



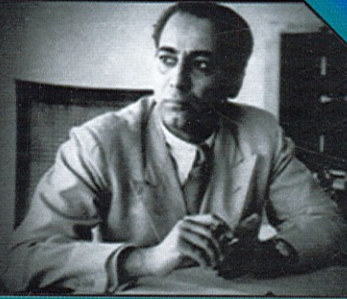
## அணுசக்தி - ஆற்றலும் பயன்களும்



**Homi J.Bhabha**

*'Father of Indian  
Nuclear Programme'*

30 October 1909 - 24 January 1966



இந்திய அணுசக்தித்துறை 1954ஆம் ஆண்டுமுதல்  
வெற்றிகரமாக செயல்பட்டு உலக அளவில்  
பல சாதனைகளைச் செய்துவருகிறது.

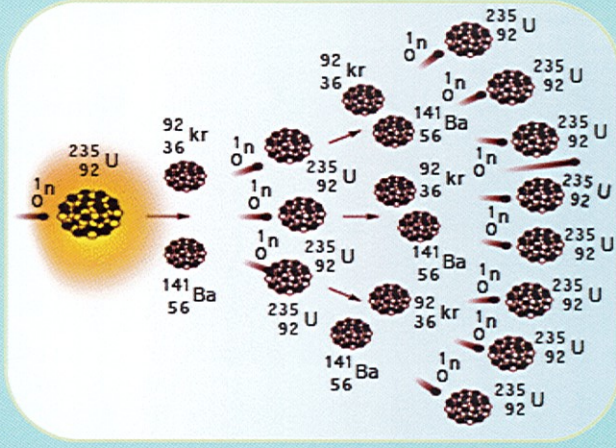
## மின்சாரம் எவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது?

நாம் கால்களால் சைக்கிள் பெடலை மிதிக்கிறோம். நமது சக்தியானது டைனமோவை சுழற்றி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. இதன் மூலம் சைக்கிளின் முன்புறம் டைனமோ உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள விளக்கு எரிகிறது. இதே முறையில்தான் புனல், அனல் மற்றும் அணுமின் நிலையங்களிலும் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. எந்த ஒரு மின்உற்பத்தி நிலையத்திலும் ஜெனரேட்டர் என்ற ஒரு சாதனம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய ஜெனரேட்டர்களில் இணைக்கப்பட்டுள்ள டர்பைன் பிளேடுகளை சுழற்றினால் மின்சாரம் கிடைக்கும். நீராவி ஆற்றலைக் கொண்டு டர்பைன் பிளேடுகளை சுழல வைப்பதன் மூலம் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இத்தகைய டர்பைன் பிளேடுகளை சுழல வைப்பதற்குத் தேவையான அடிப்படை சக்தியான நீராவியானது பலவகையான முறைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

காற்றாலைகளில் காற்று சக்தியைக் கொண்டு டர்பைன் பிளேடைச் சுழற்றி ஜெனரேட்டர் இயக்கப்பட்டு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. அனல் மின் நிலையங்களில் நிலக்கரியை எரித்து அதனால் ஏற்படும் ஆற்றலைக் கொண்டு டர்பைன் இயக்கப்பட்டு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. நீர் மின்சார முறையில் வேகமாகப்பாயும் நீரின் ஆற்றலைக் கொண்டு டர்பைன் சுழற்றப்பட்டு ஜெனரேட்டர் இயக்கப்பட்டு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதுபோலவே அணுமின் நிலையங்களில் அணுவைப் பிளந்து அதன் மூலம் உண்டாகும் ஏராளமான வெப்பசக்தியின் மூலம் உற்பத்தியாகும் நீராவியினைக் கொண்டு டர்பைன் பிளேடுகளைச் சுழல வைத்து ஜெனரேட்டரை இயக்கி மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

## அணுஉலை இயங்கும் விதம்

கனமான அணுவைப் பிளப்பதன் மூலம் மிகுந்த வெப்பசக்தி தோன்றும். இந்த வெப்பசக்தியினைப் பயன்படுத்தி நீராவியினை உற்பத்தி செய்து டர்பைன் எனப்படும் இயந்திரம் சுழற்றப்படுகிறது. டர்பைன்கள் சுழலும் போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஜெனரேட்டர் என்ற கருவி



### தொடர்வினை

இயங்கி மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதுவே அணுவின் மூலம் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுவதன் அடிப்படையாகும். அணுஉலையில் யுரேனியம் 235 புளுட்டோனியம் 239 மற்றும் யுரேனியம் 233 எரிபொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. யுரேனியம் மற்றும் புளுட்டோனியம் போன்றவை கனமான அணுக்களாகும். இத்தகைய அணுக்களை நியூட்ரான்களைக் கொண்டு வினைக்கு உட்படுத்தப்படும் போது அவை சிறு அணுக்களாக பிளவுபடும். இத்தகைய நிகழ்ச்சியினை அணுப்பிளவு (Nuclear Fission) என்று அழைக்கிறார்கள்.

அணுஉலைக்குள் வைக்கப்படும் யுரேனிய அணுவை நியூட்ரானைக் கொண்டு வினைக்கு உட்படுத்தப்படும் போது அது அணுவின் கருவைப் பிளந்து இரண்டாக்கும். இதன்மூலம் இரண்டு அல்லது மூன்று நியூட்ரான்கள் வெளியாகும். இந்த நியூட்ரான்களின் வேகமானது தணிப்பான் (Moderator) மூலம் குறைக்கப்படும். அணுஉலைகளில் கனநீர் தணிப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப்படி வெளிவரும் நியூட்ரான்கள் மீண்டும் அருகிலுள்ள யுரேனிய அணுக்கருக்களைப் பிளக்கும். இவ்வாறு தொடர்ந்து செய்யும் போது நியூட்ரான்கள் கோடிக்கணக்கில் பெருகி பெரும் சக்தியை தோற்றுவிக்கும். இத்தகைய வினையானது தொடர்ந்து நடைபெற்று வெப்பமானது தொடர்ந்து கிடைத்துக் கொண்டே இருக்கும். இந்த நிகழ்ச்சியானது “தொடர்வினை” (Chain Reaction) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

## சோதனை வேக ஈனுலை

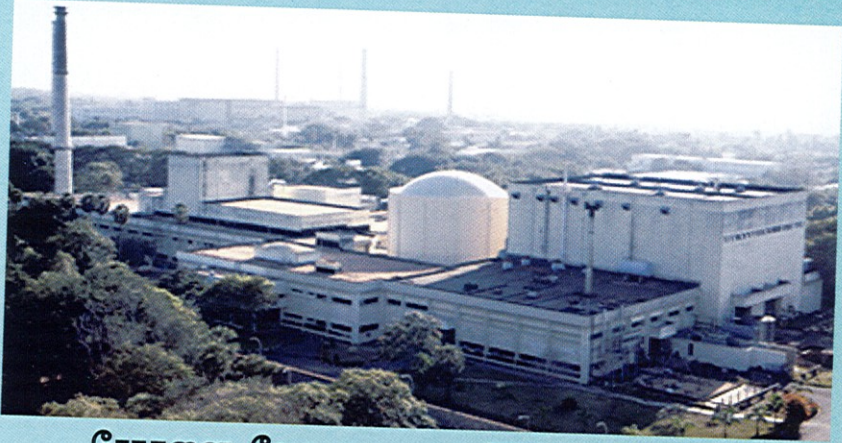
இந்திராகாந்தி அணு ஆராய்ச்சி மையத்தில் சோதனை வேக ஈனுலை [Fast Breeder Test Reactor] 1985ஆம் ஆண்டு அமைக்கப்பட்டு தொடர்ந்து வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டு வருகிறது. என்பது சதவிகிதம் இந்தியாவில் தயாரிக்கப்பட்ட கருவிகளைக் கொண்டு இந்த ஈனுலை வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. அக்டோபர் 1985 ல் முதன் முதலாக இந்த சோதனை அணுஉலை வெற்றிகரமாக தொடர்வினை இயக்க நிலையினை அடைந்தது.

## சோதனை வேக ஈனுலை என்றால் என்ன?

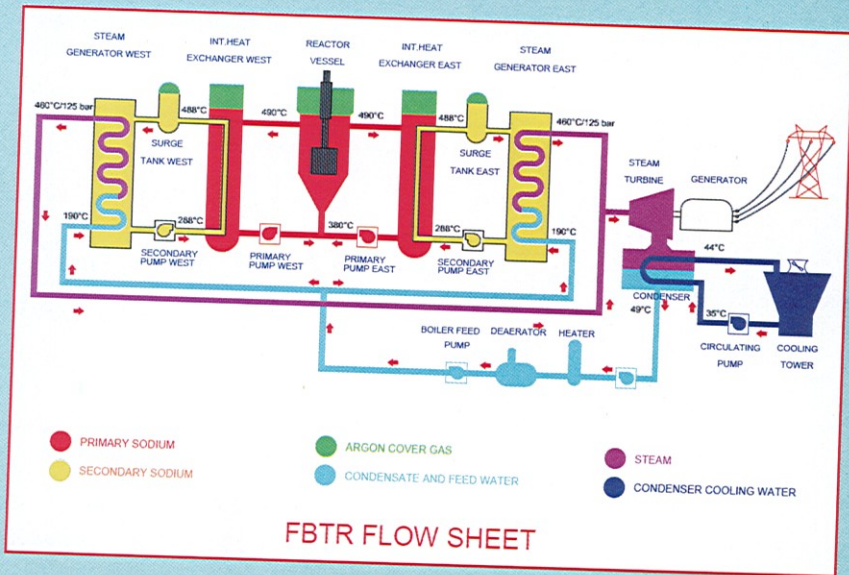
அணு உலை தொழில் நுட்பத்தில் நவீனமான தொழில் நுட்பம் இந்த வேக ஈனுலைகள் ஆகும். சாதாரண அணுஉலையில் யுரேனியமானது எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய இயற்கை யுரேனியத்தில் யுரேனியம் 235 மற்றும் யுரேனியம் 238 அணுக்கள் உள்ளன. இதில் யுரேனியம் 235 வகை மட்டுமே அணுப்பிளவுக்கு உட்பட்டவை. ஒரு கிலோ இயற்கை யுரேனியத்தில் ஏழு கிராம் அளவே யுரேனியம் 235 உள்ளன. வேக ஈனுலைகளில் யுரேனியம் மற்றும் புளுட்டோனியம் இரண்டும் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இயற்கை யுரேனியமும் புளுட்டோனியமும் இத்தகைய அணுஉலைகளில் எரிபொருளாக வைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து யுரேனியம் 235 அணுக்களும் புளுட்டோனியம் 239 அணுக்களும் பிளக்கப்பட்டு ஆற்றலானது பெறப்படுகிறது. அதேசமயத்தில் யுரேனியம் 238 ஆனது புளுட்டோனியமாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறாக உற்பத்தியாகும் புளுட்டோனியத்தின் அளவானது அணுஉலையில் எரிபொருளாக வைக்கப்படும் புளுட்டோனியத்தின் அளவைவிட அதிக அளவில் உள்ளது. ஒரே சமயத்தில் அணுஉலையிலிருந்து சக்தியையும் எரிபொருளையும் பெறப்படுவதன் காரணமாக இத்தகைய அணுஉலைகள் ஈனுலைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

அணுஉலையில் யுரேனியம் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் வேக ஈனுலையில் புளுட்டோனியம் 239 மற்றும் இயற்கை யுரேனியம் ஆகிய இரண்டும் கலந்த கார்பைடு அல்லது ஆக்ஸைடு கலவை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புளுட்டோனியம் 239 வேக நியூட்ரான்களோடு ஈடுகொடுத்து தொடர் வினையினை நிகழ்த்தும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. எனவே நியூட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்த

இத்தகை அணுஉலைகளில் கனநீர் போன்ற தனிப்பான்கள் (Moderator) பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. மேலும் இவ்வகை வேக அணுஉலைகளில் அணுப்பிளவிற்கு சக்தி அதிகமுள்ள நியூட்ரான்கள் தேவைப்படுவதால் தனிப்பான்கள் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இதன் காரணமாகவே இவ்வகை அணுஉலைகள் வேக ஈனலைகள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய அணுஉலைகளில் நீரைக்காட்டிலும் அதிகஅளவில் வெப்பத்தைக் கடத்தும் ஆற்றல் பெற்ற சோடியம் குளிர்ப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

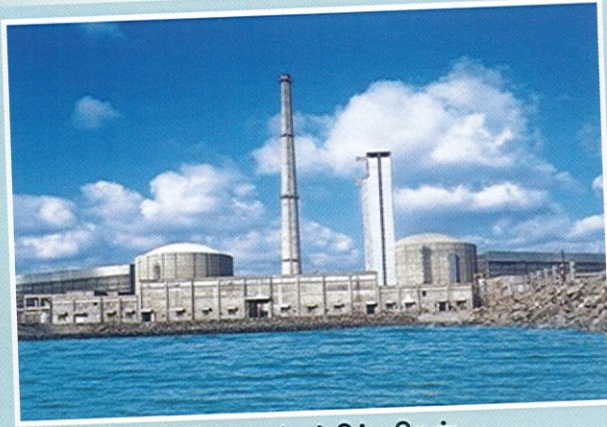


சோதனை வேக ஈனலை (FBTR) கல்பாக்கம்



## தமிழ்நாட்டில் உள்ள அணுமின் நிலையங்கள்

சென்னை அணுமின் நிலையம், கல்பாக்கம்



மின் உற்பத்தித் திறன்

அணுஉலை 01 – 220 மெகாவாட்

அணுஉலை 02 – 220 மெகாவாட்

செயல்படத் துவங்கிய ஆண்டு

MAPS 01 – 2/07/1983 & MAPS 02 – 12/08/1985

கூடங்குளம் அணுமின் நிலையம், திருநெல்வேலி மாவட்டம்



மின் உற்பத்தித் திறன்

அணுஉலை 01 – 1000 மெகாவாட்

செயல்படத் துவங்கிய ஆண்டு 31.12.2014

## அணுசக்தியின் அவசியம் என்ன?

தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி மற்றும் தனிமனித வளர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக மின்சாரம் நமது அன்றாடத் தேவைகளில் முதன்மையான தேவையாகிவிட்டது. கீழ்காணும் முறைகளில் மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் அனல் மின்சாரம் [Thermal Power]. அணுவைப் பிளந்து அதிலிருந்து உண்டாகிற வெப்ப சக்தியை பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் அணுமின்சாரம் [Atomic Power]. காற்றைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் காற்று மின்சாரம் [Wind Power]. சூரிய சக்தியைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் சூரியசக்தி மின்சாரம் [Solar Power]. நீர்சக்தியைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் நீர் மின்சாரம் [Hydro Power]. மேலும் சாணம் மற்றும் குப்பைகளைப் பயன்படுத்தியும் மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பல தொழில்நுட்ப முறைகளில் மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகிறது.



அனல் மின்சக்தி



அணுமின்சக்தி



புனல் மின்சக்தி



சூரிய மின்சக்தி



காற்றாலை மின்சக்தி

அனல் மின்சாரம், காற்று மின்சாரம், நீர் மின்சாரம், எரிவாயு மின்சாரம், சூரிய சக்தி மின்சாரம் போன்றவற்றை தயாரிப்பதில் ஏராளமான பிரச்சினைகளை எதிர்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. முதலாவதாக 2050 ஆம் ஆண்டில் உலக அளவில் மொத்த நிலக்கரியும் தீர்ந்து போய்விடும் என்று கூறப்படுகிறது. இரண்டாவதாக அனல் மின்சாரம் தயாரிக்க ஏராளமான இடம் தேவைப்படுகிறது. அனல் மின் நிலையங்களில் நிலக்கரியானது எரிக்கப்பட்டு சாம்பல் வெளியாகிறது. இத்தகைய சாம்பலானது மின் நிலையப் பகுதிகளில் கொட்டி வைக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் காற்றானது மாசடைகிறது. மேலும் மழை பெய்யும் போது சாம்பல் தண்ணீரில் கரைந்து நீர்நிலைகளில் கலந்து நீர்நிலைகளை பெரிதும் மாசடையச் செய்கிறது.

### Comparison of Electricity Generation Plants

1000 Mwe Hydel



\* Submergence:  
2000-5000 Hectares

1000 Mwe Nuclear



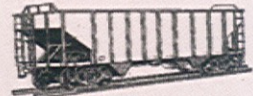
\* Land Reqd. 20 Hectares  
\* Fuel: 100Te/Yr  
= 10 Trucks/Yr  
(@10Te/Truck)



1000 Mwe Coal Fired



\* Land Reqd: 70 Hectares  
\* Coal: 26,00,000 Te/Yr  
= 2,60,000 Wagons/Yr  
(@100 Te / Wagon)



\* CO<sub>2</sub>: 70,00,000 Te/Yr  
\* SO<sub>2</sub>: 20,000 Te/Yr  
\* No<sub>x</sub>: 20,000 Te/Yr

### அணுவாற்றல் - ஓர் ஒப்பீடு

அணுவிலிருந்து மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்ய யுரேனியம் எனும் எரிபொருள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிற வகை எரிபொருள்களை அதாவது நிலக்கரி, கச்சா எண்ணெய், பழுப்பு நிலக்கரி, இயற்கை எரிவாயு போன்றவற்றைக் கொண்டு மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதைக் காட்டிலும் அணுசக்தியிலிருந்து மின்சாரம் உற்பத்தி செய்வது மிகவும் சிக்கனமானது.



ஒரு மணிநேரத்திற்கு ஒரு கிலோவாட் என்ற அளவில் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்ய எத்தனை கிராம் எரிபொருள் தேவை என்பதை கீழ்க்காணும் அட்டவணை விளக்குகிறது.

எரிபொருள் (Fuel)		ஒரு கிலோவாட் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்ய தேவைப்படும் அளவு (கிராம்களில்)
Uranium	யுரேனியம்	0.0072 (7.2மில்லிகிராம்)
Crude oil	சச்சா எண்ணெய்	76.9
Natural Gas	இயற்கை வாயு	91
Coal	நிலக்கரி	200
Lignite	பழுப்பு நிலக்கரி	300

### Energy Equivalents

1 Uranium Fuel Pellet has much energy available as...



120 gallons of oil



1 ton of coal



17,000 cubic feet of natural gas

1,000 megawatts of electricity uses...



150 tons of uranium



2,100,000 tons of coal



10 million barrels of oil

### Energy Potential

1 kg of coal

3 kWh

1 kg of oil

4 kWh

1 kg U (natural)

50,000 kWh

(if reprocessed) 3,500,000 kWh



**Madras Atomic Power Station (MAPS)**

அணுமின் நிலையங்களை அமைக்க மிகக் குறைந்த அளவில் இடம் இருந்தால் போதும். பிறமுறைகளில் மின்சாரம் தயாரிக்கும் போது புவி வெப்பமயமாதல், ஓசோன் படல பாதிப்பு, சுற்றுப்புறசூழ்நிலை மாசடைதல், பலவிதமான உடல்நிலை பாதிப்புகள் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

பிறமுறைகளில் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்ய செலவு மிக அதிகம் ஆகிறது. ஆனால் அணுசக்தியின் மூலம் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்ய மிகக்குறைந்த செலவே ஆகிறது.

தற்போது அதிக அளவில் அனல்மின் நிலையங்களிலிருந்து மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. நிலக்கரி கிடைக்கும் வரைதான் இத்தகைய மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்ய இயலும். நிலக்கரி தீர்ந்து போய் விட்டால் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்ய இயலாமல் நாம் பெரும் பாதிப்புக்கு உள்ளாக நேரிடும்.

நம் நாட்டில் தோரியம் மிக அதிக அளவில் இயற்கையாகவே கிடைக்கிறது. அணுசக்தியில் முதல் நிலை இரண்டாவது நிலை மற்றும் மூன்றாவது நிலை என்று மூன்று கட்டங்கள் உள்ளன. முதல் இரண்டு நிலைத் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. தற்போது மூன்றாவது நிலை அதாவது தோரியத்தை எரிபொருளாகக் கொண்டு மின்சாரத்தைத் தயாரிக்கும் முறை கண்டறியப்பட்டுவிட்டது. நம் நாட்டில் தோரியம் ஏராளமாகக் கிடைப்பதால் இதைக் கொண்டு தொடர்ந்து மின்சாரத்தை நம்மால் உற்பத்தி செய்ய இயலும்.



கேரள கடற்கரையில் உள்ள தோரியம் செறிந்த மணற்பரப்பு

## நாட்டின் வளர்ச்சிக்காக மூன்று கட்ட அணுசக்தி திட்டம்

அணுவிலிருந்து மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்தல் மற்றும் அணுசக்தி தொழில் நுட்பத்தை விவசாயம், மருத்துவம், தொழிற்சாலை போன்ற துறைகளில் பயன்படுத்துதல் போன்ற முக்கிய நோக்கங்களுக்காக இந்திய அணுசக்தித்துறை 03 ஆகஸ்ட் 1954 அன்று தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

இந்திய அணுசக்தித் துறையானது மூன்று கட்டங்களில் [Three Stage Nuclear Programme] மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கான திட்டத்தை வடிவமைத்துள்ளது.

முதல் கட்டமாக கனரீர் அணுஉலைகளில் இயற்கை யுரேனியத்தைப் பயன்படுத்தி மின்சாரத்தைத் தயாரிப்பது மட்டுமல்லாமல் ஈணுலைகளுக்குத் தேவையான புரூட்டோனியத்தை உற்பத்தி செய்வது.

இரண்டாவது கட்டமாக ஈணுலைகளில் புரூட்டோனியம் மற்றும் யுரேனியக் கலவையினைக் கொண்டு மின்சக்தி தயாரிப்பதோடல்லாமல் தோரியத்தினையும் யுரேனிய எரிபொருளாக்குதல்.

மூன்றாம் கட்டமாக தோரியம் மூலம் பெறப்பட்ட யுரேனிய எரிபொருளைக் கொண்ட ஈணுலைகளின் மூலம் மின் உற்பத்தி செய்தல்

## மூன்று கட்ட அணுசக்தி திட்டம் - பட விளக்கம்



## உணவுப்பொருட்கள் பதப்படுத்துதலில் அணுசக்தி தொழில்நுட்பம்

சில உணவுப் பொருட்கள் வருடம் முழுவதும் உற்பத்தியாகும். சில உணவுப் பொருட்கள் வருடத்தில் சில குறிப்பிட்ட மாதங்களில் மட்டுமே உற்பத்தியாகும். பொதுவாக உணவுப் பொருட்கள் குறைந்த காலத்திற்குள் கெட்டுப் போய்விடும். இதனால் விவசாயிகளின் கடின உழைப்பு வீணாவதுடன் நமது நாட்டிற்கும் பொருளாதார இழப்பு ஏற்படுகிறது. உற்பத்தியாகும் உணவுப்பொருட்களில் பயன்பாடு போக அதிகமாக உள்ள உணவுப்பொருட்களைப் பாதுகாக்க குளிர்பதன முறை, இரசாயனப் புகையிடும் முறை, உப்பில் ஊற வைத்துப் பாதுகாக்கும் முறை என பலவகையான வழிமுறைகள் பின்பற்றப்பட்டு வருகின்றன. ஆனால் இத்தகைய முறைகள் மூலம் அதிக கால அளவிற்கு உணவுகளை பாதுகாக்க இயலாது. தற்போது உலகெங்கும் உற்பத்தியாகும் உணவுப்பொருட்களில் சுமார் இருபத்திஐந்து சதவீதம் பாதுகாக்கப்படாமல் வீணாகிப் போகின்றன.

அணுவைப் பற்றிய அதிநவீன உண்மைகள் பல கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அதைப் பயன்படுத்தி சிந்தித்ததன் காரணமாக உணவுப் பொருட்களைப் பக்குவப்படுத்த ஒரு புதிய முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதை கதிர்வீச்சுப் பக்குவ முறை என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த புதிய நவீன முறை மூலம் காமா கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள், எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உணவுப்பொருட்களை கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் உணவுப்பொருட்களில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளின் பெருக்கமானது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் உணவுப் பொருட்களின் ஆயுட்காலம் மிக அதிக அளவில் நீட்டிக்கப்படுகிறது. உலகெங்கிலும் சுமார் நாற்பதுக்கும் மேற்பட்ட நாடுகளில் இம்முறையின் மூலம் உணவுப் பொருட்களை பாதுகாக்கும் பணி செய்யப்படுகிறது.

சிலவகையான காய்கனிகள் சில நாட்களுக்குப் பின்னர் முளைவிட்டு வளரத் தொடங்கும். இவற்றைத் தடுத்தால் இத்தகைய காய்கனிகளை நாம் நீண்ட நாட்களுக்குப் பயன்படுத்த இயலும். இவ்வாறு காய்கனிகள் முளைவிடுதலைத் தடுக்க சில இரசாயனப்பொருட்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. இதன் மூலம் சில வாரங்களுக்கு மட்டுமே இவற்றைப் பாதுகாக்க முடிந்தது. மேலும் இத்தகைய இரசாயனப் பொருட்களின் மூலம் உடல்நலமும் கெடும் வாய்ப்பு அதிகமிருக்கிறது. இத்தகைய சூழலில் கதிர்வீச்சு முறையினைப் பயன்படுத்தினால் அவை நீண்ட நாட்களுக்கு பாதுகாப்பாக

இருக்கின்றன. கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தி பதப்படுத்தப்பட்ட உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளுவதால் மற்றொரு நன்மையும் இருக்கிறது. உணவுப்பொருட்களை கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தப்படுவதன் மூலம் அப்பொருட்களிலுள்ள உடலுக்கு தீங்கினை விளைவிக்கும் நுண்ணுயிரிகளும் கொல்லப்பட்டுவிடுகின்றன. இதனால் இத்தகைய பொருட்களை சாப்பிடுவதன் மூலம் நம்முடைய உடல்நலம் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

### **கதிர்வீச்சுப் பக்குவநிலையங்களிலே பொருட்கள் எவ்வாறு பக்குவப்படுத்தப்படுகிறது?**

கதிர்வீச்சு பக்குவ நிலையங்களில் கோபால்ட் (Co-60) மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கதிர்வீச்சுப் பக்குவத்திற்கு பெரும்பாலும் காமாகதிர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நியூட்ரான்கள் அவை செல்லும் பொருட்களில் கதிரியக்கத்தைத் தூண்டும் இயல்புடைய காரணத்தினால் இவற்றைப் பயன்படுத்துவதில்லை. மேலும் காமா கதிர்கள் அதிக தொலைவிற்கு ஊடுருவும் ஆற்றல் மிக்கவை. இதன் காரணமாக இக்கதிர்களைக் கொண்டு பெட்டிக்குள் உள்ள பொருட்களையும் பக்குவப்படுத்த இயலும். இதன் காரணமாகவே காமா கதிர்கள் அதிக அளவில் இப்பணியில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

### **இத்தகைய உணவுகள் நமது உடல் நலத்தை பாதிக்காதா?**

கதிர்வீச்சின் மூலமாக பக்குவப்படுத்தும் மையங்களிலே கதிரியக்க மூலப்பொருளானது எஃகுக் குழாய்களுக்குள் வைத்து பாதுகாப்பாக மூடப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய குழாய்களிலே இருந்து வெளிவரும் காமா கதிர்கள் உணவு பொருட்களை கடந்து செல்லும்பொழுது அவற்றில் உள்ள கிருமிகளை அழிப்பதன் மூலமாக உணவு பொருட்கள் பாதுகாக்கப்படுகிறது. அதனாலே கதிரியக்க மூலப்பொருளானது உணவுடன் கலப்பதில்லை. இதனால் உடலுக்கு ஒரு பாதிப்பும் இல்லை. கதிர்வீச்சின் மூலம் பாதுகாக்கப்பட்ட உணவை Irradiated Food என்று அழைக்கிறோம். கதிர்வீச்சு முறையில் பக்குவப்படுத்தப்பட்ட உணவானது சுத்தமானது மற்றும் சுகாதாரமானது என்று உலக சுகாதார நிறுவனம் (World Health Organisation) மற்றும் அமெரிக்க உணவு மற்றும் மருந்து நிர்வாகம் (United States Food and Drug Administration – USFDA) போன்ற உயரிய அமைப்புகள் அங்கீகரித்துள்ளன.

### **இந்தியாவில் கதிர்வீச்சுப் பக்குவநிலையங்கள் எங்கெங்கு உள்ளன?**

பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தில் ஒரு கதிர்வீச்சு பக்குவநிலையம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் மும்பை வாஷி எனும் பகுதியில் ஒரு நிலையமும்

நாசிக் மாவட்டத்தில் லாசல்கான் (Lasalgaon) என்ற இடத்தில் ஒரு நிலையமும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

### என்னென்ன உணவுப் பொருட்களை இதன் மூலம் பாதுகாக்க முடியும்?

வெங்காயம், உருளைக்கிழங்கு, இஞ்சி, பூண்டு, அரிசி, கோதுமை முதலான தானிய வகைகள், பச்சைக் காய்கறிகள், பழங்கள், மாட்டு இறைச்சி, கோழி இறைச்சி, திராட்சை, கடல்வாழ் உயிரினங்கள், மசாலாப் பொருட்கள் போன்றவற்றை கதிர்வீச்சு முறைப்படி உட்படுத்தப்பட்டு பாதுகாக்கப்படுகின்றன.



இந்தியாவில் கதிர்வீச்சுப் பக்குவ நிலையங்கள் பக்குவப்படுத்த அனுமதிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருட்கள்



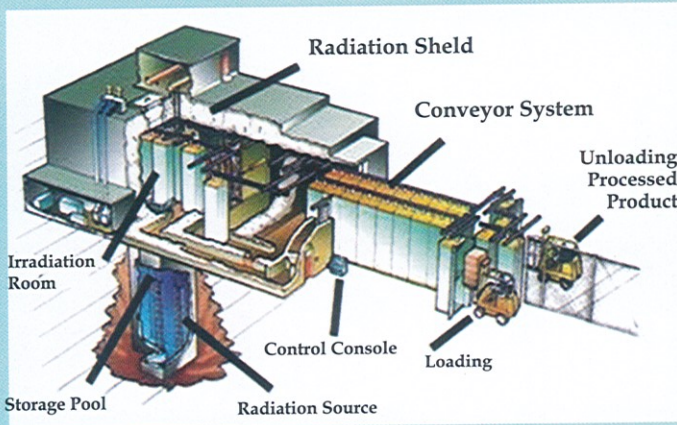
இந்தியாவில் கதிர்வீச்சுப் பக்குவ நிலையங்களில் பாதுகாக்கப்பட்ட பூக்கள்



பாதுகாக்கப்பட்ட உருளைக்கிழங்கு



பாதுகாக்கப்படாத உருளைக்கிழங்கு



**Gamma irradiation facility**

Name of Food material	Purposes	Minimum dose (KGy)	Maximum dose (KGy)
Onion	Sprout inhibition	0.03	0.09
Potato	Sprout inhibition	0.06	0.15
Garlic	Sprout inhibition	0.03	0.15
Shallots	Sprout inhibition	0.03	0.15
Fruits	Delay ripening	0.25	0.75
Spices	Microbial decontamination	6	14

### Radiation doses

## COMMERCIAL RADIATION PROCESSING OF FOOD COMMODITIES



**KRUSHAK, Lasalgaon, Nashik**



**Radiation Processing Plant (RPP), Vashi**



**கதிர்வீச்சு மூலம் பாதுகாக்கப்பட்ட மாங்கனி**



Sr. No	Gamma Irradiation Facilities in India
1	Food Irradiation and Processing Laboratory (FIPLY), BARC, Mumbai, Maharashtra
2	Radiation Processing Plant, BRIT, Vashi, Navi Mumbai - 400075, Maharashtra
3	KRUSHAK Irradiator, Lasalgaon, Nashik - 411037, Maharashtra
4	STERICO facility, M/s A V Processors Pvt. Limited, Mumbai-400001, Maharashtra.
5	Agropur Irradiators (India) Pvt. Ltd., Vasai, Mumbai - 400072, Maharashtra
6	Hindustan Argo Co-op Limited, Rauris, Ahmednagar (M.S)-413705, Maharashtra
7	MSAMB, Plot. No 3, Sector, 19F, In front of Dana Bunder, Navi Mumbai, Maharashtra
8	Universal Medicap Ltd, Ranoli, Padrad road, Baroda- 390 020, Gujarat.
9	Microtrol Sterilization Services Pvt. Ltd, Bangalore -562106, Karnataka
10	Innova Agro Bio Park Ltd., Bangalore-563130, Karnataka.
11	Jhunsons Chemical Private Limited (JCPL), Bhiwadi-301707, Rajasthan
12	Gamma Agro Medical Processing's Pvt. Ltd, Hyderabad - 500037, Andhra Pradesh.
13	Organic Green Foods, Limited, Kolkata-700001, West Bengal.
14	Shriram Applied Radiation Center (SARC), Shriram Institute for Industrial Research, Delhi
15	Impartial Agrotech Pvt. Ltd, Unnao, UP

### புற்றுநோய் சிகிச்சையில் அணுவின் மகத்தான பயன்கள்

மருத்துவர் முதல் பாமரர் வரை அனைவரும் உச்சரிக்க பயப்படும் ஒரு கொடிய நோய் புற்றுநோய். புற்றுநோய் வந்தாலே மரணம் என்ற நிலை சில வருடங்களுக்கு முன்பு வரை இருந்தது. ஆனால் தற்போது மருத்துவ ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக இந்த நிலை மாறிவிட்டது. புற்றுநோயை குணப்படுத்த அறுவைசிகிச்சை (Surgery), ரேடியோதெரஃபி (Radiotherapy) மற்றும் கீமோதெரஃபி (Chemotherapy) என மூன்று வகையான சிகிச்சை முறைகள் உள்ளன. ஆனால் இவற்றில் முதன்மையாக பயன்படுத்தப்படுவது ரேடியோதெரஃபி எனப்படும் ஒரு

முறையாகும். புற்றுநோய் மருத்துவ சிகிச்சையில் பயன்படுத்தப்படும் ரேடியோதெரஃபி தொழில்நுட்பம் அணுசக்தியின் ஒரு அங்கமான அயனிக் கதிர்வீச்சு (Ionising Radiation) என்ற தொழில்நுட்பத்தை பயன்படுத்தி செய்யப்படுகிறது. கீமோதெரஃபி மற்றும் அறுவைசிகிச்சை மேற்கொள்ள அதிக செலவாகும். ஆனால் அயனிக் கதிர்வீச்சு முறை எனப்படும் ரேடியோதெரஃபி சிகிச்சையினை மேற்கொண்டால் செலவு மிகவும் குறைவாகும். மேலும் பலனும் அதிக அளவில் கிடைக்கும். அறுவை சிகிச்சை மேற்கொள்ள இயலாத பகுதிகளில் இந்த அயனிக் கதிர்வீச்சு முறை மிகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கீமோதெரபி சிகிச்சை மேற்கொண்டால் அது முழு உடலையும் பாதிக்கும் தன்மை கொண்டது. மேலும் பக்கவிளைவுகளும் அதிகம். ஆனால் அயனிக்கதிர்வீச்சு முறையை பயன்படுத்துவதால் எந்த பகுதியில் புற்றுநோய் தாக்கப்பட்டுள்ளதோ அந்த பகுதியில் மட்டும் சிகிச்சை மேற்கொள்ளலாம் என்பது இதன் தனிச்சிறப்பாகும்.

ரேடியோதெரஃபி சிகிச்சை முறையில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. ஒன்று வெளிப்புற ரேடியோதெரஃபி (External Radiotherapy) மற்றொன்று உட்புற ரேடியோதெரஃபி (Internal Radiotherapy) ஆகும். வெளிப்புற ரேடியோதெரஃபி முறையில் லீனியர் ஆக்ஸிலரேட்டர் (Linear Accelerator) எனப்படும் கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. உட்புற ரேடியோதெரஃபி முறையில் கதிரியக்கப் பொருளடங்கிய ஒரு ஊசி



**பாபாட்ரான் கருவி**

உடலுக்குள் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் செலுத்தப்படும். இதற்குத் தேவைப்படும் கதிரியக்கப் பொருட்கள் அணுசக்தித்துறையின் ஒரு அங்கமான பிரிட் (BRIT) எனப்படும் கதிர்வீச்சு மற்றும் ஐசோடோப் தொழில்நுட்ப வாரியத்தின் (Board of Radiation and Isotope Technology) வாயிலாக உற்பத்தி செய்யப் பட்டு வழங்கப்படுகிறது.

பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தில் உருவாக்கப்பட்டுள்ள பாபாட்ரான் என்ற கருவி வெளிப்புற புற்றுநோயை குணப்படுத்துவதில் வெற்றிகரமாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தியா முழுவதும் பனிரெண்டு பாபாட்ரான் கருவிகள் புற்றுநோயை குணப்படுத்த பயன்பாட்டில் உள்ளன. மேலும் ஒரு பாபாட்ரான் கருவியானது சர்வதேச அணுசக்தி வாரியத்தின் (International Atomic Energy Agency – IAEA) ஒரு செயல்பாடான புற்றுநோயை குணப்படுத்தும் செயல் நிகழ்ச்சிக்காக (Programme of Action for Cancer Therapy – PACT) வியட்நாம் நாட்டிற்கு இலவசமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

### மருத்துவத்தில் அணுசக்தியின் பயன்கள்

உடல்நிலை பாதிக்கப்படும் சமயங்களில் நாம் மருத்துவரை நாடுகிறோம். அவர் நமது உடலில் என்ன குறைபாடு உள்ளது என்பதை அறிய சில மருத்துவ சோதனைகளுக்கு பரிந்துரைப்பார். அவற்றில் மிக முக்கியமான சோதனை எக்ஸ்ரே எனும் மருத்துவ படப்பதிவு (Medical Imaging Tests) சோதனையாகும். படப்பதிவில் எக்ஸ்ரே மட்டுமின்றி பலவகையான சோதனைகள் உள்ளன. 08 நவம்பர் 1895 அன்று சர் வில்ஹெல்ம் ராண்ட்ஜென் என்ற விஞ்ஞானி எக்ஸ்ரேவைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த தொழில் நுட்பம் தற்போது வரை எலும்பு முறிவு போன்றவற்றைத் துல்லியமாகக் கண்டறிய பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

உலகம் முழுவதும் தற்போது ஆயிரக்கணக்கான மக்கள் எலும்பு முறிவு, டி.பி. நிமோனியா, மூளைக்கட்டி, கிட்னி கற்கள், இதயவால்வு அடைப்பு மற்றும் மார்பகப் புற்றுநோய் என பலவிதமான வியாதிகளால் பாதிப்படைகின்றனர். இத்தகைய நோயாளிகளின் வியாதியைப் பற்றித் துல்லியமாக அறிந்து கொள்ள மருத்துவர் கீழ்காணும் மருத்துவ படப்பதிவு சோதனைகளில் (Medical Imaging Tests) தேவையான சோதனைகளைப் பரிந்துரைப்பார்.

எக்ஸ்ரே (X-Ray)  
 ப்ளூரோஸ்கோப்பி (Fluoroscopy)  
 மேமோகிராஃபி (Mammography)  
 டோமோகிராஃபி (Tomography)  
 ஆஞ்சியோகிராஃபி (Angiography)  
 பாஸிட்ரான் எமிஷன் டோமோகிராஃபி (Positron Emission Tomography)

மேற்காணும் அனைத்து மருத்துவ படப்பதிவு சோதனைகளும் அணுசக்தியின் ஒரு அங்கமான அயனிக் கதிர்வீச்சு (Ionising Radiation) என்ற தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தியே செய்யப்படுகின்றன என்பதை நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். மேற்காணும் மருத்துவக் கருவிகள் அனைத்தும் அணுசக்தியை அடிப்படையாகக் கொண்டே இயங்குகின்றன என்பதையும் நீங்கள் புரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

மருத்துவ படப்பதிவுத் துறையில் எக்ஸ்ரே சுமார் அறுபது சதவிகிதம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அணுசக்தி அனைத்து விதங்களிலும் மக்களுக்கு உதவியே செய்கிறது என்பதையும் நீங்கள் உணர வேண்டும்.

### இந்திய அணுஉலைகள் பாதுகாப்பானவையா

இந்த வினாவிற்கு கல்பாக்கத்தில் சென்னை அணுமின் நிலையத்தில் அமைந்துள்ள தலா 220 மெகாவாட் உற்பத்தித் திறன் கொண்ட இரண்டு அணுஉலைகளை உதாரணமாகக் காட்டலாம். முதல் அணுஉலையானது 1983 ஆம் ஆண்டிலும் இரண்டாவது அணுஉலையானது 1985 ஆம் ஆண்டிலும் தனது மின் உற்பத்தியைத் துவக்கின. இத்தனை ஆண்டுகளாக இந்த இரண்டு அணுஉலைகளும் மிகச்சிறப்பாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. இதுவரை எந்த ஒரு சிறு விபத்தும் இங்கே ஏற்பட்டதில்லை என்பது குறிப்படத்தக்கது. 2004 ஆம் ஆண்டில் சனாமி தாக்கிய போது அணுமின் நிலையத்திற்கு எந்த ஒரு சிறு பாதிப்பும் ஏற்படவில்லை. கடும் விளைவுகளையும் சேதத்தையும் ஏற்படுத்தும் சனாமியையே இந்த இரண்டு அணுஉலைகளும் எதிர்த்து நின்று இன்றுவரை கம்பீரமாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. அந்த அளவிற்கு மிகுந்த பாதுகாப்பு அமைப்புகளோடு கட்டப்படுபவைதான் இந்திய அணுஉலைகள் என்பதை நாம் புரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

## Safety in Nuclear Facilities



*Site Selection*

*Site Evaluation*



*Proven Design*

*Construction*



*Operation & Maintenance*

*Decommissioning*



**Multi stage Regulatory  
review and licensing**

## இந்திய அணுஉலைகள் பாதுகாப்பானவையா?



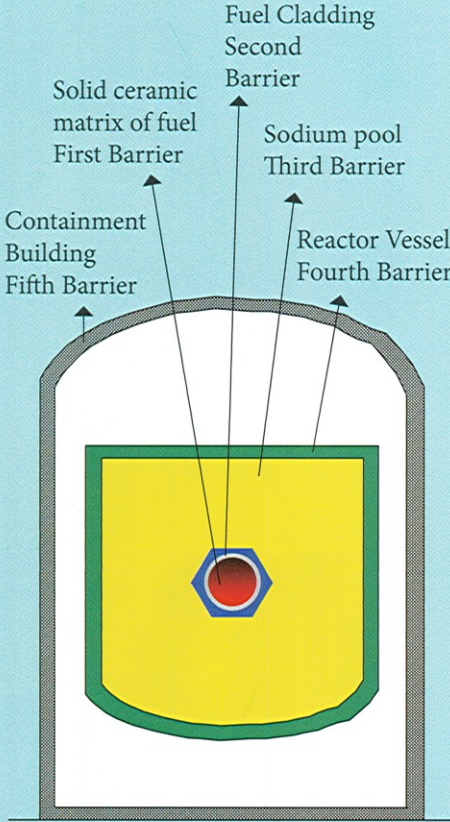
ore



fuel bundle



fuel pellet



அணுஉலையின் பல அடுக்கு பாதுகாப்பு அமைப்பு

✓ அணுஉலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நிறுத்தப்பட்டு முழுமையான பராமரிப்புப் பணிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இதுவும் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டிய ஒரு பாதுகாப்பு அம்சமாகும். மேலும் அணு உலைகளை இயக்கும் பல்வேறு ஊழியர்கள், மேற்பார்வையாளர்கள் மற்றும் உயரதிகாரிகள் என அனைவருக்கும் அணுசக்தி முறைப்படுத்துதல் வாரியத்தின் உரிமம் வழங்கப்படுகிறது. இந்த உரிமமானது மூன்று வருடங்களுக்கு ஒரு முறை புதுப்பிக்கப்படுகிறது. யாருக்கும் நிரந்தர உரிமம் இல்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க விஷயமாகும்.

பொதுவாக ஒரு இடத்தில் அணுஉலைகளை நிறுவ முடிவு செய்தால் அந்த இடத்தின் மண்அமைப்பு, ஏற்படக்கூடிய நிலநடுக்கம், சுனாமி, வானியல் மாற்றங்கள் போன்ற கூறுகளை அலசி ஆராய்ந்து அறிக்கைகள் தயார் செய்யப்படுகின்றன. நிலநடுக்கத்தை மனதில் கொண்டு அணுஉலைகள் மற்றும் கட்டடங்கள் அதைத் தாங்கி நிற்கும் வகையிலேயே வடிவமைத்துக் கட்டப்படுகின்றன.

இந்தியாவில் 1984 ஆம் ஆண்டில் அணுசக்தி ஒழுங்குமுறை வாரியம் (Atomic Energy Regulatory Board – AERB) தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இந்த அமைப்பானது இந்தியாவிலுள்ள அனைத்து அணுமின் நிலையங்களையும் அவ்வப்போது ஆய்வு செய்து அணுமின் நிலைய செயல்பாடுகள் அனைத்தும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடியதாக உள்ளதா என்று உறுதி செய்து பின்னர் சான்றிதழை வழங்கும். இந்த அமைப்பானது அணுஉலை சம்பந்தமான அனைத்து வகையான பாதுகாப்பு அம்சங்களையும் மிக கவனமாக ஆய்வு செய்யும். சுற்றுச்சூழல் அம்சங்களை கருத்தில் கொண்டு இந்தியாவில் அமைக்கப்பட்டுள்ள அனைத்து அணுமின் நிலையங்களைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் சுற்றுச் சூழல் ஆய்வகங்கள் [ESL – Environmental Survey Lab] அமைக்கப்பட்டு தொடர்ந்து சுற்றுச்சூழல் அம்சங்கள் கண்காணிக்கப்படுகிறது.

ஏராளமான பாதுகாப்பு அம்சங்கள் நிறைந்த அணுஉலைகளில் விபத்து என்ற ஒன்று நடைபெற வாய்ப்பு மிகமிக அரிதே. ஆயினும் அணுமின் நிலையங்களில் எதிர்பாராத வகையில் விபத்து ஏதேனும் நடந்து விட்டால் அதை எவ்வாறு திறமையாக சமாளிப்பது என்பதற்காக அவசர நிலைத் தயார் திட்டம் ஒன்று வடிவமைக்கப்பட்டு அதன் ஒத்திகையாது (Off site Emergency) இரண்டு வருடங்களுக்கு ஒரு முறை நடத்தப்படுகிறது. இந்த ஒத்திகையானது அந்தந்த மாவட்ட தலைமை நிர்வாகத்தின் உதவியோடு அணுமின் நிலைய அதிகாரிகளால் ஒரு செயல் திட்டமாகவே வகுக்கப்பட்டு தொடர்ந்து செயல்படுத்தப்படுகிறது. விபத்து ஏற்பட்டால் அணுமின் நிலைய பணியாளர்கள் மற்றும் அணுமின் நிலையத்தைச் சுற்றி அமைந்துள்ள கிராமமக்கள் போன்றவர்களை அந்த இடத்திலிருந்து பாதுகாப்பான இடத்திற்கு மிக குறுகிய காலத்தில் ஏராளமான பேருந்துகள் மூலம் வெளியேற்றி மக்களை பாதுகாப்பான இடங்களுக்கு கொண்டு சென்று அங்கே தங்கவைக்கப்படுவார்கள். மக்களுக்கு உணவு மற்றும் இதர அடிப்படை வசதிகளையும் அணுசக்தி நிர்வாகம் செய்து தரும். சுற்றுப்புற மக்களின் பாதுகாப்பே இங்கு மிக முக்கிய அம்சமாக கருதப்படுகிறது.

# Atomic Energy Establishments in India



BRNS	Board of Research in Nuclear Sciences
HBNI	Homi Bhabha National Institute
NBHM	National Board for Higher Mathematics
SSSF	Solid Storage Surveillance Facility
WIP	Waste Immobilisation Plant
AES	Atomic Energy Education Society
ACTREC	Advanced Centre for Treatment, Research & Education in Cancer
TIFR	Tata Institute of Fundamental Research
TMC	Tata Memorial Centre
DCS&EM	Directorate of Construction, Services & Estate Management
DPS	Directorate of Purchase & Stores

- Research & Development Organisations
- Public Sector Undertakings
- Industrial Facilities
- Grant-in-aid Organisations
- Service Organisations