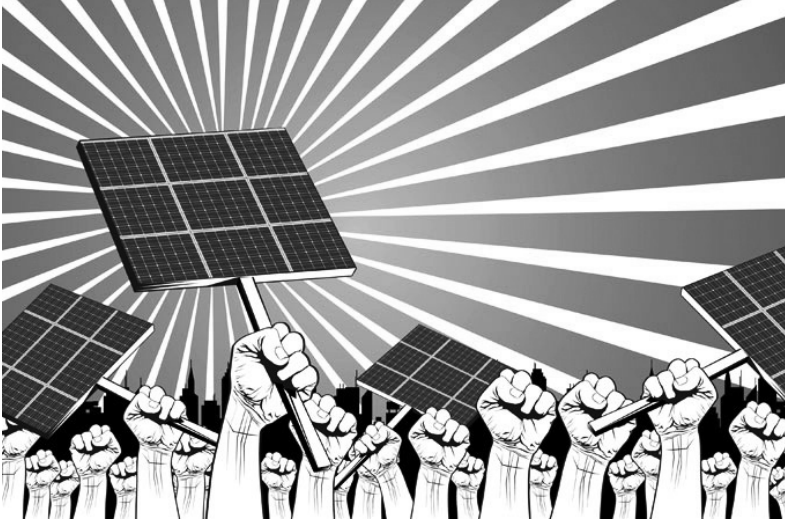


# மறைக்க முடியாத

## சூரிய ஆற்றல்

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

இ.ஹேமபிரபா  
பூ.கொ.சரவணன்  
நா.இரா.கௌதம்  
சூ.அருண்குமார்  
வ.விஷ்ணு

## 1. சூரிய ஒளி

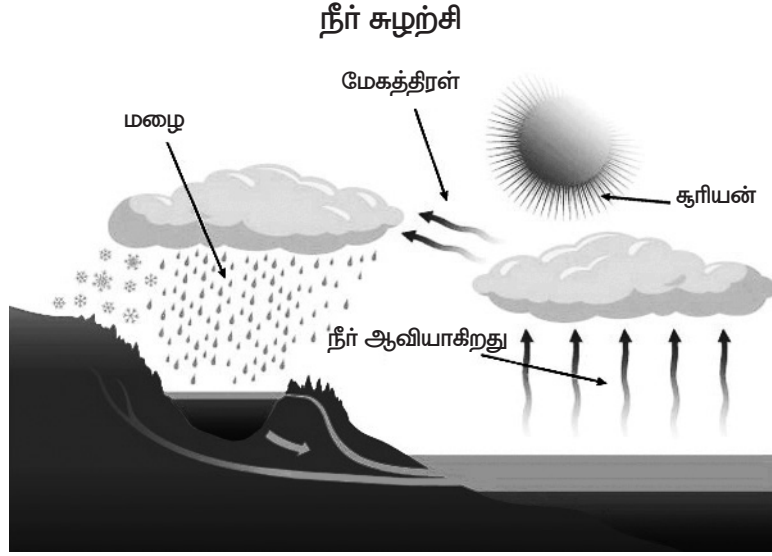
சூரிய சக்தி என்பது சூரிய ஒளியிலிருந்தே நமக்குக் கிடைக்கிறது. இந்த சூரிய சக்தியும் இல்லையேல் உலகில் உயிரினமே இல்லை எனக்கூறலாம். சொல்லப்போனால் மனித இனம் பயன்படுத்தும் எல்லா வகையான சக்திகளுக்கும் மூல சக்தியாக இருப்பது சூரிய சக்தியே.

பச்சைத் தாவரங்கள் சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தி, தண்ணீரில் உள்ள ஹைட்ரஜனையும், ஆக்ஸிஜனையும் பிரித்துக்கின்றன. ஹைட்ரஜன், கார்பன்டை-ஆக்சைடு மற்றும் தாதுக்கள் ஆகியவற்றின் சேர்க்கையினால் கிடைக்கும் சக்தியைக்கொண்டு அவை தமக்குத்தாமே உணவளித்துக் கொள்கின்றன. இந்த தாவரங்களே மனிதர்கள் உட்பட எல்லா விலங்குகளுக்கும் உணவாய் இருக்கின்றன. மேலும், நாம் உபயோகிக்கும் மரப் பொருட்களையும் தந்து உதவுகின்றன.

தண்ணீரில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஆக்ஸிஜன் எல்லா விலங்குகளுக்கும் பிராண வாயுவாய் பயன்படுகிறது.

பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு புதையுண்ட செடிகொடிகளும், விலங்குகளும் தான் இன்று நிலக்கரியையும், எண்ணெய் வளத்தையும் நமக்குத் தந்து உதவுகின்றன. இவையெல்லாம் அப்போதிருந்த சூரிய ஒளியைக் கொண்டு உயிர் வாழ்ந்தவையே.

சூரிய ஒளியே காற்றைச் சூடாக்குகிறது. இப்படிச் சூடாகும் காற்றின் வெப்பநிலை எல்லா இடத்திலும் சமமாக இருப்பதில்லை. இதனால், காற்றின் எடையிலும் வேறுபாடு ஏற்படும். வெப்பக்காற்றானது குளிர்காற்றை விட எடை குறைவாக இருக்கும். ஆகவே, வெப்பக்காற்று மேல் எழும்பியும் குளிர்காற்று கீழ் நோக்கியும்



நகர்கின்றன. இதனால் காற்றிலிருந்து ஆற்றல் பெறவும் நம்மால் முடிகின்றது.

மேல் சொன்னவற்றையெல்லாம் விட அதிசயமான ஒன்றிலும் சூரிய சக்தி நமக்கு பயனளிக்கிறது. அதுவே 'நீர் சுழற்சி'. சூரிய ஒளியானது, பூமியில் உள்ள நீர்ப்பரப்புகளில் உள்ள நீரை ஆவியாக்குகிறது. இப்படி ஆவியான தண்ணீர் மேக திரளாய் உருமாறி, சரியான தட்பவெட்ப நிலையை அடையும்போது மழையாய்ப் பொழிகிறது. நீரிலிருந்து நாம் மின்சாரமும் பெறுகிறோம்.

இப்போது புரிகிறதா, நமக்கு கிடைக்கும் ஒவ்வொரு ஆற்றல் வகையும் சூரிய சக்தியிடம் மறைமுகத் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது என்று.

ஆனால், இந்தக் கட்டுரை சூரிய சக்தி என்று கூறப்படும் சூரிய ஒளியையும் அது பூமியை அரவணைக்கும் தன்மையைப் பற்றி தான் விவரிக்கப்போகிறோமே தவிர

அதனால் உருவாகும் மழையைப் பற்றியோ அல்லது காற்றைப் பற்றியோ அல்லது நிலக்கரி, எண்ணெய் பற்றியோ, ஏன் தாவரங்களைப் பற்றியோ அல்ல.

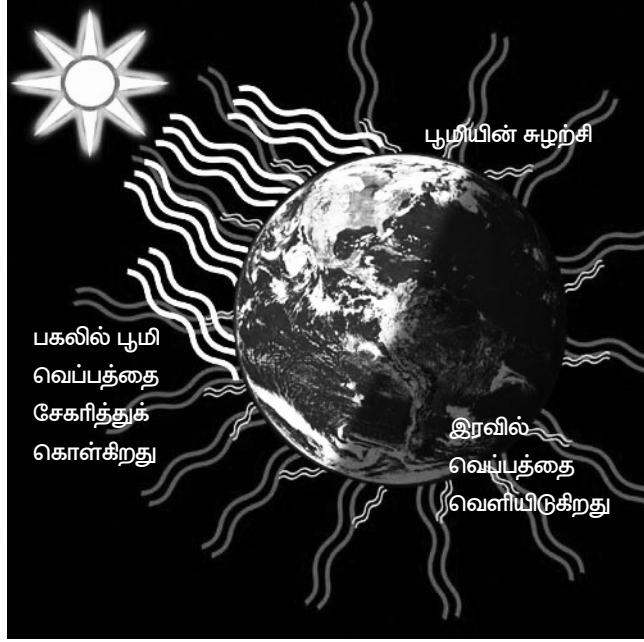
ஒவ்வொரு வருடமும் சூரிய ஒளியின் மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றலை மட்டும் கணக்கிட்டால், அது நமக்கு எண்ணெய், நிலக்கரி போன்றவற்றிலிருந்து கிடைப்பதை விட 130 மடங்கு அதிகமாகும். இந்த ஆற்றல் பல கோடி வருடங்களாக கிடைக்கிறது. இன்னும் பல கோடி ஆண்டுகளுக்கும் இடைவிடாமல் கிடைக்கும்.

சூரிய ஆற்றலில் இருந்து நமக்கு கிடைக்கும் சக்தியில் காற்றைச் சூடாக்க, தாவரங்களுக்கு உணவளிக்க, தண்ணீரை ஆவியாக்க என்று எல்லாம் போக மீதி ஆற்றலை பூமியே கிரகித்துக்கொள்ளும். இந்த ஆற்றலை பூமியை சூடாக வைத்திருக்கிறது; இல்லையென்றால் எல்லாம் உறைந்துபோய் உயிரினங்கள் வாழ தகுதியற்ற கிரகமாகிவிடும்.

இப்படி பூமி வெப்பத்தை உறிஞ்சிக்கொண்டே இருந்தால், ஒரு கட்டத்திற்கு மேல் அந்த வெப்பமே பூமியை எரிக்கவும் தொடங்கிவிடுமே! அப்படி ஏன் நிகழவில்லை? அதிர்ஷ்டவசமாக பூமி, இரவில் தேவைக்கு மீறின ஆற்றலை விண்வெளியில் வெளியிட்டு வெப்பநிலையை சமமாக வைத்திருக்கிறது.

சூரிய ஆற்றலை மின்சாரம் என்ற ரீதியில் மட்டும் நாம் பயன்படுத்தாமல், குளிர் காலத்தில் வெயிலில் உட்கார்ந்து சருமத்தை சூடாக்க கூட நாம் பயன்படுத்திக்கொள்கிறோம்.

பனிப்பிரதேசங்களில் உள்ள வீடுகள் சூரிய ஒளியைப் பெறுவதற்காக பெரும்பாலும் தெற்கு நோக்கியே கட்டப்பட்டிருக்கும். குளிர்காலத்தில் சூரியன் தாழ்ந்த



### சூரியனிலிருந்து பூமிக்குக் கிடைக்கும் வெப்பம்

நிலையில் வானில் இருக்கும்போது தெற்கு நோக்கிய வீடுகளே சூரிய ஒளியை நன்றாக கிரகித்துக்கொள்ளும்.

ஆனால், சூரிய ஆற்றல் வேண்டி கட்டப்பட்ட இம்மாதிரி வீடுகளுக்கு குளிர்காற்று, மழைச்சாரல், தூசி, பனி என்று எல்லாமே அழையா விருந்தாளிகளாக வந்து சேருமல்லவா?

ரோமானிய சாம்ராஜ்ஜியத்தில் தெளிவான கண்ணாடிகளைக் கொண்ட சன்னல்கள் இருக்கும் வீடுகள் கட்டப்பட்டன. இவை, சூரிய ஒளியை மட்டும் உள்ளே அனுமதித்து தூசியையும் காற்றையும் தடுத்தன.

சூரிய ஒளி இந்த வகை வீடுகளில் உட்புக முடிந்தது; காற்றைச் சூடாக்கியது. சூடான பொருட்கள் எல்லாமே

அகச்சிவப்பு அலைகளை வெளிவிடும்; ஏன் நம் உடலில் உள்ள சூடே அகச்சிவப்பு அலைகளை வெளிவிடும். அதேபோல சூடான காற்றும் நீண்ட அலைநீளத்தைக் கொண்ட இந்த அகச்சிவப்பு அலைகளை வெளிவிடும்.

கண்ணாடியானது சிறிய அலைநீளத்தைக் கொண்ட புற ஊதா கதிர்களை உள்ளே அனுப்பும்; அதேசமயம் நீண்ட அலைநீளம் கொண்ட அகச்சிவப்பு அலைகளை வெளியே அனுப்பாது.

சூரிய ஒளியிலிருந்து கண்ணாடியின் வழியே உட்புகும் புற ஊதா கதிர்களும் வீட்டுக்குள் இருக்கும் காற்றைச் சூடாக்கும்.



நவீன பைங்குடில்

ரோமானியர்கள் கண்ணாடியில் சின்னச்சின்ன வீடுகளைக் கட்டி அவற்றில் செடிகளை வளர்த்தனர். வெளியே வெப்பநிலை சரியாக இல்லாதபோதும், இந்த கண்ணாடி வீடுகளுக்குள் இருந்த செடிகளுக்கு தேவையான வெப்பம் கிடைத்ததால், அவை நன்றாக வளர்ந்தன.

இந்த மாதிரி கண்ணாடிகள் வெப்பத்தை சேகரித்து வைக்கும் பண்புக்கு பெயரே “பைங்குடில் விளைவு” (Greenhouse effect) ஆகும்.

ரோமானிய காலத்திற்கு பிறகு வந்தவர்கள் இந்த விளைவை மறந்து போயிருந்தாலும், நவீன காலத்தில் மீண்டும் அதை நாம் கண்டுபிடித்து இருக்கிறோம்.

## 2. கண்ணாடிகளும் சூடான வெட்டிகளும்

சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்துவது என்பது அத்தியாவசமாகிவிட்டது. பரவலாக பூமிக்கு வரும் இந்த ஒளியை குவித்து வைத்து பயன்படுத்தினால் அதிக வெப்பநிலையும் அதிக ஆற்றலும் கிடைக்கும்ல்லவா?

பண்டைய கிரேக்கர்களும் சீனர்களும், குழியாக இருக்கும் பளபளப்பான உலோகத்துண்டில் சூரிய கதிர்கள் பட்டால், இந்த இணை கதிர்கள் மீண்டும் மீண்டும் பிரதிபலித்து உலோகத்துண்டின் ‘மையத்தில்’ குவியும் என்பதைக் கண்டுபிடித்தனர்.

சூரிய ஒளி குவியும் ‘மையத்தை’ ஆங்கிலத்தில் “ஃபோகஸ் (Focus)” என்பர். இலத்தீன் மொழியில் இதன் பொருள் - ‘கனல் இடம்’. மையத்தில் இருக்கும் அதிக வெப்பநிலையானது பொருட்களை எரிக்கும் அளவு திறன் கொண்டிருந்ததால் இந்தப் பெயர் அமைந்தது.

முதல் குழி வடிவ கண்ணாடிகள் அரைக்கோள வடிவில் இருந்தன. ஆனால், இந்த வகை குவிப்பான்களில் ஒளியானது ஒரே புள்ளியில் குவியவில்லை.

கி.மு. 230-ல் கிரேக்க கணித ஆய்வாளரான டோசிதெஸ் என்பவர் ‘சைவட்ட வடிவில்’ இருக்கும் குவிப்பான்கள் நன்றாக செயலாற்றும் என்பதை கண்டறிந்தார் (சைவட்டம் என்பது ஒரு கோழி முட்டையின் பாதி அளவுதான் இருக்கும்).

இந்த குவிப்பான்களை துல்லியமாக வடிவமைத்தால் மையப்பகுதியின் வெப்பநிலை எந்த அளவுக்கு போகும் தெரியுமா? சூரியனின் மேற்பரப்பில் உள்ள வெப்பநிலையை (6000 டிகிரி செல்சியஸ்) கூட அடைய

முடியும். சூரிய உலைகள் பயன்பாட்டுக்கு வந்ததும் இந்த கொள்கையினால்தான்.

சமீபத்தில்தான் இவ்வகை சைவட்ட குவிப்பான்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இருப்பினும் பண்டைய கிரேக்கர்கள் களிமம் ஒரு கதை உலவி வந்தது.

கிரேக்க கணித அறிஞரான ஆர்க்கிமெடீஸ் கி.மு. 214-ல் தான் வசித்து வந்த நகரை ரோமானிய போர்க்கப்பல்கள் சூழ்ந்தபோது, கண்ணாடிகளைக் கொண்டு சூரிய ஆற்றலை எதிரி போர்க்கப்பல்கள் மீது குவித்து அவற்றை தீக்கு இரையாக்கினாராம். இந்த கதை உண்மையா பொய்யா என்று கண்டறிவதை விட, அந்த காலத்தில் சூரிய ஆற்றலை போருக்குப் பயன்படுத்தும் திட்டம் இருந்தது என்பது அறிந்துகொள்வது போதுமானதாகும்.

கி.பி.1000-வது ஆண்டில் எகிப்தில் வசித்து வந்த அரேபிய முஸ்லீம் விஞ்ஞானியான அல்ஹசீன் என்பவர் சூரிய ஆற்றலைக் குவிப்பதற்கு சைவட்ட கண்ணாடிகளைப் பயன்படுத்துவது பற்றி ஒரு புத்தகம் எழுதினார்.

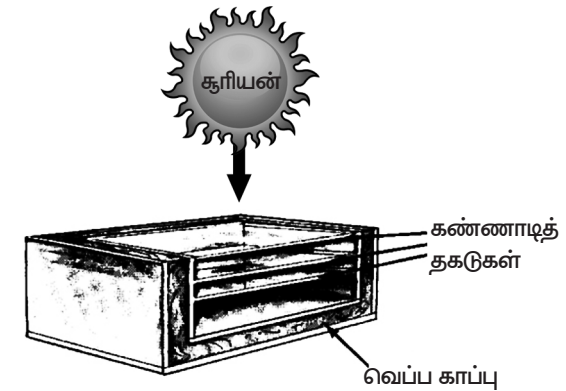
கிட்டத்தட்ட இருநூற்றைம்பது ஆண்டுகள் கழித்து ரோஜெர் பேகான் என்பவர், அல்ஹசீனின் புத்தகத்தைப் படித்துவிட்டு முஸ்லீம்கள், கிறித்துவர்களுக்கு எதிரான போரில் சைவட்ட கண்ணாடிகளை ஆயுதங்களாக பயன்படுத்தி இருக்கலாம் என்றார். மேலும் இந்த குவிப்பான்களை உருவாக்குமாறு கிறித்தவர்களை அறிவுறுத்தினார்.

உண்மையில் சைவட்ட கண்ணாடிகளை கொண்டு சின்ன சின்ன உலோகத் துண்டுகளை உருக்கினார்களே தவிர, போருக்குப் பயன்படுத்தவில்லை. கப்பலை எரிக்கக்கூடிய அளவுக்கு பெரிய கண்ணாடிகளை அவர்கள் உருவாக்கவும் இல்லை.



அல்ஹசீனின் புத்தகத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சித்திரம்

ஆனாலும், குவிப்பான்கள் வேறு வகையில் பயன்படுத்தப்பட்டன. முன்பு நாம் பார்த்த “பைங்குடில் விளைவு” மீண்டும் நடைமுறைக்கு வந்தது.



சூசூர் உருவாக்கிய வெப்பப் பெட்டியின் குறுக்குவெட்டுப் படம்

சுவிட்சர்லாந்தைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானியான சூசூர், கண்ணாடிப் பெட்டிகளை ஒன்றுக்குள் ஒன்று அடுக்கி, மையத்தில் இருக்கும் பெட்டி தண்ணீரைச் சூடாக்குமளவு வெப்பம் உண்டாக்கச் செய்தார். வெளியில் இருக்கும் கண்ணாடிப் பெட்டியை விட உள்ளிருக்கும் பெட்டி அதிக வெப்பநிலையில் இருக்கும். இப்படி பல பெட்டிகளை ஒன்றினுள் மற்றொன்றாய் அடுக்குவதால் அவருக்கு இந்த வெப்பப்பெட்டியைப் பெறுவது சாத்தியமானது.

ஆங்கில வானியலாளரான 'ஜான் ஹெர்ஷெல்', தென்னாப்பிரிக்காவில் இருந்து கொண்டு நட்சத்திரங்களைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தபோது, சூசூர் கண்டுபிடித்த வெப்பப் பெட்டியைக் கொண்டே உணவு சமைத்துக் கொள்வார்.



சர் ஜான் ஹெர்ஷெல்

வளைந்த கண்ணாடிகளை உற்பத்தி செய்வது கடினமாக இருந்த காலத்தில், கண்ணாடி குவிப்பான்கள் சமையலுக்கும் சிறுசிறு உலோகத்துண்டுகளை உருக்குவதற்கும் மட்டுமே உதவியது.

ஸ்காட்லாந்து பொறியாளரான ஜேம்ஸ் வாட் 1769-ஆம் ஆண்டு நீராவி எந்திரத்தை வடிவமைத்தார். மரக்கட்டைகள் அல்லது நிலக்கரிகளைக் கொண்டு உலோகப்பெட்டியில் உள்ள நீரை ஆவியாக்கும் போது ஆவியான நீர் விரிவடையும். அப்போது அதனோடு பொருத்தப்பட்டுள்ள உலோகக்கோல்கள் உயிரோட்டம் பெற்று இயந்திரத்தை இயக்க உதவும்.

இங்கிலாந்தில் மட்டும் இந்த இயந்திரத்தின் வடிவமைப்பு கொஞ்சம் கொஞ்சமாக மேம்படுத்தப்பட்டு 1800-ஆம் ஆண்டு கிட்டத்தட்ட ஐநூறு நீராவி இயந்திரங்கள் இயங்கிக் கொண்டிருந்தன. அதோடு நிலலாமல் இவை அப்படியே ஐரோப்பாவிற்கும் அமெரிக்காவிற்கும் பரவின.

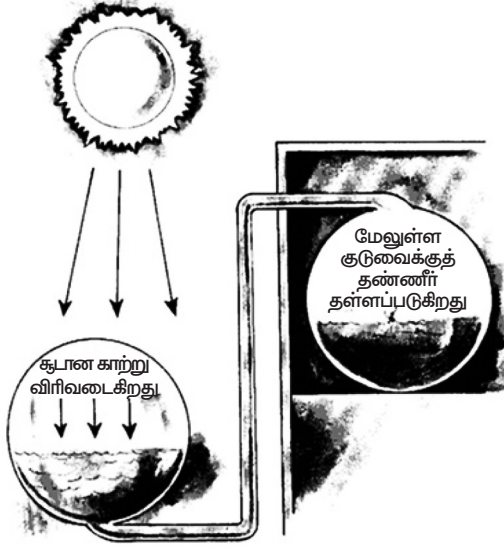
நீராவி எந்திரங்கள் கப்பலில் உள்ள துடுப்பு சக்கரங்களைச் சுழற்றின. இதனால் நீராவி படகுகள் பயன்பாட்டுக்கு வந்தன.

இயந்திரங்கள் இப்படி மனிதனின் தசைக்கான வேலையைக் குறைத்தபோதுதான் 'தொழிற்புரட்சி' என்ற ஒன்று உருவானது. அதுவரை மனிதன் வாழ்ந்த வாழ்க்கையை அடியோடு புரட்டிப்போட்டது.

நீராவி இயந்திரங்களுக்கு அடிப்படையான ஒன்று நீர் ஆவியாக வேண்டும். சரி, நீரை ஆவியாக்க ஏன் மரக்கட்டைகளையும், நிலக்கரியையும் எரிக்க வேண்டும்? சூரிய ஆற்றலே போதுமல்லவா?

இந்தச் சிந்தனையின் விளைவாகத்தான் சூரிய இயந்திரங்கள் மக்களிடையே வலம் வந்தன. சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு நீரை ஆவியாக்க முடியும். மேலும் இந்த ஆற்றலைப் பயன்படுத்த யாருக்கும் எந்த கட்டணமும் செலுத்த தேவையில்லை.

கிரேக்க பொறியாளரான 'ஹீரோ' என்பவர் இரண்டு குடுவைகளை எடுத்துக்கொண்டு ஒரு குடுவையை கீழேயும் மற்றொரு குடுவையை மேலேயும் வைத்து அவற்றை ஒரு குழாயின் மூலம் ஒன்றிணைத்தார். கீழுள்ள குடுவையில் மட்டும் நீரை நிரப்பி வைத்தார். சூரிய ஒளி கீழுள்ள குடுவையில் படும்போது அதிலுள்ள காற்று விரிவடைந்து தண்ணீருக்கு அழுத்தம் கொடுக்கும். அப்போது தண்ணீர்



ஹீரோவின் கருவி

மேலுள்ள குடுவையை நிரப்பும்.

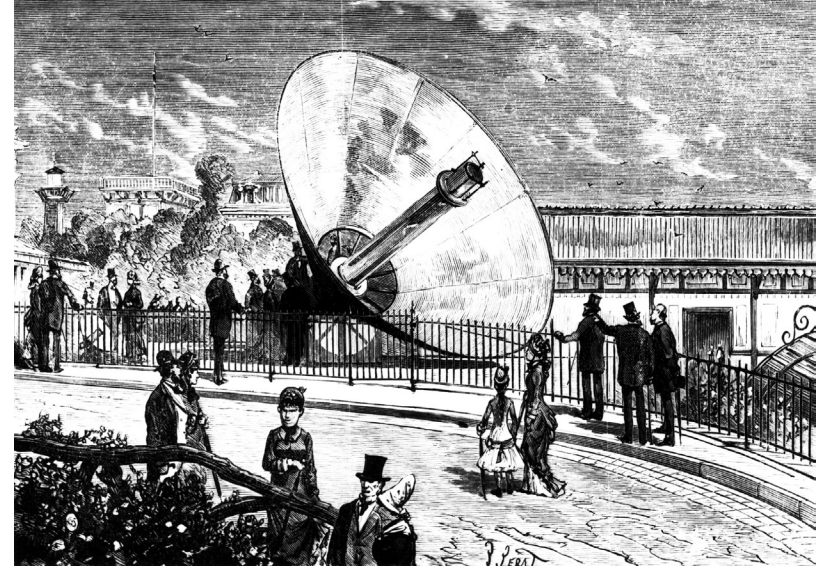
ஆனால், இந்தக் கருவியை அவர் ஒரு பொம்மையைப் போலத் தான் பயன்படுத்தினார்.

பழங்கால சிலைகளில் சூரிய ஒளி படும்போது அவை தானாக பைப்பிசைக்

கருவிகளை இசைப்பதை மக்கள் ஏதோ அற்புதம் நிகழ்வது போன்று எண்ணினர். உண்மையில் அதற்கு காரணம் காற்று விரிவடைவது தான். சூரிய ஒளி படும்போது பைப் கருவிக்குள் இருக்கும் காற்றானது சுருங்கி விரியும்போது இசை எழும்புகிறது.

நவீன கால விஞ்ஞானிகளில், சூரிய இயந்திரங்களின் மேல் முதன்முதலில் ஆர்வம் கொண்டவராகக் கருதப்படுபவர் 'அகஸ்டின் மூஷோ' என்னும் ஃபிரஞ்சு விஞ்ஞானி. ஹெர்ஷெல் சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தி உணவை சூடாக்கிய முறையைப் பின்பற்றி 1861-ல் மூஷோ ஓயினிலிருந்து ஆல்கஹாலைப் பிரித்தெடுக்கும் கருவியை உருவாக்கினார்.

1866-ல் பெரிய பெரிய வெப்பப்பெட்டிகளைக் கொண்டு நீரை ஆவியாக்கி, அதன்மூலம் நீராவி



மூசோவின் கரிய இயந்திரம், பாரிஸ் 1878

இயந்திரங்களை இயங்க வைத்தார். ஆனால் இந்த கருவிகள் மிகப்பெரியதாகவும் இடைஞ்சலாகவும் இருந்தது.

இதையெல்லாம் விட மிகப்பெரிய சவால் ஃபிரான்சின் சீதோஷ்ணநிலைக்கு சூரிய இயந்திரங்கள் ஏற்றதாக இல்லை. ஆகவே, ஃபிரான்சில் அவரால் தான் கண்டுபிடித்த சூரிய இயந்திரங்களை உபயோகிக்க முடியவில்லை.

இதனால், வடஆப்பிரிக்காவில் இருந்த மூஷோ ஃபிரான்சு காலனியான அல்ஜீரியாவிற்கு சென்றார். அங்கு சூரிய ஒளிக்கு பஞ்சமேயில்லை; அதே சமயம் போதிய அளவு நிலக்கரியும் இல்லை. ஆகவே, அவர் சூரிய இயந்திரங்களை உருவாக்கி பல்வகை தேவைகளுக்கும் பயன்படுத்திக் காட்டினார்.

ஆனால், மற்ற இயந்திரங்களை விட சூரிய இயந்திரங்களின் விலை மிகவும் அதிகமாக இருந்தது.

சூரிய ஒளியோ இலவசமாக கிடைக்கிறது; ஆனால், சைவட்ட குவிப்பான்கள், திசைக்கேற்ப குவிப்பான்களை திருப்பும் கருவிகள் என சூரிய இயந்திரங்களின் விலை அதிகமாக இருந்தது.

குவிப்பான்களே தேவையில்லாத சூரிய இயந்திரங்கள் சாத்தியப்படுமா? அதவாது, குவிப்பான்கள் பயன்படுத்தாமல் மிதமான வெப்பநிலையிலேயே சூரிய இயந்திரங்களை பயன்படுத்த முடியுமா? முடியும். நீராவி இயந்திரங்களை பயன்படுத்த நீரை ஆவியாக்க வேண்டும்.

அதற்கு 100° C வெப்பநிலை தேவை. ஒருவேளை அம்மோனியா போன்று குறைவான கொதிநிலை கொண்ட ரசாயனங்களைப் பயன்படுத்தி இயந்திரங்களை இயக்கினால் போதுமே.

இவ்வகை குறை வெப்ப சூரிய இயந்திரங்களை முதன்முதலில் அறிமுகப்படுத்தியவர் ஃபிரான்சைச் சேர்ந்த சார்ல்ஸ் டெல்லியர் என்னும் பொறியாளர். இவர் ஆப்பிரிக்காவில் இவற்றின் பயன்பாட்டைப் பற்றி ஒரு புத்தகமே எழுதினார்.

அமெரிக்க பொறியாளரான ஃபிரான்சு சூமன் 1900-களின் ஆரம்பத்தில் உலகின் மிகப்பெரிய குறை வெப்ப சூரிய இயந்திரங்களை கட்டினார். ஆனால், முதல் உலகப் போர் மூண்டதால் அதை மேம்படுத்தும் அவரின் கனவு பாதியிலேயே நின்றுபோனது.

சூரிய இயந்திரங்கள் பெருமளவில் உபயோகத்திற்கு வராததற்கு முதல் காரணம் - நீராவி இயந்திரங்கள் தொடர்ந்து நன்முறையில் மேம்படுத்தப்பட்டன. இரண்டாவது காரணம் - எண்ணெயின் பயன்பாடு. முதல் உலகப்போரின் பிறகு கிட்டத்தட்ட சூரிய இயந்திரங்கள் தேவையில்லாத ஒன்றாகிவிட்டன.

### 3. சூடான நீர்

நீராவி இயந்திரங்கள் போன்று பெரிய பெரிய இயந்திரங்களை இயக்கவும் சூடான நீர் வேண்டும். குளிக்க, துணி துவைக்க போன்ற வீட்டு வேலைகளுக்கு மிதமான வெப்பநிலையில் தண்ணீர் இருந்தால் போதுமல்லவா? மரக்கட்டைகள், நிலக்கரி போன்றவற்றிற்கு பதிலாக சூரிய ஒளியே அந்த வேலையைச் செய்தால்?

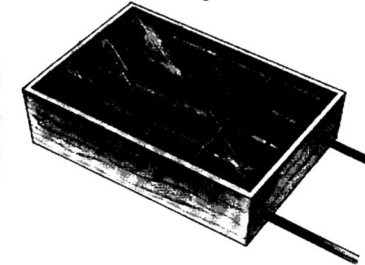
ஒரு தொட்டி நிறைய தண்ணீரை நிரப்பி அதை வெயிலில் வைத்தாலே தண்ணீர் சூடாகிவிடும். ஆனால், மேகமூட்டம் வந்தாலும் இரவானாலும் மீண்டும் குளிர்ந்துவிடுமே!

க்ளாரன்ஸ் கெம்ப் என்னும் அமெரிக்கர் 1891-ல் இதற்கொரு மாற்று வழி கண்டுபிடித்தார். உருளைகளில் தண்ணீரை நிரப்பி அவற்றை கண்ணாடி மூடி கொண்ட ஒரு பெட்டிக்குள் வைத்தார். அந்த பெட்டியின் உட்புறச் சுவர்கள் 'ஃபெல்ட்' என்னும் துணியால் மூடப்பட்டிருக்கும். இதனால், கண்ணாடி வழியாக உள்ளே செல்லும் வெப்பம் சீக்கிரம் வெளியேறாது.



க்ளாரன்ஸ் கெம்ப்

#### கெம்பின் சூரிய வெப்பப்படுத்தி

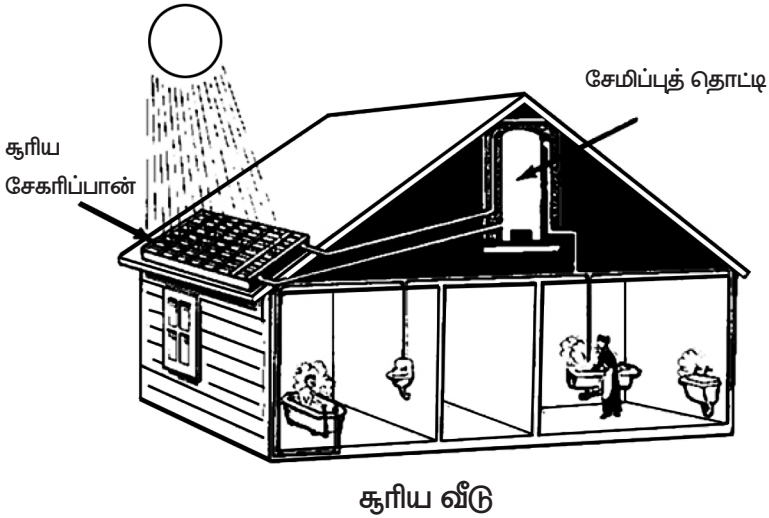


சூடான நீர் வெளியேறுதல்

குளிர்ந்த நீர் உள்ளே செல்லுதல்

இந்த வகை சூரிய வெப்பப்படுத்திகளை மக்கள் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தனர். சூடான தண்ணீர் குழாய்களின் வழியாக வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கு செல்லும். இன்னொரு குழாய் வழியாக குளிர்ந்த நீர் உருளைகளை நிரப்பும்.

ஆனால், இதிலும் ஒரு சிக்கல் இருந்தது. கண்ணாடி மூடியின் வழியாக இரவில் வெப்பம் சீக்கிரம் வெளியேறி காலையில் முழு சூட்டையும் இழந்தது. அமெரிக்க பொறியாளரான வில்லியம் பெய்லி இந்தப் பிரச்சனையை சரி செய்தார். சுருள் வடிவ குழாய்களில் தண்ணீரை நிரப்பி, அதை வெயிலில் வைத்து சூடாக்கி, சூடான தண்ணீரை வீட்டுத் தொட்டியில் சேமித்து வைத்தார். குழாய்களில் சிறிதளவே தண்ணீர் இருப்பதால் அது சீக்கிரம் சூடாகும்; இரவில் இந்த சுருள்களை வெளியில் வைக்கத் தேவையில்லை; மேலும், வீட்டுத் தொட்டி வெப்பத்தை கடத்தாப் பொருட்களை கொண்டு செய்யப்பட்டிருக்கும். இதனால் சூடான தண்ணீர் எப்போதும் கிடைப்பது சாத்தியப்பட்டது.



கலிஃபோர்னியாவிலுள்ள சூரிய சேகரிப்பான் கொண்ட ஒரு வீடு, 1909

இவ்வகை வெப்பப்படுத்திகள் சூரிய ஒளி அதிகம் கிடைக்கும் பகுதிகளான தென்கலிஃபோர்னியா, அரிசோனா, புதுமெக்ஸிகோ மற்றும் ஃப்ளோரிடா போன்ற இடங்களில் பரவியது.

எனினும் மற்ற கண்டுபிடிப்புகளால் சூரிய ஒளியின் உபயோகம் குறையத்தான் செய்தது. அதுவும், இயற்கை எரிவாயுக்களின் வரவால் சூரிய ஒளி இயந்திரங்களின் பயன்பாடு முற்றிலுமாக நின்றுபோனது. அதிக இடம் தேவைப்படாமல், எந்நேரமும் கிடைக்கும் எரிபொருளாகவும் இருந்ததால் எரிவாயுக்களைப் பயன்படுத்துவது மிக எளிதாக இருந்தது.

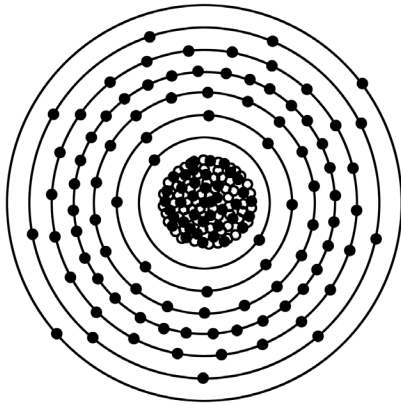
இரண்டாம் உலகப் போரின் போது, ஆயுத படைகளுக்கு எரிவாயுக்கள் சிக்கனமாக பயன்படுத்தப்பட்டது. போர் முடிந்தபின் எரிவாயுக்கள் முழுதுமாக மக்கள் தேவைக்கு பயன்படுத்தப்பட்டன. மத்திய கிழக்கு நாடுகளில் எரிவாயு கிடங்குகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் 1950 - 1960-ல் கிட்டத்தட்ட எல்லா பயன்பாட்டிற்கும் மக்கள் எரிவாயுவையே உபயோகப்படுத்தத் தொடங்கினர். எரிவாயு மிகவும் விலை குறைவாக இருந்ததால், சூரிய இயந்திரங்கள் காணாமல் போயின.

#### 4. அணுசக்தியும் எண்ணெய் கிணறுகளும்

எண்ணெய் கிணறுகள் மட்டும் சூரிய இயந்திரங்களை ஓரங்கட்டி விடவில்லை, அணுசக்தியும்தான்.

யுரேனியம், தோரியம் போன்ற அணுக்கள் அணுவினும் சிறிய துகள்களை வெளியிடுகின்றன என்று 1896-ல் தெரியவந்தது. இதுதான் கதிர்வீச்சாகும். கதிர்வீச்சு நடக்கும்போது அதிகளவு வெப்பமும் வெளியானது. அதிகளவு என்றால் ஒரு டன் நிலக்கரியில் இருந்து கிடைக்கும் வெப்பம் ஓர் அணுவிலிருந்தே கிடைக்கும். வெப்ப ஆற்றலை வெளியிடுவது அணுக்கருவில் நடக்கும் மாற்றங்களினால் என்றும் கண்டறியப்பட்டது. இதெல்லாம் தெரிந்தும் அணுசக்தியின் பயன்கள் அப்போது தெரியாமல் இருந்தது.

யுரேனிய அணுவோடு நியூட்ரான் மோதும்போது அசாதாரண விஷயங்கள் நடக்கின்றன என்று 1939-ல் தெரியவந்தது. ஓர் யுரேனிய அணு ஒரு நியூட்ரானை கிரகிக்கும்போது யுரேனிய அணு கிட்டத்தட்ட இரண்டாக



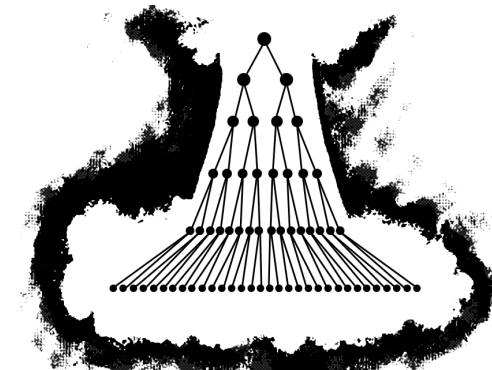
யுரேனிய அணு

பிளவுபடுகிறது. இதைத்தான் 'யுரேனியப் பிளவு' என்கிறோம். எல்லா யுரேனிய அணுவிலும் இந்த செயல் நடக்காது. யுரேனியம்-235-ல் மட்டுமே இது நடக்கும்.

அணுப்பிளவின் போது நியூட்ரான்கள் வெளிவரும். இந்த நியூட்ரான்கள் மற்ற யுரேனிய அணுக்களோடு மோதி அணுப் பிளவை ஏற்படுத்தும். இந்தச் செயல் வெகுவிரைவில் பெருகி ஒரு நொடிக்குள் கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் பிளவுபட காரணமாகிறது. இதனால், ஆற்றலும் பெருமளவில் கிடைக்கும்.

இரண்டாம் உலகப்போரின் போது அமெரிக்காவால் இந்த ஆற்றல், அழிவு செயலுக்கு பயன்படுத்தப்பட்டது என்பது நாம் அறிந்ததே.

ஆனால், அதன்பிறகு அணுகுண்டுகளுக்காக அல்லாமல் ஆக்க சக்தியாக அணுப்பிளவை பயன்படுத்த நாம் கற்றுக்கொண்டோம். 1950 - 2000-ல் உலகம் முழுவதும் பல நாடுகளில் அணுஉலைகள் கட்டப்பட்டது. மக்களின் மின்சக்தி தேவையை யுரேனியமும், பொலோனியமும் பெருமளவில் தீர்த்து வைத்தன.



அணுப்பிளவு

அணுப்பிளவின் மூலம் கிடைக்கும் நன்மைகளில் தீமைகளும் கலந்திருந்தது. கதிர்வீச்சு கழிவுகள் மிகப்பெரிய பின்னடைவாகப் பார்க்கப்படுகிறது. மேலும்,

ஒரு அணுஉலையை கட்டுவதற்கு அதிகப்படியான செலவும் நேரமும் ஆகிறது. கதிர்வீச்சின் அபாயத்தால் அணுஉலைகளின் அருகே வாழும் மக்கள் எப்போதும் எதிர்ப்பு தெரிவித்தே வந்திருக்கின்றனர். அணுஉலை விபத்துகள் மக்கள் அச்சத்தை அதிகப்படுத்தின.

அடுத்ததாக, எண்ணெய் கிணறுகள் என்றும் அட்சயபாத்திரமாய் என்றென்றும் எண்ணெயை தந்துகொண்டே இருக்காது என்று மக்கள் புரிந்துகொள்ள ஆரம்பித்தனர்.

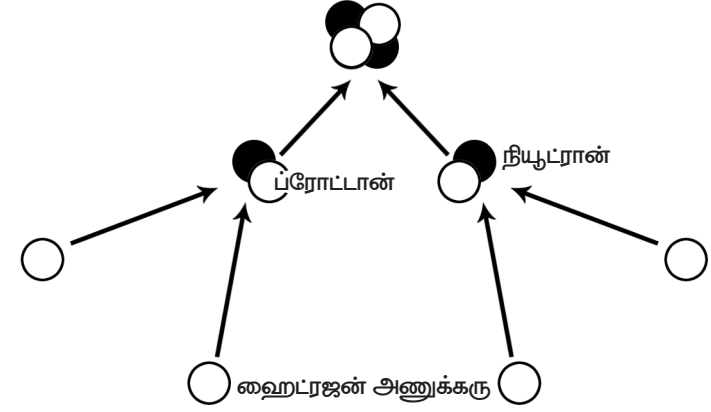
மத்திய கிழக்கு நாடுகளில் நிறைய எண்ணெய் கிணறுகள் புதிதாய் உருவெடுத்தன என்று ஏற்கனவே பார்த்தோம். உலகப்போர் நடந்த காலங்களில் இந்த நாடுகள் பெரும்பாலும் பிரிட்டன் மற்றும் ஃபிரான்சு போன்ற நாடுகளின் ஆதிக்கத்தில் இருந்தன. போர் முடிந்தபின்பு தனி நாடுகளாக ஆனதும் விலையை ஏற்ற ஆரம்பித்ததும் பிற நாடுகள் எண்ணெயைப் பயன்படுத்துவது கேள்விக்குறியானது.

நிலக்கரி அதிகமாக கிடைப்பதால் அதைப் பயன்படுத்தலாம் என்றால் அவை வெளியிடும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு போன்ற வாயுக்கள் புவி வெப்பமயமாதலுக்கு முக்கிய காரணிகளாக இருக்கின்றன.

அணுப்பிளவின் போது கிடைக்கும் ஆற்றலில் தீமையும் இருக்கிறது. 'அணு இணைவின்' போது வெளியிடப்படும் ஆற்றலும் அதிகம். அதேசமயம் கழிவுகளும் குறைவு என்று விஞ்ஞானிகள் அறிந்தனர்.

ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒன்றிணைந்து ஹீலியம் போன்று சற்று பெரிய அணுவாக மாறுவதுதான் அணு இணைவாகும். ஹைட்ரஜன் குண்டுகள் இந்த விதியைப் பின்பற்றித்தான் செயலாற்றுகின்றன.

## ஹீலியம் அணுக்கரு



ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து ஹீலியம் அணுவாக மாறுகின்றன

அணு இணைவை வெடிகுண்டுகளாக பயன்படுத்த முடிந்ததே தவிர, ஆக்க சக்தியாக பயன்படுத்த சரியான செயல்முறையை விஞ்ஞானிகளால் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை. ஆகவே, இந்த ஆற்றலையும் மக்களால் இன்றளவும் பயன்படுத்த முடியவில்லை.

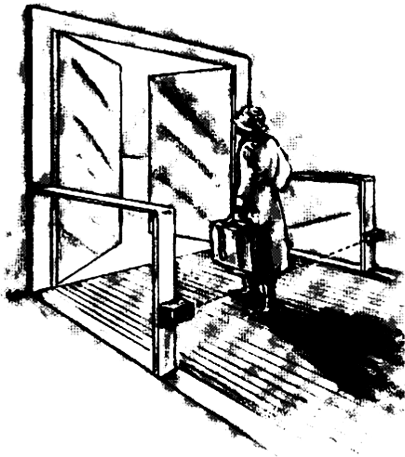
என்னதான் மாற்று சக்தி இருக்கிறது என்று விஞ்ஞானிகள் யோசித்தபோதுதான் “சூரிய சக்தி” மீண்டும் முக்கியத்துவம் பெற்றது. மக்களின் எல்லா சக்தி தேவையும் “மின்சக்தி” வடிவில் மாறிப்போனதால் சூரியசக்தியை மின்சக்தியாக மாற்றும் விஞ்ஞான அறிவு தேவைப்பட்டது.

## 5. சோலார் செல்கள்

அணுப் பிளவு, அணு இணைவு பற்றியே யோசித்துக் கொண்டிருந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள், இந்த மின்சார யுகத்தில் அணுக்கருவை சுற்றும் எலக்ட்ரான்களைப் பற்றியும் சிந்திக்கத் தொடங்கினர்.

1873-ல் வில்லோபி ஸ்மித் என்னும் வேதியியல் அறிஞர் செலினியத்தின் (செலினியம் என்பது ஒரு தனிமம்) மேல் வெளிச்சம் பட்டால் அது மின்சாரத்தை கடத்தும் என்றும் இருட்டில் கடத்தாது என்றும் தற்செயலாக கண்டறிந்தார். இப்படி வெளிச்சம் பட்டால் எலக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் செயலையே “ஒளி மின் விளைவு” (Photoelectric effect) என்கிறோம்.

இந்த விளைவால் சிறிதளவு மின்சாரமே கிடைத்து என்றாலும் ஒரு சில கருவிகளுக்கு செலினியத்தை பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். ‘மின்சார கண்கள்’ (Door with Electric Eye) அதற்கொரு சிறந்த உதாரணம்.

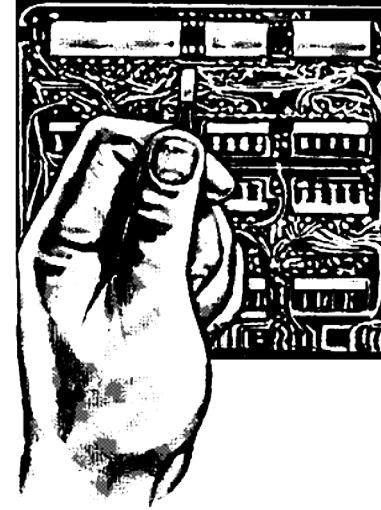


மின்சார கண்கள் பொருத்தப்பட்ட கதவு

கதவின் ஒரு புறம் செலினியம் பூசப்பட்ட ஒரு தகடு இருக்கும். மறுபுறமிருந்து ஒளி அந்த தகட்டின் மேல் பட்டுக் கொண்டே இருக்கும். ஒரு ஆள் கதவினருகே செல்லும் போது ஒளி தடைப்பட்டு கதவு திறந்துகொள்ளும். தானியங்கி கதவுகள் ஆரம்பத்தில் இப்படித் தான் செயலாற்றின.

சோலார் செல்களோ ‘ஒளி மின்னழுத்த விளைவைப்’ பின்பற்றி செயலாற்றுகின்றன. ஒளியானது மாறுபட்ட குறைக்கடத்திகளின் இணைப்பின்மேல் படும்போது, அதில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் தாம் சுற்றும் அணுவை விட்டு வெளியேறி மின்அழுத்தத்தை ஏற்படுத்தும். இந்த விளைவின் மூலம் நாம் மின்சாரம் பெறுகிறோம்.

உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளை (தூய குறைகடத்திகள்) விட சிறிதளவு மற்ற தனிமங்கள் சேர்க்கப்பட்ட குறைகடத்திகள் (புறவியலான குறைகடத்திகள்) மின்னழுத்த விளைவிற்கு மிகவும் உதவின. அதுவுமில்லாமல் வெளியீட்டு குறைகடத்திகளில் எலக்ட்ரான்களின் போக்கை நன்றாக நிர்ணயிக்கவும் முடிந்தது. 1950-வாக்கில் இக் கண்டுபிடிப்புகள் நிகழ்ந்தது.



டிரான்சிஸ்டர்

இந்தக் கண்டுபிடிப்பு நிகழ்ந்ததும் முதன் முதலில் புறவியலான குறைகடத்திகளைக் கொண்டு டிரான்சிஸ்டர்களை செய்தனர் விஞ்ஞானிகள். முன்பு இருந்ததைவிட சிறிய அளவினான டிரான்சிஸ்டர்களும் சாத்தியப்பட்டது.

டிரான்சிஸ்டர்களை தயாரிக்க பயன்படுத்தப்பட்ட தனிமங்களில்

சிலிக்கனும் (Silicon) ஒன்றாகும். மணல், பாறை என்று சிலிக்கன் புவியில் அதிகமாக கிடைக்கும் ஒரு தனிமம்தான்.

எனவே, சிலிக்கனைப் பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட டிரான்சிஸ்டர்களை மேம்படுத்தும் ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து நடந்துகொண்டே இருந்தது.

“பெல் ஆய்வுக்கூடத்தில்” இந்த ஆராய்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும் போது எதேச்சையாக சிலிக்கனின் மீது ஒளி பட்டபோது அதிலிருந்து மின்சாரம் கிடைத்தது. இது நடந்தது 1954-ல்.

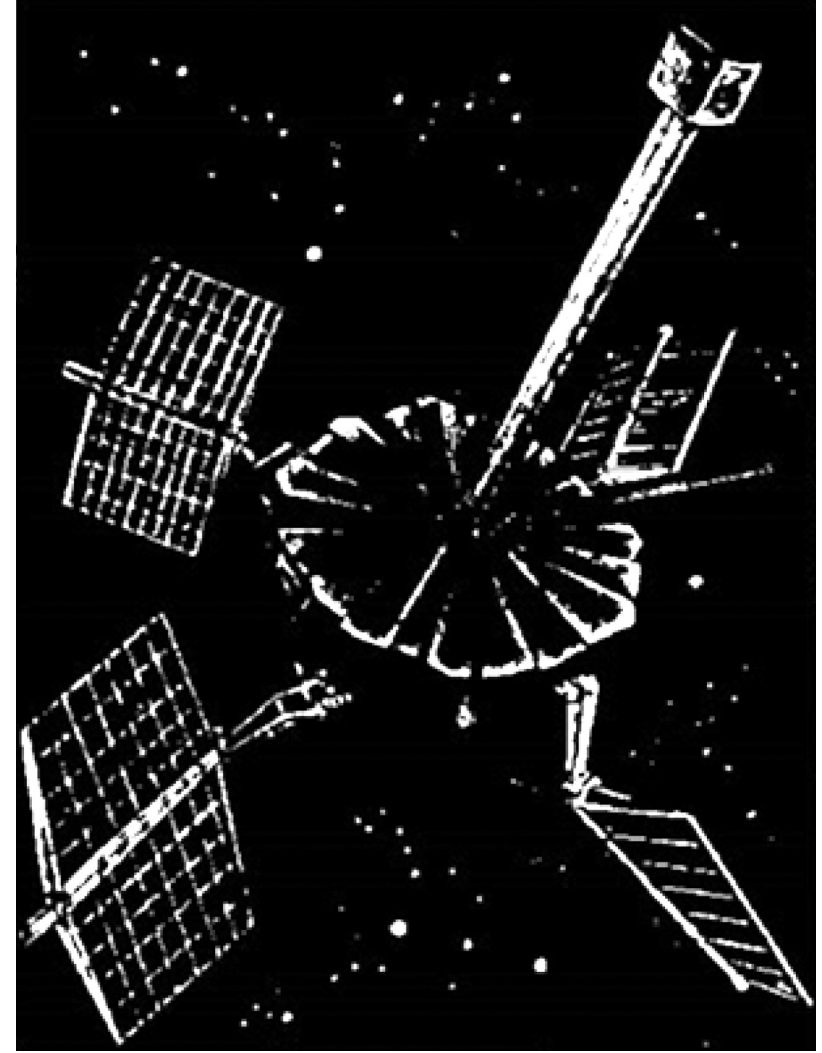


சிலிக்கான் சோலார் செல்கள்

செலினியத்தை விட சிலிக்கன் சிறப்பாக செயல்புரிந்தது. பல ஆய்வுகளுக்குப் பின் 16 சதவீதம் செயல்திறன் (நூறு சதவீத சூரிய ஒளியிலிருந்து பதினாறு சதவீத மின்சாரம் கிடைக்கும்) கொண்ட சோலார் செல்கள் கிடைத்தது.

பெல் ஆராய்ச்சிக் கழகத்தின் சோலார் செல்கள்

இது கண்டிப்பாக மிகப்பெரிய சாதனைதான். ஆனால், சோலார் செல்களின் விலைதான் மற்ற ஆற்றல் மூலங்களை விட அதிகமாக இருந்தது. செயற்கைக் கோள்களுக்கு வேறு ஆற்றல் மூலம் இல்லாததால், விலையை கணக்கில் கொள்ளாமல் அங்கு மட்டும் சோலார் செல்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் பூமியிலே 1970-ல் கூட சூரிய சக்தியின் பயன்பாடு என்பது கனவாகவே இருந்தது.



சூரிய சேகரிப்பான் துடுப்புகள் பொருத்தப்பட்ட செயற்கைக் கோள்கள்

## 6. பாலைவனமும் விண்வெளியும்

1980-க்குப் பிறகு எண்ணெயின் விலை உச்சத்திற்கு செல்ல தொடங்கியது; புவி வெப்பமயமாதல் பிரச்சனை, அணு விபத்துக்கள் இப்படி எல்லாம் சேர்ந்து சூரிய ஆற்றலின் தேவை நிச்சயம் என்று உணர்த்தின.

சூரிய ஆற்றல் உபயோகத்தில் முக்கிய பின்னடைவு சூரிய ஒளி சேகரிப்பான்களின் இடத்தேவைதான். பாலைவனங்களில் சூரிய ஒளியும் அதிகப்படியாக கிடைக்கும், அதுமட்டுமல்லாது அந்த இடங்கள் மக்கள் வாழ்வதற்கு உபயோகமற்றவையும் கூட. ஆகவே, அங்கு சூரிய சேகரிப்பான்களை கட்டலாம்.



பாலைவனத்திலுள்ள சூரிய சேகரிப்பான்கள்

ஆனால், இதிலும் சிக்கல் இருக்கும். வன விலங்குகள், தீவிரவாதிகள் என்று பாலைவன சூரிய சேகரிப்பான்களுக்கு தொல்லைகள் இருக்கும். அதையெல்லாம் விட முக்கியமான ஒன்று மணல்புயல். சூரிய சேகரிப்பான்களின் மேல் மணல் படர்ந்தால் அவற்றின் செயல்திறன் குறையும்.

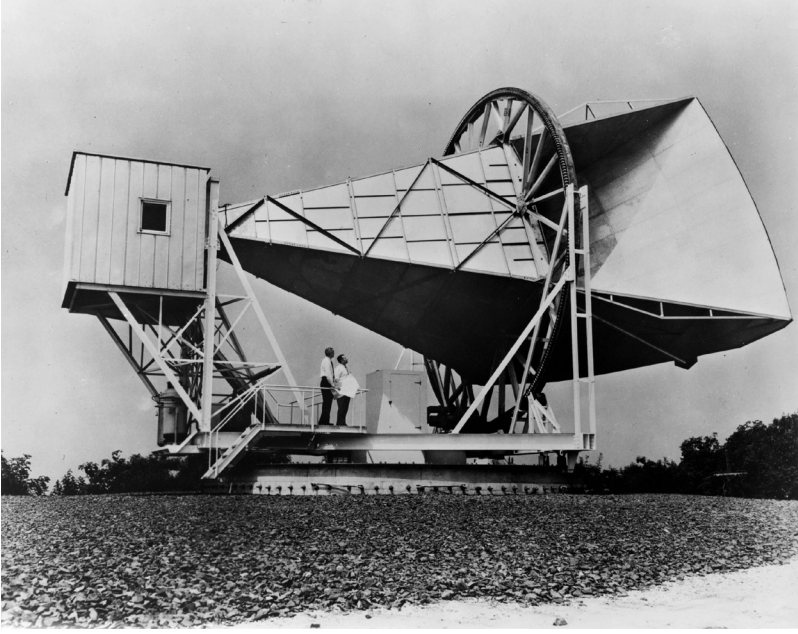
பூமியில் சூரிய சேகரிப்பான்களை வைத்தால்தானே இந்த பிரச்சனை. இதையே விண்வெளியில் வைத்தால்? விண்வெளியில் சூரிய ஆற்றலுக்கு தடையே இல்லை.

அங்கே சேகரிக்கப்படும் ஆற்றலை நுண்ணலைகளாக மாற்றி பூமிக்கு அனுப்பி, இங்கே அதை மின்சாரமாக மாற்றி பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம். இதற்கு 'விண்வெளி சூரிய சக்தி நிலையம் (Space Solar Power Station – SSPS)' என்று பெயர் சூட்டப்பட்டு அதற்கான ஆராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடந்து வருகின்றன.



விண்வெளி சூரிய சக்தி நிலையம் (Space Solar Power Station - SSPS)

நுண்ணலை ஏற்பிகளை மக்கள் வாழ தகுதியில்லாத பகுதிகளில் கட்டினால், மின்சாரம் பெறுவதில் நடைமுறை சிக்கல்கள் எதுவும் இருக்காது.



நுண்ணலை ஏற்பி

எல்லாம் சரி, சூரிய சேகரிப்பான்களின் விலையைக் கட்டுப்படுத்துவதுதான் சவாலான காரியமாக இன்றும் இருக்கிறது.

சூரிய ஆற்றல் ஆராய்ச்சியில் இன்னும் புதிய திருப்பங்கள் ஏற்படலாம். இல்லையென்றால் மற்ற ஆற்றல் மூலங்கள் முக்கியத்துவம் பெறலாம். எதுவாயினும் சூரிய ஆற்றல் என்றென்றும் அழியாத காலத்துக்கும் கிடைக்கும் “ஆற்றல் மூலம்” என்பது மட்டும் உண்மையே.