कम रडार सिग्नल के लिए डिज़ाइन किया गया है।
  - **प्रहार:** युद्धक्षेत्र समर्थन के लिए त्वरित प्रतिक्रिया, कम दूरी की मिसाइल प्रणाली।

ये मिसाइलें भूमि, वायु, समुद्र और समुद्री क्षेत्र में भारत की सामरिक रक्षा को मजबूत बनाती हैं, तथा मजबूत, बहुस्तरीय निवारण और सुरक्षा सुनिश्चित करती हैं।

आगे बढ़ने का रास्ता

भारत की मिसाइल क्षमताओं को और मजबूत करने के लिए कई महत्वपूर्ण कदम उठाए जा सकते हैं–

- **स्वदेशी अनुसंधान एवं विकास को बढ़ावा दें:** प्रणोदन, मार्गदर्शन प्रणालियों और मिश्रित सामग्रियों में उन्नत अनुसंधान एवं विकास को बढ़ावा देना तकनीकी प्रगति के साथ तालमेल बनाए रखने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। डीआरडीओ, शिक्षा जगत और निजी उद्योग के बीच साझेदारी का विस्तार नवाचार को गति दे सकता है।
- **हाइपरसोनिक प्रौद्योगिकी पर ध्यान केंद्रित:** हाइपरसोनिक मिसाइल अनुसंधान में निवेश करने से भारत को अल्ट्रा-फास्ट, अत्यधिक गतिशील मिसाइलों का विकास करने में मदद मिलेगी, जिनका पता लगाना और अवरोधन करना चुनौतीपूर्ण होगा, जिससे भारत अत्याधुनिक आक्रामक क्षमताओं वाले कुछ देशों में शामिल हो जाएगा।
- **एंटी-बैलिस्टिक मिसाइल (एबीएम) प्रणालियों को मज़बूत करना:** बहुस्तरीय एबीएम प्रणालियों का विस्तार और परिशोधन संभावित मिसाइल खतरों से रक्षा को मज़बूत करेगा। अधिक परिष्कृत ट्रैकिंग और इंटरसेप्ट तकनीकों का एकीकरण भारत के रक्षा कवच को मज़बूत करेगा।
- **पनडुब्बी से प्रक्षेपित करने की क्षमता को बढ़ावा:** अधिक उन्नत और लंबी दूरी की पनडुब्बी से प्रक्षेपित करने वाली बैलिस्टिक मिसाइलों (एसएलबीएम) के विकास से द्वितीय-आक्रमण क्षमता में वृद्धि होगी, जिससे प्रथम-आक्रमण की स्थिति में भी निवारण सुनिश्चित होगा।
- **एआई और साइबर सुरक्षा को एकीकृत करना:** मिसाइल मार्गदर्शन और ट्रैकिंग में वास्तविक समय पर निर्णय लेने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग करना, तथा मिसाइल प्रणालियों को संभावित हैकिंग से बचाने के लिए साइबर सुरक्षा सुनिश्चित करना, परिचालन तत्परता और विश्वसनीयता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण है।
- **अंतरराष्ट्रीय सहयोग का विस्तार:** सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइलों के लिए इज़राइल और ब्रह्मोस के लिए रूस जैसी रणनीतिक साझेदारियों को अगली पीढ़ी की मिसाइल तकनीकों के सह-विकास के लिए और गहरा किया जाना चाहिए। उन्नत मिसाइल विशेषज्ञता वाले देशों के साथ

सहयोग भारत के विकास पथ को गति दे सकता है।

- **परीक्षण और तैनाती अवसंरचना को मजबूत करना:** तीव्र विकास चक्र और परिचालन तत्परता के लिए परीक्षण सुविधाओं और त्वरित तैनाती अवसंरचना का विस्तार करना आवश्यक है।
- **अंतरराष्ट्रीय मानदंडों के अनुरूप:** यह सुनिश्चित करना कि मिसाइल विकास वैश्विक अप्रसार मानदंडों के अनुरूप हो, तथा साथ ही भारत की रणनीतिक स्वायत्तता भी बनी रहे, इससे अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्थिति में सुधार होगा तथा संभावित प्रतिबंधों से बचा जा सकेगा।

ये प्रयास भारत की मिसाइल क्षमताओं को बढ़ाएंगे, दीर्घकालिक सुरक्षा, तकनीकी नेतृत्व और आत्मनिर्भर रक्षा पारिस्थितिकी तंत्र को समर्थन प्रदान करेंगे।

निष्कर्ष

भारत के मिसाइल कार्यक्रम उसकी रक्षा को मज़बूत करते हैं, रणनीतिक स्वायत्तता सुनिश्चित करते हैं और विश्वसनीय प्रतिरोध के माध्यम से शांति को बढ़ावा देते हैं। स्वदेशी मिसाइल तकनीक को उन्नत करके, भारत आत्मनिर्भरता प्राप्त करता है, क्षेत्रीय स्थिरता को मज़बूत करता है और वैश्विक स्तर पर अपनी स्थिति मज़बूत करता है। ये कार्यक्रम राष्ट्रीय हितों की रक्षा और रक्षा एवं संबंधित क्षेत्रों में तकनीकी प्रगति को बढ़ावा देने के लिए महत्वपूर्ण बने हुए हैं।

❖

संसदीय राजभाषा समिति

- समिति का गठन वर्ष 1976 में
- परंपरागत रूप से गृहमंत्री संसदीय राजभाषा समिति के अध्यक्ष
- समिति में कुल 30 सदस्य-20 संसद सदस्य लोकसभा से और 10 राज्यसभा से
- इसकी चार उप-समितियाँ है– पहली, दूसरी, तीसरी उप-समिति और आलेख एवं साक्ष्य उप-समिति
- समिति ने राष्ट्रपति जी को अब तक सौंपे अपने प्रतिवेदन के 13 खंड
- 13वां खंड 16 फरवरी, 2026 को राष्ट्रपति जी को प्रस्तुत
- इनमें से 9 पर राष्ट्रपति के आदेश जारी

बेस श्राउड नियंत्रण प्रणाली

शुभम मौर्य, अमित कुमार चतुर्वेदी, नील दुबे

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

shubham.maurya.asl@gov.in

परिचय

बेस श्राउड प्रणाली, प्रक्षेपास्त्र के निचले भाग पर लगा होता है। इस प्रणाली के द्वारा प्रक्षेपास्त्र को प्रारंभिक अवस्था में नियंत्रित किया जाता है। एक निश्चित ऊँचाई (लगभग 54 किमी) और समय (लगभग 55 सेकेंड) प्राप्त करने के बाद यह प्रथम चरण के रॉकेट मोटर के साथ अलग हो जाता है। उसके बाद अन्य प्रणाली से प्रक्षेपास्त्र को नियंत्रित करके लक्ष्य तक पहुँचाया जाता है। कुछ प्रक्षेपास्त्र के बेस श्राउड प्रणाली में स्थिर नोजल लगा रहता है और कुछ में लचकदार नोजल लगा रहता है।

अग्नि-1 और अग्नि-2 प्रक्षेपास्त्र के बेस श्राउड प्रणाली में स्थिर नोजल लगा रहता है। बेस श्राउड एयर फ्रेम, एल्युमिनियम मिश्र धातु (AA 2014 T6 ग्रेड) का बना होता है। यह दो खोल (Halves) से मिलकर बनता है। नोजल और बेस श्राउड एयर फ्रेम के मध्य में बहुत सारे यांत्रिक और विद्युत पैकेज सघन रूप से फिट रहते हैं।

अग्नि-1 और अग्नि-2 प्रक्षेपास्त्र में प्रयोग होने वाले बेस श्राउड में निम्नलिखित दो उप प्रणालियां लगी रहती हैं।

1. सेकंडरी इंजेक्शन थ्रस्ट वेक्टर कंट्रोल (SITVC)
2. हाइड्रोलिक फिन टिप कंट्रोल (HFTC)

सेकंडरी इंजेक्शन थ्रस्ट वेक्टर कंट्रोल (SITVC)

प्रक्षेपास्त्र के जमीन से उठते ही यह प्रणाली प्रक्षेपास्त्र को 'पिच' (Pitch) और 'या' (Yaw) दिशा में नियंत्रित करती है। ऐसा तभी संभव होता है जब टोराइड टैंक में भरा हुआ स्ट्रांसियम पर क्लोरेट (SPC), नोजल के डाइवर्जेंट भाग में लगे तीन पिंटल वाल्व से होते हुए एक्जास्ट जेट से टकराता है।

SPC एक भारी रासायनिक द्रव्य होता है जो ज्वलनशील नहीं होता एवं जिसका सापेक्षिक घनत्व (Specific gravity) लगभग 2 होता है अर्थात् यह पानी से दो गुना भारी होता है।

यह प्रणाली नीचे दिये गये आरेख के सिद्धांत पर कार्य करती है।

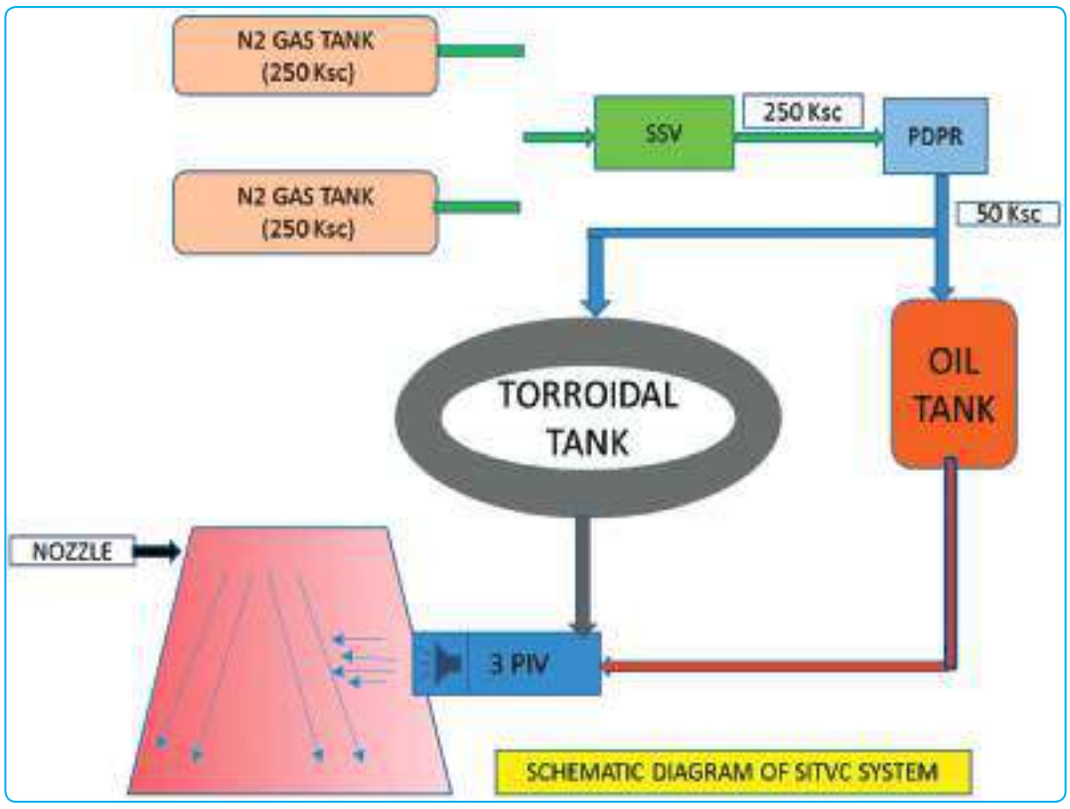
जब SPC, नोजल के अंदर मुख्य एक्जास्ट से टकराता है तो शाक वेव उत्पन्न होता है। शॉक वेव एक प्रकार का दाब में अंतर होता है जिससे मुख्य एक्जास्ट, विचलित होता है और साइड थ्रस्ट उत्पन्न होता है जिसकी वजह से प्रक्षेपास्त्र के गुरूत्व केंद्र (Centre of gravity) से एक बल (Force) उत्पन्न होता है जिससे प्रक्षेपास्त्र को आवश्यक 'पिच' (Pitch) और 'या' (Yaw) दिशा प्रदान हो जाता है।

SITVC प्रणाली के मुख्य बिंदु

1. यह एक ब्लोडाउन प्रणाली है जिसमें प्रयोग होने वाला स्ट्रांसियम पर क्लोरेट, नाइट्रोजन गैस और हाइड्रोलिक ऑयल अपना-अपना कार्य करने के बाद वातावरण में मिलकर नष्ट हो जाते हैं।
2. एस.पी.सी. (SPC) को सेकंडरी इंजेक्टेंट कहते हैं।
3. अधिकतम साइड बल = 1500 Kgf
4. प्रणाली का कार्यकारी दाब (Working Pressure) = 50 ksc
5. अधिकतम थ्रस्ट वेक्टर कंट्रोल = 2 डिग्री
6. नाइट्रोजन टैंक की क्षमता = 9.5 लीटर (प्रत्येक)
7. ऑयल टैंक की क्षमता = 6.5 लीटर
8. टोराइड टैंक की क्षमता = 45 लीटर

9. हाइड्रोलिक ऑयल का ग्रेड = MIL H-5606

10. नाइट्रोजन गैस = 99.95 प्रतिशत शुद्ध



हाइड्रोलिक फिन टिप कंट्रोल (HFTC)

जब प्रक्षेपास्त्र 250 मी./से. या अधिक की गति से ऊपर उठने लगता है तब SITVC प्रणाली अतिरिक्त कंट्रोल सिस्टम की तरह काम करता है और एचएफटीसी (HFTC) प्रणाली मुख्य रूप से कार्य करना शुरू कर देता है। इस प्रणाली की सहायता से प्रक्षेपास्त्र को पिच (Pitch), या (Yaw) और रोल (Roll) दिशा में नियंत्रित किया जा सकता है। इस प्रणाली में चार एक्चुएटर चारों फिन में लगे रहते हैं।

इस प्रणाली के एक्चुएटर में लगे सर्वो वाल्व (Servo Valve) द्वारा फिन को नियंत्रित किया जाता है। एक्चुएटर में प्रयोग होने वाला ऑयल, बूट स्ट्रैप रिजरवायर में एकत्रित रहता है। इसमें एक पंप लगा रहता है जो हाइड्रोलिक ऑयल का दाब बढ़ाकर 207 Ksc कर देता है और इस ऑयल को एक्चुएटर के सर्वो वाल्व तक पहुँचाता है।

यह प्रणाली नीचे दिये गये आरेख के सिद्धांत पर कार्य करती है–

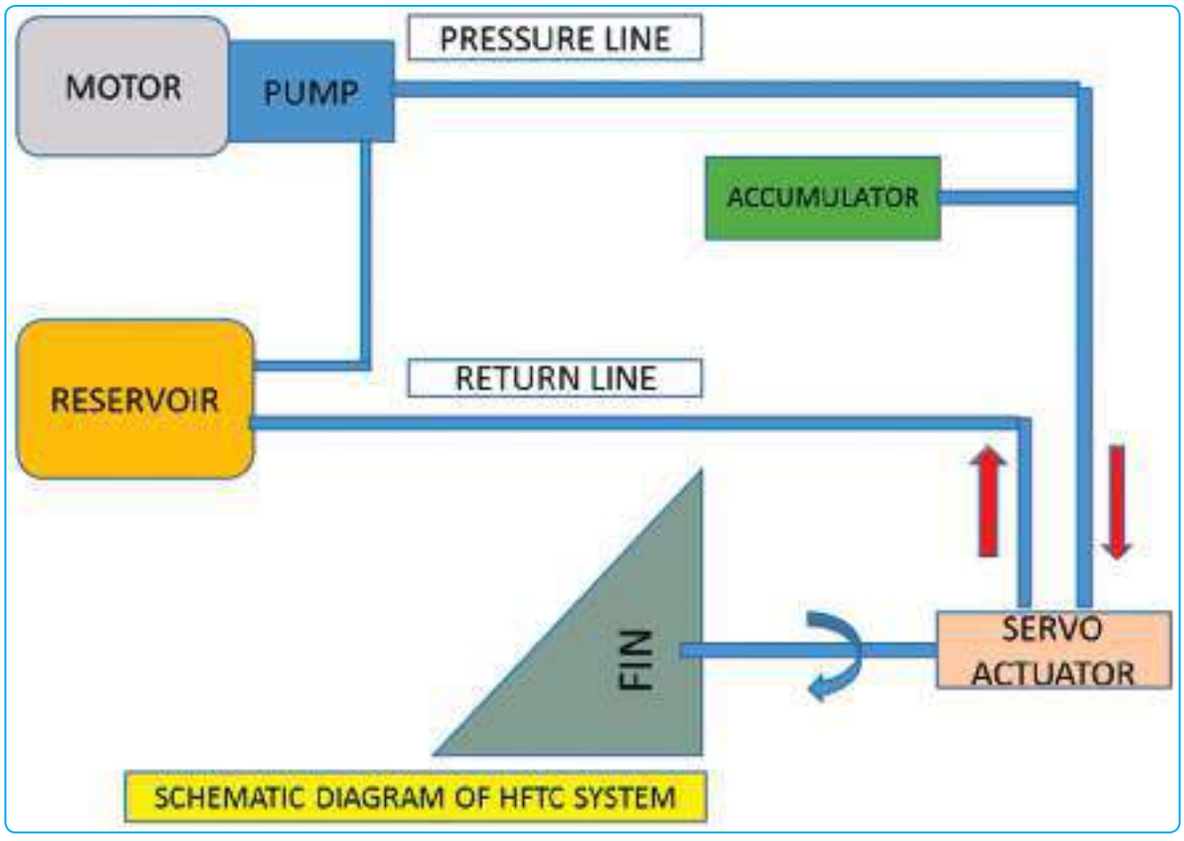
ऑन बोर्ड कंप्यूटर (OBC) से कमांड प्राप्त करने के बाद संबंधित एक्चुएटर में लगा सर्वो वाल्व, हाइड्रोलिक ऑयल को नियंत्रित करके एक्चुएटर में भेजता है जिससे एक्चुएटर में लगा पिस्टन, रैखिक दिशा में आगे या पीछे (To and Fro) होने लगता है फलस्वरूप पिस्टन रॉड और कनेक्टिंग रॉड द्वारा फिन आवश्यक दिशा में घूम जाती है।

इस तरह से जब फिन घूमती है तो एक निश्चित क्षेत्रफल 'A' हवा के बहाव से टकराता है। माना हवा के बहाव का दाब P है जिसे गतिशील दाब (Dynamic Pressure) भी कहते हैं। फिन के घूमने के कारण एक परिणामी बल (Resultant Force) जिसका मान PxA उत्पन्न होता है जो प्रक्षेपास्त्र को 'पिच' 'या' और 'रोल' दिशा प्रदान करता है।

HFTC प्रणाली के मुख्य बिंदु

1. यह प्रणाली हवा की उपस्थिति में ही कार्य कर सकती है।
2. पंप मोटर को चलाने के लिए दो प्राइमरी बैटरी, सीरीज में लगी रहती है जो लगभग 30 वोल्ट सप्लाई प्रदान करती है।

3. इस प्रणाली का कार्यकारी दाब (Working Pressure) 207 ksc होता है।
4. इसमें एक एक्युमुलेटर लगा होता है जिसका काम उच्च मांग के समय आयल सप्लाई को पूरा करना है।
5. इसमें एक फिल्टर लगा रहता है जो बहुत ही सूक्ष्म धातु कण को एक्चुएटर में जाने से रोकता है।
6. प्रेशर ट्रांसड्यूसर से हम लाइन का दाब मापते हैं।
7. हाइड्रोलिक ऑयल = MIL H-5606
8. इस प्रणाली से प्रक्षेपास्त्र को अधिकतम ± 15° तक मोड़ा जा सकता है।
9. हाइड्रोलिक सर्वो एक्चुएटर को ± 10 वोल्ट का विद्युत कमांड दिया जाता है जिसको यह ± 7.5 मिमी की रेखीय दूरी में बदल देता है।



निष्कर्ष

रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन ने आरंभ से अब तक विभिन्न रक्षा प्रौद्योगिकियों का विकास करके तीनों रक्षा सेनाओं और देश के प्रति अपनी प्रतिबद्धता को सिद्ध किया है।

प्रस्तुत बेस श्राउड जो कि अग्नि-1 और अग्नि-2 प्रक्षेपास्त्र में लगा है, एक बहुत ही जटिल परंतु बहुत अच्छी प्रणाली है, इस प्रणाली के सभी अवयव (Components) को विभिन्न निजी कारखानों (Private Industry) के द्वारा बनवाया गया है और पूरी तरह जाँच करने के बाद ही उसको प्रक्षेपास्त्र में लगाया गया है। इस प्रणाली में कार्य करने वाले तकनीशियन बहुत अनुभवी व कुशल होते हैं। निःसंदेह इस प्रणाली का प्रक्षेपास्त्र की सफलता में महत्वपूर्ण योगदान रहता है।

❖

भारत में इलेक्ट्रॉनिक्स विनिर्माण

नोमी सोनावाल

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

nomisonowal.asl@gov.in

परिचय

भारत में इलेक्ट्रॉनिक विनिर्माण में उल्लेखनीय वृद्धि हो रही है। इस वृद्धि का श्रेय सरकार द्वारा की गई पहल और बढ़ती घरेलू मांग को जाता है इलेक्ट्रॉनिक परिदृश्य में निरंतर सफलता के लिए सरकार भारत में अनुसंधान एवं विकास पर ध्यान केंद्रित कर रही है।

वर्तमान में भारत वैश्विक इलेक्ट्रॉनिक्स उत्पादन में 105 अरब डॉलर के उत्पादन मूल्य के साथ चीन और वियतनाम से पीछे तीसरे स्थान पर है। प्रतिस्पर्धात्मकता बनाए रखने के लिए सरकार कुशल कार्यबल और सतत् विकास के लिए अनुकूल वातावरण के साथ एक मजबूत पारिस्थितिकी तंत्र बनाने का प्रयास कर रही है। अनुकूल वातावरण की स्थापना के लिए सरकार विभिन्न राज्यों में फाउंड्री और ओएसएटी सुविधाएं स्थापित कर रही है। सरकार ने स्थान चिह्नित कर लिए हैं और भारत में संपूर्ण मूल्य श्रृंखला स्थापित करने की दिशा में काम कर रही है। मूल्य श्रृंखला के प्रमुख घटक इस प्रकार हैं।

1. **इनबॉउंड लॉजिस्टिक्स:** कच्चा माल, घटक प्राप्त करना, भंडारण करना और वितरित करना
2. **संचालन:** इनपुट को अंतिम उत्पाद में बदलना
3. ग्राहकों को उत्पाद वितरित करना
4. विपणन और बिक्री (उत्पादन और सेवा का प्रचार और बिक्री)
5. सेवा (बिक्री के बाद समर्थन)

वर्तमान में सरकार पूरे भारत में कई फैब स्थापित कर रही है, जिसमें निजी भागीदारी भी प्रस्तावित है।

भारत सेमीकंडक्टर मिशन

भारत सेमीकंडक्टर मिशन का उद्देश्य एक जीवंत सेमीकंडक्टर और डिस्प्ले डिजाइन और नवाचार पारिस्थितिकी तंत्र का निर्माण करना है, ताकि भारत डिजाइन और विनिर्माण के लिए एक वैश्विक केंद्र बन सके। इस विजन को सरकारी मंत्रालयों, विभागों, एजेंसियों उद्योग और शिक्षा जगत के परामर्श से सेमीकंडक्टर और डिस्प्ले निर्माण सुविधाओं और डिजाइन पारिस्थितिकी तंत्र के विकास हेतु एक व्यापक दीर्घकालिक रणनीति तैयार करके क्रियान्वित किया जा रहा है। गुणवत्ता आधारित उत्पादों के निर्माण हेतु एक मजबूत आपूर्ति श्रृंखला की आवश्यकता है, जो कच्चे माल, विशिष्ट रसायनों, गैसों और निर्माण उपकरणों से शुरू होती है।

गुजरात को भारत में विनिर्माण केंद्र बनाने के लिए चुना गया है। भारत में सेमीकंडक्टर के निर्माण के लिए उनके पास सभी उद्योग पारिस्थितिकी तंत्रों का समर्थन मौजूद है। धोलेरा गुजरात में भारत का पहला फेब्रिकेशन प्लांट है जिसका नेतृत्व टाटा इलेक्ट्रॉनिक्स ने पावर चिप सेमीकंडक्टर मैन्युफैक्चरिंग कॉरपोरेशन के साथ साझेदारी में किया है। इस प्रस्तावित संयंत्र की मासिक क्षमता 28 nm से 110 nm तकनीक पर आधारित एनालॉग लॉजिक आईसी चिप्स के लिए 50,000 वेफर्स होने की उम्मीद है। यह सहयोग पीएसएमसी की विशेषज्ञता और प्रौद्योगिकी का लाभ उठाकर इलेक्ट्रिक वाहन, दूरसंचार और रक्षा जैसे विभिन्न क्षेत्रों के लिए डिस्प्ले चिप्स का निर्माण करेगा।

सीजी पावर इंडस्ट्रियल सॉल्यूशन जापान की रेनेसास इलेक्ट्रॉनिक्स कॉर्पोरेशन और थाईलैंड की स्टार्स माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक्स के सहयोग से, गुजरात के साणंद में ओएसएटी सुविधा स्थापित कर रहा है। यह क्यूएफएन और क्यूएफ जैसे पारंपरिक पैकेजों से लेकर एफसी वीजीए और सीएसपी जैसे उन्नत पैकेजों तक उत्पादों की एक विस्तृतों श्रृंखला का निर्माण करेगा यह आटोमोटिव उपभोक्ता और

औद्योगिक उद्योगों की जरूरत को पूरा करेगा।

माइक्रोन इंक द्वारा एटीएमपी की स्थापना की जा रही है। यह एटीएमपी एमपी फैक्ट्री भारत में अपनी तरह की पहली फैक्ट्री होगी जो कच्चे वेफर्स को वॉल ग्रेड एरे, आईसी पैकेज, मेमोरी मॉड्यूल और सॉलिड स्टेट ड्राइव में बदल देगी। माइक्रोन इंक एटीएमपी की स्थापना गुजरात में की जा रही है। भारत के वैश्विक चिप निर्माण क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण मील का पत्थर साबित होने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम उठाते हुए, इंडीचिप सेमीकंडक्टर्स लिमिटेड ने अपने संयुक्त उद्यम साझेदार मैसर्स वाईएमटीएलके के साथ मिलकर भारत की पहली निजी सेमीकंडक्टर निर्माण इकाई स्थापित करने के लिए आंध्र प्रदेश सरकार के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं। यह इकाई सिलिकॉन कार्बाइड चिप्स के निर्माण पर केंद्रित होगी। यह ऊर्जा कुशल प्रौद्योगिकियों इलेक्ट्रिक वाहनों और नवीकरणीय ऊर्जा समाधानों की वैश्विक बढ़ती मांग को पूरा करेगी।

जेवर, उत्तर प्रदेश में एचसीएल फॉक्सकॉन संयुक्त उद्यम स्थापित किया जा रहा है, जो विभिन्न मोबाइल फोन, लैपटॉप और ऑटोमोबाइल के लिए डिस्पले ड्राइवर चिप्स के निर्माण पर केंद्रित होगा इसकी उत्पादन क्षमता प्रतिमाह 20000 वेफर्स होगी। यह असेंबली, परीक्षण, पैकेजिंग और मार्किंग के साथ-साथ आउटसोर्सड सेमीकंडक्टर असेंबली और परीक्षण भी करेगा। यह भारत में निर्मित छठा फैब है। डिस्पले ड्राइवर आईसी ज्यादातर 8 इंच वेफर्स के 110 नैनोमीटर या 300 नैनोमीटर प्रक्रिया नोड से बने होते हैं। स्मार्टफोन, एलसीडी और ओएलईडी ड्राइवर ज्यादातर 12 इंच वेफर्स के 28 नैनोमीटर से 90 नैनोमीटर प्रोसेस नोड से बने होते हैं।

टाटा इलेक्ट्रॉनिक सेमीकंडक्टर असेंबली और परीक्षण इकाई का निर्माण मोरीगांव असम में किया जा रहा है। भारत सरकार द्वारा प्रोत्साहित प्रतिष्ठानों के साथ भारत ने दुनिया में इलेक्ट्रॉनिक के उत्पादन में एक वैश्विक केंद्र बनने के अपने मिशन पर काम शुरू कर दिया है।

❖

हिंदी बोली जाने और लिखी जाने की प्रधानता के आधार पर देश के राज्यों/संघ राज्य क्षेत्रों को उनकी भौगोलिक स्थिति को ध्यान में रखकर निम्नानुसार चिह्नित किया गया है–

क्षेत्र		**क्षेत्र में शामिल राज्य/संघ राज्य क्षेत्र**
क.	–	बिहार, छत्तीसगढ़, हरियाणा, हिमाचल प्रदेश, झारखंड, मध्य प्रदेश, राजस्थान, उत्तर प्रदेश, उत्तराखण्ड राज्य और अंडमान तथा निकोबार द्वीप समूह, राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र दिल्ली संघ राज्य क्षेत्र।
ख.	–	गुजरात, महाराष्ट्र और पंजाब राज्य तथा चंडीगढ़, दमन और दीव तथा दादरा व नगर हवेली संघ राज्य क्षेत्र।
ग.	–	'क' और 'ख' क्षेत्र में शामिल नहीं किए गए अन्य सभी राज्य या संघ राज्य क्षेत्र।

भारत में रक्षा-उद्योग स्वावलंबन-दृष्टि : मिसाइल प्रणालियों का निर्माण, स्वदेशीकरण, परीक्षण एवं निर्यात

मधुराज कुमार

सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

madhuraj.cemilac@gov.in

1. परिचय : आत्मनिर्भरता का नया युग

रक्षा आत्मनिर्भरता किसी भी राष्ट्र की सुरक्षा और संप्रभुता की नींव है। भारत जैसे विशाल और सीमाओं से घिरे देश के लिए यह विशेष रूप से आवश्यक है। विदेशी आयात पर अत्यधिक निर्भरता न केवल आर्थिक भार बढ़ाती है, बल्कि राष्ट्रीय सुरक्षा के लिए भी जोखिम उत्पन्न करती है। इसलिए "आत्मनिर्भर भारत" और "मेक इन इंडिया" जैसे कार्यक्रमों ने रक्षा क्षेत्र में स्वदेशीकरण की दिशा को प्राथमिकता दी है। मिसाइलें केवल युद्धक उपकरण नहीं हैं; ये वैज्ञानिक, औद्योगिक और सामरिक क्षमता का प्रतीक हैं। स्वदेशी मिसाइल विकास से न केवल भारत की सामरिक स्थिति मजबूत होती है, बल्कि यह देश की तकनीकी श्रेष्ठता, वैज्ञानिक अनुसंधान और औद्योगिक उत्पादन क्षमताओं का प्रदर्शन भी करता है। आधुनिक भारत के लिए यह आत्मनिर्भरता केवल सैन्य दृष्टि से महत्वपूर्ण नहीं है, बल्कि यह राष्ट्रीय गौरव, वैश्विक कूटनीति और अर्थव्यवस्था में नई संभावनाओं के लिए भी मार्ग खोलती है। रक्षा आत्मनिर्भरता के माध्यम से भारत न केवल अपनी सीमाओं की सुरक्षा कर सकता है, बल्कि मित्र देशों के साथ सामरिक सहयोग और निर्यात के जरिए वैश्विक रक्षा उद्योग में भी अपनी पहचान बना रहा है। यहां स्पष्ट है कि रक्षा स्वावलंबन केवल तकनीकी उपलब्धि नहीं, बल्कि राष्ट्र की संपूर्ण सुरक्षा, विज्ञान और औद्योगिक विकास का समग्र प्रतीक है।

2. स्वतंत्रता-उपरांत रक्षा-उद्योग की पृष्ठभूमि

स्वतंत्रता के बाद भारत का रक्षा उद्योग सीमित संसाधनों और विदेशी आयात पर आधारित था। भारतीय रक्षा उत्पादन अधिकांशतः सार्वजनिक क्षेत्र तक सीमित रहा, जैसे Hindustan Aeronautics Limited (HAL), Bharat Electronics Limited (BEL) और Bharat Dynamics Limited (BDL)। प्रारंभिक वर्षों में तकनीकी और अनुसंधान क्षमता काफी सीमित थी, जिससे देश को हथियारों और उपकरणों की जरूरतें पूरी करने के लिए विदेशी बाजार पर निर्भर रहना पड़ता था। इस अवधि में भारत की रक्षा नीति मुख्यतः "खरीद-आधारित" रही। 1990 के दशक तक सीमित विकास और वैश्विक तकनीकी प्रतिस्पर्धा के कारण, भारत को स्वदेशी रक्षा उत्पादन की आवश्यकता महसूस हुई। मिसाइल और उन्नत हथियारों के क्षेत्र में विदेशी निर्भरता ने सुरक्षा में जोखिम और लंबी अवधि की रणनीति में बाधा उत्पन्न की। इसी पृष्ठभूमि में डीआरडीओ और अन्य अनुसंधान संस्थानों ने स्थानीय विकास के प्रयास शुरू किए। रक्षा क्षेत्र में आत्मनिर्भरता की आवश्यकता को समझते हुए भारत ने धीरे-धीरे स्वदेशी उत्पादन, परीक्षण और तकनीकी नवाचार की दिशा में कदम बढ़ाए। इस विकास ने भविष्य में मिसाइल और सामरिक प्रणालियों के स्वदेशी निर्माण की नींव रखी, जो आज आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्यों के केंद्र में है।

3. आत्मनिर्भरता के लिए नीति-परिवर्तन

2014 के बाद भारतीय सरकार ने रक्षा क्षेत्र में आत्मनिर्भरता को सर्वोच्च प्राथमिकता दी। इस दिशा में कई प्रमुख नीतिगत सुधार किए गए। मेक इन इंडिया और आत्मनिर्भर भारत कार्यक्रमों के तहत रक्षा निर्माण में निजी और सार्वजनिक दोनों क्षेत्रों की भागीदारी को बढ़ावा दिया गया। Foreign Direct Investment (FDI) सीमा 74% तक बढ़ाई गई,

जिससे विदेशी साझेदारी के माध्यम से स्वदेशी उत्पादन को बढ़ावा मिला। 2020 में लागू हुई Defence Production and Export Promotion Policy (DPEPP) ने रक्षा उत्पादन को उच्च गुणवत्ता, निर्यात और अनुसंधान के साथ जोड़ने की दिशा दी। Positive Indigenisation List में 4000+ रक्षा वस्तुएँ शामिल की गईं, जिनका आयात रोककर स्वदेशी निर्माण को प्रोत्साहित किया गया। उत्तर प्रदेश और तमिलनाडु में Defence Industrial Corridors की स्थापना से उत्पादन और अनुसंधान का एक समग्र पारिस्थितिकी तंत्र तैयार हुआ। इसके अतिरिक्त Innovation for Defence Excellence (iDEX) कार्यक्रम ने स्टार्टअप और MSMEs को रक्षा तकनीक के विकास में भागीदारी का अवसर दिया। इस नीति परिवर्तन का उद्देश्य केवल हथियार निर्माण नहीं, बल्कि भारत को वैश्विक रक्षा निर्माण केंद्र के रूप में स्थापित करना और वैज्ञानिक-औद्योगिक नवाचार को प्रोत्साहित करना है।

4. भारत की मिसाइल यात्रा : IGMDP से आधुनिक युग तक

भारत की मिसाइल तकनीक की यात्रा स्वतंत्रता के बाद निरंतर प्रगतिशील रही, लेकिन असली मोड़ 1983 में आया, जब डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम के नेतृत्व में Integrated Guided Missile Development Programme (IGMDP) शुरू किया गया। इस कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य भारत को विदेशी मिसाइल आयात पर निर्भरता से मुक्त कर आत्मनिर्भर मिसाइल निर्माता बनाना था। IGMDP के अंतर्गत पांच प्रमुख मिसाइल परियोजनाओं पर काम किया गया:- पृथ्वी, त्रिशूल, आकाश, नाग और अग्नि। पृथ्वी और अग्नि सतह से सतह पर लक्षित बैलिस्टिक मिसाइलें हैं, जबकि त्रिशूल और आकाश वायु रक्षा प्रणालियों के लिए विकसित की गईं। नाग मिसाइल टैंक रोधी (Anti-Tank) मिसाइल के रूप में क्रांतिकारी साबित हुई।

IGMDP ने न केवल तकनीकी दक्षता को बढ़ाया, बल्कि भारतीय वैज्ञानिकों और इंजीनियरों के लिए अनुसंधान और विकास का एक मजबूत आधार तैयार किया। इस कार्यक्रम की सफलता ने भारत को बैलिस्टिक और क्रूज़ मिसाइल दोनों विकसित करने वाले देशों में स्थापित किया। IGMDP के बाद भारत ने BrahMos सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल, Agni-V और Pralay जैसी प्रणालियों का विकास किया। BrahMos मिसाइल, भारत-रूस सहयोग का परिणाम, अपनी गति, सटीकता और मारक क्षमता के कारण विश्व स्तरीय मिसाइल बन गई। Agni-V और MIRV तकनीक ने भारत की लंबी दूरी की सामरिक और परमाणु क्षमताओं को सुदृढ़ किया।

इस प्रकार, IGMDP से शुरू हुई मिसाइल यात्रा आज भारत को मिसाइल तकनीक में आत्मनिर्भर और वैश्विक अग्रणी राष्ट्र के रूप में स्थापित करती है। यह केवल रक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण नहीं, बल्कि विज्ञान, प्रौद्योगिकी और राष्ट्रीय गौरव के क्षेत्र में भी भारत की क्षमता का परिचायक है।

5. मिसाइल निर्माण में स्वदेशीकरण और औद्योगिक सहभागिता

मिसाइल निर्माण में भारत ने स्वदेशीकरण की दिशा में उल्लेखनीय प्रगति की है। डीआरडीओ इस क्षेत्र में अनुसंधान और विकास का मुख्य स्तंभ है, जिसने मिसाइलों के डिज़ाइन, नियंत्रण प्रणाली, प्रणोदक और सटीकता तकनीक में आत्मनिर्भरता सुनिश्चित की है। प्रारंभ में मिसाइल निर्माण मुख्य रूप से सार्वजनिक क्षेत्र की कंपनियों तक सीमित था, लेकिन हाल के वर्षों में निजी क्षेत्र की भागीदारी बढ़ी है। Tata Advanced Systems, Larsen & Toubro (L&T), Adani Defence, Bharat Forge और Kalyani Group जैसी कंपनियों ने मिसाइल घटकों और सिस्टम के निर्माण में महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

स्वदेशीकरण की प्रमुख उपलब्धियों में शामिल हैं–

- कंपोज़िट सामग्री का उत्पादन, जो हल्के और मजबूत मिसाइल निर्माण में सहायक है।
- प्रणोदक (Propellant) और इंजन तकनीक का स्थानीय विकास।
- नेविगेशन और गाइडेंस प्रणाली का घरेलू उत्पादन।
- रेडार और सेंसिंग सिस्टम में 80% तक स्वदेशी घटक।

"Design–Develop–Deliver" मॉडल के माध्यम से डीआरडीओ ने स्थानीय उद्योगों को अनुसंधान और निर्माण के हर चरण में जोड़ा। इस सहयोग से न केवल उत्पादन क्षमता बढ़ी, बल्कि तकनीकी विशेषज्ञता और रोजगार के अवसर भी विकसित हुए। स्वदेशीकरण ने भारत को आयात कम करने और रक्षा उपकरणों की गुणवत्ता में सुधार करने की क्षमता दी। इसके अलावा, यह कदम रक्षा उद्योग के लिए एक मजबूत पारिस्थितिकी तंत्र तैयार करता है, जो भविष्य में हाई-टेक मिसाइलों और आधुनिक सामरिक प्रणालियों के विकास को तेजी से आगे बढ़ा सकता है।

6. निर्यात और अंतरराष्ट्रीय सहयोग

भारत की रक्षा और मिसाइल स्वावलंबन यात्रा अब केवल राष्ट्रीय सुरक्षा तक सीमित नहीं है, बल्कि वैश्विक स्तर पर भी उसका प्रभाव बढ़ रहा है। स्वदेशी मिसाइल और सामरिक प्रणालियों के विकास के साथ-साथ भारत ने निर्यात क्षमता को भी विकसित किया है। BrahMos सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल इसका प्रमुख उदाहरण है। इसकी उच्च गति, सटीकता और विश्वसनीयता ने इसे विदेशी ग्राहकों के लिए आकर्षक बनाया है। फिलहाल, भारत ने इसे कुछ मित्र देशों जैसे फिलिपींस, वियतनाम और इंडोनेशिया को निर्यात किया है और अन्य संभावित साझेदारों के साथ वार्ता जारी है।

अंतरराष्ट्रीय सहयोग भी इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। रूस, फ्रांस और इजरायल के साथ तकनीकी साझेदारी ने भारत की क्षमता को बढ़ाया है। BrahMos जैसी परियोजनाएं भारत-रूस सहयोग का प्रत्यक्ष परिणाम हैं, जबकि Agni और अन्य बैलिस्टिक मिसाइलें स्वदेशी अनुसंधान का प्रमाण हैं। भारत की यह रणनीति केवल आयात पर निर्भरता कम करने तक सीमित नहीं, बल्कि वैश्विक रक्षा बाजार में अपनी पहचान बनाने की दिशा में है।

निर्यात और सहयोग से भारत को कई लाभ प्राप्त होते हैं–

- विदेशी बाजार से राजस्व और निवेश।
- तकनीकी नवाचार और आधुनिक उत्पादन प्रक्रियाओं का आदान-प्रदान।
- सामरिक और कूटनीतिक संबंधों में मजबूती।

इस प्रकार, निर्यात और अंतरराष्ट्रीय सहयोग ने भारत को रक्षा उद्योग में आत्मनिर्भरता और वैश्विक नेतृत्व दोनों में सशक्त किया है। यह भारत को विश्व स्तर पर विश्वसनीय और तकनीकी रूप से सक्षम रक्षा निर्माता के रूप में स्थापित करता है।

7. भविष्य की दिशा और रणनीति

भारत के रक्षा और मिसाइल क्षेत्र की भविष्य की दिशा आत्मनिर्भरता और तकनीकी उत्कृष्टता पर आधारित है। आने वाले वर्षों में भारत का लक्ष्य है अत्याधुनिक मिसाइल प्रणालियों का विकास, जिसमें लंबी दूरी की बैलिस्टिक मिसाइलें, हाइपरसोनिक टेक्नोलॉजी, मल्टी-रोल क्रूज़ मिसाइलें और अगली पीढ़ी की वायु रक्षा प्रणाली शामिल हैं। इसके लिए अनुसंधान एवं विकास को तेज करने, नवाचार को बढ़ावा देने और उद्योग-शिक्षा सहयोग को मजबूत करने की आवश्यकता है।

भविष्य की रणनीति में स्वदेशी तकनीक और उत्पादन को प्राथमिकता दी जाएगी। उच्च गति वाले कंपोजिट, अगली पीढ़ी के प्रोपलेंट और एआई-आधारित गाइडेंस सिस्टम के विकास पर जोर रहेगा। इसके साथ ही, रक्षा अनुसंधान और उद्योग के बीच प्लेटफ़ॉर्म साझा करने और टेक्नोलॉजी ट्रांसफर के मॉडल अपनाए जाएंगे, जिससे उत्पादन दक्षता और लागत नियंत्रण में सुधार होगा।

अंतरराष्ट्रीय दृष्टि से, भारत निर्यात को बढ़ावा देने और रणनीतिक साझेदारी को मजबूत करने की दिशा में काम कर रहा है। नई साझेदारियां, तकनीकी सहयोग और संयुक्त अनुसंधान परियोजनाएं भारत को वैश्विक रक्षा बाजार में एक प्रतिस्पर्धी और विश्वसनीय निर्माता के रूप में स्थापित करेंगी।

साथ ही, मानव संसाधन विकास और विशेषज्ञ प्रशिक्षण पर भी जोर रहेगा, ताकि वैज्ञानिक, इंजीनियर और तकनीकी कर्मी उन्नत मिसाइल तकनीक के विकास में सक्रिय भूमिका निभा सकें। इन सभी प्रयासों के माध्यम से भारत न केवल रक्षा स्वावलंबन में अग्रणी बनेगा, बल्कि विज्ञान, प्रौद्योगिकी और सामरिक रणनीति में वैश्विक नेतृत्व स्थापित करेगा।

निष्कर्ष

भारत में रक्षा-उद्योग और मिसाइल प्रणालियों का विकास न केवल राष्ट्रीय सुरक्षा के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है, बल्कि यह विज्ञान, प्रौद्योगिकी और औद्योगिक क्षमता में आत्मनिर्भरता का प्रतीक भी है। स्वतंत्रता के बाद आयात-आधारित रक्षा नीति से शुरू होकर, डीआरडीओ, HAL, BEL और अन्य संस्थाओं के प्रयासों ने भारत को स्वदेशी अनुसंधान और निर्माण की दिशा में अग्रसर किया। IGMDP, BrahMos, Agni और अन्य मिसाइल परियोजनाओं ने यह स्पष्ट कर दिया कि भारत तकनीकी और सामरिक दोनों दृष्टियों से सक्षम राष्ट्र बन चुका है।

स्वदेशीकरण और उद्योग-सरकार सहयोग ने उत्पादन क्षमता और नवाचार में सुधार किया है। निजी क्षेत्र की भागीदारी, स्टार्टअप इकोसिस्टम, Defence Industrial Corridors और iDEX जैसी पहलें भविष्य में उच्च तकनीक वाले हथियारों और मिसाइल प्रणालियों के विकास की नींव रखती हैं। निर्यात और अंतरराष्ट्रीय सहयोग ने भारत को वैश्विक रक्षा बाजार में विश्वसनीय और प्रतिस्पर्धी राष्ट्र के रूप में स्थापित किया है।

हालांकि चुनौतियाँ बनी हुई हैं – उच्च तकनीक विकास, वित्तीय निवेश और विशेषज्ञ मानव संसाधन की आवश्यकता। लेकिन रणनीतिक निवेश, नवाचार और अंतर-उद्योग सहयोग के माध्यम से भारत लगातार आत्मनिर्भरता की दिशा में आगे बढ़ रहा है।

अंततः, भारत में रक्षा-उद्योग स्वावलंबन केवल मिसाइल या हथियार निर्माण तक सीमित नहीं है। यह राष्ट्रीय सुरक्षा, तकनीकी श्रेष्ठता, वैश्विक नेतृत्व और आर्थिक विकास का समग्र प्रतीक है। आत्मनिर्भर रक्षा नीति और निरंतर अनुसंधान-प्रयोगशीलता के माध्यम से भारत भविष्य में विश्व के अग्रणी रक्षा और मिसाइल निर्माण राष्ट्र के रूप में अपनी पहचान और सामरिक शक्ति दोनों को मजबूत बनाए रखेगा।

**"भारत की मिसाइल आत्मनिर्भरता केवल सुरक्षा का साधन नहीं,
बल्कि आत्मनिर्भर भारत की वैज्ञानिक और रणनीतिक पहचान है।"**

❖

अगली पीढ़ी का मिसाइल प्रणोदन : डेटोनेशन इंजन

संजय कुमार सोनी

चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला, चंडीगढ़

sksoni.tbrl@gov.in

परिचय

वर्तमान वैश्विक परिदृश्य में,आधुनिक युद्धक्षेत्र को एक उन्नत मिसाइल प्रणोदन प्रणाली की आवश्यकता है जो कि तीव्र गति, अधिकतम दायरा, बेहतर गतिशीलता एवं कम लागत वाली हो। ठोस और तरल रॉकेट मोटर्स और रैमजेट जैसे पारंपरिक प्रणोदन प्रणाली उन्नत अवस्था तक पहुंच गई हैं ये सभी पारंपरिक प्रणोदन प्रणाली दहन के डिफ्लैगरेशन (Deflagration) मोड पर आधारित हैं। अगली पीढ़ी की मिसाइल प्रणोदन दहन के डेटोनेशन (Detonation) मोड पर आधारित हो सकती है। यदि किसी तरह से हम डेटोनेशन तरंग की ऊर्जा का उपयोग प्रणोद बल पैदा करने के लिए उपयोग कर सके तो यह प्रणोदन प्रणाली के लिए एक परिवर्तनकारी तकनीक हो सकती है क्योंकि यह मिसाइल प्रणोदन को ईंधन-कुशल, उच्च प्रणोद-भार अनुपात और कम लागत प्रदान कर सकता है। डेटोनेशन-आधारित प्रणोदन प्रणालियों की अवधारणा को साकार करने के लिए विश्व स्तर पर प्रयास चल रहे हैं।

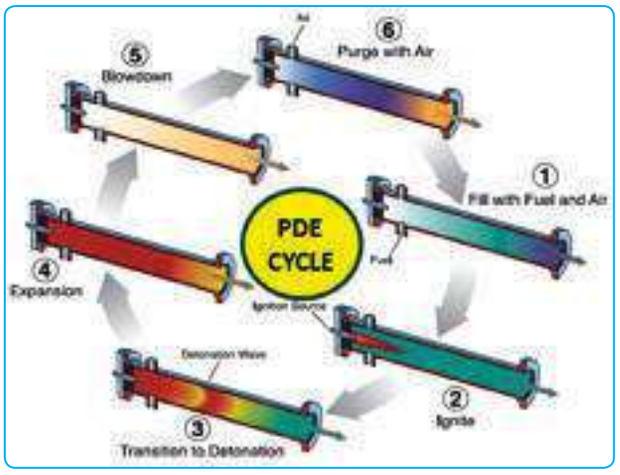
डेटोनेशन इंजन की मुख्य अवधारणाएँ

वर्तमान में प्रस्तावित और प्रयोगात्मक जांच के तहत दो मुख्य डेटोनेशन इंजन की अवधारणाएं हैं। पहली अवधारणा आंतरायिक विस्फोट दहन (पल्स डेटोनेशन इंजन; पी.डी.ई.) पर आधारित है, तथा दूसरी अवधारणा सतत् विस्फोट दहन (रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन; आर.डी.ई.) पर आधारित है।

डेटोनेशन इंजन में दहन सुपरसोनिक मोड पर आधारित होता है। सुपरसोनिक दहन के कारण ईंधन-वायु मिश्रण अत्यंत तीव्र गति से जलता है, जो सामान्य लौ आधारित दहन की तुलना में हजारों गुना तेज होता है। इस वजह से दबाव के संतुलन के लिए पर्याप्त समय नहीं मिल पाता और दहन प्रक्रिया पारंपरिक प्रणोदन प्रणालियों जैसे ठोस और तरल रॉकेट मोटर्स, गैस टर्बाइन, रामजेट आदि में पाए जाने वाली समदाब दहन प्रक्रिया की अपेक्षा थर्मोडायनामिक रूप से स्थिर-आयतन दहन के अधिक निकट होती है। डेटोनेशन इंजन में, यह स्थिर-आयतन दहन प्रक्रिया, पारंपरिक प्रणोदन प्रणालियों की तुलना में अधिक तापीय दक्षता प्रदान करती है। पल्स डेटोनेशन इंजन (पीडीई) एक अस्थिर प्रणोदन प्रणाली है जो चक्रीय रूप से संचालित होती है पल्स डेटोनेशन इंजन के चक्र में आम तौर पर चार चरण शामिल होते हैं जो इस प्रकार है–

1. **ईंधन-ऑक्सीडाइज़र मिश्रण का प्रवेश:** सबसे पहले ईंधन और ऑक्सीडाइज़र का तैयार मिश्रण दहन कक्ष में पहुँचता है।
2. **डिटोनेशन (विस्फोटक दहन):** कक्ष में प्रवेश करते ही ईंधन और ऑक्सीडाइज़र के मिश्रण को जलाया जाता है और डीडीटी डिवाइस की सहायता से धीमी गति से फैलने वाला दहन को उच्च गति वाले विस्फोट (डिटोनेशन) में परिवर्तित किया जाता है। जिसके परिणामस्वरूप उच्च दबाव तथा उच्च तापमान वाली गैसें उत्पन्न होती हैं।
3. **उच्च दबाव गैसों का निष्कासन:** उत्पन्न उच्च दबाव तथा उच्च तापमान वाली गैसें तेजी से इंजन से बाहर निकलती हैं जिससे इंजन में आवश्यक थ्रस्ट उत्पन्न होता है।
4. **पर्जिंग प्रक्रिया:** इस प्रक्रिया में इंजन में नाइट्रोजन और एयर जैसी गैसों का प्रवाह करके अवांछित गैसों और अशुद्धियों को बाहर निकाल दिया जाता है।

पर्जिंग प्रक्रिया के तुरंत बाद दहन कक्ष में नया ईंधन-ऑक्सीडाइज़र मिश्रण प्रवेश करता है, जो अगली दहन घटना के लिए तैयार रहता है। यह संपूर्ण प्रक्रिया अत्यधिक आवृत्ति के साथ लगातार दोहराई जाती है, जिससे इंजन निरंतर शक्ति एवं थ्रस्ट प्रदान करता रहता है। पल्स डेटोनेशन इंजन का कार्य चक्र चित्र-1 में दर्शाया गया है।

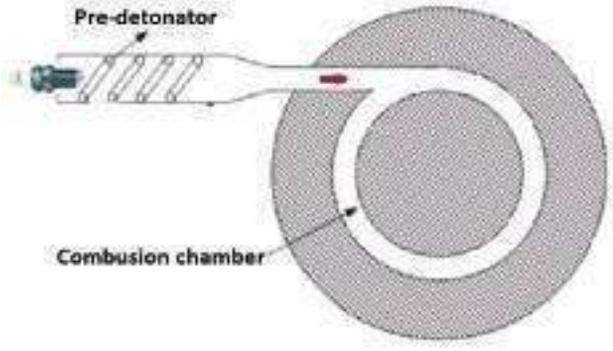


चित्र 1: पल्स डिटोनेशन इंजन (Pulse Detonation Engine) का कार्य चक्र [1]

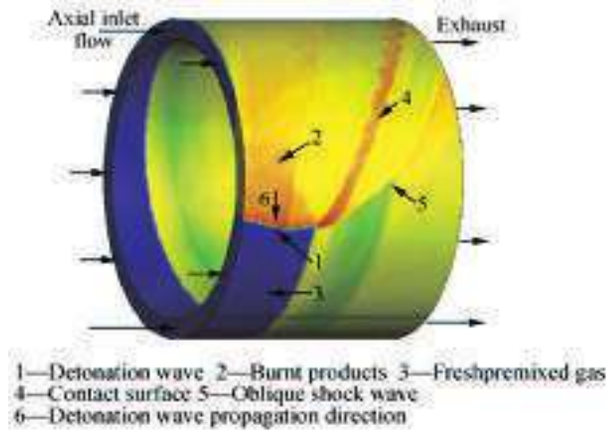
पल्स डिटोनेशन इंजन प्रक्रियाओं में सभी क्रियाएं महत्वपूर्ण हैं लेकिन इन सभी क्रियाओं में दहन सबसे महत्वपूर्ण है क्योंकि यह डिफ्लैगरेशन को डेटोनेशन दहन में डीडीटी उपकरणों की सहायता से परिवर्तित किया जाता है। डेटोनेशन एक सुपरसोनिक दहन प्रक्रिया है, जिसमें शॉक फ्रंट रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा ऊर्जा रिलीज से संचालित होती है। इसलिए पल्स डिटोनेशन इंजन में डेटोनेशन दहन की वजह से महंगे उच्च दबाव सिस्टम जैसे कंप्रेसर की आवश्यकता नहीं होती है, जिससे प्रणोदन प्रणाली का वजन, जटिलता और लागत कम हो जाती है।

डेटोनेशन आधारित प्रणोदन प्रौद्योगिकी की एक अन्य अवधारणा रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन (आरडीई) है। पल्स डिटोनेशन इंजन में थ्रस्ट रुक-रुक कर उत्पन्न होता है, जबकि रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन को निरंतर थ्रस्ट उत्पन्न के लिए डिज़ाइन किया गया है। रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन (आरडीई) में प्री-डिटोनेटर व्यवस्था का उपयोग किया जाता है प्री-डिटोनेटर व्यवस्था एक पल्स डेटोनेशन इंजन के सिद्धांत पर काम करती है, जिसमें उत्पन्न डेटोनेशन वेव को वलयाकार (Annular) कक्ष में स्थानांतरित किया जाता है एवं आरडीई में फायरिंग इवेंट शुरू किया जाता है।

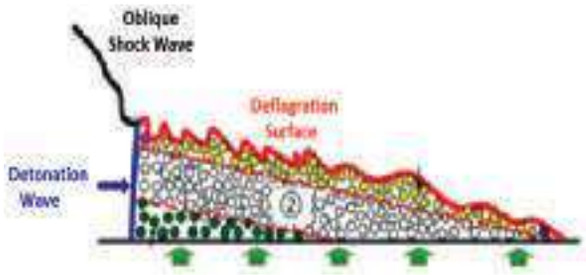
चित्र-2 से रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन (आरडीई) की कार्यप्रणाली को समझा जा सकता है। चित्र-2 में देखा जा सकता है कि प्री-डिटोनेटर व्यवस्था से उत्पन्न डेटोनेशन वेव को वलयाकार (Annular) कक्ष में एजीमुथल दिशा में स्थानांतरित किया जाता है साथ में आरडीई के वलयाकार कक्ष में ईंधन और ऑक्सीडाइज़र के मिश्रण को अक्षीय दिशा में प्रवेश कराया जाता है इस प्रकार जब तक कि ईंधन और ऑक्सीडाइज़र की आपूर्ति वलयाकार कक्ष में की जाती है। तब तक डेटोनेशन वेव वलयाकार कक्ष के परिधि में यात्रा करती रहती है और डेटोनेशन वेव से उत्पन्न उच्च दबाव तथा उच्च तापमान वाली गैसें तेजी से इंजन से बाहर निकलती हैं जिससे इंजन में आवश्यक थ्रस्ट निरंतर उत्पन्न होता है। रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन, जो पल्स डेटोनेशन इंजनों के विपरीत निरंतर डेटोनेशन बनाए रखता है और लगातार थ्रस्ट निरंतर उत्पन्न करता है।



(a)



(b)



(c)

चित्र 2: RDE स्कीमैटिक एवं एनुलर दहन कक्ष में रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन के प्रवाह क्षेत्र, (a) आरडीई स्कैमैटिक [2], (b) आरडीई प्रवाह क्षेत्र [3], (c) आरडीई एन्युलर दहन कक्ष में तरंगें [4]

इसलिए, पीडीई से जुड़ी सीमाएं जैसे कम संचालन आवृत्ति, लंबी ट्यूब की लंबाई, और प्रति चक्र प्रज्ज्वलन ऊर्जा की आपूर्ति आरडीई की अभिनव डिजाइन अवधारणा से दूर हो जाती है।

परंपरा इंजनों (ठोस और तरल रॉकेट मोटर्स, गैस टर्बाइन, रामजेट आदि) की तुलना में डेटोनेशन इंजनों (पीडीई, आरडीई) की डिजाइन अवधारणाएं अपेक्षाकृत सरल हैं। हालांकि, सिस्टम स्तर में ऐसी प्रौद्योगिकी की प्राप्ति के लिए कुछ बाधाओं को दूर करने की आवश्यकता है जैसे कि मिसाइल की बदलती उड़ान स्थितियों में डेटोनेशन वेव स्थिरता, एयर ब्रीदिंग कॉन्सेप्ट का कार्यान्वयन, मल्टी-ट्यूब सिंक्रनाइजेशन, थर्मल लोड का प्रबंधन, मैकेनिकल लोड, vibration और sound issues का होना। डेटोनेशन इंजन की बाधाओं को दूर करने दुनिया में पल्स डिटोनेशन और रोटरी डिटोनेशन इंजनों पर तेजी से काम किया जा रहा है। कई देश जैसे अमेरिका, रूस, भारत, जापान और चीन में इन इंजनों के प्रोटोटाइप सफलतापूर्वक परीक्षण चरण में पहुँच चुके हैं। नीचे दिए गए चित्र में पल्स डिटोनेशन इंजन और रोटरी वेव डिटोनेशन इंजन के वे प्रोटोटाइप दिखाए गए हैं, जिन्हें विभिन्न देशों द्वारा विकसित किया गया है।

(a)

(b)

(c)

चित्र 3: पल्स डिटोनेशन इंजन प्रोटोटाइप, (a) संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा विकसित [5, 6], (b) जापान द्वारा विकसित [7] (c) रूस द्वारा विकसित [8]

(a)

(b)

(c)

चित्र 4: रोटरी वेव डेटोनेशन इंजन प्रोटोटाइप, (a) संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा विकसित [5, 9], (b) चीन द्वारा विकसित [10], (c) जापान द्वारा विकसित [11]

कुछ शोधकर्ता पारंपरिक इंजनों और डिटोनेशन इंजनों को मिलाकर एक बेहतर प्रणोदन प्रणाली विकसित करने पर काम कर रहे हैं। इसका उद्देश्य ऐसी हाइब्रिड और उत्तम प्रणोदन तकनीक बनाना है।

हाल की खबरों में [12], रूस ने क्रूज मिसाइल (ब्यूरोवेस्टनिक) में परमाणु-संचालित प्रणोदन प्रौद्योगिकी का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया है। इसलिए, परमाणु-संचालित प्रणोदन अब अगली पीढ़ी की मिसाइल प्रणोदन के लिए उभरती तकनीक बन गया है। हालांकि, एक कॉम्पैक्ट परमाणु रिएक्टर/इंजन को डिजाइन करना बेहद चुनौतीपूर्ण है जो मिसाइल में फिट हो सके और सुरक्षित लॉन्च प्रणादन कर सके। परमाणु-संचालित प्रणोदन लॉन्च या उड़ान के दौरान किसी खराबी या दुर्घटना की स्थिति में पर्यावरण में रेडियोधर्मी सामग्रियों के लीक होने का जोखिम पैदा करता है, जो वास्तव में पर्यावरण के लिए एक गंभीर पारिस्थिति हैं। इसलिए, डेटोनेशन इंजन का विकास अगली पीढ़ी के मिसाइल प्रणोदन के लिए एक अधिक उपयुक्त विकल्प प्रतीत होता है, क्योंकि यह पर्यावरणीय प्रभाव के संदर्भ में भी पारंपरिक प्रणोदन प्रणालियों के साथ सरेखित है।

संदर्भ

1. Viktorovich, B. P. (2014). About the detonation engine. American Journal of Applied Sciences, 11(8), 1357–1364.
2. Lu F. K., & Braun, E. M. (2014). Rotating detonation wave propulsion: Experimental Challenges, modelling, and engine concepts. Journal of Propulsion & Power, 30(5).
3. Gubran A. Q. Abdulrahman, Naef A. A. Qasem, Binash Imteyaz, Ayman M. Abdallah, Mohamed A. Habib (2023). A review of aircraft subsonic and supersonic combustors, 2023 Aerospace Science and Technology. Space Science and Technology, 132
4. Xu, Q., Yang, Q., Wang, H., Xu, X., & Haidn, O. (2025). Research progress in rotating detonation propulsion technology. Acta Astronautica, 236, 522-546. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2025.06.064
5. Wilson D. R., Lu F. K. (2011). Summary of Recent Research on Detonation Wave Engines at UTA. 2011 International Workshop on Detonation for Propulsion, November 14-15, 2011 Paradise Hotel, Busan, Korea
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse_detonation_engine
7. Kasahara J., Frolov S. (2015). Present Status of Pulse and Rotating Detonation Engine Research. 25th ICDERS, August 2-7, 2015.
8. Russian Aviation. (2013, September 24). Design bureau named after A. Lyulka developed a pulse detonation engine for subsonic and supersonic aircraft. Retrieved November 26, 2025, from https://www.ruaviation.com/news/2013/9/24/1936
9. Whitwam, R. (2023, January 26). NASA: Rotating detonation rocket engine could be the future of space travel. ExtremeTech. https://www.extremetech.com/extreme/342634-nasa-rotating-detonation-rocket-engine-could-be-the-future-of-space-travel

10. Wang, J., Han, J., Bai, Q., Liu, Z., Zheng, Q., & Weng, C. (2025). Experimental study on rotating detonation characteristics and multiple waves evolution mechanisms in $CH_4/CO/H_2$ gas mixtures. International Journal of Hydrogen Energy. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.03.071

11. Heister, S., & Tangirala, V. (2017, November 29). Advances made toward rotating detonation engines. Aerospace America. Retrieved November 26, 2025, from https://aerospaceamerica.aiaa.org/year-in-review/advances-made-toward-rotating-detonation-engines/

12. Faulconbridge, G., & Kelly, L. (2025, October 26). Russia tested new nuclear-powered Burevestnik cruise missile. Reuters. https://www.reuters.com/world/china/russia-tested-new-nuclear-powered-cruise-missile-top-general-says-2025-10-26

❖

भारतीय संविधान की आठवीं अनुसूची में शामिल भाषाएँ

भारतीय संविधान की आठवीं अनुसूची में भारत गणराज्य की 22 आधिकारिक भाषाओं को शामिल किया गया है। प्रारम्भ में केवल 14 भाषाओं को शामिल किया गया था। तत्पश्चात 1967 में सिंधी, 1992 में कोंकणी, मणिपुरी और नेपाली तथा 2003 में बोडो, डोगरी, मैथिली और संथाली भाषा को आठवीं अनुसूची में शामिल किया गया।

1. असमिया	7. गुजराती	13. बांग्ला	19. संथाली
2. उड़िया	8. डोगरी	14. बोडो	20. संस्कृत
3. उर्दू	9. तमिल	15. मणिपुरी	21. सिंधी
4. कन्नड़	10. तेलुगू	16. मराठी	22. हिंदी
5. कश्मीरी	11. नेपाली	17. मलयालम	
6. कोंकणी	12. पंजाबी	18. मैथिली	

मिसाइल परीक्षण : प्रक्रिया, महत्व और अंतरराष्ट्रीय नियम

रिनित रिचार्ड

सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

rinith.richard@gov.in

परिचय

मिसाइलें आधुनिक सैन्य शक्ति का एक अहम हिस्सा हैं। चाहे वह भारत की अग्नि श्रृंखला हो, अमेरिका की टॉमहॉक क्रूज मिसाइलें हों या रूस की बैलिस्टिक मिसाइलें, सभी के पीछे उनकी प्रभावशीलता को सुनिश्चित करने के लिए कठोर परीक्षण प्रक्रिया होती है। मिसाइल परीक्षण केवल तकनीकी सफलता का प्रमाण नहीं होता, बल्कि यह एक राष्ट्र की सामरिक तैयारी और सुरक्षा नीति का प्रतिबिंब भी होता है। इस शोध पत्र में हम मिसाइल परीक्षण की प्रक्रिया, उसके महत्व तथा अंतरराष्ट्रीय स्तर पर लागू नियमों का अध्ययन करेंगे।

1. मिसाइल परीक्षण की प्रक्रिया

मिसाइल परीक्षण एक जटिल और बहुपक्षीय प्रक्रिया है, जिसमें कई चरण होते हैं। इसे पूरी सुरक्षा और तकनीकी मानकों के तहत संपादित किया जाता है ताकि मिसाइल की विश्वसनीयता, सटीकता और मारक क्षमता का परीक्षण किया जा सके।

1.1. प्रारंभिक डिजाइन और सिमुलेशन

मिसाइल परीक्षण की शुरुआत डिजाइन चरण से होती है। इंजीनियर CAD सॉफ्टवेयर और कंप्यूटर मॉडलिंग के माध्यम से मिसाइल के विभिन्न घटकों की सटीकता का पूर्वानुमान लगाते हैं। इसके बाद, वर्चुअल सिमुलेशन के द्वारा उड़ान की व्यवहार्यता और विभिन्न वातावरणों में प्रदर्शन का विश्लेषण किया जाता है।

1.2. उपग्रह और रेडार निगरानी

जब मिसाइल का फिजिकल प्रोटोटाइप तैयार हो जाता है, तो परीक्षण स्थल पर व्यापक निगरानी की जाती है। रेडार, उपग्रह और अन्य सेंसर मिसाइल की उड़ान पथ, गति, दिशा और लक्ष्य तक पहुंच की पुष्टि करते हैं।

1.3. लॉन्चिंग और उड़ान परीक्षण

लॉन्चिंग वह सबसे महत्वपूर्ण चरण है, जिसमें मिसाइल को लॉन्च किया जाता है और उसकी उड़ान व्यवहार का निरीक्षण किया जाता है। यह परीक्षण कई तरह के होते हैं–

- **बैलिस्टिक मिसाइल परीक्षण :** मिसाइल एक प्रक्षेपवक्र (पैरेबोला) पर उड़ती है और एक निर्दिष्ट लक्ष्य तक पहुँचती है।
- **क्रूज मिसाइल परीक्षण :** मिसाइल जमीन के पास उड़ान भरती है और सटीक लक्ष्य पर हमला करती है।
- **एयर-टू-एयर और सर्फेस-टू-एयर मिसाइल परीक्षण :** इनमें मिसाइल को हवाई या सतह से हवा में लक्षित किया जाता है।

1.4. लक्ष्य पर सटीकता और प्रभाव परीक्षण

लक्ष्य के पास मिसाइल के पहुंचने पर उसका प्रभाव देखा जाता है। इसका उद्देश्य मिसाइल की मारक क्षमता और विस्फोटक शक्ति को परखना होता है। कई बार मिसाइल का विस्फोट वास्तविक नहीं होता, बल्कि डमी टारगेट और उच्च तकनीक से जांच की जाती है।

1.5. डेटा संग्रह और विश्लेषण

परीक्षण के बाद एक विस्तृत रिपोर्ट तैयार की जाती है जिसमें मिसाइल के प्रदर्शन के सभी पहलुओं की जांच होती है। इस डेटा का विश्लेषण इंजीनियरों और वैज्ञानिकों द्वारा किया

जाता है ताकि अगली पीढ़ी की मिसाइलें और बेहतर बनाई जा सकें।

2. मिसाइल परीक्षण का महत्व

मिसाइल परीक्षण केवल तकनीकी सफलता का एक पैमाना नहीं है, बल्कि यह कई महत्वपूर्ण पहलुओं को सुनिश्चित करता है–

- **सामरिक विश्वास और सुरक्षा:** मिसाइल परीक्षण किसी भी देश की रक्षा प्रणाली की विश्वसनीयता का अहम हिस्सा होते हैं। जब मिसाइलों का नियमित परीक्षण किया जाता है तो इससे सेना को भरोसा मिलता है कि हथियार सही तरीके से काम करेंगे। यह विश्वास देश की सामरिक ताकत को बढ़ाता है और जरूरत पड़ने पर सुरक्षा सुनिश्चित करता है।
- **तकनीकी उन्नति और नवाचार:** हर परीक्षण नए तकनीकी प्रयोग और सुधार के अवसर लाता है। मिसाइल के इंजन, मार्गदर्शन प्रणाली और हथियारों की क्षमता को बेहतर बनाने के लिए इन परीक्षणों की जरूरत होती है। इससे देश की रक्षा तकनीक लगातार विकसित होती रहती है और आत्मनिर्भरता बढ़ती है।
- **रणनीतिक भूमिका और राजनीतिक संदेश:** मिसाइल परीक्षण एक कूटनीतिक हथियार की तरह भी काम करता है। यह न केवल अपनी सैन्य शक्ति का प्रदर्शन है, बल्कि विरोधी देशों को स्पष्ट संदेश भी देता है कि देश अपनी सुरक्षा को गंभीरता से लेता है। मिसाइल परीक्षण के जरिए कई बार देश अपनी स्थिति मजबूत करता है और संभावित शत्रुओं को चेतावनी भी देता है। उदाहरण के तौर पर, उत्तर कोरिया के मिसाइल परीक्षणों ने वैश्विक समुदाय में हलचल मचा दी थी।
- **रक्षा उद्योग और आर्थिक प्रभाव:** मिसाइल परीक्षण से रक्षा उद्योग को मजबूती मिलती है। नई तकनीकों के विकास से उद्योग को प्रोत्साहन मिलता है, जिससे रोजगार के अवसर भी बढ़ते हैं। वैज्ञानिक, इंजीनियर और तकनीशियन इस क्षेत्र में सक्रिय होकर देश की आर्थिक प्रगति में योगदान देते हैं। इसका प्रभाव केवल सुरक्षा तक सीमित नहीं रहता, बल्कि यह आर्थिक विकास का भी एक महत्वपूर्ण हिस्सा बन जाता है।

3. अंतरराष्ट्रीय नियम और संधियाँ

मिसाइल परीक्षणों को लेकर विश्व समुदाय में कई प्रकार के नियम और प्रतिबंध लागू हैं ताकि वैश्विक सुरक्षा बनी रहे और हथियारों की दौड़ पर नियंत्रण रखा जा सके।

3.1. मिसाइल तकनीक नियंत्रण संधि (MTCR)

यह एक बहुपक्षीय संधि है जिसका उद्देश्य बैलिस्टिक और क्रूज मिसाइल तकनीक के प्रसार को रोकना है। इस संधि में मिसाइलों के डिजाइन, निर्माण, और परीक्षण पर कड़ी निगरानी होती है।

3.2. परमाणु परीक्षण प्रतिबंध संधि (CTBT)

हालांकि CTBT सीधे मिसाइल परीक्षण को नियंत्रित नहीं करती, लेकिन परमाणु हथियारों के परीक्षण पर प्रतिबंध लगाने से मिसाइलों के परमाणु हथियार ले जाने की क्षमता पर अप्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है।

3.3. संयुक्त राष्ट्र सुरक्षा परिषद के प्रस्ताव

यूएन ने कई बार मिसाइल परीक्षणों पर प्रतिबंध या रोक लगाने के प्रस्ताव पारित किए हैं, विशेषकर उन देशों के खिलाफ जिनके परीक्षण क्षेत्रीय स्थिरता के लिए खतरा माने जाते हैं।

3.4. क्षेत्रीय और द्विपक्षीय समझौते

भारत और रूस के बीच "स्ट्रैटेजिक पार्टनरशिप" जैसे समझौते मिसाइल तकनीक के सीमित और नियंत्रित उपयोग पर जोर देते हैं। इसके अलावा, भारत-चीन के बीच भी तनाव के मद्देनजर मिसाइल परीक्षणों को लेकर बातचीत होती रहती है।

4. मिसाइल परीक्षण में समकालीन चुनौतियां

मिसाइल परीक्षण तकनीकी और सामरिक दृष्टि से भले ही एक आवश्यक प्रक्रिया हो, लेकिन इसके साथ कई समकालीन

चुनौतियाँ भी जुड़ी हुई हैं, जो न केवल सुरक्षा से जुड़ी होती हैं, बल्कि पर्यावरण और वैश्विक शांति पर भी प्रभाव डालती हैं।

4.1. वैश्विक तनाव और हथियारों की दौड़

जब कोई देश मिसाइल परीक्षण करता है, तो वह अपने सैन्य शक्ति का प्रदर्शन करता है, लेकिन यह शक्ति प्रदर्शन अक्सर दूसरे देशों के लिए चिंता का कारण बन जाता है। खासतौर पर वे देश जो राजनीतिक या सामरिक रूप से प्रतिद्वंदी माने जाते हैं, वे इस परीक्षण को अपनी सुरक्षा के लिए खतरे के रूप में देखते हैं और जवाबी कदम उठाते हैं। इसका परिणाम यह होता है कि हर देश अपनी मिसाइल तकनीक को और उन्नत करने में जुट जाता है। इसी प्रक्रिया को हथियारों की दौड़ कहा जाता है, जो वैश्विक स्तर पर अस्थिरता और अविश्वास को बढ़ावा देती है। इससे युद्ध जैसी स्थितियाँ उत्पन्न हो सकती हैं, भले ही कोई देश युद्ध नहीं चाहता हो।

4.2. पर्यावरणीय प्रभाव

मिसाइल परीक्षणों का एक और बड़ा पहलू है—पर्यावरणीय प्रभाव। जब मिसाइल का परीक्षण किया जाता है, तो उससे उत्पन्न ध्वनि प्रदूषण, गर्मी और रासायनिक उत्सर्जन आस-पास के वातावरण को प्रभावित करते हैं। परीक्षण स्थलों पर भूमि क्षरण, पेड़-पौधों को नुकसान, और स्थानीय जीव-जंतुओं की मौत जैसी घटनाएँ भी देखने को मिलती हैं। समुद्री क्षेत्रों में किए गए परीक्षण समुद्री जीवन के लिए हानिकारक साबित हो सकते हैं। ऐसे में, यह जरूरी है कि परीक्षण करते समय पर्यावरण संरक्षण के उपायों को गंभीरता से अपनाया जाए।

4.3. आतंकवाद और मिसाइल प्रौद्योगिकी

आज के समय में सबसे बड़ी चिंता का विषय यह है कि अत्याधुनिक मिसाइल तकनीक कहीं आतंकवादी संगठनों या गैर-राज्य संस्थाओं के हाथ न लग जाए। अगर ऐसा हुआ तो ये संगठन इन तकनीकों का उपयोग मानवता के खिलाफ कर सकते हैं। मिसाइल तकनीक का दुरुपयोग न केवल किसी एक देश के लिए, बल्कि पूरी दुनिया के लिए खतरा बन सकता है। इसीलिए, वैश्विक स्तर पर मिसाइल प्रौद्योगिकी के प्रसार पर नियंत्रण बनाए रखना बेहद जरूरी है।

5. भारत में मिसाइल परीक्षण की स्थिति

भारत में मिसाइल परीक्षणों की स्थिति आज काफी मजबूत और विकसित मानी जाती है। पिछले कुछ वर्षों में देश ने इस क्षेत्र में जो प्रगति की है, वह सचमुच उल्लेखनीय है। अग्नि, पृथ्वी, ब्रह्मोस और नाग जैसी मिसाइलों का सफल परीक्षण न सिर्फ भारत की रक्षा क्षमताओं को मजबूती देता है, बल्कि यह तकनीकी आत्मनिर्भरता की दिशा में भी एक बड़ा कदम है। इन मिसाइलों के ज़रिए भारत ने यह साबित कर दिया है कि वह आधुनिक सैन्य तकनीक में किसी से पीछे नहीं है। इन परीक्षणों को बेहद सख्त सुरक्षा मानकों और नियमों के तहत अंजाम दिया जाता है। सरकार और रक्षा अनुसंधान संस्थान (जैसे डीआरडीओ) सुनिश्चित करते हैं कि हर परीक्षण पूरी तैयारी और सुरक्षा के साथ हो। साथ ही, भारत अंतरराष्ट्रीय स्तर पर तय नियमों का भी पालन करता है, जैसे परीक्षण से पहले पड़ोसी देशों को सूचित करना। कुल मिलाकर, भारत का मिसाइल परीक्षण कार्यक्रम न केवल उसकी सैन्य शक्ति का प्रतीक है, बल्कि उसकी ज़िम्मेदार और संतुलित विदेश नीति को भी दर्शाता है।

निष्कर्ष

मिसाइल परीक्षण तकनीकी, सामरिक और राजनीतिक दृष्टिकोण से अत्यंत महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। यह न केवल हथियारों की विश्वसनीयता बढ़ाने का माध्यम है, बल्कि अंतरराष्ट्रीय शांति और सुरक्षा के लिए भी आवश्यक है कि परीक्षण उचित नियमों और प्रतिबंधों के तहत ही हों। भविष्य में मिसाइल परीक्षणों में तकनीकी नवाचारों के साथ-साथ वैश्विक सहयोग और नियंत्रण की भूमिका बढ़ेगी, जिससे हम एक सुरक्षित और स्थिर विश्व की ओर बढ़ सकेंगे।

एमआईआरवी (मल्टीपल इंडीपेंडेंटली टारगेटेबल री-एन्ट्री व्हीकल) तकनीक

रूपेश कुमार

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

rupesh.asl@gov.in

परिचय

वर्तमान समय में मिसाइल टेक्नोलॉजी ने रक्षा प्रणालियों में क्रांतिकारी बदलाव किए हैं। इनमें से एक महत्वपूर्ण विकास है MIRV (Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicle) तकनीक, जो एक ही मिसाइल से कई स्वतंत्र लक्ष्य पर वार करने की क्षमता प्रदान करती है। MIRV तकनीक ने रणनीतिक रक्षा और हमले के सिद्धांतों को पूरी तरह से बदल दिया है।

MIRV तकनीक क्या है?

MIRV का पूरा नाम "Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicle" है, जिसका अर्थ है "कई स्वतंत्र रूप से लक्षित किए जा सकने वाले पुनः प्रवेश वाहन"। यह तकनीक मिसाइल प्रणाली में एक महत्वपूर्ण नवाचार है, जिसमें एक ही मिसाइल में कई वारहेड्स होते हैं। प्रत्येक वारहेड को अलग-अलग लक्ष्य पर निर्देशित किया जा सकता है। इस तकनीक का मुख्य उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि एक ही मिसाइल से विभिन्न लक्ष्यों पर हमला किया जा सके, जिससे दुश्मन के लिए रक्षा करना बहुत मुश्किल हो जाता है।

MIRV तकनीक का पहला बड़ा उदाहरण इंटरकांटिनेंटल बैलिस्टिक मिसाइल (ICBM) प्रणालियों में देखा गया, जिसमें एक ही मिसाइल में कई पुनः प्रवेश वाहन होते हैं, जो विभिन्न लक्ष्यों पर जाकर हमला करते हैं। MIRV तकनीक न केवल रक्षा रणनीतियों को सशक्त बनाती है, बल्कि यह दुश्मन के खिलाफ विभिन्न हमलावर प्रणालियों को भी पूरी तरह से अप्रभावी बना सकती है।

MIRV के इतिहास की शुरुआत

MIRV तकनीक का विकास 1960 और 1970 के दशक में किया गया था, जब सुपरपॉवर देशों ने अपनी परमाणु क्षमता को और अधिक सशक्त बनाने के लिए इस तकनीक को अपनाया। सबसे पहले, अमेरिका और सोवियत संघ ने MIRV प्रणाली का परीक्षण किया। यह प्रणाली तब बेहद क्रांतिकारी मानी गई क्योंकि एक ICBM में कई वारहेड्स को समाहित किया जा सकता था, जो कि एक समय में कई लक्ष्यों पर हमला कर सकते थे।

MIRV प्रणाली की आवश्यकता विशेष रूप से यह थी कि, एक सिंगल मिसाइल के द्वारा परमाणु युद्ध की स्थिति में विरोधी की मिसाइल रक्षा प्रणालियों को तोड़ने के लिए अधिकतम प्रभाव डाला जा सके। इन प्रणालियों को प्रभावी बनाने के लिए वॉरहेड्स को विभिन्न गति, दिशा, और ऊंचाई पर छोड़ा जाता है, जिससे शत्रु के मिसाइल डिफेंस के लिए इन्हें पहचानना और नष्ट करना लगभग असंभव हो जाता है।

MIRV तकनीक की कार्यप्रणाली

MIRV प्रणाली में मुख्य रूप से एक ही मिसाइल में कई पुनः प्रवेश वाहन होते हैं, जिन्हें स्वतंत्र रूप से लक्ष्य पर भेजा जा सकता है। इस प्रणाली की कार्यप्रणाली को समझने के लिए हम निम्नलिखित चरणों में इसे समझ सकते हैं–

1. **मिसाइल का प्रक्षेपण:** MIRV प्रणाली का पहला चरण एक ICBM (Intercontinental Ballistic Missile) या SLBM (Submarine-Launched Ballistic Missile) का प्रक्षेपण होता है। यह मिसाइल आमतौर पर लंबी दूरी की होती है और अपने लक्ष्य तक पहुंचने के लिए

पृथ्वी के वायुमंडल से बाहर जाती है।

2. **वॉरहेड्स का विभाजन:** जब मिसाइल अपनी निर्धारित ऊंचाई (उदाहरण के लिए, मिडकोर्स) तक पहुंच जाती है, तो यह वॉरहेड्स को विभिन्न गति और दिशा में छोड़ती है। प्रत्येक वॉरहेड के पास अपना मार्ग होता है, और यह अपने लक्ष्य को स्वतंत्र रूप से निर्धारित करता है।
3. **पुनः प्रवेश:** जब वॉरहेड्स पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करते हैं, तो वे पुनः प्रवेश करते हैं और अपने लक्ष्यों पर हमला करने के लिए तैयार हो जाते हैं। प्रत्येक वॉरहेड को विशेष रूप से डिज़ाइन किया जाता है ताकि वह शत्रु के मिसाइल रक्षा प्रणालियों से बच सके।
4. **लक्ष्य पर वार:** हर वॉरहेड अपने लक्ष्य पर हमला करता है, और यह हमला परमाणु, रासायनिक या पारंपरिक हथियारों से हो सकता है। वॉरहेड्स को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि वे शत्रु के लिए पहचानने में कठिन होते हैं और उन्हें नष्ट करना चुनौतीपूर्ण होता है।

MIRV प्रणाली के लाभ

MIRV प्रणाली के कई लाभ हैं, जिनमें प्रमुख निम्नलिखित हैं–

1. **अधिकतम विनाश क्षमता:** MIRV प्रणाली के द्वारा एक ही मिसाइल से कई लक्ष्यों को निशाना बनाया जा सकता है, जिससे दुश्मन के लिए इसे रोकना मुश्किल हो जाता है। यह प्रणाली न केवल एकल हमले के प्रभाव को बढ़ाती है, बल्कि यह मिसाइल रक्षा प्रणालियों को भी निष्क्रिय कर देती है।
2. **शत्रु के मिसाइल रक्षा प्रणालियों को बायपास करना:** MIRV तकनीक का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह शत्रु की मिसाइल रक्षा प्रणालियों को धोखा देने में सक्षम होती है। वॉरहेड्स को विभिन्न गति और दिशा में छोड़ने से, दुश्मन के पास इन्हें पहचानने का और नष्ट करने का बहुत कम समय होता है।
3. **न्यूनतम लागत:** एक ही मिसाइल से कई लक्ष्य पर हमला करने से लागत में भी कमी आती है। पारंपरिक मिसाइल प्रणालियों में हर लक्ष्य पर एक अलग मिसाइल को भेजना पड़ता है, जबकि MIRV प्रणाली में एक ही मिसाइल से कई लक्ष्यों को निशाना बनाया जा सकता है।
4. **रणनीतिक संतुलन:** MIRV प्रणाली ने अंतरराष्ट्रीय सुरक्षा रणनीतियों को भी प्रभावित किया है। यह परमाणु निरस्त्रीकरण की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम हो सकती है, क्योंकि एक ही मिसाइल से कई लक्ष्यों पर हमला किया जा सकता है, जिससे संघर्षों के स्तर में कमी आती है।

MIRV तकनीक के दोष और चुनौतियाँ

MIRV तकनीक के बावजूद कुछ समस्याएं और चुनौतियाँ हैं, जिनका समाधान वैज्ञानिकों और इंजीनियरों द्वारा किया जा रहा है। इन समस्याओं में शामिल हैं–

1. **उच्च लागत:** हालांकि MIRV प्रणाली से एक ही मिसाइल से कई लक्ष्यों पर हमला किया जा सकता है, लेकिन इस तकनीक की विकास और निर्माण लागत बहुत अधिक होती है। मिसाइलों को बनाने के लिए अत्याधुनिक तकनीक और सामग्री की आवश्यकता होती है।
2. **मिसाइल रक्षा प्रणालियाँ:** हालाँकि MIRV तकनीक शत्रु के मिसाइल रक्षा प्रणालियों को बायपास करने में सक्षम है, लेकिन समय के साथ शत्रु देशों ने अपनी रक्षा प्रणालियों को अधिक प्रभावी बना लिया है। इस प्रकार, MIRV प्रणालियों को और अधिक उन्नत बनाने की आवश्यकता होती है।
3. **एंटी-मिसाइल हथियारों का विकास:** MIRV प्रणाली को नष्ट करने के लिए शत्रु देश एंटी-मिसाइल हथियारों का विकास कर रहे हैं। इन हथियारों के प्रभावी होने पर MIRV प्रणालियों

को चुनौती मिल सकती है।

4. **नियंत्रण और सुरक्षा:** MIRV प्रणालियाँ बेहद शक्तिशाली और विनाशकारी होती हैं, और इनकी सुरक्षा बेहद महत्वपूर्ण होती है। सुरक्षा प्रोटोकॉल और नियंत्रण प्रणाली की कमी से मिसाइलों के गलत हाथों में जाने का खतरा हो सकता है।

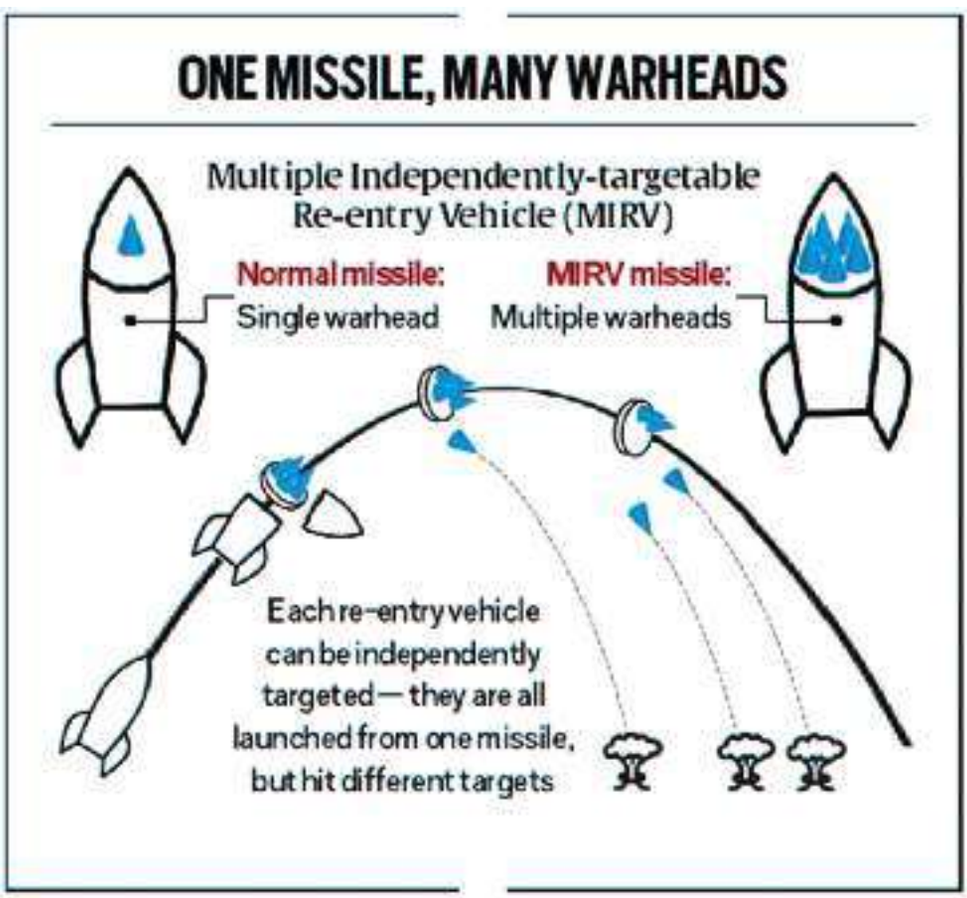
MIRV तकनीक का भविष्य

MIRV तकनीक का भविष्य रक्षा और सुरक्षा के क्षेत्र में अत्यधिक प्रभावशाली हो सकता है। जैसे-जैसे मिसाइल रक्षा प्रणालियाँ अधिक उन्नत हो रही हैं, वैसे-वैसे MIRV तकनीकों को और अधिक विकसित किया जा सकता है। इस तकनीक का प्रमुख उद्देश्य यह है कि यह शत्रु की रक्षा प्रणालियों को चुनौती दे और अधिक प्रभावी तरीके से लक्ष्यों पर हमला करे।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में निरंतर सुधार हो रहा है, जिससे MIRV प्रणालियाँ और अधिक सटीक और प्रभावी हो सकती हैं। इसके अलावा, परमाणु निरस्त्रीकरण के प्रयासों में भी MIRV प्रणाली की भूमिका महत्वपूर्ण हो सकती है, क्योंकि यह एक ही समय में कई लक्ष्यों को निशाना बना सकती है।

निष्कर्ष

MIRV तकनीक एक अत्याधुनिक और प्रभावशाली मिसाइल प्रणाली है, जो वर्तमान और भविष्य के युद्धों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने की क्षमता रखती है। इस प्रणाली ने विश्व की रक्षा रणनीतियों में एक नई दिशा दी है और यह न केवल युद्ध की गति और रूप को बदल सकती है, बल्कि यह परमाणु शक्ति संतुलन में भी महत्वपूर्ण बदलाव ला सकती है। वैज्ञानिकों और इंजीनियरों के लिए यह एक चुनौती है कि वे इस तकनीक को और अधिक उन्नत और प्रभावी बना सकें।



ब्रह्मोस मिसाइल : भारत की सामरिक शक्ति का प्रतीक

आबिद अहमद

सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

aa.saiti786.cemilac@gov.in

1. प्रस्तावना

भारत की रक्षा प्रणाली में ब्रह्मोस मिसाइल का नाम गर्व के साथ लिया जाता है। यह सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल भारत और रूस की संयुक्त परियोजना है, जिसने भारत को विश्व के अग्रणी मिसाइल राष्ट्रों में स्थान दिलाया है। यह मिसाइल अपनी तीव्र गति, उच्च सटीकता, बहुआयामी लॉन्च क्षमताओं और सामरिक शक्ति के कारण एक रणनीतिक हथियार के रूप में स्थापित हो चुकी है। इस लेख में हम ब्रह्मोस मिसाइल की तकनीकी विशेषताएँ, विकास, प्रमाणीकरण प्रक्रिया और इस क्षेत्र में आने वाली चुनौतियों पर विस्तृत चर्चा करेंगे।

2. ब्रह्मोस का परिचय

ब्रह्मोस एक सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल है जो जमीन, जल और वायु तीनों माध्यमों से दागी जा सकती है। इसका नाम भारत की ब्रह्मपुत्र और रूस की मोस्कवा नदी के पहले अक्षरों को मिलाकर रखा गया है। इसकी गति लगभग 2.8 मैक (3430 किमी/घंटा) है, जो इसे विश्व की सबसे तेज़ क्रूज़ मिसाइलों में स्थान देती है। यह मिसाइल अत्यधिक सटीक है और इसे विशेष रूप से उच्च मूल्य वाले लक्ष्यों को भेदने के लिए डिज़ाइन किया गया है। ब्रह्मोस मिसाइल अपने लक्ष्य पर सटीकता के साथ हमला करती है, जिससे इसकी सामरिक क्षमता में जबरदस्त वृद्धि होती है।

3. विकास

ब्रह्मोस मिसाइल के विकास की शुरुआत 1998 में भारत और रूस के बीच हुई साझेदारी से हुई। यह परियोजना भारत के रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) और रूस के एनपीओ मोस्कवा द्वारा संयुक्त रूप से शुरू की गई थी। इस परियोजना का उद्देश्य एक ऐसी सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल बनाना था, जो पारंपरिक मिसाइलों से कहीं अधिक तेज, सटीक और अधिक प्रभावी हो। पहले परीक्षण में ब्रह्मोस ने अपनी उच्च गति और सटीकता को साबित किया। 2001 में इस मिसाइल के पहले फ्लाइट ट्रायल के बाद से इसे विभिन्न प्रकार के प्लेटफार्मों पर परीक्षण और तैनाती के लिए स्वीकार किया गया।

4. प्रमुख संस्करण

ब्रह्मोस मिसाइल के कई संस्करण विकसित किए गए हैं, जिनमें से प्रत्येक को अलग-अलग उपयोगों के लिए डिज़ाइन किया गया है–

क. **भूमि आधारित प्रणाली:** यह संस्करण मोबाइल ट्रक लॉन्च प्लेटफॉर्म से दागी जा सकती है, जिसे थलसेना द्वारा प्रयोग में लाया जाता है।

ख. **नौसेना संस्करण:** यह भारतीय नौसेना के युद्धपोतों पर तैनात किया गया है, जिससे समुद्र में दुश्मन के जहाजों और अन्य लक्ष्यों को नष्ट किया जा सकता है।

ग. **वायु संस्करण:** यह संस्करण सुखोई Su-30 MKI जैसे लड़ाकू विमानों से दागा जा सकता है। यह संस्करण उड़ान के दौरान अधिकतम गति और सटीकता प्रदान करता है।

घ. **पनडुब्बी संस्करण:** भविष्य में पनडुब्बियों से दागे जाने वाले ब्रह्मोस मिसाइलों का विकास हो रहा

है, जिससे समुद्र में और अधिक सामरिक शक्ति मिलेगी।

5. तकनीकी विशेषताएँ

ब्रह्मोस मिसाइल के तकनीकी गुण इसे अन्य मिसाइलों से अलग बनाते हैं–

रेंज: ब्रह्मोस की रेंज लगभग 290 से 450 किमी के बीच है, हालांकि नए संस्करणों में इसकी रेंज 800 किमी तक बढ़ाने की योजना है।

गति: इसकी गति लगभग 2.8 मैक (3430 किमी/घंटा) है, जो इसे सुपरसोनिक श्रेणी में रखती है।

प्रणोदन: ब्रह्मोस मिसाइल का प्रणोदन दो चरणीय प्रणाली पर आधारित है – पहले चरण में ठोस बूस्टर और दूसरे चरण में लिक्विड रैमजेट इंजन का उपयोग होता है।

सटीकता: इसकी सटीकता बहुत उच्च है, जिसमें सीईपी (सर्कल एरर प्रोबेबिलिटी) 1 मीटर से भी कम है।

वारहेड क्षमता: ब्रह्मोस 200-300 किलोग्राम के पारंपरिक और परमाणु वारहेड लेकर चलने में सक्षम है।

6. प्रमाणीकरण प्रक्रिया

ब्रह्मोस जैसी मिसाइल के प्रमाणीकरण के लिए उच्च तकनीकी परीक्षणों की आवश्यकता होती है–

डिज़ाइन सत्यापन और सिमुलेशन: मिसाइल के डिज़ाइन को पहले सिमुलेटरों पर सत्यापित किया जाता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि यह विभिन्न परिस्थितियों में सही कार्य करेगा।

फ़्लाइट ट्रायल्स: ब्रह्मोस के विभिन्न संस्करणों के लिए उंचाई, गति और मौसम की विभिन्न स्थितियों में परीक्षण किए जाते हैं।

सेमिलाक और डीआरडीओ द्वारा परीक्षण: मिसाइल की सुरक्षा और प्रदर्शन मानकों को डीआरडीओ और सेमिलाक द्वारा प्रमाणित किया जाता है।

विभिन्न प्लेटफार्मों पर परीक्षण: ब्रह्मोस के विभिन्न प्लेटफार्मों जैसे भूमि, वायु और समुद्र में परीक्षण किए जाते हैं ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि हर प्लेटफार्म पर मिसाइल सही तरह से कार्य करे।

7. ब्रह्मोस मिसाइल के प्रमाणीकरण और विकास में आने वाली चुनौतियाँ और उनका समाधान

ब्रह्मोस मिसाइल, जो भारत की रक्षा प्रणाली का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है, अपनी अत्याधुनिक तकनीकी क्षमताओं और रणनीतिक महत्व के कारण एक आदर्श मिसाइल प्रणाली बन चुकी है। हालांकि, इस मिसाइल के विकास और प्रमाणीकरण के दौरान कुछ प्रमुख चुनौतियाँ उत्पन्न होती हैं, जिन्हें हल करना अत्यंत आवश्यक होता है। इन चुनौतियों का समाधान तकनीकी, प्रबंधकीय और वैज्ञानिक दृष्टिकोण से किया जाता है। आइए जानते हैं कि इन प्रमुख चुनौतियों का समाधान कैसे किया जा सकता है–

क. सुपरसोनिक गति के कारण डेटा संग्रह और विश्लेषण में जटिलता

ब्रह्मोस मिसाइल की गति लगभग 2.8 मैक (3430 किमी/घंटा) है, जो इसे अत्यधिक सुपरसोनिक बनाती है। ऐसी गति पर डेटा संग्रह करना और उसे सही तरीके से विश्लेषित करना बेहद चुनौतीपूर्ण होता है। मिसाइल की उच्च गति के कारण, उसके मार्ग और उड़ान की गति को सटीक रूप से ट्रैक करना बहुत मुश्किल होता है।

समाधान–

संचार प्रौद्योगिकी में सुधार: तेज़ गति से उड़ान भरने वाली मिसाइलों के डेटा संग्रह के लिए बेहतर सिग्नल ट्रैकिंग और उच्च गति वाले रेडार सिस्टम की आवश्यकता होती है। विशेष रूप से, "सुपरसोनिक डेटा लिंक" और "हाई-फ्रीक्वेंसी रेडार" का उपयोग किया जा सकता है, जो मिसाइल के मार्ग की सटीक ट्रैकिंग में मदद करता है।

मल्टी-लेयर डेटा कलेक्शन सिस्टम: परीक्षण के

दौरान, विभिन्न स्तरों पर डेटा एकत्रित करने के लिए मल्टी-लेयर सेंसर नेटवर्क का उपयोग किया जा सकता है। इससे मिसाइल के उड़ान को विभिन्न कोणों से ट्रैक किया जा सकेगा और डेटा की सटीकता बढ़ाई जा सकेगी।

ख. बहु-लॉन्च प्लेटफार्म होने के कारण परीक्षण में जटिलता

ब्रह्मोस मिसाइल के विभिन्न संस्करणों को विभिन्न प्लेटफार्मों से लॉन्च किया जा सकता है। जैसे – थलसेना, नौसेना और वायुसेना। इस बहुपरिस्थितिकीय क्षमताओं के कारण, इन प्लेटफार्मों पर मिसाइल की कार्यक्षमता की पुष्टि करना एक जटिल कार्य बन जाता है।

समाधान–

समग्र परीक्षण नेटवर्क: विभिन्न प्लेटफार्मों के लिए एक समग्र और विशेष परीक्षण नेटवर्क स्थापित किया जा सकता है, जिसमें प्रत्येक प्लेटफार्म के वातावरण, मौसम और वातावरणीय परिस्थितियों के आधार पर अलग-अलग परीक्षण किए जाएं। यह सुनिश्चित करेगा कि हर प्लेटफॉर्म पर मिसाइल सही तरीके से काम कर सके।

एकीकृत परीक्षण समाधान: तकनीकी दृष्टिकोण से, प्रत्येक प्लेटफार्म के लिए एकीकृत परीक्षण समाधान विकसित किया जा सकता है, जो परीक्षण की प्रक्रिया को सुसंगत और प्रभावी बनाता है। इस प्रकार के परीक्षणों में विशिष्ट लॉन्च तंत्र और इंजीनियरिंग प्लेटफार्म की जरूरतें ध्यान में रखी जाती हैं।

ग. मॉड्यूलर डिज़ाइन के कारण प्रमाणीकरण की जटिलता

ब्रह्मोस मिसाइल का डिज़ाइन अत्यधिक मॉड्यूलर है अर्थात यह विभिन्न संस्करणों में उपलब्ध है, जिनमें भूमि, समुद्र, वायु और पनडुब्बी संस्करण शामिल हैं। इस कारण, हर एक संस्करण का प्रमाणीकरण अलग से करना पड़ता है, जो समय और संसाधनों की खपत को बढ़ा सकता है।

समाधान–

सामूहिक प्रमाणीकरण प्रक्रिया: विभिन्न संस्करणों के प्रमाणीकरण की प्रक्रिया को एकीकृत किया जा सकता है। इसके तहत, पहले एक संस्करण का प्रमाणीकरण किया जाए और बाद में बाकी संस्करणों को उसी मूलभूत डिज़ाइन और प्रौद्योगिकी के आधार पर प्रमाणित किया जाए।

मॉड्यूलर परीक्षण प्रणाली: प्रत्येक संस्करण के लिए एक समान परीक्षण प्रणाली विकसित की जा सकती है, जो यह सुनिश्चित करे कि सभी मॉड्यूलों को एक समान तरीके से और सटीकता से जांचा जा सके।

घ. सुरक्षा और तकनीकी उन्नयन की आवश्यकता

जैसे-जैसे ब्रह्मोस मिसाइल का विकास और प्रमाणीकरण बढ़ता है, यह सुनिश्चित करना आवश्यक होता है कि इसके सुरक्षा मानक और तकनीकी क्षमताएँ हमेशा अद्यतन रहें। इसके अलावा, सुरक्षा प्रोटोकॉल का उल्लंघन होने की संभावना को समाप्त करना भी चुनौतीपूर्ण हो सकता है।

समाधान–

सुरक्षा सुधार: ब्रह्मोस के हर संस्करण के लिए उच्चतम सुरक्षा मानकों के पालन की जरूरत है। इसके लिए अत्याधुनिक एन्क्रिप्शन तकनीकों और सुरक्षा प्रोटोकॉल को लागू किया जा सकता है, जो मिसाइल के नियंत्रण और संचालन को सुरक्षित बनाए रखें।

तकनीकी उन्नयन के लिए निरंतर शोध: डीआरडीओ और ब्रह्मोस एयरोस्पेस द्वारा निरंतर शोध और विकास कार्य किए जा रहे हैं, जो मिसाइल के निर्माण, परीक्षण और प्रमाणीकरण में समय के साथ नवीनतम तकनीकी उन्नयन को सुनिश्चित करते हैं।

ङ. निर्यात और वैश्विक प्रतिस्पर्धा

ब्रह्मोस मिसाइल का निर्यात बढ़ने के साथ, वैश्विक प्रतिस्पर्धा भी बढ़ रही है। अन्य देशों की समान मिसाइल प्रणालियों के मुकाबले ब्रह्मोस को निर्यात बाजार में अपनी जगह बनानी होगी।

समाधान–

वैश्विक साझेदारी और सहयोग: भारत को ब्रह्मोस के निर्यात को बढ़ावा देने के लिए अन्य देशों के साथ साझेदारी और सहयोग बढ़ाने की जरूरत है। इससे ब्रह्मोस की वैश्विक उपस्थिति को बढ़ावा मिलेगा और विदेशी बाजार में इसकी मांग बढ़ेगी।

प्रौद्योगिकी निर्यात नीति: भारतीय सरकार को इस क्षेत्र में प्रौद्योगिकी निर्यात को बढ़ावा देने के लिए एक प्रभावी नीति बनाने की आवश्यकता है, जो ब्रह्मोस के निर्यात को सुगम बनाए और उसके वैश्विक बाजार में प्रतिस्पर्धा को मजबूत करे।

च. हाइपरसोनिक और रेंज विस्तार

ब्रह्मोस-II जैसे हाइपरसोनिक संस्करण का विकास और रेंज विस्तार, इन दोनों को लेकर वैज्ञानिक और तकनीकी चुनौतियाँ सामने आती हैं, जिनका समाधान तुरंत आवश्यक है।

समाधान–

हाइपरसोनिक तकनीक में निवेश: ब्रह्मोस-II के विकास में विशेष ध्यान हाइपरसोनिक प्रौद्योगिकी पर केंद्रित किया जाना चाहिए। इसके लिए ड्रैग रिडक्शन, उच्च तापमान सहनशीलता और बेहतर प्रणोदन प्रणाली पर काम किया जा सकता है।

लंबी रेंज के लिए शोध: ब्रह्मोस की रेंज को बढ़ाने के लिए रैमजेट इंजन के नवीनतम रूपों पर कार्य किया जा सकता है, जो इसकी रेंज को 800 किमी से बढ़ाकर 1000 किमी से अधिक कर सके।

8. निर्यात और वैश्विक मान्यता

ब्रह्मोस मिसाइल का निर्यात अब वैश्विक स्तर पर बढ़ रहा है। भारत ने फिलीपींस को ब्रह्मोस मिसाइल बेचने का समझौता किया है और अन्य देशों जैसे वियतनाम, ब्राजील और इंडोनेशिया ने भी इसकी खरीदी में रुचि दिखाई है। ब्रह्मोस अब भारत के रक्षा निर्यात में एक प्रमुख उत्पाद के रूप में उभर चुका है। इसकी उच्च तकनीकी क्षमताओं और सामरिक महत्त्व ने इसे एक वैश्विक ब्रांड बना दिया है।

9. भविष्य की दिशा

ब्रह्मोस मिसाइल की तकनीकी क्षमताएँ और इसकी सफलता को देखते हुए इसके भविष्य को लेकर कई योजनाएँ बनाई जा रही हैं–

1. **हाइपरसोनिक संस्करण:** ब्रह्मोस-II पर काम चल रहा है, जिसकी गति 5 मैक (6170 किमी/घंटा) से अधिक होगी, जिससे यह मिसाइल और भी अधिक प्रभावी हो जाएगी।
2. **हल्का संस्करण:** भविष्य में छोटे लड़ाकू विमानों के लिए ब्रह्मोस का हल्का संस्करण विकसित किया जाएगा।
3. **रेंज विस्तार:** ब्रह्मोस के रेंज को 1000 किमी तक बढ़ाने की योजना बनाई जा रही है।

10. निष्कर्ष

ब्रह्मोस मिसाइल भारत की सामरिक आत्मनिर्भरता और तकनीकी श्रेष्ठता का प्रतीक बन चुकी है। इसकी बहु परिस्थितिकीय क्षमताएं, तेज गति और उच्च सटीकता इसे भारत के सुरक्षा ढांचे का एक अविभाज्य हिस्सा बनाते हैं। यदि प्रमाणीकरण की प्रक्रियाओं को आधुनिक तकनीकों द्वारा और सुदृढ़ किया जाए तो ब्रह्मोस आने वाले वर्षों में भारत को रक्षा क्षेत्र में वैश्विक नेतृत्व प्रदान कर सकती है।

मिसाइल का आविष्कार : मानव सभ्यता के लिए वरदान या अभिशाप?

मरापे प्रतिमा सीताराम

सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

pratima.cemilac@gov.in

परिचय

वैज्ञानिक प्रगति के इस युग में मानव ने कई ऐसे उपकरण और तकनीकें विकसित की हैं, जिन्होंने उसकी जिंदगी के स्वरूप को पूरी तरह बदल दिया है। बिजली से लेकर इंटरनेट तक, हर आविष्कार ने हमारे जीवन को सुखद और सरल बनाने में योगदान दिया। लेकिन कुछ आविष्कार ऐसे भी हैं, जो अपनी शक्ति और प्रभाव के कारण मानवता के लिए दुविधाजनक साबित हुए हैं। मिसाइल तकनीक भी उन्हीं में से एक है।

मिसाइल - एक ऐसा हथियार जो न केवल लड़ाई के तरीके को बदल देता है, बल्कि विश्व राजनीति, सुरक्षा और मनुष्यता के अस्तित्व को भी छूता है। क्या यह तकनीक मानवता के लिए वरदान है या अभिशाप? इस सवाल का उत्तर ढूंढ़ना आज के समय में अत्यंत महत्वपूर्ण हो गया है, जब विश्व में शांति और संघर्ष के बीच एक नाजुक संतुलन बना हुआ है।

मिसाइल क्या है और इसका इतिहास

मिसाइल का अर्थ है – एक स्वचालित नियंत्रित उड़नशस्त्र, जो दूर से लक्ष्य को सटीक निशाना बना सकता है। इसकी शुरुआत द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान जर्मनी द्वारा विकसित 'वेरमेक्ट वाई-1' मिसाइल से हुई। उस समय की सीमित तकनीक के बावजूद यह पहली बार था जब मानव ने रॉकेट तकनीक को युद्ध में इस्तेमाल किया। इसके बाद अमेरिका और रूस ने इस क्षेत्र में जबरदस्त प्रगति की, खासकर शीत युद्ध के दौर में जब दोनों देशों ने परमाणु हथियारों से लैस मिसाइलों का विकास किया। इससे विश्व का राजनीतिक नक्शा पूरी तरह बदल गया और मिसाइलें सिर्फ हथियार नहीं, बल्कि ताकत का प्रतीक बन गईं।

भारत ने भी इस तकनीक को अपनाया और 'रक्षा अनुसंधान एवं विकास केंद्र' (डीआरडीओ) के नेतृत्व में पृथ्वी, अग्नि और ब्रह्मोस जैसे मिसाइल विकसित किए, जो देश की रक्षा और शक्ति का प्रमाण हैं।

मिसाइल का मानवता के लिए वरदान : एक नयी सुरक्षा और आशा की किरण

1. **राष्ट्रीय सुरक्षा और रक्षा में मजबूती:** मिसाइल की सबसे बड़ी उपयोगिता देश की सुरक्षा में निहित है। किसी भी देश की सर्वोच्च प्राथमिकता होती है अपनी सीमाओं की रक्षा करना। मिसाइलें आज एक ऐसा हथियार बन गई हैं जो दुश्मन को दूर से ही प्रभावी हमला करने में सक्षम बनाती हैं। जब किसी देश के पास उच्च गुणवत्ता वाली मिसाइलें होती हैं तो उसके दुश्मन उस देश पर हमला करने से पहले कई बार सोचते हैं। मिसाइलों के कारण आज विश्व की सैन्य रणनीतियां और भी अधिक सोच-समझकर बनाई जाती हैं। यह आक्रामकता को रोकने में मददगार हैं क्योंकि यह किसी भी संभव युद्ध को बहुत विनाशकारी बना सकती हैं। इसी वजह से मिसाइलें दुनिया भर में सुरक्षा कवच की तरह काम करती हैं।
2. **युद्ध में जनहानि और विनाश को कम करना:** इतिहास के पुराने युगों में युद्ध का स्वरूप आमने-

सामने की लड़ाई का था,,जिससे लाखों सैनिक और निर्दोष नागरिक मारे जाते थे। मिसाइल तकनीक ने युद्ध को अधिक नियंत्रित और सटीक बनाया है। आज दूर से ही दुश्मन के महत्वपूर्ण ठिकानों पर हमले किए जा सकते हैं, जिससे सैनिकों को सीधे युद्ध भूमि पर उतरना कम पड़ता है। इससे सैनिकों की और आम जनता की जान बचाई जा सकती है।

साथ ही, आधुनिक मिसाइलों में लक्ष्यभेदक तकनीक का इस्तेमाल होता है, जिससे सटीक निशाना लगाया जाता है और गैर-लक्ष्य वस्तुओं को नुकसान पहुंचने की संभावना कम हो जाती है। इससे युद्ध का दुष्प्रभाव सीमित रहता है, जो मानवता के लिए एक बड़ी उपलब्धि है।

3. **विज्ञान और तकनीकी प्रगति में सहायक:** मिसाइल तकनीक ने अंतरिक्ष विज्ञान को भी भारी प्रोत्साहन दिया है। रॉकेट तकनीक की नींव पर ही आज उपग्रह और मानवयुक्त मिशन अंतरिक्ष में भेजे जाते हैं। उपग्रह संचार, मौसम पूर्वानुमान, नेविगेशन और वैश्विक आपदा प्रबंधन के लिए अनिवार्य हैं। मिसाइल तकनीक ने वैज्ञानिक अनुसंधान और विकास को बढ़ावा दिया है। इससे अनेक आधुनिक तकनीकों का आविष्कार हुआ है, जो मानव जीवन के अनेक पहलुओं में सुधार लेकर आई हैं। उदाहरण के लिए - जीपीएस तकनीक, जो हमारे जीवन का अभिन्न हिस्सा बन चुकी है, रॉकेट और मिसाइल विज्ञान से विकसित हुई है।

4. **वैश्विक शांति का अदृश्य प्रहरी:** यह एक बड़ा सच है कि मिसाइलें अपने आप में युद्ध को नहीं बढ़ातीं, बल्कि रोकती हैं। एक देश के पास जब उन्नत मिसाइलें होती हैं तो कोई भी शत्रु उस पर हमला करने से पहले हजार बार सोचता है। इसलिए, मिसाइलें एक प्रकार से शांति की गारंटी बन जाती हैं क्योंकि वे विनाश की इतनी शक्ति रखती हैं कि किसी भी युद्ध की शुरुआत भारी विनाश को जन्म देगी। यही कारण है कि दुनिया में परमाणु मिसाइलों ने शीत युद्ध के दौरान बड़े संघर्ष को टालने में मदद की।

5. **देश की आत्मनिर्भरता और तकनीकी सामर्थ्य का प्रतीक:** मिसाइल विकसित करना केवल रक्षा का विषय नहीं, बल्कि राष्ट्र की वैज्ञानिक क्षमता, उद्योग और नवाचार का प्रतीक है। भारत जैसे विकासशील देशों के लिए यह गर्व की बात है कि वे स्वदेशी मिसाइलें बना रहे हैं।

इस तकनीक ने युवाओं को विज्ञान की ओर आकर्षित किया है, जिससे देश में रोजगार, अनुसंधान और प्रौद्योगिकी क्षेत्र में वृद्धि हुई है।

6. **प्राकृतिक आपदाओं और अंतरिक्ष अन्वेषण में सहायता:** मिसाइल और रॉकेट तकनीक के माध्यम से आज मानवता प्राकृतिक आपदाओं की पूर्व सूचना और प्रबंधन में सक्षम हो पाई है। मौसम पूर्वानुमान के लिए उपग्रहों का उपयोग बड़े पैमाने पर होता है, जिससे तूफान, भूकंप और बाढ़ जैसी आपदाओं का समय रहते अनुमान लगाया जा सकता है। इसके अलावा, अंतरिक्ष में भेजे गए वैज्ञानिक उपकरणों और उपग्रहों ने हमें ग्रहों, तारों और ब्रह्मांड की गहराइयों का पता लगाने में मदद की है। इससे मानव ज्ञान का दायरा बढ़ा है और नए वैज्ञानिक आविष्कार हुए हैं।

मिसाइल : मानवता के लिए अभिशाप के रूप में भी एक भयंकर अस्त्र

1. **विनाश की अभूतपूर्व क्षमता:** मिसाइल, खासकर परमाणु मिसाइलें, अपार विनाश की क्षमता रखती हैं। एक मिसाइल हमले से केवल सैकड़ों सैनिक नहीं, बल्कि लाखों निर्दोष नागरिकों की जानें जा सकती हैं। यह मनुष्यता की सोच और नैतिकता के लिए बड़ा सवाल है। इतिहास में हम देख चुके हैं कि द्वितीय विश्व युद्ध के अंत में हिरोशिमा और नागासाकी पर गिराए गए परमाणु बमों ने कितनी भारी तबाही मचाई। मिसाइलों के व्यापक इस्तेमाल से पूरी मानव सभ्यता को खतरा हो सकता है।

2. **हथियारों की होड़ और आर्थिक बोझ:** मिसाइलों की तकनीक विकसित करने के लिए भारी निवेश और संसाधनों की आवश्यकता होती है। कई देश अपनी सीमित संसाधनों का बड़ा हिस्सा हथियारों पर खर्च

करते हैं, जिससे विकास के अन्य महत्वपूर्ण क्षेत्र जैसे शिक्षा, स्वास्थ्य और गरीबी उन्मूलन प्रभावित होते हैं। इस हथियारों की होड़ ने विश्व के कई हिस्सों में तनाव बढ़ा दिया है, जिससे संघर्ष की संभावना भी बढ़ती है।

3. **पर्यावरणीय और मानवीय तबाही:** मिसाइल परीक्षणों और युद्धों के कारण पर्यावरण भी प्रभावित होता है। वायु, जल और भूमि प्रदूषण बढ़ता है। साथ ही, विस्फोटों से प्राकृतिक संसाधनों को नुकसान पहुंचता है। सामान्य जनता पर इसके दुष्प्रभाव लंबे समय तक चलते हैं – बीमारियाँ, विस्थापन और सामाजिक टूट।
4. **नैतिक और दार्शनिक प्रश्न:** क्या हम मानवता के भविष्य के लिए इतने विनाशकारी हथियारों का विकास करना उचित है? क्या यह तकनीक मानवीय मूल्यों के अनुकूल है? ये सवाल हम सबके लिए चिंताजनक हैं। यदि मानवता ने इस शक्ति को नियंत्रित नहीं किया तो यह तकनीक हमें विनाश की ओर ले जाएगी।

मिसाइल तकनीक की वर्तमान स्थिति और भविष्य

आज की मिसाइलें अत्याधुनिक तकनीक से लैस हैं। जीपीएस, इन्फ्रारेड, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस जैसी तकनीकें इनकी सटीकता और प्रभावशीलता को बढ़ा रही हैं। आने वाले समय में स्वायत्त मिसाइलें, जो बिना मानव हस्तक्षेप के निर्णय ले सकेंगी, युद्ध के स्वरूप को पूरी तरह बदल सकती हैं। लेकिन यह भी चिंता का विषय है कि तकनीक का गलत इस्तेमाल खतरनाक होगा। इसलिए वैश्विक स्तर पर मिसाइलों पर नियंत्रण और शांति स्थापना के लिए समझौते जरूरी हैं।

मिसाइलों का वैश्विक और सामाजिक प्रभाव

मिसाइलों ने वैश्विक शक्ति संतुलन को नया आयाम दिया है। कोई भी देश अपने पास शक्तिशाली मिसाइलों के बिना अपनी सीमाओं की रक्षा नहीं कर सकता। साथ ही, सामाजिक स्तर पर यह सुरक्षा की भावना के साथ-साथ भय का भी कारण बनती हैं। मिसाइलों की उपस्थिति ने यह भी दिखाया है कि विश्व में स्थायी शांति के लिए वैश्विक सहयोग और विश्वास जरूरी है।

निष्कर्ष

मिसाइलों का आविष्कार मानवता के लिए वरदान भी है और अभिशाप भी। यह पूरी तरह इस बात पर निर्भर करता है कि हम इसका उपयोग किस प्रकार करते हैं। यदि इसे रक्षा, शांति और वैज्ञानिक प्रगति के लिए उपयोग किया जाए तो यह मानवता की रक्षा का सबसे बड़ा कवच होगा। पर यदि इसे विनाश के लिए इस्तेमाल किया गया तो यह हमारी सभ्यता के लिए विनाशकारी साबित होगा। इसलिए हमारी जिम्मेदारी है कि हम इस शक्ति का सदुपयोग करें और वैश्विक स्तर पर मिलकर इसे नियंत्रित करें ताकि मिसाइलें मानवता के लिए वरदान बने, न कि अभिशाप।

नागायलंका रेंज, आंध्रप्रदेश

ईला चौहान, कुलदीप कुमार एवं डॉ सुमित गोस्वामी
योजना एवं समन्वय निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय
ila.hqr@gov.in

1. परिचय

डीआरडीओ द्वारा मिसाइलों के लिए किए जाने वाले उड़ान परीक्षणों को पूरा करने के लिए एक वैकल्पिक टेस्ट रेंज को स्थापित करने की आवश्यकता बहुत लंबे समय से महसूस की जा रही थी। डीआरडीओ द्वारा विकसित की जा रही मिसाइलों के अंतिम परिणाम और परीक्षण के दौरान महत्वपूर्ण प्रदर्शन-मापदंडों को अभिग्रहण करने के लिए नागायलंका, आंध्रप्रदेश में मिसाइल टेस्ट रेंज की स्थापना को मंजूर किया गया है। इस परियोजना की पीडीसी 60 माह है और इस परियोजना को इंफ्रास्ट्रक्चर एंड फैसिलिटी (आईएफ) श्रेणी में लिया गया है।

2. पृष्ठभूमि

रॉकेटों, मिसाइलों तथा एयर बोर्न हथियार प्रणालियों को सुरक्षित तथा विश्वसनीय लॉन्चिंग सुविधाएं प्रदान करने के लिए एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास योजना (आईजीएमडीपी) के अंतर्गत एक परियोजना के रूप में वर्ष 1982 में चांदीपुर, ओडीशा में अंतरिम परीक्षण रेंज (आईटीआर) की स्थापना की गई थी। मिसाइलों को उनकी संपूर्ण उड़ान में ट्रैक करने के लिए लॉन्च कॉम्पलेक्स तथा विभिन्न इंटीग्रेशन भवनों की स्थापना के अलावा कई तकनीकी अवसंरचनाएं बनाई गई। रेंज का नाम वर्ष 2003 में बदलकर एकीकृत टेस्ट रेंज (आईटीआर) कर दिया गया था। नई रेंज की आवश्यकता है क्योंकि मौजूदा रेंज के आस-पास के इलाकों में आबादी रहती है जिसके कारण यहां विस्तार की संभावना नहीं है और मिसाइल परीक्षण चरण के दौरान क्षेत्रीय लोगों का निकास, महानदी बेसिन में तेल की खोज के कारण स्थान की सीमाएं, वायु स्थान साझा करना और स्टोरेज के कारण एनओटीएएम प्रतिबंधों और स्टोरेज संबंधी बाधाएं एवं विशिष्ट समय पर लॉन्च की ओवरलोडिंग आईटीआर की बाधाओं में शामिल है।

एकीकृत परीक्षण परिसर की मौजूदा रेंज सुविधाएं - चांदीपुर में (एलसी-एलसी-II, एलसी-III), डॉ अब्दुल कलाम द्वीप धामरा (एलसी-IV) और आईएनएस कलिंग, विशाखापत्तनम (एलसी-V) में विकासात्मक परीक्षणों के लिए डीआरडीओ प्रयोगशालाओं को सभी प्रकार की सहायता प्रदान करती हैं। एलसी-1 और एलसी-II मुख्य रूप से सामरिक मिसाइल परीक्षण जैसे हवा से हवा में आकाश, त्रिशूल और एंटी-टैंक मिसाइल नाग के लिए थी। एलसी-III की योजना पृथ्वी के लिए बनाई गई थी, एलसी-IV धामरा की योजना अग्नि श्रेणी की सामरिक मिसाइलों और बाद में बीएमडी कार्यक्रम के लिए बनाई गई थी। आईएनएस कलिंग, विशाखापतनम में परीक्षण परिसर सुविधाएं समुद्र आधारित मिसाइल परीक्षण हेतु प्रयोग में लाए जाते हैं। भारत में आईटीआर के अलावा एक पूर्ण आधारिक संरचना युक्त मिसाइल परीक्षण सुविधा नहीं है जहां स्थायी रेंज इंस्ट्रुमेंटेसन सेंसर मौजुद हो । भविष्य में सेना, नौसेना और वायु सेना द्वारा उनके स्वीकृति परीक्षण, श्रृंखला उत्पादन, प्रेरण और बाद में प्रमाण परीक्षण के लिए की संभावना है। बीएमडी कार्यक्रम के अंतर्गत लंबी दूरी के लक्ष्य वर्ग पर आधारित इसकी इंटरसेप्टर जिओमेट्री की संभावना है। नागायलंका में रेंज सुविधा के निर्माण से आईटीआर के भविष्य के मिशन लोड को काफी हद तक कम करने में सहायक होगा। इसमें सामरिक मिसाइलों के साथ-साथ रणनीतिक मिसाइलों के लिए एक लॉन्च पैड होगा और यह कई अन्य मिशनों के

लिए वैकल्पिक परीक्षण सुविधा के रूप में भी काम करेगा।

3. मिशन परिदृश्य – वर्तमान और भविष्य

मौजूदा मिशनों के अलावा नए मिसाइल कार्यक्रमों और परियोजनाओं की संख्या में वृद्धि के कारण मिशनों की संख्या में कई गुना वृद्धि हुई है। कई मिशन आयोजित किए गए है, जैसे की - अग्नि-1, अग्नि-II, अग्नि-III, अग्नि-IV और अग्नि-V; पृथ्वी-II, धनुष और ब्रह्मोस: भूमि, जहाज और हवाई प्रकार; आकाश, एलआरएसएएम, एसआरएसएएम, क्यूआरएसएएम, आदि। हवा से हवा में मार करने वाली मिसाइल एस्ट्रा बीवीआर, एनजीआरएएम, हेलिना; गाइडेड पिनाका और विस्तारित रेंज पिनाका रॉकेट; ड्रोन और लक्ष्य: अभ्यास, और डिजिटल पीटीए, स्मार्ट प्रिसिशन गाइडेड म्यूनिशन; लैंड अटैक क्रूज मिसाइल निर्भय; एरियल डिलीवरी सिस्टम जैसे ओडीएबी, गरुड़, गरुथामा, सुदर्शन, एयरबोर्न स्मार्ट एंटी एयरफील्ड वीपन और विभिन्न अन्य ड्रॉप ट्रायल; हवा से जमीन पर मार करने वाले एंटी रेडिएशन हथियार जैसे एनजीएआरएम, रुद्रम II और III, प्रलय; शिप लॉन्च और लैंड अटैक क्रूज मिसाइल (एसएलसीएम और एलएसीएम), लॉन्ग रेंज एंटी शिप मिसाइल (एलआरएएसएचएम) और मीडियम रेंज एंटी शिप मिसाइल (एमआरएएसएचएम); लॉन्ग रेंज सुपर सोनिक/हाइपर सोनिक टारगेट; सुपरसोनिक टारगेट, लॉन्ग रेंज बीएमडी प्रोग्राम (एडी-I और एडी-II), सुपर सोनिक और हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइल, डिकॉय और एमआईआरवी। क्रूज एचएसटीडीवी; डीआरडीओ द्वारा विकसित परीक्षणों के अलावा, एसएफसी भी सामरिक महत्व के विभिन्न मिशनों के लिए अभ्यास लॉन्च और प्रशिक्षण अभ्यास हेतु इस रेंज का प्रयोग करता है।

4. औचित्य

डीआरडीओ के वैज्ञानिकों द्वारा नए परीक्षण रेंज के लिए पूर्वी तट के हवाई परीक्षण तथा जांच के बाद आंध्र प्रदेश के नागयालंका को एक उचित साइट के रूप में चुना गया। अपनी भौगोलिकता तथा समुद्र से निकटता के चलते इन फ्लाइट मिसाइलों को ट्रैक करने के लिए यह स्थान स्थानीय जनसंख्या से अलग तथा सुरक्षित दूरी प्रदान करता है।मिसाइल परीक्षण के दौरान यहां से स्थानीय लोगों की निकासी की भी कोई आवश्यकता नहीं थी। स्थान का चयन तथा इस सुविधा को डिजाइन करते समय, चक्रवात, सुनामी तथा अन्य प्राकृतिक आपदाओं के दौरान किए जाने वाले निवारण उपायों को भी ध्यान में रखा गया। नई पीढ़ी की अति लघु रेंज सतह से वायु हथियार प्रणालियों, नई दीर्घ रेंज हाइपरसॉनिक क्रूज़ मिसाइल/ग्लाईड बॉम्ब, दीर्घ रेंज गाइडेड रॉकेट और शामिल की गई प्रणालियों के अभ्यास परीक्षण के विकास के लिए जारी परियोजनाओं को देखते हुए यह निश्चित है कि सुविधा की मांग अधिक होगी और जिसके कारण विलंब होगा। इसलिए, नागयालंका को एक उचित साइट के रूप में चुना गया ताकि कुछ परीक्षणों को वहां किया जा सके। रेंज रणनीतिक तथा सामरिक मिसाइलों के परीक्षण के लिए अपेक्षित क्षमता प्रदान करेगा और अतिरिक्त ट्रैकिंग एवं टेलीमैट्री इंस्ट्रूमेंटेशन के साथ वर्तमान में मौजूदा आईटीआर को सहयोग प्रदान करेगा।

मिसाइल प्रणालियों, रेडार, सोनार, टॉरपीडो, आर्टिलरी गन एवं इलेक्ट्रॉनिक वॉर-फेयर प्रणालियों में आयात को रोक कर भारतीय उद्योगों को विकास सह उत्पादन भागीदार (डीसीपीपी) बनाना है। सुविधा के निर्माण से परीक्षणों के लिए प्रतीक्षा की अवधि कम होगी और विकास से इंडक्शन समय-सीमा को कम करने में सहायक होगा एवं आत्मनिर्भरता की दिशा में योगदान भी देगा।

मिसाइल सुरक्षा प्रणाली

स्वाति सिन्हा

राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय

Swati3107@gmail.com

1. परिचय

मनुष्य के इतिहास में सुरक्षा हमेशा सर्वप्रथम और स्थायी आवश्यकता रही है। आदिमानव के दौर में जब जीवन शिकार और संग्रह पर आधारित था, सुरक्षा का अर्थ था—जंगली जीवों से बचाव, दूसरों से संसाधनों की रक्षा, प्राकृतिक विपदाओं का सामना और भोजन को सुरक्षित रखना। उस समय संघर्ष सीमित संसाधनों और शिकार-क्षेत्रों पर नियंत्रण तक सीमित था, और युद्ध का रूप सरल हथियारों व शारीरिक बल पर आधारित था। स्वयं और संसाधनों की रक्षा की आवश्यकता ने प्रारंभिक हथियारों और रक्षा-उपकरणों का विकास किया।

समय के साथ समाज, तकनीक और सत्ता-संरचनाएँ विकसित हुईं और सुरक्षा की परिभाषा का विस्तार हुआ। संघर्ष अब केवल जीवन और भोजन तक सीमित नहीं रहे; वे सीमाओं के विस्तार, संसाधनों, राजनीतिक प्रभाव और वैचारिक प्रभुत्व के लिए भी लड़े जाने लगे। युद्ध का स्वरूप बदलता गया और यह स्पष्ट होता गया कि सुरक्षा अब किसी एक प्रकार के ख़तरे का नहीं, बल्कि अनेक स्तरों पर की जाने वाली एक निरंतर तैयारी है। वर्तमान में सुरक्षा का दायरा थल और जल तक सीमित नहीं; वह आकाश, साइबर स्पेस और अंतरिक्ष तक फैला हुआ है। आधुनिक युद्ध पारंपरिक नहीं रहे—वे तकनीक-प्रधान, बहुआयामी और दूरगामी हो चुके हैं। वैश्विक तनावों और नई युद्ध तकनीकों ने सुरक्षा को पहले से अधिक जटिल और अनिवार्य बना दिया है।

इन्हीं परिस्थितियों ने अत्याधुनिक हथियार प्रणालियों के विकास को गति दी, जिनमें मिसाइल तकनीक सबसे निर्णायक रही है। परंतु जैसे ही मिसाइलों की मारक क्षमता बढ़ी, उनका खतरा भी उतना ही व्यापक हुआ। इन्हीं खतरों का समाधान तलाशते हुए विश्व ने मिसाइल रक्षा प्रणाली विकसित की।

2. मिसाइल सुरक्षा प्रणाली क्या है?

मिसाइल सुरक्षा प्रणाली एक बहु-स्तरीय तकनीकी ढांचा है, जिसमें रेडार, सेंसर, इंटरसेप्टर मिसाइलें और कमांड-एंड-कंट्रोल यूनिट शामिल होते हैं। इसका मुख्य उद्देश्य दुश्मन की मिसाइल को पहचानना, उसका मार्ग ट्रैक करना और उचित समय पर उसे नष्ट करना होता है। यह पूरी प्रक्रिया कुछ माइक्रोसेकंड्स में ही होती है और यही इसकी सबसे बड़ी चुनौती भी है मिसाइलों की गति कई बार ध्वनि की गति से कई गुना होती है। लक्ष्य तक पहुँचने का समय बेहद कम होता है। किसी भी निर्णय में क्षण भर की देरी भारी विनाश का कारण बन सकती है।

3. मिसाइल सुरक्षा प्रणाली के प्रमुख घटक

इस प्रणाली में तीन प्रमुख घटक होते हैं —

- **रेडार और सेंसर नेटवर्क:** ये आने वाली मिसाइल की गति, दिशा, ऊँचाई और संभावित मार्ग का पता लगाते हैं। लंबी दूरी तक नज़र रखने वाले ये उन्नत सेंसर प्रणाली की पहली "आँख" हैं।
- **कमांड एंड कंट्रोल यूनिट:** इसे प्रणाली का "मस्तिष्क" कहा जाता है। यह विभिन्न स्रोतों से मिलने वाले सभी डेटा का विश्लेषण करता है औऱ निर्णय लेता है कि किस समय, किस दिशा में और किस प्रकार के इंटरसेप्टर मिसाइल को छोड़ा जाए।

- **इंटरसेप्टर मिसाइलें:** ये वे मिसाइलें होती हैं जो दुश्मन की मिसाइल को हवा में ही टक्कर मारकर या विस्फोट के माध्यम से नष्ट कर देती हैं। यह कार्रवाई अक्सर कुछ माइक्रोसेकंड के भीतर पूर्ण होती है।
- **लॉन्च प्लेटफ़ॉर्म:** जमीन, समुद्र या हवा में तैनात
- **उपग्रह सिस्टम:** प्रारंभिक चेतावनी और ट्रैकिंग

4. मिसाइल रक्षा प्रणाली कैसे काम करती है?

मिसाइल सुरक्षा प्रणाली में हर सेकंड मायने रखता है। जैसे ही रेडार किसी शत्रु मिसाइल का संकेत पकड़ता है, प्रणाली स्वचालित रूप से उसकी गति, मार्ग और संभावित लक्ष्य का विश्लेषण करती है। इसके बाद कमांड सेंटर निर्णय लेता है कि किस दिशा और ऊँचाई से इंटरसेप्टर मिसाइल छोड़ी जाए। इंटरसेप्टर मिसाइल, उच्च गति (Mach 4 से Mach 6) से उड़ान भरते हुए, दुश्मन की मिसाइल को हवा में ही टकराकर विस्फोट कर देती है। इस प्रक्रिया को "Hit-to-Kill Mechanism" कहा जाता है। इसमें कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) जैसी आधुनिक तकनीकों का भी प्रयोग किया जा रहा है, जो निर्णय की गति और सटीकता दोनों को बढ़ाती हैं। मिसाइल रक्षा अब केवल रॉकेट और सेंसर तक सीमित नहीं रही। इसमें कृत्रिम बुद्धिमत्ता, बिग डेटा, और क्वांटम संचार जैसे तत्व तेजी से शामिल हो रहे हैं।

- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI):** खतरे की पहचान और निर्णय प्रक्रिया में गति बढ़ाने के लिए उपयोगी।
- **लेज़र आधारित प्रणालियाँ:** अमेरिका और चीन दोनों अब "Directed Energy Weapons" पर कार्य कर रहे हैं, जो आने वाली मिसाइलों को ऊर्जा किरणों से नष्ट कर सकें।
- **स्पेस आधारित रेडार:** भविष्य की मिसाइल रक्षा का सबसे बड़ा कदम — अंतरिक्ष से पृथ्वी के वायुमंडल तक रीयल-टाइम निगरानी।
- **हाइपरसोनिक खतरे:** अब मिसाइलें Mach 5 से अधिक गति से चलने लगी हैं, जिससे पारंपरिक रक्षा प्रणालियाँ अप्रभावी हो रही हैं। इसने पूरी दुनिया में नई रक्षा दौड़ को जन्म दिया है।

मिसाइल डिफेंस सिस्टम आमतौर पर तीन प्रमुख चरणों में काम करता है–

- **पहचान (Detection):** रेडार, उपग्रह (satellites) और सेंसर मिसाइल को लॉन्च होते ही पकड़ लेते हैं। सिस्टम तुरंत यह पता लगाता है कि खतरा वास्तविक है या नहीं।
- **ट्रैकिंग (Tracking):** मिसाइल की गति, ऊँचाई, दिशा और संभावित लक्ष्य का पता लगाया जाता है। सुपरकंप्यूटर और कमांड सिस्टम अगली रणनीति तय करते हैं।
- **अवरोधन (Interception):** इंटरसेप्टर मिसाइल छोड़ी जाती है, जो दुश्मन की मिसाइल से टकराकर उसे हवा में ही नष्ट कर देती है। यह टक्कर "hit-to-kill" मोड (सीधी टक्कर) या "explosive kill" मोड (धमाके से नष्ट करना) से हो सकती है।

5. मिसाइल रक्षा प्रणाली के प्रकार

- **बैलिस्टिक मिसाइल डिफेंस सिस्टम (BMD):** बैलिस्टिक मिसाइलों को ऊँचाई और दूरी पर रोकने के लिए (जैसे – भारत का डीआरडीओ BMD, अमेरिका का GMD, इज़रायल का Arrow)
- **एयर एंड मिसाइल डिफेंस सिस्टम (AMDS):** क्रूज़ मिसाइल, लड़ाकू विमान, UAV आदि को रोकने के लिए (जैसे – S-400, Patriot सिस्टम)
- **मल्टी-लेयरड रक्षा (Multi-layered Defence):** कई स्तरों पर हमला रोकने के लिए– ऊँचाई पर, मध्यम स्तर पर और लक्ष्य के पास (इज़रायल का Iron Dome इसका उदाहरण है)

6. प्रमुख वैश्विक मिसाइल सुरक्षा प्रणालियाँ

6.1. अमेरिका

अमेरिका ने THAAD (Terminal High Altitude Area Defense), Aegis Ballistic Missile Defense, और Ground-Based Midcourse Defense (GMD) जैसी उन्नत प्रणालियाँ विकसित की हैं। अमेरिका ने मिसाइल रक्षा प्रणाली को केवल अपनी राष्ट्रीय सुरक्षा तक सीमित नहीं

रखा, बल्कि इसे वैश्विक गठबंधनों का औजार बना दिया। इनका उद्देश्य महाद्वीपीय सुरक्षा के साथ-साथ सहयोगी देशों जैसे जापान और दक्षिण कोरिया, नाटो देशों, इज़राइल को भी सुरक्षा प्रदान करना है।

6.2. रूस की उन्नत रक्षा प्रणाली

रूस की S-400 और S-500 Prometey प्रणालियाँ आज दुनिया की सबसे उन्नत मानी जाती हैं। ये न केवल वायु रक्षा बल्कि बैलिस्टिक मिसाइलों के खिलाफ भी उच्च सफलता दर रखती हैं। रूस इन प्रणालियों के माध्यम से यूरेशिया क्षेत्र में रणनीतिक संतुलन बनाए हुए है।

6.3. इज़राइल का "आयरन डोम"

इज़राइल मिसाइल सुरक्षा तकनीक का सबसे व्यावहारिक उदाहरण है। एक छोटे भूभाग और अस्थिर पड़ोस के बावजूद, उसने "बहु-स्तरीय रक्षा कवच" तैयार किया है–

- **Iron Dome:** छोटी दूरी की रॉकेट और मिसाइलों के खिलाफ रक्षा। यह छोटी दूरी की मिसाइलों और रॉकेटों को हवा में ही नष्ट कर देती है और 90% से अधिक सफलता दर रखती है।
- **David's Sling:** मध्यम दूरी की मिसाइलों के लिए।
- **Arrow 2 & 3:** लंबी दूरी की बैलिस्टिक मिसाइलों के लिए।

6.4. चीन और एशिया-प्रशांत क्षेत्र

चीन मिसाइल तकनीक को अपने क्षेत्रीय प्रभुत्व की कुंजी मानता है। चीन ने अपनी DF सीरीज़ मिसाइलों के समानांतर DF-26 और HQ-9, HQ-19, और SC-19 जैसी इंटरसेप्टर प्रणालियाँ विकसित की है, जो बैलिस्टिक मिसाइलों और सैटेलाइट तक को नष्ट करने में सक्षम हैं। इसके साथ चीन ने अपनी "Anti-Satellite Weapon Tests" द्वारा यह स्पष्ट संदेश दिया है कि वह न केवल धरती पर, बल्कि अंतरिक्ष में भी सुरक्षा-प्रतिरोध (Defense Deterrence) बनाए रखना चाहता है। इसके अलावा, जापान और दक्षिण कोरिया ने भी अमेरिकी सहयोग से अपने रक्षा नेटवर्क तैयार किए हैं।

7. भारत की मिसाइल सुरक्षा यात्रा

भारत का दृष्टिकोण सब देशों से भिन्न है। वह अपनी मिसाइल रक्षा प्रणाली को न केवल सुरक्षा कवच बल्कि आत्मनिर्भर तकनीकी उपलब्धि के रूप में देखता है। भारत की मिसाइल रक्षा प्रणाली का सफर 1980 के दशक में इंटीग्रेटेड गाइडेड मिसाइल डेवलपमेंट प्रोग्राम (IGMDP) से शुरू हुआ। इस परियोजना के अंतर्गत "अग्नि", "पृथ्वी", "आकाश", "त्रिशूल" और "नाग" जैसी मिसाइलें विकसित की गईं। इन मिसाइलों ने न केवल भारत की आक्रामक क्षमता को मज़बूत किया, बल्कि रक्षात्मक दृष्टि से भी नींव रखी।

बैलिस्टिक मिसाइल डिफेंस (BMD) प्रोग्राम

भारत का सबसे महत्वपूर्ण प्रयास रहा है Ballistic Missile Defence (BMD) प्रणाली का विकास। डीआरडीओ (डीआरडीओ) ने दो स्तरों पर कार्य किया–

- **एंडो-एटमॉस्फेरिक इंटरसेप्टर (Endo-atmospheric interceptor):** यह पृथ्वी के वायुमंडल के भीतर काम करता है और कम दूरी की मिसाइलों को रोकने में सक्षम है।
- **एक्सो-एटमॉस्फेरिक इंटरसेप्टर (Exo-atmospheric interceptor):** यह वायुमंडल के बाहर उच्च ऊँचाई पर आने वाली बैलिस्टिक मिसाइलों को निशाना बनाता है।

इन दोनों स्तरों के संयोजन से भारत ने एक दो-स्तरीय मिसाइल रक्षा प्रणाली (Two-tier Defence System) तैयार की है, जो विश्वस्तरीय तकनीक का उदाहरण है।

'आकाश' और 'अस्त्रा': आकाश की सुरक्षा के प्रहरी

'आकाश' मिसाइल प्रणाली भारत की पहली स्वदेशी सतह-से-आकाश (Surface-to-Air) मिसाइल प्रणाली है। इसे कम ऊँचाई पर उड़ने वाली दुश्मन की मिसाइलों और विमानों को नष्ट करने के लिए विकसित किया गया है। 'अस्त्रा' मिसाइल, दूसरी ओर, हवा-से-हवा (Air-to-Air) प्रणाली है, जो भारतीय वायुसेना के लड़ाकू विमानों को आत्मरक्षा में सशक्त बनाती है। इन दोनों प्रणालियों ने भारत की हवाई सुरक्षा को एक नया आयाम दिया है। भारत ने पिछले दो दशकों में मिसाइल रक्षा के क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति की है। डीआरडीओ (डीआरडीओ) द्वारा विकसित 'आकाश',

'अस्त्रा', 'प्रण', और 'एडवांस्ड एअर डिफेंस (AAD)' हाल ही में विकसित QRSAM (Quick Reaction Surface to Air Missile) जैसी मिसाइल प्रणालियाँ देश की सुरक्षा को और सशक्त बना रही हैं।

'आदित्य' और 'कवच' जैसी अगली पीढ़ी की मिसाइल रक्षा प्रणालियों पर कार्य कर रहा है। इनमें स्वचालित खतरा पहचान (automatic threat detection), आत्म-प्रतिक्रिया (auto-response), और उच्च गति इंटरसेप्शन जैसी क्षमताएँ होंगी। इन तकनीकों के विकसित होने से दक्षिण एशिया-प्रशांत क्षेत्र में भारत की सुरक्षा क्षमता और सामरिक बढ़त दोनों मजबूत होंगी।

8. मिसाइल सुरक्षा प्रणाली का महत्व

मिसाइल रक्षा प्रणाली (Missile Defence System) किसी भी देश की राष्ट्रीय सुरक्षा व्यवस्था का अत्यंत महत्वपूर्ण हिस्सा होती है। तेजी से विकसित हो रही मिसाइल तकनीक, बदलती युद्ध रणनीतियाँ और अनिश्चित भू-राजनीतिक परिस्थितियाँ यह स्पष्ट करती हैं कि भविष्य के संघर्ष अधिकतर दूरगामी, कम समय में निर्णायक और तकनीक-प्रधान होंगे। ऐसे समय में प्रभावी मिसाइल रक्षा प्रणाली की आवश्यकता निम्न कारणों से अत्यंत महत्वपूर्ण है–

- **राष्ट्र और उसके संवेदनशील ठिकानों की सुरक्षा:** मिसाइल रक्षा प्रणाली देश की सीमाओं को सुरक्षित रखने में अहम भूमिका निभाती है। किसी भी राष्ट्र के लिए कुछ रणनीतिक ठिकानों की सुरक्षा अत्यंत महत्त्वपूर्ण होती है, जैसे परमाणु संयंत्र, रक्षा प्रतिष्ठान, प्रमुख शहर, आर्थिक केंद्र, सैन्य अड्डे, अंतरिक्ष एवं अनुसंधान केंद्र। इन स्थलों पर हमले से राष्ट्रीय सुरक्षा और अर्थव्यवस्था दोनों पर गहरा प्रभाव पड़ सकता है।
- **बढ़ती मिसाइल क्षमता और तकनीकी प्रगति:** आज मिसाइलें अत्यधिक गति, विशाल दूरी और उच्च सटीकता के साथ लक्ष्य भेदने में सक्षम हो चुकी हैं। बैलिस्टिक मिसाइलें ऊँचाई से उतरते समय बहुत अधिक गतिशील होती हैं। क्रूज़ मिसाइलें बहुत नीचे उड़कर रेडार से बच निकलती हैं। हाइपरसोनिक मिसाइलें ध्वनि की गति से पाँच गुना से अधिक तेज़ होती हैं। इन खतरों का सामना केवल एक मजबूत, तेज़ और बहु-स्तरीय मिसाइल रक्षा प्रणाली ही कर सकती है। यह प्रणाली किसी देश की वैज्ञानिक और तकनीकी क्षमता का भी परिचायक होती है। मिसाइल ट्रैकिंग, रेडार तकनीक, और इंटरसेप्टर मिसाइलों का निर्माण उच्चस्तरीय अनुसंधान और नवाचार का परिणाम है।
- **परमाणु, रासायनिक और जैविक हथियारों से सुरक्षा:** मिसाइलें कई बार परमाणु (Nuclear), रासायनिक (Chemical) और जैविक (Biological) हथियारों को भी ढो सकती हैं। ऐसी मिसाइलें अगर लक्ष्य तक पहुँच जाएँ तो मानव, पर्यावरण और अवसंरचना पर विनाश अकल्पनीय होता है। इसलिए मिसाइल को लक्ष्य तक पहुँचने से पहले ही रोकना आवश्यक है।
- **सीमित समय में निर्णय–"मिनटों की लड़ाई":** मिसाइल हमले में प्रतिक्रिया समय कुछ ही मिनटों से लेकर सेकंडों का होता है। ऐसी स्थिति में - मानव निर्णय, सैन्य कमान, और प्रतिक्रिया प्रणाली तभी प्रभावी हो सकती है जब एक स्वचालित, तेज़ और भरोसेमंद मिसाइल रक्षा ढाँचा मौजूद हो।
- **आतंकवाद और असममित युद्ध (Asymmetric Warfare) का खतरा:** आज युद्ध केवल राष्ट्र-से-राष्ट्र संघर्ष तक सीमित नहीं है। आतंकवादी संगठन, गैर-राज्यकर्ता (Non-State Actors), और दुष्ट गुट भी मिसाइलों एवं रॉकेट सिस्टम का उपयोग करने में सक्षम हो रहे हैं। ऐसी स्थिति में एक मजबूत मिसाइल रक्षा प्रणाली आतंकी हमलों को भी नियंत्रित करने में निर्णायक भूमिका निभाती है।
- **पड़ोसी देशों की सैन्य क्षमताएँ और क्षेत्रीय संतुलन:** विशेषकर दक्षिण एशिया जैसी भू-राजनीतिक रूप से संवेदनशील जगहों पर मिसाइलों

की होड़, शक्ति संतुलन, और संभावित संघर्षों का जोखिम हमेशा बना रहता है। MDS एक प्रकार की सुरक्षा बीमा है, जो किसी भी अप्रत्याशित स्थिति को नियंत्रित करने में मदद करता है।

- **रणनीतिक निरोध (Strategic Deterrence):** यह प्रणाली किसी भी प्रतिद्वंद्वी देश के लिए निवारक (Deterrent) का कार्य करती, अर्थात— जिस देश के पास प्रभावी MDS होती है, उसके ऊपर हमला करना विरोधी के लिए अत्यधिक जोखिमपूर्ण और महँगा हो जाता है। इस प्रकार MDS न केवल रक्षा करती है, बल्कि दुश्मन को आक्रामक कदम उठाने से पहले सौ बार सोचने पर मजबूर कर देती है।
- **देश की आत्मनिर्भरता और मनोवैज्ञानिक सुरक्षा:** एक मजबूत मिसाइल रक्षा प्रणाली नागरिकों और सरकार दोनों के लिए मनोवैज्ञानिक सुरक्षा प्रदान करती है। आर्थिक निवेश बढ़ता है, राष्ट्रीय आत्मविश्वास मजबूत होता है और युद्ध की अनिवार्यता कम होती है इससे देश की विदेश नीति भी अधिक दृढ़ और आत्मविश्वासी बनती है।
- **कूटनीतिक शक्ति-वर्धन (Diplomatic Force Multiplier):** जिस देश के पास विश्वसनीय MDS होती है, अंतरराष्ट्रीय मंच पर उसकी स्थिति मजबूत होती है, रणनीतिक वार्ताओं में उसका प्रभाव बढ़ता है, और सहयोगी देश भी ऐसे राष्ट्र पर अधिक भरोसा करते हैं। इसलिए मिसाइल रक्षा सिर्फ रक्षा तकनीक नहीं, बल्कि राजनयिक शक्ति का भी एक साधन है।

9. निष्कर्ष

प्रश्न केवल यह नहीं रहेगा कि कौन-सा देश सबसे शक्तिशाली है, बल्कि यह कि कौन-सा देश सबसे बुद्धिमानी से अपनी शक्ति का प्रयोग करता है। भविष्य में मिसाइल सुरक्षा प्रणाली और भी बुद्धिमान एवं स्वचालित होती जाएगी। लेज़र आधारित इंटरसेप्शन, हाइपरसोनिक डिटेक्शन और क्वांटम कम्युनिकेशन जैसी नई तकनीकें इसमें क्रांतिकारी बदलाव लाएँगी। आगामी दशक में तीन मुख्य प्रवृत्तियाँ दिखाई देंगी–

- **वैश्विक साझेदारी:** देश अपने-अपने डेटा, रेडार नेटवर्क और चेतावनी प्रणालियाँ साझा करेंगे।
- **स्पेस-बेस्ड डिफेंस:** अंतरिक्ष अब सुरक्षा का नया क्षेत्र बनेगा, जहाँ उपग्रह मिसाइल ट्रैकिंग और इंटरसेप्शन में भूमिका निभाएँगे।
- **मानव-केंद्रित सुरक्षा:** सुरक्षा प्रणालियों का लक्ष्य केवल सैन्य स्थलों की रक्षा नहीं, बल्कि शहरों, नागरिकों और बुनियादी ढाँचे की रक्षा होगा।

आने वाले वर्षों में मिसाइल सुरक्षा की राजनीति और भी जटिल होगी। हाइपरसोनिक मिसाइलें रक्षा प्रणाली को चुनौती देंगी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्णय-प्रक्रिया को बदल देगी, और क्वांटम संचार मिसाइल ट्रैकिंग में क्रांति लाएगा।

अग्नि प्राइम (अग्नि-पी) : भारत की अगली पीढ़ी की बैलिस्टिक मिसाइल प्रणाली

अविनाश शंकर

उन्नत प्रणाली केंद्र, हैदराबाद

avishan663@gmail.com

1. परिचय

अग्नि प्राइम (अग्नि-पी) बैलिस्टिक मिसाइल भारत के सामरिक मिसाइल विकास प्रयासों में एक नए युग का प्रतीक है। रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा विकसित, अग्नि-पी में अत्याधुनिक सामग्री, प्रणोदन प्रणालियाँ और मार्गदर्शन प्रौद्योगिकियाँ शामिल हैं, जिसके परिणामस्वरूप पहले के मॉडलों की तुलना में इसकी सटीकता, गतिशीलता और उत्तरजीविता में वृद्धि हुई है। यह शोधपत्र अग्नि-पी की विकास प्रक्रिया, डिज़ाइन विशेषताओं, तकनीकी नवाचारों और सामरिक निहितार्थों का अन्वेषण करता है, और इसे भारत की निवारक रणनीति और क्षेत्रीय सुरक्षा परिवेश के व्यापक ढाँचे के अंतर्गत रखता है। यह अध्ययन भारत की भूमि-आधारित परमाणु निवारक क्षमताओं के आधुनिकीकरण की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम के रूप में इस मिसाइल के महत्व को रेखांकित करता है।

एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (IGMDP) के एक भाग के रूप में 1980 के दशक में शुरू किए गए भारत के बैलिस्टिक मिसाइल विकास कार्यक्रम ने कई मिसाइल श्रेणियों का निर्माण किया है, जिनमें अग्नि श्रृंखला सबसे उल्लेखनीय है। ये मिसाइलें, जिनमें छोटी प्रणालियों से लेकर अंतरमहाद्वीपीय बैलिस्टिक मिसाइलें (ICBM) तक शामिल हैं, भारत की रणनीतिक प्रतिरोधक क्षमता का मूल आधार हैं। इनमें से, अग्नि प्राइम (अग्नि-पी) डिजाइन और प्रदर्शन में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतिनिधित्व करती है। 28 जून, 2021 को अपनी प्रारंभिक परीक्षण उड़ान के बाद, अग्नि-पी को एक कैनिस्टरयुक्त, सड़क और रेल-चलित मध्यम दूरी की बैलिस्टिक मिसाइल के रूप में पेश किया गया था, जो पहले के अग्नि मॉडलों की तकनीकी विशेषताओं को सामग्री, प्रणोदन और मार्गदर्शन प्रणालियों में नए नवाचारों के साथ एकीकृत करती है।

चित्र 1: अग्नि प्राइम मिसाइल

2. अग्नि-पी का इतिहास और विश्लेषण

अत्याधुनिक विकासात्मक चरण में, भारत की अग्नि-पी मिसाइल एक नई पीढ़ी की बैलिस्टिक मिसाइल प्रणाली है जो अग्नि-I और अग्नि-V की क्षमताओं को जोड़ती है। सघनता, चपलता और तीव्र तैनाती पर केंद्रित, अग्नि-पी का उद्देश्य भारत की सामरिक रक्षा को मजबूत करना है। इस मिसाइल का पहला सफल परीक्षण 28 जून, 2021 को किया गया था, जहाँ इसने सभी पूर्वनिर्धारित उद्देश्यों को पूरा किया, उच्च सटीकता और परिचालन प्रभावशीलता का प्रदर्शन किया। इसके बाद, दिसंबर 2021 में किए गए दूसरे परीक्षण ने विभिन्न परिस्थितियों में इसकी विश्वसनीयता और प्रदर्शन की निरंतरता की पुष्टि की। 2022 और 2024 के बीच, भारतीय रक्षा अनुसंधान एजेंसियों ने कई अतिरिक्त परीक्षण

उड़ानें भरीं, जिनमें से प्रत्येक ने मिसाइल की प्रणालियों को परिष्कृत किया और इसकी समग्र क्षमताओं को बढ़ाया। इन क्रमिक परीक्षणों ने इसके नेविगेशन, लक्ष्यीकरण और प्रणोदन प्रणालियों को अनुकूलित करने में मदद की, जिससे भविष्य में तैनाती के लिए तत्परता सुनिश्चित हुई। अग्नि-पी का विकास भारत की मिसाइल प्रौद्योगिकी में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतीक है, जो त्वरित प्रतिक्रिया और सटीक हमलों में सक्षम एक बहुमुखी और भरोसेमंद रणनीतिक विकल्प प्रदान करता है।

24 सितंबर 2025 को, डीआरडीओ ने सामरिक बल कमान (SFC) के सहयोग से रेल आधारित मोबाइल लॉन्चर प्रणाली से मध्यम दूरी की अग्नि-प्राइम मिसाइल का सफल प्रक्षेपण किया है। यह पूरी तरह से परिचालन परिदृश्य में हुआ था। यह अगली पीढ़ी की मिसाइल कई नवीनतम सुविधाओं से लैस है और 2000 किलोमीटर की दूरी तय कर सकती है। रेल-आधारित मोबाइल लॉन्चर, जो बिना किसी पूर्व शर्त के रेल नेटवर्क पर चल सकता था, इस तरह का पहला प्रक्षेपण था। यह देश भर में गतिशीलता और कम दृश्यता के साथ कम प्रतिक्रिया समय में प्रक्षेपण कर सकता है। यह स्वचालित है और अत्याधुनिक संचार प्रणालियों और सुरक्षा तंत्रों से सुसज्जित है।

2.1 तकनीकी संरचना और डिजाइन विशेषताएँ

एक परिष्कृत, आधुनिक मिसाइल विकास संदर्भ में, अग्नि-पी सामरिक रक्षा प्रौद्योगिकी में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतिनिधित्व करता है। यह एक द्वि-चरणीय, ठोस-ईंधन मिसाइल है जिसकी विशेषता इसका कैनिस्टरयुक्त डिजाइन है, जो इसे तीव्र तैनाती और प्रतिकूल वातावरण में अधिक उत्तरजीविता प्रदान करता है। कैनिस्टर प्रणाली यह सुनिश्चित करती है कि मिसाइल पर्यावरणीय कारकों से सुरक्षित रहे और त्वरित प्रक्षेपण प्रक्रियाओं को सुगम बनाए, जिससे यह सामरिक परिदृश्यों में अत्यधिक प्रभावी बन जाती है।

मिश्रित रॉकेट मोटर आवरणों (composite rocket motor casing) से निर्मित, अग्नि-पी उन्नत अग्नि-IV और अग्नि-V कार्यक्रमों से प्राप्त तकनीकी नवाचारों से लाभान्वित है। ये मिश्रित आवरण मिसाइल के समग्र भार को काफी कम कर देते हैं, जिससे इसकी सीमा-से-भार अनुपात में सुधार होता है। इसके दोनों प्रणोदन चरणों में अत्याधुनिक ठोस मिश्रित प्रणोदक लगे हैं जिनमें उच्च विशिष्ट आवेग होता है, जिससे इसकी दक्षता बढ़ती है और मिसाइल लंबी दूरी तक बड़े पेलोड ले जाने में सक्षम होती है।

निर्देशन और नौवहन इस मिसाइल की सटीक क्षमताओं के अभिन्न अंग हैं। अग्नि-पी की मार्गदर्शन प्रणाली स्वदेशी तकनीकों का मिश्रण है, जिसमें रिंग लेजर जायरो-आधारित जड़त्वीय नेविगेशन प्रणालियों (आरआईएनएस) को सूक्ष्म जड़त्वीय प्रणालियों (एमआईएनएस) के साथ जोड़कर अत्यधिक सटीक स्व-स्थिति निर्धारण किया गया है। लक्ष्य की सटीकता को और बढ़ाने के लिए, यह प्रणाली नाविक और जीपीएस नेटवर्क से उपग्रह नेविगेशन सहायता को एकीकृत करती है, जिससे चुनौतीपूर्ण परिस्थितियों में भी विश्वसनीय संचालन सुनिश्चित होता है।

अग्नि-पी की एक उल्लेखनीय विशेषता इसका गतिशील पुनः प्रवेश वाहन (आरवी) है, जो मिसाइल को पुनःप्रवेश के दौरान दिशा परिवर्तन करने की क्षमता प्रदान करता है। यह गतिशीलता लक्ष्य भेदन की संभावना को बढ़ाती है और इसे मिसाइल रक्षा प्रणालियों से अधिक प्रभावी ढंग से बचने में सक्षम बनाती है। अग्नि-पी का डिजाइन और तकनीकी विशेषताएँ इसे सामरिक मिसाइल शस्त्रागार का एक दुर्जेय घटक बनाती हैं, जो विभिन्न परिचालन स्थितियों में विस्तारित दूरी पर सटीक पेलोड पहुँचाने में सक्षम है।

मिसाइल की रेंज	1000-2000 कि.मी.
पेलोड का प्रकार	पारंपरिक और परमाणु
प्रक्षेपण भार	10-11 टन
लंबाई	11 मी.
संचालक शक्ति	दो-चरण ठोस प्रणोदक-आधारित
प्रक्षेपण मंच	सड़क और रेल कैनिस्टराइज्ड लांचर

3. निष्कर्ष

अग्नि प्राइम (अग्नि-पी) मिसाइल आधुनिक, उत्तरजीविता और लचीली निवारक क्षमताओं की ओर भारत के बदलाव

का प्रतीक है। उन्नत सामग्रियों, डिजिटल मार्गदर्शन और कनस्तरीकृत गतिशीलता को एकीकृत करके, डीआरडीओ ने एक ऐसी मिसाइल का उत्पादन किया है जो भारत के विकसित रणनीतिक परिदृश्य की परिचालन और सैद्धांतिक जरूरतों को पूरा करती है।

अपने तकनीकी गुणों से परे, अग्नि-पी तेजी से बदलते क्षेत्रीय वातावरण के भीतर एक विश्वसनीय न्यूनतम निवारक मुद्रा बनाए रखने के लिए भारत की निरंतर प्रतिबद्धता को दर्शाता है। इसके चल रहे परीक्षण और परिष्करण से दीर्घकालिक विश्वसनीयता, सटीकता और परिचालन तैयारी पर ध्यान केंद्रित करने का सुझाव मिलता है, यह सुनिश्चित करते हुए कि भारत का मिसाइल बल भविष्य में प्रभावी बना रहे।

संदर्भ

1. "डीआरडीओ ने नई पीढ़ी की अग्नि प्राइम बैलिस्टिक मिसाइल का सफलतापूर्वक परीक्षण किया," प्रेस विज्ञप्ति, 28 जून, 2021।
2. रक्षा मंत्रालय ने 3 अप्रैल, 2024 को कहा कि "अग्नि प्राइम का ओडिशा तट से सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया।"
3. जुलाई 2021 : आर्म्स कंट्रोल एसोसिएशन, "भारत ने नई बैलिस्टिक मिसाइल का परीक्षण किया।"
4. सितंबर 2025 : "भारत की अग्नि प्राइम ने रेल-आधारित प्रक्षेपण क्षमता हासिल की।"
5. अंतरराष्ट्रीय सामरिक अध्ययन संस्थान, "अग्नि प्राइम : "भारत की सामरिक प्रतिरोधक क्षमता को आगे बढ़ाना", सामरिक टिप्पणी, 2024।
6. वायु शक्ति अध्ययन केंद्र (सीएपीएस), "अग्नि प्राइम और भारत की उभरती प्रतिरोधक रणनीति" (नीति संक्षिप्त, 2023)

❖

हिंदी से जुड़े कुछ महत्वपूर्ण लिंक

- https://rajbhasha.gov.in
- https://khsindia.org/india/hi
- https://rajbhasamiti.gov.in
- https://ctb.rajbhasa.gov.in
- https://chti.rajbhasa.gove.in
- https://viswahindi.com
- https://www.hindietools.com
- https://www.kavitakosh.com
- https://www.india.gov.in/hi/

रूस की नई क्षमता : ओरेश्निक मिसाइल

श्रद्धा वर्मा

राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय

writetoshraddhaverma@gmail.com

परिचय

समकालीन वैश्विक सुरक्षा वातावरण में मिसाइल प्रणालियाँ राष्ट्रीय रणनीति, राजनीतिक संकल्प और भू-राजनीतिक संतुलन का प्रत्यक्ष माध्यम बन चुकी हैं। किसी देश द्वारा उन्नत मिसाइल प्रणाली का विकास और तैनाती अक्सर प्रत्यक्ष सैन्य उपयोग से अधिक रणनीतिक प्रतिरोध और संकेत देने के उद्देश्य से की जाती है। इसी व्यापक परिप्रेक्ष्य में रूस द्वारा विकसित ओरेश्निक मिसाइल को देखा जाना आवश्यक है। दिसंबर 2025 के अंत में रूस ने घोषणा की कि ओरेश्निक मिसाइल प्रणाली को बेलारूस में सक्रिय सेवा (active service) में शामिल कर दिया गया है और वहां के कुछ हिस्सों में यह कॉम्बैट ड्यूटी पर है। इस कारण हाल के समय में अंतरराष्ट्रीय रक्षा विमर्श में इस प्रणाली ने विशेष स्थान प्राप्त किया है।

ओरेश्निक मिसाइल की प्रकृति और तकनीकी पृष्ठभूमि

ओरेश्निक को एक भूमि आधारित मध्यम दूरी की बैलिस्टिक मिसाइल प्रणाली यानी ऐसी मिसाइल जो 500 से 5,500 किलोमीटर तक की दूरी पर लक्ष्य मार सकती है, के रूप में वर्गीकृत किया जाता है जिसे आधुनिक उच्च-गति युद्ध आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए विकसित किया गया है। उपलब्ध सार्वजनिक सूचनाओं के अनुसार, यह मिसाइल अत्यधिक उच्च वेग पर संचालित होती है। यह ध्वनि की गति का लगभग 10 गुना (Mach 10) तक जा सकती है जो इसे अत्यधिक तेज़ और इंटरसेप्शन-प्रतिरोधी बनाती है। इसकी संरचना और उड़ान प्रोफ़ाइल इस ओर संकेत करती है कि इसे मौजूदा मिसाइल रक्षा प्रणालियों की सीमाओं को चुनौती देने के उद्देश्य से डिज़ाइन किया गया है। ओरेश्निक की अनुमानित उड़ान दूरी लगभग 3,400 से 5,500 किमी तक है, जो कि पूरे यूरोप और कुछ हद तक अमेरिका के पूर्वी हिस्से तक पहुंचने की क्षमता रखती है।

रूस ने नवंबर 2024 में ओरेश्निक को पहली बार यूक्रेन के ड्निप्रो में एक रक्षा संयंत्र पर दागा था, जिसे रूस ने 'परीक्षण' बताया था। इस मिसाइल ने लगभग 15 मिनट में 700 किमी की दूरी तय की थी और लगभग Mach 11 गति हासिल की थी। अधिकारियों के मुताबिक उस परीक्षण मिसाइल में विस्फोटक चार्ज नहीं था, और यह एक डेटा संग्रह या प्रदर्शन उड़ान थी, जिससे रूस ने प्रक्षेपण क्षमता का परीक्षण किया था। अब दिसंबर, 2025 में रूस ने घोषणा की है कि ओरेश्निक मिसाइल सिस्टम अब सक्रिय सैन्य सेवा में शामिल हो गया है और इसे बेलारूस में तैनात किया जा रहा है।

यह भी व्यापक रूप से माना जाता है कि ओरेश्निक पारंपरिक तथा परमाणु दोनों प्रकार के वारहेड ले जाने में सक्षम हो सकती है। इसके अतिरिक्त, संभावित मल्टी-वारहेड क्षमता और मोबाइल लॉन्च प्लेटफॉर्म से प्रक्षेपण की सुविधा इसे आधुनिक बैलिस्टिक प्रणालियों की श्रेणी में एक लचीला और उत्तरजीविता-आधारित हथियार बनाती है। यह मूलतः रूस की RS-26 "Rubezh" ICBM तकनीक पर आधारित मानी जाती है, जिससे इसे बेहतरीन मार्गदर्शन और गतिशील नियंत्रण मिलता है।इन विशेषताओं के कारण ओरेश्निक को रणनीतिक प्रतिरोध के उपकरण के रूप में देखा जा रहा है।

तैनाती का महत्व

ओरेश्निक मिसाइल को प्रयोगात्मक या अवधारणात्मक चरण

से आगे बढ़ाकर सक्रिय सैन्य परिदृश्य में तैनात किया गया है। इस तैनाती का महत्व केवल परिचालन स्तर तक सीमित नहीं है, बल्कि इसका गहरा भू-राजनीतिक निहितार्थ भी है। बेलारूस से संभावित प्रक्षेपण यूरोप के बड़े भूभाग को इसके दायरे में लाता है, जिससे नाटो और यूरोपीय सुरक्षा ढाँचे के समक्ष नई रणनीतिक चुनौतियाँ उत्पन्न होती हैं। इस मिसाइल की बेलारूस में तैनाती विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे रूस की फॉरवर्ड डिप्लॉयमेंट क्षमता बढ़ती है। बेलारूस भौगोलिक रूप से यूरोप के अत्यंत संवेदनशील क्षेत्र के निकट स्थित है, जिससे ओरेश्निक की मारक सीमा में नाटो के कई प्रमुख देश और सैन्य ठिकाने आ जाते हैं। इसका अर्थ यह है कि रूस अब अपने संभावित प्रतिद्वंद्वियों पर कम समय में दबाव बना सकता है, जिससे उनकी प्रतिक्रिया और निर्णय प्रक्रिया पर सीधा असर पड़ता है।

रूस के प्रचार अनुसार यदि मिसाइल यूरोप की ओर प्रक्षेपित होती है, तो यह पोलैंड तक लगभग 11 मिनट, और ब्रुसेल्स (नाटो मुख्यालय) तक 17 मिनट में पहुंच सकती है। रूसी नेतृत्व का कहना है कि ओरेश्निक वर्तमान मिसाइल रक्षा प्रणालियों से पकड़ा नहीं जा सकता (impossible to intercept)। हालांकि यह दावा विशेषज्ञों द्वारा अलग-अलग आंकलित होता है। रूस द्वारा इस प्रणाली से संबंधित दृश्य सामग्री और सार्वजनिक बयान यह संकेत देते हैं कि यह कदम एक सुविचारित रणनीतिक संचार प्रक्रिया का हिस्सा है, जिसका उद्देश्य प्रतिरोधक प्रभाव को अधिकतम करना है।

बेलारूस में तैनाती का एक और महत्वपूर्ण पहलू यह है कि इससे रूस और बेलारूस के बीच सैन्य-रणनीतिक एकीकरण और गहरा होता है। इससे संकेत मिलता है कि रूस अपनी सुरक्षा परिधि को अपने सीमित भौगोलिक क्षेत्र से आगे बढ़ाकर सहयोगी देशों तक विस्तारित कर रहा है। यह व्यवस्था बेलारूस को भी रूसी रणनीतिक 'परमाणु छतरी' के अंतर्गत लाती है, जिससे क्षेत्रीय शक्ति संतुलन प्रभावित होता है।

वैश्विक सुरक्षा संतुलन पर प्रभाव

ओरेश्निक जैसी उन्नत मिसाइल प्रणालियों का उभरना इस तथ्य को रेखांकित करता है कि शीत युद्ध के पश्चात विकसित हुए हथियार नियंत्रण और रणनीतिक स्थिरता के ढाँचे अब बढ़ते दबाव में हैं। अत्यधिक तेज़ और तकनीकी रूप से उन्नत बैलिस्टिक प्रणालियाँ रणनीतिक संतुलन की मौजूदा परिभाषाओं को पुनर्परिभाषित करती हैं। मध्यम दूरी की बैलिस्टिक मिसाइलों की पुनः सक्रिय भूमिका इस बात का संकेत है कि भविष्य की सुरक्षा व्यवस्था में तकनीकी प्रतिस्पर्धा और शक्ति प्रदर्शन की भूमिका और अधिक बढ़ने वाली है।

इस संदर्भ में, ओरेश्निक को रूस की व्यापक शक्ति-प्रदर्शन नीति और प्रतिरोधक रणनीति के हिस्से के रूप में देखा जा सकता है, जो सैन्य क्षमता के साथ-साथ राजनीतिक संदेश भी देती है। यह प्रवृत्ति दर्शाती है कि भविष्य की रणनीतिक प्रतिस्पर्धा में तकनीकी श्रेष्ठता का महत्व लगातार बढ़ता जा रहा है। रूस-यूक्रेन युद्ध के दौरान रूस द्वारा उन्नत मिसाइल क्षमताओं का प्रदर्शन और उसके बाद ओरेश्निक जैसी प्रणालियों की तैनाती को भी एक ही निरंतर रणनीतिक प्रक्रिया के रूप में देखा जाना चाहिए। यूक्रेन संघर्ष ने यूरोप की सुरक्षा संरचना को सीधे प्रभावित किया है और रूस इस बात से अवगत है कि युद्ध अबनाटो और पश्चिमी देशों के साथ व्यापक रणनीतिक टकराव का रूप ले चुका है। ऐसे में ओरेश्निक की तैनाती रूस को यह अवसर देती है कि वह यूरोप के सामरिक केंद्रों को अपने प्रतिरोधक दायरे में स्पष्ट रूप से शामिल कर सके।

भारत के संदर्भ में रणनीतिक निहितार्थ

भारत के लिए ओरेश्निक मिसाइल का प्रत्यक्ष सैन्य प्रभाव सीमित प्रतीत होता है, किंतु इसका अप्रत्यक्ष रणनीतिक महत्व उल्लेखनीय है। वैश्विक मिसाइल प्रौद्योगिकी में इस प्रकार के विकास भारत के दीर्घकालिक सुरक्षा आकलन के लिए प्रासंगिक हैं। भारत की मिसाइल और परमाणु नीति ऐतिहासिक रूप से न्यूनतम विश्वसनीय प्रतिरोध, 'नो फ़र्स्ट यूज़' और रक्षात्मक अभिविन्यास पर आधारित रही है। यह तैनाती दर्शाती है कि वैश्विक स्तर पर प्रमुख सैन्य शक्तियाँ अब फिर से उच्च गति, लंबी दूरी और कम चेतावनी समय वाली मिसाइल प्रणालियों को अपने सुरक्षा ढाँचे का केंद्रीय हिस्सा बना रही हैं। भारत के लिए यह संकेत इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि उसकी सुरक्षा चुनौतियाँ पहले से ही बहु-आयामी

और जटिल हैं।

भारतीय संदर्भ में, यह विकास इस तथ्य को रेखांकित करता है कि भविष्य की रणनीतिक प्रतिस्पर्धा केवल पारंपरिक बैलिस्टिक दूरी या हथियारों की संख्या तक सीमित नहीं रहेगी। गति, सटीकता, और निर्णय लेने का सीमित समय निर्णायक कारक बनते जा रहे हैं। ऐसे में भारत की स्वदेशी मिसाइल क्षमताएँ जिनमें बैलिस्टिक, क्रूज़ और उभरती हुई उन्नत प्रणालियाँ शामिल हैं, के निरंतर आधुनिकीकरण की आवश्यकता और भी स्पष्ट हो जाती है।

ओरेश्निक जैसी प्रणालियाँ यह भी दिखाती हैं कि मिसाइल रक्षा रणनीतिक स्थिरता का अनिवार्य घटक बनती जा रही है। भारत, जो पहले ही बहुस्तरीय मिसाइल रक्षा अवधारणाओं पर कार्य कर रहा है, के लिए यह आवश्यक हो जाता है कि वह सेंसर, रेडार, और कमांड-एंड-कंट्रोल नेटवर्क के एकीकृत विकास पर विशेष ध्यान दे। तेज़ गति वाली मिसाइलों के युग में समय पर पहचान और प्रतिक्रिया क्षमता निर्णायक सिद्ध होती है।

ओरेश्निक की तैनाती भारत को यह सुझाव देती है कि वह स्वयं को एक जिम्मेदार और संतुलित शक्ति के रूप में प्रस्तुत करता रहे। ऐसे समय में जब कई देश सैन्य शक्ति के प्रदर्शन को प्राथमिकता दे रहे हैं, भारत की रणनीति संयम, पारदर्शिता और आत्मरक्षा पर आधारित रहकर उसे वैश्विक मंच पर अलग पहचान देती है। यह दृष्टिकोण भारत की रणनीतिक स्वायत्तता और दीर्घकालिक सुरक्षा हितों के अनुरूप है। यह संदर्भ भारत को यह याद दिलाता है कि बदलते वैश्विक सुरक्षा परिवेश में सतर्कता, तकनीकी आत्मनिर्भरता और नीति-स्तरीय संतुलन ही दीर्घकालिक सुरक्षा की कुंजी हैं। यही वह दृष्टिकोण है जो भारत को अपनी सुरक्षा सुनिश्चित करने में, और एक स्थिर और जिम्मेदार शक्ति के रूप में स्थापित करने में सहायक होगा।

आकाश मिसाइल : वायु रक्षा प्रणाली, रेंज और तीव्रता

जगत सिंह

राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय

Jagatg1@gmail.com

परिचय

आकाश मिसाइल भारत द्वारा विकसित एक उन्नत वायु-रक्षा प्रणाली है। यह एक मध्यम दूरी की सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल है जिसे हवाई खतरों से बचाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। आकाश मिसाइल प्रणाली दुश्मन के विमानों, हेलीकॉप्टरों, ड्रोन और क्रूज मिसाइलों को उच्च परिशुद्धता के साथ निशाना बनाती है। डीआरडीओ द्वारा विकसित यह मिसाइल भारत की वायु रक्षा क्षमताओं को मजबूत करती है।

आकाश मिसाइल क्या है?

आकाश मिसाइल एक मध्यम दूरी की सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल (एसएएम) है। इसे दुश्मन के विमानों, हेलीकॉप्टरों, ड्रोन और आने वाली मिसाइलों को रोकने और नष्ट करने के लिए बनाया गया है। यह मिसाइल सभी मौसम की स्थिति और इलाकों में काम कर सकती है। यह सटीक निशाना लगाने के लिए राजेंद्र रेडार नामक उन्नत रेडार का उपयोग करता है। आकाश मिसाइल की गति मैक 2.5 तक पहुँचती है, जो इसे उच्च गति वाले हवाई खतरों के खिलाफ तेज़ और प्रभावी बनाती है।

मिसाइल को मोबाइल प्लेटफॉर्म से लॉन्च किया जाता है। इससे भारतीय वायुसेना और सेना को तेजी से तैनाती के लिए लचीलापन मिलता है। आकाश मिसाइल प्रणाली एक साथ कई लक्ष्यों को निशाना बना सकती है। यह सैन्य ठिकानों, हवाई क्षेत्रों और महत्वपूर्ण शहरों जैसी महत्वपूर्ण संपत्तियों को हवाई हमलों से बचाने में मदद करती है।

आकाश मिसाइल का विकास और इतिहास

आकाश मिसाइल को भारत के डीआरडीओ द्वारा 1980 के दशक में एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (आईजीएमडीपी) के तहत विकसित किया गया था, ताकि स्वदेशी रक्षा क्षमताओं को बढ़ाया जा सके और विदेशी मिसाइल प्रणालियों पर निर्भरता कम की जा सके।

डीआरडीओ की भूमिका

आकाश मिसाइल को रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा विकसित किया गया था। इसका विकास 1980 के दशक में एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (IGMDP) के तहत शुरू हुआ था। इस कार्यक्रम का उद्देश्य भारत को मिसाइल प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भर बनाना था। इस कार्यक्रम की अन्य मिसाइलों में पृथ्वी, अग्नि, त्रिशूल और नाग शामिल हैं।

आकाश मिसाइल प्रणाली को पूर्ण रूप से विकसित होने में कई दशक लग गए। शुरुआती परीक्षणों में तकनीकी चुनौतियों का सामना करना पड़ा, लेकिन डीआरडीओ ने उन्हें पार कर लिया। मिसाइल 2009 में भारतीय सशस्त्र बलों के साथ सक्रिय सेवा में शामिल हुई।

प्रेरण और तैनाती

भारतीय वायुसेना ने सबसे पहले आकाश मिसाइल प्रणाली को शामिल किया। बाद में इसे भारतीय सेना ने भी अपनाया। दोनों सेनाएं अब इस मिसाइल से लैस कई रेजिमेंट संचालित करती हैं। वे संवेदनशील सीमाओं और रणनीतिक स्थानों पर इसका बड़े पैमाने पर इस्तेमाल करते हैं।

हाल ही में उन्नत संस्करण आकाश प्राइम मिसाइल को शामिल किया गया है। इससे रेडार क्षमता और बेहतर सटीकता प्राप्त हुई है। इस अपग्रेड से भारत के वायु रक्षा नेटवर्क में और सुधार होगा।

आकाश मिसाइल की तकनीकी विशेषताएं

आकाश मिसाइल एक उन्नत सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल है, जिसमें ठोस ईंधन प्रणोदन, कमांड रेडार मार्गदर्शन, उच्च विस्फोटक वारहेड और तीव्र गतिशीलता है, जिसे सभी मौसम की परिस्थितियों में हवाई खतरों को प्रभावी ढंग से रोकने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

मिसाइल के प्रकार और विशेषताएं

आकाश मिसाइल एक मध्यम दूरी की सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल है। इसमें ठोस ईंधन रॉकेट प्रणोदन है, जिससे इसे लॉन्च करना आसान है। मिसाइल का वजन लगभग 720 किलोग्राम है और यह लगभग 5.8 मीटर लंबी है। यह लगभग 60 किलोग्राम वजन का वारहेड ले जाती है, जो हवाई खतरों को पूरी तरह से नष्ट करने में सक्षम है।

मिसाइल कमांड गाइडेंस का इस्तेमाल करती है। रेडार सिस्टम मिसाइल और लक्ष्य दोनों को एक साथ ट्रैक करता है। इससे मिसाइल तेज़ रफ़्तार वाले लक्ष्यों के खिलाफ़ सटीक और प्रभावी हो जाती है।

आकाश मिसाइल की गति और रेंज

आकाश मिसाइल की गति मैक 2.5 (लगभग 3,000 किमी/घंटा) तक है। यह 30 मीटर से लेकर 18 किलोमीटर की ऊंचाई पर स्थित लक्ष्यों को भेद सकता है। मूल आकाश मिसाइल की परिचालन सीमा लगभग 25 से 30 किमी है। उन्नत आकाश प्राइम मिसाइल की सीमा थोड़ी अधिक है, जो बेहतर प्रदर्शन प्रदान करती है।

आकाश मिसाइल के प्रकार

आकाश मिसाइल की क्षमताओं को बढ़ाने के लिए इसके कई संस्करण विकसित किए गए हैं–

- **आकाश एमके-1:** भारतीय सेना और वायु सेना द्वारा तैनात प्रारंभिक संस्करण, जो मध्यम दूरी की हवाई रक्षा प्रदान करता है, तथा हवाई खतरों को प्रभावी ढंग से रोकने में सक्षम है।
- **आकाश-1एस:** उन्नत सीकर प्रौद्योगिकी और बेहतर सटीकता वाला उन्नत संस्करण, जो इसे छोटे, तेज गति वाले हवाई खतरों के खिलाफ अत्यधिक प्रभावी बनाता है।
- **आकाश प्राइम मिसाइल:** विस्तारित रेंज, उन्नत रेडार मार्गदर्शन और ड्रोन जैसे कम ऊंचाई वाले खतरों के खिलाफ बेहतर प्रदर्शन के साथ नवीनतम उन्नत संस्करण।
- **आकाश-एनजी (अगली पीढ़ी):** विकास के अंतर्गत, आकाश-एनजी में बेहतर रेंज, हल्की मिसाइल डिजाइन और उच्च परिशुद्धता के लिए सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से स्कैन की गई सरणी (एईएसए) रेडार एकीकरण की सुविधा है।

आकाश मिसाइल प्रणाली और रेडार क्षमताएं

आकाश मिसाइल प्रणाली उन्नत रेडार प्रौद्योगिकी, मुख्य रूप से राजेंद्र रेडार पर निर्भर करती है, जो वास्तविक समय पर ट्रैकिंग, सटीक मार्गदर्शन और कई हवाई लक्ष्यों पर एक साथ निशाना साधने की सुविधा प्रदान करती है, जिससे मजबूत वायु रक्षा क्षमता सुनिश्चित होती है।

राजेंद्र रेडार

राजेंद्र रेडार आकाश मिसाइल प्रणाली का मुख्य अंग है। यह एक बहुक्रियाशील रेडार है जो कई लक्ष्यों को ट्रैक करने में सक्षम है। यह मिसाइलों को आने वाले खतरों की दिशा में सटीक रूप से निर्देशित करता है। रेडार 80 किलोमीटर दूर तक के लक्ष्यों का पता लगा सकता है।

यह वास्तविक समय में अपडेट और मध्य-पाठ्यक्रम सुधार प्रदान करता है। यह उन्नत रेडार आकाश मिसाइल को स्टील्थ विमान, ड्रोन और क्रूज मिसाइलों का पता लगाने में विश्वसनीय बनाता है।

कमांड और नियंत्रण प्रणाली

आकाश वायु रक्षा प्रणाली में एक मजबूत कमांड और नियंत्रण सेटअप है। यह रेडार, मिसाइल लांचर और मोबाइल कमांड सेंटर को प्रभावी ढंग से समन्वयित करता है। पूरा सिस्टम तेजी से काम करता है, जिससे खतरों पर तेजी से प्रतिक्रिया सुनिश्चित होती है। यह परिचालन रूप से लचीला है और युद्ध के मैदान की आवश्यकताओं के अनुसार आसानी से ढल जाता है।

आकाश प्राइम मिसाइल: उन्नत संस्करण

आकाश प्राइम मिसाइल मूल मिसाइल का नवीनतम और उन्नत संस्करण है। इसमें बेहतर रेडार मार्गदर्शन, सटीकता और दक्षता है। यह ड्रोन और क्रूज मिसाइलों जैसे कम ऊंचाई पर उड़ने वाले खतरों को प्रभावी ढंग से निशाना बनाता है।

हाल ही में किए गए परीक्षणों से पता चला है कि आकाश प्राइम मिसाइल लंबी दूरी पर स्थित लक्ष्यों को प्रभावी ढंग से भेद सकती है। डीआरडीओ ने कहा है कि नया संस्करण भारत की वायु रक्षा क्षमताओं को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाता है।

सरकारी पहल और स्वदेशीकरण

सरकार स्वदेशी विकास को बढ़ावा देने, आत्मनिर्भरता बढ़ाने, आयात कम करने और भारत के रक्षा निर्यात को बढ़ावा देने की पहल के माध्यम से आकाश मिसाइल का समर्थन करती है।

- मेक इन इंडिया आकाश मिसाइल प्रणाली के स्थानीय उत्पादन को बढ़ावा देता है, जिससे रक्षा प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भरता बढ़ती है।
- आत्मनिर्भर भारत डीआरडीओ की आकाश जैसी परियोजनाओं का समर्थन करता है, स्वदेशी नवाचार पर जोर देता है और आयात निर्भरता को कम करता है।
- रक्षा निर्यात नीति सक्रिय रूप से आकाश मिसाइल का वैश्विक स्तर पर विपणन करती है, तथा देश इसे खरीदने में रुचि दिखा रहे हैं।
- सार्वजनिक-निजी भागीदारी में उत्पादन के लिए भारत डायनेमिक्स लिमिटेड, टाटा पावर और एलएंडटी जैसी कंपनियों के साथ सहयोग शामिल है।

निष्कर्ष

आकाश मिसाइल भारत की रक्षा रणनीति में एक महत्वपूर्ण संपत्ति है। इसकी तैनाती राष्ट्रीय सुरक्षा को बढ़ाती है, जिससे मजबूत वायु रक्षा सुनिश्चित होती है। मिसाइल महत्वपूर्ण रक्षा प्रौद्योगिकी में भारत की आत्मनिर्भरता को प्रदर्शित करती है, जो स्वदेशी नवाचार में महत्वपूर्ण प्रगति को दर्शाती है।

❖

अस्त्र मिसाइल

अमित सिंह

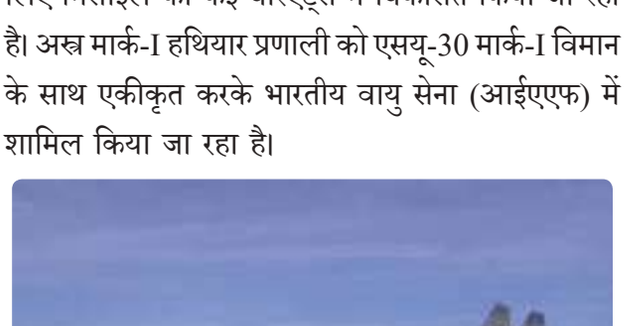
सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

amitsingh.cemilac@gov.in

परिचय

आधुनिक युद्ध में मिसाइलों का महत्व अत्यधिक बढ़ चुका है। भारतीय रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन द्वारा विकसित "अस्त्र" मिसाइल भारतीय वायु सेना की प्रमुख ताकतों में से एक है। यह मिसाइल हवा से हवा में मार करने वाली एक अत्याधुनिक प्रणाली है, जो भारत को अपनी वायु सुरक्षा को मजबूत बनाने में मदद कर रही है।

अस्त्र एक बियॉन्ड विजुअल रेंज (बीवीआर) वर्ग की हवा-से-हवा में मार करने वाली मिसाइल (एएएम) प्रणाली है, जिसे लड़ाकू विमानों पर स्थापित करने के लिए बनाया गया है। इस मिसाइल को अत्यधिक चालाक (मेनूवरिंग) सुपरसोनिक विमानों को निशाना लगाने और मार गिराने के लिए बनाया गया है। मिसाइल में सभी मौसमों में दिन और रात की क्षमता है। विशिष्ट आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए मिसाइल को कई वेरिएंट्स में विकसित किया जा रहा है। अस्त्र मार्क-I हथियार प्रणाली को एसयू-30 मार्क-I विमान के साथ एकीकृत करके भारतीय वायु सेना (आईएएफ) में शामिल किया जा रहा है।



अस्त्र भारतीय वायु सेना और भारतीय नौसेना के लिए रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा विकसित सभी मौसम से परे दृश्य-सीमा वाली हवा से हवा में मार करने वाली मिसाइल (बीवीआरएएएम) का एक भारतीय परिवार है, जिसका मतलब है कि यह मिसाइल लक्ष्य तक पहुँचने के लिए रेडार या दृश्य संपर्क की आवश्यकता के बिना दुश्मन को लक्ष्य बना सकती है। इसकी रेंज लगभग 500 मी. से 340 किलोमीटर तक है, जिससे यह दुश्मन के विमानों को काफी दूर से नष्ट कर सकती है। अस्त्र मिसाइल में स्वचालित मार्गदर्शन प्रणाली होती है, जो उसे लक्ष्य पर सटीक निशाना लगाने में सक्षम बनाती है।

अस्त्र मिसाइल अत्यधिक गति से उड़ने में सक्षम है और यह किसी भी मौसम और वातावरण में काम करने की क्षमता रखती है। इसमें इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल/इन्फ्रारेड (EO/IR) साधन होते हैं, जिससे यह रात में भी अपने लक्ष्य को भेदने में सक्षम होती है।

अस्त्र मिसाइल की संरचना

इसकी संरचना और घटक इसे वायु युद्ध में महत्वपूर्ण बना देते हैं। अस्त्र मिसाइल की संरचना में कई महत्वपूर्ण तत्व होते हैं, जो इस प्रकार हैं–

1. **लॉन्चिंग सिस्टम:** अस्त्र मिसाइल को विभिन्न प्रकार के विमान से लॉन्च किया जा सकता है। जैसे सुखोई-30 मार्क-I, मिराज-2000 और अन्य वायु सेना के लड़ाकू विमान। यह मिसाइल विमान से लॉन्च होते समय पूरी तरह से स्वचालित होती है और रेडार द्वारा नियंत्रित मार्गदर्शन करती है।
2. **वॉरहेड:** अस्त्र मिसाइल का वॉरहेड अत्यधिक शक्तिशाली होता है। यह उच्च विस्फोटक सामग्री से लैस होता है, जिससे यह अपने लक्ष्य को भेदने

और नष्ट करने में सक्षम होता है। इसका वॉरहेड किसी भी प्रकार के विमान को मार गिराने के लिए पर्याप्त ताकत रखता है।

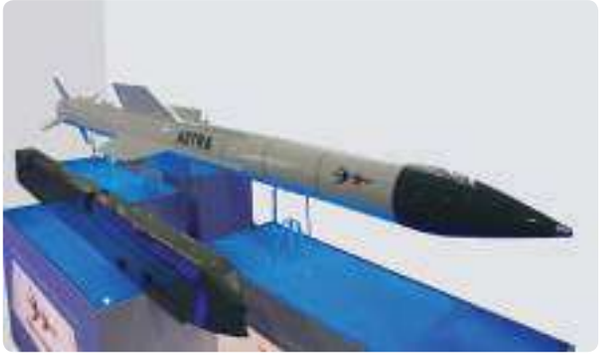
3. **गाइडेंस सिस्टम:** अस्त्र मिसाइल का गाइडेंस सिस्टम बेहद उन्नत है। इसमें रेडार और इन्फ्रारेड सेंसर होते हैं, जो इसे अपने लक्ष्य की दिशा और गति को सटीक रूप से निर्धारित करने में मदद करते हैं। यह मिसाइल "बियोंड विज़ुअल रेंज" की श्रेणी में आती है यानी यह बिना दृश्य संपर्क के दूर से भी लक्ष्य पर हमला कर सकती है। इसमें एक्टिव रेडार होमिंग सिस्टम भी होता है, जिससे यह अंतिम चरण में लक्ष्य को अत्यधिक सटीकता से निशाना बना सकती है।
4. **प्रोपल्शन सिस्टम:** अस्त्र मिसाइल में एक ठोस प्रणोदक प्रणाली का उपयोग किया जाता है। यह प्रणोदक प्रणाली मिसाइल को उच्च गति प्रदान करती है, जिससे यह अपने लक्ष्य तक तेजी से पहुँच सकती है। इसकी गति Mach 4 (प्राकृतिक ध्वनि की गति से चार गुना तेज) तक हो सकती है, जिससे यह दुश्मन के विमानों से अधिक तेज़ है।
5. **सेंसर और ऑप्टिकल सिस्टम:** अस्त्र मिसाइल में अत्याधुनिक सेंसर और ऑप्टिकल सिस्टम लगे होते हैं, जो इसे लक्ष्य पर अचूक निशाना साधने में मदद करते हैं। इसमें एक इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल/इन्फ्रारेड (EO/IR) प्रणाली भी होती है, जो दिन और रात के दौरान विभिन्न वातावरण में काम करने की क्षमता प्रदान करती है।
6. **ऑन-बोर्ड कम्प्यूटर:** मिसाइल के अंदर एक ऑन-बोर्ड कम्प्यूटर होता है, जो मार्गदर्शन प्रणाली और सेंसर से डेटा प्रोसेस करता है और मिसाइल के संचालन को नियंत्रित करता है। यह कम्प्यूटर मिसाइल के पूरे मार्गदर्शन और संचालन को स्वचालित रूप से नियंत्रित करता है, जिससे यह अपने लक्ष्य को अधिक सटीकता से नष्ट करने में सक्षम होती है।
7. **कनेक्टिविटी और कंट्रोल:** अस्त्र मिसाइल के पास उच्च-स्तरीय कनेक्टिविटी होती है, जो इसे अपने लॉन्चिंग विमान और नियंत्रण केंद्र से लगातार संपर्क में रहने में मदद करती है। मिसाइल को कनेक्टेड नेटवर्क के माध्यम से नियंत्रण और मार्गदर्शन मिलता है, जिससे इसे अपने लक्ष्य की स्थिति और गति के अनुसार बेहतर रूप से समायोजित किया जा सकता है।
8. **रेंज और शॉटिंग क्षमताएँ:** अस्त्र मिसाइल की रेंज लगभग 350 किलोमीटर तक होती है, जिससे यह दुश्मन के विमानों को लंबी दूरी से मार गिराने की क्षमता रखती है। इसके अलावा, यह मिसाइल कई प्रकार के विमानों और विभिन्न ऊंचाईयों से लॉन्च की जा सकती है, जिससे इसके शॉटिंग रेंज और क्षमताएँ और बढ़ जाती हैं।

अस्त्र मिसाइल के वेरिएंट्स

अस्त्र मिसाइल के विभिन्न वेरिएंट्स का विकास किया गया है, जो अपनी विशेषताओं और क्षमताओं में भिन्न हैं। आइए जानते हैं अस्त्र मिसाइल के प्रमुख वेरिएंट्स के बारे में–

अस्त्र मार्क-I

अस्त्र मिसाइल का पहला वेरिएंट अस्त्र मार्क-I था, जिसे भारतीय वायु सेना की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए डिज़ाइन किया गया था। इसकी प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं–



- **रेंज:** अस्त्र मार्क-I की रेंज लगभग 80-110 किलोमीटर तक होती है।
- **मार्गदर्शन प्रणाली:** इसमें सक्रिय रेडार होमिंग

प्रणाली का उपयोग किया जाता है, जिससे यह बिना दृश्य संपर्क के अपने लक्ष्य को सटीक रूप से निशाना बना सकती है।

- **लॉन्च प्लेटफॉर्म:** इस वेरिएंट को विभिन्न भारतीय लड़ाकू विमानों जैसे सुखोई-30 मार्क-I, मिराज-2000 और राफेल से लॉन्च किया जा सकता है।
- **सुविधाएँ:** इसका उद्देश्य दुश्मन के विमानों को लंबी दूरी से मार गिराना है। इसे 2017 में भारतीय वायु सेना में शामिल किया गया था।

1. अस्त्र मार्क-II

अस्त्र मार्क-II, अस्त्र मिसाइल का उन्नत वेरिएंट है, जिसे अस्त्र मार्क-I के बाद विकसित किया गया। इसमें एमके-1 वेरिएंट की अधिकांश विशेषताएं बरकरार हैं, जिसमें नए स्वदेशी डुअल-पल्स रॉकेट मोटर, लेजर प्रॉक्सिमिटी फ्यूज और एईएसए रेडार सीकर सहित कई अपग्रेड शामिल हैं। इसके प्रमुख सुधार और विशेषताएँ निम्नलिखित हैं–

- **रेंज:** अस्त्र मार्क-II की रेंज को बढ़ाकर लगभग 160 किलोमीटर किया गया है, जिससे यह दुश्मन के विमानों को और भी दूर से नष्ट कर सकता है।
- **सटीकता:** इस वेरिएंट में बेहतर मार्गदर्शन प्रणाली का उपयोग किया गया है, जिससे इसकी सटीकता और भी बढ़ गई है। इसमें सक्रिय रेडार होमिंग और इंफ्रारेड सेंसिंग दोनों का समावेश किया गया है, जिससे यह रात के समय भी प्रभावी हो सकती है।
- **नई प्रणोदन प्रणाली:** अस्त्र मार्क-II में नई और अधिक शक्तिशाली प्रणोदन प्रणाली का उपयोग किया गया है, जिससे इसकी गति और उड़ान क्षमता में सुधार हुआ है।
- **इंटीग्रेशन:** अस्त्र मार्क-II को भारतीय वायु सेना के विभिन्न लड़ाकू विमानों में इंटीग्रेट किया गया है और इसका उपयोग विभिन्न ऑपरेशनल स्थितियों में किया जा सकता है।

2. गांडीव

एमके-3 के रूप में नामित वेरिएंट का नाम महाभारत के अर्जुन के गांडीव के नाम पर रखा गया है, जिसे पहले एस्ट्रा मार्क-3 कहा जाता था, में एक एयर-ब्रीदिंग प्रोपल्शन सिस्टम शामिल है, जिसे सॉलिड फ्यूल डक्टेड रैमजेट (एसएफडीआर) के रूप में नामित किया गया है, जो इसे पूर्ववर्तियों से अलग करता है। सॉलिड फ्यूल डक्टेड रैमजेट (एसएफडीआर) पर आधारित यह मिसाइल 340 किमी (210 मील) की अधिकतम रेंज प्रदर्शित करती है। यह मिसाइल लड़ाकू विमानों को एईडब्ल्यूएंडसी, परिवहन विमान, इन-फ्लाइट रिफ्यूलर, रणनीतिक बमवर्षक के साथ-साथ लंबी दूरी पर दुश्मन के लड़ाकू विमानों सहित रणनीतिक लक्ष्यों को निशाना बनाने में सक्षम बनाती है। इसके प्रमुख उद्देश्य और सुविधाएँ थीं–

- **उद्देश्य:** इसे मुख्य रूप से मिसाइल प्रणाली के विभिन्न पहलुओं का परीक्षण करने के लिए डिज़ाइन किया गया था, जैसे कि मार्गदर्शन प्रणाली, रेंज और सटीकता।
- **प्रदर्शन:** इस वेरिएंट का उद्देश्य भारतीय वायु सेना को मिसाइल के प्रदर्शन के परिणामों के आधार पर सुधार और विकास के लिए दिशा प्रदान करना था।

3. वीएल-एसआरएसएएम

वीएल-एसआरएसएएम अस्त्र मार्क-I एयर-टू-एयर मिसाइल पर आधारित है, जिसमें चार शॉर्ट-स्पैन लॉन्ग-कॉर्ड क्रूसिफ़ॉर्म पंख हैं, जो वायुगतिकीय स्थिरता प्रदान करते हैं। इसमें ऊर्ध्वाधर प्रक्षेपण और धुआं रहित निकास पर त्वरित प्रतिक्रिया समय को सक्षम करने के लिए अतिरिक्त जेट वेन संचालित थ्रस्ट वेक्टर नियंत्रण भी शामिल है। यह अस्त्र परिवार की सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल व्युत्पन्न है, जो पुराने बराक 1 शॉर्ट रेंज एसएएम सिस्टम को बदलने के लिए भारतीय नौसेना की आवश्यकताओं पर आधारित है।

अस्त्र मिसाइल के अनुप्रयोग

अस्त्र मिसाइल भारतीय वायु सेना के लिए एक अत्याधुनिक और बहुपरकारी हथियार है, जिसे "हवा से हवा" में मार करने वाली मिसाइल के रूप में विकसित किया गया है। इसकी डिजाइन और विशेषताएँ इसे विभिन्न सैन्य परिस्थितियों में उपयोगी बनाती हैं। अस्त्र मिसाइल के प्रमुख अनुप्रयोग

निम्नलिखित हैं–

1. **वायु सुरक्षा:** अस्त्र मिसाइल का मुख्य उपयोग वायु सुरक्षा के क्षेत्र में होता है। यह मिसाइल हवा में उड़ते दुश्मन के विमानों को नष्ट करने के लिए बनाई गई है। इसकी लंबी रेंज और उच्च गति के कारण, यह दुश्मन के विमानों को बहुत दूर से निशाना बना सकती है। इससे भारतीय वायु सेना को अपनी सीमाओं और हवाई क्षेत्र की सुरक्षा को मजबूत बनाने में मदद मिलती है।
2. **बियोंड विज़ुअल रेंज मिसाइल प्रणाली:** अस्त्र मिसाइल बियोंड विज़ुअल रेंज की श्रेणी में आती है, जिसका अर्थ है कि यह बिना दृश्य संपर्क के दुश्मन के विमानों पर हमला करने में सक्षम है। यह एयर-टू-एयर युद्ध की रणनीतियों को बदलने में मदद करती है क्योंकि इसे नजदीकी दूरी से दुश्मन के विमानों को भेदने के लिए नहीं आना पड़ता। इससे वायु सेना को दुश्मन के विमानों से सुरक्षित दूरी से उन्हें नष्ट करने का लाभ मिलता है।
3. **सुरक्षा अभियानों में उपयोग:** अस्त्र मिसाइल का उपयोग न केवल युद्धकाल में बल्कि सीमाओं पर सुरक्षा अभियानों में भी किया जा सकता है। यह मिसाइल पाकिस्तान जैसे पड़ोसी देशों द्वारा किए जाने वाले आक्रमणों और वायु सीमा उल्लंघनों को रोकने में सहायक हो सकती है। इसके माध्यम से भारतीय वायु सेना किसी भी अप्रत्याशित वायु हमले से अपनी सुरक्षा सुनिश्चित कर सकती है।
4. **सामरिक हमले:** अस्त्र मिसाइल का उपयोग सामरिक हमलों के लिए भी किया जा सकता है, जहां छोटे और तेज़ हमले की आवश्यकता होती है। इसकी उच्च गति और सटीकता के कारण, यह दुश्मन के विमान और हेलीकॉप्टर को बड़े नुकसान पहुंचा सकती है, जिससे वायु शक्ति की महत्वपूर्ण कमियाँ उत्पन्न हो सकती हैं।
5. **वायु युद्ध:** अस्त्र मिसाइल का उपयोग वायु युद्ध के दौरान दुश्मन के विमानों को नष्ट करने के लिए किया जाता है। यह मिसाइल दुश्मन के विमानों को चुनौती देने और उन्हें नष्ट करने की क्षमता प्रदान करती है। इसके द्वारा वायु सेनाएँ अधिक प्रभावी तरीके से वायु युद्ध लड़ सकती हैं क्योंकि मिसाइल के जरिए दुश्मन पर हमला किया जा सकता है, चाहे दुश्मन कितनी भी ऊँचाई पर हो।
6. **समर्थन के रूप में:** अस्त्र मिसाइल भारतीय वायु सेना के अन्य हथियार प्रणालियों के साथ सहयोग में भी काम करती है। यह एक रणनीतिक हथियार प्रणाली के रूप में कार्य करती है, जो वायु सेना के कुल युद्ध संचालन को संतुलित और सक्षम बनाती है। इस मिसाइल की मौजूदगी भारतीय वायु सेना के सामरिक बल में एक महत्वपूर्ण बढ़ोत्तरी है।

7. **ऑपरेशनल क्षेत्र में बहुउद्देशीय उपयोग:** अस्त्र मिसाइल को विभिन्न प्रकार के विमानों से लॉन्च किया जा सकता है, जैसे सुखोई-30 मार्क-I, मिराज-2000, राफेल, और अन्य वायु सेना के लड़ाकू विमान। यह बहुउद्देशीय उपयोग के लिए डिज़ाइन की गई है, जिससे भारतीय वायु सेना को विभिन्न युद्ध परिस्थितियों में लचीलापन और सक्षम ऑपरेशन करने की क्षमता मिलती है।
8. **आत्मनिर्भर रक्षा क्षमताएँ:** अस्त्र मिसाइल का विकास भारत के आत्मनिर्भर रक्षा कार्यक्रम का हिस्सा है। इससे भारत को अपनी रक्षा प्रणाली को और अधिक सक्षम और आत्मनिर्भर बनाने में मदद मिली है। भारत अब इस मिसाइल को

पूरी तरह से घरेलू स्तर पर बना सकता है, जिससे इसके निर्यात और आयात पर निर्भरता कम हो गई है।

9. **मानव रहित हवाई प्रणालियों का सामना:** अस्त्र मिसाइल का उपयोग मानव रहित हवाई प्रणालियों या ड्रोन पर भी किया जा सकता है। वर्तमान में ड्रोन युद्ध और स्पाई ड्रोन का इस्तेमाल बढ़ रहा है और अस्त्र मिसाइल इन ड्रोन को नष्ट करने में प्रभावी सिद्ध हो सकती है।

निष्कर्ष

अस्त्र मिसाइल की उपलब्धियाँ भारतीय वायु सेना और भारतीय रक्षा उद्योग के लिए गर्व की बात हैं। अस्त्र मिसाइल के विभिन्न वेरिएंट्स ने भारतीय वायु सेना की सामरिक ताकत को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाया है। प्रत्येक वेरिएंट के साथ मिसाइल की रेंज, सटीकता और प्रदर्शन में सुधार हुआ है, जिससे यह एक प्रभावी और बहुपरकारी हथियार प्रणाली बन गई है। इसकी ताकत और प्रभाव भारतीय वायु रक्षा को एक नई दिशा देती है और देश की सुरक्षा में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करती है। अस्त्र मिसाइल की निरंतर उन्नति भारतीय रक्षा तकनीक में आत्मनिर्भरता और सशक्तिकरण के प्रतीक के रूप में कार्य करती है।

हेलिना मिसाइल

मोहम्मद फैसल

सेना उड़न-योग्यता एवं प्रमाणीकरण केन्द्र, बेंगलूरु

mohdfaisal.cemilac@gov.in

परिचय

हेलिना भारत द्वारा विकसित की गई एक उन्नत तीसरी पीढ़ी की फायर-एंड-फॉरगेट एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइल है। इसे भारतीय रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा विकसित किया गया है तथा यह मुख्य रूप से हेलीकॉप्टर से लॉन्च किए जाने हेतु डिजाइन की गई है। यह मिसाइल ईन्फ्रारेड छवि (आईआईआर) सीकर, टैंडम हीटवारहेड और टॉप-अटैक क्षमता से युक्त है, जिससे यह आधुनिक टैंकों के विरुद्ध अत्यधिक प्रभावी है। इस शोध-पत्र में हेलिना मिसाइल की प्रमुख तकनीकी विशेषताओं जैसे - मार्गदर्शन प्रणाली, प्रोपल्शन, वारहेड और सीकर तकनीक का विश्लेषण किया गया है। साथ ही इसके संभावित भविष्य के उन्नयन पर भी विचार किया गया है।

आधुनिक युद्धभूमि में टैंकों जैसे बख्तरबंद वाहनों के विरुद्ध प्रभावी और दूर से संचालित हथियार प्रणालियों की आवश्यकता तेजी से बढ़ रही है। एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइलें (एटीजीएम) इस आवश्यकता को पूर्ण करने का एक सटीक और अत्याधुनिक साधन बन चुकी हैं। भारत ने इस दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति की है और डीआरडीओ के नेतृत्व में कई स्वदेशी मिसाइल प्रणालियाँ विकसित की हैं। हेलिना, नाग मिसाइल का हेलीकॉप्टर-लॉन्च संस्करण है, जिसे एएलएच ध्रुव और एलसीएच जैसे प्लेटफॉर्म से दागा जा सकता है।

हेलिना पूरी तरह से 'फायर-एंड-फॉरगेट' तकनीक पर आधारित है, जो इसे दागने के बाद स्वतः लक्ष्य भेदने में सक्षम बनाती है। यह प्रणाली भारतीय सेना को आधुनिक युद्ध स्थितियों में सटीक, तीव्र और सुरक्षित प्रतिक्रिया की क्षमता प्रदान करती है।

हेलिना मिसाइल के प्रमुख भाग

- **सीकर**
  - हेलिना मिसाइल में ईन्फ्रारेड छवि (आईआईआर) आधारित सीकर होता है, जो लक्ष्य के थर्मल चित्र को पहचानकर उसे ट्रैक करता है। यह दिन-रात दोनों समय और विभिन्न मौसम परिस्थितियों में काम करने में सक्षम होता है।
- **वारहेड**
  - हेलिना मिसाइल में टैंडम हीट वारहेड होता है, जो टैंकों के बख्तरबंद आवरण को भेदने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसका ड्यूल चरण वाला डिजाइन अत्यधिक प्रभावी होता है, जिससे यह टैंक की सबसे मजबूत सुरक्षा को भी नष्ट कर सकता है।
- **गाइडेंस सिस्टम**
  - यह मिसाइल एक फायर-एंड-फॉरगेट सिस्टम पर आधारित होती है, जिसका मतलब है कि लॉन्च के बाद मिसाइल को लक्ष्य तक पहुँचने के लिए किसी बाहरी मार्गदर्शन की आवश्यकता नहीं होती। इसका गाइडेंस सिस्टम पूरी तरह से स्वचालित होता है, जिससे इसे और अधिक सटीक बनाता है।
- **प्रोपल्शन सिस्टम**
  - हेलिना मिसाइल में एक रॉकेट मोटर होता है, जो इसे लॉन्च के समय उच्च गति प्रदान करता है। यह मिसाइल के उड़ान को नियंत्रित करने में मदद करता है और इसे टारगेट तक पहुँचने में सक्षम बनाता है।

हेलिना मिसाइल

- **नियंत्रण प्रणाली**
  - ➢ मिसाइल के मार्गदर्शन और उड़ान के दौरान इसकी दिशा, गति और स्थिति को नियंत्रित करने के लिए एक स्वचालित फ्लाइट कंट्रोल सिस्टम होता है। इसमें इंटरशियल नेविगेशन सिस्टम (आईएनएस) और गायरोस्कोपिक कंट्रोल तकनीकें शामिल होती हैं।
- **विमान/लॉन्च प्लेटफॉर्म**
  - ➢ हेलिना मिसाइल को हेलीकॉप्टर (जैसे एएलएच ध्रुव और एलसीएच) से लॉन्च किया जा सकता है। यह मिसाइल मुख्य रूप से हेलीकॉप्टर-लॉन्च संस्करण के रूप में डिज़ाइन की गई है, जिससे इसे युद्धक परिस्थितियों में भी आसानी से उपयोग किया जा सकता है।
- **ऑनबोर्ड कंप्यूटर**
  - ➢ मिसाइल में एक ऑनबोर्ड कंप्यूटर होता है, जो पूरे उड़ान के दौरान मिसाइल की कार्यप्रणाली को नियंत्रित करता है और उसे मार्गदर्शन प्रणाली और प्रोपल्शन सिस्टम से समन्वयित करता है।
- **शविर**
  - ➢ मिसाइल के नियंत्रण और दिशा स्थिरता को बनाए रखने के लिए इसमें एयरफ्रेम पर फिन्स होते हैं। ये मिसाइल की दिशा को स्थिर रखते हैं और सही मार्ग पर उड़ान भरने में मदद करते हैं।
  - ➢ इन विभिन्न भागों का संयोजन हेलिना मिसाइल को एक प्रभावी और सटीक एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइल (एटीजीएम) बनाता है, जो आधुनिक युद्ध के लिए उपयुक्त है।

हेलिना मिसाइल का कार्य करने का सिद्धांत

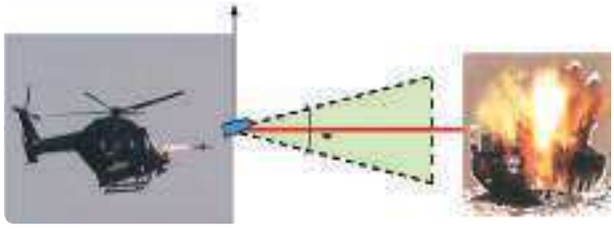
हेलिना मिसाइल एक फायर-एंड-फॉरगेट एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइल (एटीजीएम) है, जिसका मतलब है कि इसे लॉन्च करने के बाद, इसे किसी बाहरी मार्गदर्शन या नियंत्रण की आवश्यकता नहीं होती है। इसका कार्य करने का सिद्धांत निम्नलिखित चरणों में समझा जा सकता है–

लॉन्च और मार्गदर्शन प्रणाली सक्रिय करना

- हेलिना मिसाइल को हेलीकॉप्टर (जैसे एएलएच ध्रुव या एलसीएच) से लॉन्च किया जाता है। जब मिसाइल को लॉन्च किया जाता है तो इसकी ईन्फ्रारेड छवि (आईआईआर) आधारित सीकर सक्रिय हो जाता है।
- आईआईआर सीकर लक्ष्य की थर्मल छवि को पहचानता है, यानी मिसाइल उस बिंदु पर ध्यान केंद्रित करती है, जो गर्म होता है। जैसे - टैंक के इंजन या हथियारों के सिस्टम। यह सीकर रात के समय और विभिन्न मौसम की स्थिति में भी काम कर सकता है।

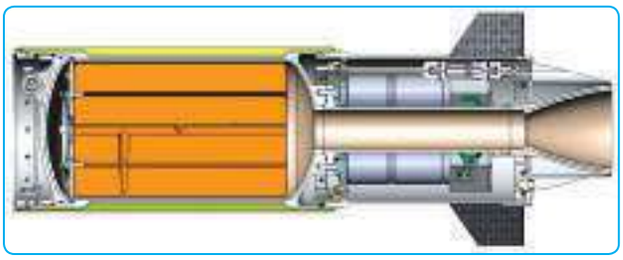
मिसाइल का मार्गदर्शन

- मिसाइल में एक इनर्शियल नेविगेशन सिस्टम (आईएनएस) और ऑटोमेटेड फ्लाइट कंट्रोल सिस्टम होता है। ये सिस्टम पूरी उड़ान के दौरान मिसाइल को नियंत्रित करते हैं ताकि वह अपने लक्ष्य तक पहुँच सके।
- फायर-एंड-फॉरगेट सिद्धांत के तहत, एक बार मिसाइल लॉन्च होने के बाद, यह स्वचालित रूप से लक्ष्य का पालन करती है और उसे निशाना बनाती है। इसका मतलब यह है कि ऑपरेटर को लॉन्च के बाद लगातार मार्गदर्शन की आवश्यकता नहीं होती है।



प्रोपल्शन और उड़ान

- हेलिना मिसाइल में रॉकेट मोटर होता है, जो इसे लॉन्च के तुरंत बाद उच्च गति प्रदान करता है और उसे लक्षित दिशा में उड़ान भरने में मदद करता है।
- मिसाइल का मार्गदर्शन और उड़ान प्रक्षेपण के दौरान फिन्स और ऑनबोर्ड कंप्यूटर द्वारा नियंत्रित होता है, जो दिशा और स्थिरता बनाए रखते हैं।



प्रोपल्शन सिस्टम

लक्ष्य की पहचान और वारहेड

- जैसे ही मिसाइल अपने लक्ष्य के पास पहुँचती है, आईआईआर सीकर इसे सही से पहचानता है और उस पर फोकस करता है। एक बार लक्ष्य का पहचान हो जाने के बाद, मिसाइल उसे टॉप अटैक या डायरेक्ट अटैक के तरीके से नष्ट करने के लिए टैंडम हीट वारहेड का उपयोग करती है।
- टैंडम हीटवारहेड टैंक के बख्तरबंद आवरण को भेदने के लिए विशेष रूप से डिज़ाइन किया गया है। इसमें दो चरण होते हैं। पहला चरण टैंक की बाहरी सुरक्षा को भेदता है और दूसरा चरण मुख्य टैंक को नुकसान पहुँचाता है।

निष्क्रियता

- जब मिसाइल अपने लक्ष्य तक पहुँचती है तो वारहेड अपने लक्ष्य पर प्रभाव डालता है और विस्फोट होता है, जिससे लक्ष्य को नष्ट कर दिया जाता है। इसे फायर-एंड-फॉरगेट प्रणाली के कारण ऑपरेटर को लक्ष्य के पास पहुंचने से पहले ही मिसाइल को छोड़ देने की अनुमति होती है।

हेलिना मिसाइल की तकनीकी संरचना और विवरण

हेलिना मिसाइल में ईन्फ्रारेड छवि (आईआईआर) आधारित सीकर लगा होता है, जो लक्ष्य की थर्मल छवि को पहचानकर ट्रैक करता है। यह तकनीक दिन और रात दोनों समय काम करने में सक्षम होती है और मौसम की स्थिति का कम प्रभाव होता है। मिसाइल में आधुनिक इंटरशियल नेविगेशन सिस्टम (आईएनएस) और स्वचालित फ्लाइट कंट्रोल सिस्टम होता है, जो उड़ान के दौरान दिशा, गति और ऊंचाई को नियंत्रित करता है। कंट्रोल फिन्स द्वारा मिसाइल की दिशा में सटीक परिवर्तन संभव होता है। हेलिना में एक ठोस ईंधन आधारित दो-चरणीय रॉकेट मोटर होता है। यह इसे अपेक्षित गति और रेंज (7 से 8 किलोमीटर) प्रदान करता है। मिसाइल सबसोनिक गति से उड़ती है। हेलिना में टैंडम हीट वारहेड होता है। इसका पहला चार्ज रियेक्टिव आर्मर को निष्क्रिय करता है और दूसरा चार्ज टैंक के मुख्य कवच को भेदता है। यह प्रणाली मुख्य युद्धक टैंकों के विरुद्ध अत्यधिक प्रभावी है।

मिसाइल का प्रकार

- तीसरी पीढ़ी की फायर-एंड-फॉरगेट एंटी-टैंक गाइडेड मिसाइल (एटीजीएम)
- हेलीकॉप्टर लॉन्च के लिए डिज़ाइन की गई (एएलएच ध्रुव और एलसीएच से दागी जा सकती है)

निर्देशन प्रणाली

- **इन्फ्रारेड इमेज सीकर**
  - ➢ मिसाइल के आगे लगे इन्फ्रारेड सेंसर से लक्ष्य की थर्मल इमेज को कैप्चर किया जाता है।
  - ➢ एक बार लक्ष्य लॉक होने के बाद मिसाइल स्वतः उसे ट्रैक करती है।
- **फायर एंड फॉरगेट क्षमता**
  - ➢ लॉन्च के बाद ऑपरेटर को मार्गदर्शन की आवश्यकता नहीं होती।

नेविगेशन और कंट्रोल

- इंसर्शन गाइडेंस और फ्लाइट कंट्रोल सिस्टम इंटरशियल नेविगेशन सिस्टम (आईएनएस) द्वारा शुरुआती उड़ान पथ नियंत्रित होता है। अंतिम चरण में आईआईआर सीकर द्वारा लक्ष्य ट्रैक और होमिंग की जाती है।
- **फिन्स और कंट्रोल सरफेस:** मिसाइल की दिशा बदलने के लिए स्वचालित एयरोडायनामिक कंट्रोल फिन्स होते हैं।

वारहेड और पेनिट्रेशन

- **टैंडम हीट वारहेड:** दो चरणों में विस्फोट होता है–
  1. पहला चार्ज एक्स्प्लोसिव रियेक्टिव आर्मर को निष्क्रिय करता है।
  2. दूसरा चार्ज मुख्य बख्तरबंद हिस्से को भेदता है।

यह तकनीक अत्याधुनिक टैंकों को भी प्रभावी रूप से नष्ट कर सकती है।

लॉन्च प्लेटफॉर्म

- एएलएच ध्रुव और लाइट कॉम्बैट हेलीकॉप्टर (एलसीएच) से लॉन्च की जा सकती है।
- मिसाइल को लॉन्च करने के लिए विशेष रूप से विकसित हेलिना वेपन लांच सिस्टम (HWLS) का उपयोग किया जाता है।

दूरी और सटीकता

रेंज: 7 से 8 किलोमीटर तक

सर्कुलर एरर प्रोबेबल: 1 मीटर से कम — यह इसे अत्यंत सटीक बनाता है।

ऑल-वेदर, डे-नाइट क्षमता: किसी भी मौसम और समय में काम करने में सक्षम।

तकनीकी तुलनात्मक विशेषताएँ

तत्व	विवरण
सीकर	ईन्फ्रारेड छवि
वारहेड	टेंडम हीट
नियंत्रण प्रणाली	आईएनएस + आईआईआर सीकर
हमला मोड	टाप अटैक और डायरेक्ट अटैक
ऑटोमैशन	पूरी तरह से स्वचालित
मिसाइल वजन	लगभग 45–50 किलोग्राम (अनुमानित)
गति	सबसोनिक (~Mach 0.8–0.9 अनुमानित)

तुलनात्मक विश्लेषण

यहाँ भारत की हेलिना मिसाइल की तुलना अमेरिका की जेवलिन और इज़राइल की स्पाइक एंटी-टैंक मिसाइलों से की गई है। ये तीनों ही मिसाइलें आधुनिक, तीसरी पीढ़ी की फायर-एंड-फॉरगेट एंटी-टैंक मिसाइलें हैं, लेकिन उनकी तकनीक, रेंज और उपयोग में कुछ महत्वपूर्ण अंतर हैं।

हेलिना बनाम जेवलिन बनाम स्पाइक – तुलनात्मक विवरण–

विशेषता	हेलिना (भारत)	जेवलिन (अमेरिका)	स्पाइक (इज़राइल)
मूल देश	भारत	अमेरिका	इज़राइल
निर्माता	डीआरडीओ	Raytheon & Lockheed Martin	Rafael Advanced Defense
लॉन्च प्लेटफॉर्म	हेलीकॉप्टर (एएलएच ध्रुव, एलसीएच)	कंधे से, वाहन से	कंधे से, ट्राइपॉड से, वाहन, हेलीकॉप्टर
रेंज	7–8 किमी	लगभग 2.5 किमी (नई वर्ज़न में ~4.75 किमी)	स्पाइक LR : 4 किमी, स्पाइक ER : 8 किमी, स्पाइक NLOS: 25+ किमी

निर्देशन प्रणाली	ईन्फ्रारेड छवि सीकर	ईन्फ्रारेड छवि सीकर	Electro-optical/ IR + वायर / RF लिंक
हमला मोड	टॉप अटैक और डायरेक्ट अटैक	टॉप अटैक और डायरेक्ट अटैक	टॉप अटैक, डायरेक्ट अटैक, मैन-इन-द-लूप
वारहेड प्रकार	टेंडम हीट	टेंडम हीट	टेंडम हीट
फायर-एंड-फॉरगेट	हाँ	हाँ	हाँ (और मैन-इन-द-लूप सुविधा भी)
ऑपरेशन क्षमता	दिन/रात, हर मौसम	दिन/रात, हर मौसम	दिन/रात, हर मौसम
ट्रैकिंग और नियंत्रण	पूरी तरह ऑटोनॉमस	ऑटोनॉमस	ऑपरेटर लक्ष्य को उड़ान के दौरान भी बदल सकता है (स्पाइक NLOS)

मुख्य अंतर और विश्लेषण–

हेलिना की ताकतें

- पूरी तरह से स्वदेशी और भारतीय जरूरतों के अनुसार डिज़ाइन की गई।
- हेलीकॉप्टर से लॉन्च के लिए अनुकूल, विशेषकर पर्वतीय और ऊँचाई वाले क्षेत्रों में।
- टॉप अटैक और फायर एंड फर्गेट क्षमताओं से लैस।

जेवलिन की विशेषताएं

- कंधे से दागी जा सकने वाली कॉम्पैक्ट प्रणाली, एक सैनिक द्वारा चलाया जा सकता है।
- युद्ध में खूब आज़माई गई (अफगानिस्तान, इराक, यूक्रेन आदि)।
- उन्नत सीकर तकनीक, लेकिन रेंज में सीमित (बेस वर्जन में ~2.5 किमी)।

स्पाइक की विशेषताएं

- **कई संस्करण:** लांग रेंग, एक्स्टेंडेड रेंग NLOS
- मेन इन द लूप नियंत्रण से लक्ष्य बदलने और रीटारगेट करने की सुविधा।
- विभिन्न प्लेटफॉर्म से लॉन्च की जा सकती है– ज़मीन, वाहन, हेलीकॉप्टर, जहाज़।

भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में हेलिना को तकनीकी से जोड़ कर और भी उन्नत किया जा सकता है जैसे कि–

डुअल-मोड सीकर (आईआईआर + Laser/TV)

- वर्तमान हेलिना में केवल ईन्फ्रारेड छवि (आईआईआर) सीकर है।
- एक डुअल-मोड सीकर (आईआईआर + Laser या TV) जोड़ने से यह अधिक लचीलापन और विश्वसनीयता दे सकती है – जैसे कि धुएं या थर्मल क्लटर की स्थिति में।

मैन-इन-द-लूप गाइडेंस

- वर्तमान में हेलिना "फायर-एंड-फॉरगेट" है यानी दागने के बाद ऑपरेटर का कोई नियंत्रण नहीं होता।
- अगर इसे मैन-इन-द-लूप निर्देश प्रणाली से जोड़ा जाए तो ऑपरेटर उड़ान के दौरान लक्ष्य बदल सकता है या मार्गदर्शन कर सकता है– जैसी क्षमता स्पाइक में है।

नेटवर्क-सेंट्रिक क्षमताएँ

- हेलिना को यूएवी, ग्राउंड रेडार या कमांड सेंटर से नेटवर्क के माध्यम से जोड़कर "नेटवर्क-सेंट्रिक वॉरफेयर" में शामिल किया जा सकता है।
- इससे रियल-टाइम लक्ष्य निर्धारण और डेटा लिंक से नियंत्रण संभव हो जाएगा।

एआई आधारित लक्ष्य पहचान प्रणाली

- आईआईआर सीकर को एआई से सक्षम किया जा सकता है, जिससे यह स्वचालित रूप से विभिन्न

प्रकार के बख्तरबंद लक्ष्यों को पहचान सके – जैसे टैंक, एपीसी, आईएफवी आदि।

रेंज में वृद्धि

- वर्तमान में हेलिना की रेंज लगभग 7–8 किमी है।
- अगर इसे एयर-बूस्टेड इंजन या ग्लाइड तकनीक से लैस किया जाए तो इसकी रेंज 10–15 किमी या अधिक तक बढ़ाई जा सकती है– विशेषकर एनएलओएस क्षमताओं के साथ।

आल टेरेन/ वेदर स्मार्ट नेविगेशन

- उन्नत सेंसर और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस द्वारा इसे पेचीदा इलाकों (जैसे शहरी क्षेत्रों, जंगल, बर्फीले इलाके) में भी स्मार्ट नेविगेशन की क्षमता दी जा सकती है।

मॉड्यूलर डिजाइन

- मिसाइल को मॉड्यूलर बनाया जाए ताकि इसे ज़रूरत के अनुसार अलग-अलग वारहेड्स या सीकर के साथ उपयोग किया जा सके।

स्वदेशी ग्लोबल पोजिशनिंग/ आईएनएस नेविगेशन

- GPS या NavIC आधारित इंटरशियल नेविगेशन सिस्टम (आईएनएस) जोड़ने से यह GPS-jammed वातावरण में भी मार्गदर्शन करने में सक्षम हो सकती है।

निष्कर्ष

हेलिना मिसाइल प्रणाली भारत की स्वदेशी रक्षा क्षमताओं की एक उत्कृष्ट मिसाल है। इसकी तकनीकी जटिलता, आईआईआर आधारित गाइडेंस, हीट वारहेड और टॉप अटैक जैसी क्षमताएँ इसे आधुनिक युद्ध के लिए पूर्णतः उपयुक्त बनाती हैं। भारत के आत्मनिर्भर रक्षा कार्यक्रमों में यह एक महत्वपूर्ण कदम है और निकट भविष्य में इसके और अधिक उन्नत संस्करण विकसित किए जाने की संभावना है।

संदर्भ

1. Defence Research & Development Organisation (डीआरडीओ) – www.डीआरडीओ.gov.in
2. Bharat Dynamics Limited – www.bdl-india.in
3. Missile Technology and Design, Springer Publications
4. Technical Articles from Research Gate and ScienceDirect
5. Indian Ministry of Defence Annual Reports

❖

हाइपरसोनिक टेक्नोलॉजी और भारत : कल की सुरक्षा के लिए एक रणनीतिक दौड़

सचिन कुमार भारद्वाज

अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद

sachin.bhrdwj52@gov.in

वैश्विक भू-राजनीति के उच्च दांव वाले खेल में, सैन्य प्रौद्योगिकी में हाइपरसोनिक मिसाइल नए आयाम स्थापित कर रही है, यह सैन्य शक्ति को फिर से परिभाषित कर रही है और अंतरराष्ट्रीय स्थिरता के लिए महत्वपूर्ण जोखिम पैदा रहे हैं। ये पारंपरिक रॉकेट नहीं हैं। मैक 5 या उससे अधिक की गति से यात्रा करने में सक्षम और फुर्तीले तथा अप्रत्याशित युद्धाभ्यास को निष्पादित करने में सक्षम हाइपरसोनिक मिसाइलें एक रणनीतिक चुनौती पेश करती हैं जिसे पारंपरिक रक्षा प्रणाली संभालने के लिए सुसज्जित नहीं हैं। रूस, अमेरिका और चीन जैसी प्रमुख शक्तियों द्वारा हाइपरसोनिक प्रौद्योगिकी के विकास ने हथियारों की एक नई दौड़ शुरू कर दी है, जिसमें अन्य राष्ट्र भी प्रतिस्पर्धा में शामिल हो गए हैं। भारत एक जटिल पड़ोस में नेविगेट करने वाला राष्ट्र है। इस तकनीक में महारत हासिल करना केवल एक आकांक्षा नहीं है, बल्कि एक रणनीतिक अनिवार्यता है। इसी कारण इसकी प्रासंगिकता और भी अधिक बढ जाती है।

हाइपरसोनिक मिसाइल क्यों इतनी खास है?

हाइपरसोनिक मिसाइलें मूल रूप से अत्यधिक गति से चलने और अपनी उड़ान के दौरान पैंतरेबाज़ी कर सकने की क्षमता के कारण प्रतिद्वंद्वी के प्रतिक्रिया समय को कम करके और मौजूदा सुरक्षा से बचकर हमला करने की काबिलियत से सैन्य शक्ति के संतुलन को बदल देती हैं।

परमाणु निरोध को अस्थिर करना

हाइपरसोनिक हथियारों की शुरूआत रणनीतिक स्थिरता और दशकों से रेखांकित परमाणु प्रतिरोध के लिए भी काफी जटिल चुनौती पेश करती है।

सैन्य आधुनिकीकरण

हाइपरसोनिक हथियार दुनिया भर में सैन्य आधुनिकीकरण कार्यक्रमों की आधारशिला हैं। बढ़ती शक्तियों के लिए, इस तकनीक को धारण करना रणनीतिक श्रेष्ठता का प्रतीक है।

इन हथियारों के दो मुख्य प्रकार हैं–

हाइपरसोनिक ग्लाइड वाहन (HGV): एक रॉकेट द्वारा एक बैलिस्टिक प्रक्षेप पथ पर लॉन्च किए जाने वाला यह वाहन अलग हो जाता है और अपने लक्ष्य की ओर ग्लाइड करता है, जिससे इसे रोकना अविश्वसनीय रूप से मुश्किल हो जाता है।

हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइल (HCMs): ये उच्च गति, वायु सांस लेने वाले इंजनों द्वारा संचालित होते हैं, जैसे कि स्क्रैमजेट, जो इसे कम ऊंचाई पर अपनी उड़ान में हाइपरसोनिक गति बनाए रखने में सहायता करता है, जिससे इसका पता लगाना और भी कठिन हो जाता है।

हाइपरसोनिक मिसाइलें राष्ट्रों को उनकी गति, चपलता और पारंपरिक सुरक्षा से बचने की क्षमता के माध्यम से एक निर्णायक सैन्य लाभ प्रदान करती हैं। इन मिसाइलों का उच्च वेग और कम ऊंचाई पर उड़ान भरने की क्षमता का मतलब है कि जमीनी रेडार में उनका पता लगाने और ट्रैक करने के लिए बहुत कम समय। जब तक इसका पता चलता है, तब तक एक प्रभावी रक्षा प्रणाली सक्रिय करने में अक्सर बहुत देर हो जाती है। यह क्षमता एक राष्ट्र को उसके प्रतिद्वंद्वी के चेतावनी और प्रतिक्रिया समय को बहुत कम कर उसके खिलाफ दूरस्थ, संवेदनशील और उच्च- महत्व के लक्ष्यों को निशाना बनाने के लिए विकल्प प्रदान करती है। हाल ही के दिनों में रूस-यूक्रेन युद्ध के दौरान रूस द्वारा 'किंजाल'

नामक हाइपरसोनिक मिसाइल का प्रयोग किया गया और दुनिया ने पहली बार वास्तविक रूप में इसकी अविश्वसनीय विध्वंसक क्षमता को देखा। इसे किसी भी वर्तमान रेडार द्वारा ट्रैक नहीं किया जा सका न ही कोई वर्तमान रक्षा प्रणाली इसे रोकने में सक्षम है।

भारत की महत्वाकांक्षी यात्रा

रणनीतिक बदलाव को देखते हुए, भारत ने मुख्य रूप से रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (डीआरडीओ) के प्रयासों के माध्यम से स्वदेशी हाइपरसोनिक क्षमताओं के विकास पर जोर दिया है। भारत अब संयुक्त राज्य अमेरिका, रूस और चीन जैसे राष्ट्रों के साथ एक एलीट क्लब में शामिल हो चुका है जिन्होंने हाइपरसोनिक तकनीक का प्रदर्शन किया है।

सितंबर 2020 में हाइपरसोनिक प्रौद्योगिकी प्रदर्शक वाहन (HSTDV) के सफल उड़ान परीक्षण के साथ एक महत्वपूर्ण क्षण आया। इस मानवरहित स्क्रैमजेट विमान ने 20 सेकंड से अधिक समय तक मैक 6 की गति हासिल की, जो उच्च तापमान वाली सामग्री और स्क्रैमजेट प्रणोदन से संबंधित महत्वपूर्ण तकनीकों को साबित करता है। एचएसटीडीवी एक हथियार नहीं है, बल्कि अगली पीढ़ी की हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइलों और अन्य वाहनों को विकसित करने के लिए एक महत्वपूर्ण बिल्डिंग ब्लॉक है। हाल की प्रगति से संकेत मिलता है कि भारत का हाइपरसोनिक कार्यक्रम तेजी से परिपक्व हो रहा है। उल्लेखनीय प्रगति में शामिल हैं–

- **सफल जमीनी परीक्षण:** 2025 की शुरुआत में, डीआरडीओ ने स्क्रैमजेट कंबस्टर्स के दीर्घकालिक जमीनी परीक्षण सफलतापूर्वक किए और 1,000 सेकंड से अधिक समय तक सुपरसोनिक गति बनाए रखी।
- **विष्णु परियोजना और ईटी-एलडीएचसीएम:** 2025 के मध्य में, वर्गीकृत परियोजना विष्णु के तहत एक सफल परीक्षण उड़ान हुआ, जिसमें एक विस्तारित प्रक्षेप पथ लंबी अवधि की हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइल (ईटी-एलडीएचसीएम) शामिल थी। इसने 1,500 किमी से अधिक की सीमा के साथ मैक 8 की गति हासिल की, जो पारंपरिक और परमाणु पेलोड दोनों के लिए स्वदेशी क्षमताओं को प्रदर्शित करता है।
- **आत्मनिर्भर भारत:** भारत ने ब्रह्मोस जैसे कार्यक्रमों पर रूस जैसे देशों के साथ ऐतिहासिक रूप से सहयोग किया है, जबकि इसका वर्तमान हाइपरसोनिक पहल इसकी 'मेक इन इंडिया' और आत्मनिर्भर भारत का प्रमाण है। इसमें ताप-प्रतिरोधी सिरेमिक कोटिंग और उन्नत सामग्री जैसी महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों को विकसित करने के लिए घरेलू शैक्षणिक और औद्योगिक भागीदारों का लाभ उठाना शामिल है।

रणनीतिक परिदृश्य

- **क्षेत्रीय सुरक्षा पर प्रभाव:** हाइपरसोनिक तकनीक का प्रसार लंबे समय से चली आ रही प्रतिद्वंद्विता वाले क्षेत्रों में विशेष रूप से अस्थिर हो सकता है। दक्षिण एशिया में क्षेत्रीय अस्थिरता में वृद्धि, भारत और पाकिस्तान दोनों देशों द्वारा हाइपरसोनिक हथियारों का अधिग्रहण तनाव को बढ़ा सकता है और अस्थिरता का संकट पैदा कर सकता है। भारत की खोज चीन की उन्नत क्षमताओं का मुकाबला करने की आवश्यकता से भी प्रेरित है। एक भारतीय हाइपरसोनिक मिसाइल हिंद महासागर में चीनी नौसेना की शक्ति को चुनौती दे सकती है, जिससे समुद्री सुरक्षा गणना जटिल हो सकती है। इस क्षेत्र में भारत की प्रगति तनावपूर्ण क्षेत्रीय वातावरण में रणनीतिक निवारण बनाए रखने की आवश्यकता से प्रेरित है, विशेष रूप से चीन की बढ़ती सैन्य क्षमताओं के जवाब में। स्वदेशी हाइपरसोनिक हथियारों की तैनाती भारत को एक तीव्र, घातक और त्वरित हमले का विकल्प प्रदान करेगी।
- **शस्त्र नियंत्रण:** हाइपरसोनिक हथियारों को विनियमित करने वाले अंतरराष्ट्रीय समझौतों की कमी एक महत्वपूर्ण मुद्दा है। एक अनियंत्रित हथियार दौड़ को रोकने के लिए अंतरराष्ट्रीय संवाद और नए हथियार नियंत्रण ढांचे की तत्काल आवश्यकता है।

- **प्रतिरक्षा:** हाइपरसोनिक तकनीक प्रादुर्भाव के साथ बहुत से राष्ट्र उन्नत सेंसर, अंतरिक्ष-आधारित सिस्टम और इंटरसेप्टर सहित प्रभावी रक्षात्मक प्रतिउपायों को विकसित करने के लिए जद्दोज़हद कर रहे हैं ताकि भविष्य के संघर्षों में रणनीतिक रणनीतिक बढ़त हासिल की जा सके।
- **सैन्य आधुनिकीकरण:** हाइपरसोनिक हथियार दुनिया भर में सैन्य आधुनिकीकरण कार्यक्रमों की आधारशिला हैं। बढ़ती शक्तियों के लिए, इस तकनीक को धारण करना रणनीतिक श्रेष्ठता का प्रतीक है। जैसे-जैसे प्रौद्योगिकी परिपक्व होती है, यह अन्य देशों के लिए अधिक सुलभ हो जाता है, सुरक्षा गतिशीलता को और जटिल बना देता है।
- **अवसर और जोखिम:** इन हथियारों के दोहरे उपयोग की प्रकृति से जुड़े जोखिमों का प्रबंधन करने और गलत गणना की क्षमता को कम करने के लिए स्पष्ट संचार प्रोटोकॉल आवश्यक हैं। हाइपरसोनिक मिसाइल प्रौद्योगिकी की प्रासंगिकता भविष्य के संघर्षों की गति, प्रकृति और परिणामों को मौलिक रूप से बदलने की क्षमता में निहित है। एक शक्तिशाली सैन्य उपकरण की पेशकश करते समय, यह रणनीतिक स्थिरता के लिए महत्वपूर्ण जोखिम भी पेश करता है, जिससे इसका विकास और नियंत्रण तेजी से बदलती वैश्विक परिस्थितियों में नीति निर्माताओं के लिए एक केंद्रीय चुनौती बन जाता है।

भविष्य की राह

हालांकि, यह यात्रा चुनौतियों से मुक्त नहीं है। इसमें परिचालन उपयोग के लिए प्रौद्योगिकी को बढ़ाना, अत्यधिक गति पर विश्वसनीय मार्गदर्शन प्रणाली सुनिश्चित करना और लागत प्रभावी उत्पादन प्राप्त करना शामिल है। हाइपरसोनिक मिसाइलों का प्रसार भी एक नया रक्षात्मक आयाम बनाता है, जिसके लिए उन्नत रेडार और इंटरसेप्टर जैसी प्रति-हाइपरसोनिक प्रौद्योगिकियों के समानांतर विकास की आवश्यकता होती है।

अंततः, भारत की हाइपरसोनिक तकनीक की खोज केवल सैन्य हार्डवेयर से कहीं अधिक है। यह एक तकनीकी उच्च आधार हासिल करने के बारे में है जो भविष्य के संघर्षों में निर्णायक लाभ सुनिश्चित करेगा। निरंतर निवेश और स्वदेशी अनुसंधान और विकास पर ध्यान केंद्रित करने के साथ, भारत हाइपरसोनिक युग में एक प्रमुख सैन्य शक्ति के रूप में अपनी स्थिति को मजबूत करने की ओर अग्रसर है।

❖

सेमीकंडक्टर पैकेज

दुर्गा कुमार

उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, हैदराबाद

durgakumar.asl@gov.in

सेमीकंडक्टर पैकेज एक सुरक्षात्मक आवरण है जो सिलिकॉन वेकर को यांत्रिक क्षति से बचाता है, विद्युत कनेक्शन को सुगम बनाता है और ऊष्मा अपव्यय को नियंत्रित करता है। यह डाई को एक संरचनात्मक सहारा भी प्रदान करता है। जिससे इसे बड़े सिस्टम में एकीकृत करना आसान हो जाता है।

पैकेज के कई प्रकार हैं, जिनमें से प्रत्येक की अपनी विशेषताएं हैं और विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है। सामान्य उदाहरणों में शामिल हैं - डूअल लाइन पैकेज क्वाड फ्लैट पैकेज, वॉलग्रिड ऐरे, छोटी आउटलाइन इंटीग्रेटेड चिप। चिप स्केल पैकेजिंग, पैकेज में सिस्टम पैकेज के कार्यात्मक उपयोग के लिए पैकेजिंग में प्रयुक्त सामग्री को यांत्रिक शक्ति प्रदान करने ऊष्मा को सहन करने या मुक्त करने में सक्षम होना आवश्यक है। पैकेज में बाहरी सर्किट से डाइ कनेक्शन के लिए धातु के अटेचमेंट का कनेक्शन होना आवश्यक है।

पैकेजिंग प्रक्रिया के मुख्य चरण हैं–

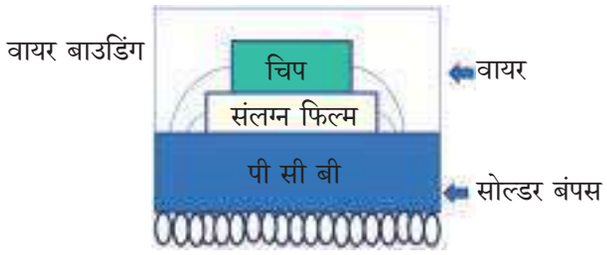
- **वेकर डायसिंग:** अर्द्धचालक वेकर्स, जिनमें कई चिप्स होते हैं, को अलग-अलग चिप्स डाइ में काटा जाता है।
- **चिप आउटिंग:** डाइ को लीड फ्रेम पर काउंट किया जाता है।
- **वाचर बॉन्डिंग:** चिप के पैड को पैकेज पिन या पैड से जोड़ना जिससे विद्युत कनेक्शन संभव हो सके।
- **एनकैप्सुलेशन:** चिप और वाचर वॉन्ड को पैकेज बनाने के लिए प्लास्टिक या सिरेमक जैसी सुरक्षात्मक सामग्री से ढका जाता है।
- **परीक्षण:** पैकेज्ड चिप्स का परीक्षण किया जाता है। ताकि वे प्रदर्शन और विश्वसनीयता मानकों को पूरा कर सके।

पैकेजिंग तकनीकें–

- **पारंपरिक पैकेज:** तार बंधन वाले शीशे वाले पैकेज को अभी भी कई अनुप्रयोगों में उपयोग किये जाते हैं।
- **उन्नत पैकेजिंग:** फ्लिपचिप, एसएआईसी, 3डी पैकेजिंग, जैसी प्रौद्योगिकियां।

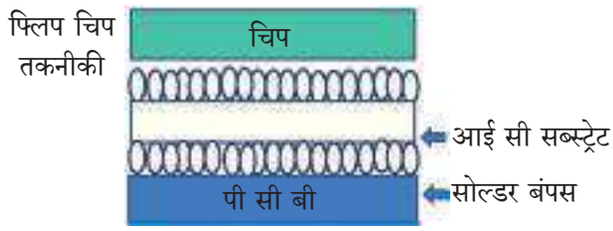
पैकेजिंग प्रौद्योगिकी का विकास

पैकेजिंग प्रौद्योगिकी वर्ष 2000 से तेजी से विकसित हुई है। वाचर बाउंडिंग पीसीबी पर चिप को पैक करने का, चिप डाई को पीसीबी से जोड़ने के लिए एक फिल्म का उपयोग किया गया था जिसमें सोल्डर बम्पल थे।



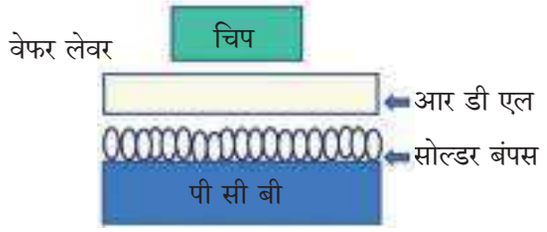
चित्र 1

फ्लिप चिप प्रौद्योगिकी वर्ष 1995 में शुरू की गई थी। जिसमें वाचर वॉड और पतली फिल्म को आईसी सब्सट्रेड से बदल दिया गया था, जिसे सोल्डर बम्पस का उपयोग करके चिप पीसीबी से जोड़ा गया था।



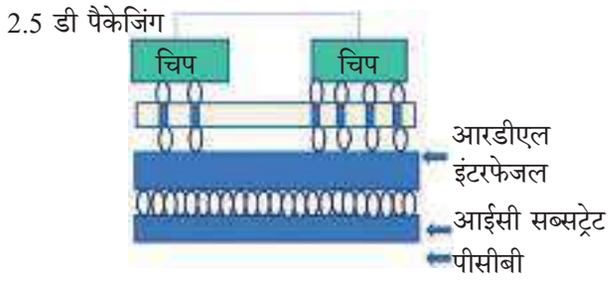
चित्र 2

वेकर लेवल पैकेजिंग ने 2000 के दशक में डिस्ट्रिक्शन लेयर की शुरुआत के साथ चिप को पीसीबी से जोड़ने का एक नया तरीका पेश किया। इस तकनीक में चिप को रीडिस्ट्रिक्शन सोल्डर बम्पस का उपयोग करके पीसीबी से जुड़ता है। इसका उपयोग सबसे छोटे पैकेज बनाने के लिए किया जाता है।



चित्र 3

2.5 डी पैकेजिंग में दो या दो से अधिक आईसी को एक दूसरे के साथ जोड़ने वाले इंटरपोजर के साथ रखा जाता है।



चित्र 4

3डी पैकेजिंग में कई आईसी को एक के ऊपर एक रखा जाता है, चाहे इंटरपोजर परत का उपयोग किया जाए या नहीं।

पुनर्वितरण परत किसी आईसी या माइक्रोस्कोप पर धातु की एक विशिष्ट परत होती है जो विद्युत कनेक्शनों को विभिन्न स्थानों पर पुनर्निदिष्ट करती है। इससे पैकेजिंग और इंटरचिप कनेक्शन अधिक लचीले होते हैं।

जब एक आईसी का निर्माण होता है, तो उसमें आमतौर पर आई/ओ पैड का एक सेच होता है जो पैकेज के पिनों से तार से जुड़ा होता है। पुनर्वितरण परत चिप पर तारों की एक अतिरिक्त परत होती है जो चिप पर विभिन्न स्थानों से जुड़ने में सक्षम बनाती है। जिससे चिप से चिप तक जुड़ना आसान हो जाता है। आरडीएल का एक अन्य उपयोग संपर्क बिंदुओं के ऊपर चारों ओर फैलाना है ताकि सोल्डर बाल्स को लगाया जा सके और माउंटिंग के तापीय तनाव को फैलाया जा सके।

इंटरपोजर एक विद्युत इंटरफेस है जो सॉकेट या कनेक्शन को दूसरे सॉकेट या कनेक्शन से जोड़ता है। इंटरपोजर का उद्देश्य किसी कनेक्शन को एक विस्तृत पिच पर फैलाना या कनेक्शन को किसी अन्य कनेक्शन पर पुनर्निदेशित करना है इंटरपोजर शब्द "इन द विटविन" से आया है और अक्सर बीजीए पैकेज, मल्टीचिप मॉड्यूल और उच्च बैंडविड्थ मेमोरी में उपयोग किया जाता है।

आईसी सबस्ट्रैट एक वेसबोर्ड प्रकार का होता है जिसका उपयोग बेअर आईसी चिप्स की पैकेजिंग में किया जाता है। सब्सट्रेट आईसी चिप और सर्किट बोर्ड को जोड़ने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह एक संक्रमणकालीन उत्पाद के अंतर्गत आता है जो सेमीकंडक्टर आईसी चीप स्टिंग को कैप्चर करके चिप को पीसीबी से जोड़ता है और आईसी चिप की सुरक्षा और मजबूती करता है, जिससे उसे एक तापीय अपव्यय सुरंग मिलती है। ये पीसीबी को सेमीकंडक्टर चिप से जोड़ने वाले कनेक्टर होते हैं। इन्हें पैकेजिंग के प्रकार सामग्री की विशेषताओं और बांडिंग तकनीक के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

वर्ष 2010 के दशकों में विकसित हुई उन्नत पैकेजिंग तकनीकें, जिसमें 2.5 -0.3 की फैन आउट और एसओसी पैकेजिंग शामिल है, फ्लिप चिप एक ऐसी तकनीक है जिसके जरिए किसी डाई या आईसी को सोल्डर बम्पस का इस्तेमाल करके बाहरी सर्किट से जोड़ा जाता है। इन्हें चिप पैड्स पर जमा किया जाता है। वेकर के अंतिम प्रसंस्करण चरण के दौरान, वेकर के ऊपरी हिस्से पर आईसी पैड्स पर सोल्डर बम्पस जमा किए जाते हैं। चिप को बाहरी सर्किट में लगाने के लिए, इसे उल्टा करके इस तरह घुमाया जाता है कि इसका ऊपरी हिस्सा नीचे की ओर दो और इस तरह से संरेखित किया जाता है कि इसके पैड बाहरी सर्किट पर मिलते-जुलते पैड्स के साथ संरेखित हो जाएँ। फिर इंटरकनेक्ट को पूरा करने के लिए सोल्डर फिर से प्रवाहित किया जाता है।

क्यूएफएन पैकेज का आवर्धन या एक्स-रे का उपयोग किए बिना मैनुअल निरीक्षण करना आसान है। बीजीए और एलजीए पैकेज के लिए उपकरण में आंतरिक कनेक्शन की जाँच के लिए मुख्य परीक्षण या इमेजिंग उपकरणों की आवश्यकता होती है।

थ्रू-होल पैकेज- इन पैकेजों में पिन होते हैं जो पीसीबी के दो छेदों से होकर बाहर निकलते हैं और एक पारंपरिक आसान सोल्डरिंग कनेक्शन प्रदान करते हैं।

स्मरण

विज्ञान, संकल्प और मिसाइल : कलाम दर्शन

प्रतिष्ठा मिश्रा

संसद, राजभाषा एवं जनसंपर्क निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय

pratishthadrdo@gmail.com

रामेश्वरम का समुद्र उस सुबह कुछ अलग ही था। लहरें जैसे किसी अदृश्य रहस्य को अपने भीतर समेटे धीरे-धीरे किनारे से टकरा रही थीं। सूरज की पहली किरण जब मंदिर के शिखर से टकराकर पानी पर पड़ी, तो एक दुबला-पतला बालक अपनी साइकिल के साथ खड़ा समुद्र को निहार रहा था। उसकी आँखों में प्रश्न थे—अनंत आकाश जैसे विशाल, और मन में सपना था—समुद्र से भी गहरा। उस बालक का नाम था अब्दुल कलाम। उसने नहीं सोचा था कि एक दिन वही आकाश, वही अनंतता, उसके सपनों की प्रयोगशाला बनेगी। उसने नहीं जाना था कि उसके हाथों से बनी वस्तुएँ केवल धातु नहीं होंगी, बल्कि वे भारत की रक्षा शक्ति की रीढ़ बनेंगी।

सपनों की पहली उड़ान

अब्दुल का जीवन साधारण था। पिता नाव चलाते थे, माँ घर संभालती थीं। अख़बार बाँटना उसकी दिनचर्या थी। लेकिन हर अख़बार के साथ वह केवल खबरें नहीं, बल्कि दुनिया के सपने पढ़ता था। जब दूसरे बच्चे खेलते, तब वह आकाश की ओर देखकर सोचता—"क्या मनुष्य वहाँ तक पहुँच सकता है?" एक दिन उसके शिक्षक शिवसुब्रमण्यम अय्यर ने उससे कहा, "कलाम, तुम्हारी उड़ान इस गाँव तक सीमित नहीं है। तुम आसमान के लिए बने हो।" उस वाक्य ने जैसे उसके जीवन की दिशा तय कर दी।

विज्ञान से राष्ट्र तक

साल बीतते गए। कलाम मद्रास इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी पहुँचे। वहाँ पहली बार उन्होंने हवाई जहाज को पास से देखा। धातु के पंख, इंजन की गर्जना और उड़ान की तैयारी—यह सब उनके लिए किसी पूजा से कम नहीं था। उनके मन में एक विचार बार-बार आता—"अगर हम उड़ सकते हैं, तो क्या हम अपनी रक्षा भी स्वयं कर सकते हैं?" यह वही प्रश्न था, जो आगे चलकर भारत की मिसाइल शक्ति की नींव बना।

इसरो में पहला संघर्ष

इसरो में कलाम को पहला बड़ा अवसर मिला—SLV-3 परियोजना। पूरा देश उस प्रयोग की सफलता की ओर देख रहा था। लेकिन 1979 का प्रक्षेपण असफल रहा। रॉकेट समुद्र में गिर गया। अख़बारों में आलोचना थी। वैज्ञानिकों के चेहरे पर निराशा। लेकिन कलाम ने प्रेस कॉन्फ्रेंस में कहा—"यह मेरी ज़िम्मेदारी है। असफलता मेरी है।" अगले वर्ष वही रॉकेट सफल हुआ। भारत ने पहली बार अपना उपग्रह अंतरिक्ष में भेजा। उस दिन कलाम ने जाना— असफलता अंत नहीं, तैयारी है।

मिसाइल का जन्म

कलाम 1982 डीआरडीओ पहुँचे। देश को रक्षा में आत्मनिर्भर बनाना अब उनका लक्ष्य था। तब भारत मिसाइल तकनीक में पिछड़ा हुआ माना जाता था। विदेशी देशों पर निर्भरता थी। कलाम ने एक सपना देखा— "भारत की अपनी मिसाइलें हों, जो किसी पर आक्रमण के लिए नहीं, बल्कि शांति की रक्षा के लिए हों।" यहीं से जन्म हुआ इंटीग्रेटेड गाइडेड मिसाइल डेवलपमेंट प्रोग्राम (IGMDP) का।

पृथ्वी : धरती से उठती शक्ति

रेगिस्तान की तपती रेत पर खड़े वैज्ञानिकों की आँखें आकाश पर थीं। लॉन्च पैड पर खड़ी थी पृथ्वी मिसाइल। काउंटडाउन

शुरू हुआ। "तीन... दो... एक..." जैसे ही आग की लपटों के साथ पृथ्वी ने उड़ान भरी, कलाम की आँखें नम हो गईं। यह केवल मिसाइल नहीं थी—यह भारत की स्वाभिमान की उड़ान थी।

अग्नि: शक्ति और संयम का प्रतीक

अग्नि मिसाइल का नाम कलाम ने सोच-समझकर रखा था। "अग्नि विनाश भी कर सकती है, और प्रकाश भी दे सकती है।"जब अग्नि का सफल परीक्षण हुआ, तब एक युवा वैज्ञानिक ने पूछा, "सर, क्या हम दुनिया को डरा रहे हैं?" कलाम मुस्कराए—"नहीं। हम दुनिया को बता रहे हैं कि हम कमज़ोर नहीं हैं। शक्ति का होना आवश्यक है, ताकि युद्ध न हो।"

आकाश और नाग : रक्षा की ढाल

आकाश मिसाइल ने भारतीय आकाश को सुरक्षित किया। नाग मिसाइल ने दुश्मन के टैंकों के सामने अभेद्य दीवार खड़ी कर दी। लेकिन कलाम हर सफलता के बाद कहते—"यह अंत नहीं, यह शुरुआत है।" उनके लिए मिसाइल केवल हथियार नहीं थीं, बल्कि तकनीकी आत्मनिर्भरता की भाषा थीं।

पोखरण की रात

1998 की वह रात शांत थी। रेगिस्तान में तारों की छाया फैली थी। पोखरण में सब कुछ गोपनीय था। कलाम जानते थे—अगर यह सफल हुआ, तो भारत का इतिहास बदल जाएगा। जब धरती काँपी और परीक्षण सफल हुआ, तब किसी ने तालियाँ नहीं बजाईं। सभी शांत थे। कलाम ने केवल इतना कहा— "अब भारत सुरक्षित है।" यह शक्ति प्रदर्शन नहीं था, यह सुरक्षा की गारंटी थी।

राष्ट्रपति भवन में मिसाइल मैन

जब कलाम राष्ट्रपति बने, तब भी वे वही साधारण व्यक्ति रहे। बच्चों से मिलते, छात्रों से बात करते। एक बच्चे ने पूछा—"सर, क्या मिसाइलें बुरी होती हैं?" कलाम ने उत्तर दिया—"बुरी सोच बुरी होती है। मिसाइलें तो सुरक्षा की छाया हैं।"

एक वैज्ञानिक की अंतिम उड़ान

शिलांग में व्याख्यान देते समय कलाम मंच पर गिरे। लेकिन गिरते हुए भी वे पढ़ा रहे थे। जैसे उनका जीवन कह रहा हो—"सीखना और सिखाना कभी मत छोड़ो।" आज का भारत और कलाम की छाया आज भारत की रक्षा शक्ति विश्व में सम्मान के साथ देखी जाती है। ब्रह्मोस, अग्नि-V, एंटी-सैटेलाइट मिसाइलें—ये सभी उसी विचारधारा की संतान हैं, जो कलाम ने बोई थी। हर लॉन्च के समय, हर काउंटडाउन में, कहीं न कहीं उनकी आवाज़ गूंजती है—"देश के लिए सोचो, देश के लिए बनाओ।"

डॉ. ए.पी.जे अब्दुल कलाम का नाम भारत के आधुनिक इतिहास में केवल एक वैज्ञानिक या राष्ट्रपति के रूप में नहीं, बल्कि एक ऐसे दार्शनिक के रूप में अंकित है, जिन्होंने विज्ञान को मानवता, संकल्प को साधना और मिसाइल को राष्ट्र-रक्षा के नैतिक उपकरण के रूप में देखा। उनका जीवन और चिंतन इस बात का सशक्त उदाहरण है कि कैसे एक साधारण पृष्ठभूमि से आया व्यक्ति असाधारण विचारों और अटूट संकल्प के बल पर न केवल अपने देश को तकनीकी रूप से सशक्त बना सकता है, बल्कि करोड़ों युवाओं के मन में सपनों की आग भी जला सकता है। "विज्ञान, संकल्प और मिसाइल" के त्रिवेणी संगम में जो दर्शन उभरता है, वही वास्तव में कलाम दर्शन है।

आज के वैश्विक परिदृश्य में, जहाँ विज्ञान का उपयोग कई बार विनाशकारी उद्देश्यों के लिए किया जा रहा है, कलाम दर्शन और भी अधिक प्रासंगिक हो जाता है। उनका जीवन हमें यह सिखाता है कि विज्ञान को मानवता से अलग नहीं किया जा सकता। यदि विज्ञान के साथ संकल्प और नैतिकता न हो, तो वह विनाश का कारण बन सकता है। वहीं यदि विज्ञान को मानवीय मूल्यों और राष्ट्रहित से जोड़ा जाए, तो वह प्रगति और शांति का मार्ग प्रशस्त करता है।

डॉ. कलाम का निधन भले ही शारीरिक रूप से हो गया हो, किंतु उनका विचार और दर्शन आज भी जीवित है। वे आज भी हर उस युवा के सपनों में हैं, जो विज्ञान के माध्यम से देश के लिए कुछ करना चाहता है। वे हर उस शिक्षक के विचारों में हैं, जो छात्रों को केवल नौकरी नहीं, बल्कि उद्देश्य के लिए प्रेरित करता है। वे हर उस वैज्ञानिक

के मन में हैं, जो सीमित संसाधनों में भी असंभव को संभव बनाने का साहस रखता है। यह कहानी केवल मिसाइलों की नहीं है। यह कहानी है एक मनुष्य की, जिसने धातु में सपना देखा और सपने में राष्ट्र। ए.पी.जे. अब्दुल कलाम ने भारत को सिखाया कि रक्षा शक्ति हथियारों से नहीं, विचार, आत्मनिर्भरता और नैतिकता से बनती है और जब तक भारत की मिसाइलें आकाश की ओर उठेंगी, तब तक एक साधारण बालक की असाधारण कहानी हर भारतीय के हृदय में उड़ती रहेगी।

अंततः कहा जा सकता है कि "विज्ञान, संकल्प और मिसाइल" केवल शब्द नहीं, बल्कि एक संपूर्ण जीवन-दर्शन हैं, जिन्हें डॉ. ए.पी.जे अब्दुल कलाम ने अपने जीवन से प्रमाणित किया। विज्ञान उनके लिए साधन था, संकल्प उनकी शक्ति थी और मिसाइल राष्ट्र-रक्षा का प्रतीक। इन तीनों के समन्वय से जो दर्शन जन्म लेता है, वही कलाम दर्शन है—एक ऐसा दर्शन जो भारत को आत्मनिर्भर, सशक्त और नैतिक रूप से जागरूक राष्ट्र बनाने की दिशा दिखाता है। यही कारण है कि डॉ. कलाम केवल भारत के 'मिसाइल मैन' नहीं, बल्कि 'युग पुरुष' के रूप में सदैव स्मरणीय रहेंगे।

❖

संस्मरण

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम

आशा त्रिपाठी

वायुसेनाध्यक्ष के वैज्ञानिक सलाहकार, वायुसेना मुख्यालय

aashakshma@gmail.com

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम एक दूरदर्शी वैज्ञानिक एवं मार्गदर्शक थे। उन्होंने भारत की मिसाइल और रक्षा क्षमताओं को दृढ़ करने में अहम भूमिका निभाई, जिससे उन्हें 'मिसाइल मैन आफ इंडिया' की उपाधि मिली। उन्होंने अनेकों डिफैंस प्रोजेक्ट्स का नेतृत्व किया, जिससे राष्ट्रीय सुरक्षा एवं तकनीकी रूप से आत्मनिर्भरता में वृद्धि हुई। डॉ. कलाम की विरासत आज भी भारतीय वैज्ञानिकों और नागरिकों को प्रेरणा देती है। वस्तुत: जो बात बालक अब्दुल कलाम के शिक्षक श्री शिव सुब्रमण्यम अय्यर ने उनसे बचपन में कही थी – "कलाम, तुम्हारी उड़ान इस गांव तक सीमित नहीं है, तुम आसमान के लिये बने हो!" और उस वाक्य ने जैसे उनके जीवन की दिशा ही तय कर दी। डॉ. कलाम ने भी इसी प्रकार अपने हजारों-लाखों शिष्यों के जीवन को दिशा दी। उन्हें यह प्रेरणा दी कि तुम्हारा जीवन असीमित सम्भावनाओं से भरा है, उन्हें पहचानों, आगे बढ़ो। युवाओं को उनकी युवाशक्ति से परिचित कराया।

इसरो से अपना व्यवसायिक जीवन प्रारम्भ करके एवं अपनी नेतृत्व क्षमता का परिचय देते हुए आपने डीआरडीओ ज्वायन किया। जब आपने डीआरडीओ के सचिव का कार्यभार ग्रहण किया था, उस समय मैं वैज्ञानिक-'सी' के पद पर कार्यरत थी तथा मेरी नियुक्ति दिल्ली स्थित डीआरडीओ संस्थान – "पद्धति, अध्ययन एवं विश्लेषण संस्थान (ईसा)" में थी। हमारे वैज्ञानिक एवं तकनीकी समूह ने भारत के रक्षा सम्बंधी प्रथम स्वदेशी सॉफ्टवेयर का विकास किया था और यह सॉफ्टवेयर थलसेना को सौंपा जाना था। जनरल शंकरराय चौधरी उस समय थलसेना प्रमुख थे। यह लगभग 1993-94 की बात है। दिल्ली स्थित थलसेना के एक ऑफिस में हम सब युवा वैज्ञानिकों का समूह अपने वरिष्ठ वैज्ञानिकगणों के साथ आमंत्रित था। सर्वप्रथम हमने इस अवसर पर डॉ. ए.पी. जे. अब्दुल कलाम सर का ओजपूर्ण भाषण सुना, जिसमें उन्होंने बताया कि क्यों और कैसे यह प्रथम सॉफ्टवेयर सेना और देश के लिये इतना महत्वपूर्ण है। इसी सॉफ्टवेयर पैकेज के विकास के लिये बाद में हमारे पूरे समूह को, डॉ. एपीजे अब्दुल कलाम द्वारा ही 'डीआरडीओ टेक्नोलॉजी एवार्ड' (1998) प्रदान किया गया। तत्पश्चात जलपान के समय डॉ. कलाम, जनरल चौधरी, हमारे निदेशक, परियोजना निदेशक महोदय के साथ हम वैज्ञानिकों को भी डॉ. कलाम सर से संवाद करने का अवसर प्राप्त हुआ। मुझे याद है कि वे मेरे समीप आये और उन्होंने मेरी पृष्ठभूमि, किस विश्वविद्यालय से स्नातक एवं परास्नातक की डिग्री लीं, दिल्ली में कहां

निवास-स्थान है... आदि-आदि प्रश्नों के पश्चात पूछा कि मेरा इस सॉफ्टवेयर मे क्या विशिष्ट योगदान है ? मेरे द्वारा उत्तर दिये जाने के पश्चात उन्होंने मुझे आगे भी, ऐसे ही कार्य

करने के लिये प्रेरित किया तथा शुभकामनायें दीं। कलाम सर के साथ वह छोटा-सा संवाद आज लगभग 30 वर्षों के पश्चात भी मेरे मन में एकदम ताजा है, ज्यों यह कल की ही बात हो। अस्तु !

कालांतर में डॉ. कलाम राष्ट्रपति बने, उनको अनेकों मंचों से सुना, उनके विषय में काफी कुछ पढ़ा, सदैव अत्यंत गर्व का अनुभव हुआ, क्योंकि वे हमारी तरह एक दिन डीआरडीओ के वैज्ञानिक रहे थे और यहीं से उठकर राष्ट्र के सर्वोच्च पद तक पहुंचे थे। बल्कि मेरा मानना है कि उनके राष्ट्रपति बनने के पश्चात डीआरडीओ को एक अलग पहचान मिली तथा आम जनता ने डीआरडीओ के विषय में और अधिक जाना। मैं आज भी स्वयम को गौरवान्वित अनुभव करती हूं, कि अपने करियर के प्रारम्भिक दिनों में ही मैंने इतने महान वैज्ञानिक/महापुरुष की छत्र छाया में कार्य किया एवं उनका मार्गदर्शन प्राप्त किया। वे मेरे जीवन के अविस्मरणीय क्षण हैं।

डॉ. कलाम भले ही आज शारीरिक रूप से हमारे बीच में उपस्थित न हों, किंतु उनका विचार और दर्शन आज भी जीवित है। वे आज भी हर उस युवा के सपनों में हैं, जो विज्ञान के माध्यम से देश के लिये कुछ करना चाहता है। वे हर उस शिक्षक के विचारों में हैं, जो छात्रों को केवल व्यवसाय ही नहीं, बल्कि लक्ष्य के लिये प्रेरित करता है। वे हर उस वैज्ञानिक के मन में हैं, जो सीमित संसाधनों में भी असम्भव को सम्भव बनाने का साहस रखता है।

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम की कहानी केवल मिसाइलों की कहानी नहीं है। यह कहानी है, एक मानव की, जिसने 'विज्ञान में सपना' देखा और 'सपने में राष्ट्र'। जब तक भारत की मिसाइलें आकाश की ओर उठेंगी, तब तक एक साधारण बालक की असाधारण कहानी हर भारतीय के मन में उड़ती रहेगी। विज्ञान उनके लिये साधन था, संकल्प उनकी शक्ति थी और मिसाइल राष्ट्र रक्षा की प्रतीक। इन तीनों के समन्वय से जो दर्शन जन्म लेता है वह भारत को आत्मनिर्भर, सशक्त और नैतिक रूप से जागरूक राष्ट्र बनाने की दिशा प्रदर्शित करता है। यही कारण है कि डॉ. ए.पी. जे. अब्दुल कलाम केवल भारत के 'मिसाइल मैन' ही नहीं बल्कि 'युगपुरुष' के रूप में सदैव स्मरणीय रहेंगे।

❖

समर्पण

अनन्य पुरुष कलाम

अरुण कमल

राजभाषा, संसद एवं जनसंपर्क निदेशालय, डीआरडीओ मुख्यालय

arunkamal.hqr@gov.in

धन्य हुआ वह माँ का आंचल
जिसमें तुम थे समाए,
फलित हुआ वह वात्सल्य
तुम जिसको छूकर आए!
श्रम के साधक रहे सदा तुम
दृग खोल के स्वप्न को पाए,
इस मातृभूमि के सिद्ध पुरुष
तुम महामानव कहलाए!

एक अनन्य पुरुष... कलाम जिन्होंने, अपने स्वभाव अपनी काबिलियत, अपनी विनम्रता, अपनी सोच से सबको पीछे छोड़ दिया। जिन्होंने असफलताओं को गले लगाकर उसे अपना सोपान बना लिया। विमान को आकाश में ले जाने का मौका नहीं बन सका तो अपने लक्ष्य को अंतरिक्ष की ओर मोड़ दिया। विमान के पायलट न बन सके तो मिसाइल मैन बन गए। हर भारतीय के मन में जिनकी छवि अप्रतिम है। पूरे भारतवर्ष पर जिन्होंने अपनी अमिट छाप छोड़ी। शायद ही कोई ऐसा हो, जो उनसे मिला और उनके व्यक्तित्व और उनकी सोच से प्रेरित हुए बिना रह सका। हम भाग्यशाली हैं कि उस संगठन के हिस्सा हैं, जिसके वो पथ-प्रदर्शक रहे हैं। जिन्होंने हमारे संगठन को एक दिशा दी.. एक पहचान दी.. और इसमें काम करनेवाले हर कार्मिक के लिए एक समर्पण भाव, एक लक्ष्य, एक उद्देश्य छोड़ गए।

हर बच्चे में संभावना है, हर मनुष्य सामर्थ्यवान है, वे यह विश्वास दिलाना चाहते थे। खुली आंखों से सपने देखने को कहा करते थे। लक्ष्य हमेशा बड़ा रखने को सिखाया करते थे। समर्पित प्रयास के हिमायती थे। प्रत्येक व्यक्ति की सोच बड़ी होनी चाहिए, ऐसी इच्छा रखते थे। विद्यार्थी श्रेणी उनका पसंदीदा वर्ग था, जिनसे वो आजीवन जुड़े रहना चाहते थे। उन्हें हर बच्चे में क्षमता दिखाई देती थी। उनका मानना था कि शिक्षा ही समाज का सबसे बड़ा हथियार है, जिससे हम देश बदल सकते हैं, प्रगति के शिखर पर ले जा सकते हैं। वे सभी बच्चों को इग्नाइटेड माइंड की तरह देखते थे, उन्हें अग्नि की उड़ान देना चाहते थे। ऐसी हजारों सीख देना चाहते थे, जिन्हें आज भी हर बच्चा, हर युवा और हर बुजुर्ग बीच-बीच में दुहरा कर अपने आप को प्रेरित करता रहता है.. क्योंकि उनके हाथ हर शीश तक नहीं पहुँच सके लेकिन उनकी सोच, उनके शब्द तो हर आंगन तक पहुँच ही सकते हैं। उनके कुछ ऐसे ही प्रेरक कथन समर्पण स्वरूप यहाँ नई शैली में प्रस्तुत है।

सपने वो नहीं, जो नींद में देखे जाएँ
सपने वो होते हैं जो,आपको रातों को भी जगाएँ,
अपने कार्यों में सफल होने के लिए
बस लक्ष्य पर ही ध्यान लगाएँ!

इंतजार करनेवाले को उतना ही मिलता है
जितना कोशिश करनेवाले छोड़ देते हैं,
कड़ी मेहनत और दृढ़ संकल्प
हर प्रयास को विजय से जोड़ देते हैं!

आज आपका महसूस किया हुआ दर्द
कल आपकी ताकत बन जाएगा,

कठिनाइयों को झेले बिना
सफलता का आनंद कहां आएगा!

लक्ष्य, मेहनत और संकल्प का साथ हो तो
कुछ भी हासिल किया जा सकता है,
किसी को हरा देना बेहद आसान है लेकिन
किसी को जीत लेना बहुत मुश्किल हो सकता है!

कठिनाइयों से जूझोगे तो
सफलता में खुशियाँ जुड़ जाएंगी,
उम्मीद सिर्फ स्वयं से रखोगे तो
उम्मीदें अवश्य पूरी हो पाएंगी!

भविष्य अपना बदल नहीं सकते
क्यों नहीं आदतें अपनी बदल लें,
क्या पता आदतें ही आगे जाकर
भविष्य ही अपना बदल दें!

सूरज की तरह चमकना है तो
सूरज की तरह जलना सीखो,
महंगे कपड़े तो दुकान के पुतले भी पहनते हैं
पहचान बनानी है तो व्यवहार अच्छा रखो!

हमें हार से नहीं डरना चाहिए
बल्कि समस्याओं को हराना चाहिए,
लक्ष्य बड़े से बड़ा रखकर
असफलताओं को औंधे मुंह गिराना चाहिए!

धीरे ही सही लेकिन हमेशा चलते रहें क्योंकि
एक समय के बाद ठहरा हुआ पानी भी सड़ने लगता है,
कभी भी एक सफलता के बाद रुकें नहीं
पिछला परिश्रम भी फीका पड़ने लगता है!

कलाम सामर्थ्य और प्रयास के उपासक थे, उम्मीद में जीते थे, जागते हुए सपने देखते थे और इन्हीं स्वपनों के साथ उन्होंने डीआरडीओ को भी ऐसी दिशा दी, ऐसा विजन और मिशन दिया कि आज भी हमारा संगठन उसी दृढ़ संकल्प, दूरदृष्टि और बड़े लक्ष्य के साथ निरंतर अपने उद्देश्य में लगा है। डीआरडीओ की हर तैयारी में आप हैं। डीआरडीओ की अब तक की हर सफलता आपको समर्पित है। डीआरडीओ दूरदृष्टि और बड़े लक्ष्य के साथ निरंतर अपने उद्देश्य में लगा है। आपने कहा था "हमारे श्रम का पसीना विकासशील भारत को विकसित भारत में बदल देगा" और अब हम भारतवासियों को विकसित भारत की खुशबू मिलने लगी है। आप नहीं होकर भी आज भारत के कण-कण में हैं, जन-जन में हैं और सदा रहेंगे।

उन्मेष – 2026

उन्मेष – 2026

कार्यशालाएँ

राष्ट्रीय खेल दिवस

गांधी जयंती

हिन्दी पखवाड़ा

प्रतिबिम्ब

रक्तदान शिविर

मंत्रालय स्तरीय राजभाषायी निरीक्षण

संयुक्त क्षेत्रीय राजभाषा सम्मेलन में डीआरडीओ

गुणवत्ता एवं नवाचार सम्मेलन

राष्ट्रगीत की 150वीं जयंती

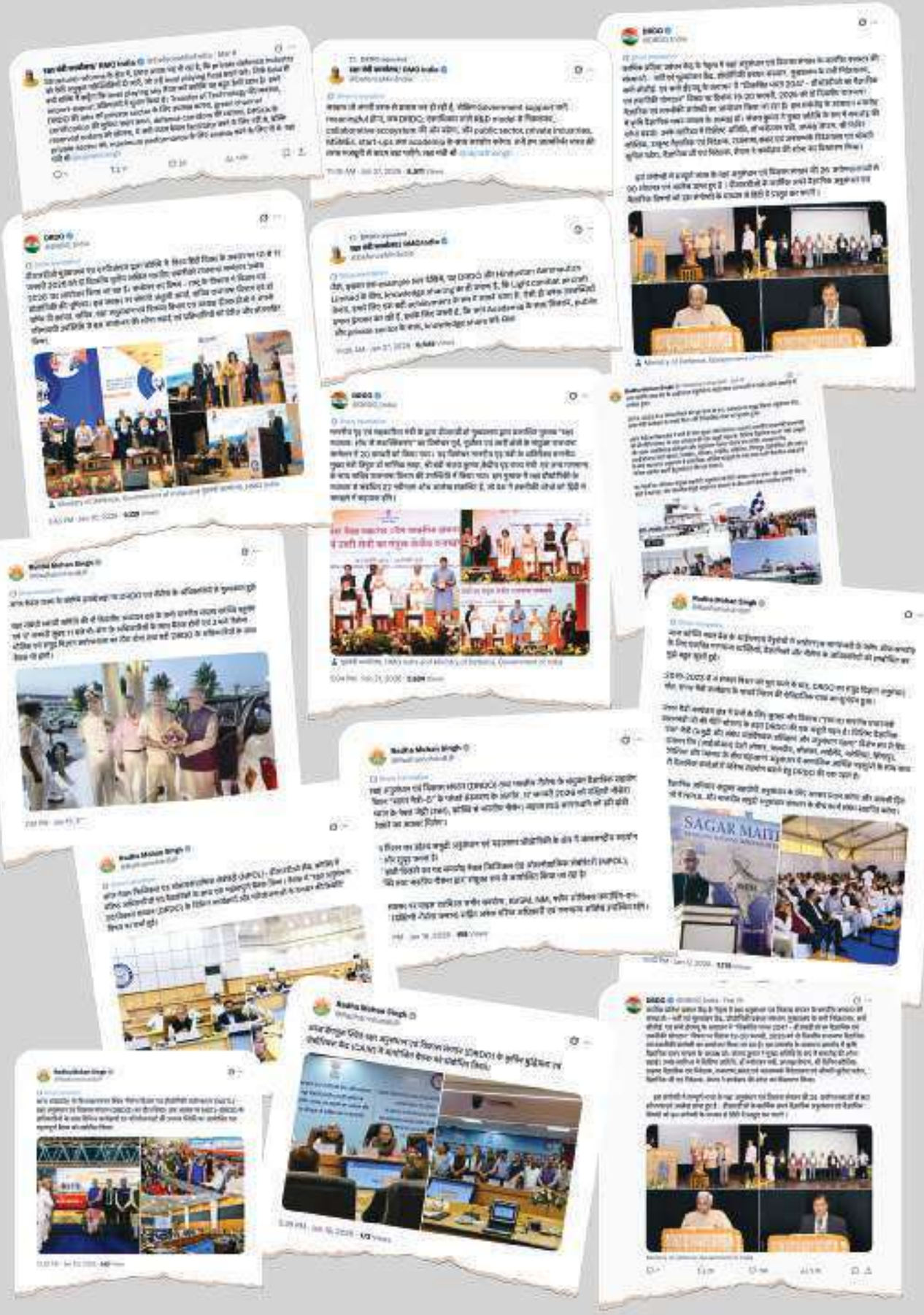
संविधान दिवस

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम जयंती

राजभाषा कीर्ति पुरस्कार

डीआरडीओ अलंकरण समारोह

डीआरडीओ की प्रयोगशालाओं को नराकास पुरस्कार



रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन मुख्यालय

रक्षा मंत्रालय, भारत सरकार

डीआरडीओ भवन, राजाजी मार्ग, नई दिल्ली - 110011

DRDO_India | DPIDRDO | dpi.drdo | @DRDO_INDIA | www.drdo.gov.in