

ஆரம்ப  
விண்ணியல்  
Elementary Astronomy

செந்தில்நாதன்  
B. A., Dip. in Ed., F.R.A.S.  
வழக்கறிஞர்  
தலைவர், யாழ் வானியற் கழகம்

நீலமலர் பதிப்பகம்  
சென்னை

## பொருளடக்கம்

1. அறிமுகம்	9
2. பூமி	17
3. சந்திரன்	23
4. சூரியன்	32
5. கிரகணங்கள்	36
6. சூரிய குடும்பம்	42
7. புதன்	44
8. சூக்கிரன்	47
9. செவ்வாய்	49
10. வியாழன்	53
11. சனி	57
12. யுறேனஸ்	60
13. நெப்ரியூன்	61
14. புளூட்டோ	63
15. விண் துகள்கள்	64
16. வால்வெள்ளிகள்	69
17. விண்கற்கள்	73
18. நட்சத்திரங்கள்	76
19. உடுக் கூட்டங்கள்	81
20. பால்வழி	92
21. நெபுலங்கள்	95
22. கிரகங்களின் உற்பத்தி	97
23. பின்னிணைப்பு	99

கணிதம், பௌதிகம், இரசாயனம் முதலிய வேறுபட்ட விஞ்ஞானத்துறைகளுள் விண்ணியல் அல்லது வானசாஸ்திரம் என்பது மிகவும் தொன்மை வாய்ந்தது. இம்மியளவும் நாகரிக வளர்ச்சி அடையாத புராதன மக்கள்கூட இரவு, பகல் மாறிமாறி வருவதையும் சூரியன் சந்திரன் உதித்து மறைவதையும் நன்குணர்ந்தனர். வீடுகள் கட்டியறியாத காலத்தில் திறந்த வெளிகளில் இரவில் படுத்துறங்கிய ஆதிகால மனிதர் தினமும் நட்சத்திரங்களையும் ஏனைய விண் பொருட்களையும் வானிற் கண்டு வியந்தனர். திசைகாட்டி, மணிக்கூடு முதலியன இல்லாத அக் காலத்தில் பகலில் சூரியனைக் கொண்டும் இரவில் விண்மீன்களைக் கொண்டும் திசைகளையும் நேரத்தையும்றிந்தனர். எல்லா நட்சத்திரங்களும் சூரியனைப் போலவே கிழக்கில் உதித்து மேற்கில் மறைகின்றனவென்றும் இவைகள் பல கூட்டங்களாகக் காணப்படுகின்றனவென்றும் நன்குணர்ந்த இம்மக்கள் இக்கூட்டங்களின் உருவங்களைக் கொண்டு இவற்றிற்குப் பல்வேறு பெயர்களையும் சூட்டி இருந்தனர். இப்பெயர்களே இப்பொழுதும் வழக்கில் இருப்பதை நாமறிவோம். கிரகணம், வால்வெள்ளி முதலியவை தோன்றினால் இவ்வுலகில் ஏதோ கெடுதி விளையுமென எண்ணி மிகவும் பயந்தனர். நட்சத்திரங்கள், கிரகங்கள் முதலான விண் பொருட்களின் அவ்வப்போதைய நிலைகள் மக்களின் வாழ்க்கையை மிகவும் பாதிக்கின்றனவென்றும் அக்காலத்து மக்கள் நன்கு நம்பியிருந்தனர். பண்டைய புராணக் கதைகளிலும் பல்வேறு சமய நூல்களிலும் இவ்விண் பொருட்கள் இடம் பெற்றிருப்பதையும் நாம் காண்கின்றோம். இவற்றுக்கென கோயில்களும் கட்டி இவற்றைத் தெய்வமாக வணங்கியும் வந்தனர். இப்போதும் வணங்கி வருகின்றனர். இவ்வாறு பழம்பெரும் தன்மை வாய்ந்த விண்ணியலை விஞ்ஞானக்



கலைகளின் ராணி (Queen of the Sciences) என அழைப்பர். பண்டைக்காலத்துக் கிரேக்கர்கள், எகிப்தியர், பபிலோனியர், இந்தியர், சீனர் ஆகியோர் இத்துறையில் மிகவும் ஈடுபட்டிருந்தனர்.

விண்ணில் நாம் காணும் நட்சத்திரங்கள், கிரகங்கள் முதலிய பொருட்களின் அசைவு, அமைப்பு, தன்மை ஆகியவற்றின் அறிவே விண்ணியலாகும். இதனை வானியல், வானசாஸ்திரம் என்றும் கூறுவர். நாம் வசிக்கும் பூமியும் இக்கிரகங்களுள் ஒன்றாதலின் இப்பூமியைப்பற்றிய புவியியல், புவியுள்ளியல் ஆகிய துறைகளும் இங்குள்ள தாவரங்களைப்பற்றிய தாவரவியலும் உயிர்களைப்பற்றிய உயிரியலும் ஏனைய பொருட்களைப்பற்றிய பெளதிகம், இரசாயனம் முதலியவைகளும் இன்னோரன்ன பிற துறைகளும் விண்ணியலுள் அடங்கும். இவற்றையெல்லாம் ஓரளவு நாமறிந்தால்தான் வானில் தெரியும் கிரகங்கள், நட்சத்திரங்களின் அசைவு, அமைப்பு, தன்மை முதலியவற்றை நன்கறியலாம். ஆகவே விண்ணியலானது ஏனைய அறிவுத் துறைகளையெல்லாம் உள்ளடக்கிய ஒரு பரந்த துறையாகும்.

நாம் சாதாரணமாகப் பார்க்கும்போது நமக்குத் தெரிவதுபோல ஆதிகால மக்களும் பூமி தட்டையானதென்றும் பூமியே அகிலாண்டத்தின் மத்தியில் இருக்கிறதென்றும் நட்சத்திரங்களும் ஏனைய விண் பொருட்களும் இருபத்தி நான்கு மணித்தியாலத்துக்கொருமுறை பூமியை வலம் வருகின்றனவென்றும் நம்பியிருந்ததில் ஓர் ஆச்சரிய முமில்லை. பின்னர் கிரேக்க நாட்டு ஞானிகளான கிறிஸ்துவுக்கு முன் 4ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த அரிஸ்டோட்டில் (Aristotle), கிறிஸ்துவுக்குப் பின் 2ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ரொலமி (Ptolemy) ஆகியோர் பூமி தட்டையல்ல உருண்டை வடிவானது என்று ஆராய்ச்சிமூலம் கண்டறிந்தனர். ஆனால் பூமி அண்டத்தின் மத்தியிலே அசையாமலிருந்ததென்றே அவர்களும் எண்ணினர். கத்தோலிக்க

திருச்சபையும் இம்முடிவே தங்கள் சமயநூல்களுக்கு அமைவானதாகையால் இதுவே சரியான முடிவு எனக் கொண்டனர். பதினான்கு நூற்றாண்டுகளாக இந்தக் கொள்கை நிலவி வந்தது.

பதினாறாம் நூற்றாண்டின் இடைப் பகுதியில் போலந்து நாட்டு விஞ்ஞானியான நிக்கலஸ் கோப்பேணிக்கஸ் (Nicholas Copernicus, 1473—1543) என்பவர் “பூமி அண்டத்தின் மத்தியில் இல்லை, சூரியனை மையமாகக் கொண்டே எல்லாக் கிரகங்களும் இயங்குகின்றன” என்று கூறினார். எனினும் அக்காலத்து மக்கள் இவர் கூற்றை எள்ளளவும் நம்பவில்லை. பின்பு இத்தாலி நாட்டிலுதித்த கலிலியோ கலிலி (Galileo Galilei, 1564—1642) என்ற விஞ்ஞானி இவர் முடிவை ஏற்றுக்கொண்டு மேலும் பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வியப்பரிய பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். இவரே முதலில் தொலைநோக்கியையும் கண்டுபிடித்தார். இத்தொலைநோக்கி மூலம் ‘பூமி மத்தி’க் கொள்கையை பல ஆதாரங்களுடன் சிதறடித்தார். ஆயினும் கத்தோலிக்க திருச்சபை இவரைச் சும்மாவிடவில்லை. இவர் கூறியது முழுவதும் பிழையென்றும் கத்தோலிக்க நூல்களின் கூற்றுக்கு முரணானதென்றும் தீர்த்து இவரைச் சிறைக்கனுப்பினர். இதன் பின் தோன்றிய ரைக்கோ பிராஹே (Tycho Brahe), கெப்ளர் (Kepler) போன்ற விஞ்ஞானிகள் மேலும் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து கோப்பேணிக்கஸ், கலிலியோ ஆகியோரின் முடிவை நன்கு வலியுறுத்தினர். மேலும் சூரியனைப் பூமி சுற்றிவரும் பாதை இதுவரை எண்ணியிருந்தது போல வட்டவடிவமானதல்ல என்றும் அது ஒரு நீள்வட்ட வடிவமானதென்றும் இந்நீள்வட்டத்தின் இரு குவியங்களில் ஒன்றிலேயே சூரியன் இருக்கின்றதென்றும் கெப்ளர் துணிந்து கூறினார். இதுபோலவே ஏனைய கிரகங்களின் பாதைகளும் நீள்வட்ட வடிவமானவையென்றும் கண்டார்.



கலிலியோ இறந்த ஆண்டாகிய 1642இல் பிறந்த ஐஸாக் நியூட்டன் (Isaac Newton, 1642—1727) என்னும் பிரபல பிரித்தானிய விஞ்ஞானி கணிதம், பௌதிகம் ஆகிய துறைகளில் மிகவும் முன்னேற்றம் கண்டதோடு பல புதிய உண்மைகளையும் கண்டுபிடித்தார். ஒரு ஆப்பிள் மரத்திலிருந்து பழம் கீழ்நோக்கி விழுவதைக் கண்ட இவர் கூர்ந்து சிந்திக்கத் தொடங்கினார். இச்சிந்தனையின் விளைவாக பிரபஞ்சத்தில் உள்ள பொருள்கள் யாவும் ஒன்றையொன்று கவருகின்றன என்று அறிந்தார். இரு பொருள்களின் இடையேயுள்ள ஈர்ப்புச்சக்தியானது அப் பொருள்களின் திணிவுகளுக்கு நேர்விகித சமமாகவும் அவற்றினிடையேயுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்துக்கு நேர் மாறு விகித சமமாகவும் இருக்குமெனவும் எடுத்துக்காட்டினார். இதன் விளைவாக சிறியனவும் திணிவு குறைவாகவு முள்ள பொருள்கள் பெரிய, திணிவு கூடிய பொருள்களை ஏன் சுற்றி வருகின்றன என்பது தெளிவாகப் புலப்பட்டது. இவரே முதலில் தெறித் தொலைநோக்கியையும் ஆக்கினார். இவரின் ஆராய்ச்சிகளினால் இத்துறை மிகவும் முன்னேற்றமடைந்ததன் பயனாக இவர் இறக்கும் போது (1727) பழைய பிழையான நம்பிக்கைகளெல்லாம் கைவிடப்பட்டு புதிய கொள்கைகள் யாவும் நன்கு வலுப் பெற்றிருந்தன.

இதன் பின் தோன்றிய வில்லியம் ஹேர்ஷல் (William Herschel, 1738—1822) என்னும் பிரித்தானிய விஞ்ஞானி தான்செய்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக மேலும் பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். இதுவரையிலும் எண்ணியிருந்தபடி சூரியன் அண்டத்தின் மத்தியில் இல்லையென்றும் பல்லாயிரக்கணக்கான நட்சத்திரங்களைப் போலவே சூரியனும் ஒன்று என்றும் அவர் கூறினார். தான் செய்த ஒரு தொலைநோக்கியின் உதவியால் 1781ஆம் ஆண்டில் யுறேனஸ் என்ற கிரகத்தையும் கண்டுபிடித்தார். மேலும் பல நட்சத்திரக் கூட்டங்களையும் அவற்றின் தூரங்களையும் அறிந்த அவர் “சில நட்சத்திரங்களிலிருந்து ஒளி

யானது பூமியை வந்தடைய இருபது கோடி வருடங்கள் செல்லுகின்றன” என்று கூறியிருக்கிறார்.

இப்படித் தொலைநோக்கிகளின் உதவியால் நெப்ரியூன், புளூட்டோ என்ற புதிய கிரகங்களையும் சந்திரனின் மேற்பரப்பில் உள்ள மலைகளையும் பெரிய குழிகளையும் விஞ்ஞானிகள் கண்டனர்; வியாழன், செவ்வாய் ஆகிய கிரகங்களின் உபக்கிரகங்களையும் சனிக் கிரகத்தைச் சுற்றியுள்ள அழகான வளையங்களையும் பார்த்தனர்; எல்லாவற்றுக்கும் மேலாகப் பல்வேறு திசைகளிலும் நெபுலங்கள் என அழைக்கப்படும் உடுத்தொகுதிகளையும் கண்டுபிடித்தனர். தொலைநோக்கியைக் கண்டுபிடித்தமை விண்ணியலிலே ஒரு பெரிய திருப்பத்தை உண்டாக்கிய தெனினும், அதன் விளைவாக இத்துறை மிகவும் துரிதமாக அதிகம் முன்னேறியதெனினும் தொலைநோக்கிகளின் சக்திக்கும் ஓர் எல்லையுண்டாதலின் விஞ்ஞானிகளால் ஓரளவுக்கு மேல் செல்ல முடியவில்லை. உதாரணமாக, ஒரு நட்சத்திரத்தை உலகில் இப்போதுள்ள மிகவும் பெரிய தொலைநோக்கியினூடாகப் பார்த்தாலும் வெறுங்கண்ணால் பார்ப்பதுபோல அது ஓர் ஒளிப்புள்ளியாகவே தெரியும். ஏனெனில் விண்மீன்களெல்லாம் பூமியிலிருந்து, ஏன் நம் சூரிய குடும்பத்திலிருந்தே, மிக மிகத்தொலைவில் இருப்பதனால்தான். 14 கோடியே 88 லட்சம் கி.மீ. தூரத்திலிருக்கும் சூரியனிலிருந்து பூமியையடைய ஏறத்தாழ எட்டு நிமிஷங்கள் எடுக்கும் ஒளியானது நமக்கு மிகவும் அண்மையிலிருக்கும் அல்பா சென்ரோறி (Alpha Centauri) என்னும் நட்சத்திரத்திலிருந்து பூமியை வந்தடைய நான்கு வருடங்களுக்கு மேலாகுமென்றால் ‘மிகவும் அண்மையிலிருக்கும்’ நட்சத்திரத்தின் தூரம்தான் என்னே! (சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையிலுள்ள தூரம் 10 செ. மீ. ஆயின் அதே அளவையில் குறித்த நட்சத்திரம் இங்கிருந்து 27 கி. மீ. தூரத்திலிருக்கும் )



ஓர் ஒளிக்கதிரை ஓர் அரியத்தினூடாகச் செலுத்தினால் அவ்வொளியானது வானவில்லில் தோன்றும் பல நிறங்களாகப் பிரியுமென்று ஐசாக் நியூட்டன் தனது ஆராய்ச்சியின் மூலம் காண்பித்தார். அதன்பின் இந்த நிறமாலையைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்தனர். சோடியம், மக்னீசியம், கல்சியம், அமோனியா போன்ற இரசாயனப் பொருட்களுக்கும் இந்த நிறமாலைக்கும் தொடர்பு இருப்பதை அறிந்தனர். இதன் விளைவாக மற்றைய கிரகங்கள், நட்சத்திரங்கள் முதலியவற்றிலிருந்து வருகின்ற ஒளியின் தன்மையிலிருந்து அங்கங்கே என்னென்ன இரசாயனப் பொருட்கள் இருக்கின்றன வென்றும் ஊகித்தறிந்தனர். மேலும் டொப்ளர் (Doppler) என்னும் ஜேர்மானிய பெளதிக நிபுணரும் பின் வேறு விஞ்ஞானிகளும் நடத்திய சோதனைகளின் பயனாக ஒரு விண்மீனிலிருந்து அல்லது ஒரு உடுத்தொகுதியிலிருந்து வருகின்ற ஒளியின் நிறமாலையை ஆராய்ந்தால் அவ்விண்மீன் அல்லது உடுத்தொகுதி என்ன வேகத்துடன் நம்மை நோக்கி வருகின்றது அல்லது நம்மை விட்டுச் செல்லுகின்றது என்பதை அறிய முடியுமெனக் கண்டனர். இவ்வாறு தொலை நோக்கிக்கு அடுத்ததாக நிறமாலை நோக்கி (Spectroscope) விண்ணியற்கலை வளர்ச்சிக்கு மிகவும் உதவியாக இருந்தது.

அடுத்ததாகப் புகைப்படக் கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின் இக்கலை மேலும் வளர்ச்சியடைந்தது. புகைப்படக் கருவியைத் தொலைநோக்கியுடன் இணைத்து அதனுதவியால் கண்ணுக்கெட்டாத தூரத்தினுள் புகுந்து பல அரிய நெபுலங்களைக் கண்டுபிடித்தனர். மனிதனுடைய கண்கள் மிகவும் சுலபமாக ஏமாற்றுப்படுவதாலும் புகைப்படக் கருவியினால் எடுக்கப்படும் படங்கள் நிரந்தரமாகப் பதியப்பட்டிருப்பதால் அவற்றை ஆய்வுக்கூடத்திலிருந்து ஆறுதலாகப் பலர் சேர்ந்து பரிசீலனை செய்யலாமென்பதாலும் தற்கால வானிலை ஆராய்ச்சிகள் யாவும் அநேகமாகப் புகைப்படக் கருவிகள் மூலமே நடத்தப்படுகின்றன.

மேலும் சூரியனைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகளும் சூரிய கிரகணங்களின்போது நடத்தப்படும் பரிசோதனைகளும் தொலைநோக்கி மூலம் வெறும் கண்ணால் பார்த்தால் கண் பார்வை கெட்டுவிடுமாதலின் புகைப்படங்கள் மூலமே செய்யப்படுகின்றன.

இந்த நூற்றாண்டின் கடைசிப் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ரேடியோத் தொலைநோக்கிகளின் உதவியால் வான சாஸ்திரம் மேலும் முன்னேறியிருக்கிறது. தற்காலத்தில் விண்ணிற் செலுத்தப்படும் செயற்கைக் கிரகங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் இவை மிகவும் பயன்படுகின்றன. எல்லாவற்றிற்கும் சிகரமாகக் கடந்த இருபத்தைந்து ஆண்டுகளில் சோவியத் யூனியன், அமெரிக்கா ஆகிய வல்லரசுகள் விண்வெளியிலே அனுப்பிய செயற்கைக் கிரகங்களும் ரொக்கட்டுகளும் மனிதர்களைக் கொண்டும் மனிதர் இல்லாமலும் பல மைல்களுக்கு அப்பால் சென்று பூமியைப் பலமுறை வலம் வந்து பின் பூமியிலிறங்கியதும், சந்திரனுக்குச் சென்று அதன் தரையில் இறங்கி ஆராய்ச்சிகள் செய்து பின் மீண்டும் பூமியை வந்தடைந்ததும், மேலும் சுக்கிரன், செவ்வாய், வியாழன், சனி போன்ற கிரகங்களுக்கு அண்மையில் சென்று அங்குள்ள நிலைமையை ஆராய்ந்தறிந்ததும் அரும்பெருஞ்சாதனைகளாகும்.

பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகிய துறைகளில் விஞ்ஞானிகள் தத்தம் ஆய்வுகூடங்களில் இருந்துகொண்டு தங்களுக்குத் தேவையான பொருட்களை வைத்துக்கொண்டு தங்களுக்கு வேண்டிய சூழ்நிலையை உருவாக்கிக்கொண்டு மிகவும் சாலகாசமாகத் தங்கள் ஆய்வுகளை மேற்கொள்வர். ஆனால் விண்ணியலாளர்களுக்கு அண்டசராசரம் முழுவதுமே ஆய்வுக் கூடமாகும். வானில் எதிர்வரும் நிகழ்வுகளுக்கும் ஏற்படும் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்றவாறு தம்மையே அவர்கள் ஆயத்தப்படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். மேலும் 24 மணித்தியாலத்துக்கு ஒருமுறை



தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொண்டு ஒரு வருடத்துக்கொரு முறை சூரியனையும் சுற்றிவரும் பூமியிலிருந்து கொண்டு விண்ணில் இருக்கும் பொருட்களை நோக்குவது, ஒரு களியாட்ட விழாவில் (Carnival) ஓடிக்கொண்டிருக்கும் ஓர் உல்லாச வளையூர்தி (Merry - go - round)யில் இருந்து கொண்டு அவ்விழாவிலிருக்கும் பல்வேறு பொருட்களைப் பார்ப்பது போலாகும்.

இதுவரை பூமியிலேயே இருந்துகொண்டு ஆய்வு செய்து வந்த மனிதன் இப்போது பூமியை விட்டுக் கிளம்பி விண்ணிலே சென்று ஆராயத் தொடங்கியிருக்கிறான். எனவே விண்ணியல் வளர்ச்சியில் இதை ஒரு முக்கிய படி எனலாம். ஆராய்ச்சி இப்போதுதான் ஆரம்பமாகியிருக்கிறது.

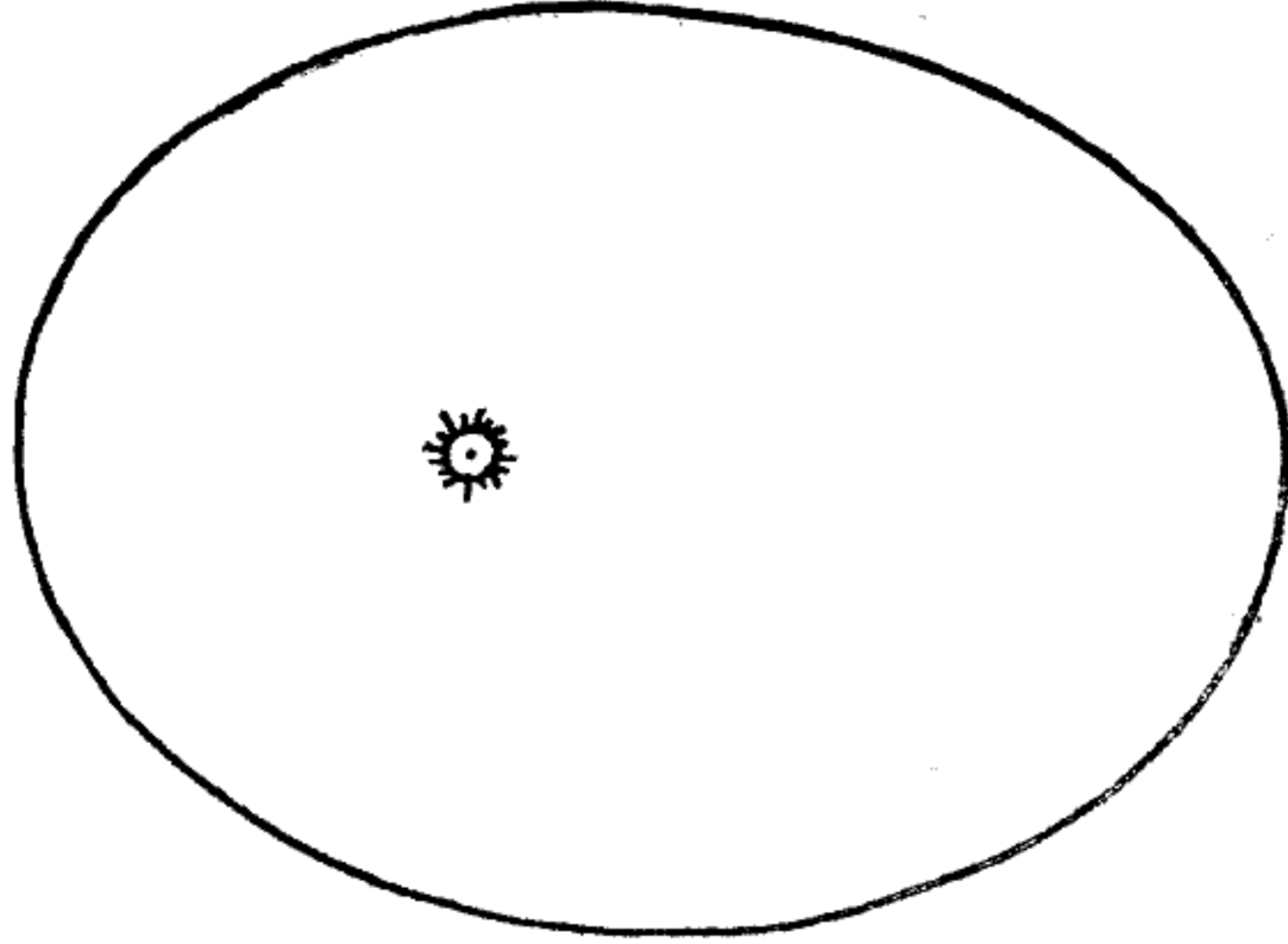
எல்லாக் கிரகங்களும் நம்மைப் பொறுத்த அளவில் பூமியே மிகவும் முக்கியமானது. பூமியின் அசைவுகளையும் அதன் தன்மையையும் நன்கு அறிந்து கொண்டால் ஏனைய கிரகங்களைப்பற்றி நாம் அறிவது மிகவும் இலகுவாக இருக்கும்.

ஒரு கடற்கரையிலிருந்து புறப்பட்டுச் செல்லும் ஒரு கப்பலை நாம் உற்று நோக்கினால் அது முற்றாக மறைந்து விடும்முன் முதலில் அதன் கீழ்ப்பகுதியும் பின் சிறிது சிறிதாக அதன் மேற்பகுதிகளும் மறைவதைக் கொண்டு பூமி உருண்டை வடிவமானதென நிரூபிக்கலாம். மேலும் சந்திரகிரகணத்தின் போது பூமியின் நிழல் சந்திரனில் விழுவதால் சந்திரன் மறைக்கப்படுகிறதென்று நாம் அறிவோம். இப்படிச் சந்திரனில் விழும் பூமியின் நிழல் வட்ட வடிவமானதாகையால் பூமி உருண்டையாக இருக்கிறதென்றும் கூறலாம்.

சாதாரணமாக பூமி உருண்டை வடிவமெனக் கொள்ளலாம். மெனிமும் அது சரியான ஒரு கோளமல்ல. ஒரு ஆரஞ்சுப் பழம்போலத் துருவங்களிலே சிறிது தட்டையாகவும் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் சிறிது பெருத்துமிருக்கிறது. துருவங்களை இணைக்கும் கோட்டைப் பற்றிப் பூமி தன்னைத் தானே சுற்றுவதால்தான் இப்படியான உருவத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இரு துருவங்களையும் இணைக்கும் கோடு 12,640 கி.மீ. (7900 மைல்) நீளமுடையதாகவும், பூமத்திய கோட்டினூடாகச் செல்லும் விட்டம் 12,683 கி.மீ. (7927 மைல்) நீளமாகவும் இருக்கிறது. 23 மணித்தியாலம் 56 நிமிஷத்துக்கு ஒருமுறை பூமி தன்னைத் தானே சுற்றுவதுடன் 365½ நாட்களில் சூரியனையும் ஒரு முறை சுற்றி வருகிறது. பூமியிலிருந்து சூரியன் சராசரி 14,88,00,000 கி.மீ. (9,30,00,000 மைல்) தூரத்திலிருக்கிற



தென முன்னர் அறிந்தோம். இத்தூரத்தை ஆரையாகக் கொண்ட ஒரு பிரமாண்டமான பாதையை ஒரு வருடத்தில் கடந்து செல்வதற்குப் பூமியானது அண்ட வெளியில் ஒரு நொடிக்கு 28.8 கி.மீ. (18 மைல்) சராசரி வேகத்துடன் செல்லுகிறது. இதைவிடப் பூமி தன்னைத் தானே சுற்றுவதனால் அதன் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறு சமாந்தர ரேகைகளில் உள்ள புள்ளிகள் வெவ்வேறு வேகங்களுடன் சென்று கொண்டிருக்கும். பூமத்திய ரேகையில் இருக்கும் ஒருவன் மணிக்கு ஏறக்குறைய 1600 கி.மீ. (1000 மைல்) வேகத்துடன் கொண்டு செல்லப் படுவான்.



படம் 1

பூமி சூரியனைச் சுற்றிவரும் பாதை சரியான வட்டமல்ல; ஒரு நீள்வளைய வடிவானது. எல்லாக் கிரகங்களின் பாதைகளும் நீள்வளைய வடிவானவை. ஒரு பேப்பரில்

ஒரு நீள்வளையம் கீறுவதற்கு இலகுவான வழியொன்றுண்டு. இரு குண்டுசிகளை ஒரு பேப்பரில் குத்தவும். அவ்வூசிகளின் இடைத் தூரத்தைப் போல் பன்மடங்கு நீளமுள்ள ஒரு நூலின் இருநுனிகளையும் அவ்வூசிகளில் கட்டவும். பின் ஒரு பென்சில் நுனியை அந்நூலினுள் விட்டு, அந்நூல் இறுக்கமாக இருக்கக்கூடியதாகப் பென்சில் நுனியைப் பேப்பரின்மீது அசைத்தால் அப் பென்சில் ஒரு நீள்வளையத்தை வரையும். குண்டுசிகள் குத்தியுள்ள அவ்விரு புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்தைக் கூட்டி வரையப்படுவது ஒரு நீண்ட நீள்வளையமாகும். அத்தூரத்தைக் குறைத்துக்கொண்டு போனால் நீள்வளையம் வட்ட வடிவத்தை அணுகும். அவ்விரு புள்ளிகளும் ஒன்றுசேர்ந்தால் அது வட்டமாகிவிடும். இவ்விரு புள்ளிகளும் அந்நீள்வளையத்தின் குவியங்கள் எனப்படும். கிரகங்கள் சூரியனைச் சுற்றிவரும் நீள்வளையப் பாதைகளின் இரு குவியங்களில் ஒன்றிலேயே சூரியன் இருக்கிறது. (படம் 1)

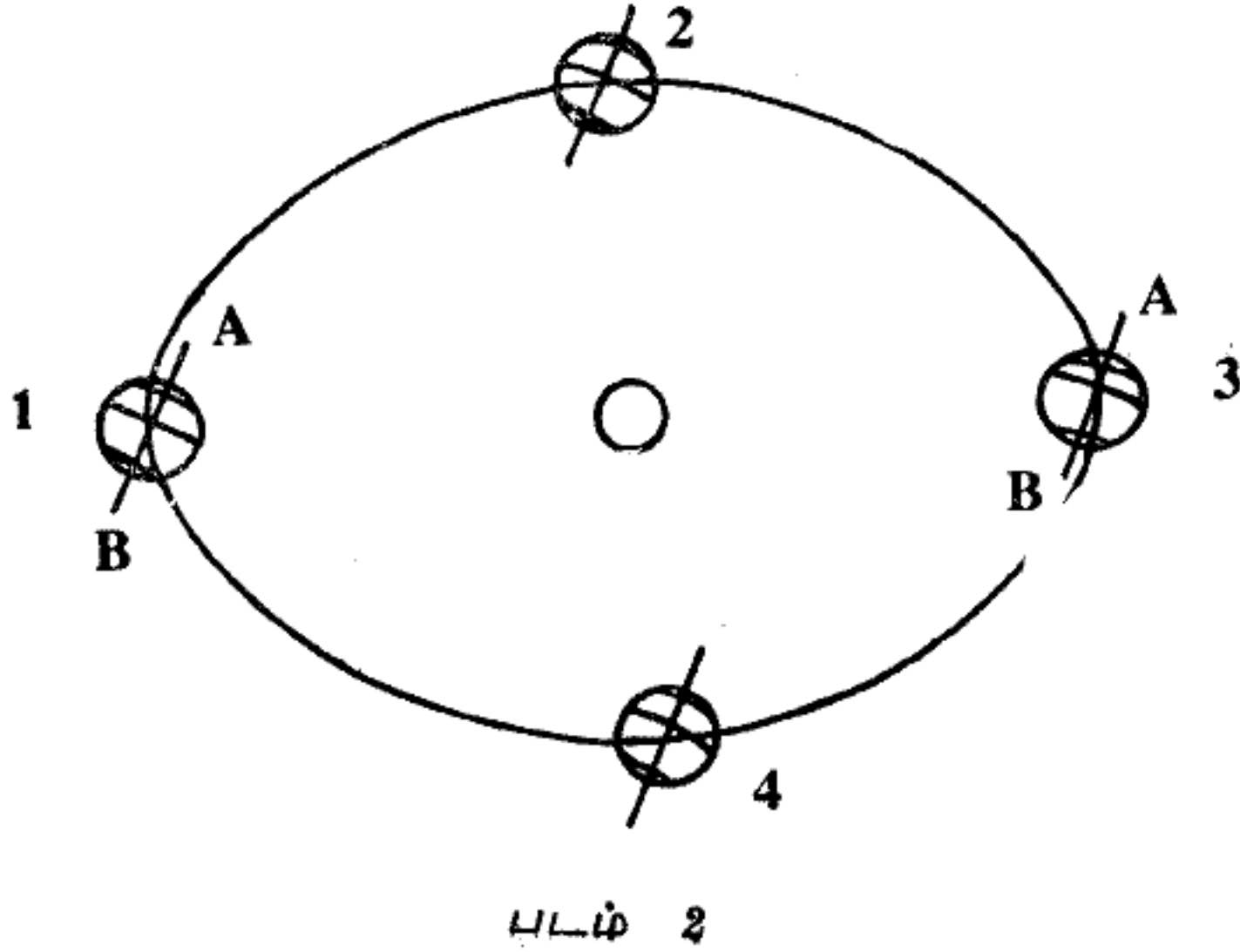
ஒவ்வொரு வருடமும் ஜனவரி 3ஆம் தேதியளவில் பூமியானது சூரியனுக்கு மிகவும் அண்மையில் வரும். அப்போது இவற்றின் இடைத்தூரம் 14,63,18,000 கி.மீ. (9,14,49,000 மைல்) ஆகும். பின் ஜூலை 3ஆம் தேதியளவில் பூமி சூரியனிலிருந்து மிகவும் தூரத்திலிருக்கும். அப்போது இத்தூரம் 15,12,97,000 கி.மீ. (9,45,61,000 மைல்) ஆகும். இவற்றிற்கிடையிலுள்ள சராசரித் தூரமே 14,88,08,000 கி.மீ. (9,30,05,000 மைல்) ஆகும்.

நியூட்டனின் ஈர்ப்பு சக்தி விதியைக் கொண்டு பூமியின் திணிவையும் விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர். இத்திணிவு ஏறக்குறைய 5,90,00,00,00,00,00,00,00,00,00,000 அதாவது  $5.9 \times 10^{21}$  ஆகும்.

பூமியின் உட்பாகத்தில் ஒரு சில கிலோ மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழே எப்படியிருக்கும் என்பதுபற்றி நேரடியாக இதுவரை எவரும் அறியவில்லை. பூகம்பம் எனப்படும்



பூமியதிர்ச்சி, எரிமலைகள் என்பனபற்றிய ஆராய்ச்சிகள் லிருந்தே அநேகமாகப் பூமியினடியில் இருக்கும் பொருள் களின் தன்மையை ஊகித்தறிந்திருக்கின்றனர். பூமியின் நடுப்பகுதி மிக மிக வெப்பமாக இருக்கவேண்டுமென்றும் நிலமட்டத்திலிருந்து இரண்டாயிரம் கி.மீ.களுக்குக் கீழ் இரும்பு உருகியநிலையில் நாம் சாதாரணமாகக் காணுகின்றதிலும் பார்க்க மிகவும் தடிப்பாக இருக்கிறதென்றும் விஞ்ஞானிகள் நம்புகின்றனர். பூமி உற்பத்தியான காலத்தில் அதுவும் சூரியனைப் போலவே ஒரு நெருப்புக் கோளமாக இருந்திருக்க வேண்டுமென்றும் காலாவதியில் சிறிது சிறிதாக வெப்பம் குறைந்து கொண்டிருக்கிறதென்றும் அதன் மேற்பரப்பு நன்றாகக் குளிர்ந்து சீவராசிகள் வசிக்கும் நிலைக்கு வந்துவிட்ட போதிலும் அதன் உட்பகுதி இன்னமும் மிக வெப்பமாகவே இருக்கிறதென்றும் ஆனால் இந்த வெப்பங்கூடத் தணிந்துகொண்டே வருகிற தென்றெல்லாம் கருதப்படுகிறது.



பூமி தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்றிவரும் நேரத்தை ஒருநாளென்றும் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவரும் காலத்தை ஒரு வருடம் என்றும் கொள்ளப்படுவது நமக்குத் தெரிந்ததே. மேலும் பூமி தன்னைத்தானே சுற்றுவதால் இரவு, பகல் உண்டாவதும் சூரியனைச் சுற்றுவதால் பருவகாலங்கள் உண்டாவதும் நாமறிவோம். பூமி சுழலுகின்ற அச்சானது பூமி சூரியனைச் சுற்றுகின்ற பாதையின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக இருந்தால் பருவகாலங்கள் இருக்கமாட்டா. அவ்வச்சு அத்தளத்துடன்  $66\frac{1}{2}^\circ$  சரிந்திருப்பதனால்தான் பருவ காலங்கள் உண்டாகின்றன.

படம் 2இல் பூமி சுழலும் அச்சாகிய AB நீள்வளையத்தின் தளத்துடன்  $66\frac{1}{2}^\circ$  அமைக்கின்றது. ஜலலை மாதத்தில் பூமியானது நிலை 1 இல் இருக்கிறது. இந்நிலையில் A என்னும் புள்ளி B என்னும் புள்ளியிலும் பார்க்கச் சூரியனுக்கு மிக அண்மையில் இருக்கும்போது பூமியின் வடபாகத்தில் கோடைகால நடுக்கூறாகவும் தென்பகுதியில் கூதிர்கால நடுக்கூறாகவுமிருக்கும். நிலை 3இல் பூமி இருக்கும்போது வடபகுதியில் கூதிர்காலமும் தென்பகுதியில் கோடைகாலமும் இருக்கும். இவைக்கிடைப்பட்ட 2, 4 ஆகிய நிலைகளில் இலைதுளிர் காலமும் இலையுதிர் காலமும் மாறிமாறி வரும். மேலும் நிலை 1இல் A என்னும் புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள இடங்களில் அதாவது வடதுருவப் பகுதிகளில் நாள் முழுவதும் பகலாயிருப்பதையும் B என்னும் புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள இடங்களில் அதாவது தென்துருவப் பகுதிகளில் நாள் முழுவதும் இரவாயிருப்பதையும் நாம் காணலாம்.

பூமியின் வயதை அறிவதற்குப் பல வழிகளைக் கையாண்டிருக்கின்றனர். ஆனால் இவற்றைக் கொண்டு பூமி இத்தனை வருடங்களுக்கு முந்தான் தோன்றியது என்று திட்டவட்டமாகக் கூறிவிட முடியாது. எனினும் ஏறக்குறையப் பூமியின் வயது இவ்வளவென ஓரளவுக்கு ஊகித்தறியலாம். படிப்படியாக அமைந்துள்ள சுற்பாறைகளைக்



கொண்டு புவிபுள்ளியல் வல்லுனர்கள்(Geologists)பூமியின் வயதைக் கணித்திருக்கின்றனர். இதைவிடக் கடலில் உள்ள உப்பு வகைகளின் அளவையும் இவை வருடா வருடம் என்ன விகிதத்தில் பெருகிக்கொண்டு வருகின்ற தென்பதையும் அறிந்து இதனைக் கொண்டும் இன்னோரன்ன பிறவழிகளிலும் பூமியானது முந்நூறு கோடி வருடங்களுக்கு முன் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள்.

அண்டவெளியில் எமக்கு மிகவும் அண்மையிலுள்ள பொருள் சந்திரனே. இது பூமியின் உபக் கிரகமாகும். பூமியானது வெளியிலே முன்கூறியபடி பிரயாணம் செய்து கொண்டிருக்கும்போது தனியே செல்லாமல் சந்திரனையும் கூடவே அழைத்துச் செல்கிறது. சீவராசிகளுக்குச் சூரியனைப்போல சந்திரன் அவ்வளவு பிரதானமானதல்ல. எனினும் வானில் சந்திரன் இல்லாவிட்டால் நாம் அதன் குளிர்ந்த நிலா வெளிச்சத்தை இழந்துவிடுவோம். கடற் பெருக்குகளுக்கும் சூரியனைவிடச் சந்திரனே மிகவும் முக்கிய காரணமாகும்.

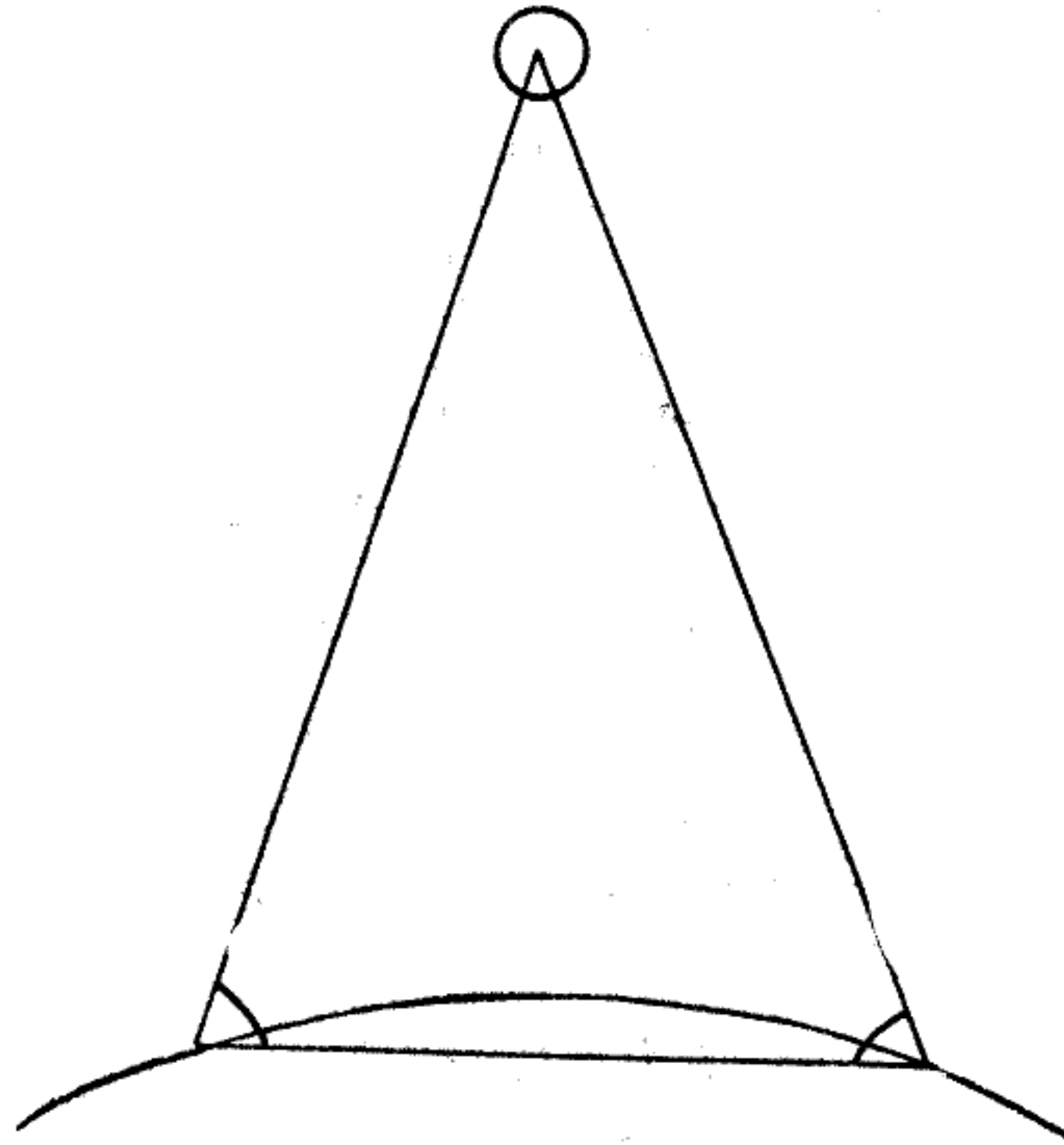
பூமி சூரியனைச் சுற்றிவருவதுபோலச் சந்திரனும் பூமியைச்சுற்றி வருகிறது. ஒரு விண் பொருள் இன்னொன்றைச் சுற்றி வருவதென்றால் அவற்றுள் பெரியபொருள் அசையாமல் நிற்பதாக நாம் கருதுவோம். ஆனால் அது தவறு. உண்மையில் இருபொருள்களும் அவற்றின் பொது ஈர்ப்பு மையத்தைப் பற்றி (Common centre of gravity) ஒன்றையொன்று சுற்றுகிறது. இது நன்றாக விளங்குவதற்கு, ஒரு பெரிய கோளத்தையும் ஒரு சிறிய கோளத்தையும் ஒரு தண்டின் இரு நுனிகளிலும் பொருத்தி, அவை அப்படியே தண்டின் எப்புள்ளியிலே சமநிலையிலிருக்குமெனக் கண்டு, அப்புள்ளியைப் பற்றி அவற்றைச் சுற்றினால், அது இரு விண் பொருள்கள் சுற்றுவதை ஒத்திருக்கும். ஒரு பொருள் மற்றதைவிட அதிகம் திணிவு கூடியதாக இருந்தால் அவற்றின் பொது ஈர்ப்புமையம் சில வேளைகளில் அப்பெரிய பொருளின் உள்ளேயே இருக்கும். சூரியன் பூமியை விட 3,00,000 மடங்கிலும் மேலான திணிவுடையதால் அவற்றின் இடைத்தூரம் மிகவும் பெரிதாக இருந்தும், அவற்றின் பொது ஈர்ப்புமையம் சூரியனின் மத்தியிலிருந்து ஏறக்குறைய 480 கி. மீ. (300 மைல்) தூரத்திலேயே இருக்கிறது. சூரியனின் விட்டமாகிய 13,82,400 கி. மீ.



(8,64,000 மைல்) உடன் பார்க்கும்போது இது மிகவும் சிறிய தூரமாகும்.

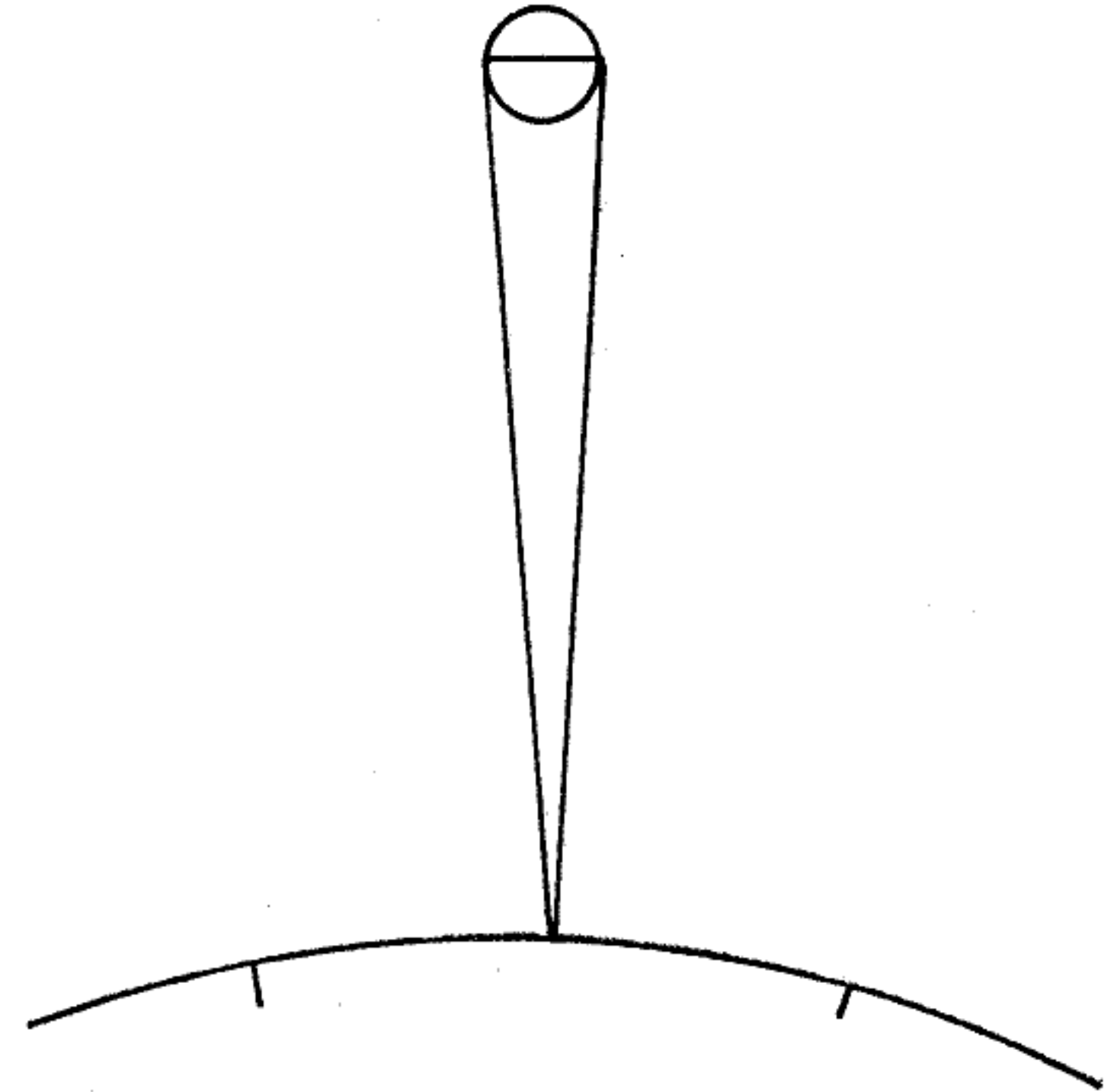
இதேபோல பூமி சந்திரனைவிட 80 மடங்கிலும் மேலான திணிவுடையதாகதலின் இவற்றின் பொது ஈர்ப்புமையம் பூமியின் மத்தியிலிருந்து ஏறக்குறைய 4800 கி. மீ. (3000 மைல்) தூரத்தில், அதாவது, பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து 1600 கி. மீ. (1000 மைல்) உள்ளேயிருக்கிறது.

சந்திரன் 27 நாள் 7 மணித்தியாலத்தில் ஒருமுறை பூமியைச் சுற்றுகிறது. இதன் பாதையும் நீள்வளைய



படம் 3

வடிவமாக இருப்பதால் பூமியிலிருந்து இதன் தூரம் எப்போதும் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. இதன் ஆகக் கூடிய தூரம் 4,04,336 கி. மீ. (2,52,710 மைல்); மிகவும் குறைந்த தூரம் 3,76,740 கி.மீ. (2,25,463 மைல்) பூமியில் இரண்டு இடங்களில் இருந்து ஒரே நேரத்தில் சந்திரன் கிடையுடன் ஆக்கும் கோணங்களையும் அந்த இரண்டு இடங்களின் இடைத் தூரத்தையும் அறிந்தால் இவற்றிலிருந்து சந்திரனின் தூரத்தை மிகவும் இலகுவாகக் கணிக்கலாம். (படம் 3)



படம் 4

ஆ.-2



இத்தூரம் தெரிந்த பின் சந்திரனின் விட்டம் பூமியில் ஒரு புள்ளியில் அமைக்கும் கோணத்தை அளந்தால் சந்திரனின் விட்டத்தையும் நாம் அறிந்துகொள்ளலாம். இதன் விட்டம் 3450 கி. மீ. (2160 மைல்) ஆகும் (படம் 4)

பூமியில் ஒருவன் ஒரு கல்லை மேலே 60 அடி உயரத்துக்கு எறிவானாயின் சந்திரனில் அதனை 360 அடி உயரத்துக்கு எறிவான். அங்கு 25 அடி உயரமுள்ள ஒரு மதிலை ஒருவன் மிக இலகுவில் பாய்ந்து கடந்துவிடுவான். ஏனெனில் பூமியின் திணிவிலும் சந்திரனின் திணிவு மிகவும் குறைவாதலின் சந்திரனில் ஈர்ப்பு சக்தியானது பூமியில் அதனைவிட ஆறிலொரு பங்காகும்.

பூமியிலிருந்து ஒரு கல்லை நிலைக்குத்தாக மேலே எறிந்தால் அதன் வேகம் குறைந்து குறைந்து ஓரளவு தூரம் மேலே சென்று ஆகக்கூடிய உயரத்தை அடைந்த பின் மீண்டும் கீழ் நோக்கி வந்து பூமியில் விழும். நாம் எறியும் வேகத்தைக் கூட்டினால் அது மேலே போகும்; தூரமும் கூடிக்கொண்டு போகும். ஆனால் நாம் ஒரு நொடிக்கு 11.2 கி.மீ. (7 மைல்) வேகத்துடன் ஒரு கல்லை எறிய முடியுமானால் அக்கல்லானது அப்படியே மேல்நோக்கிச் சென்றுகொண்டேயிருக்கும். பூமிக்குத் திரும்பி வராது. இந்த வேகத்தைத் தப்பும் வேகம் (velocity of escape) என்பர். சந்திரனில் தப்பும் வேகம் ஒரு நொடிக்கு 2.4 கி.மீ. (1.5 மைல்) ஆகும். பவனத்திலுள்ள மூலக் கூறுகள் (molecules) எப்போதும் ஓடிக்கொண்டேயிருக்கும். இந்த மூலக்கூறுகள் மிக இலகுவில் இந்த வேகத்தை அடையக்கூடுமாதலின் சந்திரனில் முன்பு ஒரு காலத்தில் பவனம் இருந்திருந்தாலும் அது முற்றிலும் அங்கிருந்து தப்பியோடியிருக்க-முடியும். சந்திரனில் பவனம் இல்லை என்பதற்கு இதையுமொரு காரணமாகக் கூறுவர்.

பூமியில் சூரிய வெப்பத்தைக் காற்று ஓரளவு தடுத்துக் குறைக்கிறது. சந்திரனில் காற்றில்லையாதலால் சூரிய ஒளி வீழுகின்ற பக்கம் மிகவும் சூடாகவும் ஏனைய பகுதி

மிகவும் குளிராகவும் இருக்கும். சூடான பகுதியில் வெப்ப நிலை 130°Cக்கு மேல் செல்லும். இது நீர் கொதிக்கும் நிலையை விட 30°C அதிகமாக இருப்பதால் அங்கு நீரும் இருக்கமுடியாது. குளிரான பகுதிகளில் தண்ணீர் உறையும் நிலையைவிட 120°C குறைவாக இருக்கிறது. மேலும் காற்றின்மையால் அங்கு சீவராசிகளோ, தாவரங்களோ வாழமுடியாது.

ஒரு சிறு தொலைநோக்கியால் சந்திரனைப் பார்த்தால் அதன் மேற்பரப்பிலுள்ள மலைகளையும் சமவெளிகளையும் மேலும் ஆயிரக்கணக்கான குழிகளையும் (Craters) நாம் காணலாம். அங்கு 30,000 குழிகளுக்கு மேல் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் விட்டங்கள் அரை கி.மீ. விருந்து 240 கி.மீ. வரை பல்வேறு அளவுகளில் உள்ளன. இன்னும் தொலைநோக்கிகளால் காணமுடியாத சிறிய குழிகளும் அங்கிருக்கலாம். பெரிய குழிகளின் அடி சமதளமாகவும் அவற்றைச் சுற்றி 3 கி.மீ. தொடக்கம் 6 கி.மீ. உயரமான பாறைகள் மதில்கள் போல் காணப்படுகின்றன. பூரணச் சந்திரனிலும் பிறைச் சந்திரனே தொலைநோக்கியால் பார்க்க மிக அழகாக இருக்கும். பூரணச் சந்திரனில் நமக்குத் தெரிகின்ற பகுதிகளில் சூரிய ஒளி செங்குத்தாக விழுவதனால் அங்கு நிழல்கள் ஒன்றும் தெரியாது. பிறைச் சந்திரனின் கரைகளிலே அவ்வொளி சிறு கோணத்தில் விழுவதால் அங்குள்ள மலைகளினதும் பாறைகளினதும் நிழல்கள் நீளமாக விழுவதைக் காணலாம். இந்நிழல்களின் நீளங்களிலிருந்து அம்மலைகளின் உயரங்களைக் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர்.

சந்திரனில் இக்குழிகள் எப்படித் தோன்றியிருக்கலாமென்பது பற்றிப் பலர் பல கருத்துக்களைத் தெரிவித்திருந்தாலும் எது சரியானது என்று திடமாகக் கூறிவிட முடியாது சேர் ஜார்ஜ் டார்வின் (புகழ்பெற்ற விஞ்ஞானி சார்ள்ஸ் டார்வின் அல்ல) என்பவர் பல கோடி வருடங்களுக்கு முன்பு இப்போதிலும் பார்க்க மிகவும் வேகமாகச் சுழன்று கொண்டிருந்தபோது அதிலிருந்து ஒரு துண்டு



வீசப்பட்டு, அத்துண்டுதான் சந்திரனாகிற்று என்றும், அப்படி அது பூமியிலிருந்து பிரிந்தபொழுது இவை இரண்டும் உருகிய நிலையில் இருந்தனவென்றும் சந்திரன் பூமியைவிடச் சிறியதாகதலின் மிக விரைவில் குளிர்ந்து இறுகியதென்றும் அப்போது அதன் மேல் பாகத்திலிருந்த பிரமாண்டமான வாயுக் குமிழிகள் (Bubbles) வெடித்தபோது குழிகள் தோன்றியிருக்கலாமென்றும் ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். “இது ஒரு யோசனை; சரியாக இருக்குமோ தெரியாது” என்று அவரே இக்கருத்தைப்பற்றிக் கூறியிருக்கிறார். இக்கருத்துக்குப் பல எதிர்ப்புகளிருந்தன. சந்திரன் பூமியிலிருந்து பிரிந்துண்டாகியது என்ற கொள்கையே இப்போது மிகவும் சந்தேகத்துகிடமாகியுள்ளது.

சந்திரனில் முன்னொரு காலத்தில் பல எரிமலைகள் இருந்திருக்கலாமெனவும் அவற்றினால் ஏற்பட்ட குழிகள் தாம் இவை என்றும் இன்னொரு கொள்கை நிலவிவந்தது. ஆனால் இதுவும் தகுந்த காரணங்களுடன் பின் கைவிடப்பட்டது.

இன்னொரு கருத்து இப்போது யாவராலும் ஓரளவுக்கு ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடியதாக இருக்கிறது. விண் வெளியிலிருந்து விண்கற்கள் (Meteors) எனப்படும் பொருட்கள் சில பூமியில் விழுந்திருக்கின்றன. இவை பற்றிப் பின்னொரு அத்தியாயத்தில் விரிவாக அறிவோம். இப்படிப் பூமியிலே விழுந்த ஒரு விண்கல்லினால் உண்டாகிய ஒரு குழி சைபீரியாக் காட்டிலே இருக்கிறது. இது 1200மீ (4000அடி) விட்டத்தையும் 180மீ (600அடி) ஆழத்தையும் கொண்டுள்ளது. இப்படிப் பல விண்கற்கள் சந்திரனில் விழுந்திருக்கலாமெனவும் அவற்றினால்தான் அங்கு குழிகள் தோன்றியிருக்கலாமெனவும் கருதப்படுகிறது. சந்திரனில் காற்று, மழை முதலியன இல்லாமையினால் அங்கு தோன்றிய இக்குழிகள் அழியாமல் எவ்வளவு காலத்துக்கும் அப்படியே இருக்கும்.

சந்திரனால் பூமியில் கடற்பெருக்கங்கள் உண்டாகின்றன என்று முன்னர் அறிந்தோம். மேலும் அண்டத்திலுள்ள எல்லாப் பொருட்களும் ஒன்றையொன்று கவருகின்றன என்றும் முன்பு கண்டோம். இவ்விதிக்கிணங்க சந்திரனும் பூமியில் உள்ள எல்லாப் பொருட்களையும் தன்வசம் இழுக்கின்றது. பூமியின் மேற்பகுதியில் நீர்த்தேக்கங்கள் நிலப்பரப்பிலும் பார்க்க அதிகமாக இருப்பதாலும், நிலத்தைப் போலல்லாது நீர் இறுக்கமில்லாதிருப்பதாலும் நீர்ப்பகுதிகளிலேயே சந்திரனின் ஈர்ப்பு சக்தியின் தாக்கம் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. இதனாலேயே கடற்பெருக்கங்கள் உண்டாகின்றன. பூமியில் சந்திரனைப் பார்க்கும் பகுதியில் மட்டுமல்லாது அதன் எதிர்ப்பக்கத்திலும் கடற்பெருக்கம் உண்டாகின்றது. இதன் காரணத்தை விளங்குவதற்கு அதிகம் கணித அறிவு தேவைப்படுமாதலின் அதை நாம் விட்டுவிடுவோம். சூரியனும் இதேபோல் இங்குள்ள



படம் 5

பொருட்களைத் தன்வசம் இழுக்கின்றது. ஆனால் சூரியன் சந்திரனைவிட ஏறக்குறைய 400 மடங்கு தூரத்திலிருப்பதால் சந்திரனுடைய ஈர்ப்பு விசையே இங்கு அதிகம் தாக்குகிறது. ஆயினும், அமாவாசை பூரணை போன்ற நாட்களில் சூரியன், சந்திரன், பூமி ஆகிய மூன்றும் ஏறக்குறைய ஒரே கோட்டில் இருப்பதால் இரண்டினுடைய இழுவையும் ஒன்று சேர்ந்து கடற்பெருக்கம் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும்.

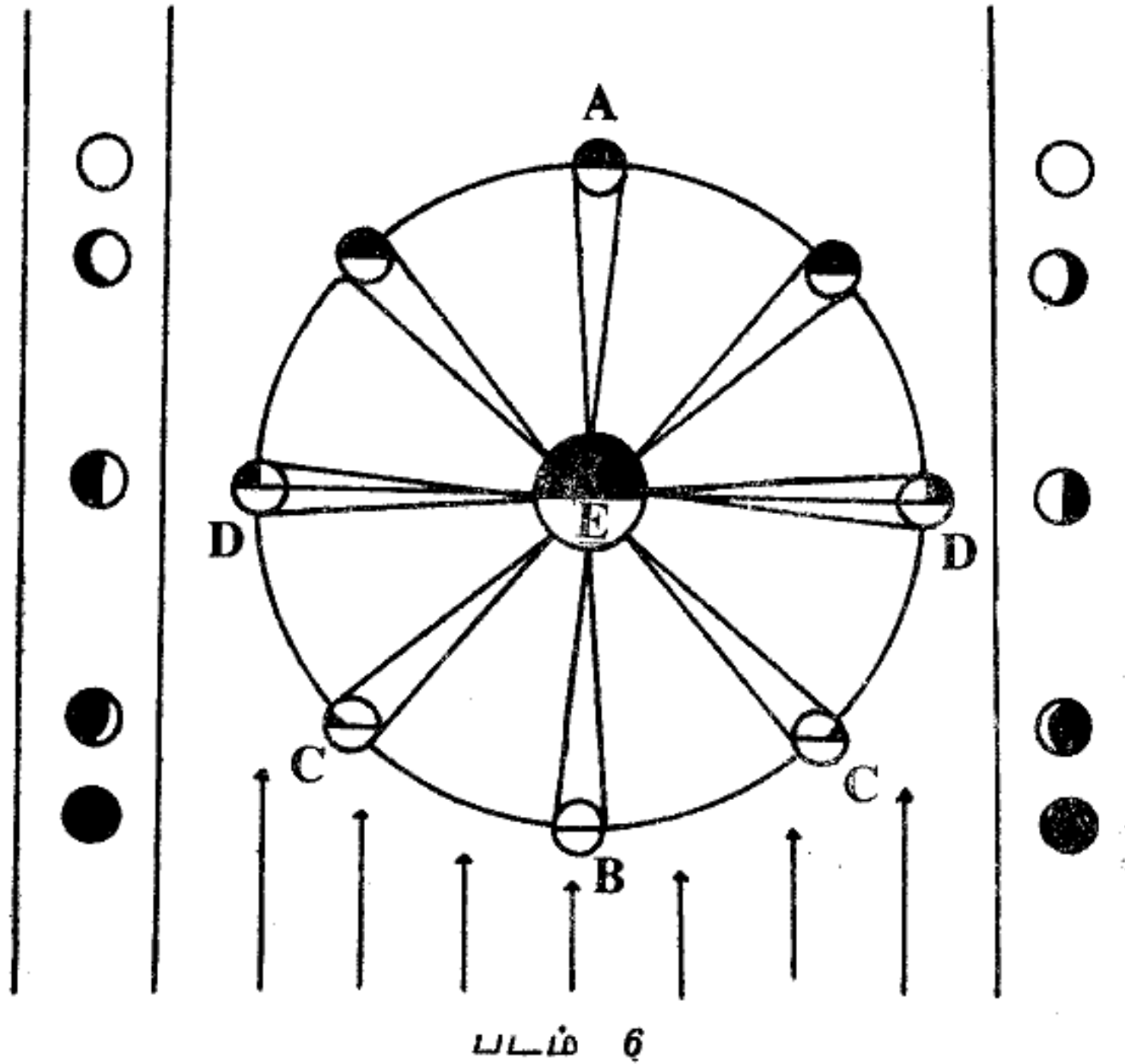
சந்திரன் பூமியைச் சுற்றிவரும் அதேயளவு நேரத்தில் அது தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்றுகிறது. இதனால் பூமியிலுள்ளோர் சந்திரனின் ஒரே பாதையைத்தான் எப்போதும்



பார்க்கக்கூடியதாக இருக்கிறது. சந்திரனின் மேற்பரப்பில் 59 சதவீதத்தையே நாம் பார்க்கலாம். அதன் மற்ற பாகமும் நமக்குத் தெரிகின்ற பகுதியைப் போலவே இருக்குமென ஊகிக்கப்பட்டு வந்தது. 1959ஆம் ஆண்டில் அனுப்பப்பட்ட லூனிக் III என்னும் விண்வெளிக் கப்பல் இப்பகுதியையும் படம் எடுத்து அனுப்பியுள்ளது.

சந்திரனுக்குச் சுயமான ஒளியில்லை. சூரியனின் ஒளி அதில் படுவதால்தான் நாம் பார்க்கக்கூடியதாக அது இருக்கிறது. பூமியும் சந்திரனும் சூரியனும் ஏறக்குறைய ஒரே கோட்டில் சந்திரன் இடையில் (B என்னும் நிலையில்) இருக்கும்போது சூரிய வெளிச்சம் சந்திரனில் விழும் பகுதி பூமியிலுள்ளவர்களுக்குத் தெரியாதாகையால் அதனை

நாம் காண முடியாது. அன்று அமாவாசையாகும். சந்திரன் A என்னும் நிலையில் இருக்கும்போது அதில் சூரிய வெளிச்சம் விழும் பகுதி முழுவதும் நமக்குத் தெரியுமாதலின் அப்போது நமக்கு அது பூரணச் சந்திரனாகத் தோன்றும். D என்னும் நிலைகளில் அரைவட்டமாகவும் C யில் இருக்கும்போது பிறைச் சந்திரனாகவும் தெரியும்.





நமக்கு மிகவும் அண்மையிலுள்ள நட்சத்திரம் சூரியனாகும். நட்சத்திரங்கள் பருமனில் அதிக வித்தியாசமுடையனவாக இருக்கின்றன. மிகவும் பிரமாண்டமான, அதாவது சூரியனைப்போலப் பன்மடங்கு பெரிய விண்மீன்களும் சூரியனிலும் பார்க்க மிகவும் சிறிய விண்மீன்களும் உள்ளன. எனவே சூரியனானது ஒரு சாதாரணமான நட்சத்திரமாகும். ஆனால் ஏனைய விண்மீன்களிலும் பார்க்க, சூரியன் மிகவும் பெரிதாகவும் பிரகாசமாகவும் தெரிவது ஏனெனில் அது நமக்கு மிக அண்மையிலிருப்பதனால்தான். அடுத்தபடியாக நமக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும் நட்சத்திரமான அல்பா சென்ரோறி, சூரியனின் தூரத்தைப்போல 2,70,000 மடங்கு தூரத்தில் இருக்கிறது.

பூமியிலிருந்து சூரியனின் ஆகக்கூடியதும் ஆகக் குறைந்ததுமான தூரங்கள் முறையே 15,12,97,600 கி.மீ. (9,45,61,000 மைல்) 14,63,18,400 கி.மீ. (9,14,49,000 மைல்) ஆகும். சூரியனின் விட்டம் 13,82,400 கி.மீ. (8,64,000 மைல்). அதன் சார்படர்த்தி 1.41 (பூமியின் அடர்த்தி 5.52). அடர்த்தி இவ்வளவு குறைவாக இருந்தும் அதன் திணிவு  $2 \times 10^{27}$  ஆகும். பூமியைவிட 3,30,000 மடங்கு திணிவுடையது. அதன் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை 6,000°C. அதன் மத்தியிலுள்ள வெப்பநிலையுடன் ஒப்பிடும்போது இது மிகவும் சொற்பமாகும். அதன் மத்தியில் ஏறக்குறைய இரண்டு கோடி பாகை சென்ரிகிரேட் வெப்பமிருக்குமென உத்தேசிக்கப்படுகிறது. இவற்றையெல்லாம் நாம் மனதாலும் எண்ணிப் பார்க்க முடியாமலிருக்கிறது. உதாரணமாக, நம் சாதாரணமான அடுப்பு எவ்வளவு வெப்பநிலையையும் தாங்குமென வைத்துக்கொண்டு அதன் வெப்பநிலையை இரண்டு கோடி பாகைக்குக் கொண்டு வருவோமாயின் அதைச்சுற்றிப் பல நூறு மைல்கள் தூரத்திலுள்ள பொருட்கள் யாவும் எரிந்து சாம்பலாகி விடும். அது ஒரு நெருப்புக்கோளம், அது பூமியைப்போல

இறுக்கமாக இல்லாமல் எல்லா விண்மீன்களையும் போலவே ஒரு வாயுக்கோளமாக இருக்கும். மிகவும் கூடிய வெப்பநிலையை உடையதாதலின் இது இறுகித் திண்மநிலையை அடையாமல் வாயு நிலையிலேயே இருக்கும் பூமியைப்போன்று சூரியனும் தன்னைத்தானே சுற்றுகிறது. ஆனால் அது முழுவதும் வாயுவாக இருப்பதால் அதன் முழுப் பகுதியும் ஒரேயளவு காலத்தில் சுற்றுவதில்லை. நடுப்பகுதி விரைவாகவும் துருவப்பகுதிகள் ஆறுதலாகவும் அசைகின்றன. ஒருமுறை சுற்றிவர நடுப்பகுதி 25 நாட்களும் துருவப்பகுதிகள் 34 நாட்களும் எடுக்கின்றன.

சூரியனின் மேற்பரப்பில் இடையிடையே சில சமயங்களில் பல கரும்புள்ளிகளைக் (Sunspots) காணலாம். இவை வெவ்வேறு பருமன்களில் சில வேளைகளில் அதிகமாகவும் சில வேளைகளில் மிகவும் குறைவாகவும் காணப்படும். மிகவும் குறைவாகக் காணப்படும் காலத்திலிருந்து ஏறக்குறைய  $4\frac{1}{2}$  வருடங்களுக்குப் பின் இப்புள்ளிகள் மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படும். பின்  $6\frac{1}{2}$  வருடங்களில் மறுபடியும் குறைவாகக் காணப்படும். இப்படி ஒவ்வொரு 11 வருட இடைவெளியில் இவை மாறிமாறித் தோன்றும். சில நாட்களுக்கு, சில வேளைகளில் சில வாரங்களுக்கு, தொடர்ந்து தெரியும். இந்தப் புள்ளிகள் சூரியனின் மேற்பரப்பிலுள்ள ஏனைய பகுதிகளிலும் பார்க்க வெப்பம் குறைந்தனவாயிருக்கும். இவை அதிகமாக இருக்கும் வேளைகளில் பூமியின் காந்த அலைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. வானொலிகளில் கோளாறுகள் ஏற்படுகின்றன. மேலும் பூமியின் வடபகுதிகளில் தோன்றும் ஒரோறா பொறியாலிஸ் (aurora borealis) எனப்படும் வினோதக் காட்சிகள் அதிகமாகக் காணப்படும்.

இப்புள்ளிகளைப்பற்றி ஆராய்வதில் பல பொழுது போக்கு விண்ணியலாளர் (Amateur astronomers) ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர். இவற்றைப் பார்வையிடுவதற்குப் பெரிய தொலை நோக்கிகள் தேவையில்லை. தொலை



நோக்கியினால் சூரியனைப் பார்ப்பவர்கள் மிகவும் அவதானமாக இருக்கவேண்டும். அப்படிப் பார்ப்பதைக் கூடிய வரை தவிர்த்துக்கொள்ளுதல் நல்லது. அப்படிப் பார்ப்பதாயின் நன்றாகப் புகையூட்டிய ஒரு கண்ணாடியினூடாகவே பார்க்கவேண்டும். இல்லாவிடின் கண் பார்வையை நிரந்தரமாகவே இழந்துவிடவும் நேரிடும்.

சூரியனிலிருந்து இன்னொரு அபூர்வக் காட்சியும் இடையிடையே தென்படும். அதன் விளிம்பிலிருந்து சுவாலைகள் (Solar flares or prominences) எனப்படும் சிவந்த அனல் கிளம்பும். நிறமாலை நோக்கிகளின் உதவியைக் கொண்டு இவற்றைப்பற்றி அதிகம் அறிந்திருக்கிறார்கள். இவற்றில் சில மிகவும் அதிகமான உயரத்துக்குக் கிளம்பும். 1946ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் 4ஆம் தேதி கலிபோர்னியாவிலுள்ள மவுண்ட் வில்சன் அவதான நிலையத்தில் சூரிய விளிம்பிலிருந்து 16 லட்சம் கி.மீ. உயரத்துக்கு ஒரு பிரமாண்டமான சுவாலை எழும்பியது அவதானிக்கப்பட்டது.

சூரியனுடைய பிழம்பு மண்டலத்தைச்சுற்றி ஒரு வெண்ணிறப்படலம் (Corona) காணப்படுகிறது. சூரியகிரகணத்தின்போது பிழம்பு மண்டலம் முற்றிலும் சந்திரனால் மறைக்கப்படுவதால் இப்படலம் மிகவும் பிரசித்தமாகவும் அழகாகவும் தெரியும். முன்பெல்லாம் சூரியகிரகணத்தின்போதே இதைப் படமெடுக்க முடிந்தது. ஆனால் 1931ஆம் ஆண்டு பேர்னாட் லயோ (Bernard Lyot) என்னும் பிரான்ஸ் தேசத்து விஞ்ஞானி சூரியகிரகணமல்லாத காலங்களிலும் இதனைப் படமெடுக்கக்கூடிய ஒரு வழியைக் கண்டுபிடித்தார். அதனால் இப்பொழுது இது ஒவ்வொரு நாளும் படமெடுக்கப்பட்டு ஆராயப்படுகிறது. இவ்வாராய்ச்சியின் விளைவால் சூரியனில் காணப்படும் கரும்புள்ளிகளுக்கும் இதற்கும் தொடர்புண்டு என்று கண்டனர். கரும்புள்ளிகள் அதிகமாகக் காணப்படும் காலங்களில் இது சூரியனைச்சுற்றி வட்டவடிவமாகவும் ஏனைய

காலங்களில் இது ஓர் ஒழுங்கில்லாத உருவத்தைக் கொண்டிருப்பதாகவும் இருக்கிறது.

தமிழ் நாட்டில் கோடைக்காலத்தில் சூரியனைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கென ஒரு அவதான நிலையம் (Solar observatory) நிறுவப்பட்டு அங்கு நல்ல வேலை செய்யப்பட்டு வருகிறது.



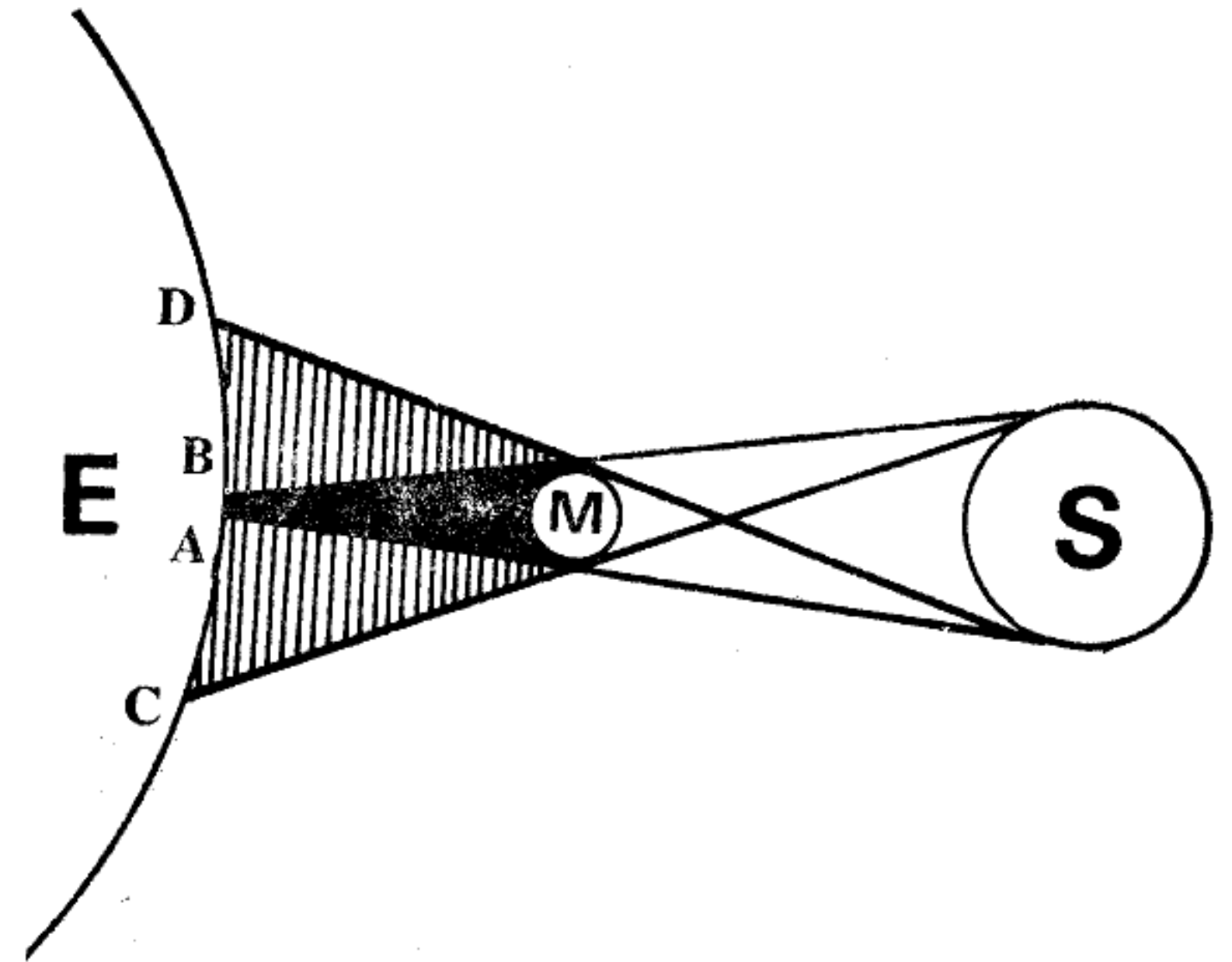
5

### கிரகணங்கள்

சந்திரன் 27 நாட்களுக்கு மேலாகப் பூமியை ஒருமுறை சுற்றிவருவதையும் இவையிரண்டும் சேர்ந்து ஒரு வருடத்துக்கொருமுறை சூரியனைச் சுற்றுவதையும் நாம் முன்னர் அறிந்தோம். சந்திரன் பூமிக்கும் சூரியனுக்கு மிடையே ஒரே நேர்கோட்டில் வரும்போது சூரியனுடைய பிழம்பு மண்டலம் முழுவதையுமே அல்லது அதன் ஒரு பகுதியையோ பூமியில் சில பகுதிகளிலுள்ளவர்களுக்குத் தெரியாதபடி சந்திரன் மறைக்கிறது. இதையே சூரிய கிரகணமென்பர். இதேபோல பூமியானது சந்திரனுக்கும் சூரியனுக்குமிடையே வரும்போது பூமியின் நிழல் சந்திரனில் விழுகின்றது. அப்போது சந்திரன் முழுவதும் அல்லது அதன் ஒருபகுதி நமக்குத் தெரியாமலிருக்கும். அது சந்திர கிரகணமாகும்.

சூரியனும் சந்திரனும் பருமனில் எவ்வளவோ வித்தியாசமாக இருந்தும் பூமியிலிருந்து பார்க்கும்போது அவையிரண்டும் ஏறக்குறைய ஒரேயளவாகத் தோன்றுவது சந்திரன் நமக்கு மிக அண்மையிலும் சூரியன் வெகுதூரத்திலும் இருப்பதானாலேயாகும். இவை சுற்றும் பாதைகள் நீள்வளையங்களாதலின் பூமியிலிருந்து இவற்றின் தூரங்கள் சதா மாறிக்கொண்டிருக்கிறதென்றும் முன்பு அறிந்தோம். சந்திரனானது பூமிக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும்போது சூரியகிரகணம் நிகழ்ந்தால் சூரியன் முழுவதையுமே அது மறைத்துவிட முடியும். சந்திரன் பூமியிலிருந்து மிகத் தூரத்திலிருக்கும்போது இது நிகழ்ந்தால் சூரியனுடைய பிழம்பு மண்டலம் முழுவதையும் அதனால் மறைக்க முடியாமலிருக்கும். இப்படியிருக்கும்போது சந்திரன் மெதுவாக நகர்ந்து வந்து பூமிக்கும் சூரியனுக்கு மிடையே, ஒரே கோட்டில் இருக்கும்போது சந்திரன் சூரியனின் நடுப்பாகத்தை மட்டும் மறைக்கும். அப்போது சந்திரனைச் சுற்றிச் சூரியனின் ஒரு பகுதி ஒரு வளையம் போலத் தெரியும். இதனைக் கங்கண சூரியகிரகணம்

(Annular eclipse) எனபர். இது காட்சிக்கு மிகவும் அழகாக இருக்கும். சந்திரன் அல்லது சூரியன் கிரகணப்படும்போது முழுவதும் மறைக்கப்பட்டால் பூரண கிரகணம் (Total eclipse) எனவும் ஒரு பகுதி மட்டும் மறைக்கப்பட்டால் பகுதிக் கிரகணம் (Partial eclipse) எனவும் கூறுவர்.

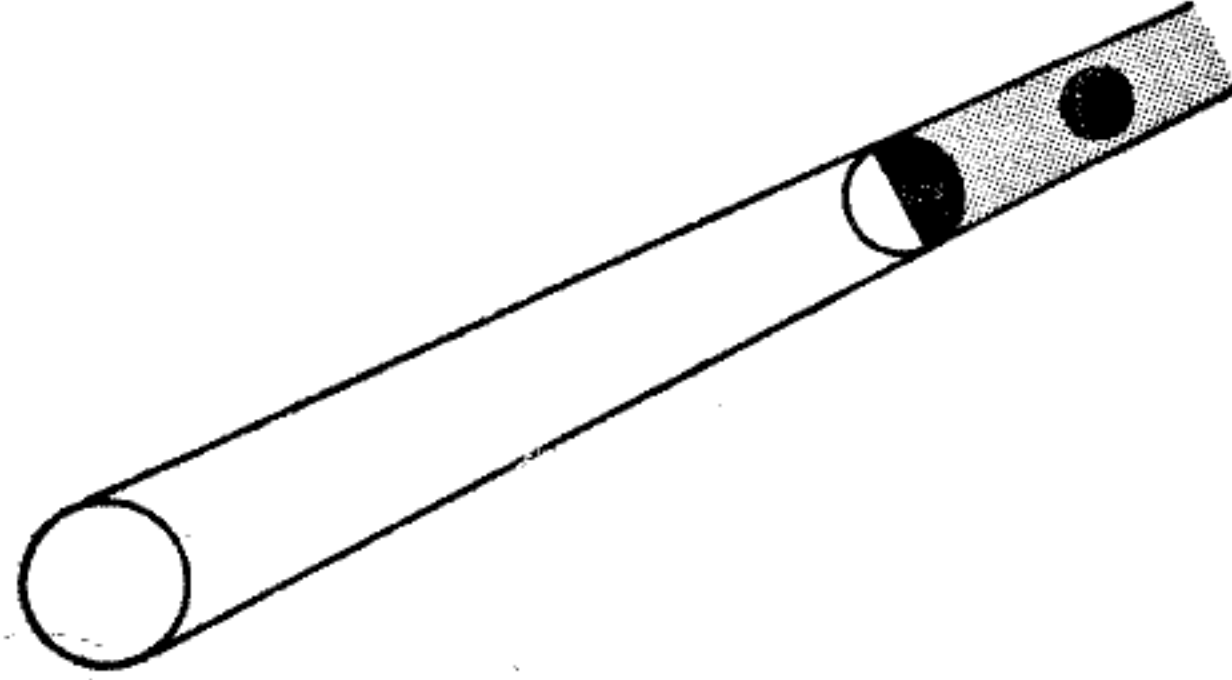


படம் 7

இப்படத்தில் AB என்னும் பகுதியில் கருநிழல் (Umbra) விழுவதையும் AC, BD என்னும் பகுதியில் அயனிழல் (Penumbra) விழுவதையும் காணலாம். சந்திரனானது தனது பாதையில் அசைந்து செல்லும்போது AB என்னும் கருநிழல் பூமியின் மேற்பரப்பில் ஒரு சிறு பகுதியின்மேல் ஊர்ந்து செல்லும். இப்பகுதியில் உள்ளவர்களுக்கு அது ஒரு பூரண சூரிய கிரகணமாகத் தோன்றும். ஆனால் AC,



BD ஆகிய அயனிழல்கள் ஊர்ந்து செல்லும் பகுதிகளில் உள்ளவர்களுக்கு அது ஒரு பகுதிக் கிரகணமாகக் காணப்படும்.



படம் 8

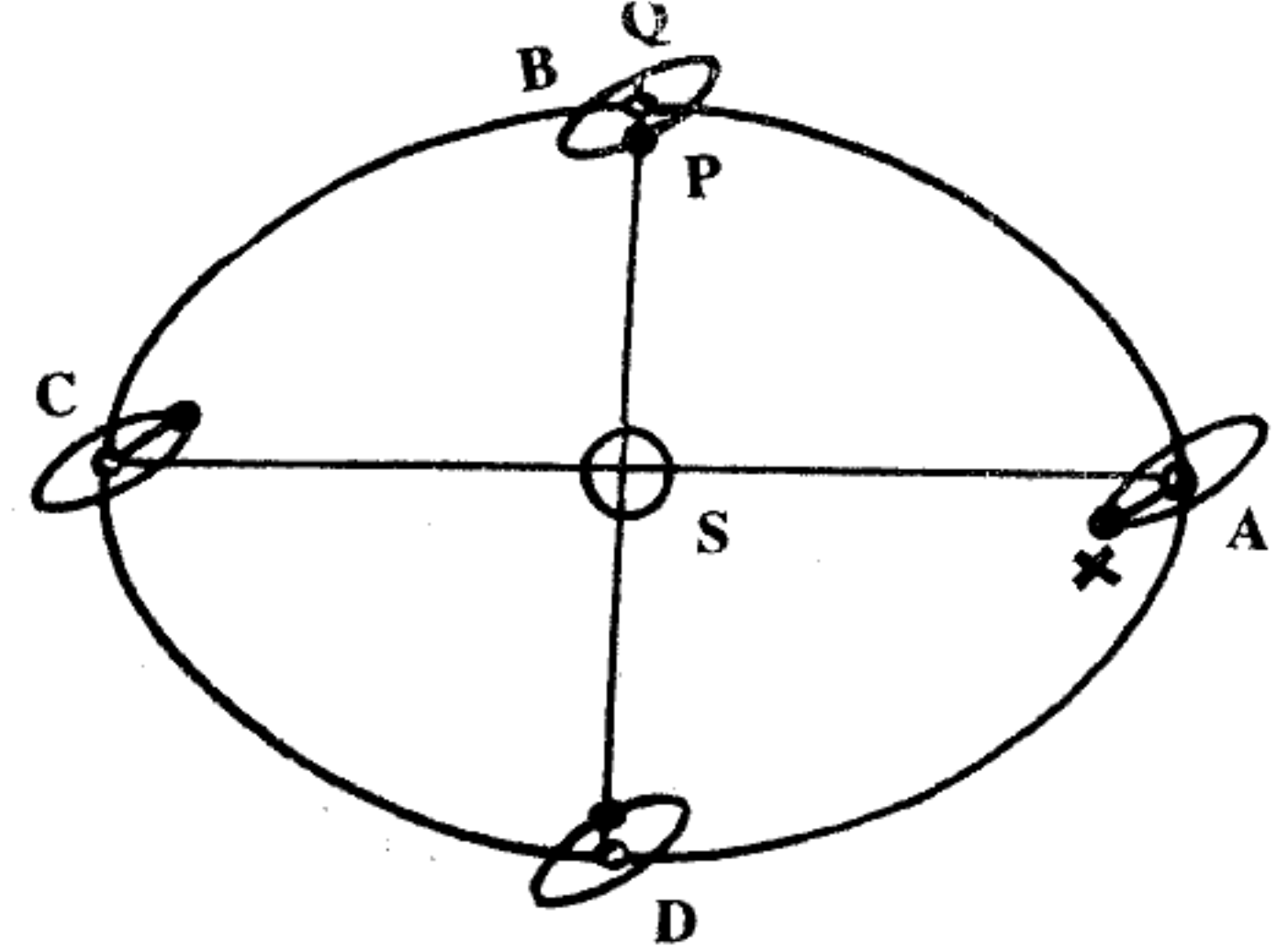
இப்படத்தில் சந்திரன் பூமியின் நிழலில் அகப்படுவதைக் காணலாம். பூரணை நாட்களிலேயே சந்திர கிரகணங்களும் அமாவாசை நாட்களிலேயே சூரிய கிரகணங்களும் ஏற்படுவதை நாம் அறியலாம். சந்திரன் ஏறக்குறைய ஒரு மாதத்துக்கு ஒரு முறை பூமியைச் சுற்றிவருகிறதென முன்பு அறிந்தோம். அப்படியாயின் ஒவ்வொரு மாதமும் வரும் அமாவாசை, பூரணை தினங்களிலும் முறையே சூரிய, சந்திர கிரகணங்கள் ஏற்படவேண்டுமே, ஏன் அப்படி நிகழுவதில்லை?

இதை விளங்கிக்கொள்ள சந்திரனின் அசைவைப்பற்றிய இரண்டு முக்கிய விஷயங்களை நாம் நன்றாக அறிந்து கொள்ளவேண்டும். அவை:

1. சந்திரன் பூமியைச் சுற்றும் பாதை அமைந்துள்ள தளமானது பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதையின் தளத்துடன் ஒரு சிறு கோணம் (ஏறக்குறைய  $5\frac{1}{2}^\circ$ ) அமைக்கிறது.

2. பூமி சூரியனைச் சுற்றிவரும்போது சந்திரன் பூமியைச் சுற்றும் பாதை அமைந்துள்ள தளமானது தனக்குச் சமாந்தரமாகவே அசைந்து செல்கின்றது.

இதனால் சந்திரன் பூமிக்கும் சூரியனுக்குமிடையில் அல்லது பூமி சந்திரனுக்கும் சூரியனுக்குமிடையில் வரும் போதெல்லாம் அவை மூன்றும் ஒரே கோட்டில் இருக்காது.



படம் 9

உதாரணமாக, இப்படத்தில் A என்னுமிடத்தில் பூமியிருக்கிறதென வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்போது சந்திரன் பூமிக்கும் சூரியனுக்குமிடையில் வரும்போது X என்னுமிடத்தில் இருக்கும். X என்னும் புள்ளி பூமி சூரியனைச் சுற்றும் தளத்துக்குக் கீழே\* இருக்கிறது. AX என்னும் கோடு SA என்னும் கோட்டுடன்  $5\frac{1}{2}^\circ$  அமைக்கிறது.

\* கீழ், மேல் என்னும் சொற்கள் பூமியின் தொடர்பானவை. புவியீர்ப்புச் சக்திக்கப்பால் சென்றால் கீழ், மேல் என்னும் சொற்களுக்கு அர்த்தமேயில்லை.



ஆகவே, பூமி தனது பாதையில் இப்பகுதியில் இருக்கும் போது கிரகணங்கள் உண்டாகமாட்டா.

சில மாதங்களின் பின் பூமி தனது பாதையில் B என்னுமிடத்தை அடைந்துவிடும். அப்போது சந்திரனின் பாதைத் தளம் பூமியின் பாதைத் தளத்தை PQ என்னும் கோட்டில் வெட்டுகிறது. ஆகவே சந்திரன் P என்னுமிடத்தை அடையும்போது சூரியன், சந்திரன், பூமி ஆகிய மூன்றும் ஒரேகோட்டில் இருக்குமாகையால் சூரியகிரகணம் நிகழும். பின் ஏறக்குறைய 14 நாட்களில் சந்திரன் Q என்னுமிடத்தை அடையும்போது சந்திரகிரகணம் ஏற்படும். இதன் பின் ஏறக்குறைய ஆறு மாதங்களின் பின் சந்திரன் D என்னுமிடத்துக்கு வரும்போதும் இதேபோலக் கிரகணங்கள் நிகழும். பஞ்சாங்கங்களில் பார்த்தால் ஒரு கிரகணம் நிகழ்ந்து ஏறக்குறைய 14 நாட்களில் மற்ற கிரகணம் நிகழுவதையும் 6 மாதங்களின் பின் மறுபடியும் கிரகணங்கள் நிகழுவதையும் காணலாம்.

கிரகணங்கள் நிகழும் நேரங்களையும் பூமியில் அவை தோன்றும் இடங்களையும் பல வருடங்களுக்கு முன்கூட்டியே வானசாஸ்திரிகள் கணக்கிட்டுக்கொள்ள முடியும். சந்திர கிரகணங்களால் விஞ்ஞானிகளுக்கு அதிக உபயோகமில்லை. ஆனால் பூரண சூரியகிரகணங்களின் போது செய்த பல ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகப் பல விஷயங்களை அறிந்திருக்கிறார்கள். எனவே பூரண சூரியகிரகணம் வானசாஸ்திரிக்கு ஒரு முக்கிய சம்பவமாகும். ஒரு பூரண சூரியகிரகணம் பூமியில் குறிக்கப்பட்ட மிகச் சில இடங்களிலேயே தோன்றுமாதலின் அவற்றை அவதானிப்பதற்காக விண்ணியலாளர்கள் தத்தம் ஆராய்ச்சிக் கருவிகளோடு அவ்வவ்விடங்களுக்குச் செல்வர். பூமியில் விழும் சந்திரனின் நிழல் ஏறக்குறைய 80 கி. மீ. (50 மைல்) அகலமுடையது. ஆகவே பூமியின் மேற்பரப்பில் 80 கி. மீ. (50 மைல்) அகலமுடைய ஒரு நீட்டுப் பரப்பினுள் இருப்பவர்களுக்கு மட்டுமே பூரண கிரகணமாகத் தோன்றும்.

இப்பரப்புக்குச் சற்று வெளியே இரு பக்கமும் உள்ளவர்களுக்கு அது பகுதிக் கிரகணமாகக் காட்சியளிக்கும். பூமியில் ஒரே இடத்தில் பூரண கிரகணம் மிக அருமையாகவே தோன்றும். உதாரணமாக, பாரிஸ் நகருக்கருகில் கடைசியாகப் பூரண சூரியகிரகணம் 1912ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் 17ஆம் தேதி தெரிந்தது. அடுத்த பூரண கிரகணம் 1999ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் 11ஆம் தேதியே அதே இடத்தில் தெரியும். அதற்கடுத்து 2090 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 23ஆம் தேதியும், அதன்பின் 2160ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் 4ஆம் தேதியும் அங்கு தெரியும். இப்பூரண கிரகணங்கள் தெரியக்கூடிய இடங்களில் அநேகமானவை சமுத்திரங்கள், காடுகள், வனாந்திரங்கள் முதலிய மக்கள் எளிதில் சென்று நோக்கமுடியாத இடங்களாகவே இருக்கின்றன. மேலும் கிரகணத்தின்போது பூரியன் முற்றிலும் மறைக்கப்படும் நேரம் ஆகக்கூடியது 7 நிமிஷம் 58 நொடிகள் ஆகும். ஆனால் சந்திரகிரகணத்தின்போது சந்திரன் பல மணித்தியாலங்கள் மறைக்கப்பட்டிருக்கலாம்.

இப்படிக் கிரகணங்கள் தோன்றும் நேரங்களையும் இடங்களையும் பல வருடங்களுக்கு முன்னரே கணக்கிட்டு அறியக்கூடியதாக இருந்தபோதிலும் ஒன்று மட்டும் ஒரு விஞ்ஞானியினாலும் ஒரு சில நாட்களுக்கு முன்கூட அறிய முடியாமலிருக்கிறது. அதுதான் பருவநிலை. அசைந்து செல்லும் ஒரு சிறு முகிலானது கிரகணம் நிகழும் அந்தக் குறுகிய நேரத்தில் சூரியனை மறைத்துவிட்டால் பல மாதங்களாகத் தயார் செய்த பெருமுயற்சிகளெல்லாம் வீணாகிவிடும். இவற்றையெல்லாம் எண்ணும்போது பூரண சூரியகிரகணமானது எவ்வளவு முக்கியமான அரிய சம்பவம் என விளங்குகிறது.



கிரகணங்களைப்பற்றி இரண்டு முக்கிய விதிகளாவன:

1. ஒரு வருடத்தில் ஏழு கிரகணங்களுக்குமேல் ஒரு போதும் நிகழாது. அப்படி ஏழு கிரகணங்கள் நிகழும்போது 5 சூரியனதும் 2 சந்திரனதும் ஆகும்; அல்லது 4 சூரியனதும் 3 சந்திரனதும் ஆகும்.
2. ஒரு வருடத்தில் 2 சூரியகிரகணங்களுக்குக் குறையாமல் நிகழும்.

நமது சூரிய குடும்பத்திலே ஒன்பது கிரகங்கள் இருக்கின்றன. அவை முறையே புதன், சுக்கிரன், பூமி, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுறேனஸ், நெப்ரியூன், புளூட்டோ ஆகும். சந்திரன் ஒரு கிரகம் அல்ல. அது பூமியின் உபக்கிரகமாகும். இந்து சாஸ்திரத்தில் வரும் ராகு, கேது என்பவையும் கிரகங்கள் அல்ல. அவை இரண்டும் இரண்டு புள்ளிகள் (Nodes). அதாவது சந்திரனின் பாதையானது பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதை அமைந்துள்ள தளத்தை வெட்டுகின்ற புள்ளிகளாகும்.

நமது பூமியானது சூரியனைச்சுற்றி வருவதுபோலவே சூரிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மற்றைய கிரகங்களும் சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றன. புதனும் சுக்கிரனும் பூமியிலும் பார்க்கச் சூரியனுக்கு மிக அண்மையிலிருப்பதால் அவை செல்லும் பாதைகள் பூமியின் பாதைக்குள்ளே அடங்கியிருக்கின்றன. இவையிரண்டும் உட்கிரகங்கள் (interior or inferior planets) எனப்படும். சூரியனிலிருந்து பூமியிலும் பார்க்க மிகவும் தூரத்திலிருக்கும் செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுறேனஸ், நெப்ரியூன், புளூட்டோ ஆகியவை வெளிக்கிரகங்கள் (exterior or superior planets) ஆகும். பூமியின் பாதையைப்போலவே எல்லாக் கிரகங்களின் பாதைகளும் நீள்வளையங்களாகவே இருக்கின்றன. மேலும் இப்பாதைகளெல்லாம் ஏறக்குறைய ஒரே தளத்திலேயே அமைந்திருக்கின்றன. அதாவது, ஒரு கடலின் மேற்பரப்பில் சூரியன் இருக்கிறதென வைத்துக்கொண்டால் எல்லாக் கிரகங்களும் ஏறக்குறைய அதே மேற்பரப்பிலேயே சூரியனைச் சுற்றிக்கொண்டிருப்பதுபோல இருக்கும்.

இனி இக்கிரகங்களைப்பற்றித் தனித்தனியாகப் பார்ப்போம்.



## புதன் (Mercury)

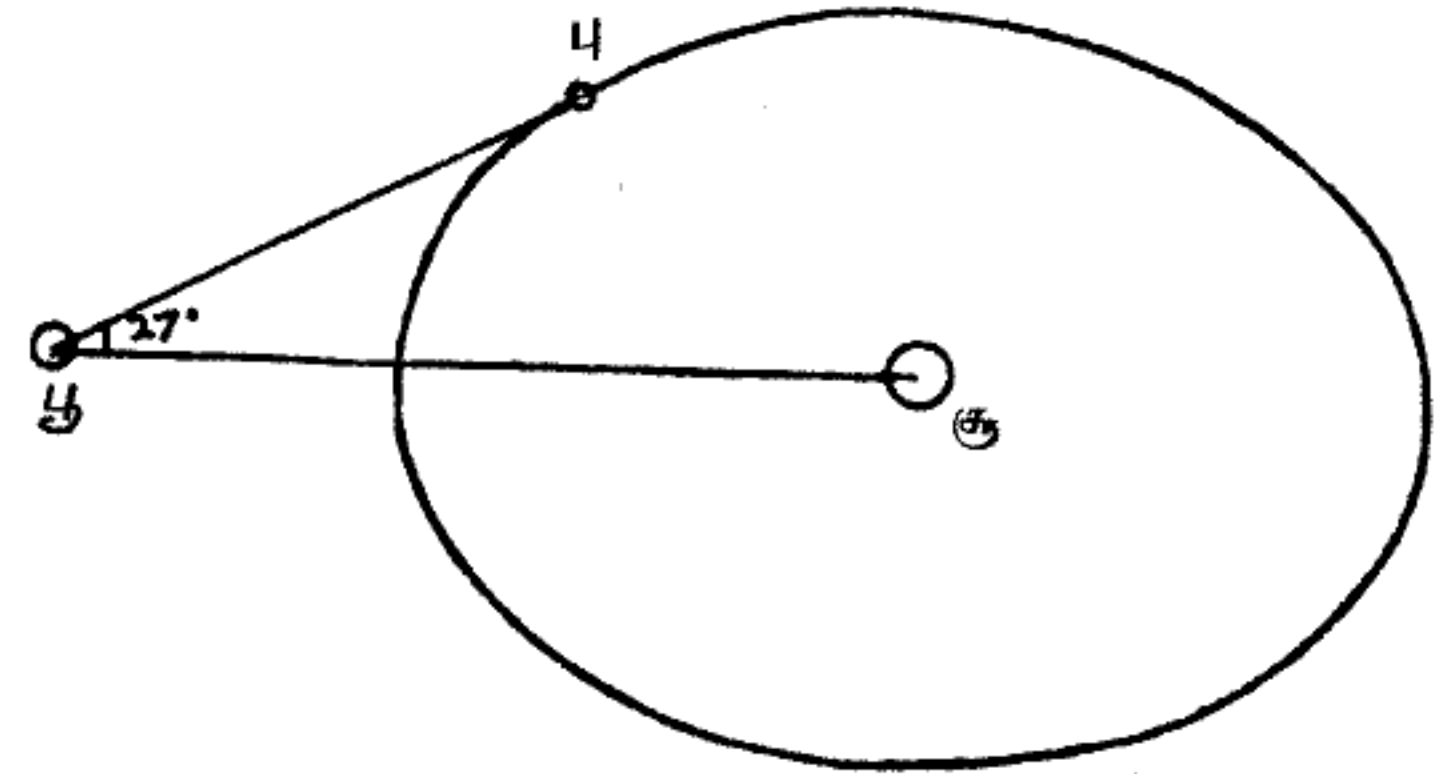
சூரியனுக்கு மிக அண்மையிலுள்ள கிரகம் புதனாகும். சூரியனிலிருந்து அதன் மிகக் குறுகிய தூரம் 4,60,00,000 கி. மீ. (2,87,50,000 மைல்) ஆகக்கூடிய தூரம் 7,00,00,000 கி. மீ. (4,37,50,000 மைல்) ஆகும். எனவே இதன் சராசரி தூரம் 5,76,00,000 கி. மீ. (3,60,00,000 மைல்). எல்லாக் கிரகங்களுக்குள்ளும் புதனை மிகச் சிறிய கிரகமுமாகும். இதனுடைய விட்டம் 4800 கி.மீ. (3,000 மைல்). அதாவது சந்திரனைவிட ஒன்றரை மடங்கு பெரியது.

புதன் ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றிவர 88 நாட்களாகும். பூமியானது 24 மணித்தியாலத்துக்கு ஒருமுறை தன்னைத்தானே சுற்றுவதால் பூமியின் எல்லாப் பாகங்களும் மாறி மாறி இரவு பகலை அநுபவிக்கின்றன. ஆனால் புதன் தன்னைத் தானே ஒருமுறை சுற்றுவதற்கு ஏறக்குறைய 88 நாட்கள் எடுப்பதனால் அதன் ஒரு பாதி எப்போதும் சூரியனை நோக்கியும் மறுபாதி ஒருபோதும் சூரியனைக் காணாமலும் இருக்கின்றன. இதனால் ஒரு பாதியில் சதா பகலாகவும் மறு பாதியில் ஒரே இரவாகவும் இருக்கும். பகலாயிருக்கும் பாதியின் நடுப்பகுதியில் (அதாவது நம் பூமத்திய ரேகை போன்ற பகுதியில்) புதன் சூரியனுக்கு அண்மையிலிருக்கும்போது வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 400°C ஆகவும் தூரத்திலிருக்கும் போது ஏறத்தாழ 280°C ஆகவும் இருக்கும். இரவாயிருக்கும் பாதியில் மிகவும் கடுமையான குளிராக இருக்கும். இவற்றை நோக்கும்போது புதனில் சீவராசிகள் ஒன்றும் இருக்க முடியாதென்றே கருதப்படுகிறது.

ஆனால் மிக அண்மையில் நேடார் கருவிகளின் மூலம் போட்டோறிக்கோ என்னுமிடத்தில் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாகப் புதன் தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்ற 56 நாட்கள் எடுக்கின்றதென்றும் ஆகவே இதுவரை

கருதியிருந்தது போல அதன் ஒரு பாதி ஒரே இருட்டாக இருக்கமாட்டாதென்றும் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

பல ஆண்டுகளாகப் புதனில் காற்று இல்லையென்று விஞ்ஞானிகள் எண்ணிவந்தனர். ஆனால் 1935ஆம் ஆண்டில் அங்கு மிக மெல்லிய பவனம் இருப்பதாகக் கூறினர். ஆனால் இக்கூற்று இன்னும் ஒருவராலும் ஊர்ஜிதப்படுத்தப்படவில்லை.



படம் 10

புதன் சூரியனுக்கு மிக அண்மையிலிருப்பதால் சூரியனுடன் அது அமைக்கும் கோணம் ஆகக்கூடியது 27° ஆகும். ஆகவே காலையில் சூரியன் உதிக்கும்முன் அல்லது மாலையில் சூரியன் மறைந்தபின் ஆகக்கூடியது 1 மணி 48 நிமிஷ மளவில் புதன் காணப்படும். இக்காரணத்தால் புதனை நோக்குவது மிகவும் சிரமமாகும்.

பூமிக்கும் சூரியனுக்குமிடையே புதன் ஒரே நேர்கோட்டில் வரும்போது அது சூரியவட்டத்துக்குக் குறுக்காக ஒரு சிறு கரும்புள்ளியாக ஊர்ந்து செல்லும். இச்சம்பவத்தைப் புத சந்தரணம் (Transit of mercury) என்பர். புதன் பூமியிலிருந்து வெகுதூரத்திலிருப்பதால் அது சந்திரனைப்



போலச் சூரிய வட்டத்தின் பெரும்பகுதியை மறைக்காது ஒரு சிறு புள்ளியாகவே தோன்றும். புத சந்திரனம் முறையே 13, 7, 10, 3 வருடங்களுக்கொரு முறை மே அல்லது நவம்பர் மாதங்களிலேயே நிகழும். எனினும் நவம்பர் மாதத்திலேயே புத சந்திரனம் நிகழும் சாத்தியக் கூறு அதிகமாயிருக்கும். அதாவது நவம்பர், மே மாதங்களில் நிகழும் சந்திரனங்கள் 7:3 என்னும் விகிதத்தில் அமையும். புதன் சூரியவட்டத்தின் குறுக்கே செல்வதற்கு ஆகக் கூடியது 9 மணித்தியாலங்கள் எடுக்கும். ஆனால் சூரிய வட்டத்தின் விளிம்பிற்கருகில் சென்றால் ஒருசில நிமிஷங்களுக்கே இந்நிகழ்ச்சி நீடிக்கும். சில வேளைகளில் அவ்வட்டத்துக்குக் குறுக்கே செல்லாமல் அதன் விளிம்பைத் தொட்டுக்கொண்டு ஒரு தொடுகோடாகச் (tangent) செல்லும்.

அண்மையில் புத சந்திரனம் நிகழ்ந்த தேதிகள் 1940 மே 11, 1953 நவம்பர் 14, 1960 நவம்பர் 7, 1970 மே 9, 1973 நவம்பர் 10, 1986 நவம்பர் 13 ஆகும். இந்த நூற்றாண்டிலே இச்சம்பவம் இனி நிகழவிருப்பது 1993 நவம்பர் 6, 1999 நவம்பர் 15 ஆகிய தினங்களிலாகும்.

ஒரு தொலைநோக்கி மூலம் புதனை அவதானித்து வந்தால் சந்திரனில் போலவே பூரணை, அமாவாசை, வளர் பிறை, தேய்பிறை முதலிய காட்சிகளைப் புதனிலும் காணலாம்.

புத சந்திரனம் நிகழும் நேரத்தில்தான் புதனுடைய முழு விட்டத்தையும் நாம் பார்க்கக் கூடியதாக இருக்கும். புதனை நாம் சுலபமாகப் பார்க்கக்கூடிய மற்றைய நேரங்களிலெல்லாம் அது ஒரு பிறையாகவே தோன்றும்.

எல்லாக் கிரகங்களிலும் சுக்கிரனே பருமனிலும் திணிவிலும் பூமியை ஓரளவு ஒத்திருக்கிறது. அதன் விட்டம் 12,320 கி.மீ. (7,700 மைல்) அதன் கனஅளவு பூமியின் 0.9 மடங்கும் திணிவு 0.8 மடங்குமாகும். அதன் அடர்த்தி நீரைவிட 5 மடங்கு அதிகம். இப்படிப்பலவிதங்களிலும் அது பூமியை மிகவும் ஒத்திருந்தாலும் இவற்றின் தன்மையில் அதிக வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. சுக்கிரனில் உயர்ந்த சீவராசிகள் வாழ்வதற்கேற்ற சூழ்நிலை சிறிதுமில்லை என்று கருதப்படுகிறது.

சுக்கிரன் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவர 224 நாட்களாகும். அது சூரியனைச் சுற்றும் பாதையானது ஏறக்குறைய வட்ட வடிவமானது. ஆதலால் சூரியனிலிருந்து அதன் தூரத்தில் அதிக வேறுபாடு இல்லை. இத்தூரம் சராசரி 10,75,20,000 (6,72,00,000 மைல்) ஆகும். சந்திரனுக்கு அடுத்தபடியாகச் சுக்கிரனே நமக்கு மிக அண்மையிலிருக்கிறது. பூமியிலிருந்து அதன் ஆகக் குறைந்த தூரம் 4,00,00,000 கி.மீ (2,50,00,000 மைல்) ஆகும். பூமியிலிருந்து செவ்வாயின் மிகக் குறைந்த தூரம் 5,40,00,000 கி.மீ. (3,40,00,000 மைல்). ஆகவே சூரியன் சந்திரன் ஆகியவற்றுக்கு அடுத்தபடியாக விண்ணிலே மிகவும் பிரகாசமான பொருள் இதுவே. தொலைநோக்கி மூலம் பார்த்தால் சந்திரனைப் போல இதிலும் பிறைக் காட்சிகள் காணலாம். இது சூரியனிலிருந்து ஆகக்கூடியது 48° தூரத்திலிருக்கிறது. ஆகவே இதுவும் காலையில் சூரியன் உதய மாவதற்கு முன் கிழக்கு வானில் அல்லது மாலையில் சூரியன் அஸ்தமித்த பின் மேற்கு வானில் தோன்றும். காலையில் தோன்றும்போது இதனை விடிவெள்ளி என்பர்.

இதுவும் ஒரு உட்கிரகமாதலின் இது சூரியனுக்கும் பூமிக்கு மிடையே ஒரு நேர்கோட்டில் வரும்போது சூரியவட்டத்தின் குறுக்காக ஒரு சிறு கரும்புள்ளியாகச் செல்லும். இந்



நிகழ்ச்சியைச் சுக்கிர சந்திரன் என்பர். புத சந்திரன்தைப் போலல்லாது சுக்கிர சந்திரன் வெகு அருமையாகவே நிகழும். இது இப்போது 8 வருட இடைக்காலத்தைக் கொண்ட சோடியாக நிகழுகிறது. அடுத்த சோடி நிகழ நூறாண்டுகளுக்கு மேலாகும். கடைசியாக இது நிகழ்ந்தது 1874இலும் 1882இலுமாகும். அடுத்ததாக 2004 ஜூன் 8 ஆம் தேதியும் 2012 ஜூன் 6 ஆம் தேதியும் நிகழும்.

சுக்கிரனைச் சுற்றி ஒரு நிரந்தரமான வெண்ணிற மேகப்படலம் இருக்கிறது. இம்மேகங்களுக்கூடாக அக்கிரகத்தின் மேற்பரப்பைப் பார்க்க முடியாமல் இருக்கிறது. இதன் விளைவாக சுக்கிரனைப்பற்றி நாம் அதிகம் அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை. மேலும் அது தன்னைத்தான் ஒருமுறை சுற்ற எடுக்கும் நேரத்திலும் பல அபிப்பிராய பேதங்கள் இருக்கின்றன. சிலர் ஏறக்குறைய 24 மணித்தியாலயத்துக்கு ஒருமுறை சுற்றுகிறதெனக் கருதுகின்றனர். வேறு சிலர் 30 நாட்களில் சுற்றுகிறதென்று கூறினர். இன்னும் சிலர் அது சூரியனைச் சுற்ற எடுக்கும் 224 நாட்களிலேயே தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்றுகிறதென நம்புகின்றனர்.

சுக்கிரனில் உயர்ந்த நிலையிலுள்ள உயிர்கள் வாழமுடியாதென முன்பு அறிந்தோம். ஆனால் தாவரங்கள் அங்கிருப்பதாகப் பல காலங்களாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. 1962இல் அமெரிக்காவினால் அனுப்பப்பட்ட மறினர் II (Mariner II) என்ற ரொக்கட் சுக்கிரனுக்குச் சமீபத்தில் 33,600 கி.மீ. (21,000 மைல்) தூரத்தில் சென்றது. அங்கிருந்து பூமிக்குக் கிடைத்த விபரங்களின்படி சுக்கிரனின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை 427°C ஆகும். இது உண்மையாயின் தாவரங்களும் அங்கு வாழமுடியாது.

சூரியனிலிருந்து புறப்பட்டுச் செல்லும்போது சுக்கிரனுக்கு அடுத்தபடியாக வருவது பூமியாகும். இதனைப்பற்றி நாம் முன்னர் அறிந்துள்ளோம். பூமியையும் கடந்து அப்பால் சென்றால் அடுத்ததாக வருவது செவ்வாயாகும். சூரியனிலிருந்து அதன் ஆகக்கூடிய தூரம் 24,80,00,000 கி.மீ. (15,50,00,000 மைல்) மிகக்குறைந்த தூரம் 20,60,00,000 கி.மீ. (12,87,50,000 மைல்) ஆகும். சூரியனுக்கு ஒரே பக்கத்தில் பூமியும் செவ்வாயும் இருக்கும் போது இவற்றினிடைத் தூரம் குறைந்தது 5,60,00,000 கி.மீ. (3,50,00,000 மைல்); கூடியது 9,92,00,000 கி.மீ. (6,20,00,000 மைல்) ஆகும். சூரியனுக்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் இவையிரண்டும் இருக்கும்போது இவற்றினிடைத் தூரம் 40,00,00,000 கி.மீ. (25,00,00,000 மைல்) வரையிருக்கும். ஏறக்குறைய பூமியின் அரைப் பருமனுடைய செவ்வாயின் விட்டம் 6,720 கி.மீ. (4,200 மைல்). சார்படர்த்தி 3.9 (பூமியின் அடர்த்தி 5.5). இதன் திணிவு பூமியின் திணிவில் பத்திலொரு பங்கிலும் சிறிது அதிகமாக இருக்கும். அதன் ஈர்ப்பு சக்தி பூமியினதிலும் 0.38 மடங்கு; அங்கு தப்பும்வேகம் நொடிக்கு 4.9 கி.மீ. (3.2 மைல்.)

செவ்வாய் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவர 687 நாட்கள் எடுக்கிறது. தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்ற 24 மணி 37 நிமிஷம் ஆகும். எனவே அங்கும் பூமியில் போலவே இரவும் பகலும், மாறி மாறி வரும். இவ்விரு கிரகங்களுக்கும் இன்னுமொரு ஒற்றுமையும் உண்டு. செவ்வாய் தன்னைத்தானே சுற்றும் அச்சம் ஏறத்தாழ 24° சரிந்திருக்கிறது. (பூமியின் அச்ச 23½° சரிந்திருக்கிறது.) எனவே பருவகாலங்களும் பூமியிலுள்ளது போலவே செவ்வாயிலும் மாறி மாறி வரும். ஆனால் செவ்வாய் சூரியனைச் சுற்ற எடுக்கும் காலம் ஏறக்குறைய பூமியினதின் இரு



மடங்கானமையால், அங்கு இப்பருவங்களும் ஏறக்குறைய இரு மடங்கு காலம் நீடிக்கும்.

ஏனைய கிரகங்களைவிட செவ்வாயைப்பற்றியே நாம் அதிகம் அறியக் கூடியதாக இருக்கிறது. செவ்வாய் சுக்கிரனைப் போலப் பூமியை நெருங்கி வராவிடினும் இதனை நாம் தெளிவாகப் பார்க்கமுடியும். சுக்கிரன் ஓர் உட்கிரகமாதலின் பூமிக்கு மிக அண்மையில் வரும்போது அது சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையில் வருவதால் அதனைப் பார்க்க முடியாமல் அமாவாசைச் சந்திரன் போல ஒரே இருளாக இருக்கும். அல்லது ஒரு மெல்லிய பிறையாகத் தோன்றும். அத்துடன் நாம் அதனை இரவில் பார்க்கவும் முடியாது. ஆனால் செவ்வாய் ஒரு வெளிக்கிரகமாதலின் பூமிக்கு அண்மையில் வரும்போது நாம் அதனை இரவில் பார்க்கலாம். மேலும், அது அப்போது பூரணச் சந்திரன் போன்று முழு வட்டமாகத் தோன்றும்.

செவ்வாய்க் கிரகத்தின் துருவப்பகுதிகள் ஒரே வெண்மையாக இருப்பதை 1719ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாகக் கண்டனர். அதன்பின் இக்கிரகத்தைப்பற்றி முறையாக ஆராய்ந்த ஹேர்ஷல் என்ற விஞ்ஞானி அங்குள்ள பருவ காலங்களுக்கேற்ப இந்த வெண்மையான பகுதிகளின் பரப்பு பெருகுவதையும் குறைவதையும் 1784ஆம் ஆண்டில் அவதானித்தார். அதாவது குளிர் காலத்தில் இவ்வெண்பரப்பு விரிந்து பெரிதாக இருப்பதையும் கோடைகாலத்தில் இது குறுகிச் சிறிதாக இருப்பதையும் நோக்கிய இவர் துருவப் பகுதிகளிலே உறைந்த பனிக் கட்டிப் படலங்களே இப்படி வெண்மையாக இருக்கின்றன என்ற முடிவுக்கு வந்தார். இதிலிருந்து செவ்வாயில் காற்று இருக்கிறதென்றும் விஞ்ஞானிகள் ஊகித்தறிந்தனர். ஆனால் அங்கு பிராணவாயு மிகவும் குறைவாக இருப்பதையும் கரியமல வாயுவும் உண்டு எனவும் பின்பு ஆராய்ந்தறிந்தனர்.

தொலைநோக்கியினூடாக இக்கிரகத்தைப் பார்த்தால் அதன் பெயருக்கேற்ப அது ஒரு செம்மஞ்சள் நிறமாகத் தோன்றும். ஆனால் இடையிடையே நீலப்பச்சை நிறமும் காணப்படுகிறது. இதிலிருந்து அங்கு தாவரங்கள் இருக்கின்றன என்று திடமாக நம்பப்படுகிறது. மிருகங்களும் மற்றும் நம்மைப் போன்ற பகுத்தறிவுள்ள உயிர்களும் அங்கில்லையென நாம் சொல்லிவிட முடியாது. அதனைத் தொலைநோக்கியால் பார்க்கும்போது இன்னுமொன்றையும் நாம் காணலாம். அதன் மேற்பரப்பில் பல நீண்ட நேர்கோடுகள் பின்னப்பட்டுக் காணப்படும். இவற்றைக் கால்வாய்கள் (Canals) என்பர். இவை அங்குள்ள வனாந்தரப் பகுதிகளுக்கு நீர் கொண்டு செல்லுவதற்காக அங்கு வசிக்கும் மக்களால் வெட்டப்பட்டுள்ள கால்வாய்கள் என அமெரிக்க விஞ்ஞானி பேர்சிவல் லவல் (Percival Lowell) கூறியிருக்கிறார். இக்கூற்றை வேறு சிலர் ஏற்க மறுத்துள்ளனர். இவற்றில் எது சரியென்று நம்மிலொருவர் அங்கு சென்று நேரில் கண்டுவரும்வரை ஒரு முடிவுக்கும் வர இயலாதிருக்கிறது.

நமக்கு ஒரு சந்திரனிருப்பது போல செவ்வாய்க்கு இரண்டு உபக்கிரகங்கள் இருக்கின்றன. 1877ஆம் ஆண்டில் அசவ் ஹால் (Asaph Hall) என்னும் வான சாஸ்திரியால் இவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை மிகவும் சிறியன. இவற்றுள் பெரியதாகிய போபோஸ் (Phobos) 16 கி.மீ. (10 மைல்) விட்டத்தையுடையது. செவ்வாயிலிருந்து 9,280 கி.மீ. (5,800 மைல்) தூரத்தில் 7 மணி 39 நிமிஷத்துக்கொரு முறை செவ்வாயைச் சுற்றுகிறது டெய்மோஸ் (Deimos) என்ற மற்ற உபக்கிரகத்தின் விட்டம் ஏறக்குறைய 9.6 கி.மீ. (6 மைல்). சராசரி 23,360 கி.மீ. (14,600 மைல்) தூரத்தில் 30 மணி 18 நிமிஷத்துக்கொரு முறை இது செவ்வாயைச் சுற்றுகிறது. போபோஸ் ஒருமுறை செவ்வாயைச் சுற்றிவர எடுக்கும் நேரம் செவ்வாய் தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்ற



எடுக்கும் நேரத்தில் ஏறக்குறைய மூன்றிலொரு மடங்கா தலின் செவ்வாயிலிருந்து பார்ப்போருக்கு போபோஸ் மேற்கில் உதித்து கிழக்கில் மறைவது போலத் தோன்றும். ஆனால் டெய்மோஸ் வெகுவிரைவாகச் சுற்றுவதால் அது நமது சந்திரனைப்போல கிழக்கே உதித்து மேற்கில் மறையும்.

செவ்வாயிலிருந்து நாம் புறப்பட்டு சூரியனுக்கு எதிர்த் திசையில் சென்றால் அடுத்ததாக வருவது விண் துகள்கள் (Asteroids). இவற்றைப்பற்றிப் பின்னர் அறிவோம். இவற்றையும் கடந்து அப்பால் சென்றால் வியாழனை அடைவோம். எல்லாக் கிரகங்களும் மிகப் பெரியதாதலின் இதனை ராட்சஷ கிரகம் (Giant planet) என்பர். இதன் விட்டம் 1,42,000 கி. மீ. (88,800 மைல்). பூமியின் விட்டத்தில் பதினொரு மடங்கு. ஆனால், அதன் சார்படர்த்தி 1.33; அதாவது அதே கனஅளவு நீரைவிட 1.33 மடங்கு பாரமானது. எனவே, அதன் கனம் பூமியின திலும் 1319 மடங்காயிருந்தும் அதன் திணிவு பூமியின் திணிவிலும் 318 மடங்கேயாகும். மற்றைய எட்டுக் கிரகங்களின் திணிவுகளினதும் கூட்டுத் தொகையிலும் பார்க்க வியாழனின் திணிவு மிகவும் அதிகமாக உள்ளது.

சூரியனிலிருந்து அதன் ஆகக்கூடிய தூரம் 81,08,80,000 கி. மீ. (50,68,00,000 மைல்). ஆகக் குறைந்தது 73,56,80,000 கி. மீ. (45,98,00,000 மைல்). பூமிக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும்போது இங்கிருந்து அதன் தூரம் 58,40,00,000 கி. மீ. (36,50,00,000 மைல்) ஆகும். நொடிக்கு 13 கி. மீ. (8 மைல்) வேகத்துடன் செல்லும் இக்கிரகம் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றி வர 11 வருடங்கள் 315 நாட்களெடுக்கிறது. தன்னைத் தானே ஒருமுறை சுற்ற 9 மணி 55 நிமிஷமாகும். இவ்வளவு பிரமாண்டமான ஒரு பொருளுக்கு இது மிகவும் குறுகிய காலமாகும். இவ்வாறு அதிக வேகத்துடன் சுற்றுவதனால் இது துருவப் பகுதிகளில் மிகவும் தட்டையாகக் காணப்படுகிறது. பூமியின் துருவ விட்டத்துக்கும் பூமத்திய ரேகை விட்டத்துக்குமுள்ள வித்தியாசம் 43 கி. மீ. (27 மைல்) ஆனால் வியாழனில் இவ்விரு விட்டங்களுக்குமுள்ள வித்தியாசம் 8000 கி. மீ. (5000 மைல்) ஆகும்.



இக்கிரகத்தைச் சுற்றியுள்ள பவனத்தின் உயரம் முன்பு எண்ணியிருந்ததிலும் பார்க்க மிகவும் அதிகமாயிருக்கிற தென இப்போது கண்டிருக்கிறார்கள். அத்துடன் இதனைச் சுற்றி ஒரு தடிப்பான முகில் படலமும் இருக்கிறது. நாம் காணுவது இந்த முகில் படலமே தவிர உள் ளிருக்கும் வியாழனின் மேற்பரப்பல்லவென்றும் உண்மையான கிரகத்தின் விட்டம் 67,200 கி. மீ. (42,000 மைல்) ஆக இருக்குமென்றும் கருதப்படுகிறது. இது உண்மையாயிருந்தாலும் எல்லாக் கிரகங்களுக்குள்ளும் இதுவே மிகவும் பெரிதாயிருக்கும்.

இக்கிரகத்திலிருந்து வரும் ஒளியின் நிறமாலையை ஆராய்ந்தபோது அங்கு அம்மோனியா, மெதேன் ஆகிய வாயுக்கள் இருப்பதை அறிந்தனர். மேலும் அங்கு மிகவும் குளிராக, ஏறக்குறைய - 130°C வெப்பநிலை இருக்குமெனவும் ஆகவே பூமியிலுள்ளனபோல உயரிய உயிர்கள் வாழாமாட்டா எனவும் ஊகிக்கப்படுகிறது. இவ்வாயுக்கள் திரண்டு முகில் கூட்டங்களாகி வியாழ வட்டத்துக்குக் குறுக்காக பல வளையங்கள் (belts) போலத் தோன்றுகின்றன.

நமது பூமிக்கு ஒரு உபக்கிரகம் (சந்திரன்) இருப்பது போல வியாழனை 16 உபக்கிரகங்கள் சுற்றிவருகின்றன என இப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு சிறிய தொலைநோக்கியினால் இவற்றுள் நான்கை நாம் காணலாம். இவை நான்கும் மிகப் பெரியன. இவற்றிற்கு அயோ (Io), யூரோப்பா (Europa), கனிமீட் (Ganymede), கலிஸ்ரோ (Callisto) எனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. கலிலியோவினால் தனது புராதன தொலைநோக்கியின் உதவியுடன் 1610ஆம் ஆண்டில் இவை நான்கும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. தொலை நோக்கியினூடாகப் பார்க்கும் போது வியாழனும் இந்த நான்கு சந்திரர்களும் மிகவும் அழகாகக் காட்சியளிக்கும். இரண்டு, மூன்று நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து நோக்கினால் வியாழனை இவை

சுற்றி வருவதும், எனவே, இவை தொலைவிலுள்ள விண்மீன்கள் அல்லவென்றும் நமக்குப் புலப்படும். இவற்றின் விட்டங்களையும் வியாழனிலிருந்து இவற்றின் தூரங்களையும் அதனைச் சுற்றிவர எடுக்கும் நேரத்தையும் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காணலாம்.

	விட்டம்	தூரம்	நேரம் நாள் மணி நிமிஷம்		
அயோ	3200 கி.மீ. (2000 மைல்)	4 19,000 கி.மீ. (2,62,000 மைல்)	1	18	28
யூரோப்பா	2880 கி.மீ. (1800 மைல்)	6,67,000 கி.மீ. (4,17,000 மைல்)	3	13	14
கனிமீட்	4960 கி.மீ. (3100 மைல்)	10,66,000 கி.மீ. (6,66,000 மைல்)	7	3	43
கலிஸ்ரோ	4480 கி.மீ. (2800 மைல்)	18,72,000 கி.மீ. (11,70,000 மைல்)	16	16	32

ஐந்தாவது உபக் கிரகம் 1892ஆம் ஆண்டில் பார்க்னாட் (Barnard) என்னும் அமெரிக்க விஞ்ஞானியினால் லிக் வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையத்திலிருக்கும் (Lick Observatory) பெரிய தொலைநோக்கியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதன் விட்டம் 160 கி. மீ (100 மைல்). இதுவே வியாழனுக்கு மிக அண்மையில் 1,80,800 கி. மீ. (1,13,000 மைல்) தூரத்திலிருக்கிறது. ஏறக்குறைய பன்னிரண்டு மணித்தியாலத்தில் வியாழனை ஒரு முறை சுற்றி வருகிறது. ஆறாவது உபக் கிரகம் 96 கி. மீ. (60 மைல்) விட்டமும், ஏழாவது 32 கி. மீ. (20 மைல்) விட்டமும், ஏனையவை 16 கி. மீ. (10 மைல்) உம் அதற்குக் குறைந்த விட்டமும் உடையன.



இந்த உபக்கிரகங்களின் நிழல்கள் வியாழனின் மேற்பரப்பில் விழுவதும், அவற்றுடன் சேர்ந்து அந்நிழல்கள் அம்மேற்பரப்பில் ஊர்ந்து செல்வதும், வியாழனின் நிழலுக்குள் இந்த உபக்கிரகங்கள் அகப்பட்டு மறைவதும், பின்னர் திடீரென்று காட்சியளிப்பதும், இன்னோரன்ன பிறவும் தொலைநோக்கியால் வியாழனை நோக்கும் போது காணக்கூடிய அதிசயக் காட்சிகளாகும்.

தொலைநோக்கி கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்காவிட்டால் இக்கிரகத்தின் அழகை நாம் ஊகித்துக்கூட அறிய முடியாது. கலிலியோ தனது சிறிய தொலைநோக்கியால் இதனை முதன் முதல் பார்த்தவுடனேயே மிகவும் ஆச்சரியமடைந்தார். இதில் ஏதோ வித்தியாசமிருப்பதைக் கண்டார். பின்னர் டச் விஞ்ஞானியான ஹியூஜின்ஸ் என்பவர் இக்கிரகத்தைச் சுற்றி மெல்லிய தட்டையான வளையங்கள் இருப்பதை எடுத்துக் காட்டினார்.

வியாழனுக்கு அடுத்தபடியாக இக்கிரகமே பருமனில் பெரியது. இதன் நடுப்பகுதி விட்டம் 1,20,000 கி. மீ. (75,000 மைல்) துருவ விட்டம் 1,07,200 கி. மீ. (67,000 மைல்) ஆகும். தன்னைத்தானே ஒரு முறை சுற்ற 10 மணி 14 நிமிஷம் எடுக்கிறது. இவ்வளவு விரைவாகச் சுற்றுவதனால்தான் இது துருவப் பகுதியில் மிகவும் தட்டையாக இருக்கிறது. ஒரு சிறிய தொலைநோக்கியினாலும் இத்தட்டையை நாம் காணலாம்.

சூரியனிலிருந்து இதன் ஆகக் கூடிய, ஆகக் குறைந்த தூரங்கள் முறையே 148,96,00,000 கி. மீ (93,10,00,000 மைல்) 134,56,00,000 கி.மீ. (84,10,00,000 மைல்) ஆகும். சராசரி தூரம் 141,76,00,000 கி. மீ. (88,60,00,000 மைல்). நொடிக்கு 9.65 கி.மீ. (6.03 மைல்) வேகத்தில் ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றி வர 29 வருடம் 166 நாட்கள் எடுக்கிறது.

கிரகங்களில் மிகவும் அடர்த்தி குறைந்தது சனியாகும். இதன் சார்படர்த்தி 0.7. நீரிலும் பாரம் குறைந்தது. ஒரு பிரமாண்டமான சமுத்திரத்தில் இதனை வைத்தால் இது மிதக்கும். இக்கிரகம் மட்டுமே நீரிலும் பார்க்க குறைந்த அடர்த்தியுடையதாக இருக்கிறது. இதிலிருந்து இக்கிரகத்திலே நாம் காணும் பெரும் பகுதி வாயுவாக இருக்கின்றதென நாம் அறியலாம்.



பூமியிலிருந்து சனியின் ஆகக் குறைந்த தூரம் 120 கோடி கி.மீ. (75 கோடி மைல்), ஆதலின் நமக்கு அது ஒரு சிறு வட்டமாகவே தோன்றும். ஆகவே சிறிய தொலை நோக்கிகளினால் அதன் தன்மைகளை அதிகம் அறிய முடியாது. வியாழனைப் போலவே சனியையும் ஒரு முகிற் படலம் சுற்றியிருக்கிறது. அங்கு போலவே இங்கும் பல சமாந்தரமான கோடுகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு அநேகமாக எல்லா வகைகளிலும் இது வியாழனையே ஒத்திருக்கிறது.



படம் 11

சனியின் வளையங்களைப் பற்றிச் சிறிது ஆய்வோம். ஒரு சிறு தொலைநோக்கியால் பார்த்தாலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வளையங்கள் இதைச் சுற்றியிருப்பதைக் காணலாம். முக்கியமாக மூன்று வளையங்களையும் இவற்றிற்கிடையில் வெளிகள் இருப்பதையும் அவதானிக்க முடியும். உள் வளையமானது தாய்க் கிரகத்தின் மத்திய ரேகையிலிருந்து சுமார் 11,200 கி. மீ. (7000 மைல்) தூரத்திலிருக்கிறது. அதன் அகலம் 18,400 கி. மீ. (11,500 மைல்). அதன் பின் 1,600 கி. மீ. (1,000 மைல்) அகலமான ஒரு வெளி. அடுத்தாற்போல உள்ள மிகவும் பிரகாசமான நடுவளையம் 25,600 கி. மீ. (16,000) அகலமானது. இதன் பின்னும் 4800 கி. மீ. (3000 மைல்) அகலமுடைய இன்னொரு வெளி. இந்த வெளியைக் கசினியின் பிரிவு (Cassini's

Division) என்பர். அதன் பின் மூன்றாவது வளையம் 16,000 கி. மீ. (10,000 மைல்) அகலமானது. இந்த வளையங்கள் ஒரே திண்மமாக இல்லாமல் கற்கள் போன்ற பல கோடிக்கணக்கான துகள்களால் ஆக்கப்பட்டவை. இத்துகள்கள் மிகவும் சிறியனவாக இருக்க வேண்டுமெனவும் இவற்றுள் ஆகப் பெரியன கிரிக்கட் பந்தளவுடையன என்றும் நம்பப்படுகிறது. இவையெல்லாம் ஒன்றாக, ஒழுங்காகக் கிரகத்தைச் சுற்றி ஓடுகின்றன. உள்வளையம் ஒரு முறை சுற்றிவர 4 மணித்தியாலமும், வெளிவளையம் 14½ மணித்தியாலமும் எடுக்கின்றன.

சனிக் கிரகத்துக்கு ஒன்பது உபக்கிரகங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் தாய்க்கிரகத்திலிருந்து ஆறாவதாக உள்ள ரிற்றான் (Titan) என்பதே மிகவும் பெரியதாகும். இது சனியைச் சுற்றிவர 16 நாட்கள் எடுக்கிறது. கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் இவற்றின் விபரங்கள் தரப்பட்டுள்ளன:

பெயர்	விட்டம் (கி. மீ)	தூரம் (1000 கி. மீ)	சுற்றிவரும் காலம்	ஆங்கிலப் பெயர்
1 மைமாஸ்	480	184	22ம 37நி	Mimas
2 என்சிலாடஸ்	640	237	1நா 8ம 53நி	Enceladus
3 ரெதிஸ்	960	293	1நா 21ம 18நி	Tethys
4 டயோன்	960	374	2நா 17ம 42நி	Dione
5 ரியா	1280	523	4நா 12ம 27நி	Rhea
6 ரிற்றான்	4800	1214	15நா 23ம 15நி	Titan
7 ஹைபீரியன்	480	1472	21நா 7ம 30நி	Hyperion
8 யாபெற்றஸ்	1120	3536	79நா 22ம 4நி	Iapetus
9 பீப்*	160	12854	523நா 13 ம	Phoebe

\*இது மற்றைய உபக்கிரகங்களுக்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் சுற்றுகிறது.



1781ஆம் ஆண்டுவரை சூரியகுடும்பத்தில் ஆறு கிரகங்கள் இருந்ததாகவே எண்ணிவந்தனர். அவ்வருடம் வில்லியம் ஹேர்ஷல் என்னும் விஞ்ஞானியினால் எதிர்பாராதவிதமாக ஒரு புதுக்கிரகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதனையே யுறேனஸ் என்றழைத்தனர்.

பூமியைப்போல அறுபது மடங்கு திணிவுள்ள இக்கிரகத்தின் விட்டம் சுமார் 48,000 கி.மீ. (30,000 மைல்). சூரியனிலிருந்து இதன் தூரம் சராசரி 285,28,00,000 கி.மீ. (178,30,00,000 மைல்) ஆகும். இது தன்னைத்தானே ஒரு முறை சுற்ற 10 மணி 48 நிமிஷமும் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவர 84 வருடங்களும் எடுக்கிறது. இதன் சார்படர்த்தி 1.5 ஆகும். இதனைச் சுற்றியுள்ள பவனத்தில் மெதேன் என்ற வாயு அதிகமாக இருக்கிறது. பெரிய தொலை நோக்கிகளினால் அவதானித்தால் வியாழன், சனியிலிருப்பதுபோல இதிலும் சமாந்தரமான பல கோடுகளைக் காணலாம். இதன் வெப்பநிலை  $-160^{\circ}\text{C}$ .

இக்கிரகத்துக்கு ஐந்து உபக்கிரகங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றுள் மிகப் பெரியனவாகிய ஒபறன் (Oberon), ரைற்றானியா (Titania) என்பன, இக்கிரகத்தைக் கண்டுபிடித்த ஹேர்ஷல் என்பவராலேயே 1787ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றின் பாதைக்குள்ளே ஏரியல் (Ariel) உம்பிரியல் (Umbriel) என்ற இரு உபக்கிரகங்கள் 1851ஆம் ஆண்டில் லாசல் (Lassel) என்பவராலும், பின்னர் ஏறக்குறைய ஒரு நூற்றாண்டின் பின்னர் 1948ஆம் ஆண்டில் தாய்க் கிரகத்துக்கு மிகச் சமீபத்தில் மிராண்டா (Miranda) என்ற உபக்கிரகம் குய்ப்பர் (Kuiper) என்பவராலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவையெல்லாம் மிகச் சிறியனவாகையாலும் மிகவும் தூரத்திலுள்ளதாலும் இவற்றைப்பற்றி ஒன்றும் திடமாகக் கூற முடியாதிருக்கிறது. இவற்றுள் மிகப் பெரியதாகிய ரைற்றானியா 1120 கி.மீ. (700 மைல்) விட்டமுடையதாகக் கருதப்படுகிறது.

அரை நூற்றாண்டாக யுறேனஸின் தன்மை, அசைவு முதலியவற்றை ஆராய்ந்துவந்த விஞ்ஞானிகள் இன்னொரு சக்தியினால் இதன் அசைவு பாதிக்கப்படுவதை உணர்ந்தனர். இங்கிலாந்தில் அடம்ஸ் (Adams), பிரான்சில் லே வெரியர் (Le verrier) என்னும் கணித வல்லுநர்கள் தூரத்திலுள்ள இன்னுமொரு கிரகம்தான் யுறேனஸின் அசைவைத் தாக்குகிறதென்று ஏககாலத்தில் தனித்தனியே முடிவுக்கு வந்தனர். இவர்களின் ஆராய்ச்சியின் பயனாக பெர்லின் விண்ணாய்வு நிலையத்தில் (Berlin Observatory) இருந்த விஞ்ஞானிகளால் 1846ஆம் ஆண்டில் நெப்ரியூன் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஏறக்குறைய யுறேனஸின் பருமனையொத்த நெப்ரியூனின் விட்டம் சுமார் 44,800\*கி.மீ (28,000 மைல்) ஆகும். சூரியனிலிருந்து சராசரி 446,88,00,000 கி.மீ. (279,30,00,000 மைல்) தூரத்தில் 165 வருடங்களுக்கொரு முறை இது சூரியனைச் சுற்றுகிறது. இதனைக் கண்டுபிடிக்கும்போது இது இருந்த இடத்துக்கு இன்னும் இது வரவில்லை. 2011ஆம் ஆண்டிலேயே திரும்பவும் அந்த இடத்துக்கு வரும். இது தன்னைத் தானே ஒரு முறை சுற்ற 15 மணி 40 நிமிஷமாகும். சூரியனிலிருந்து அதிக தூரத்திலிருப்பதால் இது மிகவும் குளிராக இருக்கும். யுறேனஸைப் போலவே இங்கும் மெதேன் என்னும் வாயு அதிகமாக இருக்கிறது.

இதற்கு இரண்டு உபக்கிரகங்கள் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. இவற்றுள் பெரியதாகிய ட்ரைற்றன் (Triton) என்பது லாசல் (Lassel) என்பவரால் 1846ஆம் ஆண்டிலும் நெரெய்ட் (Nereid) என்னும் அடுத்த உபக்கிரகம் குய்ப்பரினால் (Kuiper) 1949ஆம் ஆண்டிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ட்ரைற்றன் 3,680 கி.மீ. (2,300 மைல்) விட்டத்துடன் 3,32,000 கி.மீ. (2,20,000 மைல்) தூரத்தில்

\*இந்த அளவில் அபிப்பிராய பேதம் உண்டு.



தாய்க்கிரகத்தை ஏறக்குறைய 6 நாட்களுக்கொருமுறை எதிர்த்திசையில் சுற்றுகிறது. நெரெய்ட் மிகவும் சிறியது. இதன் விட்டம் 320 கி. மீ. (200 மைல்). 362 நாட்களில் ஒருமுறை நெப்ரியூனைச் சுற்றி வருகிறது.

நெப்ரியூனைத் தொலைநோக்கியின்றி வெறும் கண்ணால் பார்க்க முடியாது.

நீண்டகால ஆராய்ச்சியின் பயனாக லவல் விண்ணாய்வு நிலையத்தில் (Lowel Observatory) 1930ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் 13 ஆம் தேதி இக்கிரகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது சூரியனிலிருந்து சராசரி 576 கோடி கி. மீ. (360 கோடி மைல்) தூரத்தில் 248 வருடங்களுக்கொரு முறை அதனைச் சுற்றி வருகிறது. பலோமார் விண்ணாய்வு நிலையத்தில் (Palomar Observatory) உள்ள உலகின் மிகப் பெரிய 200 அங்குலத் தொலைநோக்கியால் புளுட்டோ வின் விட்டம் சுமார் 5,600 கி. மீ. (3,500 மைல்) எனக் குய்ப்பர் என்பவரால் 1950 ஆம் ஆண்டு கணிக்கப் பட்டது. இது தன்னைத் தானே சுற்ற எடுக்கும் நேரம், இதன் உபக்கிரகங்கள் பற்றிய விபரங்கள் இன்னும் அறியப்படவில்லை.

இது பருமனிலும் திணிவிலும் நாம் கடைசியாக அறிந்த நான்கு பெரிய கிரகங்களைப் போலல்லாது முதலில் கூறிய புதன், சக்கிரன், பூமி, செவ்வாய் ஆகிய நான்கு சிறிய கிரகங்களை ஒத்திருக்கிறது. ஆகவே சூரிய குடும்பத்தில் இது கடைசிக்கிரகமாக இல்லாமல் இன்னு மொரு சிறிய கிரகக் கூட்டத்தில் இது முதலாவதாக இருக்கலாமென்றும் கருதப்படுகிறது, ஆனால் புளுட்டோ வுக்கு அப்பால் இன்னொரு கிரகம் கண்டுபிடிப்பது மிகவும் இலகுவான காரியமல்ல.

1989 ஆம் ஆண்டில் இது சூரியனுக்கு மிகச் சமீபத்தில் அதாவது 440,32,00,000 கி. மீ. (275,20,00,000 மைல்) தூரத்தில் வரும். அப்படி வரும்போது இக்கிரகத்தைப் பற்றி ஏதாவது அறிவது சுலபமாக இருக்கும்.

இக்கிரகத்தைப்பற்றி இன்னுமொரு கருத்தும் நிலவு கிறது. அதாவது வெளியிலிருந்து வந்து சூரியத் தொகுதிக்குள் அகப்பட்டுக்கொண்ட ஒரு கிரகமாக இது இருக்கலாமென்றும் ஊகிக்கப்படுகிறது.



செவ்வாயின் பாதைக்கும் வியாழனின் பாதைக்கும் இடையில் வெவ்வேறு பருமனையுடைய பல ஆயிரக்கணக்கான சிறு பொருள்கள் ஏனைய கிரகங்களைப் போலவே சூரியனை ஒழுங்காகச் சுற்றி வருகின்றன. இவற்றையே விண் துகள்கள் (Asteroids) என்பர். இவற்றைச் சிறு கிரகங்கள் அல்லது உடுப்போலிகள் (Minor planets அல்லது Planetoids) என்றும் கூறுவர். சென்ற நூற்றாண்டுத் தொடக்கம்வரை இவற்றைப்பற்றி வான சாஸ்திரிகளுக்கு ஒன்றுமே தெரியாமலிருந்தது. 1801ஆம் ஆண்டு ஜனவரி மாதம் முதலாம் தேதி இத்தாலி நாட்டு விஞ்ஞானியான பியாஸி (Piazzi) என்பவர் இவற்றுள் மிகவும் பெரியதாகிய செரஸ் (Ceres) என்பதனைக் கண்டு பிடித்தார். ஒல்பர்ஸ் (Olbers) என்பவர் அடுத்த வருடத்தில் பல்லாஸ் (Pallas) என்பதையும் 1803ஆம் வருடத்தில் வெஸ்டா (Vesta) என்பதையும் ஹார்டிங் (Harding) என்னும் ஜெர்மன் விஞ்ஞானி 1804ஆம் ஆண்டில் ஜூனோ (Juno) என்பதையும் கண்டுபிடித்தனர். ஹெர்ஷல் இவற்றிற்கு 'அஸ்டராய்ட்ஸ்' எனப் பெயரிட்டார். பல ஆண்டுகளுக்குப் பின் 1845ஆம் ஆண்டில் ஹெங்க் (Hencke) என்பவரால் ஐந்தாவது விண் துகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதன்பின் அநேகமாக ஒவ்வொரு வருடத்திலும் விண் துகள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வண்ணமே இருக்கின்றன. இவை இப்போது புகைப்படங்கள் மூலமே தேடப்படுகின்றன. சுமார் 2000 விண் துகள்கள் இப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அட்டவணையிடப்பட்டிருக்கின்றன.

இவற்றுள் மிகப் பெரிதாகிய செரஸ் 768 கி. மீ. (480 மைல்) பல்லாஸ் 486 கி. மீ. (304 மைல்) வெஸ்டா 384 கி. மீ. (240 மைல்) ஜூனோ 192 கி. மீ. (120 மைல்) விட்டமாக உடையன. மிகச் சிறியவை ஒரு கி. மீ. அல்லது அதற்கும் குறைந்த விட்டத்தைக் கொண்டுள்ளன. இவை

பெருங்கற்கள் அல்லது பாறைகள் போலக் காணப்படுவதால் இவற்றை 'உடைந்த மலைகள்' என்று வர்ணித்திருக்கிறார்கள். இவை அநேகமாக செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்குமிடையே இருக்கின்றன. எனினும் இவற்றுள் சில வெவ்வேறு நூதனமான பாதைகளிலும் திரிகின்றன. சில பூமிக்கு சம்பத்திலும் வந்திருக்கின்றன. 1898 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஈரோஸ் (Eros) பூமியை 2 கோடியே 56 லட்சம் கி. மீ. (1 கோடியே 60 லட்சம் மைல்) தூரத்திலும், 1932 இல் கண்ட அமோர் (Amor) 1.6 கோடி கி. மீ. (ஒரு கோடி மைல்) தூரத்திலும், அப்போலோ (Apollo) 48 லட்சம் கி. மீ. (30 லட்சம் மைல்) தூரத்திலும் அடோனிஸ் (Adonis) 24 லட்சம் கி. மீ. (15 லட்சம் மைல்) தூரத்திலும் ஹெர்மீஸ் (Hermes) 11.2 லட்சம் கி. மீ. (7 லட்சம் மைல்) தூரத்திலும் அணுகுகின்றன. இவை மிகவும் சிறிய பொருட்களானமையால் நெருங்கி வருவதால் ஒருவித ஆபத்தும் நேரிடாது.

**போட்டின் விதி (Bode's Law):** 1747ஆம் ஆண்டில் பிறந்த ஜெர்மன் நாட்டுக் கணித மேதையான ஜோஹான் எலேர்ட் போட் (Johann Elert Bode) என்பவர் சூரியனிலிருந்து கிரகங்களின் தூரங்களுக்கென ஒரு விதியைக் கண்டுபிடித்தார். 0, 3, 6, 12, 24, ... என்ற தொடரை எழுதுங்கள். (முதலுறுப்பைத் தவிர ஏனைய உறுப்புகளில் ஒவ்வொன்றும் அதன் முன்னையதின் இரு மடங்கு). இத் தொடரில் ஒவ்வொரு உறுப்புடனும் நான்கைக்கூட்டினால் 4, 7, 10, 16, 28... என ஒரு புதிய தொடர் உண்டாகும். சூரியனிலிருந்து பூமியின் தூரம் 10 எனக் கொண்டால், ஏனைய கிரகங்களின் தூரங்களை (கடைசி இரண்டையும் தவிர) இத்தொடரிலுள்ள இலக்கங்கள் ஓரளவு குறிக்கும். அடுத்த பக்கத்திலேயுள்ள அட்டவணை எவ்வளவு தூரம் இவ்விதி சரியாகுமெனக் காட்டுகிறது.

சூரியனிலிருந்து பூமியின் தூரம் 10 ஆயின் வியாழனின் தூரம் 52 ஆகும். அதாவது வியாழன் பூமியிலும்



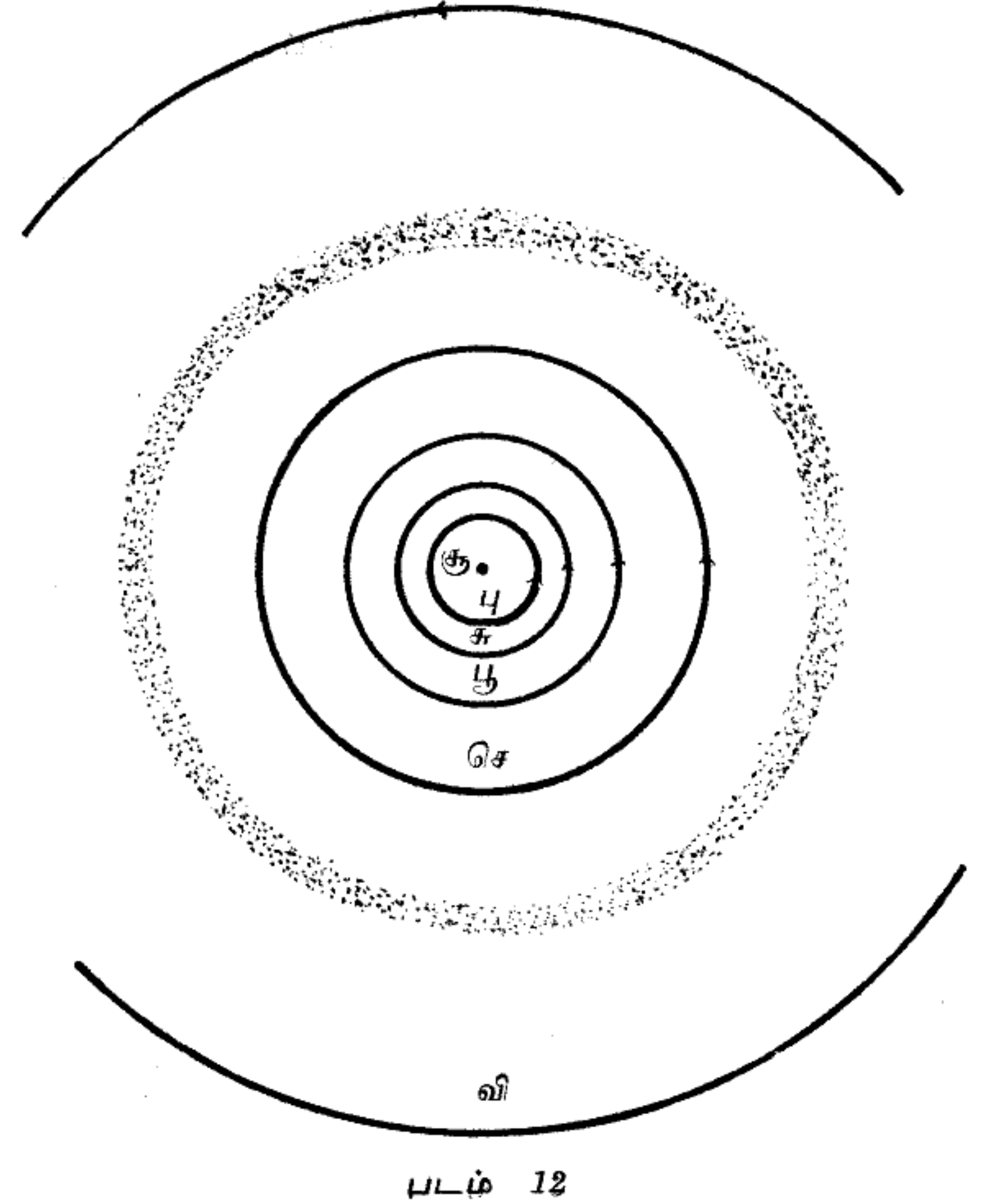
பார்க்க 5.2 மடங்கு தூரத்திலிருக்கிறது. இங்கு கிரகங்களின் சராசரி தூரங்களே குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நெப்ரியூன், புளூட்டோ ஆகிய கடைசி இரண்டு கோள்களுக்கும் இவ்விதி பொருந்தவில்லை. இவ்விதி கண்டு

	புதன்	சுக்கிரன்	பூமி	செவ்வாய்		வியாழன்	சனி	யுரேனஸ்	நெப்ரியூன்	புளூட்டோ
போட்டின் விதியின்படி	4	7	10	16	28	52	100	196	388	772
உண்மையான தூரம்	3.9	7.2	10	15.2		52	95.4	192	300.7	390

பிடிக்கப்பட்ட காலத்தில் அஸ்டராய்ட்ஸ் என்னும் விண்துகள்களோ அல்லது யுரேனஸ், நெப்ரியூன், புளூட்டோ ஆகிய கடைசி மூன்று கிரகங்களோ கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை. யுரேனஸ் கண்டு பிடித்ததும் அதன் தூரம் இவ்விதிக்கமைய இருப்பதைக் கண்டனர். மேலும் 28 இல் ஒரு வெளியிருப்பதைக் கண்ட விஞ்ஞானிகள் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்குமிடையே ஒரு கிரகம் இருக்க வேண்டுமென்ற முடிவுக்கு வந்தனர். விண்ணை ஆராய்ந்து இந்தக் கிரகத்தைக் கண்டுபிடிக்கவென விஞ்ஞானிகளின் ஒரு குழு நியமிக்கப்பட்டது. செரஸ் என்னும் விண்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடன் அதன் தூரம் இந்த விதிக்கு அமைவாக இருப்பதைக் கண்டனர்.

இத்தூரங்கள் ஏன் இந்த விதிக்கமைய இருக்கவேண்டுமெனக் கூற முடியாதெனினும் இந்த விதியைப் புறக்கணித்துவிட முடியாதிருக்கிறது. கிரகங்களின் உற்பத்தியைப் பற்றிய உண்மையை எப்போதாவது அறிய முடிந்தால் ஒருவேளை இந்த விதியைப் பற்றியும் அறிய முடியும்.

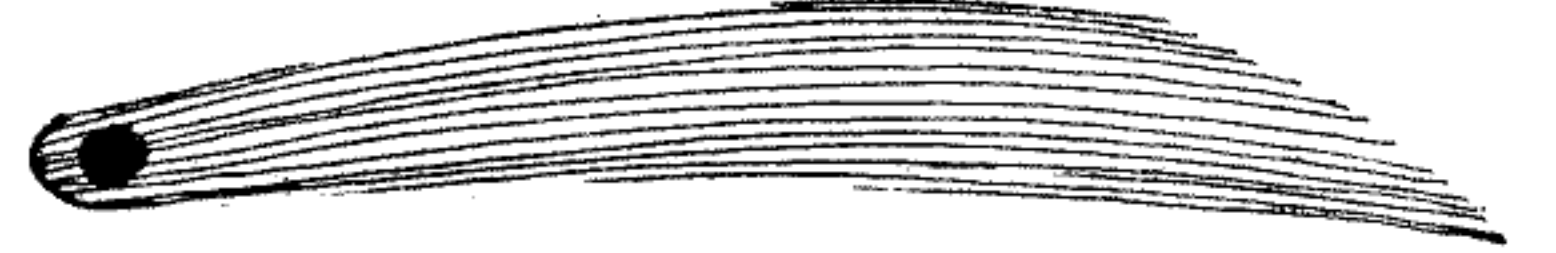
செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்குமிடையில் ஒரு கிரகம் இருந்திருக்க வேண்டுமென்றும் அதில் வாழ்ந்த மக்கள் மிகவும் கொடியவர்களாயிருந்தமையால் கடவுள் அதை அழித்





திருக்கவேண்டுமென்றும் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த கெப்ளர் கூறியிருந்தார். ஆனால் அக்கிரகத்திலிருந்தவர்கள் நம்மிலும் பார்க்க விஞ்ஞானத்தில் மிகவும் முன்னேறியிருந்தனரென்றும் அணுகுண்டுகளிலும் பார்க்க மிகவும் சக்தி வாய்ந்த ஆயுதங்களைப் பாவித்ததினால் அக்கிரகமே அழிந்துவிட்டதென்றும் ஒரு அபிப்பிராயம் இப்போது நிலவுகிறது. இது உண்மையாயின் நமது பூமியிலுள்ள வல்லரசுகளுக்கு இது ஒரு எச்சரிக்கையாயிருக்க வேண்டும்!

ஆகாயத்திலே தோன்றும் காட்சிகளில் வால்வெள்ளிகளே மிகவும் அபூர்வமானவை. ஆதிகால மக்கள் வால்வெள்ளியைக் கண்டால் தமக்கோ அல்லது நாட்டுக்கோ ஏதோ பெருங்கெடுதி விளையப்போகிறதென மிகவும் அஞ்சி நடுங்கினர். ஷேக்ஸ்பியர் என்னும் புகழ்பெற்ற ஆங்கில மகாகவி தனது 'ஜூலியஸ் சீசர்' என்னும் நாடகத்தில் "மன்னர்கள் இறக்கும்போது வால்வெள்ளிகள் தோன்றும்" என்னும் பொருள்படக் கூறியிருக்கிறார். இக்காலத்திலே கூட இப்படி ஒரு நம்பிக்கை மக்களிடையே நிலவுவதை நாம் காணலாம். வால்வெள்ளியைத் தூமகேது என்றும் சொல்லுவர்.



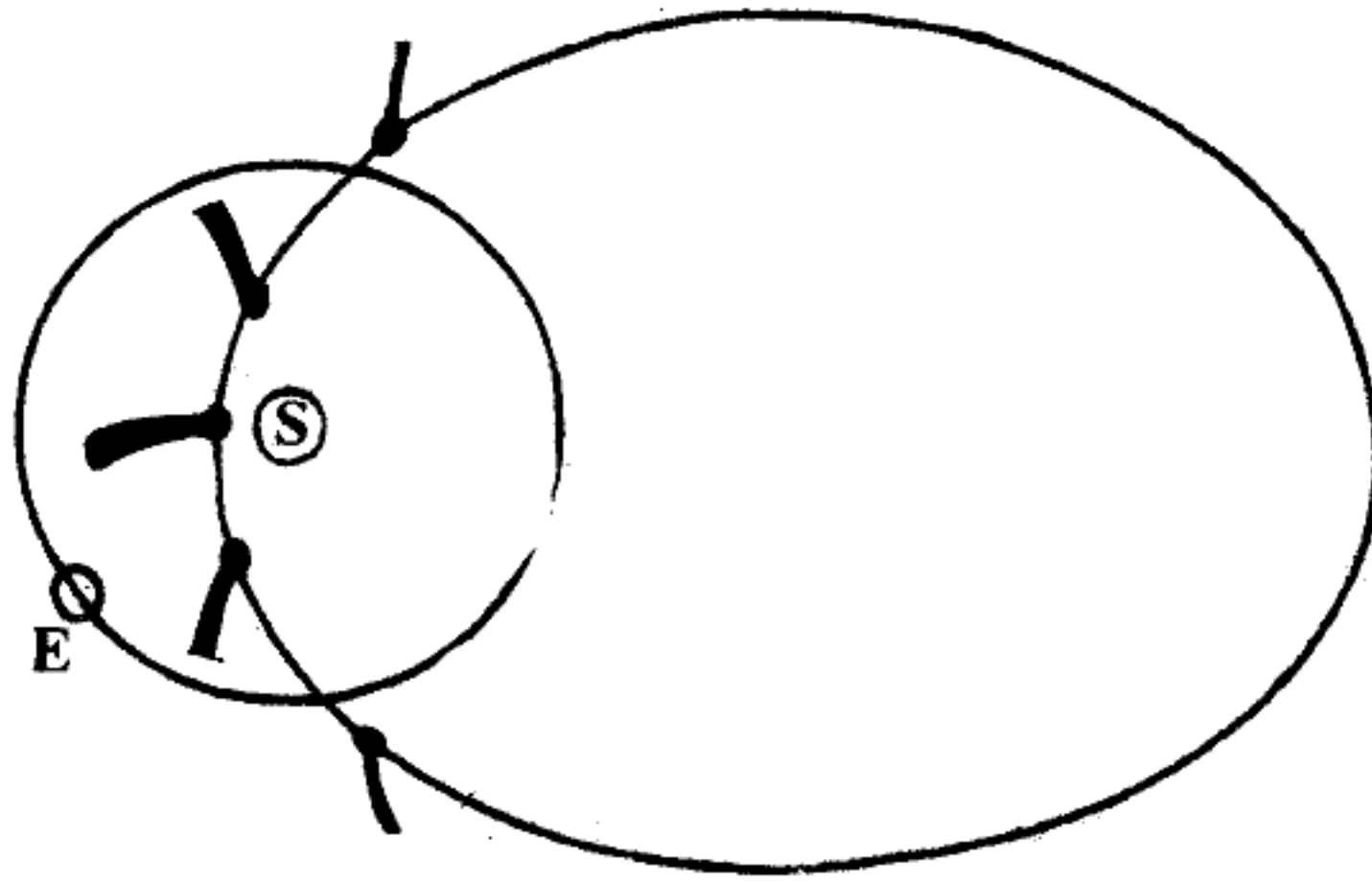
படம் 13

வால்வெள்ளிகளில் பெரும்பாலும் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. அவற்றுள் முக்கியமானது கரு (Nucleus) எனப்படும். இது ஒரே திண்மமாக இல்லாமல் பலகோடி சிறு பொருட்களைக் கொண்டிருக்கும். அடுத்ததாக, இதனைச் சுற்றி தடித்த முகில்களாலாகியது போல ஒரு பிரமாண்டமான படலம் (Coma) இருக்கும். மூன்றாவதாக இவற்றிலிருந்து நீண்டு துடைப்பம் போலக் காட்சியளிக்கும் வால். மேற்கூறிய படலத்தின் ஒரு பகுதியே சூரியனின் சக்தியால் உந்தப்பட்டு வாலாக நீண்டிருக்கும்.

வால்வெள்ளிகளின் உற்பத்தி, தன்மை முதலியனபற்றி இன்னும் திட்டமாகத் தெரியாதெனினும் இவையும் சூரிய



குடும்பத்தின் கிரகங்களைப் போலவே அசைவு விதிகளுக்கமைந்து இயங்குகின்றன. இவற்றின் பாதைகளும் சூரியனை ஒரு குவியத்தே கொண்ட நீள்வளையங்களாகும். எனவே இவை வெளியிலிருந்து வரும் பொருட்களல்லவென்றும் சூரிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த உறுப்புகளே என்றும் கருதப்படுகின்றது. ஆனால் கிரகங்களின் பாதைகளைப் போலல்லாது இவற்றின் பாதைகள் மிகவும் நீண்ட நீள்வளையங்களாக இருக்கும். இதனால் சில சமயங்களில் சூரியனுக்கு மிகச் சமீபத்திலும் வேறு சில வேளைகளில் மிகவும் தூரத்திலும் இவை செல்லுகின்றன. மேலும் இவற்றின் பாதைகள் ஏனைய கிரகங்களின் பாதைகளைப் போல ஒரே தளத்தில் இல்லாமல் வேறு வேறு தளங்களில் அமையும். சில வால்வெள்ளிகளின் பாதையின் தளம் கிரகங்களின் பாதைகளின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாகவும் இருக்கும்.



படம் 14

படம் 14இல் பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதையும் ஒரு வால்வெள்ளி செல்லும் பாதையும் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. வெகு தூரத்தில் வரும்போது இது ஏனைய கிரகங்களைப் போலவே இருக்கும். சூரியனுக்குச் சமீபத்தில் வரும்போது இதற்கு ஒரு வால் தோன்றும். இந்த வால் எப்போதும் சூரியனுக்கு எதிர்த் திசையிலேயே நீண்டிருக்கும். சூரியனை விட்டு அப்பால் சென்றவுடன் மறுபடியும் இந்த வால் அற்றுப் போய்விடும். இவற்றின் வால்கள் மிகவும் நீளமானவை. பல லட்சம் கிலோ மீட்டர் நீண்டிருக்கும். சில சமயங்களில் இவ்வாலுக்கூடாகப் பூமி செல்லவும் கூடும். அப்படிப் போகும்போது பூமிக்கு ஒரு விதத் தீங்கும் விளையாது. 1910ஆம் ஆண்டு மே மாதம் 19ஆம் தேதி ஹலியின் வால்வெள்ளியின் (Halley's Comet) வாலுக்கூடாகப் பூமி சென்றது. அப்போது அதன் வால் ஏறக்குறைய 3.2 கோடி கி.மீ. (2 கோடி மைல்) நீளம் இருந்தது. வால்வெள்ளியின் தலை பூமியுடன் மோதினால் ஆபத்து ஏற்படலாம். ஆனால் அதன் வால் எவ்வித கெடுதியையும் விளைவிக்காது.

பூமியில் கடைசியாகத் தெரிந்த மிகவும் பிரகாசமான வால்வெள்ளி ஹலியின் வால்வெள்ளியாகும். இது சூரியனுக்குச் சமீபத்தில் 8.8 கோடி கி.மீ. (5.5 கோடி மைல்) தூரத்தில் வந்து, பின் 38 வருடங்களில் மிகவும் தொலைவில், அதாவது 528 கோடி கி.மீ. (330 கோடி மைல்) தூரத்துக்குச் சென்று பின் 38 வருடங்களில் மீண்டும் சூரியனுக்கு அண்மையில் வரும். அது ஒருமுறை சூரியனைச் சுற்றி வர 76 வருடங்களாகும். விஞ்ஞானிகள் எதிர்பார்த்தபடி 1758, 1835, 1910, 1986 ஆகிய ஆண்டுகளில் தோன்றிற்று. மறுபடியும் 2061ஆம் ஆண்டு இது தோன்றும்.

எனினும் 1910ஆம் ஆண்டிலே தெரிந்ததுபோல மிகவும் பெரிதாகவும் பிரகாசமாகவும் 2061ஆம் ஆண்டிலும் தெரி



யாது. மீண்டும் அதேபோலப் பெரிதாகத் தெரிவதற்குப் பல ஆண்டுகளாகும்.

சில வால்வெள்ளிகளின் பாதை நீள்வளையமாக இல்லாமல் பரவளைவு (Parabola) ஆக இருக்கும். இவை மறுபடியும் நமக்குத் தோன்றாமலே விண்ணிலே மறைந்து விடும்.

இரவுகளில் நாம் ஆகாயத்தை நோக்கும்போது சில வேளைகளில் நட்சத்திரங்களைப்போன்ற சில பொருட்கள் திடீரென ஒரு திசையிலிருந்து இன்னொரு திசைக்கோ அல்லது மேலிருந்து கீழோ வெகு விரைவாக ஓடி மறைவது போலக் காட்சியளிப்பதைப் பார்த்திருக்கிறோம். இவையே விண்கற்களாகும். இவை அநேகமாகச் சிறு பொருட்களாக இருக்கும். இவையும் சூரியனைச் சுற்றி விண்ணில் சென்று கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றின் வேகம் ஏறக்குறைய நொடிக்கு 42கி.மீ. (26 மைல்) ஆகும். இவற்றுள் சில பூமியின் பவன மண்டலத்துக்குள் பிரவேசித்து விடுகின்றன. இவை இப்படி மிகவும் அதிக வேகத்துடன் பவனமண்டலத்துள் புகும்போது காற்றுடன் உராய்வதினால் இவை மிகவும் சூடாகி நெருப்புப் பிடிக்கின்றன. இப்படி நெருப்புப் பிடித்து ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போதுதான் நமக்கு மேற்கூறியவாறு காட்சியளிக்கின்றன. இவற்றுள் பெரும்பான்மையானவை பவனமண்டலத்திலேயே முழுவதும் எரிந்துவிடுகின்றன என்பதால் பூமியில் வந்து விழுவதில்லை. ஆனால் சில விண்கற்கள் மிகவும் பிரமாண்டமானவை என்பதால் இவை முழுவதும் எரிந்து விடாது அதிக வேகத்துடனும் மிகுந்த ஒளியுடனும் பெரிய சத்தத்துடனும் பூமியில் வந்து விழுகின்றன. இப்படி இவை பூமியில் விழுவது மிக மிக அருமையாதலின் நாம் பயப்பட வேண்டியதில்லை. இவை விழுந்தாலும் அதிர்ஷ்டவசமாக சமுத்திரங்கள், வனாந்தரங்கள், காடுகள் முதலிய மக்கள் சஞ்சாரமில்லாத பகுதிகளிலேயே விழுந்திருக்கின்றன. பிரமாண்டமான இக்கற்கள் மிகுந்த வேகத்துடன் விழுவதால் பூமியில் பெரிய குழிகளை உண்டாக்குகின்றன. அமெரிக்காவில் அரிசோனா (Arizona) பாலைவனத்தில் பிரமாண்டமான ஒரு



குழி காணப்படுகிறது. இது 1260மீ. (4200 அடி) விட்டமும் 170மீ. (570 அடி) ஆழமும் உடையது. ஒரு பெரிய விண்கல் விழுந்ததினால் இது உண்டாகியிருக்கவேண்டுமென்றே நம்பப்படுகிறது. இதனைச் சுற்றியுள்ள விளிம்பில் ஏறக்குறைய 700 வயதுடைய ஸீடர் மரங்கள் (Cedar trees) நிற்கின்றன எனவே, இக்குழி 700 வருடங்களுக்கு முன் உண்டாகியிருக்க வேண்டும்.

1908 ஜூன் 30 ஆம் தேதி சைபீரியாக் காட்டின் வடமத்திய பகுதியில் ஒரு பெரிய விண்கல் விழுந்து ஏறக்குறைய 9,000 சதுர கி.மீ. (3,500 சதுர மைல்) அழிக்கப்பட்டது. இக்கல் சிதறிப் பல துண்டுகளாகப் பூமியில் விழுந்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில், இப்பரப்பில் பல குழிகள் காணப்படுகின்றன. இக்குழிகளில் மிகப் பெரியது சுமார் 45மீ (150 அடி) விட்டமுடையது.

விண்கற்களுக்கும் வால்வெள்ளிகளுக்கும் ஒரு நெருங்கிய தொடர்பிருக்கிறது. இத்தொடர்பு பியல்லா வால்வெள்ளியினால் (Biella's Comet) மிகவும் திட்டமாக நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வால்வெள்ளி சுமார் 6.62 வருடங்களுக்கு ஒருமுறை சூரியனைச் சுற்றிவந்துகொண்டிருந்தது. 1846ஆம் ஆண்டில் பூமிக்குச் சமீபத்தில் வந்தபோது அது இரு துண்டுகளாகப் பிரிந்ததை அவதானித்தார்கள். 1852ஆம் ஆண்டில் அது மறுபடியும் நமக்கு அண்மையில் வந்தபோது இன்னும் பல துண்டுகளாகப் பிரிந்திருந்தது. அதன்பின் அது காணப்படவேண்டிய காலங்களில் தோன்றவில்லை. ஆனால் 1872ஆம் ஆண்டு நவம்பர் மாதம் 27ஆம் தேதி மிகவும் அதிசயமான ஒரு விண்கல் கூட்டம் காணப்பட்டது. அன்று பூமியானது, மறைந்த அந்த வால்வெள்ளியின் பாதையைக் கடந்து சென்றது. அவ்வால்வெள்ளி இருந்திருந்தால் அதே இடத்தைச் சில நாட்களுக்கு முன் அது கடந்து சென்றிருக்கும். மேலும், அதன்பின்னரும் அதே காலப் பிரமாணங்களில் விண்கல் கூட்டம் தோன்றுவதைக் கண்டனர். எனவே,

சிதைந்துபோன வால்வெள்ளிகளின் துகள்களே இவ்வாறு விண்கற்களாகத் திரிகின்றன என நம்பப்படுகின்றது. எனினும் எல்லா விண்கற்களும் உடைந்த வால்வெள்ளிகளிலிருந்து வந்தன என்று கொள்ளமுடியாதென்றும் ஒரு சாரார் எண்ணுகின்றனர்.



இதுவரை நாம் சூரிய குடும்பத்தின் உறுப்புகளான கிரகங்கள் முதலியவற்றைப்பற்றி அறிந்தோம். இவற்றின் தூரங்கள் யாவும் இத்தனை கோடி மைல்கள் என்று இலகுவாகக் கூறினோம். இனி, நாம் சூரிய தொகுதிக்கப்பால் சென்று மிகமிகத் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்களைப்பற்றி அறியும்போது அவற்றின் தூரங்களை இப்படிச் சுலபமாகக் கூறமுடியாது. ஏனெனில் இவற்றின் தூரங்களைக் குறிப்பிடும்போது 'ஒரு கோடி கி.மீ.' என்ற அலகு மிகவும் சிறியதாக இருக்கும். ஆகவே, நாம் இனிச் செல்லும் புதிய உலகிற்கு ஒரு புதிய தூர அலகு காண வேண்டும். ஒரு நொடியில் 2,97,000 கி.மீ. தூரம் செல்லும் ஒளியானது ஒரு வருடத்தில் 96 லட்சம் கோடி கி.மீ. (2,97,000×60×60×24×365) அதாவது  $9.6 \times 10^{12}$  கி.மீ. தூரம் செல்லும். இத்தூரத்தை ஓர் 'ஒளியாண்டு' என்பர். நட்சத்திரங்களின் தூரங்களை இவ்வொளியாண்டு அலகிலேயே கூறுவது வழக்கம். ஒளி சந்திரனிலிருந்து நம்மையடைய ஒன்றரை நொடிக்கும் குறைய எடுக்கிறது. சூரியனிலிருந்து வர எட்டு நிமிஷங்கள் எடுக்கிறது. ஆனால் நமக்கு மிகவும் அண்மையிலுள்ள அல்பா சென்ரோறி (Alpha Centauri) என்னும் நட்சத்திரத்திலிருந்து நம்மையடைய  $4\frac{1}{2}$  வருடங்கள் எடுக்கிறது. அதன் தூரத்தை  $4\frac{1}{2}$  ஒளியாண்டுகள் எனலாம். இது மிகவும் அண்மையிலுள்ள விண்மீனாகும். தொலைவிலுள்ள விண்மீன்களின் தூரங்கள் பலகோடி ஒளியாண்டுகளாகும்.

ஓரிரவிலே நாம் ஒரு வெளியான இடத்தில் நின்று ஆகாயத்தை நோக்கினால் பல்லாயிரக்கணக்கான விண்மீன்களைக் காணலாம். இவை யாவும் அநேகமாகக் கூட்டம் கூட்டமாகச் சேர்ந்திருக்கின்றன. சில விண்மீன்கள் சிறிய கூட்டங்களாகவும் சில பெரிய கூட்டங்களாகவும் இருக்கின்றன. இக்கூட்டங்களை உற்று அவதானித்தால் இவை

சிலசில உருவங்களை ஒத்திருப்பதைக் காணலாம் ஆதி கால மக்கள் இந்த உருவங்களைக் கொண்டு இவற்றிற்குக் கரடி, சிங்கம், இடபம், தேள், மீன் என்றெல்லாம் பெயர் வைத்திருக்கின்றனர். ஒரு உருவத்தில் காணப்படும் விண்மீன்கள் யாவும் ஒரே கூட்டமாக ஒன்றாகக் காணப்பட்டாலும் அவையெல்லாம் பூமியிலிருந்து ஒரே தூரத்திலில்லை. அவற்றில் ஒன்று சில ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலும் இன்னொன்று பல நூறு ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலும் இன்னுமொன்று பல ஆயிரம் ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலும் வேறொன்று பல கோடி ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலும் இருக்கும். ஆனால் நமக்குப் பார்ப்பதற்கு ஏதோ எல்லாம் ஒன்றாக இருப்பதுபோலத் தெரிகின்றன.

சூரியனைப்போலவே இவ்விண்மீன்கள் யாவும் கிழக்கில் உதித்து மேலோங்கிச் சென்று பின் மேற்கில் மறைகின்றன போல நமக்குத் தோன்றுவதும் பூமியின் சுழற்சியினாலே தான். பூமி மேற்கிலிருந்து கிழக்காகத் தன்னைத்தானே சுற்றும்போது இவையாவும் அதற்கெதிர் திசையிலே செல்லுவது போலக் காட்சியளிக்கின்றன.

மேற்கூறிய விண்மீன் கூட்டங்கள் யாவும் பல நூற்றாண்டுகளாக மாறாமல் அதே உருவங்களுடனும், இவ்வுருவங்களும் ஒன்றுக்கொன்று மாறாத ஒரே தொடர்பு நிலையுடனும் அமைந்திருக்கின்றன. எனவே, இவ்விண்மீன்கள் அசையாமல் அப்படியே இருப்பது போலத் தோன்றுகின்றன. ஆனால் உண்மையில் நட்சத்திரங்கள் அதிவேகத்துடன் அசைந்துகொண்டிருக்கின்றன. கடலில் ஒரு கப்பல் தொலைவில் சென்றுகொண்டிருக்கும்போது அது அசையாமல் நிற்பதுபோலக் கரையில் நிற்பவர்களுக்குத் தோன்றும். அதுபோலவே, விண்மீன்களும் நம்மிலிருந்து மிகமிகத் தொலைவில் இருக்கிறபடியால் அவற்றின் அசைவு நமது புலக்கண்களுக்குத் தெரிவதில்லை.



இரவில் ஆகாயத்தில் தெரியும் பல ஆயிரக்கணக்கான விண்மீன்களுடன் சிலசமயம் இரண்டொரு கிரகங்களையும் காணக்கூடியதாக இருக்கும். இக்கிரகங்களை நாம் கண்டுபிடிப்பதெப்படி? விண்மீன்கள் யாவும் நமது சூரியனைப் போன்றவை. சூரியனும் இந்த நட்சத்திரங்களுள் ஒன்றாகும். ஆகவே சூரியனைப்போலவே விண்மீன்களும் தம் சுய ஒளியுடன் பிரகாசிக்கின்றன. அவற்றை நாம் உற்றுநோக்கினால் அவை விட்டுவிட்டு ஜொலிப்பது போலிருக்கும். கிரகங்களுக்கு சுயமான ஒளியில்லை. சூரிய ஒளி இவற்றில் விழுந்து தெறிப்பதனாலேயே இவை நாம் பார்க்கக்கூடியதாக இருக்கின்றன. விண்மீன்களை போல விட்டுவிட்டு மிளிர்ராமல் ஒரே ஒளியுடன் இவை காணப்படும். மேலும் கிரகங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு இன்னொரு வழியுமுண்டு. சில இரவுகள் தொடர்ந்து நாம் ஆகாயத்தை நோக்கி வந்தால், இக்கிரகங்கள் மெதுவாக அசைந்து செல்வதை அறியலாம். ஒரிரவு ஒரு கிரகம் ஒரு விண்மீன் கூட்டத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்படும். சில இரவுகளின் பின் அக்கிரகம் அதே கூட்டத்தில் இன்னொரிடத்தில் காணப்படும். இன்னும் சில இரவுகளின் பின் அக்கிரகமானது அக்கூட்டத்தை விட்டு அடுத்த கூட்டத்துக்குள் பிரவேசிக்கும். இப்படியே தொடர்ந்து சில இரவுகள் அவதானித்தால் விண்மீன் கூட்டங்களுக்கூடாக இவை அசைந்து செல்வதைக் கொண்டு இவை கிரகங்கள்தாம் என அறிந்துகொள்ள முடியும்.

விண்மீன்களில் சில மிகவும் பிரகாசமாகவும் சில மிக மங்கலாகவும் ஏனையவை இவையிரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட ஒளியுடையவையாகவும் காணப்படுகின்றன. இதற்கு இவற்றின் தன்மையும் தூரமும் பருமனுமே காரணமாகும். மிகவும் பெரிய விண்மீன்கள்கூட மிகவும் தொலைவில் இருந்தால் மங்கலாகத் தெரியும். சிறிய நட்சத்திரங்களும் மிக அண்மையில் இருந்தால் பிரகாசமாகத் தோன்றும். இவற்றின் பிரகாசத்தைக் கொண்டு ஆறு

பிரிவுகளாகப் பிரித்திருக்கின்றனர். முதல் தர விண்மீன்கள் மிகவும் பிரகாசமாகத் தோன்றுபவை. சுமார் இருபது நட்சத்திரங்கள் முதல் தரத்தைச் (Ist magnitude) சேர்ந்தவை. இவை வேறு கூட்டங்களில் இருந்தாலும் இவற்றிற்குத் தனிப்பெயர்கள் இடப்பட்டிருக்கின்றன. சிரியஸ் (Sirius), ரைகல் (Rigel), கப்பெலா (Capella), வேகா (Vega), பீற்றில்ஜியஸ் (Betelgeuse), ஆல்டபிரான் (Alder bran), ஸ்பைக்கா (Spica), பொலக்ஸ் (Pollux), ரெகுலஸ் (Regulus) என்பன முதல் தர விண்மீன்களுள் சில. இவற்றிலும் சிறிது ஒளி குறைந்தவை இரண்டாந் தர விண்மீன்களாகும். சுமார் அறுபது நட்சத்திரங்கள் இரண்டாந் தரத்திலுள்ளன. இவற்றைவிட முதல்தர விண்மீன்கள் இரண்டரை மடங்கு பிரகாசமானவை. இப்படியே ஒவ்



வொரு தர விண்மீன்களும் அதற்கடுத்த தர விண்மீன்களைவிட இரண்டரை மடங்கு ஒளி கூடியவை. சாதாரண மனிதனின் புலக் கண்களுக்குத் தெரியக்கூடிய மிக மங்கலான விண்மீன்களே ஐந்தாம் தரத்தவையாகும். ஆறாம் தர விண்மீன்கள் ஒரு சிலருக்கே தெரியும். இவற்றிலும் பார்க்க முதல்தர விண்மீன்கள் நூறு மடங்கு பிரகாசமானவை.

வானில் தோன்றும் விண்மீன்களில் சூரியனும் ஒன்று என முன்னர் அறிந்தோம். சூரியன் ஒரு சாதாரண, நடுத்தர நட்சத்திரமாகும். அதனிலும் பலமடங்கு பெரிய விண்மீன்களும் உள. சிறியவையும் உள. விண்மீன்களின் தூரங்களூடன் ஒப்பிடும்போது சூரியன் நமக்கு மிக அண்மையிலிருப்பதால் அது மிகவும் பெரிதாகத் தோன்றுகிறது. இதை நாம் நன்கு விளங்கிக்கொண்டால், சூரியனை



ஒன்பது கிரகங்கள் சுற்றி வருவது போல ஏனைய விண்மீன்களையும் பல கிரகங்கள் சுற்றி வரலாமென்று நாம் எண்ணுவதில் பிழையில்லை. அதாவது சூரிய குடும்பத்துக்கு சூரியன் மத்தியாக இருப்பதுபோல ஒவ்வொரு நட்சத்திரமும் ஒவ்வொரு குடும்பத்துக்கு மத்தியாக அமைந்திருக்கிறது.

உலகில் தற்போதுள்ள மிகவும் பெரிய தொலைநோக்கியால் பார்த்தாலும் நட்சத்திரங்கள் வெறும் ஒளிப்புள்ளிகளாகத் தெரியுமே தவிர பெரிதாகத் தெரியாது. ஆகவே அவற்றைச் சுற்றித் திரியும் கிரகங்களை நாம் காணவே முடியாது. எதிர்காலத்தில் ஏதாவது புதிய சாதனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டால் அவற்றின்மூலம் இக்கிரகங்கள் இருப்பதை நாமறிய முடியும். சூரியனின் கிரகங்களுள் ஒன்றாகிய பூமியில் நாம் வாழுகிறோம். மற்றக் கிரகங்களிலும் ஒன்றிரண்டில் உயிர்கள் வாழலாமெனக் கருதப்படுகிறது. இதேபோல ஏனைய விண்மீன்களின் சில கிரகங்களிலும் உயிர்கள் வாழலாமல்லவா?

அப்படி ஏனைய விண்மீன்களின் கிரகங்களில் மக்கள் வாழ்ந்தால் அங்கிருந்து நமது சூரியனைப் பார்த்தால் அது ஒரு சிறு நட்சத்திரம் போலவே அவர்களுக்குத் தெரியும் அம்மக்கள் விஞ்ஞான வளர்ச்சியடைந்தவர்களாய் இருந்தால் நமது சூரியனைச் சுற்றிக் கிரகங்கள் இருக்கலாமென்றும் அக்கிரகங்களில் உயிர்கள் வாழலாமென்றும் ஊகிப்பார்கள்.

நட்சத்திரக் கூட்டங்களுக்கு அவற்றின் உருவங்களுக்கேற்ப முன்னோர்கள் பெயர்கள் சூட்டியிருக்கிறார்கள் என முன்னர் அறிந்தோம். இக்கூட்டங்களில் சில அவற்றின் உருவங்களின் விசித்திர அமைப்பினாலோ அல்லது அவற்றிலுள்ள விண்மீன்களின் பிரகாசத்தினாலோ நம் கவனத்தைக் கவரக் கூடியவையாக இருக்கின்றன. சில உருவங்கள் அவ்வளவு தெளிவாகப் புலப்படுவதில்லை. எல்லாமாக 88 உடுக் கூட்டங்களுக்குப் பெயர்கள் இடப்பட்டிருக்கின்றன. சூரியன் தினமும் பூமியைச் சுற்றி வருவதுபோலக் காட்சியளிக்கும் பாதையை (ecliptic) ஒட்டிப் பன்னிரண்டு உடுக் கூட்டங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றை முறையே மேடம், இடபம், மிதுனம், கற்கடகம், சிங்கம், கன்னி, துலாம், விருச்சிகம், தனு, மகரம், சும்பம், மீனம் என்னும் பன்னிரு ராசிகள் (Signs of the Zodiac) என்பர். பூமி சூரியனைச் சுற்றிவர ஒரு வருடமாகும் ஆதலின் சூரியன் ஒவ்வொரு மாதமும் ஒவ்வொரு ராசியில் நிற்பதாகக் காட்சியளிக்கும். நமது இந்து சாஸ்திர முறைப்படி இந்தப் பன்னிரு தொகுதிகளையும் மேலும் 27 சிறு தொகுதிகளாகப் பிரித்து அவற்றை அஸ்வினி முதலிய 27 நட்சத்திரங்கள் என்பர். சந்திரன் ஒருமுறை பூமியைச் சுற்றிவர ஏறக்குறைய 27 நாட்கள் எடுக்குமாதலின் அது ஒவ்வொரு நாளும் இவ்விருபத்தேழு சிறு தொகுதிகளில் ஒவ்வொன்றைச் சராசரி கடக்கின்றது. சந்திரன் ஒரு நாளில் எந்த நட்சத்திரத்தில் நிற்கிறதோ அதையே அன்றைய நட்சத்திரமென்பர்.

சூரியனின் தோற்றப் பாதையில் இருக்கும் இந்தப் பன்னிரண்டு கூட்டங்களுடன், இப்பாதைக்கும் வடதுருவத்துக்குமிடையே 30 கூட்டங்களும், இப்பாதைக்கும் தென் துருவத்துக்குமிடையே 46 கூட்டங்களும் இருக்கின்றன. இவற்றிற்குப் புராதன மக்கள் தம் புராணங்களில் வரும் மக்களினதும் மிருகங்களினதும் பெயர்களைச்



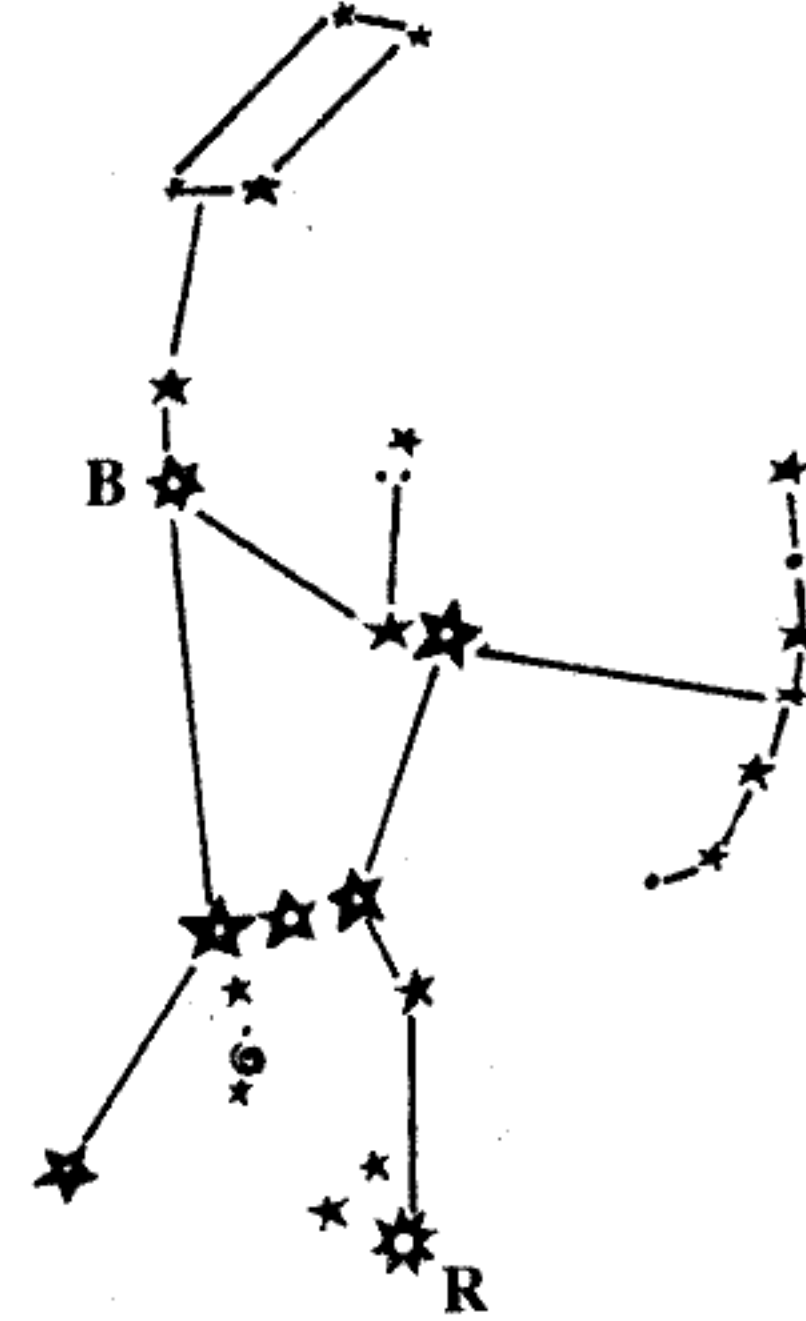
சூட்டியுள்ளார்கள். இக்கூட்டங்களைக் கண்டறிவதற்கு தொலைநோக்கியோ அல்லது வேறு கருவிகளோ வேண்டியதில்லை. சந்திரன் இல்லாத இரவுகளில் மரங்கள், வீடுகள், வீதிகளின் வெளிச்சங்கள் அதிகமில்லாத இடங்களில் நின்று வாளை நோக்கினால் பல உடுக் கூட்டங்கள் நன்றாகத் தெரியும். முதலில் சில சுலபமான உடுக் கூட்டங்களைத் தெரிந்து கொண்டால், பின் அதைத் தொடர்ந்து ஏனைய கூட்டங்களையும் அத்துடன் சில முக்கியமான தனி நட்சத்திரங்களையும் அறியலாம். இனிச் சில கூட்டங்களைப்பற்றி அறிவோம்.

## 1 ஓறயன் (Orion)

உடுக் கூட்டங்கள் எல்லாவற்றிலும் இதுவே மிகவும் கம்பீரமானது. இதனைக் கண்டுபிடிப்பதும் மிகவும் இலகுவாகும். இதன் நடுவில் மூன்று நட்சத்திரங்கள் ஒரே கோட்டில் சமதூரங்களில், குறுகிய இடையில் கட்டப்பட்ட ஒரு பட்டி (Belt) போலக் காட்சியளிக்கிறது. ஓறயன் ஒரு வேட்டைக்காரனாதலின் இப்பட்டியில் ஒரு வாள் தொங்கும். ஒரு கையில் கேடயமும் மறு கையில் ஓர் ஈட்டியும் இருக்கின்றன.

இத்தொகுதியில் மிகவும் பிரகாசமான விண்மீன்கள் அதிகம் இருக்கின்றன. பீற்றில்ஜியஸ் (Betelgeuse), ரைகல் (Rigel) ஆகிய இரு முதல் தர விண்மீன்களும் ஐந்து இரண்டாம் தர விண்மீன்களும் இதில் உள்ளன. வேறெந்தத் தொகுதியிலும் பிரகாசமான விண்மீன்கள் இவ்வளவு இல்லை. இதன் பட்டியிலிருந்து தொங்குகின்ற வாளில் உள்ள விண்மீன்களைத் தொலைநோக்கிமூலம் நோக்கினால் அதில் ஒரு நெபுலம் இருப்பதைக் காணலாம்.

\*நெபுலம்பற்றிப் பின்னர் அறிவோம்.



படம் 16

ஓறயனுக்குச் சமீபத்தில் மிகவும் பிரகாசமான ஒரு விண்மீன் உள்ளது. இதனையே சிரியஸ் (Sirius) என்பர். நமக்கு மிகச் சமீபத்தில் உள்ள விண்மீன்களுள் இதுவும் ஒன்றாகும். ஏறக்குறைய எட்டரை ஒளியாண்டு தூரத்தில் உள்ள இது சூரியனைப்போல 26 மடங்கு பிரகாசமானது. இது கிழக்கில் உதித்து மேற்கில் மறையும். மார்கழியிலிருந்து பங்குனிவரை சுலபமாகக் காணலாம்.

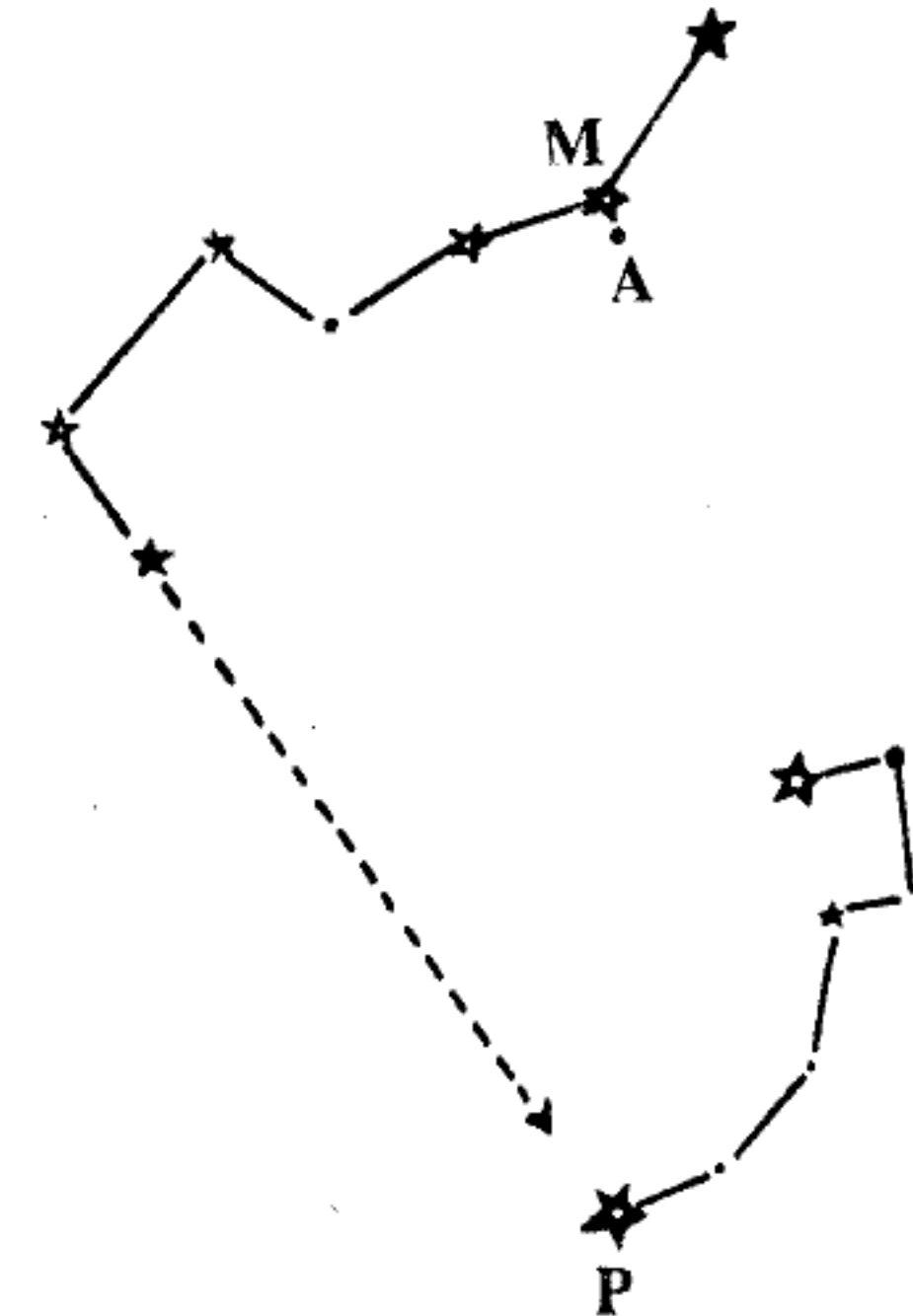


## 2 சப்தரிஷி மண்டலம்

வடக்குத் திசையிலே ஏழு நட்சத்திரங்கள் கைப்பிடியுள்ள ஒரு கோப்பை (Sauce Pan) போலத் தெரியும். இதனை ஆங்கிலத்தில் ஏர் (Plough) என்றும் பெருங் கரடி (Great Bear, Ursa Major) என்றும் கூறுவர். இந்து சாஸ்திரத்தில் இவை ஏழும் ஏழு ரிஷிகளாகக் கருதப்படுகின்றன. எனவே இத்தொகுதியை சப்தரிஷி மண்டலம் என்பர். இதன் கைப்பிடி போலுள்ள மூன்று நட்சத்திரங்களில் நடுவே உள்ளதை வசிஷ்டர் என்பர். ஆங்கிலத்தில் இது மிஸார் (Mizar) எனப்படும். மிகவும் நன்கு அவதானித்தால் இதன் அருகே ஒரு சிறு நட்சத்திரம் மங்கலாகத் தெரியும். இதுவே திருமண காலங்களில் மணமக்களுக்குக் காட்டப்படும் அருந்ததியாகும். இதனை அல்கோர் (Alcor) என்பர். கண் வைத்தியர்களின் பரிசோதனைக் கருவிகள் கண்டு பிடிக்கப்படுவதற்கு முன் இந்த அருந்ததியைப் பார்ப்பது ஒரு கண் சோதனையாகும். இதைப் பார்க்கக்கூடிய ஒரு வரின் கண் பார்வை சாதாரணமானதெனக் கருதப்பட்டது.

நாற்கோண வடிவிலுள்ள நான்கு விண்மீன்களில் முதலிரண்டையும் இணைத்து நீட்டினால் இவற்றின் இடைத் தூரத்தின் சுமார் ஐந்து மடங்கு தூரத்தில் துருவ நட்சத்திரத்தைக் (Pole Star) காணலாம். இது ஒரு இரண்டாந்தர விண்மீனாதலின் அவ்வளவு பிரகாசமாகத் தெரியாது. எனினும் இது ஒரு முக்கியமான விண்மீனாகும். பூமி தன்னைத் தானே சுற்றும் அச்சானது இந்த விண்மீனை நோக்கியே இருக்கிறது. எனவே பூமியின் வடதுருவத்திலே நின்று பார்த்தால் இது வானில் உச்சியிலே தெரியும். கிழக்கே உதித்து மேற்கே மறையும் ஏனைய விண்மீன்களைப் போலல்லாது இத்துருவ நட்சத்திரம் ஏறக்குறைய ஒரேயிடத்திலேயே இருக்கிறது. நமக்கு வடதிசையில் அடிவானத்துக்கு மேல் சுமார் 10° உயரத்தில் தெரியும்.

பெருங் கரடி



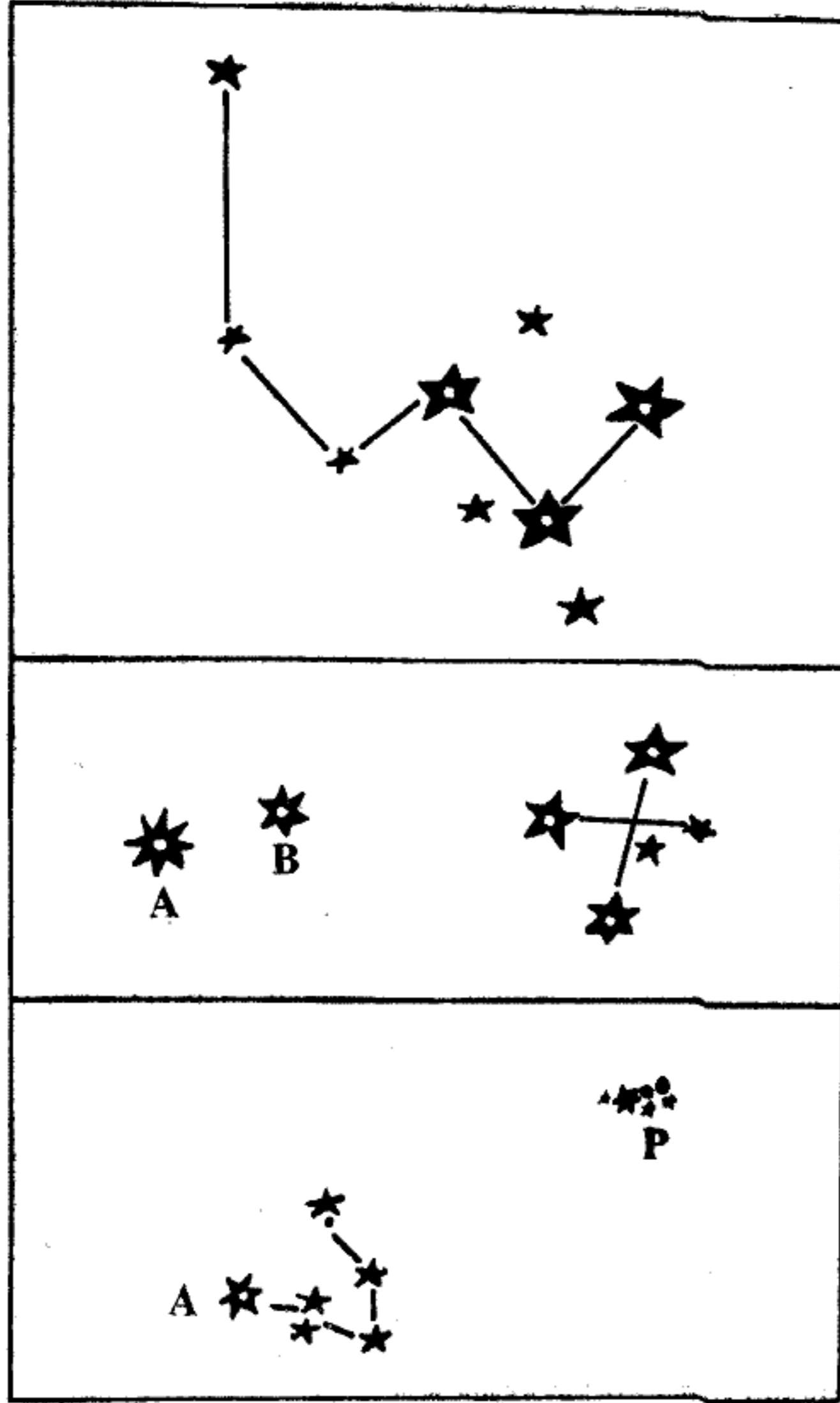
சிறு கரடி

படம் 17

## 3 சிறு கரடி. (Little Bear, Ursa Minor)

பெருங் கரடியைப் போலவே ஏழு விண்மீன்களைக் கொண்ட ஒரு சிறு தொகுதி. துருவ நட்சத்திரத்தை ஒரு அங்கமாகக் கொண்டது. இதிலுள்ள விண்மீன்கள் அவ்வளவு பிரகாசமானவையல்ல.





படம் 18

படம் 19

படம் 20

#### 4 கசியோப்பியா (Cassiopeia)

துருவ நட்சத்திரத்துக்கு ஒரு திசையில் பெருங்கரடியிருப்பதுபோல அதன் எதிர்த்திசையில் கசியோப்பியா இருக்கிறது. ஆகவே இவற்றில் ஒன்று மாலையில் தெரிந்தால் மற்றது அதிகாலையில் தெரியும். இது W எழுத்து வடிவத்தில் அமைந்திருக்கிறது. ஆவணியிலிருந்து மார்கழி வரை இரவில் வடக்கு வானில் காணலாம். (படம் 18)

#### 5 தென்சிலுவை (Southern Cross)

உடுக்கூட்டங்களில் மிகவும் சிறியதாகிய தென்சிலுவை தெற்குத் திசையில் மிகவும் அழகாகக் காணப்படும். இதன் நீண்ட தண்டை இணைத்து நீட்டினால் ஏறக்குறைய தென் துருவத்தை வந்தடையும். ஆனால் வடதுருவத்தில் துருவ நட்சத்திரம் இருப்பதுபோலத் தென் துருவத்தில் ஒளியுள்ள ஒரு நட்சத்திரமும் இல்லை.

இத்தொகுதிக்கு அருகில் சென்ரோறஸ் (Centaurus) என்னும் பெரிய கூட்டம் காணப்படுகிறது. தென்சிலுவையிலுள்ள சிறிய தண்டையிணைத்து இடதுபுறம் நீட்டினால் பீற்றா சென்ரோறி (Beta Centauri)யும் இன்னும் சிறிது தூரத்தில் அல்பா சென்ரோறி (Alpha Centauri)யும் உள்ளன. சென்ரோறஸ் தொகுதியின் மிகவும் பிரகாசமான இந்த அல்பா சென்ரோறி நமக்கு மிகவும் அண்மையில் உள்ள விண்மீனாகும். (படம் 19)

#### 6 இடபம் (Taurus)

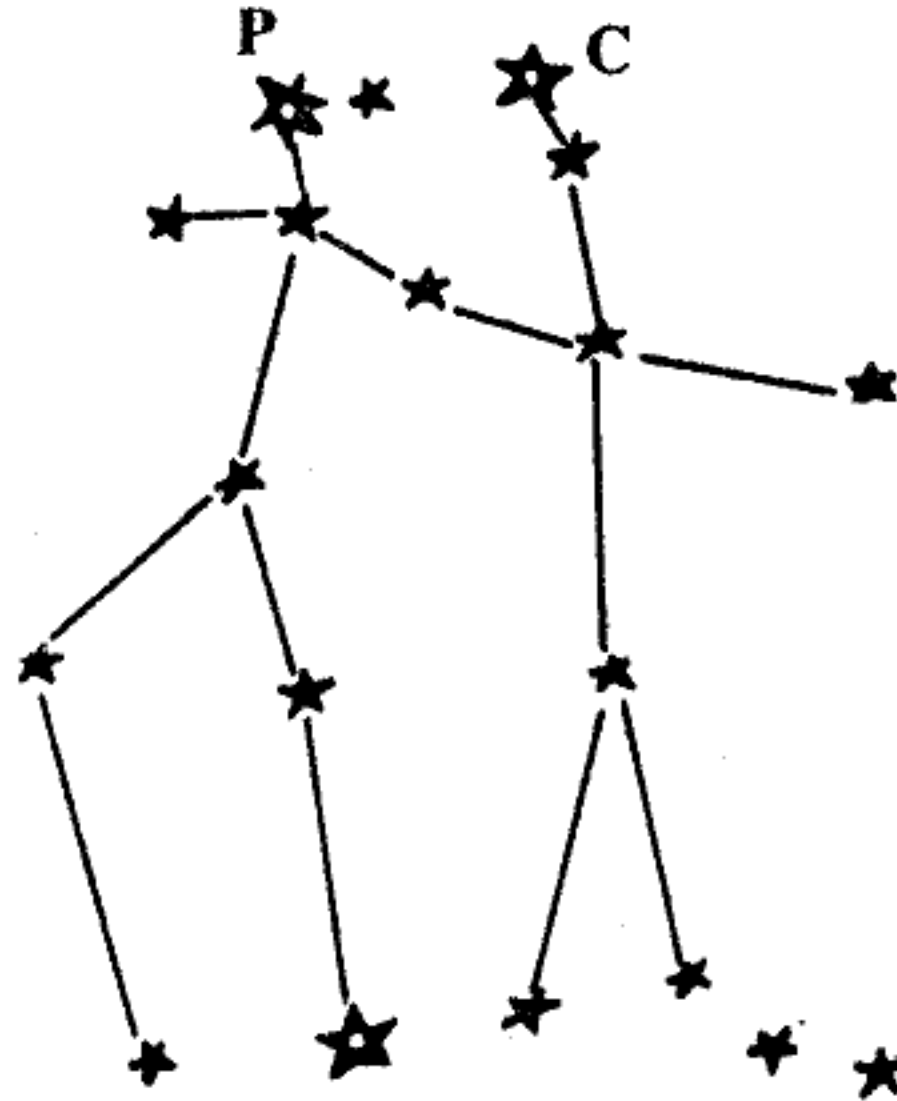
ஒறயனுக்கு ஒரு பக்கத்தில் சிரியஸ் இருக்க, நேரே அதன் எதிர்ப்பக்கத்தில் இடபம் என்னும் தொகுதி இருக்கிறது. V போன்ற ஒரு சிறிய கூட்டமே இதன் முக்கிய



உறுப்பாகும். இத்தொகுதியில் மிகவும் பிரகாசமான நட்சத்திரம் ஆல்ட்பரான் (Alderbaran) எனப்படும். இது ஒரு பிரமாண்டமான விண்மீன். சூரியனைவிட 36 மடங்கு விட்டமும் 100 மடங்கு பிரகாசமும் உடையது. 55 ஒளியாண்டு தூரத்திலுள்ளது. ஐப்பசியிலிருந்து பங்குனிவரை காணலாம்.

இத்தொகுதிக்கருகே மிகவும் மங்கலான விண்மீன்களைக் கொண்ட ஒரு சிறிய தொகுதி காணப்படும். உற்று நோக்கினால் இதில் ஆறு நட்சத்திரங்கள் தெரியும். இத்தொகுதியைப் பிளைடஸ் (Pleiades) என்பர். இதனையே ஆறு கார்த்திகைப் பெண்கள் கூடிய கார்த்திகை நட்சத்திரமென்று கூறுவர். (படம் 20)

## 7 மிதுனம் (Gemini)



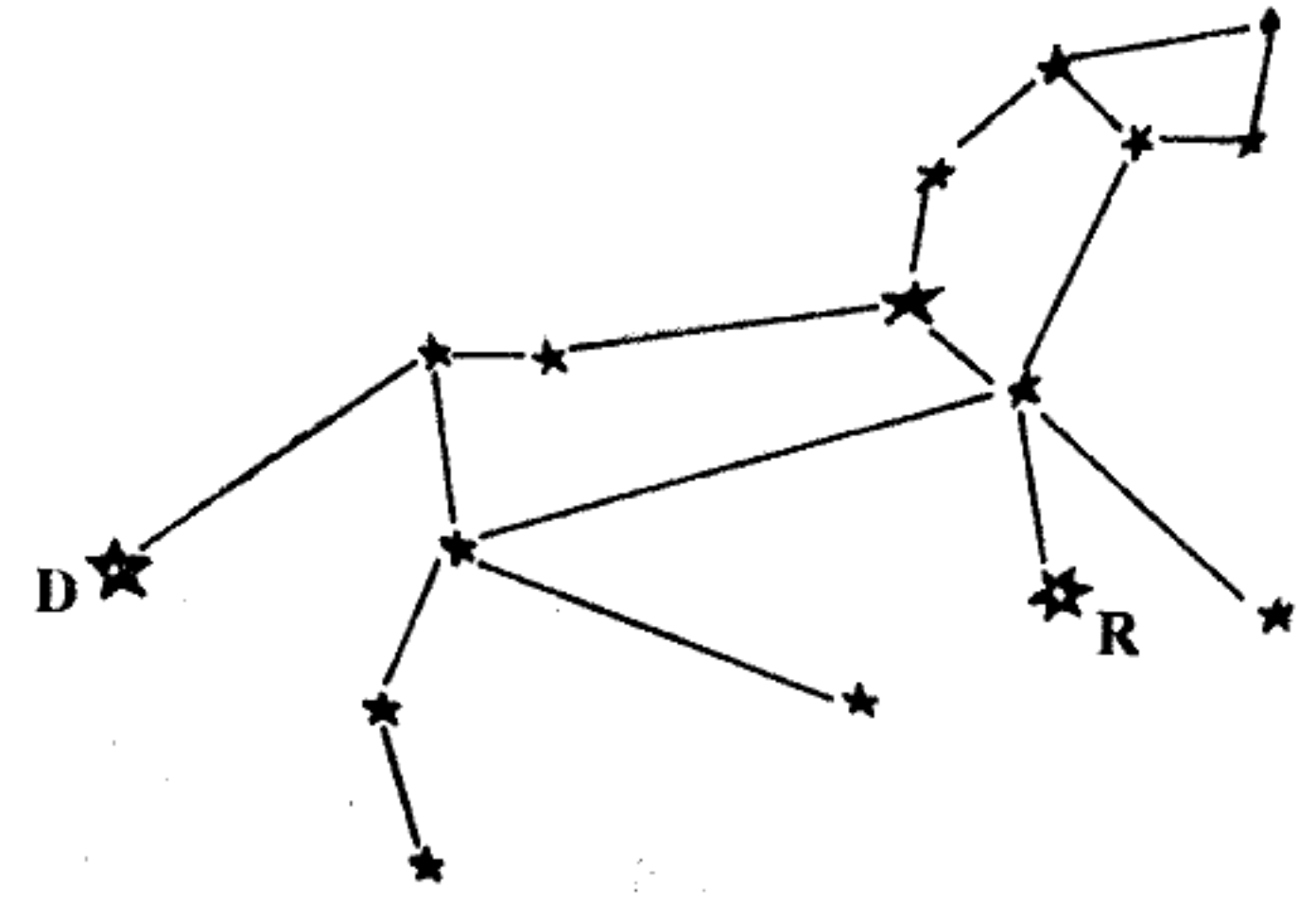
படம் 21

இத்தொகுதியை இரட்டையர் (Twins) என்றும் அழைப்பர். இரு பிரகாசமான விண்மீன்கள் இவற்றின் தலைகளாக அமைகின்றன. இந்த உடுக்கள் காஸ்டர் (Castor), பொலக்ஸ் (Pollux) எனப்படும். வெண்மை நிற முடைய காஸ்டரிலும் மஞ்சள் நிறமுடைய பொலக்ஸ் ஒளி கூடியதாகக் காணப்படும். இந்த இரு உடுக்களையும் இவற்றின் கால்களாக அமையும் இரு உடுக்களையும் தவிர ஏனையவை மிகவும் மங்கலானவை.

யுறேனஸ், புளுட்டோ ஆகிய இரு கிரகங்களும் இந்த உடுத்தொகுதிக்கு ஊடாகச் சென்றுகொண்டிருக்கும் போதே கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

இத்தொகுதியை மார்கழியிலிருந்து வைகாசிவரை காணலாம்.

## 8 சிங்கம் (Leo)



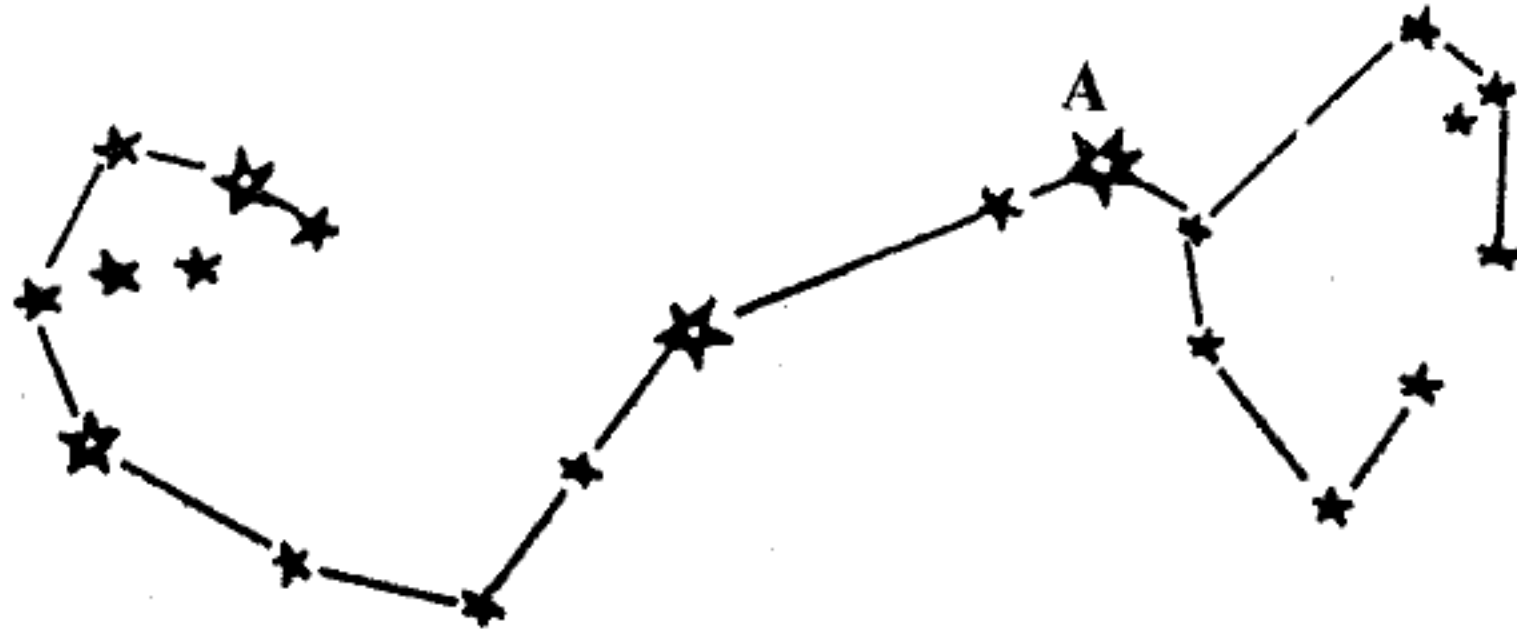
படம் 22

ஆ. - 6



இத்தொகுதியில் மூன்று பிரகாசமான உடுக்கள் இருக்கின்றன. இவற்றுள் மிக ஒளி மிகுந்தது ரெகுலஸ் (Regulus). இது சூரியனும் ஏனைய கிரகங்களும் செல்லும் பாதையிலேயே இருக்கிறது. சந்திரன் சில சமயங்களில் இந்த நட்சத்திரத்தை மறைக்கும். அப்போது அது ஒரு நல்ல காட்சியாக இருக்கும். சப்தரிஷி மண்டலம் தெரியும் போது இந்த நட்சத்திரத்தைக் கண்டுபிடிப்பது சுலபம். அதிலுள்ள நாற்கோணத்தின் நடுவிலுள்ள இரு விண்மீன்களையும் இணைத்துப் பின்புறமாக நீட்டினால் அக்கோடு இந்த நட்சத்திரத்துக்கூடாகச் செல்லும். இதனைக் கண்டுபிடித்துவிட்டால் சிங்கத் தொகுதியை எளிதில் அறியலாம். இது ஓர் அழகான உருவமாகக் காணப்படும். இதன் முன்னங்கால் நுனியில் ரெகுலஸ் இருக்கிறது. இதன் வால் நுனியிலிருக்கும் ஒளியுள்ள விண்மீன் தெனபோலா (Denebola) எனப்படும். இதன் தலைப்பகுதியிலுள்ள உடுக்கள் ஓர் அரிவாள் (Sickle) போல அமைந்திருக்கும். மாசியிலிருந்து ஆனிவரை இத்தொகுதியைக் காணலாம்.

### 9 விருச்சிகம் (Scorpio)



படம் 23

ராசித் தொகுதிகளில் மிகவும் அழகான உருவத்தை உடையது விருச்சிகமாகும். இரு கொடுக்குகளையும்

வளைந்த வாலையும் கொண்டு, பார்ப்பதற்கு ஒரு தேளைப்போலவே இருக்கும். பல ஒளியுள்ள விண்மீன்களைக் கொண்ட இத்தொகுதியில் மிகவும் பிரகாசமான உடு அன்ராறஸ் (Antares) எனப்படும். இது செந்நிற முடைய ஒரு முதல்தர விண்மீனாகும். இது சூரியனைவிட 300 மடங்கு விட்டமுடையதும் 3,000 மடங்கு ஒளியுள்ளது மான ஒரு பிரமாண்டமான விண்மீன். இதுவும் சில வேளைகளில் சந்திரனால் மறைக்கப்படுகிறது.

ஆடி, ஆவணி மாதங்களில் நன்றாகத் தெரியும்.

### இதர உடுக்கூட்டங்கள்

மிகவும் எளிதாகக் கண்டுபிடிக்கக்கூடிய சில கூட்டங்களைப்பற்றி இதுவரை அறிந்தோம். ஏனைய ராசித் தொகுதிகளையும் உடுக்கூட்டங்களையும் அறிய விரும்புவோர் ஆங்கிலத்தில் பிரசுரமாகியுள்ள விண்மீன் படப்புத்தகங்களில் (Star Atlas) ஒன்றை வாங்கிப் பார்க்க வேண்டும். இவற்றுள் சிறந்தது நோட்டன் விண்மீன் படப்புத்தகம் (Norton's Star Atlas). இதை வைத்துக்கொண்டு ஒரு வருடம் முழுவதும் இடையிடையே ஆகாயத்தை அவதானித்தால் அநேகமாக எல்லா உடுக்கூட்டங்களையும் தனிப் பெயருள்ள தனி விண்மீன்களையும் அறியலாம்.



ஓரிரவில் ஒரு வெளியில் நின்று நாம் ஆகாயத்தை நோக்கினால் ஆயிரக்கணக்கான விண்மீன்களை நம் புலக்கண்களினால் பார்க்கலாம். ஒரு தொலைநோக்கியின்மூலம் மேலும் பல ஆயிரம் உடுக்களைக் காணலாம். இதனிலும் பன்மடங்கு சக்திவாய்ந்த ஒரு தொலைநோக்கியின் ஊடாகப் பார்த்தால் இன்னும் பல்லாயிரக்கணக்கான நட்சத்திரங்களைக் காணலாம். ஆகவே, நம்மைச் சுற்றியுள்ள இவ்விண்மீன்கள் எல்லையில்லாமல் பரந்து கிடக்கின்றனவா? அல்லது இவற்றின் தொகைக்கு ஓர் எல்லை யுண்டா? இப்படிப்பட்ட கேள்விகளையெல்லாம் நன்கு ஆராய்ந்த விஞ்ஞானிகள் பல அதிசயமான உண்மைகளைக் கண்டறிந்தனர். நமக்குத் தெரிகின்ற விண்மீன்களும் நமது கண்ணுக்குத் தெரியாத பல கோடி விண்மீன்களும் சேர்ந்து ஒரு விசித்திரமான உருவத்தில் அமைந்திருக்கின்றன. தட்டையானதும் வட்ட வடிவமானதுமாகிய ஓர் உருவம். நடுவிலே தடிப்பாகவும் கரைகளிலே மெல்லியதாகவும் இருக்கும். இரண்டு அப்பங்களை ஒன்றின்மேல் ஒன்றைக் கவிழ்த்துவைத்தாற்போல் உள்ள உருவம். இதன் விட்டம் நடுப்பகுதியிலுள்ள இதன் தடிப்பிலும் பார்க்க ஆறுமடங்காகும். ஒளியானது இவ்விட்டத்தைக் கடக்க 1,20,000 ஆண்டுகளாகும். இந்த உருவத்திலுள்ள விண்மீன்களை நமது உடுத்தொகுதி (Our Galaxy) என்போம். இவ்வுடுத்தொகுதியிலே குறைந்தது மூவாயிரம் கோடி விண்மீன்களும் அதிகபட்சம் பதினாயிரம் கோடி விண்மீன்களும் இருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது. இவ்விண்மீன்கள் பல்வேறு அளவுகளையும் திணிவுகளையும் கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றுள் ஒரு நடுத்தர நட்சத்திரமானது நம் சூரியனிலிருந்து அதிகம் வேறுபட்டிருக்காது. இத்தொகுதியிலுள்ள விண்மீன்களை அவற்றின் அளவு திணிவு முதலியனவற்றைக் கொண்டு ராட்சச நட்சத்

திரங்களென்றும் (Giants), குள்ள நட்சத்திரங்களென்றும் (Dwarfs) இரு கூறாகப் பிரிப்பர். இக்குள்ளப் பிரிவில் உள்ள சில பெரிய நட்சத்திரங்களுள் நமது சூரியனும் ஒன்றாகும். ஆகவே, நம் சூரியன் ஒரு பெரிய நட்சத்திரமல்ல, சிறியதுமல்ல; இவை இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு சாதாரண நட்சத்திரமாகவே இருக்கிறது.

எனினும், நம்மைப் பொறுத்த அளவில் சூரியன் மிகவும் முக்கியமான ஒரு நட்சத்திரமாகும். இப்படியான ஒரு நட்சத்திரம் நமது உடுத்தொகுதியிலே முக்கியமான ஓர் இடத்திலிருக்குமென்று நாம் எதிர்பார்ப்போம். ஆனால் நமது சூரியனுக்கு இத்தொகுதியிலே ஒரு முக்கியத்துவமும் அளிக்கப்படவில்லை. உண்மையில் இத்தொகுதியின் மத்தியிலிருந்து சுமார் மூவாயிரம் ஒளியாண்டு தூரத்திலேயே சூரியன் இருக்கிறது.



படம் 24

நமது உடுத்தொகுதியின் தோற்றம். இதில் சூரியன் இருக்குமிடம் X எனக் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

இத்தொகுதியில் நமக்கு அண்மையிலிருக்கும் நட்சத்திரங்களையே நாம் கண்களினாலோ அல்லது தொலைநோக்கிகளின் உதவியினாலோ பார்க்கக் கூடியதாக இருக்கிறது. நமது இவ்வுடுத்தொகுதியிலேயே மிகவும் தொலைவிலிருக்கும் பல கோடி நட்சத்திரங்களை நாம் தொலைநோக்கிகளின் மூலம் கூடப் பார்க்க முடியாமல் இருக்கிறது. எனினும் இவற்றை அண்மையிலுள்ள விண்மீன்களைப்போலத் தனித்தனி நட்சத்திரங்களாகக் காண முடியாவிட்டாலும், இவற்றின் ஒளி ஒன்று சேர்ந்து



ஆகாயத்தில் மங்கலான ஒரு படலம்போல சில சமயத்தில் காட்சியளிப்பதை நாம் பார்க்கலாம். இப்படலத்தையே 'பால்வழி' (Milky Way) என்பர். சந்திரனும் முகில்களும் இல்லாத ஓரிரவில் நாம் வாளை நோக்கினால் சில இடங்களில் மிகவும் தடிப்பாகவும், சில இடங்களில் மிக மெல்லியதாகவும், ஆகாயத்தின் குறுக்கே மிகவும் மங்கலான ஓர் ஒளிபோல இப்பால்வழியைக் காணலாம். நமது சூரியனானது இத்தொகுதியின் நடுப்பகுதியில் இல்லாது ஒரு கரையிலே இருப்பதனால் நாம் இங்கிருந்து அந்நடுப்பகுதியின் திசையை (அதாவது, தனு ராசியின் திசையை) நோக்கினால் அங்கு பால்வழி மிகவும் பிரகாசமாகவும் அடர்த்தியாகவும் விசாலமானதாகவும் இருப்பதைக் காணலாம்.

எனவே, நாம் முக்கியமாக அறியவேண்டியது என்னவென்றால் நமது கண்களால் காணக்கூடிய பல ஆயிரக்கணக்கான நட்சத்திரங்களும், பால்வழியிலே உள்ள நாம் பிரித்துக் காண முடியாத கோடிக்கணக்கான நட்சத்திரங்களும் சேர்ந்ததே நமது உடுத்தொகுதி (Our Galaxy) ஆகும். மிகவும் சாதாரணமான ஒரு விண்மீனாகிய நமது சூரியனை இத்தனை கிரகங்கள் இவ்வளவு ஒழுங்காகச் சுற்றி வருகின்றன என்றால், நமது புலக்கண்களினால் காணக்கூடியதும் காணமுடியாததுமான ஒவ்வொரு நட்சத்திரத்தையும் மத்தியாகக் கொண்டு பல கிரகங்கள் சுற்றிவரலாமென்று நாம் ஊகிக்கலாமல்லவா? தொலைவிலே தெரியும் ஒரு விண்மீனை நாம் பார்க்கும்போது அவ்விண்மீனை மையமாகக் கொண்டு சில கிரகங்கள் அதனைச் சுற்றிவரலாமென்றும் அக்கிரகங்களுள் சிலவற்றில் நம்போன்ற உயிரினங்கள் வாழலாமென்றும் நாம் எண்ணும்போது நாம் இந்த அகில அண்டத்தின் படைப்பைக்கண்டு மிகவும் வியப்படையலாமல்லவா?



படம் 25

நமது புலக் கண்களுக்குத் தோன்றும் விண்மீன்களும், நம் கண்களினாலோ தொலைநோக்கிகளினாலோ தனித்தனியாகப் பிரித்துக் காணமுடியாதபடி பால்வழியில் பொதிந்து கிடக்கும் விண்மீன்களும் சேர்ந்ததே நம் உடுத்தொகுதி என்று முன்னர் அறிந்தோம். இதன் உருவம் இரண்டு தாளங்களை ஒன்றாகச் சேர்த்தாற்போலிருக்கும். இனி நாம் இவ்வுடுத்தொகுதியையும் கடந்து அப்பால் சென்றால் பல கோடானு கோடி ஒளியாண்டு தூரத்திற்கு ஒரே வெளியாயிருக்கும். அதன்பின் வேறுவேறு திசைகளில் இதே போல இன்னும் பல உடுத்தொகுதிகள் இருக்கின்றன. இவ்வுடுத்தொகுதிகளையே நெபுலங்கள் என்பர். நமது உடுத்தொகுதியிலிருப்பது போலவே ஒவ்வொரு நெபுலத்திலும் பல ஆயிரம் கோடி விண்மீன்கள் இருக்கின்றன. இந்த நெபுலங்கள் அநேகமாக சுற்றுவளைய வடிவமாக உள்ளன, எனவே இவற்றைச் சுற்று



வளைய நெபுலங்கள் (Spiral Nebulae) என்பர். நமது உடுத் தொகுதியும் இந்த வடிவத்தையே கொண்டிருக்கிறது.

நம் உடுத்தொகுதி உட்பட எல்லா நெபுலங்களும் தம்மைத் தாமே சுற்றுகின்றன. நெபுலம் சுற்றும்போது ஒரு திண்மத் தட்டு அல்லது ஒரு சில்லு போலச் சுற்றுவ தில்லை. நெபுலத்திலுள்ள வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ் வேறு வேகத்தில் சுற்றுகின்றன. ஒரு கோப்பையில் உள்ள நீரைத் தடியால் சுற்றினால் அந்நீர் சுற்றுவது போலவே நெபுலங்களும் சுற்றுகின்றன. சூரியனும் நமது உடுத் தொகுதியின் மையத்தைப் பற்றி ஒரு நொடிக்கு 272 கி.மீ. (170 மைல்) வேகத்துடன் செல்கிறது. ஒருமுறை சுற்றிவர 25 கோடி வருடங்கள் எடுக்கிறது. இப்படிச் சுற்றி வரும்போது தன்னுடைய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கிரகங் களையும் உபக்கிரகங்களையும் தன்னுடனேயே கொண்டு செல்கிறது. பல ஆயிரக்கணக்கான நெபுலங்கள் இப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றுள் நமக்கு மிக அண்மையில் இருப்பதும் மிகவும் பிரகாசமானதும் அண்ட்ரோமீடா (Andromeda) நெபுலமாகும். இது ஏறக் குறைய பதினைந்து லட்சம் ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலிருப் பதாகக் கணிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் விட்டம் ஏறத் தாழ் ஒரு லட்சத்து நாற்பதாயிரம் ஒளியாண்டுகளாகும். எனவே, இது நமது உடுத்தொகுதியிலும் பெரிதாகக் கருதப்படுகிறது. இதை M<sub>31</sub> அல்லது NGC 224 என அழைப்பர். (படம் 25)

இப்படி ஏராளமான நெபுலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த நெபுலங்கள் யாவும் மிகவும் அதிக வேகத்துடன் ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து செல்கின்றன என்று கருதப்படுகிறது. 'விரிகின்ற அண்டம்' (The Expanding Universe) என்னும் கொள்கையை இது நிரூபிக்கிறதென்று எடிங்ரன் முதலானோர் கூறுவர்

கிரகங்கள் யாவும் ஒரே திசையிலேயே சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றனவென்று முன்பு அறிந்தோம். விண் துகள்களும் பெரும்பாலான உபக்கிரகங்களும் இதே திசையிலேயே இயங்குகின்றன. மேலும் எல்லாக் கிரகங்களின் பாதை களும் ஏறக்குறைய ஒரே தளத்திலேயே அமைந்திருக் கின்றன. இந்த ஒழுங்கான அமைப்பிலிருந்து கிரகங்களின் உற்பத்தியில் ஒரு பொதுவான அம்சம் இருக்கவேண்டு மென்று ஊகிப்பது பிழையாகாது. அண்டத்தின் உற் பத்தியைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி (Cosmogony) பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலேயே ஆரம்பித்தது. அதற்கு முன் ஒருவரும் இதைப்பற்றி அவ்வளவாகச் சிந்திக்கவில்லை. எல்லாம் இறைவனின் படைப்பு என்று எண்ணி வாளாயிருந்தனர் போலும்!

1745ஆம் ஆண்டில் லூயி பபன் (Louis Buffon) என்னும் பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி கிரகங்களின் உற்பத்தியைப்பற்றி ஒரு புதிய கொள்கையை வெளியிட்டார். ஒரு பெரிய வால் வெள்ளி சூரியனுடன் மோதியதால் சூரியனிலிருந்து சிறு பகுதிகள் சிதறிப் பிரிந்தன என்றும் இப்பகுதிகளே நாள டைவில் குளிர்ந்து கிரகங்களாயின என்றும் இவர் கூறி னார். லப்லாஸ் (Laplace) என்னும் இன்னொரு பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி 1796ஆம் ஆண்டில் இன்னொரு கொள்கையை வெளியிட்டார். இவருடைய கூற்றின்படி சூரியமண்டல மானது கோடானு கோடி வருடங்களுக்கு முன் ஒரு நெபுலத்தைப் போல ஒரு வாயுமண்டலமாக அமைந் திருந்தது. அதன் வெளிப்புறத்திலுள்ள வாயுப்பகுதிகள், உட்பகுதிகளிலும் பார்க்க மிகவும் வேகமாகச் சுழன்று கொண்டிருந்தன. பின்னர் சூரியனின் மத்தியரேகையி லுள்ள இவ்வெளிப்பகுதிகள் உட்பகுதிகளிலிருந்தும் பிரிந்து வேறாகி வளையங்களாகச் சூரியனைச் சுற்றிக் கொண்டிருந்தன. பின் இவ்வளையங்கள் சிறிது சிறிதாகக் குளிர்ச்சியடைந்து திண்மப் பொருள்களாகிக் கிரகங்



களாயின. இக்கொள்கை 150 வருடங்களாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருந்தது! அதன்பின் பல காரணங்களைக் காட்டி இக்கொள்கை கைவிடப்பட்டது.

1900ஆம் ஆண்டில் சேம்பர்லின் (Chamberlin), மோல்ரன் (Moulton) என்ற இரு அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் சூரியனுக்கு மிக அண்மையில் ஒரு நட்சத்திரம் சென்றதனால் அதன் ஈர்ப்பு சக்தியால் சூரியனிலிருந்து பல பகுதிகள் பிரிந்து பின் கிரகங்களாயின என்று இன்னொரு கொள்கையை வெளியிட்டனர்.

பிரித்தானிய வானியலாளரான சேர் ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ் (Sir James Jeans) என்பவர் 1916 ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்ட ஒரு கொள்கையின்படி ஒரு நட்சத்திரம் சூரியனை அணுகியபோது சூரியனிலிருந்து பிரமாண்டமான வாயுப்பகுதி ஒன்று பொங்கி எழுந்து அது நீளமாக இழுபட்டுச் சூரியனிலிருந்து பிரிந்து பின் பல கோடி ஆண்டுகளில் சிறிது சிறிதாகக் குளிர்ந்து கிரகங்களாயின.

இப்படி பல விஞ்ஞானிகள் காலத்துக்குக் காலம் கிரகங்களின் உற்பத்தியைப் பற்றிய பல கொள்கைகளை வெளியிட்டனர். எனினும், இன்றுவரை இக்கொள்கைகளில் ஒன்றாவது முற்றிலும் ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடியதாக இல்லை. ஆனால் சூரியனிலிருந்து பிரிந்த பொருட்களே காலப்போக்கில் கிரகங்களாக மாறின என்ற ஒன்று மட்டும் எல்லோராலும் ஓரளவுக்கு ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடியதாக உள்ளது. இவை எப்படிச் சூரியனிலிருந்து பிரிந்தன என்பதில் அபிப்பிராய பேதங்கள் இருக்கின்றன.

## பின்னிணைப்பு : 27 நட்சத்திரங்களின் ஆங்கிலப் பெயர்கள்

1. அஸ்வினி	Hamal & Sheraton	Alpha & Beta Arietis
2. பரணி	—	41 Arietis
3. கார்த்திகை	Pleiades	Alpha Tauri
4. ரோகிணி	Aldebaran	Lambda Orionis
5. மிருகசீரிடம்	—	Alpha Orionis
6. திருவாதிரை	Betelgeuse	Alpha & Beta Gemini
7. புனர்பூசம்	Castor & Pollux	Delta Cancri
8. பூசம்	—	Epsilon Hydrae
9. ஆயிலியம்	—	Alpha Leonis
10. மகம்	Regulus	Delta & Theta Leonis
11. பூரம்	Zosma	Beta Leonis
12. உத்தரம்	Denebola	Delta Corvus
13. அத்தம்	—	Alpha Virginis
14. சித்திரை	Spica	



15. சுவாதி	Arcturus	Alpha Bootis
16. விசாகம்	—	Alpha Librae
17. அனுஷம்	—	Delta Scorpis
18. கேட்டை	Antares	Alpha Scorpis
19. மூலம்	—	Gamma Scorpis
20. பூராடம்	—	Delta & Epsilon Sagittarii
21. உத்தராடம்	Nunki	Rho Sagittarii
22. திருவோணம்	Altare	Alpha Aquilae
23. அவிட்டம்	—	Alpha & Beta Delphinus
24. சதயம்	—	Lambda Aquarii
25. பூரட்டாதி	—	Alpha & Beta Pegasi
26. உத்தரட்டாதி	—	Alpha Andromedae
27. ரேவதி	—	Zeta Piscis