

# படவருகலையில் எறியங்கள்



க. சுணராசா

B.A.Hans (Cey) M.A.S.L.A.S.

கமலம் பதிப்பகம்





# படவரைக்கிலையில் எறியங்கள்



ஆக்கிரோன்:

க. அண்ணாசா, B. A. HONS. (Cey), M. A. SLAS



விற்பனை உரிமை :

ஸ்ரீ வங்கா புத்தகைசாலை  
காங்கேசன்துறை வீதி  
யாழ்ப்பாணம்

விலை ரூபா : 22-80  
30/-

முதற் பதிப்பு: சப்பிரீ 1965

## PROJECTIONS

BY:

K. KUNARAJAH, B.A. M.O.S (Cey.). M. A. S.I.S.

Published By :

**ANBU VEIYEEedu**

5, SEENIAR BANE,

JAFFNA.

இல- ஈ. பி. பி. / டி / 449

## சான்றிதழ்

படவரை கணியில் எறியக்கள்—க. குனராஜ

1952-ம் ஆண்டு பெப்ரவரி மாதம் 25-ந் திங்கி வெளிவந்துள்ள இலங்கை அரசாங்க ஈர்த்தமானப் பத்திரிகையில் உறவி நல் கொட்டுப்பழும் உள்மொழிப்பாட்சைகளைக்கூடும், இதுபாலைப் பாடசாலைகளுக்கும், ஆசிலப்பாடசாலைகளுக்குமான ஒழுங்குச் சட்டத்திலி 10 (A) பிரிவில் பிரசரிக்கப்பட்டதற்காகைய இப்புத்தகம் ஈ. பொ. த- (ஈதாரண) (பயர்த்த) வகுப்புகளில் புதிய கூல்படிப்பித்தற்கு ஓர் உப பாடப் புத்தகமாக 1971-ம் ஆண்டு திசேம்பர் மாதம் 31-ம் திங்கி வரை உபயோகித்தற்கு வித்தியாதிபதி அவர்களால் அகிளிகிக்கப்பட்டுள்ளது.

(ஓப்பம்) ஜே, பெ. வீரசேகர,

செயலாளர்

பாடநூற் பிரசர ஆலோசனைச் சபை

பாடநூற் பிரசர ஆலோயனைச் சபை;

மலைய் வீதி, கொழும்பு-2 9-10-66.

## ஏற்பாடு

ஏற்பாடு என்றால் கூறுவதை முடிந்துகொண்டு

### காணிக்கை

என்ன இந்தீஸ்க்கு உயர்த்தி,  
ஆசான்கிய என் அண்ணருக்கும்,  
அண்ணிக்கும் இந்நூல் என் அன்பின்  
காணிக்கை.

க. ரு.

## முன்று ரை

---

**‘படவரைகளையில் எறியங்கள்’ எனும் இந்நால் தமிழ்மொழி மூலம் கல்விகற்கும் மாணவர்களுக்கும், கற்பிக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் நான் சமர்ப்பிக்கும் மூன்றுவது நால், பல்கலைக்கழகத்தில் புவியியற் சிறப்புக்களை இறுதி யாண்டு மாணவர்களுக்கும், பொதுக்கலைத் தேர்வு மாணவர்களுக்கும் இவ்வாண்டு ‘எறியங்களை’க் கற்பித்த அனுபவத்தின் காரணமாக இந்நால் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது என தமிழ்களின்றேன். இந்நாலின் விரிவு சிலகாரணங்களுக்காக குறைக்கப்பட்டிருக்கின்றது, கல்விப்பொதுத்தராதரப்பத்திர(உயர்தர)வகுப்பு மாணவர்களுக்கும், பொதுக்கலைத் தேர்வு மாணவர்களுக்கும் பயன்படக்கூடியவை இந்நாலை ஆக்கியுள்ளேன்.**

எறியங்களை இரு முறைகளில் அமைக்க முடியும் ஒன்று வரைப்பட முறைமூலம்; மற்றது திரிகோணகணித முறைமூலம். திரிகோணகணித முறைமூலம் எறியங்களை அமைக்கக் கற்பவர்கள், இலங்கையைப் பொறுத்தமட்டில் புவியியற் சிறப்புக்களை மாணவர்களாவர். கல்விப்பொதுத்தராதரப்பத்திர(உயர்தர)வகுப்பு மாணவர்களும், பொதுக்கலைத் தேர்வு மாணவர்களும் வரைப்பட முறைமூலம் எறியங்களை அமைக்கும் விதம் பற்றியே கற்றல் வேண்டும். அதனால் தான் இந்நாலில் எறியங்களை வரைப்பட முறைமூலம் எவ்வாறு அமைக்கலாம் என்பதை விளக்கியுள்ளேன்.

இந்நாலில் சில புதிய வார்த்தைக்கோர்வைகள் விளக்கம் கருதிப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. எறியங்களை அமைக்கும் விதமிபற்றி வரைப்பட முறைமூலம் விளக்க நேர்ந்ததால், அவர்த்தைக்கோர்வைகள் அத்தியாவசியமாகப்பட்டன. அகலக்கோட்டிற்குரிய பாகைக்கோடு, நியமச் சமாந்தரத்திற்குரிய பாகைக்கோடு, 10 பாகைக்குரிய

பரிதி இடைவெளி முதலியன் அவற்றுட் சில, இடம் கருதி அவை உபயோகிக்கப் பட்டிருப்பதனால், அர்த்தம் சிதைவு படாதுள்ளது.

மிகக்குறுகிய காலத்துள் இந்நாலினே ஆக்குவதற்கு என் நண்பர்கள் பலர் உதவியாயிருந்துள்ளனர். திரு.த. சிவ விங்கம் என் நன்றிக்கு முதற்கண் உரியவர். கலைச்சொற் களை அகரவரிசைப்படுத்தி உதவிய செல்வி ம. சண்முகம் அவர்களுக்கும். திரு. கே. பாலசுந்தரம் அவர்களுக்கும் என் இதயம் கணிந்த நன்றிகள். ஆக்கபூர்வமான ஆலோசனைகள் அளித்த நண்பர்கள் வெ. நந்தாஜா, எஸ். கே. யர்மேஸ் வரன், ச. சிவநாதன் அவர்களுக்கும், கூடவே இருந்து எழுதுவதற்கு ஊக்கம் தந்த பண்டிதர் ம. தூகலிங்கம் அவர்களுக்கும் எவ்வளக்யில் நன்றி கூறினும் போதா.

இந்நாலினேத் தமிழுலகம் ஆதரிக்கும் என்ற நம்பிக்கை எனக்குண்டு.

வணக்கம்.

புதியற்பகுதி  
பல்கலைக்கழகம்  
பேராதனை  
27-4-65

அண்டு  
க. குணராசா



## பொதுக்கம்

**அத்தியாயம் ஒன்று**

அகலநெடுங்கோடுகள் எனும் கற்பணக் கோடுகள்:—  
ஏவியின் வடிவம்—புவி உண்மையில் கோளவழவினதா?—  
வலைப்பிள்ளைர் கோடுகள்—அகலக்கோடுகள்—நெடுங்கோடு  
கள்—கணித்தல்.

பக்கம் 1—14

**அத்தியாயம் இரண்டு**

எறியங்கள்:—எறியங்களை வரையும்போது கவனிக்க  
வேண்டிய தன்மைகள்—அளவுத்திட்டம்—யரப்பு—உருவு—  
திசை—இலகு அமைப்பு—எறியங்களின் பாருபாடு

பக்கம் 15 24

**அத்தியாயம் மூன்று**

உச்சியெறியங்கள்:—நிழற்கடிகார உச்சியெறியம்—  
தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியம்—செங்குத்து வரைப்பட  
உச்சியெறியம்—சமபரப்பு உச்சியெறியம்—சமதூரஉச்சியெறியம்

பக்கம் 25—48

**அத்தியாயம் நான்கு**

கூம்பெறியங்கள்:—ஒரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக்  
கூம்பெறியம்—இரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறி  
யம்—பொன்னின் எறியம்

பக்கம் 49—65

**அத்தியாயம் ஐந்து**

உருளையெறியங்கள்:—சமபரப்பு உருளையெறியம்—சம  
தூரா உருளையெறியம்—மேக்காற்றேவின் எறியம்—சைன்வளை  
கோட்டெறியம்—மொலுவீட்டின் எறியம் பக்கம் 66—87

**அத்தியாயம் ஆறு**

எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல் பக்கம் 88—95

களைச் சொற்கள் பக்கம் 97 98

## வினாக்கப்பட வீரங்

---

| படம் | வினாக்கம்                                | பக்கம் |
|------|--|--------|
| 1    | புயியீன் விட்ட அளவுகள்                   | 3      |
| 2    | புகோத்தின் அலை நெடுக்கோடுகள்             | 5      |
| 3    | அலை, நெடுக்கோடுகள்                       | 6      |
| 4    | அடித்தளவிலைகள், மையப்புள்ளி,<br>பாகைமாளி | 10     |
| 5    | ஈகலங்கோடுகளைக் கணித்தல்                  | 11     |
| 6    | ஈகலங்கோடுகளின் ஆராட்சுகள்                | 12     |
| 7    | நெடுக்கோடுகளைக் கணித்தல்                 | 13     |
| 8    | கோளம்                                    | 15     |
| 9    | சமபரப்புப் பேணப்படுதல்                   | 19     |
| 10   | உருவும்                                  | 20     |
| 11   | பார்வை எறியம்                            | 23     |
| 12   | முனைவு—மத்தியபோடு—சீவு                   | 26     |
| 13   | நிலைவிளக்கப் படம்                        | 27     |
| 14   | தீழ்க்கடிகார உச்சியெறியம்                | 28     |
| 15   | "  | 31     |
| 16   | திலைவிளக்கப் படம்                        | 32     |
| 17   | திண்கவரைப்பட உச்சியெறியம்                | 33     |
| 18   | திணச பேணப்படல்                           | 35     |
| 19   | திண்மவரைப்பட உச்சியெறியத்திலுள்ள         | 35     |
| 20   | நிலைவிளக்கப் படம்                        | 37     |
| 21   | செஞ்சுத்து வரைப்பட உச்சியெறியம்          | 38     |
| 22   | "  | 39     |
| 23   | திலைவிளக்கப் படம்                        | 40     |
| 24   | சமபரப்பு உச்சியெறியம்                    | 41     |
| 25   | "  | 43     |
| 26   | நிலைவிளக்கப் படம்                        | 44     |
| 27   | சமதார உச்சியெறியம்                       | 45     |
| 28   | "  | 47     |
| 29   | உச்சியெறியங்களை ஒப்பிடல்                 | 48     |
| 30   | கூங்கு                                   | 59     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 31 | நிலைவிளக்கப் படம்                            | 51 |
| 32 | ஒரு நியமச்சமாந்தரக்கோட்டுக்<br>கும்பெறியம்   | 52 |
| 33 | “ “ “ “ ”                                    | 54 |
| 34 | நிலைவிளக்கப் படம்                            | 55 |
| 35 | “ “ ”  | 56 |
| 36 | இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக்<br>கும்பெறியம்  | 57 |
| 37 | “ “ “ ” ”                                    | 60 |
| 38 | நிலைவிளக்கப் படம்                            | 61 |
| 39 | பொன்னின் ஏறியம்                              | 62 |
| 40 | “ “ ” ” ”                                    | 64 |
| 41 | “ “ ” ” ”                                    | 65 |
| 42 | உருளை  | 66 |
| 43 | நிலைவிளக்கப் படம் சம்பாப்பு உருளை<br>யெறியம் | 68 |
| 44 | சம்பாப்பு உருளையெறியம்                       | 69 |
| 45 | நிலைவிளக்கப் படம்                            | 70 |
| 46 | சமதார உருளையெறியம்                           | 71 |
| 47 | “ “ ” ” ”                                    | 73 |
| 48 | மேக்காற ரேவின் ஏறியக்                        | 74 |
| 49 | “ “ ” ” ”                                    | 77 |
| 50 | நிலைவிளக்கப் படம்                            | 79 |
| 51 | சௌவிளை கோட்டெறியம்                           | 80 |
| 52 | “ “ ” ” ”                                    | 82 |
| 53 | மொலுவீட்டின் ஏறியம்                          | 84 |
| 54 | “ “ ” ” ”                                    | 87 |

## அத்தீயாபம் ஒன்று

# அகல நெடுங் கோடுகள் எனும் கற்பனைக் கோடுகள்

### 1-1. புவியின் வடிவம்

‘பூமி உருண்டை வடிவமானது, என்பதை நம்பவும், ஏற்க வும் மறுத்து. பூமி தட்டை வடிவமானது என்று மக்கள் நம்பி வாழ்ந்திருக்கின்றார்கள். விஞ்ஞான ஆய்வுகள் விரிவடையாத ஒரு காலக் கட்டடத்து மக்கள், தாம் வாழ்ந்த குறுகிய ஒரு நிலப்பரப்பின் தட்டை வடிவத்தினை நோக்கி உலகம் தட்டை வடிவமானது என்று நம்பி வாழ்ந்தனர். ஆனால், விஞ்ஞான ஆய்வு வளர்ச்சியால் இன்று பூமி கோள் வடிவமானது என்று நிருபிக்கப்பட்டுள்ளது. மகைவன் என்ற கட்டோடி, 1522-ம் ஆண்டு ஓபெயின் நாட்டிலிருந்து கப்ப வில் புறப்பட்டு, உலகத்தைச் சுற்றிவந்து, உலகம் உருண்டையானது என்று நிருபித்தான். பூமி கோள் வடிவமானது என்பதற்குப் பல சான்றுகளை இன்று கூறலாம்.

பூமியின் ஓரிடத்திலிருந்து கிழக்குப்புறமாகப் புறப்பட்டால், அதேயிடத்தை மேற்குப்புறமாக நாம் இன்று வந்துசேர முடியும். இலங்கையிலிருந்து கிழக்குப்புறமாகப் பிரயாணம் செய்வதாகக் கொள்வோம், வங்காள விரிகூடாவைக் கடந்து மஸாகாத் தொடு கடல் ஊடாகப் பசுபிக் சமுத்திரத்தில் பிரவேசிக்கலாம். பசுபிக் சமுத்திரத்தில் தொடர்ந்து பிரயாணம் செய்து மத்திய அமெரிக்கா விள் மேற்குக் கரையை அடைந்து, பழையாக் கால்வாய் ஊடாக அத்திலாந்திக் சமுத்திரத்தை அடைய முடியும். அத்திலாந்திக் சமுத்திரத்திலிருந்து ஆபிரிக்காவின் முளையைச் சுற்றியோ, அல்லது மத்தியதரைக் கடலைக் கண்டு சுயெல் கால்வாய் ஊடாகவோ இந்து சமுத்திரத்தில் பிரவேசித்து, இலங்கையை மேற்காக அடைய முடியும். இத்தகைய ஒரு பிரயாணத்தைப் பூமி கோள் வடிவமான தாக இருப்பதனு வேலையை மேற்கொள்ள முடிகின்றது.

சமுத்திரக் கரையிலிருந்து வெனு தொலைவிள் வரும் கப்பல் ஒன்றின் பாய்மரத்து உச்சியே கரையில் நிறை பார்ப்போருக்கு முதலில் தெரிகின்றது. கப்பல் கரையை நெருங்க நெருங்கத்தான் அதன் ஏணைய பகுதிகள் நெரிகின்றன. இதற்குக் காரணம் பூமி உருண்டையாக இருப்பதேயாகும். கப்பலின் பாய்மரத்து உச்சியுமில் தெரிவதற்கும், பின் கரையை நெருங்க நெருங்கப் பராமரத்து உச்சியிலிருந்து கப்பலின் ஏணை கீழ்ப்பாகங்கள் தெரிவதற்கும் பூமியின் வடிவமே காரணமாகும்.

அடிவாணம் வட்டத்தின் வளைவாகத் தெரிவதற்கும், சந்திரகிரகண காலத்தில் சந்திரனில் விழும் பூமியின் நிழல் வட்டமாக இருப்பதற்கும் பூமி உருண்டையாக இருப்பதே காரணமாகும்.

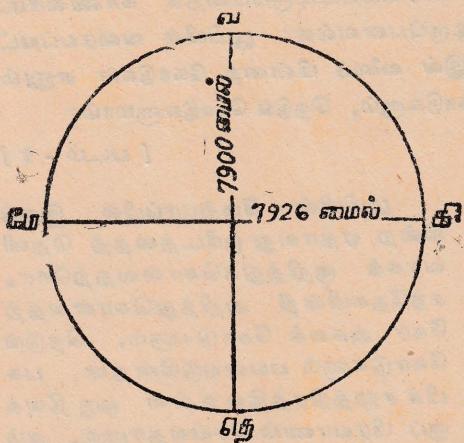
ஞாயிற்றுத் தொகுதியில் காணப்படும் கோள்கள் யாவும் உருண்டையானவையாக இருக்கின்றன. பூமியும் ஞாயிற்றுத் தொகுதியிலுள்ள ஒரு கோள். ஆகையால், பூமியும் உருண்டை வடிவமானது என்பதில் ஜயமில்ஸே.

விஞ்ஞான விருத்தி குறைவான அக்காலத்தில், மேலே கூறிய காரணங்களைக் காட்டிப் பூமி உருண்டை என்பதை நிருபித்தனர். ஆனால், இன்று விஞ்ஞானம் எவ்வளவோ தூரம் முன்னேறிவிட்டது. நலீன சாதனங்களைக் கொண்டு வானவெளியினின்றும் பூமி யைப் படம் எடுத்துள்ளார்கள். ரூக்கட், செயற்கைக் கிரகங்கள் என்பன பூமியை எடுத்துள்ள நிமிடப்படங்கள், பூமியின் உருண்டை வடிவத்தினைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன. இன்னும் சிறிது காலத்தில் இன்னேர் கோளத்தில் நின்றுகொண்டு நாம் பூமியின் கோளவடிவத்தைக் கண்டுகளிக்க நேரலாம்.

## 1-2. புவி உண்மையில் கோளவடிவினாதா?

புவி உருண்டை வடிவானது; கோள வடிவானது என்று கூறுக் கோது அது பந்து போன்ற வடிவினாது என்று அர்த்தப்படுத்திக் கொள்ளல் தவறு. பூமி உண்மையில் பந்து போன்ற கோள வடிவினதன்று. பூமியின் பந்துபோன்ற கோள வடிவத்தினை இருக்காரணிகள் அறைபடச் சொல்கின்றன.

(அ) பூமியின் கிழக்கு மேற்கு விட்டம் அல்லது மத்திய கோட்டு விட்டம் அண்ணவாக 12757 கிலோ மீற்றர் (7926 மைல்கள்) எனக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் - 1 பூமியின் விட்ட அளவுகள்.

[படம் - 1] எனவே, இவற்றிலிருந்து பூமி முற்றுக்கோள் வடினின்தன்று என்பதை உணரலாம்.

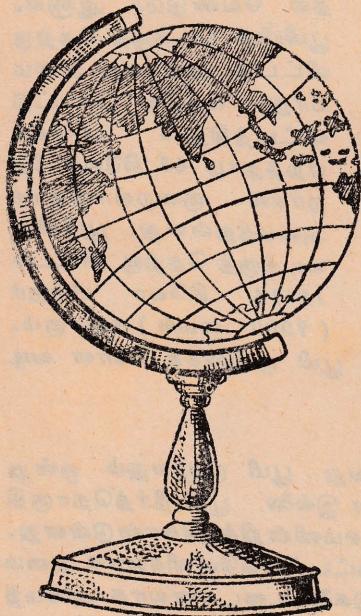
(ஆ) பூமி ஒரினமானதன்று : அதாவது பூமி முழுவதும் ஒன்று நீராகவோ, அன்றி நிலமாகவோ இல்லை. பூமி நீர்த்தொகுதி களையும், நிலப் பூர்ப்புக்களையும் சமனின்றிக் கொண்டுள்ளது. மேலும் நிலப்பரப்புக்கள் கடல்மட்டச் சமவெளிகளாக அமையாது பல்வேறு உயர் வேறுபாடுகளை உடையவாக அமைத்துள்ளன. பூமியின் மேற்பரப்பில் உயர் மலைத் தொடர்களும், மேட்டு நிலங்களும், பள்ளத்தாக்குகளும், பகுவேறு உயரங்களில் அமைந்து காணப்படுகின்றன. இவை பூமியின் கோள் வடிவினைப் பாதிக்கின்றன.

மேலே ஏபரித்த இரு காரணிகளும் பூமியின் கோள் வடிவதை தினைக் குறைவுபடச் செய்கின்ற போதிலும் நுணுக்கமாக நோக்காது, பெருமட்டாக நோக்கில் பூமி கோள் வடிவைத் தன்று துணியலாம். அவ்வாறு கொள்வதே செய்துறை நோக்கங்களுக்குப் பெரிதும் உதவியாக அமையும். பட எறியங்களும், பூமி சரியான கோளம் என்று கொண்டப்பட்டுடே கணித்து வரையப்படுகின்றன.

### 1 . 3. வலைப் பின்னற் கோடுகள்

மாதிரிக் கோளம் ஒன்றை ஏடுத்துப் பார்க்கின், அதில் குறுக்கும் நெடுக்குமாகக் கோடுகள் வரையப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். அவை பூமியில் வரையப்பட்டிருப்பவைல்லை; பூமியில் வரையப்பட்டிருப்பதாகக் கருதப்படும் இன் வலைப் பின்னற் கோடுகள் எனும் கற்பளைக் கோடுகளே அகலக் கோடுகளும், நெடுங் கோடுகளுமானால்,

[ படம் - 2 ]



படம் - 1 (அ)

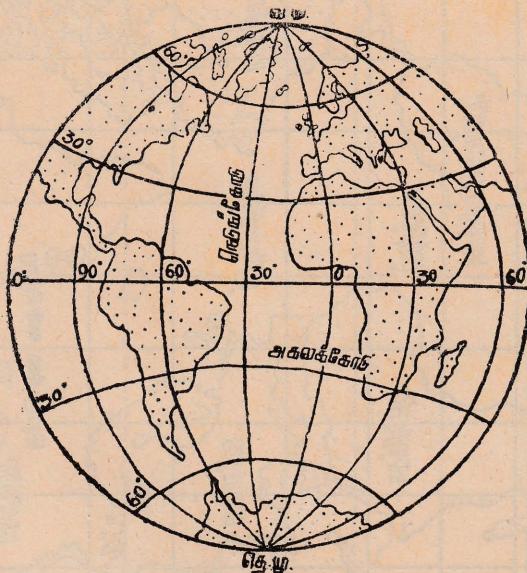
பூமியின் மேற்பரப்பில் இருக்கின்ற ஏதாவது ஓரிடத்தைத் தெளிவாகக் குறித்துக்கொள்வதற்கோடு சந்தேகமின்றி அறிந்துகொள்வதற்கோ அகலக் கோடுகளும், நெடுங் கோடுகளும் பயன்படுகின்றன. பசுபிக் சமுத்திரத்தில் உள்ள ஒரு தீவுக்குப் பிரயாணம் செய்வதானால், அம்மாபெரும் சமுத்திரத்தில் அத்தீவு எங்கே அமைந்திருக்கின்றது என்பதைக் கண்டுபிடிப்பது இலகுவன்று. ஆனால், அத்தீவு அமைந்துள்ள அகலக் கோட்டு, நெடுங் கோட்டுப் பராக்கெளவுகள் தெரிந்திருக்குமானால், அத்தீவை வெளு கவுயமாக அடைந்துவிட முடியும்.

பூகோளத்திலுள்ள வலைப் பின்னற் கோடுகளில் சில பெருவட்டங்கள் எனவும், சில சிறு வட்டங்கள் எனவும் வழங்கப்படுகின்றன.

பூகோளத்தை இரு அரைக்கோளங்களாகப் பிரிக்கும் கேட்டு பெருவட்டம் எனப்படும், பூகோளத்திலுள்ள நெடுங் கோடுகள் யாவும் கோளத்தை இரு அரைப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றன: அதேபோன்று மத்திய கோடும் பூகோளத்தை இரு அரைக் கோளங்களாகப் பிரிக்கின்றது. எனவே எல்லா நெடுங்கோடுகளும், அகலக் கோடுகளில் மத்தியகோடும் பெருவட்டங்களாம், ஏனைய அகலக் கோடுகள் யாவும் சிறுவட்டங்களாம்.

### 1.3.1. அகலக் கோடுகள்

பூகோளத்தை வடவரைக் கோளமாகவும், தென்னரைக் கோளமாகவும் பிரிக்கும் அகலக்கோடு, மத்தியகோடு எனும் பெருவட்டமாகும். இது பூகோளத்தின் மத்தியில், கோளத்தைச் சுற்றிக் கிழக்கு மேற்காக அமைந்துள்ளது. இதன் சுற்றளவு 38548 கிலோ மீற்றர்கள் (24,092 மைல்கள்) ஆகும்.



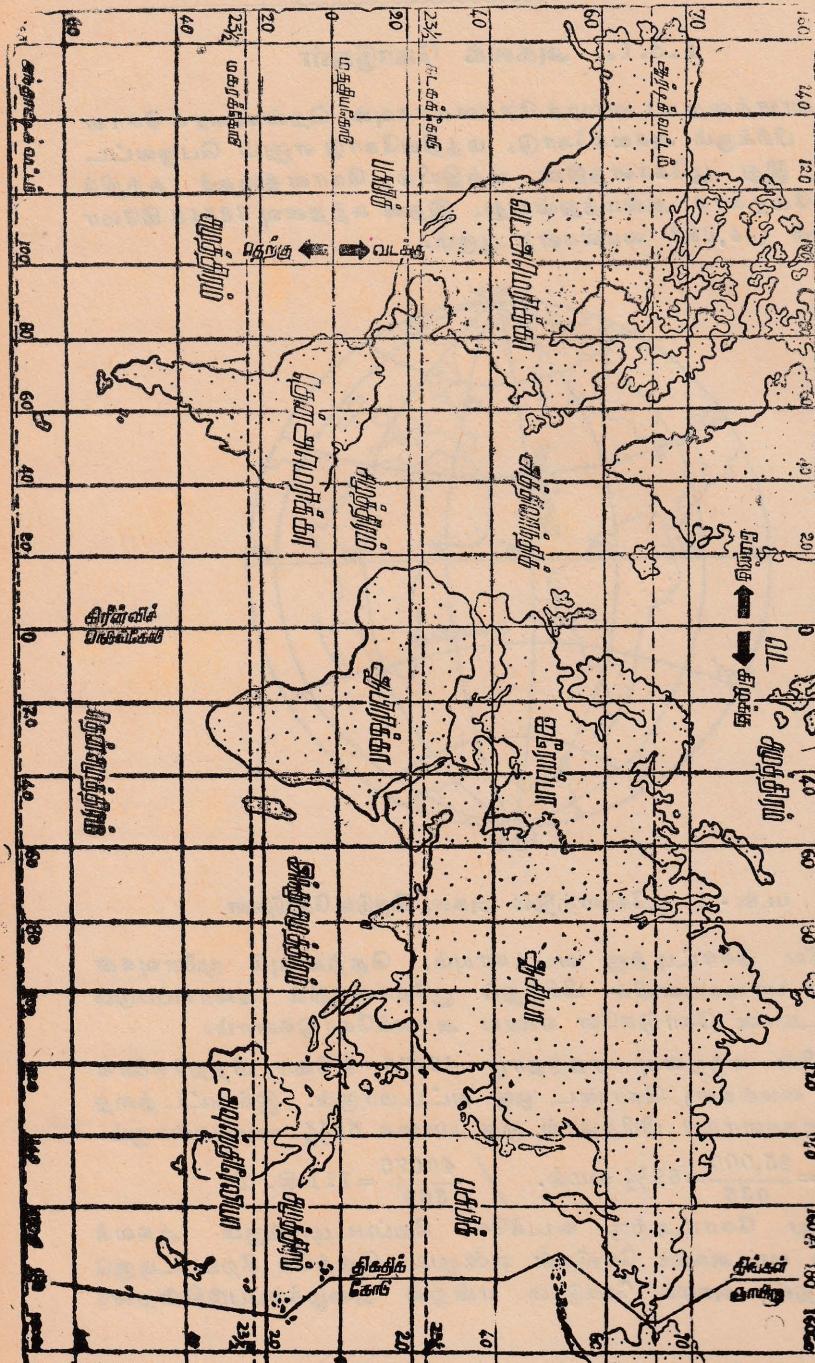
படம் - 2 பூகோளத்தில் அகல, நெடுங்கோடுகள்

மத்திய கோட்டிற்கு வடக்காயும், தெற்காயும் முனைவுகள் வரை பாகையளவில் பிரித்துப் பூகோளத்தில் வரையப்படும் வட்டமான கோடுகளே ஏனைய அகலக்கோடுகளாக:

பூமியில் சுற்றளவு ஏறத்தாழ 40075 கிலோ மீற்றர்களைக் (25,000 மைல்கள்) கொண்ட ஒரு வட்டமாகும். இவ்வட்டத்தை 360 பாகைகளாகப் பிரித்தால் ஒரு பாகை  $69\frac{1}{2}$  மைல்களாகும்.

$$1^{\circ} = \frac{25,000}{036} = 69\frac{1}{2} \text{ மைல்.} \quad / \quad \frac{40075}{360} = 111 \text{ கி. மி.}$$

மத்திய கோட்டிற்கு வடக்கே கிறப்பட்டிருக்கும் அகலக் கோடுகள் வட அகலக் கோடுகள் என்றும், தெற்கே கிறப்பட்டிருப்பவை தென் அகலக் கோடுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன;



3 : அவைக் கொடுக்கும், செருடுக் கொடுக்கும் ( மத்திய கோடு, குட்டக் கோடு, மகரக் கோடு, ஆட்டிக் வட்டம் அந்தாட்டிக் கூடு) என்று அவைக் கொடுக்கும் கிரின் விச் சர்வதேசத் தேதிக் கோடு என்று நெடுஞ்செழுகைகளையும் அவதாராக்கவும்.

அகலக்கோடுகளில் கடக்கோடு, மரக்கோடு எனும் இது அகலக் கோடுகள் முக்கியமானவை; கடக்கோடு  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  வடக்கிலும், மரக்கோடு  $33\frac{1}{2}^{\circ}$  தெற்கிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றை விட  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  வடக்கில் வரையப்பட்டிருக்கும் ஆர்டிக் வட்டமும்,  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  தெற்கில் வரையப்பட்டிருக்கும் அந்தாட்டிக் வட்டமும் முக்கியமான அகலக்கோடுகளே.

மத்தியகோடு  $0^{\circ}$  அகலக்கோடாகும்; முனைவுகள்  $\pm 90^{\circ}$  அகலக் கோடுகளாகும் ஆனால்  $90^{\circ}$  அகலக்கோடுகளை அகலக்கோடுகள் என்று கூறமுடியாது. ஏனெனில்,  $90^{\circ}$  அகலக்கோடுகள் வடமுனை விலும், தென் முனைவிலும் தனித்தனி புள்ளிகளாகவோணப்படுகின்றன.

|               |   |              |     |
|---------------|---|--------------|-----|
| ° வடமுனைவு    | - | $90^{\circ}$ | ஏ.  |
| - மத்திய கோடு | - | $0^{\circ}$  |     |
| ° தென் முனைவு | - | $90^{\circ}$ | தெ. |

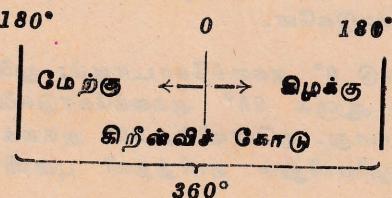
$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 180^{\circ}$

மத்தியகோடு தவிர்ந்த ஏணை அகலக்கோடுகள் யாவும் சோடிசோடியாகவும், ஒவ்வொர் சோடியும் அளவில் ஒத்ததாக வும் உள்ளன. உதாரணமாக  $15^{\circ}$  வட அகலக்கோடு,  $15^{\circ}$  தென் அகலக் கோட்டின் அளவை ஒத்துள்ளது. அவ்வாறே ஏணைவும் இருக்கின்றன. மேலும், இவ்வகலக் கோடுகள் யாவும் ஒன்றிற் கொண்று இணையானவையாக உள்ளன. அத்தோடு இவை நெடுங் கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன. இவற்றின் பண்புகளில் இன்னெண்ணும் குறிப்பிடத்தக்கது. என்னவெனில், இவ்வகலக்கோடுகள் யாவும் நெடுங்கோடுகளைப்போல ஒரிடத்தில் சந்திப்பனவல்ல. நெடுங்கோடுகள் முனைவுகளில் ஒன்றினை ஒன்று சந்திக்கின்றன.

### 1. 3. 2. நெடுங்கோடுகள்

பூகோளத்தில் வடக்குத் தெற்காக, அகலக்கோடுகளுக்குக் குறுக்காக, முனைவுகளை இணைத்து வரையப்பட்டுள்ள கோடுகளே நெடுங்கோடுகள் என்று மழுங்கப்படுகின்றன. அகலக்கோடுகளைக் கிறப் பூமியின் சுற்றுள்ள வடப்பகுதி கிறப் பகுதி என்று அகலக்கோடுகளும்  $360^{\circ}$  பாகைகளாக பிரிப்பதுபோன, இன்கு நெடுங்கோடுகளைக் கிறவும், மத்தியகோடு உட்பட எல்லா அகலக்கோடுகளும்  $360^{\circ}$  பாகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ் வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒத்த பாகையளவுகள் ஊடாக முனைவுகளை இணைத்து வரையப்படும் அவைவட்டங்களே நெடுங்கோடுகளாம்; வரையப்படும் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கும், பெயரிடுவதற்கும் முதனெடுங்கோடு ஒன்று தேவை. இம்முதனெடுங்கோடு  $0^{\circ}$  எனப்

படும். முதனே நூல்கோடாகப் பூகோளத்தில் இருப்பது கிறீஸ்விச் என்னும் இடத்திற்கு ஶாடாக வரையப்பட்டிருக்கும் நெடுங் கோடாகும். 0° நெடுங்கோடு இதனாலேயே கிறீஸ்விச்கோடு என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.



கிறீஸ்விச் கோட்டிலிருந்து ஏனைய நெடுங்கோடுகள் இலக்க மிடப்படுகின்றன. இவை 0° தொடக்கம் 180° வரை கிழக்காக வும், 180° வரை மேற்காகவும் இலக்கப் பெயரிடப்படுகின்றன. கிறீஸ்விச் கோட்டிற்குக் கிழக்கே வரையப்பட்ட கோடுகள் கிழக்கு நெடுங்கோடுகள் என்றும், மேற்கே வரையப்பட்ட கோடுகள் மேற்கு நெடுங்கோடுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. 180° நெடுங்கோடு கிழக்கிற்கும் மேற்கிற்கும் பொதுவான ஒரு கோடாகும். உதாரணமாக 15° நெடுங்கோட்டில் இரண்டுள்ளன. ஆனால், 180° நெடுங்கோட்டில், 0° நெடுங்கோடு போன்ற ஒன்றுதான் இருக்கின்றது. நெடுங்கோடுகள் யாவும் அகலக் கோடுகள் போல வெவ்வேறு அளவினவல்ல; இவை யாவும் ஒரேயளவின.

நேரத்திற்கும். நெடுங் கோடுகளுக்கும் இடையில் நெருங்கிய சம்பந்தம் இருக்கின்றது, பூமி ஒரு முறை சமுறச்சுற 24 மணித்தி யாலங்கள் செல்கின்றது, அதாவது 360 பாகை நெடுங் கோடுகளும், சூரிய ஒளிக் கதிர்களுக்குக் கீழே சமூன்று, கடந்து செல்ல 24 மணித்தியாலங்கள் எடுக்கின்றது. ஆகவே, 15 பாகைகள் சூரி யனைக் கடந்து செல்ல 1 மணித்தியாலம் செல்கின்றது. எனவே, 1 பாகை சூரியனைக் கடந்து செல்ல 4 நிமிடங்கள் செல்கின்றது.

பூமி மேற்குக் கிழக்காகச் சமூலவதால் 0° பாகையில் நண்பகல் 12 மணியாக இருந்தால், 1° கிழக்கு நெடுங்கோட்டில் 12 மணி 4 நிமிடங்களாக இருக்கும். ஆனால், அதே நேரத்தில் 1° மேற்கு நெடுங்கோட்டில் 11 மணி 56 நிமிடங்களாக இருக்கும். எனவே, கிழக்கு நெடுங்கோடுகளில் ஒவ்வொரு பாகைக்கும் 4 நிமிடங்கள் நேரம் கூடிசெல்ல, மேற்கு நெடுங்கோடுகளில் ஒவ்வொரு பாகைக்கும் 4 நிமிடங்கள் நேரம் குறைந்து காணப்படும்.

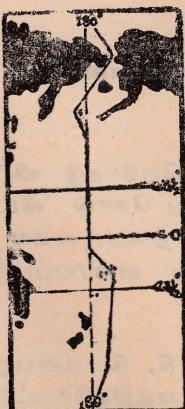
$180^{\circ}$  நெடுங்கோடு சர்வதேசத் தேதிக்கோடு என்று அழைக்கப் படுகின்றது. ஏன் என்ப பார்ப்போம்:

அலாஸ்காவில் நோம் என்றேர் இடம் இருக்கிறது. சைபீரியா விற்கு வடக்கே வறங்கெல் என்றேரு தீவு இருக்கின்றது. நோம்  $180^{\circ}$  மேற்கு நெடுங் கோட்டிலும், வறங்கெல்  $180^{\circ}$  கிழக்கு நெடுங் கோட்டிலும் அமைந்துள்ளன. நோம் என்ற இடத்தை மேற்குப் பக்கமாக நாம் பிரயாணம்செய்து அடைந்தால் கிறீன்விச் நேரத்திலும் 12 மணி குறைவான நேரமே அவ்விடத்தின் நேரமாக இருக்கும் கிறீன்விச்சில் பிற்பகல் 2 மணியாக இருந்தால்,  $180$  பாகை மேற்கு நெடுங்கோட்டிலுள்ள நோமில் அதிகாலை 2 மணியாக இருக்கும்: அதேபோல  $180$  பாகை கிழக்கு நெடுங்கோட்டிலுள்ள வறங்கெல் திவைக் கிழக்குப் பக்கமாக நாம் பிரயாணம்செய்து அடைந்தால், கிறீன்விச் நேரத்திலும் 12 மணிகள் அதிகமான நேரமே அவ்விடத்தின் நேரமாக விருக்கும். அதாவது, கிறீன்விச் நேரம் பிற்பகல் 2 மணியாகவிருந்தால், வறங்கெல் தீவில் அதிகாலை 2 மணியாக இருக்கும். நோமிலும் காலை 2 மணிதான்.. வறங்கெல் தீவிலும் காலை 2 மணிதான். ஆனால், இரண்டிற்கும் இடையே ஒருநாள் வித்தியாசம் இருக்கின்றது. நோமில் ஐனவரி மாதம்  $10$ -ந் திகதி ரூயிற்றுக்கிழமை காலை 2 மணியாக இருந்தால், வறங்கெல் தீவில் ஐனவரி மாதம்  $11$ -ந் திகதி திங்கட்கிழமை காலை 2 மணியாக இருக்கும்.

$180^{\circ}$  பாகை நெடுங்கோடு எனும் இச் சர்வதேச தேதிக் கோட்டில் மாத்திரம் ஒருநாள் கிழக்கிலும், மேற்கிலும் வித்தியாசப்படுகின்றது. மேற்குப் புறமாக உலகப் பிரயாணம் செய்வோர் ஒரு நாளை இழந்துவிடுகின்றார்கள்; கிழக்குப் புறமாக உலகப் பிரயாணம் செய்வோர் ஒரு நாளை அதிகமாகப் பெறுகின்றார்கள். இத் தேதிக் கோட்டை மேற்கில் இருந்து கடப்போர் ஒரு நாளைக் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும். கிழக்கில் இருந்து கடப்போர் ஒரு நாளைக் குறைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

இச் சர்வதேசத் தேதிக்கோடு நேர்கோடன்று; நிலப்பரப்புக்களை அடுத்து இக்கோடு கிழக்காகவோ, மேற்காகவோ கோணமாக முறிவுபடுகிறது.

[ படம் - 3 ]



படம் - 3 (அ)

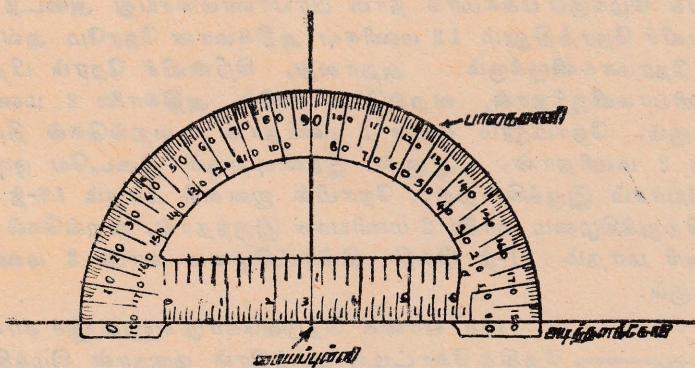
சர்வதேச  
தேதிக் கோடு

ஏனெனில்; ஒரு சிறு தீவின் ஊடாக இக் கோடு வரையியப்பட்டிருக்குமானால், அசு சிறு தீவில் ஏற்படும் திகதி மயக்கம். தீவின் நிர்வாகத்திற்கு ஏற்றதாக அமையாது என்பதனாலாகும்.

### 1 . 4. அகலக் கோடுகளைக் கணித்தல்

பூகோளத்தில் அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் எவ்வாறு கணித்து வரையப்படுகின்றன என்பதைச் சர்று ஆராய்வோம்.

பாகைமானியின் துணைகொண்டு கோளத்தை  $360^{\circ}$  பாகைகளாகப் பிரிப்பதற்கு, ஓர் அடித்தளக்கோடும், மையப்புள்ளியும் தேவை. (படம் 4) அகலக்கோடுகளைக் கணிப்பதற்குப் பூகோளத்தில் அடித்தளக்கோடாக அமைவது மத்தியகோட்டு விட்டமாகும். மையப்புள்ளியாக அமைவது வடமுனைவையும், தென்முனைவையும்.

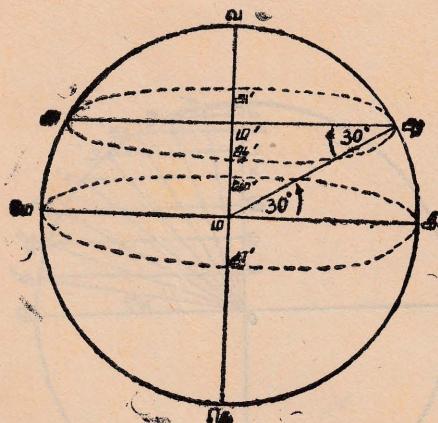


படம் - 4 : அடித்தளக் கோடு, மையப்புள்ளி, பாகைமானி என்பவற்றை விளக்கும் படம்.

இனைக்கும் முனைவிட்டம் அல்லது புவியச்சு, மத்தியகோடு விட்டத்தைச் சந்திக்கும் பூமியின் மையமாகும். மத்திய கோடு விட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், பூமியின் மையத்தை மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு அகலக்கோடுகள் கணித்து வரையப்படுகின்றன.

படம் 5ஐ அவதானிக்கவும். இதில் மே, மே, கி, கி, என்பது மத்தியகோட்டைக் குறிக்கின்றது. மே, கி என்பது மத்தியகோட்டு விட்டமாகும்; வ, தெ என்பது புவியச்சு. ம என்பது பூமியின் மையத்தைக் குறிக்கின்றது. மே, கி என்ற மத்தியகோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், ம என்ற பூமியின் மையத்தை மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு  $30^{\circ}$  கணிக்கப்பட்டிருக்கின்றது:

இதை  $30^{\circ}$  கோடு வட்டத்தின் பரிதியில் தொடும் புள்ளியிலிருந்து பசுதியின் எதிர்ப்புறத்திற்கு, மத்தியகோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக வரையப்படும் கோடு,  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டின் விட்டமாகும். படத்தில் அ, ஆ என்பதே  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டு விட்டமாகும். ம், ஆ' என்பது  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டின் ஆரமாகும். ம்' ஆ' என்ற இந்த ஆரத்தைக்கொண்டு வரையப்பட்ட வட்டமே அ, அ' ஆ'. ஆ' என்னும்  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டு வட்டமாகும். இவ்வாறே ஏனைய அகலக்கோடுகளும் கணிக்கப்படுகின்றன.



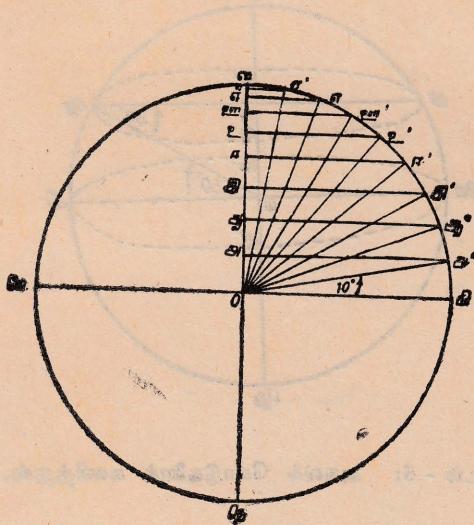
படம் - 5: அகலக் கோடுகளைக் கணித்தல்.

எனவே, அகலக்கோடுகள் யாவும் வட்டங்கள்; வட்டங்களை வரைவதற்கு ஆரங்கள் தேவை. ஆரங்கள் மேலே விபரித்தவாறு பெறப்படுகின்றன. அதாவது 'பாகைக்கோடுகள்' தொடுகின்ற பரிதிப்புள்ளிகளிலிருந்து, அச்சிற்கு வரையப்படுகின்ற செங்குத்துக் கோடுகளின் நிலைமே, உண்மையான அகலக்கோட்டு ஆரங்களாகும்.

படம் 6-இல் அ, அ'; ஆ, ஆ'; இ, இ'; ஏ, ஏ'; ஒ, ஒ'; மா, மா'; எ எ'; ஏ, ஏ' என்பன முறையே  $10^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}, 40^{\circ}, 50^{\circ}, 60^{\circ}, 70^{\circ}, 80^{\circ}$  என்னும் அகலக்கோடுகளின் ஆரங்களாக உள்ளன. இவற்றில் குணகோண்டு மேற்கூறிய அகலக்கோடுகள் யாவும் வரையப்படுகின்றன.

### 1. 5. நெடுங் கோடுகளைக் கணித்தல்

அகலக்கோடுகளைக் கிறப் புமியில் சுற்றுள்ளவ 360 பாகைகளாகப் பிரிப்பதுபோல, நெடுங்கோடுகளைக் கிற மத்தியகோடு உட்பட எல்லா அகலக்கோடுகளும் 360 பாகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒத்த பாகையளவுகள் ஊடாக முனைவுகளை இணைத்து வரையப்படும் அரைவட்டங்களே நெடுங்கோடுகளாம். ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டையும் பிரித்து வரையப்

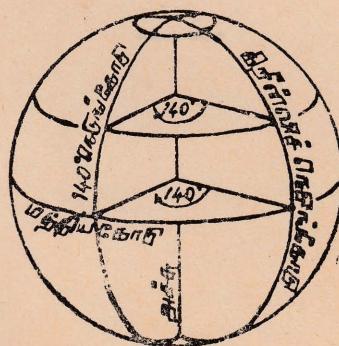


மடம் [6]: அகலக் கோடுகளின் ஆரங்கள்

ஏவுடே நெடுங்கோடுகளாக இருப்பதால் மத்தியகோட்டில் இரு நெடுங்கோடுகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் அதிகமாகவும், முனைவுகளை நோக்கிச் செல்வச் செல்ல இரு நெடுங்கோடுகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் படிப்படியாகக் குறைந்தும் காணப்படும், மேல் வரும் அட்டவணையிலிருந்து  $10^{\circ}$  இடைவெளியில் கிறப்படும் அகலக்கோடுகள் ஒவ்வொன்றிலும்,  $1^{\circ}$  நெடுங்கோட்டின் நீளம் எவ்வளவு என்பதை அறியலாம்;

| அகலக்கோடு |      | நீளம்                |
|-----------|------|----------------------|
| 0°        | 69.2 | மைல் (113.5 மீ. மீ.) |
| 10°       | 68.1 | , (111.6 .. )        |
| 20°       | 65.0 | , (106.6 .. )        |
| 30°       | 60.0 | , (98.4 .. )         |
| 40°       | 53.1 | , (87.0 .. )         |
| 50°       | 44.6 | , (73.1 .. )         |
| 60°       | 34.7 | , (56.9 .. )         |
| 70°       | 23.7 | , (38.8 .. )         |
| 80°       | 12.5 | , (20.5 .. )         |
| 90°       | 0    | (0 .. )              |

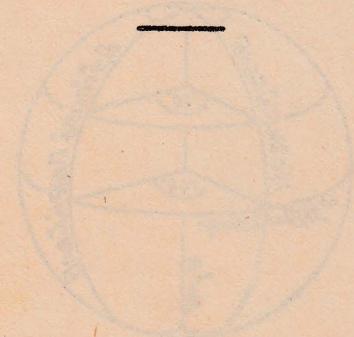
பூகோளத்தில் வரையப்படும் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கும், பெயரிடுவதற்கும் முதனெடுங்கோடு ஒன்று தேவை. அம் முதனெடுங்கோடாகக் கிரீஸ்விச் கோடு அமைந்துள்ளது. இம் முதனெடுங்கோட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஒவ்வொரு அகலக்கோடுகளும் 360 பாகைகளாக வகுக்கப்படுகின்றன. அகலக் கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு ஓர் அடித்தளக்கோடும், ஒரு மையப்புள்ளியும் மட்டுமே தேவை எனக்கண்டோம். ஆனால் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு, ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டுக்கும் ஒவ்வொர் அடித்தளக்கோடும், ஒவ்வொர் மையப்புள்ளியும் இடையெழுசு அடித்தளக்கோடுகள் எனக்கண்டோம்.



படம் 7: நெடுங்கோடுகளைக் கணித்தல்

முதனெடுக்கோடு எனும் கிறீல்வீச் நெடுங்கோடும் அகலக் கோடும் சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து, பூமியின் மையத்திற்குச் சென்றதாக வரையப்படும் கோடு நெடுங்கோடுகளைப் பிரிக்க உதவும் அடித்தளக் கோடாக அமைகின்றது. அச் செங்குத்துக் கோடும், புனியச்சும் சந்திக்கும் புள்ளி மையத்துப்புள்ளியாக இருக்கிறது. படம் 7-ல் மத்தியகோடும், கிறீல்வீச் நெடுங்கோடும் சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து புனியின் மையத்தை நோக்கிக் கீறப்பட்ட கோடு புனியச்சை மையத்தில் சந்திக்கின்றது. இக்கோட்டை அடித்தளக் கோடாகவும், புனியச்சில் சந்திக்கும் புள்ளியை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு  $140^{\circ}$  நெடுங்கோடு கணிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வாறே ஏனைய ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டிலும் நெடுங்கோடு கீழ் கணிக்கப்பட்டு வரையப்படுகின்றன. (படம் 7)

இந்தகைய அகல, நெடுங்கோடுகள் எனும் வகைப்பின்னற் கற்பணக் கோடுகளின் துணைகொண்டு, பூகோளத்திலுள்ள உலகத்தைத் தட்டையான தளத்தில் (பேப்பர்) அமைத்துக்காட்டும் படவரைகளையே எறியகள் எனப்படுகின்றது.



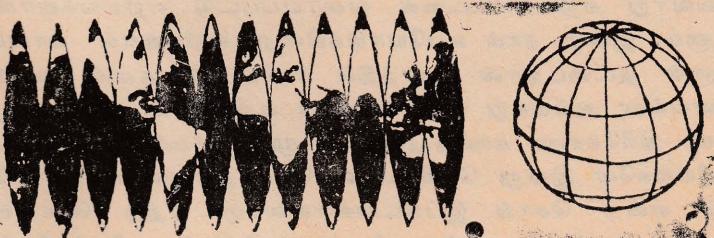
அத்தியாயம் இரண்டு

## எறியங்கள்

புவியின் மேற்பரப்பை பூகோளத்திலுள்ள கற்பணிக்கோடுகளான அகலக்கோடுகளின்தும், நெடுங்கோடுகளின்தும், தீண்கொண்டு, தட்டையான தளத்தில் அமைத்துக் காட்டும் படவரை கலையே எறியம் எனப்படுகின்றது. அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களெனவும், உச்சநெடுங்கோடுகளெனவும் வழங்கப்படும் வலைப் பின் எந்கோடுகள் பூகோளத்திலுள்ள உலகத்தைத் தட்டையான தளத்தில் கீற உதவுகின்றன.

புவியைச் சரியானதோர் கோளம் என்று கூறமுடியாது எனினும் படவரைகலையின் செய்முறை நோக்கங்களுக்காக கோளம் எனக் கருதி எறியங்கள் வரையப்பட்டு வருகின்றன. எனினும் புவியின் உருவத்தையும், பரப்பையும், திசையையும் சரியாகவும், மிகத் தெளிவாகவும் உணர்த்தவல்லது கோளமே.

பூகோளத்தைத் தட்டையாக்க முயலும்போது பல சிக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. கோளத்திலுள்ள புவியின் பள்புகள் உருக்குலைந்து போகின்றன. பூகோளத்திலுள்ள ஒருசிறு பரப்பைத் தட்டையான தளத்தில் வரைவதில் கஷ்டமில்லை. ஆனால், முழு உலகத்தையும் வரைய முயலும்போது பெரும் பிரச்சனைகள் உருவாகின்றன. பூகோளத்தை வேண்டுமானால் படம்: 8-இல் காட்டியுள்ளபடி களைகளாகக் கிடைத்து வரையலாமே தவிர, இணைப்புடையதாக வரையமுடியாது.



படம் 8: பூகோளத்தைச் சரியாக வரைவதானால்,  
மேலுள்ளபடியே வரையலாம்;

பூமி கூம்புவடிவமானதாக இருக்குமாயிருந்தால் அதனைத் தட்டையான தளத்தில் அமைப்பதில் கல்டமெந்படாது. (படம் 30) அன்றை பூமி உருளை வடிவமானதாக இருக்குமாயிருந்தால் அதனைத் தட்டையான தளத்தில் அமைத்துவிட முடியும். (படம் 42) ஆனால் பூமி கோளவடிவினதாக இருப்பதனால் அதனைத் தட்டையான தளத்தில் அமைப்பது சிக்கலானதாக இருக்கின்றது. சிக்கலானது என்பதற்காக நமது தேவைகளுக்காக மாதிரிப் பூகோளத்தைப் பயன்படுத்துவது, இலகுவானதன்று மாதிரிப் பூகோளத்தைப் பாதுகாப்பதும், எடுத்துச் செல்வதும், உருவாக்குவதும் மிகவும் சிரமமானதாகும். எனவே பூகோளத்தை எவ்விதத்திலோ தட்டையான தளத்தில் வரையவேண்டியது அத்தியாவசியமாகின்றது: அவ்வாறு வரைவதற்காகவே எறியங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

பரப்பு உருவம், அளவுத்திட்டம், திசை முதலியவற்றைப் பூகோளத்தில் உள்ளவாறே சரியாக எந்த ஒரு எறியத்திலும் காட்டமுடியாது. அதனாலேயே பயன்பாட்டு வகைகளுக்கு இன்னும் எறியங்களின் வகைகளும் அமைந்துள்ளன. எறியவகைகளுக்கு இன்க அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் அமைகின்றன. ஒர் எறியத்தில் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களும், நெடுங்கோடுகளும் நேர்கோடுகளாகவும், இட்னேர் எறியத்தில் இவ்வளைப்பின் எற்கோடுகள் வளைகோடுகளாகவும், இன்னேர் எறியத்தில் வளைவான நெடுங்கோடுகளாகவும் நேரான அகலக்கோடுகளாகவும் அமைந்திருக்கின்றன.

எறியங்கள் என்றால் “எறியப்படுதல்” என்று பொருள்படும்: அதாவது கோளத்திலுள்ள அகல நெடுங்கோடுகள் ஒளியினால் தட்டையான தளத்தில் நிழல்களாக எறியப்படுகின்றன. (படம்: 14) அவ்வாறு எறியப்பட்டவை வரையப்பட்டு எறியங்களாகின்றன. ஆனால், இன்று நாம் உபயோகிக்கின்ற எறியங்கள் யாவும் ஒளியினால் தட்டையான தளத்தில் எறியப்படுவதனால் வரையப்படுவனவல்ல; அவ்வாறு வரையப்படுக் கூடியங்கள் மிகக்குறைவான வை. திரிகோண கணிதமுறைகள் மூலம் கணித்து வரையப்படும் எறியங்களே இன்று பெரிதும் உபயோகத்திலுள்ளன. எனவே எறியம் என்ற சொல் இப்படிவரைகளைக்கு ஏற்ற சொல்லாகாது எனப் பலரும் கருதுகின்றனர். அதனால்தான் எறியங்களைச் சுழரக் கோட்டுமூறைப் படம் என்றும் பல படவரைகளை அறிஞர்கள் அழைக்கின்றனர்:

## 2 . 1 எறியங்களை வரையும்போது கவனிக்கவேண்டிய தன்மைகள்

எறியங்களை வரையும்போது சில தன்மைகளைக் கவனித்தல் அவசியமானும். அவையாவன:-

- 2 . 1 . 1 அளவுத்திட்டத்தைப் பேணல்
- 2 . 1 . 2 பரப்பைப் பேணல்
- 2 . 1 . 3 உருவத்தைப் பேணல்
- 2 . 1 . 4 திசையைப் பேணல்
- 2 . 1 . 5 இலகு அமைப்பு

### 2 . 1 . 1 அளவுத் திட்டத்தைப் பேணல்

பெரியதோர் கோளத்தைச் சுருக்கி வரைப்படமாகக் கீறும் போது நமக்கோர் அளவுத் திட்டம் அத்தியாவசியமாகின்றது. கோளத்தை என்ன விகிதத்தில் சுருக்கியிருக்கின்றோம் என்றறிய அளவுத் திட்டம் தேவை. வரைப்படத்தில் உள்ள ஒர் அங்குலத் தூரம் கோளத்தில் எத்தனை மைல்கள் அல்லது எத்தனை கிலோ மீற்றர்கள் என்று கணிப்பதற்கு அளவுத் திட்டம் இன்றியமையாத தானும்.

(i) பூமியின் விட்டம் = 7926 மைல்.

$$\therefore \text{பூமியின் ஆரம்} = \frac{7926}{2} = 3963 \text{ மைல்}$$

2" ஆரமாக ஒரு மாதிரிக் கோளத்தை நாம் அமைப்பதாகக் கொண்டால்—

$$2" = 3963 \text{ மைல்} \times 63360 \text{ அங்குலம்} \\ = 25,00,00,000 \text{ அங்குலம்.}$$

$$\therefore 1" = \frac{25,00,00,000}{2} = 12,50,00,000"$$

எனவே 2 அங்குல ஆரமாக, ஒரு மாதிரிக் கோளத்தை அமைக்கில் அளவுத் திட்டம் பின்வருமாறு அமையும்:

$$1/ 12,50,00,000.$$

(ii) 5 செ. மீ. ஆரத்தில் ஒரு மாதிரிக் கோளம் செய்தால், அதன் அளவுத் திட்டம் எவ்வாறு அமையும்?

$$\text{பூமியின் விட்டம்} = 13,756 \text{ கிலோ மீற்றர்.}$$

$$\therefore \text{பூமியின் ஆரம்} = \frac{13756}{2} = 6400 \text{ கிலோ மீற்றர்} \\ (\text{ஓரளவு பெருமட்டாக})$$

5 செ. மீ. ஆரமாக மாதிரிக் கோளத்தை அமைப்பதாகக் கொண்டால்—

5 செ. மீ.  $\approx 6400$  கி. மீ.  $\times 1000$  மீற்றர்  $\times 100$  செ. மீ.

5 செ. மீ.  $\approx 64,00,00,000$  செ. மீ.

$\therefore 1$  செ. மீ.  $\approx \frac{64,00,00,000}{5} = 12,80,00,000$  செ. மீ.

$1 : 12,80,00,000.$

எறியத்தில் காணப்படும் இரு புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்தை எறியத்தின் அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் தூரம், பூகோளத்தில் அதே புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்திற்குச் சமனுக இருந்தால், அவ்வெறியத்தில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். எறியத்தில் எல்லாக் கோடுகளையும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைப் பயன்படுத்திக் கீற்றுமிடயாது. சில எறியங்களில் நெடுஞ்கோடுகளில் மட்டும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இருக்கும். சில எறியங்களில் அகலக்கோடுகளில் மட்டும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இருக்கும்.

## 2.1.2 பரப்பைப் பேணல்

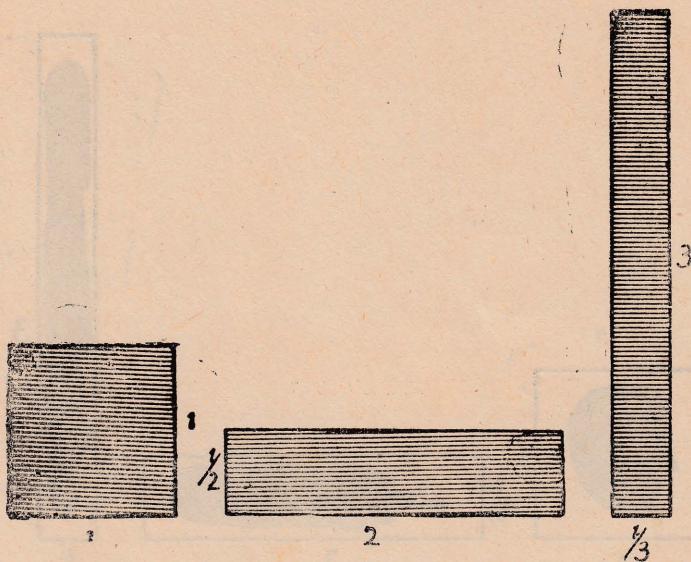
எறியத்தின் ஒரு பகுதியின் பரப்பை எறியத்தின் அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப்பளவு, கோளத்திலுள்ள அதே பகுதியின் பரப்பிற்குச் சமங்க இருந்தால் அதில் சமபரப்புப் பேணப்பட்டிருக்கிறது என்பதை அறியலாம். அரசியல் படங்களை வரைவதற்கும், பரம்பல் படங்களை வரைவதற்கும் ஏறியங்களில் சமபரப்புப் பேணப்படல் அவசியம்.

கோளத்தில் உள்ள ஒரு பிரதேசத்தின் பரப்பு, எறியத்திலும் சமமாக இருக்கவேண்டும் என்று கூறும்போது கோளத்திலுள்ள அப்பிரதேசத்தின் உருவமும் எறியத்தில் சரியாக இருக்க வேண்டும் என்று அர்த்தமான்று. கோளத்தில் சுற்சுறுமாக இருக்கும் பிரதேசம், எறியத்தில் நீள் சதுரமாக அமையலாம். ஆனால் இரண்டினதும் பரப்பு சமங்க இருக்க வேண்டும். படம் 9-இல் காட்டப்பட்டிருக்கும் பகுதிகளின் உருவம் மாறியிருக்கின்ற போதிலும், முன்றினதும் பரப்பு ஒன்றே.

1 அங்.  $\times$  1 அங்.  $= 1$  சதுர அங்குலம்.

$\frac{1}{2}$  அங்.  $\times$  2 அங்.  $= 1$  சதுர அங்குலம்.

$\frac{1}{3}$  அங்.  $\times$  3 அங்.  $= 1$  சதுர அங்குலம். (படம்: 9)

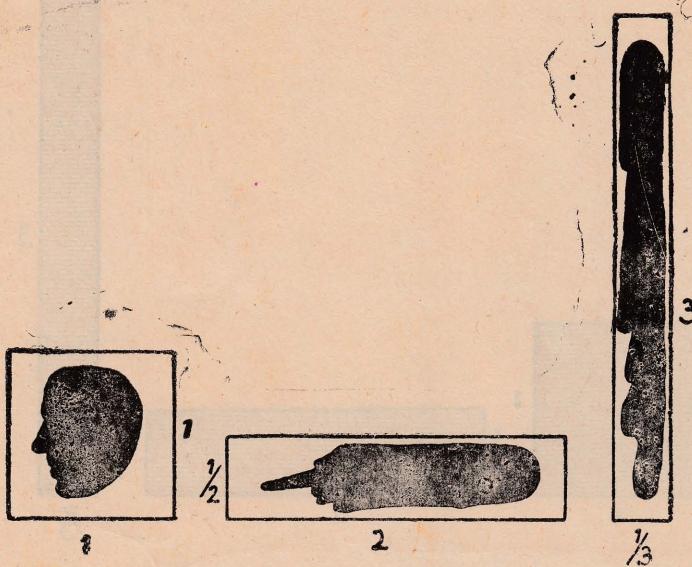


படம் - 9 : சமபரப்புப் பேணப்படுதல்

### 2.1.3 உருவத்தைப் பேணல்

எறியத்தில் இருக்கும் ஒரு பிரதேசத்தின் உருவம் கோளத்தி ஹன்ஸ் அதே பிரதேசத்தின் உருவத்தினைப் பேரன்றிருந்தால் அவ்வெறியத்தில் உருவம் பேணப்பட்டிருக்கிறது என்னாம். உலகின் முழு உருவத்தையும், கோளத்திலூக்கள்வாறு சரியாக எறியங்களில் காட்டிவிட முடியாது. உருச்சிதைவு எறியங்களில் ஏற்படவே செய்கின்றது. மேலும், சமபரப்பு எறியங்கள் மெய்தருவத்தைப் பிரதிபிலீப்பனவாகவில்லை. (படம்: 10)

அகலக் கோடுகளும், நெடுஞ்சோடுகளும் பூகோளத்தில் உள்ளது போன்று ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவதோடு, எந்த ஓர் இடத்திலும் நெடுஞ்சோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத் திட்டமும் சமஞகவும் இருக்கின்ற எறியங்களில், கோளத்திலூள்ள சிறிய பகுதிகள் ஒத்த உருவங்களாக இருக்கும். இத்தகைய எறியங்கள் நேருரு வெறியங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. நேருரு வெறியங்கள் என்று வழங்கப்பட்ட போதிலும் கோளத்திலூள்ள உலகத்தின் முழு உருவத்தையும் நேர் உருவத்தில் எறியங்கள் எதிரும் அமைக்க முடியாது என்பதை மனதிற்கொள்ள வேண்டும்.



படம் 10: சம்பரப்புப் பேணப்படுவதால் உருவம் மாறுதலைதல்.

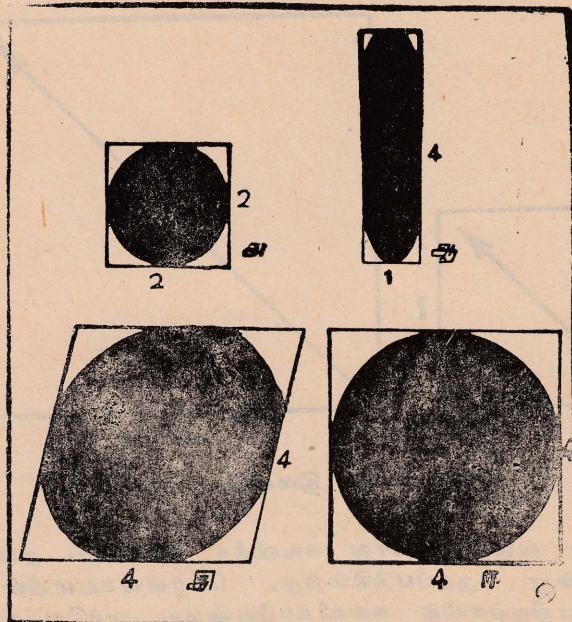
மேலே விபரித்தவற்றை இன்னோர் விதமாகக் கூறுவதாக விருந்தால், பின்வருமாறு கூறலாம் : ஓர் எறியக்கில் நேருரு வெறியக்கத்தின்மை காணப்படுவதாயின், மூன்று தன்மைகள் அதில் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். அவையாவன!

(அ) அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் கோளத்தில் உள்ளது போன்று, ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டல் வேண்டும்.

(ஆ) எந்த ஓர் இடத்திலும் நெடுங்கோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத்திட்டமும், அகலக்கோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத்திட்டமும் சமஞக இருத்தல் வேண்டும்.

(இ) திசை சரியாக இருத்தல் வேண்டும். அதாவது எறியத்தில் மெய்த்திசைகோள் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

படம் 10 அ - அவ்தானிக்கவும். படம்-அ விழுள்ள உருவம், படம்-ஏ-இல்தான் நேருருவமாகவுள்ளது. காரணம். மேலே வீப்பித்த இரு பண்புகளும் பேணப்பட்டிருப்பதுதான்.



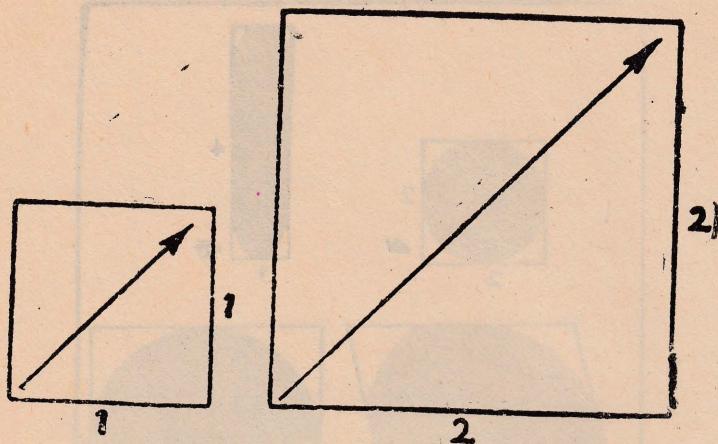
படம் 10 ஆ : நேருகுவ விளக்கம்.

#### 2.1.4 திசையைப் பேணல்

எறியத்தில் இருக்கும் இருவிடங்களின் திசை, பூகோளத்தி வுள்ள அடை இருவிடங்களின் திசைக்குச் சரியாக இருந்தால் அவ்வெறியத்தில் திசை பேணப்பட்டிருக்கிறது எனக் கொள்ளலாம். சில எறியங்களில் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் திசை சரியாய் இருக்கும். ஆனால், நேருருவெறியங்களில் எவ்விடத்திலும் திசை சரியாக அமைந்திருக்கும். மெய்த்திசை கோளினீயடைய எறியங்கள் போக்குவரத்துப் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கும், காற்றுக்கள், நீரோட்டங்கள் என்பனவற்றின் திசைகளைக் குறிப்பதற்கும் இன்றியமையாதன. (படம் 10ஆ பார்க்கவும்)

#### 2.1.5 இலகு அமைப்பு

சிலவகை எறியங்களை மிகவும் இலகுவாசவும், நேரக் கழி விண்றியும் வரைந்துவிட முடியும். சிலவகை எறியங்களை வரைவது இலகுவான் செயல்ல. அதனால்தான் இலகு அமைப்பு



படம் 10 ஆ; திசை பேணப்படல்.

எறியங்களை வரையும்போது வென்றிய தன்மைகளில் ஒன்று என்று கருதப்படுகின்றது. கொள்கையாளில் இலகு அமைப்பு எறியங்களில் கவனிக்கவேண்டிய முக்கியமான பண்பு அன்று எனினும், செய்முறையைப் பொறுத்தமட்டில் இது மிகவும் முக்கியமான பண்பாகவே உள்ளது.

## 2. 2. எறியங்களின் பாகுபாடு

தேசப்படப் புத்தகங்களில் பலவகையான எறியங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுவருகின்றன; அதைக் கோடுகளையும், நெடுஞ்சோடுகளையும் பலவகைகளில் கணித்து ஒழுங்குபடுத்தி பலவகையான எறியங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனினும், நாம் அவற்றில் முக்கியமான பதின்மூன்று எறியங்களை இந்நாலில் எடுத்து ஆராய்வோம். பொதுவாக எறியங்களை மூன்று வகைகளாகப் பாகுபாடு செய்வர்.

அவையாவன:

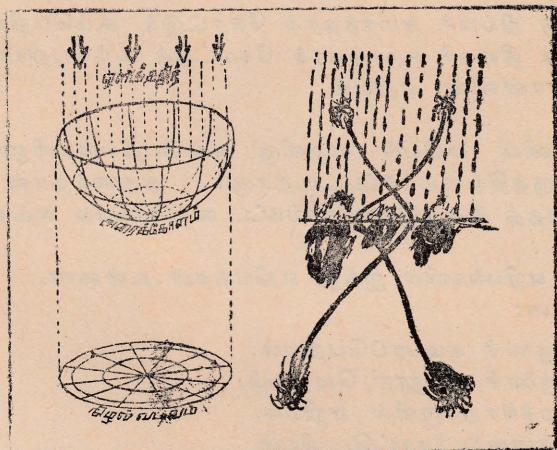
1. உச்சியெறியங்கள்
2. கூம்பெறியங்கள்
3. உருளையெறியங்கள்

பூகோளத்தினே ஒரு பேப்பானல் சுற்றும்போது அப் பேப்பானில் எண்ணிறைந்த சுருக்கங்களும், மடிப்புகளும் ஏற்படும். ஆனால், பூகோளத்தின் ஒரு பகுதியைத் தொடும்படியாக ஒரு தட்டையான தளத்தை வைக்கமுடியும். (படம்: 12) மேலும், ஒரு கூம்பினுள் பூகோளத்தை அடக்கிவிடலாம் (படம்: 13) அவை மட்டுமன்றி ஒரு உருளையினுள்ளும் பூகோளத்தை அடக்கிவிட முடியும். (படம்: 14) எனவே, பூகோளத்தை எந்த ஓர் உருவத்தினுள் அடக்கி, அகல நெடுங்கோடுகளை அவற்றில் பதியவைத்து வரை கிண்ணுமோ, அவ்வெறியங்கள் அவற்றின் பெயரைக் கொண்டு அழைக்கப்படுகின்றன.

உக்கியெறியங்களை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிப்பர்.

அவையாவன!

- (அ) பார்வை யெறியம்
- (ஆ) பார்வையற்ற வெறியம்



படம் 11: பார்வை எறியம் வரையும் முறை.

கண்ணுடியில் செய்யப்பட்ட ஒருமாதிரிக் கோளத்தில் அகல நெடுங்கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன என்று கொன்னோம்: அக்கோடுகளை ஒளியின் துணைகொண்டு, ஒரு தட்டையான தளத்தில் நிழலாகப் படியவைத்துக் கீறும் எறியங்கள் பார்வை யெறியங்கள் எனப்படுகின்றன. அதாவது ஒளியின் துணைகொண்டு வலைப்பின்னற் கோடுகளை தட்டையான தளத்தில் படியவைத்து வரையப்படும் எறியங்கள் பார்வை எறியங்களாம்: கணித அன-

வீடுகளைப் பயணப்படுத்தி வரையப்படும் எறியங்கள் பார்வையற்ற எறியங்களாம். அதாவது ஒளியின் துணைகளை வரையப்படாத எறியங்கள் யாவும் பார்வையற்ற வெறியங்களே.

உச்சிப்பார்வை எறியங்கள் மூன்றாகும்; அவையாவன.

1. நிழற்கடிகார உச்சியெறியம்.
2. திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியம்
3. செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியம்

உச்சிப்பார்வையற்ற எறியங்கள் இரண்டாண  
அவையாவன:

4. சமபரப்பு உச்சியெறியம்.
5. சமதூர உச்சியெறியம்.

கூப்பெறியங்களில் மூன்று முக்கியமாகக் குறிப்பிடத்தக்கன.  
அவையாவன:

6. ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்
7. இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்
8. பொன்னின் எறியம்

பொன்னின் எறியம் முதலிரு கூப்பெறியங்களிலும் பார்க்க ஒரளவு திருத்தியமைக்கப்பட்டதாகும். அதனால்தான் பொன்னி ஜெரீயத்தைத் திருத்தியமைக்கப்பட்ட கூம்பெறியம் என்றார்.

உருளை எறியங்களில் ஐந்து எறியங்கள் உள்ளன.

அவையாவன:

9. உருளைச் சமபரப்பெறியம்.
10. உருளைச் சமதூர வெறியம்.
11. மேக்காற்றோவின் எறியம்.
12. சென்வாக் கோட்டெறியம்.
13. மொலுவீட்டின் எறியம்.

தேசப்படப் புத்தகங்களில் மேக்காற்றோவின் எறியம், சென்வாக் கோட்டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பன அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. அதனால் இவ்வெறியங்களை வழக்கமான எறியங்கள் என்றும் அழைப்பார்.

இவ்வெறியங்கள் ஒவ்வொன்றினையும்பற்றி இனி வரும் அத்தி பாயங்களில் மிக விரிவாக ஆராய்வோம்.

அத்தீபாபம் முன்று

## உச்சியெறியங்கள்

**அ**ரைக்கோளத்தைத் தட்டையான வட்டமாகக் கீழுவதற்கு உச்சியெறியங்கள் பயன்படுகின்றன. கோளத்தின் மேல் தட்டையான தளம் ஒன்று வைக்கப்பட்டு அகலநெடுங்கோடுகளை ஒளி யின் துணைக்கொண்டு அதில் படியவைத்து உச்சிப்பார்வை எறியங்கள் வரையப்படுகின்றன, இத்தட்டையான தளம் கோளத்தின் ஒரு முளைவிலோ, அன்றி மத்திய கோட்டிலோ, அல்லது கோளத்தின் ஒரு சரிவிலோ வைக்கப்படலாம். (படம் 12)

அதே போன்ற ஒளி கோளத்தின் மத்தியிலோ, அன்றி மறு முளைவிலோ, அல்லது வெகு தூரத்திற்கு அப்பானோ இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். தட்டையான தளத்தின் தொடுகோட்டிற்கு இணங்கவும், ஒளி அமைந்துள்ள இடத்திற்கு அமையவும் அகல, நெடுங்கோடுகள் தட்டையான தளத்தில் பதிகின்றன. நாம் கோளத்தின் ஒரு முளைவில் தட்டையான தளம் அமைந்திருப்பதாகக் கொண்டு உச்சி எறியங்களை ஆராய்வோம்.

3.1

நிழற் கிடிகார

உச்சியெறியம்

**நி**ழற்கடிகார உச்சியெறியம் ஒரு பார்வை எறியமாகும்: கோளத்தின் ஒரு முளைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். கோளத்தில் வரையப்பட்டிருக்கும் அகல, நெடுங்கோடுகள் தட்டையான தளத்தில் ஒளியினால் படிய வைக்கப்படுகின்றன. அந் நிழல்வடிவை வரைவதன் மூலம் பெறப்படும் எறியமே நிழற்கடிகார உச்சியெறியமாகும்.

### 3.1.1 வரையும் முறை

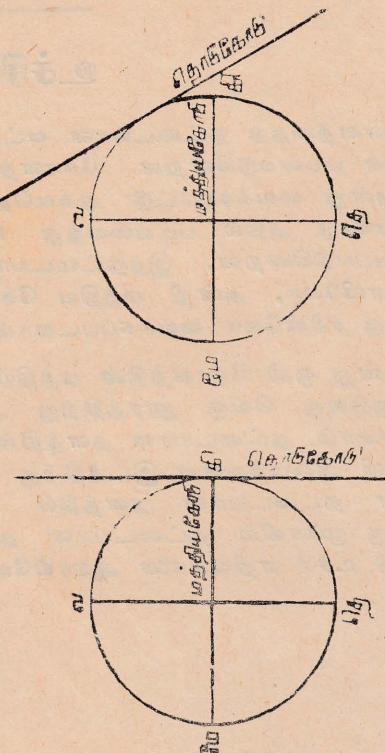
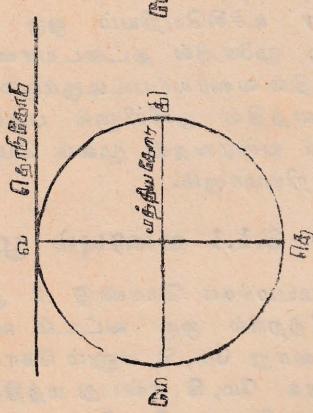
(அ) 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2 அங்குல ஆரத்தில்\* அல்லது 5 சென்றி மீற்றரில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. படம் 13-இல் காட்டியவாறு மே, கி எனும் கோட்டையும், தெ, வ எனும் கோட்டையும் கீழுக. மே, கி என்பது மத்தியகோட்டு விட்டமாகும். தெ. வ என்பது புவியச்சு, மே, கி - ஜ அடித்தளக் கோடாகவும்,

\* 2 அங்குலமாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்ற நியதி இல்லை

பூர்வாந்தாஸ்

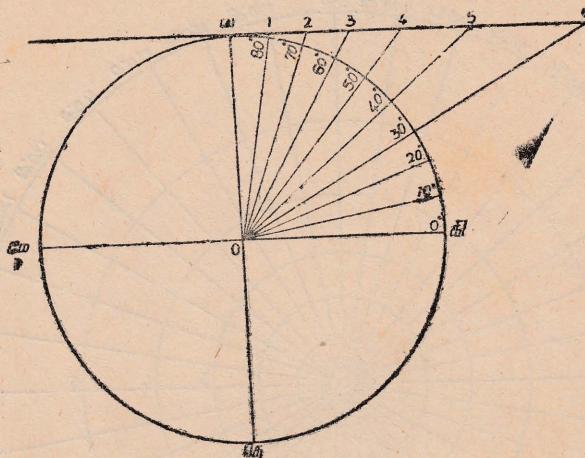
மத்தியாந்தாஸ்

கிரியாந்தாஸ்



பட. 12 : பூர்வாந்தாஸ் — மத்தியாந்தாஸ் — கிரியாந்தாஸ்,

ஓவை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் உதவி யுடன் அகலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து\*. மையப் புள்ளியையும் வட்டத்தின் பரித்தையையும் இணைக்க.

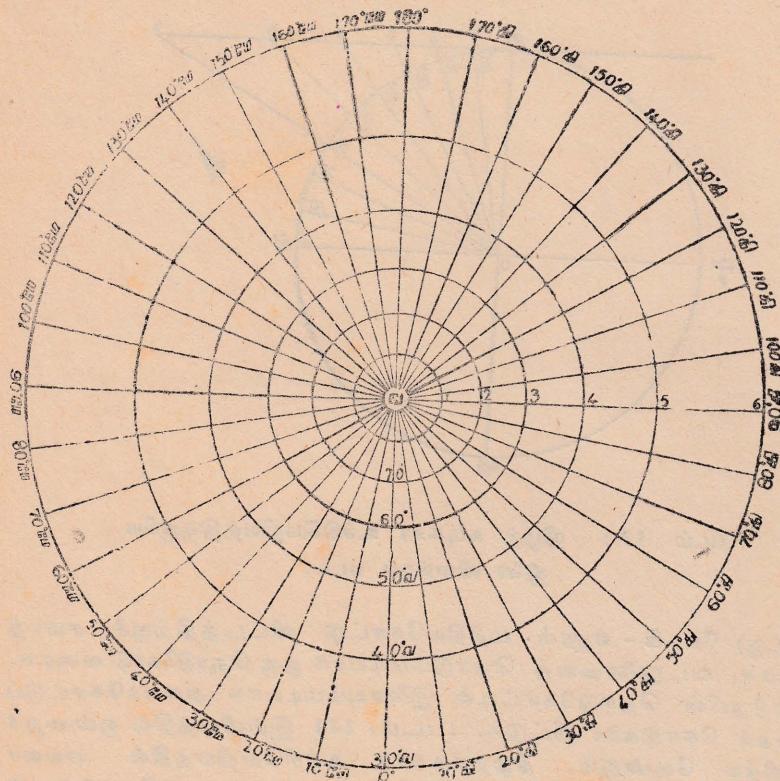


படம் 13 : நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலை நிலைக்கப் படம்.

(ஆ) மே, கீ - எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந தரமாக, வடமுனைவைத் தொடும்படியாக ஒரு தொடுகோடு வரைக. வரைந்தபின் தொடுகோட்டின் இணையும்படியாக அகலக்கோட்டுப் பாகைக் கோடுகளை நிட்டுக. (படம் 13) இவ்விட்டத்தில் ஒன்றைக் கவனிக்க வேண்டும். நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் எல்லா அகலக் கோட்டுப் பாகைக் கோடுகளையும், தொடுகோட்டுடன் இணைக்க முடியாது.  $0^\circ$  - கோடு தொடுகோட்டிற்கு இணையாக இருப்புப்பாதை போன்று செல்வதால் ஒருபோதும், எவ்விடத்திலும் அதனை இணைக்க முடியாது.  $1^\circ$  - கோட்டைடக் கொள்கைப்படி இணைக்க முடியும். ஆனால், செழுமையைப் பொறுத்தமட்டில் இயலாது. சுனௌலி,  $1^\circ$  - கோட்டைடத் தொடுகோட்டுடன் இணைப்பதாயின், தொடுகோடு மிக நீளமானதாக வரையப்படுதல் அவசியம், எனவே, நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில்  $30^\circ$  - கோட்டிற்கு மேல் உள்ள பாகைக் கோடுகளைத் தொடுகோட்டுடன் இணைத்தல் சிறப்புடையது.

\* 10 பாகையாகத்தான் பிரிக்கவேண்டும் என்ற நியதியுமில்லை.

மேலே விபரித்தவை நிலை விளக்கப்படம் வரைவதற்குரிய முறைகளாகும். இந்திலை விளக்கப்படத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு நிழற் கட்கார உச்சியெறியத்தை எவ்வாறு அமைக்கலாம் என்பதை இனிப் பார்ப்போம்.



படம் 14: நிழற் கட்கார உச்சியெறியம்

(இ) தொடுகோட்டுடன், அகலக்கோட்டுப் பாகைக்கோடுகள் சந்திக்கின்ற புள்ளிகள் (படம்; 13) நிழற் கட்கார உச்சியெறியத் திற்குரிய அகலக்கோடுகளை வரைவதற்கு உதவுகின்றன. இப் பொது வ-ஜ் மையமாகக் கொண்டு, வ, 1-ஐ ஆரமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. வ, என்பது வடமுனைவையும், வ, 1-ஐ வரையப்பட்ட வட்டம்  $80^{\circ}$  வட அகலக்கோட்டையும் குறிக்கின்றன. அவ்வாறே வ. 1, வ. 2, வ. 3, வ. 4, வ. 5, வ. 6 என்பனவற்றை ஆரங்களாகக் கொண்டு வட்டங்களை வரைந்து கொள்க. அவை முறையே  $70^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$  எனும் வட அகலக் கோடுகளைக் குறித்து திற்கின்றன.

(அ) அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்து கொண்டோம். அதில் இனி நெடுங்கோடுகளை வரைதல் வேண்டும். வ என்ற வடமுனைவிற்கு ஊடாக, அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை இருபகுதிகளாகப் பிரிக்கத்தக்க விதமாக மேற்குச் சிழக்காக ஒரு கோடு வரைக. இக்கோட்டை அடித்தளக் கோடாகவும், வடமுனைவை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு பத்துப் பத்துப் பாகைகளாக அகலக்கோட்டு வட்டங்களைப் பிரிக்க. பிரித்தபின் படம் 14-இல் காட்டியவாறு வடமுனையையும். 36 பாகைப் புள்ளிகளையும் கடைசி அகலக்கோடுவரை இணக்கவும்.

(ஆ) அகலக்கோடுகளுக்கும் நெடுங்கோடுகளுக்கும் பெயரிடுகுதல் வேண்டும். படத்தில் காட்டியவாறு பெயரிடுக. 0° உச்ச நெடுங்கோட்டிலிருந்து வலது பக்கமாக  $180^{\circ}$  வரை கிழக்காகும். இடது பக்கமாக  $180^{\circ}$  வரை மேற்காகும்,

(இ) அளவுத் திட்டத்தைத் தவறுது எழுதுக. கோளத்தின் ஆரத்தை 2 அங்குல ஆரமாக நாம் கொண்டதால், 1 அங்குலம் சமன்  $12,50,00,000$  அங்குலங்களாகும். அதனை மேல்வருமாறு எழுத வேண்டும்.  $1 : 12,50,00,000$ .

### 3.1.2 நிமிற்கடிகார உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

கோளத்தில் உள்ளவாறு, தட்டையான தளத்தில் உலகத்தை வரைந்து விடுவது இலகுவல்ல. எனினும், நமது தேவைகளுக்காகக் கோளத்தைத் தட்டையான தாளில் உலகப்படமாக வரைந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகிறது. அவ்வாறு வரையும்போது அளவுத் திட்டம், பரப்பு, கருவும், திசை முதலான பண்புகள் சரிவரப் பேணப்படாது போவதைக் காணலாம். எனவே, ஏறியங்களின் பண்புகளை ஆராயும்போது பின்வரும் தன்மைகளை நோக்குதல் வேண்டும்.

1. பொதுப்பண்பு
2. அளவுத்திட்டம்
3. பரப்பு
4. நேருகுவும்
5. திசை
6. இலகு அமைப்பு
7. பயன்கள்

நீங்கள் வரைந்த எறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எவ்வாறுள்ளன? நெடுங்கோடுகள் எவ்வாறுள்ளன? நீங்கள் வரைந்த எறியத்தில் உலகம் முழுவதையும் காட்ட முடிகின்றதா? — என்ற வினாக்களுக்கு விடை தரில், அவையே பொதுப் பண்புகளாகும்.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எல்லாம் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாக அமைந்துள்ளன. நெடுங்கோடுகள் எல்லாம் ஒரு மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாக உள்ளன. அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றிணையொன்று, கோளத்தில் உள்ளவாறே செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன.

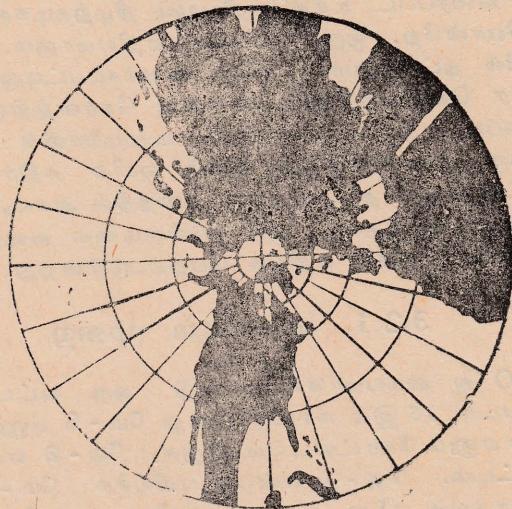
நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோட்டிலோ, நெடுங்கோட்டிலோ உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணமுடியாது. மையத்துக்கு அப்பால் அகலக்கோடுகளின் அளவுத்திட்டம் கூடி யிருக்கின்றது. படம்: 6-ஐ அவதானித்துக் கொள்க. அகலக் கோடுகளின் சரியான ஆரங்கள் 0 - கி ஆ - ஶ', ஆ - ஆ', இ - இ', ஈ - ஈ', உ - உ', ஊ - ஊ', எ - எ', ஏ - ஏ' என்பனவாம். ஆனால், நிழற்கடிகார எறியத்தில் அகலக் கோடுகளின் ஆரங்களாக வ - 1, வ - 2, வ - 3, வ - 4, வ - 5, வ - 6 என்பன அமைந்துள்ளன. (படம்: 13) அதாவது உண்மையான அகலக்கோட்டு ஆரங்களிலும் பார்க்க. நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் கூடிய நீளமான ஆரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, எனவே தாம் இவ்வெறியத்தின் அகலக் கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படவில்லை. அகலக் கோடுகள் விரிவடைவதற்கு இணங்க நெடுங்கோடுகள் நீட்டப்பட்டிருப்பதனால் நெடுங்கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படவில்லை. உண்மையில் இவ்வெறியத்தில் கோளத்தின் பரிதியில்  $\frac{1}{4}$  பங்கு நீளமாக இருக்க வேண்டிய நெடுங்கோடு, கண்டசி அகலக்கோட்டின் ஆர நீளத்திற்குச் சீறப்படுவதால்தான் நெடுங்கோட்டில் அளவுத்திட்டம் சரியாகவில்லை.

நிழற்கடிகார உச்சியெறியம் ஒரு சமபரப்புள்ள எறியமன்று. மையத்தை விட ஏனைய எல்லா விடங்களிலும் அளவுத்திட்டம் கூடியிருப்பதனால் இதில் சமபரப்புப் பேணப்படவில்லை,

உருவத்தைப் பொறுத்தமட்டில் மையத்திற்கு அகுகாமையில் தான் ஓரளவு மெய்ச்சுறுவத்தைக் காணலாம். [படம் 15] மையத்தினை விட்டு விலகிப் போகப் போக உஙவும் விகாரப்படுகின்றது. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றிணையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன.

### உச்சியெறியங்கள்

குந்தாக வெட்டிய போதிலும், [எந்தவொரு இடத்திலும் நெடுஞ் சோடலாவுத் திட்டமும், அகலக் கோடலாவுத் திட்டமும் சரியாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியப் பண்பு பேணப் படவில்லை:



படம் 15: வடவரைக் கோளத்திற்குரிய நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் உள்ளன அமைய்பு

இந்த உச்சியெறியத்தில் நெடுஞ்கோடுகளில் மட்டுமே உள்ளமையான திசை காணப்படுகின்றது. அகலக் கோடுகளில் மெய்த் திசைகோள் அமைந்திருக்கவில்லை; இவ்வெறியத்தின் இன்னேர் பண்பு யாதெதாவில், இதனை இலேசாக அமைக்க முடியும். வெனு விரைவில் இதனை வரைந்து விடலாம்;

### 3.1.3. பயன்கள்

மத்திய அகலக்கோடு தளத்தினைச் சந்திக்காது. ஆகையினால், இவ்வெறியத்தை ஓர் அரைக் கோளத்தின் முழுப் பகுதியையும் கொண்டதாக அமைக்க முடியாது. மேலும், மையத்திற்கு அப்பால் கொண்டதாக அமைக்க முடியாது. மேலும், பரஷ்பு என்பன மிகைப்படுவதால், மையத்தைச் சுற்றியுள்ள ஒரு சிறிய பரப்பையே இவ்வெறியத்தை மையத்தைச் சுற்றியுள்ள ஒரு சிறிய பரப்பையே இவ்வெறியத்தை உபயோகித்துக் காட்டலாம். கோளத்தில் இரு இடங்களுக்குரிய மிகக் குறுகிய தூரம் பெருவட்டத்தின் வில்லாதலால் முனையுப் பகுதிகளில் கப்பற் பாகத்தகளைக் காட்ட இவ்வெறியம் ஓரளவு பயனுள்ளது.

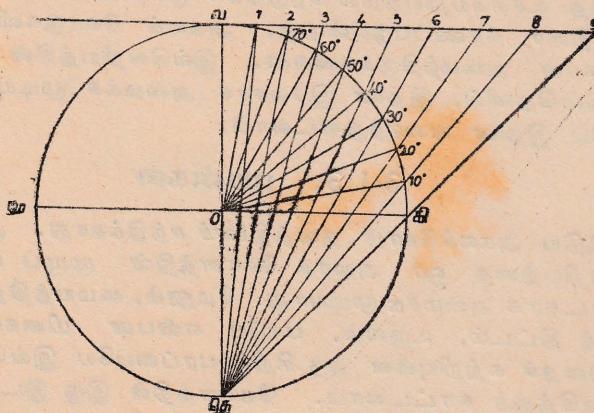
3.2

## தீண்ம வரைப்பட உச்சியேற்யம்

தீண்ம வரைப்பட உச்சியேற்றியமும் நிழற்கடிகார உச்சியேற்றியதைப் போன்றே, ஒரு பார்வை எறியமாகும். கோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால், நிழற்கடிகார வெறியத்தினைப் போன்று கோளத்தின் மையத்தில் ஒளி வைக்கப்படாது. கோளத்தின் மறுமுனைவில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு முனைவிலிருந்து வீசும் ஒளிக் கதிர்கள் முனைவில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தட்டையான தளத்தில் அகல. நெடுஞ்சோடுகளைப் படியவைக்கின்றன. அந் நிழல்வடிவை வரைவதன் மூலம் தீண்ம வரைப்பட உச்சி எறியம் பெறப்படுகின்றது.

### 3.2.1. வரையும் முறை

(அ) O ஜி மையமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 16 இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் கோட்டையும், தெ-வ எனும் கோட்டையும் கிறுக, மே-கி என்பது மத்திய கோட்டு விட்டம். தெ-வ என்பது புவியச்சு மே-கி ஜி அடித்தளக் கோடாகவும். ஓஜ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு பாகை மானியின் உதவியுடன் அகலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து, மையப்புள்ளியையும், வட்டத்தின் பரிதியையும் இணக்குக:



படம் - 16 : தீண்ம வரைப்பட உச்சி எறியத்தின் நிலை விளக்கப் படம்.

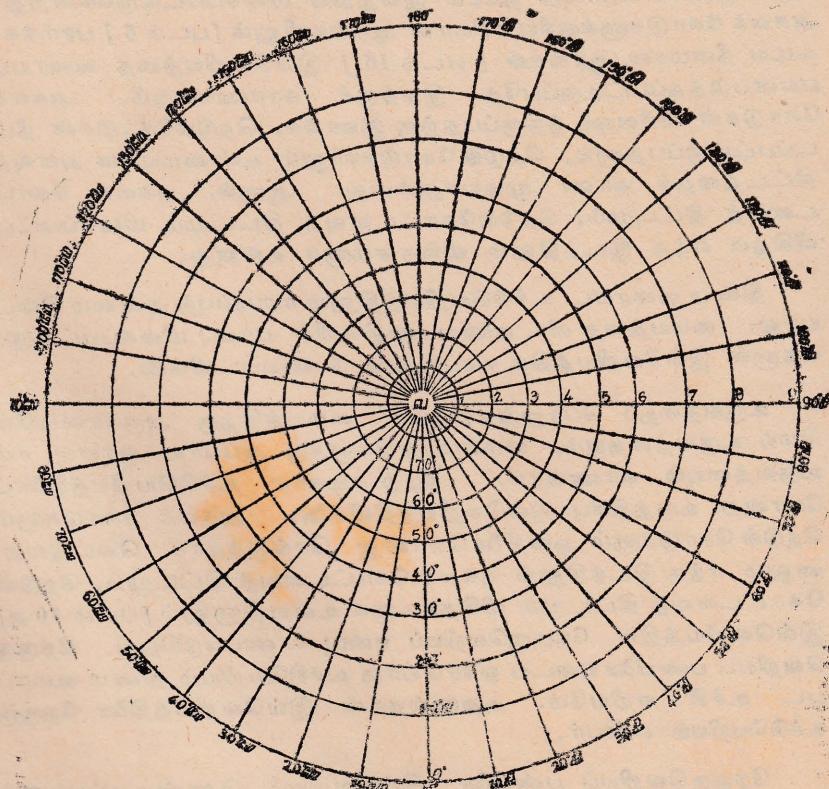
(ஆ) மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தர மாக வடமூனைவைத் தொடும்படியாக ஒடு தொடுகோடு வரைக. வரைத்தபின் தென் முனைவையும், பரிதியில் உள்ள அகலக் கோட்டுப் புள்ளிகளையும் தொடு கோட்டில் சந்திக்கும்படியாக இணக்கு.

(இ) நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தைப் போன்றே வ-ஐ கையமாகக் கொண்டு, வ-1, வ-3, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6, வ-7° வ-8, வ-9 என்பவற்றை ஆரங்களாகக் கொண்டு, முறையே 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 0 எனும் அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைக.

(ஈ) நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் வரைந்தது போன்ற இங்கும் நெடுங்கோடுகளைக் கிறிக்கொள்க.

(உ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத் திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக.



படம் - 17: தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியங்.

### 3.2.2. திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்தின் யண்புகள்

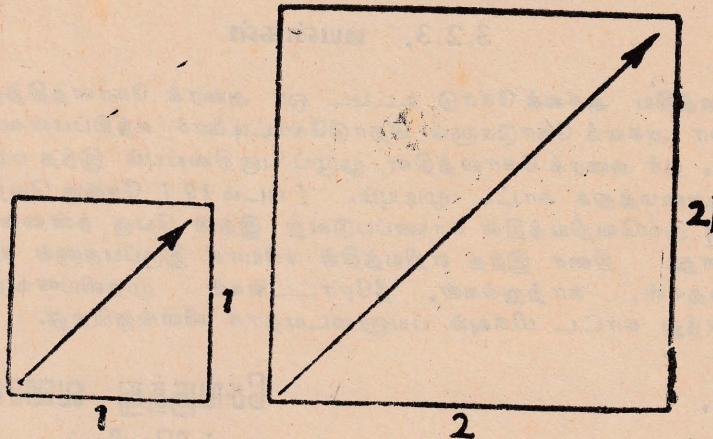
நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்றே திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்திலும் அதல் நெடுங் கோடுகள் அமைந்துள்ளன. இதில் அகலக் கோடுகள் எல்லாம் ஒரு மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாகவும், நெடுங் கோடுகளைல்லாம் அம்மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன. அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களும், நெடுங் கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று கோளத் தில் உள்ளவாரே செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன.

அகலக் கோடுகள் மையத்தினின்றும் போகப் போக விரிவடைந் திருப்பதனால், அளவுத் திட்டம் இவற்றில் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. அகலக் கோடுகளுக்குரிய சரியான ஆரங்களிலும் [படம் 6] பார்க்க. கூடிய நீளமான ஆரங்கள் [படம் 16] இவ்வெறியத்தை வரையப் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். அகலக் கோடுகள் விரிவடைந்திருப்பதற்கு இணங்க, நெடுங்கோடுகள் நீட்டப்பட்டிருப்பதனால், நெடுங் கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காண முடியாதுள்ளது. ஆனால், அகலக் கோட்டனவுத் திட்டமும், நெடுங்கோட்டனவுத் திட்டமும் மிகைப்பட்ட விகிதம் எந்த இடத்திலும் விகித சமனுக உள்ளது.

திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்திலும் சமபரப்புத் தன்மை கிடையாது. மையத்தை விட்ட ஏனைய பகுதிகளில் பரப்பு மிகைப்பட்டிருப்பதனால் இவ்வெறியத்தில் சமபரப்புப் பேணப்படவில்லை.

உருவத்தைப் பொறுத்தமட்டில் மையத்திற்கு அருகாமையில் மெய் உருவத்தையும், மையப்பகுதிகளுக்கு அப்பால் ஓரளவு சம உருவத்தையும் காணலாம். நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்ற உருத்திரிபு இவ்வெறியத்திலில்லை. அகலக் கோடுகளும் நெடுங் கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவது அலும் எந்த இடத்திலும் அகலக் கோட்டனவுத் திட்டமும், நெடுங் கோட்டனவுத் திட்டமும் விகிதசமனுக உள்ளதினாலும் பீடம் 10 அ/ இவ்வெறியத்தில் நெருருவெறியப் பண்டு காணப்படுகிறது. நெருருவெறியப் பண்பினையடைய ஒரேயொரு உச்சியெறியம் திண்ம வரைப்பட உச்சி ஏறியுமோ. அதனால்தான் இவ்வெறியத்தினை நெருரு உச்சியெறியம் என்பார்.

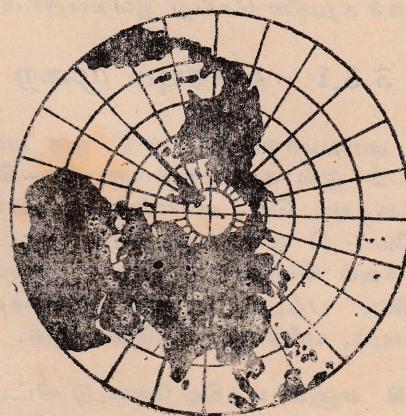
நேரூவெறியப் பண்பினை இவ்வெறியம் கொண்டிருப்பதனால் இவ்வெறியத்தில், நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்ற நெடுங்கோட்டில் மட்டுமன்றி எல்லாத் திசைகளிலும் உண்மையான



படம் - 18 : திசை பேணப்படல்.

திசை காணப்படுகின்றது. மெய்திசைக் கோள் பேணப்பட்ட ஒரே யொன்று உச்சியெறியம் இதுவே. படம் 18 ஜ் அவதானிக்கில், திசை ஏன் சரியாக இருக்கிறது என்பதனை உணரலாம். அகல நெடுங் கோடுகள் மிகைப்பட்ட விகிதம் சமஞக இருப்பதால் பரப்பு மாறி யதே தவிர திசை மாற்றமடையவில்லை;

இவ்வெறியத்தை வெகு இலகுவில் வரைந்துவிட முடியும்.



படம் - 19 : வட வரைக் கோளத்திற்குரிய தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு.

### 3.2.3. ஆயன்கள்

மத்திய அகலக் கோடு உட்பட ஒர் அரைக் கோளத்திற்குரிய எல்லா அகலக் கோடுகளும் தொடுகோட்டினைச் சந்திப்பனவாகக் யால், ஒர் அரைக் கோளத்தின் மூழப் பகுதியையும் இந்த ஏறியப் தில் அமைத்துக் காட்ட முடியும். [ படம் 19 ] நெருரு வெறியப் பண்பு இவ்வெறியத்தில் காணப்படுவது இதன் பெரு நன்மையாக உள்ளது. திசை இந்த ஏறியத்தில் சரியாக இருப்பதனால் கப்பற் பாதைகள், காற்றுக்கள், நீரோட்டங்கள் முதலியனவற்றை வரைந்து காட்ட மிகவும் பயனுடையதாக விளங்குகிறது.

### 3.3.

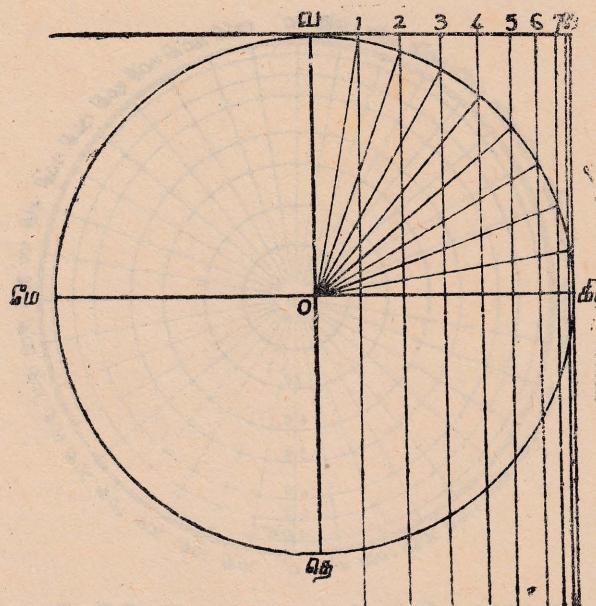
## சேங்குத்து வரைப்பட உச்சியேற்யம்

**நிமிர் கடிகார உச்சியெறியம்,** தின்மை வரைப்பட உச்சியெறி யம் என்பன போன்றே செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியமும் ஒரு பார்வை ஏறியமாகும். கோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். திமிர் கடிகார வெறியத்தினைப்போன்ற கோளத்தின் மையத்திலோ, தின்ம வரைப்பட வெறியத்தினைப் போன்று மறு முனைவிலோ ஒளி வைக்கப்படாது, வெனு தூரத்தி விருந்து வருவதாகக் கற்பனை செய்து இவ்வெறியம் அமைக்கப்படும்.

### 3.3.1. வரையும் முறை

(அ) ஓ-ஐ மையமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 20 இல் காட்டியவாறு மே-கி என்ற மத்திய கோட்டு விட்டத்தையும் தெ - வ என்ற புவியச்சையும் வரைந்து கொள்ளவும். மே - கி வை அடித்தளக் கோடாகவும், ஓ வை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியில் உதவியுடன் அகலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் கூறித்து, மையப் புள்ளியையும், பரிதியையும் இரண்க்குக.

(ஆ) மே - கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக, வடமுனைவைத் தொடும்படியாக ஒரு தொடுகோடு வரைக. உரைந்ததன் பின் பரிதியிலுள்ள அகலக் கோட்டுப் புள்ளிகளை வ - தெ என்ற புவியச்சிற்குச் சமாந்தரமாகத் தொடுகோட்டுடன் கூடிக்கூசு.



படம் - 20 : செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தின் நிலை விளக்கப் படம்.

(இ) முன் இரு எறியங்களைப் போன்றே வ-ஐ மையமாகக் கொண்டு வ-1, வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6, வ-7, வ-8, வ-9, என்பனவற்றை ஆரங்களாகக் கொண்டு முறையே  $80^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $0^\circ$  எனும் அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைக.

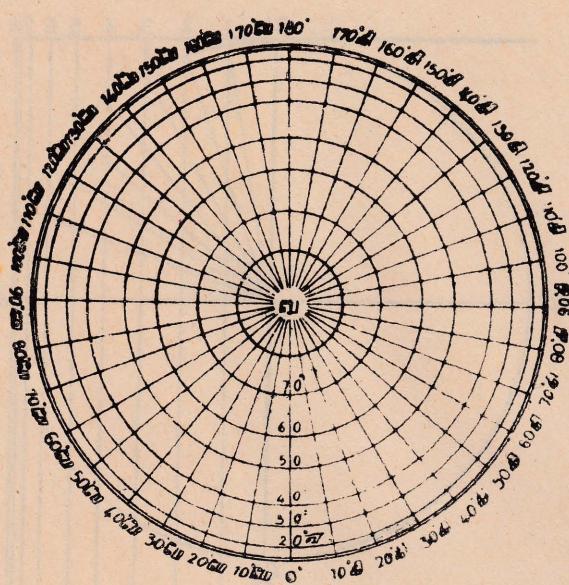
(ஈ) முன் இரு எறியங்களைப் போன்றே இங்கும் நெடுங் கோடுகளைக் கீழிக்கொள்க.

(உ) அவை நெடுங் கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத் திட்டத்தைத் தவருது எழுது,

### 3.3.2. செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தில் என்கா அகலக் கோடுகளும் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாக இருக்கின்றன. நெடுங்கோடுகள் எல்லாம் அம்மையந்தினின்றும் பிரிந்து வெல்லும்



படம் - 21 : செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியம்.

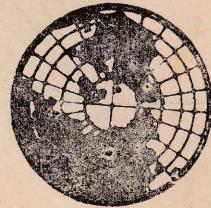
நேர்கோடுகளாக உண்ணன, மேலும், அகலக் கோடுகளும் நெடுங் கோடுகளும் கோளத்தில் உண்ணவாறே ஒன்றினை ஒன்று செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன:

திழுத்தகடிகார உச்சியெறியம், தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியம் என்பனவற்றில் அகலக் கோடுகளின் இடைவெளிகள் மையத்தினின் ரூம் போகப் போக அதிகரித்துச் செல்கின்றன. ஆனால், இந்த எறியத்தில் அகலக் கோடுகளின் இடைவெளிகள் மையத்தினின்ரூம் போகப் போகச் சுருங்கியுள்ளன ஏனெனில், உண்மையான அளவுத் திட்டத்தின்படி அகலக் கோடுகள் வரையப்பட்டிருப்பதேயாம், உண்மையான அகலக் கோட்டு ஆரங்களே எறியத்திலும் அகலக் கோடுகள் வரைய உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக,  $0^{\circ}$  அகலக் கோட்டின் நிலை விளக்கப் பட ஆரம்  $0 - 5$  ஆகும்.  $0^{\circ}$  அகலக் கோட்டின் எறியத்திற்குரிய ஆரம்  $0 - 6$  ஆகும். ஆனால்,  $0 - 5$  இன் நீளம்  $0 - 9$  இன் நீளத்திற்குச் சமனாகவுள்ளது. அவ்வாறே ஏனைய அகலக் கோடுகளும் சரியான அளவு ஆரங்களைக் கொண்டு வரையப்பட்டுள்ளன. எனவேதான்; செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தில் அகலக் கோடுகளில் உண்மையான அளவுத் திட்டம் காணப்படுகின்றது.

அகவக் கோடுகளில் இடைவெளிகள் மையத்தினின்றும் போகப் போகச் சுருங்கியிருப்பதால், நெடுங்கோடுகளும் சுருங்கியிள்ளன. கோளத்தின் பரிதியில்  $\frac{1}{4}$  பங்காக இவ்வெறியத்தில் இருக்கவேண்டிய நெடுங்கோடுகள், மத்திய கோட்டின் ஆரத்தின் நீளமானவையாகக் காணப்படுகின்றன. அதனால், இவ்வெறியத்தில் நெடுங்கோடுகளில், உண்மைமான அளவுத் திட்டத்தைக் காண முடியாதுள்ளது.

இவ்வெறியத்தில் சமபரப்புத் தன்மை இல்லை. அகவக் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் உண்மையாகவும், நெடுங்கோடுகளில் சுருங்கியும் காணப்படுவதால் பரப்பு சுருங்கிக் காணப்படும். இதே காரணத்தினால்தான் மையத்திற்கு அருகாமையில் ஓரளவிற்கு உண்மை உருவத்தையும், ஏனைய பகுதிகளில் பெரும் உருமாற்றங்களையும் காணக்கூடியதாக இருக்கிறது.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்று இவ்வெறியத்திலும் நெடுங்கோடுகளில் மட்டுமே சரியான திசை அமைந்திருக்கிறது. ஏனைய பகுதிகளில் மெய்த்திசைக் கோண் பேணப்படவில்லை. முன் இரு எறியங்களைப் போன்று இவ்வெறியத்தினையும் மிக இலேசாக வரைய முடியும்.



படம் - 22 : வட வரைக் கோளத்திற்குரிய செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தில் உலகினமைப்பு,

### 3.3.3: பயன்கள்

செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தினால் அவ்வளவு தூரம் நூல்மைகள் கிடையா. உருவும், பரப்பு இரண்டும் எல்லைகளில் பெரிதும் மாறுபட்டிருப்பதால், ஒர் அரைக் கோளத்தினை வரைவதற்கும்கூட இந்த எறியம் பயனுடையதன்று. எனிலும், வானியல் ஆராய்வுகளுக்கு இந்த எறியம் பயன்படுகின்றது,

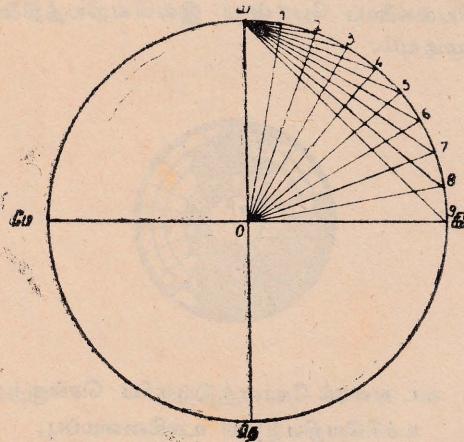
3.4.

## சம பரப்பு உச்சியேற்யம்

**சம பரப்பு உச்சியேற்யம்** ஒரு பார்வையற்ற எறியமாகும். தட்டையான தளம் முளைவிலோ, மத்திய கோட்டிலோ, சரிவிலோ வைக்கப்பட்டு, ஒளியின் துணைகொண்டு அகலக் கோடுகளைத் தளத் தில் பதியவைத்து இவ்வெறியம் வரையப்படுவது கிடையாது.

### 3 , 4 , 1. வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2° ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. படம் 22 இல் காட்டியவாறு மே - கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்தையும், தெ - வ என்ற புளியச்சையும் வரைந்துகொள்ளவும். மே - கி - ஜ அடித்தளக் கோடாகவும், O-ஐ மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு பாகைமாளியின் உதவியுடைக் கூடலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து மையப் புள்ளியையும், பரிதியையும் இணக்குக.



படம் - 22 : சம பரப்பு உச்சியேற்யத்திற்குரிய  
நிலை விளக்கப் படம்:

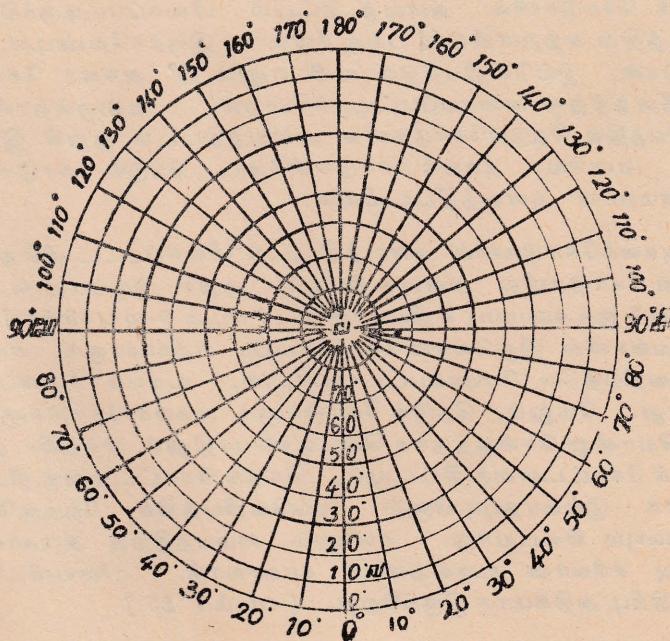
(ஆ) வ - என்ற புள்ளியையும், பரிதியிலுள்ள அகலக் கோட்டுப் புள்ளிகளையும் படத்தில் காட்டியவாறு இணக்குக. வ-1, வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6, வ-7, வ-8, வ-9 என்னும் நெர்கோடுகளே எறியத்தில் அகலக் கோடுகளை வரைவதற்குரிய ஆரங்களாம்,

(இ) வ-ஐ மேய்மாக்கொண்டு வ - 1, வ - 2 வ - 3, வ - 4, வ - 5, வ - 6, வ - 7, வ - 8, வ - 9 என்பவற்றை ஆரங்களாகக் கொண்டு, முறையே  $80^\circ, 70^\circ, 60^\circ, 50^\circ, 40^\circ, 30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 0^\circ$  எனும் அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க.

(ஈ) முன் முன்று எறியங்களில் வரைந்தது போன்றே இங்கும் நெடுங்கோடுகளைக் கீறிக்கொள்க.

(உ) அகல நெடுங் கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத் திட்டத்தை தவறுது குறிக்குக.



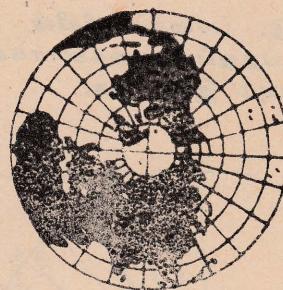
### 3.4.2. சம்பரப்பு உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

சம்பரப்பு உச்சியெறியத்தின் அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்கள் யாவும் ஒரு மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாகவும், நெடுங் கோடுகள் யாவும் அம்மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர் கோடுகளாகவும் உள்ளன. மேலும், இவை கோளத்தில் உள்ள வாரே ஒன்றிணையொன்று செங்குத்தாகவும் வெட்டிக்கொள் கின்றன.

அகலக் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டும். நெடுங் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் குறுகியும் இருக்கின்றது; படம் 6 இல் உள்ளவாறு 0-இ, அ-அ', ஆ-ஆ', இ-இ', ஈ-ஈ', உ-உ', எ-எ', ஏ-ஏ' எனும் அகலக் கோடுகளின் உள்ளமையான ஆரங்களுக்குப் பதிலாக, இவ்வெறியத்தில் வ-9, வ-8, வ-7, வ-6, வ-5, வ-4, வ-3, வ-2, வ-1 எனும் ஆரங்களைப் பயன்படுத்தி வரையப்பட்டுள்ளது. அதனால் அகலக் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. வட்டத்தின் சுற்றளவில்  $\frac{1}{4}$  பங்கு நீளமாக இருக்கவேண்டிய நெடுங் கோடுகள், இவ்வெறியத்தில் வ-9 எனும் 0° அகலக் கோட்டின் ஆர நீளத்திற்கு வரையப்பட்டிருக்கின்றன. அதனால்தான் இவ் வெறியத்தில் நெடுங்கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் குறுகி இருக்கின்றது. எனவே, அகலக் கோடுகளிலோ, நெடுங் கோடுகளிலோ உள்ளமையான அளவுத் திட்டமில்லை.

அகலக் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்ட விகிதத்திற்கு நெடுங் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் குறுகி இருப்பதால், இந்த வெறியம் ஒரு சம்பரப்பு எறியமாகும். [படம் 9-ஐ பார்க்க] உச்சியெறியங்களில் இதுவொன்றே சம்பரப்பு எறியமாகும். சம்பரப்பு இவ்வெறியத்தில் பேணப்பட்டபடியினால், உருவம் பேணப்படாது உள்ளது. மேலும், நெடுங் கோடுகளும் அகலக் கோடுகளும் ஒன்றிணையொன்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக் கோட்டளவுத் திட்டமும், நெடுங் கோட்டளவுத் திட்டமும் சமியாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேர்க்குவிவரியத் தன்மையும் கிடையாது. எனினும், மையத்திற்கு அருகாமையில் ஒரளவு சரிகான உருவத்தைக் காணலாம். ஏனையவிடங்களில் உருத்திரிபு அதிகமாக இருக்கிறது. [படம் : 25]

நிறம் கடிகார உச்சியெறியம், செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியம் என்பன போன்று, இவ்வெறியத்திலும் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் உள்ளமையான திசை அமைந்துள்ளது. இச் சம்பரப்பு உச்சி எறியத்தினை ஏனைய உச்சிஎறியங்கள் போன்றே இலக்கில் வரைந்தும் விடலாம்.



படம் 25: வடவரைக் கோளத்திற்குரிய சம்பரப்பு உச்சியெறியத்தில் உலகின்மைப்பு.

### 3.4.3. பயன்கள்

சம பரப்பு இவ்வெறியத்தில் கணப்படுவதே இதன் பெருநன்மையாக இருக்கிறது. முனையுகளை அடுத்துள்ள பிரதேசங்களில் அரசியல் பிரிவுகளை வகுத்து எல்லைகள் அமைக்கவும், பறங்பல் படங்களை வரையவும் இந்த ஏறியம் பெரிதும் பயனுடையதாக விளங்குகிறது. எனினும், மையத்திற்கு அப்பால் உருந் திரிபுகாணப்படுவதால் இதன் பயன் சிறிது குறைகிறது.

## 3.5.

### சுழற்று

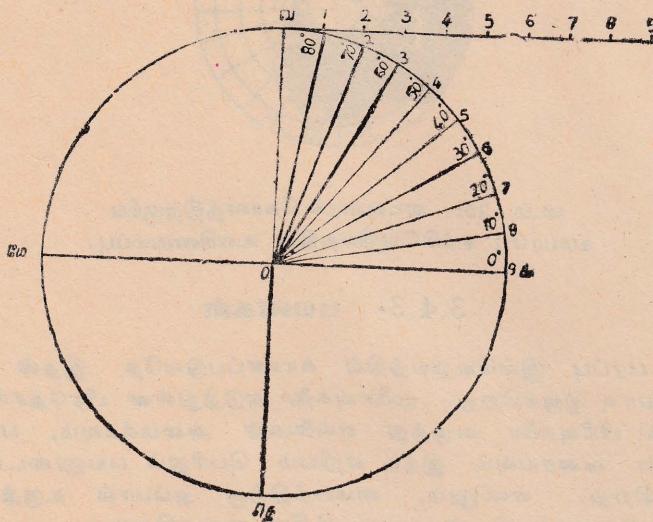
### உச்சியெறியம்

சும்பரப்பு உச்சியெறியத்தினைப் போக்கே சமதூர் உச்சியெறிய மும் பார்வையதற் கூட எறியமாகும். தட்டையான தளம் மூலம் விலோ, சரிவிலோ, மத்திய கோட்டிலோ வைக்கப்பட்டு, ஒளியின் துணைகாண்டு அகல நெடுங்கோடுகளைத் தளத்தில் பதியவைத்து இவ்வெறியம் வரையப்படுவது கிடையாது.

### 3.5.1. வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு  $2^{\circ}$  ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. படம் 27 இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும், தெ-வ எனும் புளியச்சையும் வரைந்துகொள்க. மே-கி ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், O-ஐ மையப்

புளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் உதவியுடன் அகலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பரக்களாகக் குறித்து மையப் புளியையும், பரிதியையும் இணைக்க.



படம் - 26: சமதூர உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலை விளக்கப் படம்.

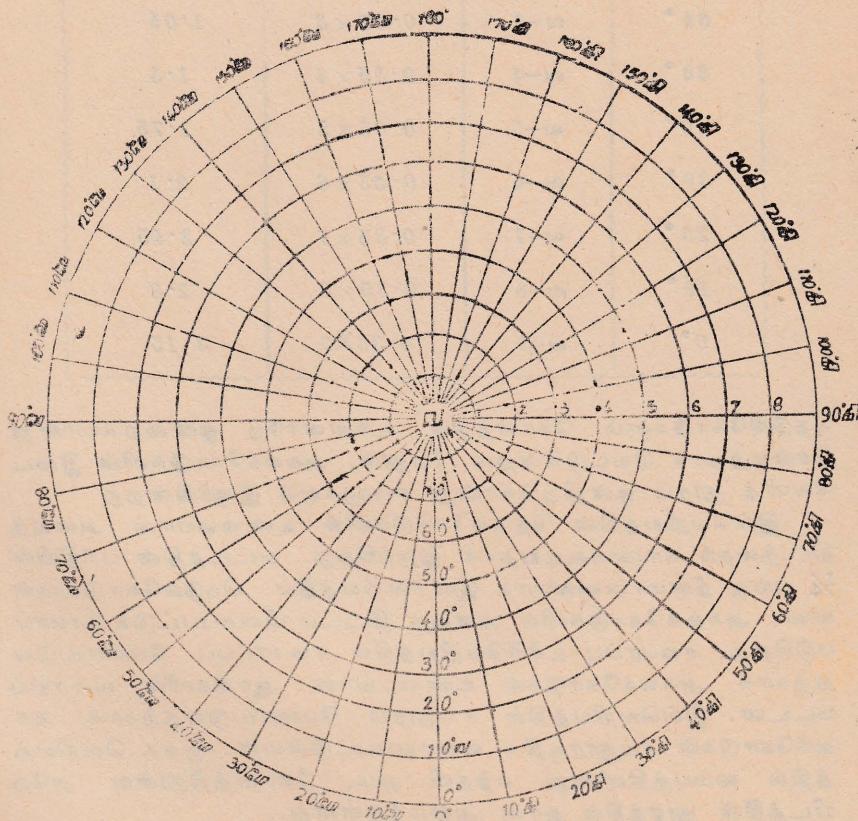
(ஆ) வ-ஜீ மையமாகக் கொண்டு வ-1, வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6, வ-7, வ-8, வ-9 என்பனவற்றை ஆரங்களாகக் கொண்டு, முறையே  $80^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $0^\circ$  எனும் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைக் கீறிக்கொள்க. இவ்விடத்தில் ஒன்றினை மனத்தில் கொள்ளல் வேண்டும். என்னவெனில், இவ்வெறியத்திலுள்ள அளவுக்கோடுகள் ஒவ்வொன்றினதும் இடைவெளி சம தூரத்தைக் கொண்டனவ. ஏனெனில், அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாகைக் கோடுகள் பரிதியில் சந்திக்கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து, வ-என் பது வரையுள்ள வளைவுத் தூரங்களை ஆரங்களாகக் கொண்டு அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்கள் வரையப்படுகின்றன.  $2''$  ஆரத்தில் வரையப்பட்ட கோளத்தில்  $10^\circ$  அகலக் கோடுகளிடையேயுள்ள பரிதி வளைவுத் தூரம்  $0^{\circ}35$  அங்குலமாகும்.

(இ) முன் வரைந்த ஏறியங்களில் கீறியது போன்று நெடுஞ் கோடுகளைக் கீறிக்கொள்க.

(ஈ) அகல நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(உ) அளவுத் திட்டத்தைத் தன்றுத் தமதுக் கொண்டால்

படம் : 27-ஐ 2' ஆரமுடைய கோளமெனக் கொண்டால் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைவதற்குரிய ஆரங்களை மேல் வருமாறு : (பக்கம் 46 இல்).



படம் 27 : சமதூர உச்சியெறியக்

### 3. 5. 2. சமதூர உச்சியெறியத்தின் யண்புகள்

சமதூர உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும். ஆனால் உச்சியெறியங்கள் போன்று, ஒரு மையத்தையுடைய வட்டம் எல்லாம் அம்மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன. அகலக் கோடுகளும்,

| அகலக் கோடு | ஆரத்தின் பெயர் | 10°இடைவெளித் தூரம் (அங்.) | ஆரம் (அங்.)  |
|------------|----------------|---------------------------|--------------|
| 90°        | வ              | 0                         | 0            |
| 80°        | வ-1            | $0 \cdot 35 \times 1$     | $0 \cdot 35$ |
| 70°        | வ-2            | $0 \cdot 35 \times 2$     | $0 \cdot 7$  |
| 60°        | வ-3            | $0 \cdot 35 \times 3$     | $1 \cdot 05$ |
| 50°        | வ-4            | $0 \cdot 35 \times 4$     | $1 \cdot 3$  |
| 40°        | வ-5            | $0 \cdot 35 \times 5$     | $1 \cdot 75$ |
| 30°        | வ-6            | $0 \cdot 35 \times 6$     | $2 \cdot 1$  |
| 20°        | வ-7            | $0 \cdot 35 \times 7$     | $2 \cdot 45$ |
| 10°        | வ-8            | $0 \cdot 35 \times 8$     | $2 \cdot 8$  |
| 0°         | வ-9            | $0 \cdot 35 \times 9$     | $3 \cdot 15$ |

நெடுங்கோடுகளும் கோளத்தில் உள்ளவாறே ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன மேஜும், அகலக்கோடுகளின் இடைவெளித் தூரம் ஒன்றிந்கொன்று சமமாகவும் இருக்கின்றது.

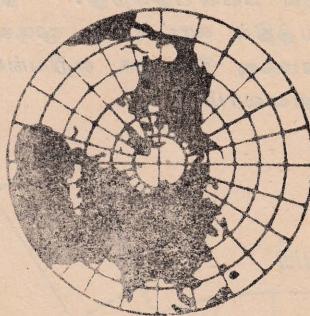
இல்லையியத்தின் நெடுங்கோடுகளின் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காணக்கூடியதாக இருக்கிறது. வட்டத்தின் பரிதியின்  $\frac{1}{4}$  பங்கு நீளமானவையாக இல்லையியத்தில் நெடுங்கோடுகளுள்ளன. அகலக்கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டுக் காணப்படுகிறது. சமபரப்பு உச்சியெறியத்தில் சமபரப்புப் பேணப்படுவதற்காக அகலக்கோடுகள் உண்மையான ஆரங்களில் வரையப்பட்டன. இல்லையியத்தில் சமதூரம் பேணப்படுவதற்காக அகலக்கோடுகள் சமதூரத்தில் வரையப்பட்டுள்ளன. இந்த வெறியத்தில் மையத்தினின்று எந்தவிடமும், கோளத்திலுள்ள அதே யிடத்தின் தூரத்தில் தான் அமைந்துள்ளது.

நெடுங்கோட்டு அளவித்திட்டம் உண்மையாகவும், அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டும் காணப்படுவதால் இந்த ஏறியம் சமபரப்பிணையுடையதன்று.

ஏனைய உச்சியெறியங்கள் போன்று, இதிலும் மையத்திற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு உண்மையான உருவத்தைக் காணலாம். எல்லைகளில் உருவம் திரிவுபட்டுள்ளது. அகலக்கோடுகளும்

நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினொன்று செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும், அகலக்கோட்டிலும், நெடுங்கோட்டிலும், எந்தவிடத் திலும் அனவுந்திட்டம் ஒன்றிற்கொன்று சமஞக இங்காநபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியம்பண்டு காணப்படவில்லை.

சமதூர் உச்சியெறியத்திலும் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் உண்மையான திளையைக் காணலாம்; இவ்வெறியத்தினையும் மிக இலக்கியில் அமைத்துவிட்டுமுடியும்.



படம் 28: அடவரைக் கோளத்திற்குரிய சமதூர் உச்சியெறியத்தில் உலகின்மைப்பு.

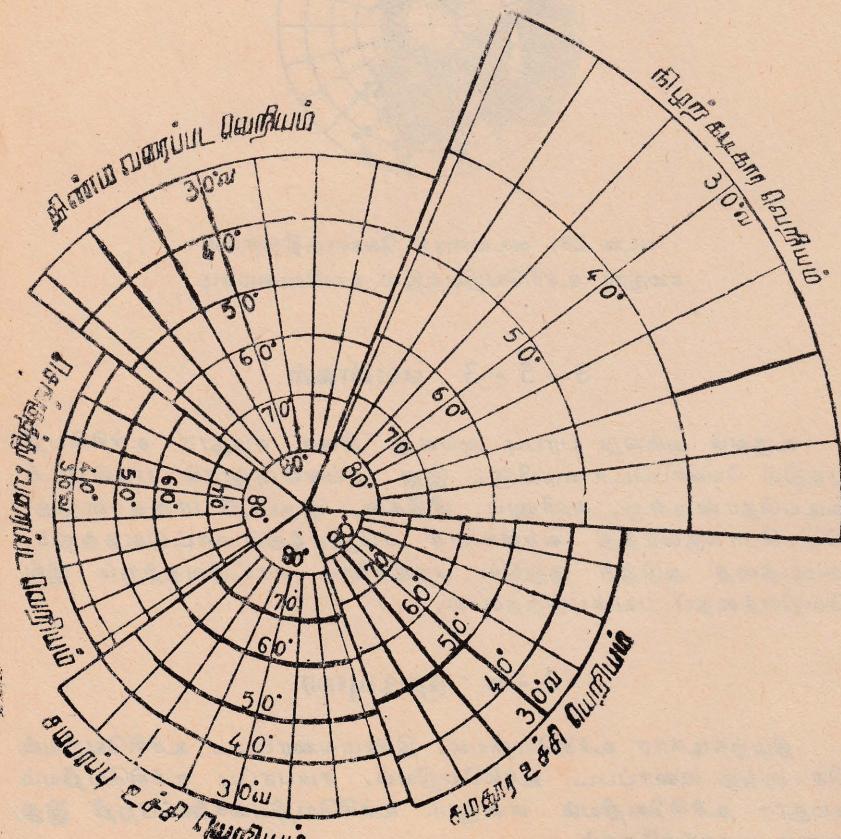
### 3 - 5 - 3 பயண்கள்

உருவும் அல்லது பரப்பு அல்லது திசை சமதூர் உச்சியெறியத்தில் பேணப்படாமையினால் இது அவ்வளவுதாரம் பயணப்படக் கூடியதோன்று, எனினும், வீதிகள், இருப்பும் பாகைதகள்முதலிய போக்குவரத்து வசதிகளைச் சமதூராத்தில் காட்டுவதற்கும், மையத்தை அடுத்த சூருகிய பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கும் இவ்வெறியத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

### 3 - 6 முடிவுரை

நிழங்கடிகார உச்சியெறியம், திண்மவரைப்பட உச்சியெறியம் செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியம், சமபரப்பு உச்சியெறியம் சமதூர் உச்சியெறியம் என்னும் உச்சியெறியங்களைப்பற்றி இது வரை ஆராய்ந்தோம்.

பொதுவாக உச்சியெறியங்களை நோக்குமிடத்து, அவற்றினால் தமக்குக் கிடைக்கின்ற நன்மைகள் குறைவு. எனினும், நமது தேவைக்கு இனங்க அன்றை நாம் பயன்படுத்திக்கொள்ளக் கூடிய தாக இருக்கிறது. ஓரளவு நேரங்களில் காட்டுவதற்கும் கப்பற் பாதைகள், நீரோட்டங்கள், காற்றுக்கள் என்பவற்றைச் சரியான திசையில் காட்டுவதற்கும், தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியம் பயன்படுகின்றது. அரசியல் படங்களமைக்கவும், பரம்பல் படங்களை வரைவதற்கும் சம்பரப்பு உச்சியெறியம் உதவுகிறது. வானியல் படங்கள் வரைய சென்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியம் கைகொடுக் கிறது. போக்குவரத்துப் பாதைகளைச் சரியான தூரத்தில் காட்ட சமதார உச்சியெறியம் பயன்படுகிறது. நமது தேவைகள் முழு வகையும் ஒரே ஏறியத்தில் காட்டிவிட முடியாது. ஆனால், நமது தேவைகளின் தன்மைக்கு இனங்க எறியங்களைத் தெரிவு செய்து பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

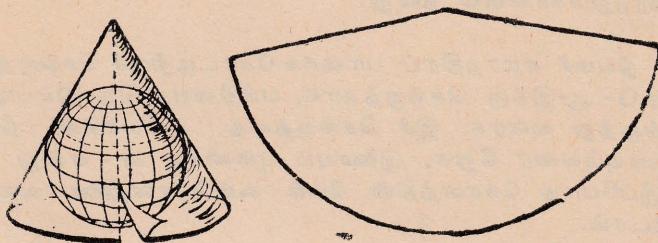


பக. 29 உச்சியெறியங்களை ஒட்டிட்டு கோக்குதல்

ஈத்தியாயம் நான்கு

## கூம்பெறியங்கள்

கோள் எத்தை எவ்வாறு பிரி த்துத் தட்டையாக்கினாலும் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவமாக ஆக்கிவிட முடியாது, ஆனால் கூம்பு ஒன்றினை வெட்டிப் பிரித்துத் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவத்தில் தட்டையாக்கிவிட முடியும். அதனால்தான் கோளத்தின்மேல் கூம்பு ஒன்றினை வைத்து, அதில் அகலக் கோடுகளும், நெடுஞ் கோடுகளும் பதிவு செய்யப்பட்டால் எவ்வாறு இருக்கும் என்று கற்பணை செய்து கூம்பெறியங்கள் வரையப்படுகின்றன.



படம் 30 : கோளத்தின்மீது கூம்பு வைக்கப்படும் விதமும் கூம்பினை வெட்டிப் பிரிக்கில் அதன் வடிவமும்-

4.1

## ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பேரியம்

கோளத்தின்மேல் கூம்பு ஒன்றினை வைக்கில், அது கோளத்தின் ஏநாவது ஒரு அகலக் கோட்டில் தொட்டுக்கொண்டு அமையும்; நமக்குத் தேவையான அகலக் கோட்டில் கூம்பினைத் தொடும்படியாக நாம் கூம்பினைக் கோளத்தின்மேல் வைக்கமுடியும். அவ்வாறு கூம்பு தொடும் அகலக் கோடு நியமச் சமாந்திரம் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த நியமச் சமாந்திரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஒரு நியமச் சமாந்திரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் அழைக்கப்படுகின்றது.

### 4.1.1 வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2° ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும், தெ.வ எனும் புவியச்சையும் வரைந்துகொள்க. புவியச்சைச் சர்று நீளத்திற்கு ஒ-ஊடாக நீட்டி வரைந்துவிடுக.

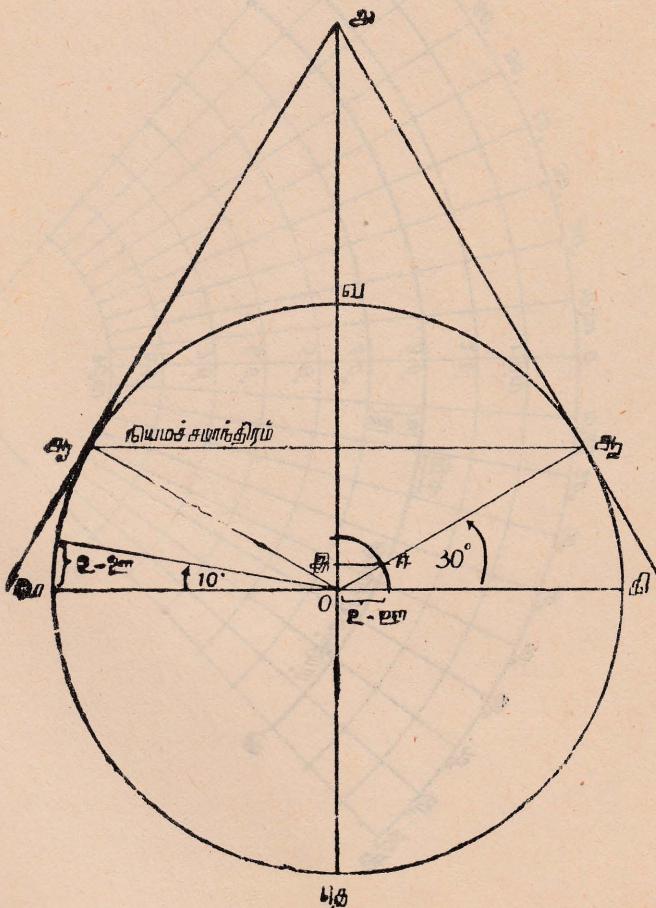
(ஆ) நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றிணைத் தெரிந்துகொள்க. எடுத்துக் காட்டாக  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டை நியமச் சமாந்தரமாக எடுத்துக் கொள்வோம். மே-கி-ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், O-ஐ மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் துணையுடன்  $30^{\circ}$  அகலக்கோட்டைக் கணித்து. மையப்புள்ளியையும் பரிதியையும் இணைக்க. படம் 31-ல் காட்டியவாறு நியமச் சமாந்தரத்தை அ-ஆ என் வரைந்துகொள்ளல் நன்று.

(இ) நியமச் சமாந்திரப் பாகைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக அதாவது O-ஆ-இற்கு செங்குத்தாக, பரிதியைத் தொடும்படியாக ஒரு செங்குத்து வரைக. இச் செங்குத்தை, புவியச்சின் நீட்சியுடன் இணையும்வரை கீழுக, இணையும் புள்ளிக்கு அ-என்று பெயரிடுக. இப்போது கோளத்தின் மேல் கூம்பொன்றிணை வரைந்துகொண்டோம்.

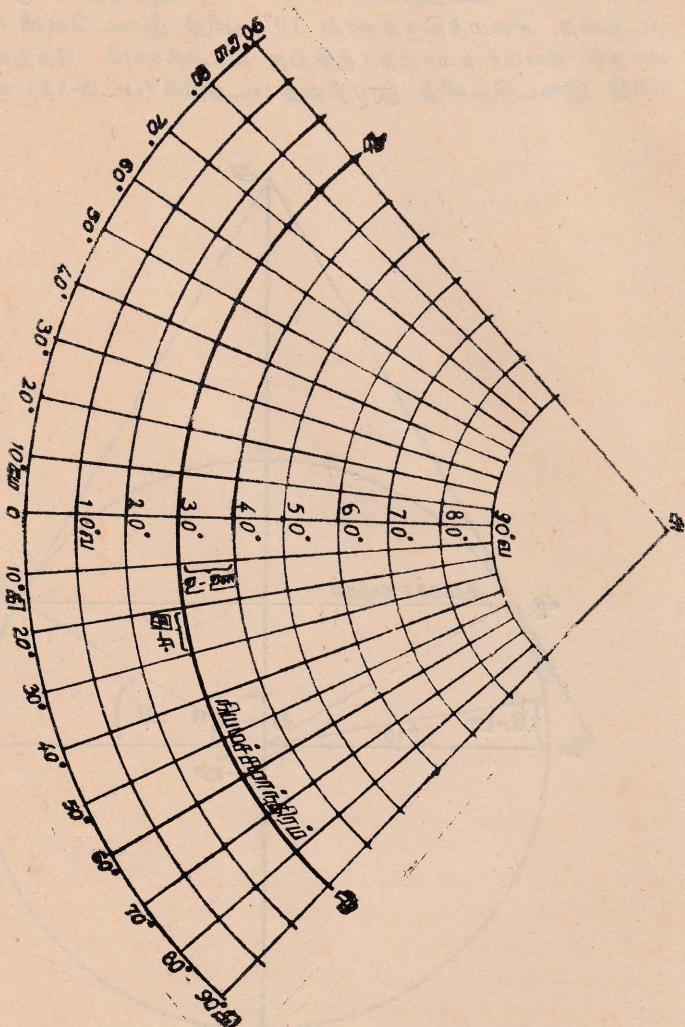
(ஈ) இக் கூம்பெறியத்தினை நாம் பத்துப்பாகை இடைவெளி தளில் வரையவீருப்பதினால். நியமச் சமாந்தரத்தைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகப் பிரித்து நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு ஒர் அளவு தேவை,  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க. அது படத்தில் ஒ-ஊ என்பதாகும். ஒ-ஊ-ஐ ஆரமாகக் கொண்டு, O-ஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால் வட்டம் வரைந்துகொள்ளவுக்க. இக்கால் வட்டத்தின் பரிதியில், நியமச் சமாந்திரப் பாகைக் கோடு சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து, புவியச்சிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. அது படத்தில் இ-ஈ என்பதாகும், இ-ஈ தான் நியமச் சமாந்திரத்தில் நெடுங்கோடுகள் பிரிப்பதற்குரிய அளவாகும்.

(உ) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. அக் கோட்டின் வட நுனியில் அ-என்று ஏழுதிக்கொள்க, இதுவே கூம்பின் உச்சியாகும். அ-ஐ மையமாகக் கொண்டு, அ-ஆ-ஐ ஆரமாகக் கொண்டு ஒரு அரை வட்டம் வரைந்துகொள்க. இதுவே எறியத்தில் வரையப்படும் நியமச் சமாந்தரமாகும். இனி ஏனைய

அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைவது அவசியம்.  $10^\circ$  இடைவெளியில் இவ்வெறியத்தினை நாம் வரைவதினால்  $10^\circ$  பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க.  $2''$  ஆரத்தில் நிலை விளக்கப்படத்தை அமைத்திருந்தால்  $10^\circ$  பரிதி இடைவெளி  $0.35$  அங்குலமாகும். நியமச் சமாந்தரத்திற்கு வடக்காயும். தெற்காயும் இந்தப் பரிதி இடைவெளித் தூரத்தை படத்தில் (படம்-31) காட்டியவாறு



படம் 31: ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தின் நிலை விளக்கப் படம்



ULLIO - 321 ஸ்ரீ வைத்தியல் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூமிலியல்.

குறித்துக் கொள்க. பின் அதை மையமாகக் கொண்டு, அகலச் கோட்டுச் சமாந்தரங்களுக்காகக் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளுடாக அரை வட்டங்களை வரைந்துகொள்க.

(ஆ) நியமச் சமாந்தரத்தில் இ-ஈ எனும் அளவைக்கொண்டு, நெடுங்கோடுகளைக் குறித்துக்கொள்க: அரைக்கோளம் மூழைதையும் வரைவதாயிருந்தால்  $0^\circ$  நெடுங்கோட்டில் இருந்து கிழக்காக  $18^\circ$  இ-ஈ அளவையும், மேற்காக  $18^\circ$  அளவையும் நியமச் சமாந்தரத்தில் குறித்துக்கொள்க. (படம் 32-இல்  $90^\circ$  கி,  $90^\circ$  மேநெடுங்கோடுகள் வரையே வரையப்பட்டுள்ளது.)

(ஏ) நியமச் சமாந்தரத்தில் குறித்துள்ள நெடுங்கோட்டுப் புள்ளிகளையும், அதனும் கம்புச்சியையும்  $0^\circ$  அகலக்கோடு வரை இருக்கவும். படத்தில் காட்டியவாறு  $90^\circ$  வட அகலக்கோட்டிற்கு மேல் நெடுங்கோடுகளை நீட்டாது விடுக.

(ஒ) அகல நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஓ) அளவுத் திட்டத்தை எழுது:

#### 4.1.2 ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கூம்பெறியத்தின்

##### பள்ளுகள்

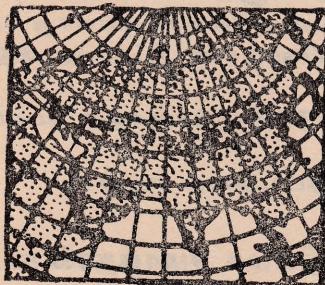
ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் எல்லா அளவுக்கோடுகளும் ஓரே மையத்தைக் கொண்ட வீற்றாகவும் நெடுங்கோடுகளைகளும் அளவுக்கோடுகளைச் சொல்லுத்தான் வெட்டு விட்ட நெர்கோடுகளாகவும் விளக்குகின்றன.

அகலக் கோடுகளில் உள்ளமையான அளவுத் திட்டத்தைக் காண முடியாதன்தான், ஆனால், நியமச் சமாந்திரத்தில் மட்டும் உள்ள மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காணலாம். ஒரு புள்ளியைக் கிருஷ் வேங்கிய வடமுனையு ( $90^\circ$ ) கூல் வெறியத்தில் ஒரு விலாக அமைந்திருக்கிறது. அகலக் கோட்டு இடைவெளிகள்  $10^\circ$  பரிதி இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டிருப்பதனால், நெடுங்கோடுகளில் உள்ளமையான அளவுத்திட்டத்தை அவதானிக்கலாம்.

இவ்வெறியம் கம்பரப்பு ஏறியமன்று. நியமச் சமாந்திரத்திற்கு அருகானமயில் ஓரளவு மரப்புப் பேளப்பட்டிருக்கிறது.

உருவத்தினைப் பொறுத்தமட்டில் கூட நியமச் சமாந்திரத்திற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு உண்மை உருவத்தினைக் காணலாம். அகலக் கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக ஜெட்டிய போடிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டளவுத் திட்டமும் நெடுங்கோட்டளவுத் திட்டமும் சரியாக இல்லாத படியினால் இவ்வெறியத்தில் தேருவெறியத் தன்மை கிடையாது. ஆனால், இக் கூம்பெறியத்தில் மெய்த்திசைகோளைக் காணமுடியாது.

உச்சியெறியங்களைப் போன்று வெறு இவ்வகுவில் இக் கூம்பெறியத்தினை வரைந்துகொள்ள முடியாது.



படம் 33 ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தின் ஆசியாக் கண்டத்தின் அமைவு

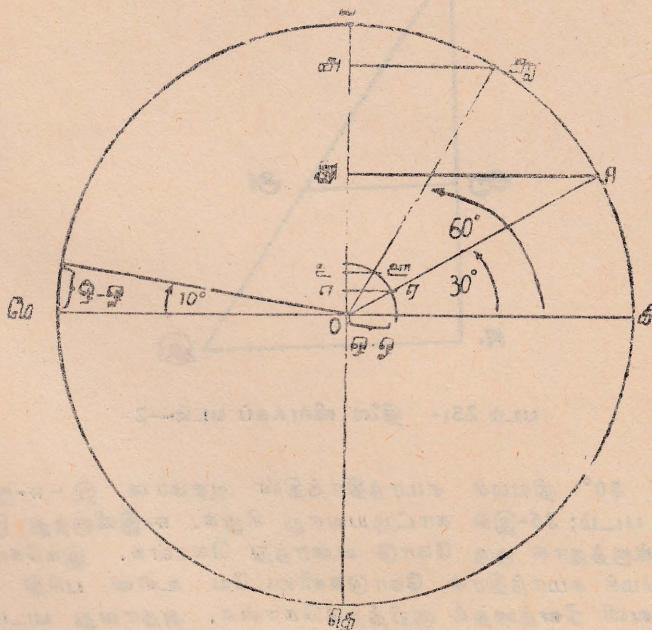
#### 4.1.3 பயன்கள்

இவ்வெறியத்தில் நியமச் சமாந்திரத்திற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு பாப்பும், உருவமும் பேணப்பட்டிருக்கிறது. அதனால், வடக்குத் தெற்காக நீண்டு, கிழக்கு மேற்காக ஒடுங்கிய பிரதேசங்களைக் காட்ட இது பெரிதும் பயன்படும். இத்தகைய பிரதேசங்களைக் காட்ட, வசதியான நியமச் சமாந்திரத்தையும், மத்திய நெடுங்கோட்டடையும் தெரிவுசெய்து வரைந்து கொள்ளலாம்; கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கு இந்த ஏறியம் மிகவும் பயனுடையதாக விளங்குகின்றது.

4.2

## இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியப்

**நியமச் சமாந்தரம்** ஒன்றினை அடிப்படையாகக் கொண்டு கணித்து, ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் வரையப்படுகின்றது. ஆனால், இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் இரு நியமச் சமாந்திரக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு வரையப்படுகின்றது கோளம் ஒன்றின் மேல் கூம்பொன்றினை வைக்கில் அதன் உட்பாகம் ஏதாவது ஒரு அகலக் கோட்டுச் சபாந்தரத்தில் தொடும். ஆனால், அதே கூம்பு இரு அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் தொடும் என்று எதிரிபாஸ்க்க முடியாது. அதனால், இரு நியமச் சமாந்திரங்களில் தொட்டால் எவ்வாறு ஏற்றியம் அமையும் என்று கணித்து இவ்விரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் வரையப்படுகின்றது.

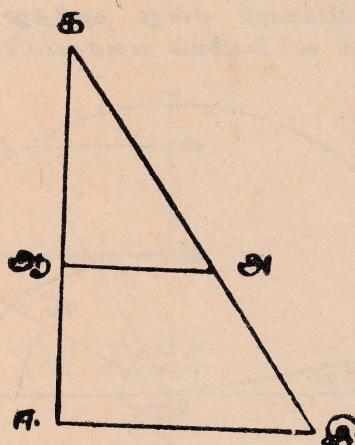


படம் 34. இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்திற்குரிய நிலை விளக்கப் படம்

### 4-2-1 வரையும் முறை

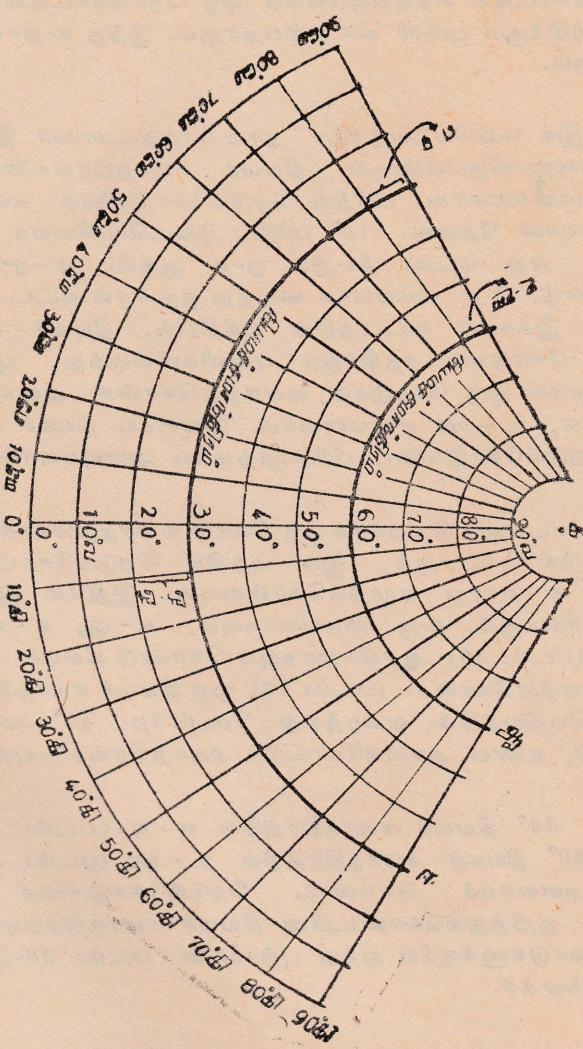
(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு, 2" ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. மே-கி எனும் மந்தியகோட்டு விட்டத்தையும் தெ-வ எனும் புளியச்சையும் வரைந்துகொள்க.

(ஆ) நியமச் சமாந்திரங்கள் இரண்டினைத் தெரிந்துகொள்ள எடுத்துக்கொட்டாக  $30^\circ, 60^\circ$  அகலக்கோடுகளை நியமச் சமாந்திரங்களாகத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்வோம். மே-கி-ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், O-ஐ மையப் புளிலியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் ஆணையுடன்  $30^\circ, 60^\circ$  அகலக்கோடுகளைக் கணித்து, மையப் புளிலியையும் பரிதியையும் இணைத்துக் கொள்க. படம்: 34-இல் காட்டியவாறு நியமச் சமாந்திரங்களின் ஆரங்களை (அ-ஆ, இ-ஏ என்பன) வரைந்துகொள்க.



படம் 35:- தீஸ் விளக்கப் படம்—2

(இ)  $30^\circ$  நியமச் சமாந்திரத்தின் ஆரமான இ-ா-ஐ ஒரு தாளிக் கூட்டுப்படம்; 35-இல் காட்டியவாறு கிடைக்க. ஸ-கிவிழுது இ-ா-க் குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்து கொள்க. இக்கோட்டில் கிடைக்கும் நியமச் சமாந்திரக் கோடுகளிடையே உள்ள பரிதி வளைவு இடைவெளி நீளத்தைக் குறித்துக்கொள்க, அதாவது படம்: 34-இல் ஆ-ஏ எனும் பரிதி வளைவாகும். இந்த இடைவெளித் தூரம் கூடுதல் படம்: 35-இல் காட்டியவாறு கெழுத்துக் கோட்டில் குறிப்



படம் - 36 : இட நியமச் சமாந்தரக். கோரி ஒக்கும் வெளியே.

தக் கொன்க. ஆ புள்ளியிலிருந்து ஈ-இ எனும் கோட்டிற்கு இணையாக,  $60^{\circ}$  நியமச் சமாந்திரத்தின் ஆர் நீளத்தை (அ-ஆ) வரைந்துகொள்க. வரைந்தபின் இ-அ எனும் புள்ளிகளை, செங்குத்துக் கோட்டில் சந்திக்கும்வரை ஒரு நேர்கோட்டில் இணைக்க. இவை சந்திக்கும் புள்ளி க-என்பதாகும். இந்த க-தான் கூம்பின் உச்சியாகும்.

(ச) இக் கூம்பெறியத்தினை நாம் பத்துப்பாகை இடைவெளில் வரையவிருப்பதினால், நியமச் சமாந்திரங்களைப் பத்துப் பாகைகளாகப் பிரித்து நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு இரு அளவுகள் தேவை.  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக் கொள்க. அது படம்: 34-இல் ஒ-ஒ ஆகும். ஒ-ஓ-ஐ ஆரமாகக் கொண்டு. ஓ-ஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால் வட்டம் வரைந்து கொள்க. இக்கால் வட்டத்தின் பரிதியில், நியமச் சமாந்திரப் பாகைக் கோடுகள் சந்திக்கும் புள்ளிகளிலிருந்து, புவியச்சிற்கு செங்குத்தாக இரு கோடுகள் வரைந்துகொள்க. அவை படம்: 34-இல் எ-ஏ, உ-ஐ என்பனவாம். இவையே நியமச் சமாந்திரங்களில் நெடுங்கோடுகளைப் பிரிப்பதற்குரிய அளவுகளாம்.

(ஞ) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. இதுவே உச்ச தெடுங்கோடாகும். இம் மத்திய நெடுங்கோட்டின் வடநுணியில் க-என்று எழுதிக்கொள்ளவும். இதுவே இவ்வெறியத்தின் உச்சியாகும். க-ஐ மையமாகவும், க-ஆ, க-ஈ என்பன வற்றை (படம்: 35) ஆரங்களாகவும் கொண்டு நியமச் சமாந்திரங்களை வரைந்துகொள்க. (படம்: 36) ஒரு நியமச் சமாந்திரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தின் வரைந்தது போன்றே,  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளியில், ஏனைய அகலத்தோடுச் சமாந்திரங்களையும் கிழகு,

(ஊ)  $30^{\circ}$  நியமச் சமாந்திரத்தில் எ-ஏ (படம்: 34) என்பதையும்,  $60^{\circ}$  நியமச் சமாந்திரத்தில் உ-ஐ (படம்: 34) என்பதையும் அளவாகக் கொண்டு. தெடுங்கோடுகளைக் குறித்துக் கொள்க. குறித்துக்கொண்டபின் நியமச் சமாந்திரங்களில் உள்ள நெடுங்கோடுகளுக்குரிய ஒத்த புள்ளிகளை படம்: 36-இல் உள்ள வாறு இணைக்க.

(ஏ) அகல நெடுங்கோடுகளுக்கு பெயரிடுக.

(ஏ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவருது அறிக்க.

### 4-2-2 ஒரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூட்டுப்பெறியத்தின் பண்புகள்

ஒரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூட்டுப்பெறியத்தினைப் போன்றே இவ் வெறியத்திலும் எல்லா அகலக் கோடுகளும் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட விற்களாகவும், நெடுங்கோடுகளைல்லாம் அகலக் கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்ற நேரகோடுகளாகவும் உள்ளன.

நியம அகலக் கோடுகளில் மட்டும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் உண்டு. ஏனைய அகலக் கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் பேணப்படவில்லை. நியமச் சமாந்திரங்களுக்கு அப்பால் அளவுத்திட்டம் விரிவடைந்திருக்கின்றது. இவ்வெறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தின்படி வரையப்பட்டிருக்கின்றன. அகலக்கோட்டுச் சமாந்திரங்கள்  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளிகளில் அமைக்கப்பட்டிருப்பதானால் நெடுங்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படுகின்றது.

இது ஒரு சம்பரப்பு எறியமன்று; நியமச் சமாந்திரங்களை அடுத்து ஓரளவு சம்பரப்பினை அவதானிக்க முடியும்.

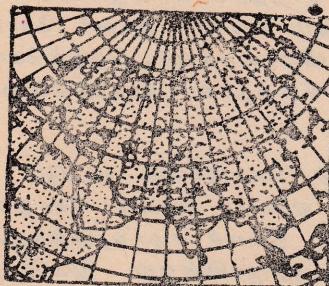
இவ்வெறியத்தில் உண்மையான உருவத்தைக் காண முடியாது. என்னும், நியமச் சமாந்தரங்களை அடுத்து ஓரளவு சரியான உருவத்தைக் கவனிக்கலாம். அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றிணையான்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டனவுத் திட்டமும், நெடுங்கோட்டனவுத் திட்டமும் விகிதசமானாக இல்லாதபடியினால் இதில் நோக்குவெறியங் பண்புகிடையாது,

மெய்த்திசைகோண் இக் கூட்டுப்பெறியத்தில் இல்லை; இதனை இலகுவில் வரைந்து கொள்வதும் கடினம்.

### 4-2-3 பயன்கள்

ஒரு நியமச் சமாந்திரக்கோட்டுக் கூட்டுப்பெறியத்திலும் பார்க்க இவ்வெறியத்தில் ஒரு நன்மையுண்டு. என்னவெனில், கூடிய அகலக்கோடுகளைக் கொண்ட பிரதேசங்களை இதில் காட்ட முடியும். வடக்குத் தெற்குக் குறுகி, கிழக்கு மேற்கு நீண்ட பிரதேசங்களைக் குறிக்க இவ்வெறியம் மிகவும் சிறந்தது. நியமச் சமாந்திரங்களுக்குப்பட்ட கூடிய பிரதேசங்களை, உதாரணமாக இடைவெப்ப

வயயத்தை, இதில் நன்கு அமைத்துக் காட்ட முடியும். மேலும் நமக்குத் தேவையான பிரதேசத்தை உண்டக்கைக் கூடிய நியமச் சமாந்திரக்களைத் தெரிவுசெய்து ஏறியத்தை வரைந்துகொள்ள முடியும்.



படம்: 37 இரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் ஆசியா

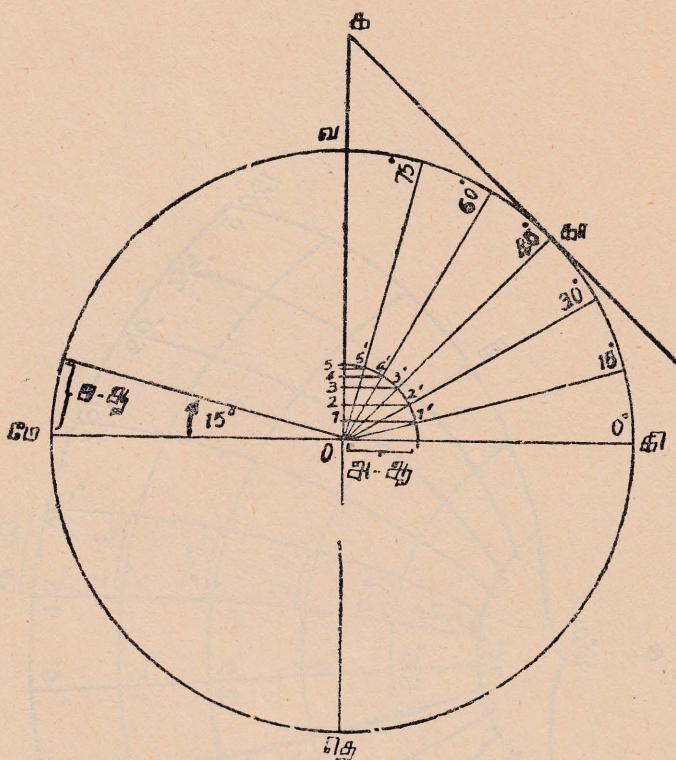
4.3

**போன்னின்  
எறியம்**

**Q**பான்னின் எறியம் திருத்தி யமைக்கப்பெற்ற ஒரு கூம்பெறியமாகும். ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தினைப் போன்றே இவ்வெறியமும் நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினை அடிப்படையாகக் கொண்டு வரையப்படுகின்ற போதி ஆம். சம்பரப்புத் தன்மை பேணப்படுவதற்காகச் சில திருத்தங்களுக்கு உட்பட்டுள்ளது. அதனால்தான் இதனைத் திருத்தியமைக்கப்பெற்ற கூம்பெறியம் என்பர்.

#### 4-3-1 வரையும் முறை

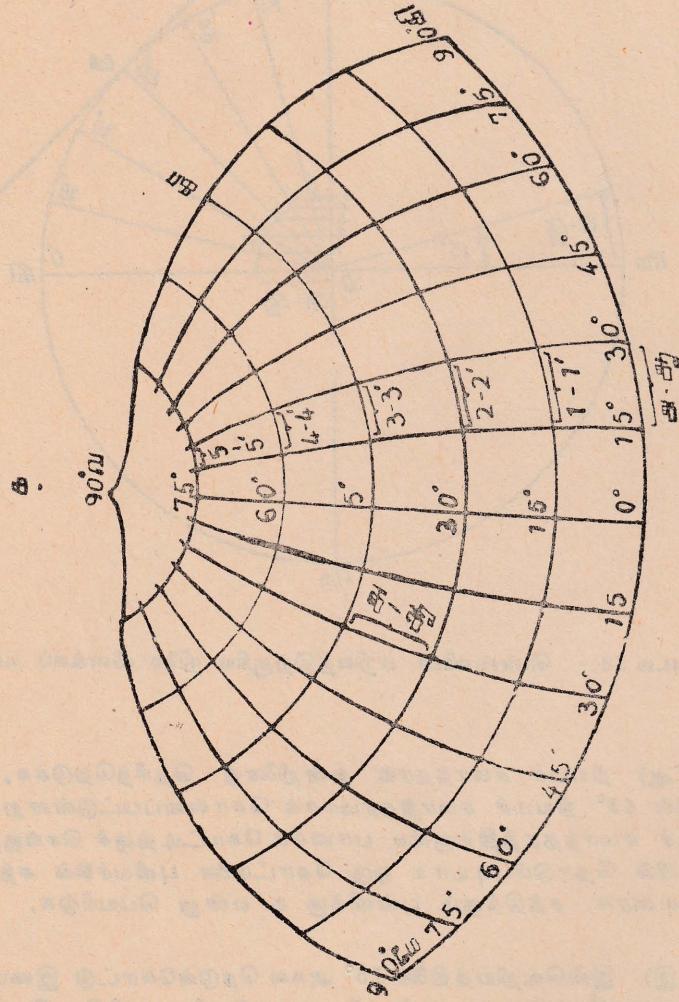
(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2° ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைத்துகொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தை வரைந்து கொள்வதோடு, தெ-வ எனும் புவியச்சை வரையும் போது வடமூலையிற்கு வெளியேயும் நீட்டித் வரைந்துகொள்க.



படம் 38:- பொன்னின் எறியத்திற்குரிய நிலை விளக்கப் படம்

(ஆ) நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினைத் தெரிந்தெடுக்க, படம் 38-இல்  $45^{\circ}$  நியமச் சமாந்தரமாகக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இந்த நியமச் சமாந்தரத்திற்குரிய பாகைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக, பஷ்டயில் தொடும்படியாக ஒரு கோட்டினை புனியச்சில் சந்திக்கும் படி வரைக. சந்திக்கும் புள்ளிக்கு க என்று பெயரிடுக,

(இ) இவ்வெறியத்தினை  $15^{\circ}$  அகல நெடுங்கோட்டு இடைவெளி யில் வரைவோம். அதனால் 15 பாகைக்குரிய பரிசு இடைவெளி யைக் கணித்துக்கொள்க. அது நிலை விளக்கப் படத்தில் அ—ஆ எண்பதாகும் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை ஒவ்வொன்றிலும்



படம் - 39 : பொன்னில் எறியல்

நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைக் குறித்தல் வேண்டும். நியமச் சமாந்திரத்தில் மட்டுமன்றி எல்லா அகலக்கோடுகளிலும் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளை இடல் திடீஸ் சிறப்பாகும். எனவே 15 பாலைக்குரிய பரிதி இடைவெளியை ஆரமாகக் கொண்டு (அ-ஆ) 0-ஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால்வட்டம் வரைக. அத்தால்வட்டத்தின் ஈரிதியும், வரைத்துள்ள  $15^{\circ}$  அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாலைக்கோடுகளும் சந்திக்கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து புவியச் சிற்று செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக. அவை படம்: 38-இல் அ-ஆ  $1-1'$ ,  $2-2'$ ,  $3-3'$ ,  $4-4'$ ,  $5-5'$  என்பனவாம்.

(ச) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. இதுவே மத்திய நெடுங்கோடாகும், இம் மத்திய நெடுங்கோட்டின் உச்சியில் கூன்று எழுதிக்கொள்க. க-ஐ மையமாகவும், க-கா என்பதை ஆரமாகவும் கொண்டு  $45^{\circ}$  அகலக் கோட்டுச் சமாந்திரத்தை அரைவட்டமாக வரைந்துகொள்க. பின் ஒரு நியமச் சமாந்திரக் கோட்டுக்கும், கூம்பெற்றியத்தில் வரைந்ததுபோல்  $15^{\circ}$  பரிதி இடைவெளிகளில் ஏனைய அகலக் கோடுகளையும் வரைந்துகொள்க. [ படம் - 39 ]

(ஞ) அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைப் பிரித்துக்கொள்க. அவை பிரிய்பதற்குரிய அளவுகள் அ-ஆ  $1-1'$ ,  $2-2'$ ,  $3-3'$ ,  $4-4'$ ,  $5-5'$  என்பனவாம். குறித்துக்கொண்டபின் ஒத்த புள்ளிகள் ஊடாக இணைத்து, படம் 39-இல் உள்ளவாறு நெடுங்கோடுகளை வரைக. இதில்  $90^{\circ}$  கிழக்கு,  $90^{\circ}$  மேற்கு வரையே வரையப்பட்டிருக்கின்றது. அரைக் கோளம் முழுவதையும் வரைந்தால் பொன்னின் எறியம் படம் 40-இல் உள்ளவாறு அமையும்.

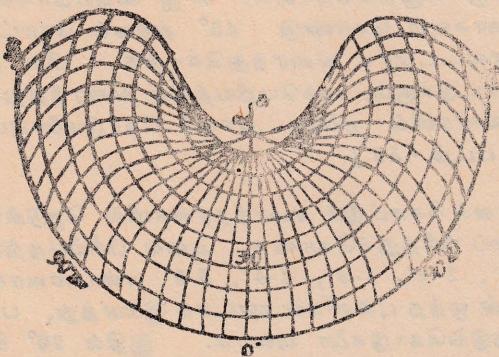
(ஞா) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடு,

(ங) அளவுத் திட்டத்தைத் தவறாது குறித்துக்கொள்க.

#### 4.3.2 பொன்னின் எறியத்தின் பண்புகள்

பொன்னின் எறியத்தில் அகலக் கோடுகள் எல்லாம் முன்னிரு எறியங்களைப் போன்றே ஒரு மையத்தைக் கொட்ட விற்களாம், நெடுங்கோடுகளில் மத்திய நெடுங்கோடு மட்டும் நேர்கோடாகும். ஏனையன வளைகோடுகளாம். மேலும்' மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுத் தான் அகலக் கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகிறது. முன்வு இதில் ஒரு புள்ளியாக அமையும்.

அகலக் கோடுகள் எல்லாவற்றிலும் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காணலாம். உண்மையான நெடுங்கோட்டு இடை வெளிகள் அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் கணிக்கப்பட்டு வரையப்பட்டதினால், அகலக் கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவினைக் கொண்டனவாக உள்ளன. மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத் திட்டமுண்டு. ஒன்றை நெடுங்கோடுகள், அகலக் கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் பேணப்படுவதற்காக வளைவுற்றபடியினால், அவற்றில் சரியான அளவுத் திட்டமில்லை.



படம் - 40/- பொன்னின் ஏறியம்.

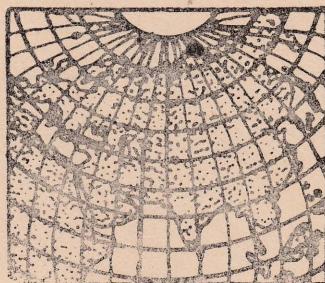
பொன்னின் ஏறியம் ஒரு சமபரம்பு ஏறியமாகும். இவ்வெறியத் தின் ஒரு பகுதியில் பரப்பை ஏறியத்தின் அளவுத் திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப்பளவு கோளத்திலுள்ள அதே பகுதியின் பரப்பிற்குச் சமனாக விருக்கின்றது.

ஓரளவு உண்மையான உருவத்தை மத்திய நெடுங்கோட்டிற்கு அருகாமையிலும், நியமச் சமாந்திரத்து அருகாமையிலுமே காணலாம். இந்த ஏறியத்தில் நேருருவெறியத்தன்மை கிடையாது.

பொன்னின் ஏற்யத்தின் மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டுமே உண்மையான திசையைக் காணலாம். ஒன்றை பகுதிகளில் மெய்த திசைகோள் பேணப்படவில்லை. மேலும், இந்த ஏறியத்தை இலகுவில் வரைத்துகொள்வதும் கடினமே.

### 4.3.3 பயன்கள்

பொன்னின் எறியத்தில் சமயரப்புத் தன்மை காணப்படுவதனால் கோதுமை, ஒட்டி முதலிய விளைபொருட்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் பயனுடையது, இடை வெப்ப வலயத்தில் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்ட இந்த எறியம் ஏற்றது. அகலமூம் நீளமூம் சமனாகவுள்ள சிறிய பரப்புகளைக் காட்ட இது மிக ஏற்ற எறியமாகும். பிரான்ஸ், அவுஸ்திரேவியா, கனடா முதலிய நாடுகளின் பரம்பல் படங்களை இவ்வெறியத்தில் வரைந்து காட்டுகின்றார்கள். தேசுப் படங்களில் ஆசியா, ஜரோப்பா, வட அமெரிக்கா, அவுஸ்திரேவியா முதலான கண்டங்கள் பொன்னின் எறியத்திலேயே வரைந்து காட்டப்படுகின்றன,

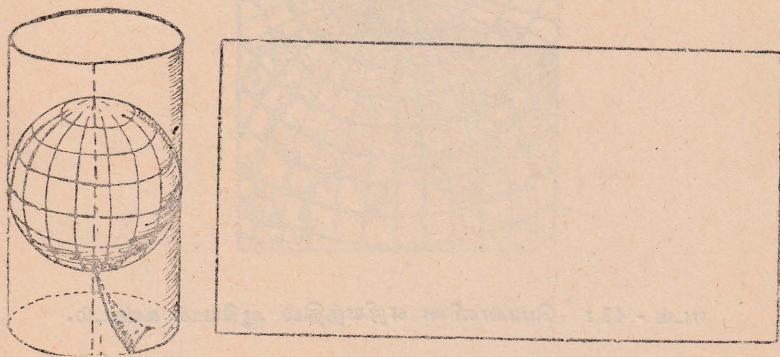


படம் - 41 : பொன்னின் எறியத்தில் ஆசியாக் கண்டம்.

## அத்தீபாயம் ஜந்து

### உருளையெறியங்கள்

**கூம்பு** ஒன்றினை வெட்டிப் பிரித்துத் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவத்தில் தட்டையாக்கிவிட முடிவது]]போன்றே, உருளை ஒன்றினையும் வெட்டிப் பிரித்துத் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவத்தில் தட்டையாக்கிவிட முடியும். அதனால்தான் உருளையொன்றினுள் கோளத்தை உள்ளடக்கி, கோளத்தைச் சுற்றியுள்ள உருளையின் உட்புறங்களில் அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் பதிவு செய்யப்பட்டால் எவ்வாறு இருக்கும் என்று கற்பணிசெய்து உருளையெறியங்கள் வரையப்படுகின்றன.



படம் 42: கோளம் உருளையினுள் வைக்கப்படும் விதமும் உருளையை வெட்டிப் பிரிக்கிஸ் அதன் வடிவமும்

5.1

சம்பரப்பு

உருளையெறியம்

**சம்பரப்பு** உருளையெறியம் ஒரு பார்வையற்ற எறியமாகும். அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களின் விட்ட இடைவெளிகளினை அடிப்படையாகக் கொண்டு இல்லெறியம் வரையப்படுகின்றது.

### 5.1.1 வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2° ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு வீட்டத்தையும், தெ-வ எனும் புவியச்சையும் கீறிக்கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு வீட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், O-ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, படத்திலுள்ளபடி, பாகைகளைக் கணித்துக்கொள்க. (படம்: 43 அ)

(ஆ) அகலக் கோடுகளுக்குரிய பாகைக்கோடுகள் பரிதியில் தொடும் புள்ளிகளிலிருந்து, புவியச்சிற்குச் செங்குத்தாகவும், மத்தியகோட்டு வீட்டத்திற்கு இணையாகவும் வரையும் கோடுகளின் இடையே ஏற்படும் தூரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அகலக் கோட்டுச் சமாந்திரங்களை வரைந்துகொள்க. (படம்: 43 ஆ)

(இ) 10° அகல நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் இவ்வெறி யத்தை வரைவோம். அதனால், 10 பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க. படம்: 43 ஆ என்பதில் அ-ஆ எனும் பரிதி இடைவெளியினைக் கொண்டு அகலக் கோட்டுச் சமாந்திரங்களில் நெடுங்கோடுகளைப் பிரித்துக்கொள்க. 90° கி, 90° மே. வரையுள்ள நெடுங்கோடுகளையோ, அன்றி முழு நெடுங்கோடுகளையோ வரைந்துகொள்க.

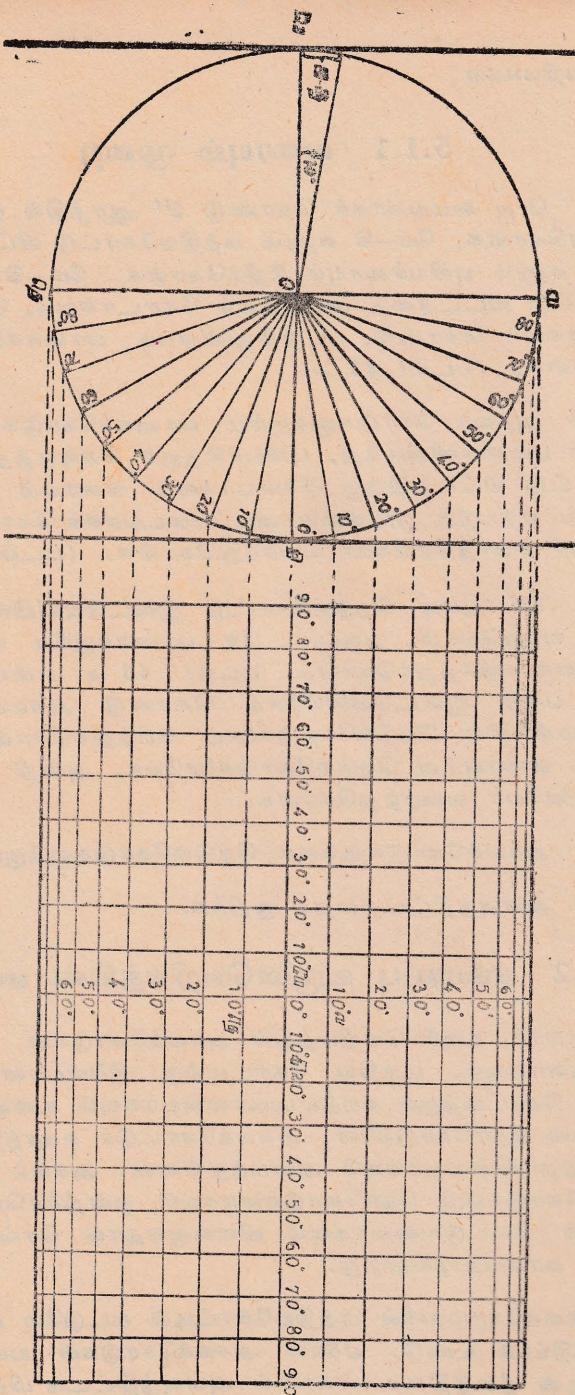
(ஈ) அகலக்கோடுகளுக்கும், நெடுங்கோடுகளுக்கும் பெயரிடுக.

(உ) அளவுத்திட்டத்தைக் குறிக்க.

### 5.1.2 சம்பரப்பு உருளையெறியத்தின் யண்புகள்

சம்பரப்பு உருளையெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேரகோடுகளாகவும், மத்திய கோட்டிற்கு இணையானவையாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமநீளமானவையாகவும் உள்ளன. நெடுங்கோடுகள் நேரகோடுகளே. அகலக்கோட்டுச் சமாந்திரங்களுக்குச் செங்குத்தானவையாகவும் அமைந்துள்ளன. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் நேரகோடுகளாகவும், ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவனவாகவும் விளங்குவதால் செவ்வகத்துண்மை எங்கும் காணப்படுகின்றது.

அகலக்கோடுகளில் மத்தியகோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத்திட்டம் உண்டு. ஏனைய அகலக்கோடுகள் யாவும் மத்தியகோட்டின் நீளத்தினவாகயால் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 43 (அ) சமபரப்பு உருளையெறி  
அதிர்த்தியில் நிலைகளுக்காக படம்

படம் 43 (ஆ) சமபரப்பு உருளையெறியில்

கிடைத்து, இவ்வெறியத்தில் ஒரு புள்ளியாக இருக்க வேண்டிய முனைவுகள் மத்திய கோட்டின் நீளமுள்ளவாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இது ஒரு சம்பரப்புள்ள ஏறியமாகும். அகலக் கோடுகளின் அளவுத்திட்ட அதிகரிப்பு விகிதத்திற்கு இனங்க நெடுங்கோடுகளின் அளவுத்திட்டம் ஒருக்கியிருக்கின்றது.

மத்தியகோட்டிற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு உண்மையான உருவத்தைக் காணலாம். முனைவுகளை அடுத்து உருத்திரிபு காணப்படுகின்றது. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டளவுத் திட்டமும், நெடுங்கோட்டளவுத் திட்டமும் சமஞாகவில்லாதயடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருஞ்செறியத்தனமைகிடையாது.

உண்மையான திசையை இந்த ஏறியத்தில் எங்கும் காண முடியாது. கூம்பெற்றியங்களைப் போன்று இலகுவில் வரைய முடியாத ஏறியமன்று; உச்சியெறியங்கள் போன்று இலகுவில் வரைந்து விடக்கூடிய ஏறியமாகும்.



படம் 44 சம்பரப்பு உருளை ஏறியத்தில் உலகினமைப்பு

### 5.1.3 பயன்கள்

இது ஒரு சம்பரப்பு ஏறியமாக இருப்பதனால் உலகப்படங்கள் வரைவதற்குப் பயன்படும். அரசியற் படங்கள், பரம்பல் படங்கள் என்பனவற்றை அமைக்க இந்த ஏறியம் உபயோகமானது. எனினும், முனைவுப் பகுதிகளில் உருவம் பெற்றும் மாறுதல்கைந்து இருப்பதினால், இது முனைவுப் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு உகந்த ஏறியமன்று. ஆனால் அயனப் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் ஏற்ற ஏறியமாக விளங்குகின்றது. உலகின் தெல்விளை நிலங்களைக் காட்ட ஏற்றது.

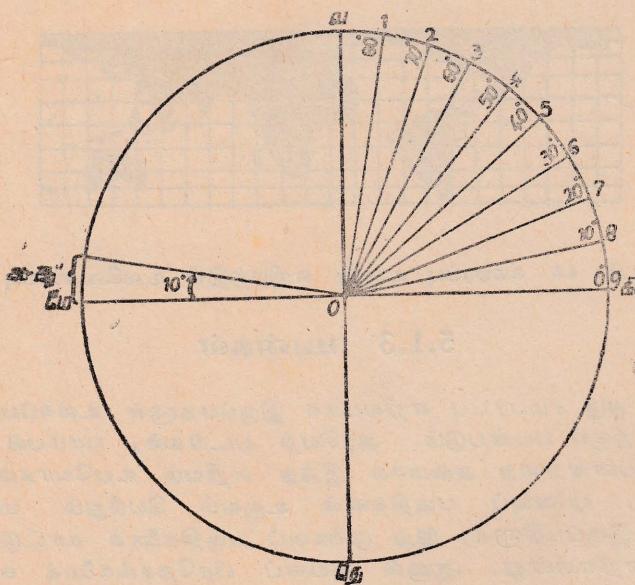
5.2

## சமதூர உருளையெறியம்

**சமதூர உருளையெறியம் சமபரப்பு உருளையெறியத்தினைப் போன்றே பார்வையற்ற ஓர் எறியமாகும். எத்தனை பாகை இடைவெளியில் அகல, நெடுங்கோடுகள் அமைகின்றனவோ. அத்தனை பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியினை சதுரமாகக் கொண்டு இவ்வெறியம் அமைக்கப்படுகின்றது.**

### 5-2-1 வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு  $2^{\circ}$  ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. மே—கி எனும் மத்தியகோட்டு வீட்டத்தையும், தெ—வ எனும் புளியச்சையும் கீறிக்கொள்க. படம்: 45-இல் உள்ளபடி பாகைகளைக் கணித்துக் கீறிக்கொள்க:



படம் 45: சமதூர உருளையெறியத்திற்குரிய நிலையிளக்கம் படம்

(ஆ)  $10^{\circ}$  இடைவெளியில் அகல, நெடுங்கோடுகளை எறியத் தில் வரைவோம். அதனால்  $10^{\circ}$  பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளி யைக் கணித்துக்கொள்க. அது படம் 45-இல் அ—அ ஆகும் $2^{\prime \prime}$  ஆரத்தில் நிலையினாக்கப் படம் வரையப்பட்டால்,  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளி  $0^{\circ}35$  அங்குலமாகும்.

(இ) படம்: 46-இல் உள்ளவாறு அகல, நெடுங்கோடுகளை  $10^{\circ}$  பரிதி இடைவெளியினைக் கொண்டு கணித்து வரைந்துகொள்க.

(ஈ) அகல. நெடுங்கோடுகளுக்கும் பெயரிடுக:

(உ) அளவுத்திட்டத்தினைத் தவறாத குறிக்க

|              |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $90^{\circ}$ | $80^{\circ}$ | $70^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $50^{\circ}$ | $40^{\circ}$ | $30^{\circ}$ | $20^{\circ}$ | $10^{\circ}$ | $0^{\circ}$ | $-10^{\circ}$ | $-20^{\circ}$ | $-30^{\circ}$ | $-40^{\circ}$ | $-50^{\circ}$ | $-60^{\circ}$ | $-70^{\circ}$ | $-80^{\circ}$ | $-90^{\circ}$ |
| $80^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $70^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $60^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $50^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $40^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $30^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $20^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $10^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $0^{\circ}$  |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $10^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $20^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $30^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $40^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $50^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $60^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $70^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $80^{\circ}$ |              |              |              |              |              |              |              |              |             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| $90^{\circ}$ | $80^{\circ}$ | $70^{\circ}$ | $60^{\circ}$ | $50^{\circ}$ | $40^{\circ}$ | $30^{\circ}$ | $20^{\circ}$ | $10^{\circ}$ | $0^{\circ}$ | $-10^{\circ}$ | $-20^{\circ}$ | $-30^{\circ}$ | $-40^{\circ}$ | $-50^{\circ}$ | $-60^{\circ}$ | $-70^{\circ}$ | $-80^{\circ}$ | $-90^{\circ}$ |

படம் 46:- சமதூர உருளையெறியம்

### 5-2-2 சமதூர உருளையெறியத்தின் பண்புகள்

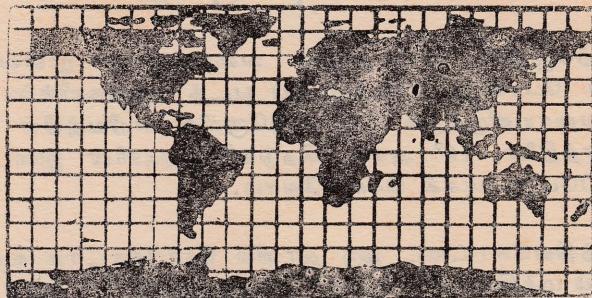
சமபரப்பு உருளையெறியத்தினைப் போன்றே சமதூர உருளையெறியத்திலும் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர் நெடுங்கோடுகளாகவும், மத்தியகோட்டிற்கு இணையானவையாகவும், மத்தியகோட்டிற்குச் சமநீளமானவையாகவும் உள்ளன. நெடுங்கோடுகள் அகலக்கோட்டுச் சமாந்திரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டும் நேர்கோடுகளாக இருக்கின்றன. அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் சமதூரமுள்ளனவாயிருப்பதால் சதுரத்தன்மை எங்கும் காணப்படுகின்றது,

அகலக்கோடுகளில் மத்தியகோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத்திட்டமுள்ளது. சையை அகலக் கோடுகள் யாவும் மத்தியகோட்டின் நீளத்தினவாகயால், அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வெறியத்தில் ஒரு புள்ளியாக இருக்க வேண்டிய முனைவுகள் மத்தியகோட்டின் நீளமுள்ளனவாக அமைந்திருக்கின்றன. சமபரப்பு உருளையெறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் எதிலும் சரியான அளவுத்திட்டத்தைக் காண முடியாது. ஆனால், இச் சமதூர எறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் யாவற்றிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணலாம். இவ்வெறியத்தில் பரிதியின்  $\frac{1}{2}$  பங்கு நீளமாகவே நெடுங்கோடுகள் அமைந்துள்ளன.

நெடுங்கோடுகளில் சரியான அளவுத்திட்டமிருக்கின்ற போதி டிரும், அகலக் கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருப்பதால் இவ்வெறியத்தில் சமபரப்பினைக் காண முடியாது. முனைவுகளை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல பரப்பு மிகவும் மிகைப்படுகின்றது,

முன்னைய எறியம் போன்று மத்தியகோட்டிற்கு அருகாமையில் ஓரளவு உண்மை உருவத்தைக் காணலாம்; முனைவுகளில் உருவும் பெரிதும் மாறுதலடைந்திருக்கின்றது, அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றிணையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும், எவ்விடத்திலும் அகலக்கோட்டாவுத் திட்டமும் நெடுங்கோட்டாவுத் திட்டமும் விகிதசமமாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியத்தன்மை கிடையாது.

மேலும், இவ்வெறியத்தில் மெய்த்திசைக்கோள் பேணப்படவில்லை; எவ்விடத்திலும் திசை பிழையானதாகவே காணப்படுகின்றது. இவ்வெறியத்தினை இலகுவில் வரைந்துகொள்ளலாம்.



படம் 47 சமதூர உருளையெறியத்தில் உலகினமைவு

### 5-2-3 பயன்கள்

கோளம் முழுவதையும் ஒரே படத்தில் வரைவதற்குச் சமதூர உருளையெறியம் உதவியாக உள்ளது. உருவம் முனைவுகளை அடுத்து பெரிதும் மாறுபடுவதால், அயனப் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு இவ் வெறியம் பயனுடையது. சமபரப்போ, திசையோ இவ்வெறியத்தில் பேணப்படாதிருப்பதால், இதன் பயன் குறைவு.

### 5-3

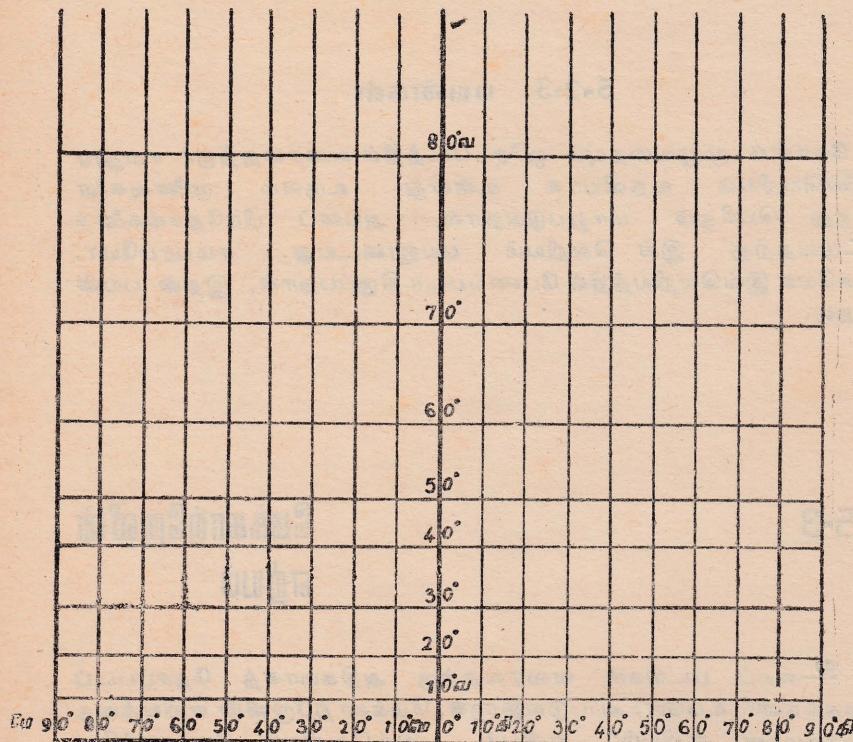
### மேக்காற்றேவின் எறியம்

இலகப் படங்கள் வரைவதற்கு அதிகமாகத் தேசப்படப் புத்தகங்களில் உபயோகப்படுவதினால், மேக்காற்றேவின் எறியத்தை “மழக்கமான எறியம்” என்பர். இல்லவெறியம் மேக்காற்றேவு என்பவரால் கணித்து வரையப்பட்டதனால் இது அவரின் பெயரினால் மழக்கப்படுகின்றது.

### 5.3.1 வரையும் முறை

மேக்காற்றேவின் எறியத்தினை வரைவதற்கு முன்வரைந்த எறியக்களைப் போன்று நிலைவிளக்கப் படக் கொண்டு வரையில்லை. நாம் இப்போது வரையவிருக்கும் மேக்காற்றேவின் எறியத்தில்  $2''$  ஆரமான கோளத்தினை,  $10^\circ$  அகல, நெடுங்கோடுகளின் இடைவெளி யில் வரையப்போவதாகக் கொள்வோம்,

(அ) மத்தியகோட்டை ஒரு தாளில் நேர்கோடாக வரைந்த கொள்க. இம் மத்தியகோட்டிற்குச் செங்குத்தாக,  $10^\circ$  பரிசு இடைவெளியில் ( $0'35''$ ) நெடுங்கோடுகளைக் கீறுக. படம்: 48-இல்  $90^\circ$ கி  $90^\circ$  மே, வரையே நெடுங்கோடுகள் காட்டப்பெற்றுள்ளன.



படம்: 48 மேக்காற்றேவின் எறியக்

(ஆ) அகலக் கோட்டுச் சமாந்திரங்களின் இடைத்தூரங்கள் அட்டவணையினால் பெறப்படும். அவ்வட்டவணை மேல்வருமாறு;

| அகலக்கோடு | $10^\circ$ | $20^\circ$ | $30^\circ$ | $40^\circ$ | $50^\circ$ | $60^\circ$ | $70^\circ$ | $80^\circ$ |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| X         | 1.01       | 2.04       | 3.15       | 4.37       | 5.79       | 7.55       | 9.98       | 13.96      |

X என்பது கணித அட்டவணையினால் பெறப்பட்ட அளவுகள். இந்த அளவுகளை  $10^\circ$  பரிதி இடைவெளியினால் ( $0.35''$ ) பெருக்கி வரும் அளவுகளே அகலக்கோட்டுச் சமாந்திரங்களை வரைவதற்குரிய இடைவெளி அளவுகளாம். அவை மேல்வருமாறு;

| அகலக்கோடு  | X     | இடைவெளித் தூரம்            |
|------------|-------|----------------------------|
| $10^\circ$ | 1.01  | $\times 0.35^* = 0.3535''$ |
| $20^\circ$ | 2.04  | $\times 0.35 = 0.714''$    |
| $30^\circ$ | 3.15  | $\times 0.35 = 1.1025''$   |
| $40^\circ$ | 4.37  | $\times 0.35 = 1.5195''$   |
| $50^\circ$ | 5.79  | $\times 0.35 = 2.0255''$   |
| $60^\circ$ | 7.55  | $\times 0.35 = 2.6425''$   |
| $70^\circ$ | 9.98  | $\times 0.35 = 3.493''$    |
| $80^\circ$ | 13.96 | $\times 0.35 = 4.886''$    |

\* 10 யாகை அகல, நெடுஞ்சோட்டு இடைவெளியில், 2 அங்குல ஆரமுடைய கோளந்தை எறியமாக்குவதாயின் தான் 0.35 அங்குலம் என்பதை நினைவிற்கொள்க.

(இ) இந்த இடைவெளித் தூரங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு, மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமாக அகலக் கோடுகளை வரைந்து கொள்க. இதிலொன்று நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டு இடைவெளித் தூரமும் மத்தியகோட்டில் இருந்தே கணிக்கப்படல் வேண்டும். உதாரணமாக  $70^{\circ}$  அகலக் கோட்டிற்குரிய இடைவெளித் தூரம்  $3^{\circ}49'3''$  ஆகும். இதனர்த்தம் யாதெனில் மத்திய கோட்டிலிருந்து  $70^{\circ}$  அகலக்கோட்டின் இடைவெளித்தூரம்  $3^{\circ}49'3''$  என்பதாகும்.  $90^{\circ}$  அகலக்கோடுகளை மேக்காந்றேயின் எறியத்தில் காட்ட முடியாது.

(ஈ) அகல. நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(உ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாத ஏறித்துக்கொள்க.

### 5.3.2 மேக்காற்றேயின் எறியத்தின் பண்புகள்

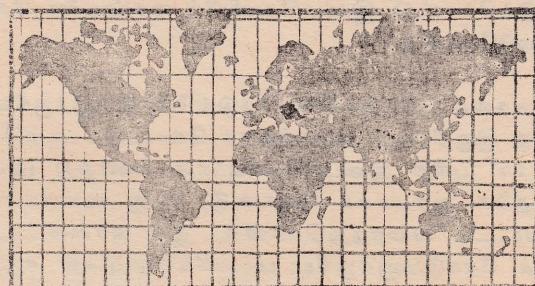
மேக்காற்றேயின் எறியத்திலும் அகலக் கோடுகள் யாவும் நேர்கோடுகளாகவும், மத்தியகோட்டிற்கு இணையானவையாகவும், மத்தியகோட்டின் நீளமுள்ளவையாகவும் விளங்குகின்றன. நெடுங்கோடுகள் யாவும் அகலக் கோட்டுச் சமாந்திரங்களைச் செங்குத் தாக வெட்டும் நேர்கோடுகளாக. நெடுங்கோடுகளின் இடைவெளித் தூரம் மத்தியகோட்டில் மட்டுமே உண்மையானதாக உள்ளது. அகலக் கோடுகளின் இடைவெளித் தூரங்கள் எங்கும் யிகைப்பட்டுள்ளன.

மத்தியகோடு தவிர்ந்த ஏணை அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. உயரகலக் கோடுகள் யாவும் மத்தியகோட்டின் நீளமுள்ளனவாக இருக்கின்றன. நெடுங்கோடுகள் எதிரும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படவில்லை. ஆனால், அகலக் கோடுகளில் எவ்வளவு விகிதம் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டுள்ளதோ, அதேயளவு நெடுங்கோடுகளிலும் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது.

மேக்காற்றேயின் எறியத்தில் சமபரப்புக் கிடையாது. உயரகலக் கோடுகளை அடுத்துப் பட்படு அதிகரித்துக் காணப்படுகின்றது. ஐக்கிய அமெரிக்காவின்  $1/5$  பங்காக இருக்க வேண்டிய அலாஸ்கா மாகாணம் ஐக்கிய அமெரிக்காவின் பரப்பிற்குச் சமனாகவுள்ளது போன்றும், கிறீன்லாந்து தென் அமெரிக்காவின் பரப்பிற்குச் சமஞகவுள்ளது போன்றும் காணப்படுகின்றன. (படம்: 49)

மேக்காந்றேவின் எறியத்தில் இலங்கை போன்ற சிறிய தீவுகளின் உருவம் சரியானவையாகக் காணப்படும். ஆபிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா போன்ற மத்தியகோட்டை அடுத்த பிரதேசங்களின் உருவம் ஓரளவு சரியாக இருக்கும். அகலக் கோடுகளும் நெடுஞ்சோடுகளும் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவதோடு, வெட்டுமிடங்களில் நெடுஞ்சோட்டு அளவுத்திட்டமும் சமஞக இருப்பதனால் இதில் நேருடுவெறியத்தனமை காணப்படுகின்றது. அதனால்தான் இவ்வெறியத்தை நேருடுஞ்சோயெறியம் என்றும் வழங்குகிற்.

மேக்காந்றேவின் எறியம் நேருடுவெறியமாகையினால் இதில் எவ்வீட்டத்திலும் திசை சரியாகக் காணப்படுகின்றது. அரவக் கோட்டாவுத் திட்டத்தின் மிகைப்பட்ட விகிதத்திற்கு ஏற்ப நெடுஞ்சோட்டாவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டிருப்பதனால் இவ்வெறியத் தில் திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது, (படம்: 18-ஐப் பார்க்க) முதலிரு உருளையெறியங்களைப் போன்று இந்த எறியத்தின் இவ்வில் வரைந்துவிட முடியாது.



படம் 49:- மேக்காந்றேவின் எறியத்தில் உலகின்மைவு.

### 5.3.3 பயன்கள்

தேசப்படப் புத்தகங்களில் உலகப் படங்களை வரைவதற்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவரும் எறியமிதுவே. இவ்வெறியத்தில் திசை சரியாக இருப்பதனால் கப்பற்பாதைகள், விமானப் பாதைகள், நீரோட்டங்கள், காற்றுக்கள் என்பனவற்றைச் சாட்டுவதற்கு இதனைப் பெரிதும் பயன்படுத்துகின்றனர்,

5.4

சைன் வளை

கோட்டேரியம்

வு முக்கமான எறியங்களில் சைன் வளை கோட்டெறியமுடல் ஒன்று. அமைப்பைப் பொறுத்தமட்டில் பொன்னின் எறியத்துடன் தொடர்புடையதாக விளங்குகின்றது. மத்திய கோட்டை நியமச் சமாந்தரமாகக் கொண்டு இவ்வெறியம் வரையப்படுகின்றது.

### 5.4.1 வரையும் முறை

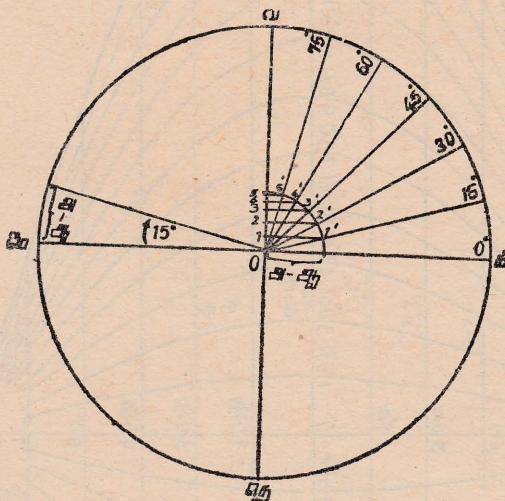
(அ) 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு “ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும் தெ-வ என்னும் புவியச்சினையும் வரைந்துக் கொள்க. மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், 0-ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு 15 பாகைகளாகப் பிரித்து பரித்தையும், மையப் புள்ளியையும் இணைத்துக் கொள்க. (15° அகல நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் சைன் வளை கோட்டெறியத் தினை அமைப்போம்.)

(ஆ) அகலக் கோடுகளில் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைக் குறிப்பதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தினைப் போன்று, 15° பரிதி இடைவெளிகளைக் கணித்து (படப்: 50-இல் அ-ஆ) அதனை ஆரமாகக் கொண்டு, 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு ஒரு கால்வட்டம் வரைந்துகொள்க. இக் கால்வட்டத்தின் பரிதி யில் அகலக் கோடுகளுக்குரிய பாகைக்கோடுகள் சந்திக்கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து புவியச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக. அவையே நிலைளிக்கப் படத்தில் அ-ஆ, 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5' என்பனவரம்,

(இ) இனி சைன் வளை கோட்டெறியத்தினை வரைவோம். மத்தியகோட்டை ஒரு நேர்கோடாக ஒருதாளில் வரைந்துகொள்க. அந்நேர்கோட்டின் மத்தியில் மத்திய நெடுங்கோட்டைச் செங்குத்தாக வரைக. மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமாக 15° பரிதி

\* இது சினுசொயிடல் எறியம் எனவும், சாண்சன் பிளாப் ஸ்ரீட் எறியம் எனவும் வழங்கப்பெறும்.

இடைவெளியில் (அ - ஆ) அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க.  $90^{\circ}$  அகலக் கோடுகளை ஒவ்வொரு புள்ளியாகக் குறித்துக்கொள்க.



படம்/ 50 சைன்வளை கோட்டெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

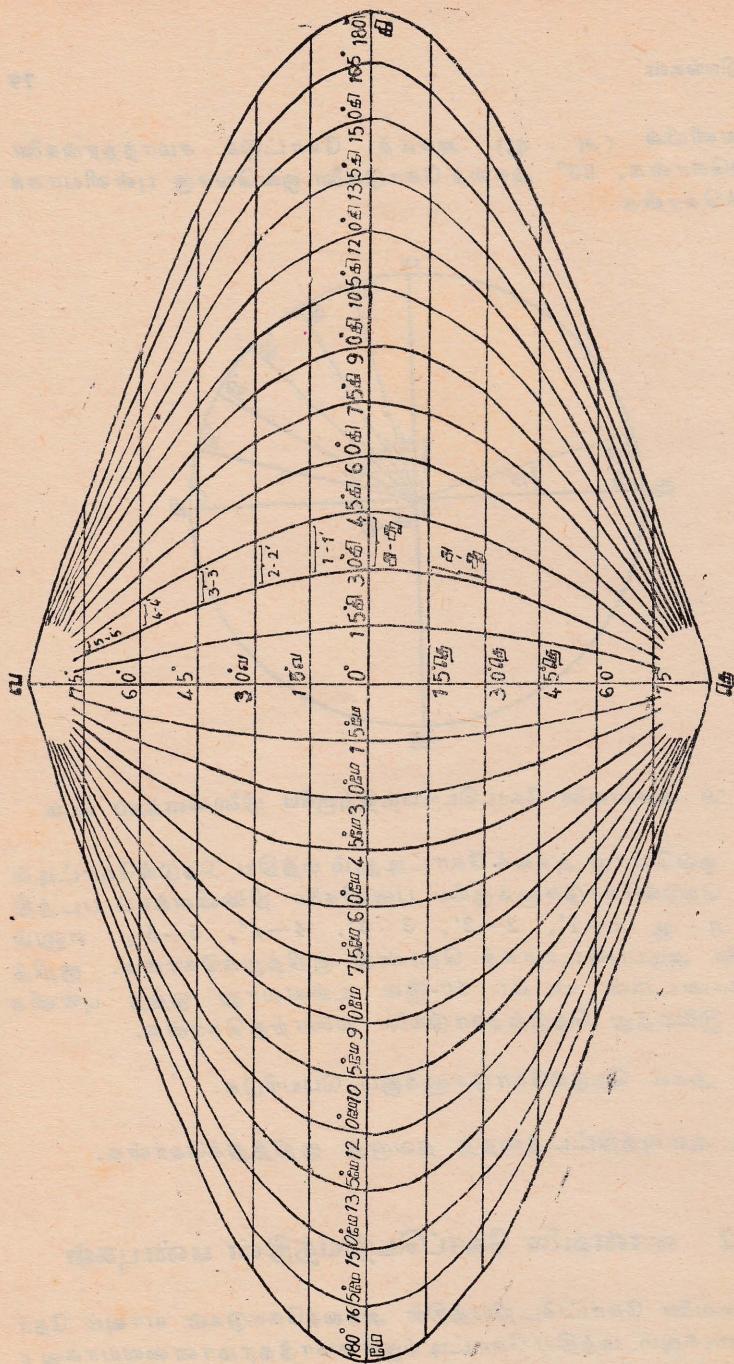
(அ) ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டிலும் மத்திய நெடுஞ்கோட்டில் இருந்து, நெடுஞ்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளை நிலைவிளக்கப் படத்தி வேண்டும் அவைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு குறித்துக்கொள்க. குறித்துக் கொண்டபின் படம்: 50-இல் உள்ளவாறு ஒத்த புள்ளிகளுடாக இணைத்து நெடுஞ்கோடுகளை வரைந்துகொள்க.

(ஆ) அகல நெடுஞ்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவருது குறித்துக்கொள்க.

#### 5-4-2 சைன்வளை கோட்டெறியத்தின் பண்புகள்

சைன்வளை கோட்டெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேரகோடுகளாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமானவையாகவும் வரையப்பட்டுள்ளன. இதில் முனைவுள் ஒவ்வொர் புள்ளி, நெடுஞ்செழியெறியுக்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.



முலை 51: அகஸ்டை காலத்தில்.

கோடுகளில் மத்திய நெடுங்கோடு தயிர்ந்த ஏனைய நெடுங்கோடு கள் யாவும் வளைகோடுகளாம். மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுமே அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றது.

அகலக்கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தினைக் கொண்டவையாக உள்ளன, ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டினாலும் கோளச் சுற்றுளவின் சரியான நீளமே சௌன்னவளை கோட்டெறி யத்தில் நேர்கோடுகளாக வரையப்பட்டிருக்கின்றது; அதனால்தான் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படுகின்றது. நெடுங்கோடுகளைப் பொறுத்தவரையில் மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டுமே, உண்மையான அளவுத்திட்டத் தினைக் காலையாம். ஒரைய நெடுங்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மத்திய நெடுங்கோட்டிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்ல மிகைப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது, கோளத்தின் அறைப்பரித்தியாக இருக்க வேண்டிய நெடுங்கோடுகள் எறியத்தில் மத்திய நெடுங்கோட்டிலே மட்டும் சரியாக உள்ளன.

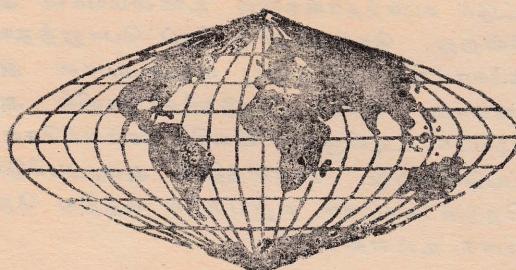
இவ்வெறியம் ஒரு சம்பாப்பு எறியமாகும். எறியத்திலுள்ள எப்பிரதேசத்தின் பரப்பையும், அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப்பளவு கோளத்தில் அதே பிரதேசத்தின் பரப்பித்துச் சமஞக இருக்கும்.

மத்திய கோட்டு பகுதிகளை அடுத்தே ஓரளவு சரியான உருவத்தைக் கரண்ணாம். எல்லைப்புறங்களில் உருவாக பெரிதும் மாறுபட்டிருக்கின்றது. அவாஸ்கா, அவுஸ்திசேவியா என்பன பெரிதும் உருத்திரிபுக்கு உட்பட்டிருக்கின்றன. (படம்: 52) சௌன்னவை கோட்டெறியத்தில் நேருருவெறியத்தன்மை கிடையாது; ஏனெனில் அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டவும் இல்லை; எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகிதசமஞக வும் இல்லை.

இந்த எறியத்தில் எப்பகுதியிலும் உண்மையான தினையைக் காண முடியாது. மேலும், இது இலகுவில் அரையக்கூடிய எறியமுமன்று.

### 5-4-3 பயன்கள்

உலகம் முழுவதையும் சைன்வளை கோட்டெட்றியத்தில் வரைந்து காட்ட முடியும். சமபரப்புத் தள்ளமை இந்த எறியத்தில் காணப்படுவதால் விளைபொருட்கள் போன்றனவற்றின் பரம்பரைக் காட்டுவதற்கு இந்த எறியம் பயன்படுகின்றது. இவ்வெறியத்தில் வரையப்படும் நாடுகளின் எல்லைகள் பெரிதும் உருவும் மாறியிருக்கும்.



படம்; 52 சைன்வளை கோட்டெட்றியத்தில்  
உலகினாடமைவு

இது இவ்வெறியத்திலுள்ள ஒரு குறைபாடாகும். எனினும் மதிய பகுதியில் உருவும் ஓரளவு சரியாகக் காணப்படுவதால், நாம் காட்ட விரும்பும் பிரதேசத்திற்குச் சரியான மத்திய நெடுங்கோட்டெட்டத் தேர்ந்தெடுத்துக் கீறிக்கொள்ள முடியும்,

### 5.5

### மொலூவீட்டின் எறியம்

மேக்காற்றேஷன் எறியம், சைன்வளை கோட்டெட்றியம் என்பன போன்று. மொலூவீட்டின் எறியமும் ஒரு வழக்கமான எறியமாகும்; தேசப்படைப் புத்தகங்களில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மொலூவீட் என்பவரால் கணித்து வரையப் பெற்றபடியினால் இவ்வெறியம் அவர் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது:

### 5-5-1 வரையும் முறை

மொலுவீட்டின் எறியத்தினை வரைவதற்கு நிலைளக்கப் படம் தேவையில்லை. ஓரளவு ஆரம்பத் திரிகோளை கணித அறிவை உபயோகித்து இவ்வெறியத்தினை வரைந்துகொள்ள வேண்டும். இப்போது நாம் வரையவீருக்கும் மொலுவீட்டின் எறியத்தில்,  $2^{\circ}$  ஆரமான கோளத்தினை,  $20^{\circ}$  அகல நெடுங்கோடுகள் இடைவெளியில் வரையப்போவதாகக் கொள்வோம்.

(அ) மொலுவீட்டின் எறியத்தின்  $90^{\circ}$  கிழக்கு,  $90^{\circ}$  மேற்கு நெடுங்கோடு ஒரு வட்டமாகக் காணப்படுகின்றது. இம் முழு வட்டத்தைத்தான் நாம் முதலில் வரைந்துகொள்ள வேண்டும். படம்; 53-இல் அ—வ—ஆ—தெ என்றும் வட்டமாகும். மொலுவீட்டின் எறியம் ஒரு சமபரப்பு எறியமாகையினால் இவ்வட்டம் கோளத்தில் அரைக்கோளத்தின் பரப்பிற்குச் சமன்; மிகுதி மறு அரைக்கோளத்தின் பரப்பிற்குச் சமன். இதனைக் கொண்டே மொலுவீட்டின் எறியத்திலுள்ள  $90^{\circ}$  நெடுங்கோட்டு வட்டம் வரையப்படுகின்றது.

$$90^{\circ} \text{ நெடுங்கோட்டு வட்டம்} = \frac{1}{2} \text{ கோளம்}$$

இதனைக் கணித முறையில் எழுதுவதாயின் -

$$\pi r^2 = 2\pi r^2 \quad (\text{கோளத்தின் பரப்பு } 4\pi r^2; \text{ அரைக்கோளத்தின் பரப்பு } 2\pi r^2)$$

நாம் வரையப்போகும் மொலுவீட்டின் எறியத்தின் கோள ஆரம்  $2^{\circ}$  ஆகையினால்,

$$\frac{22}{7} X r^2 = 2 \times \frac{22 \times 2 \times 2}{7} \text{ என்பதாகும்.}$$

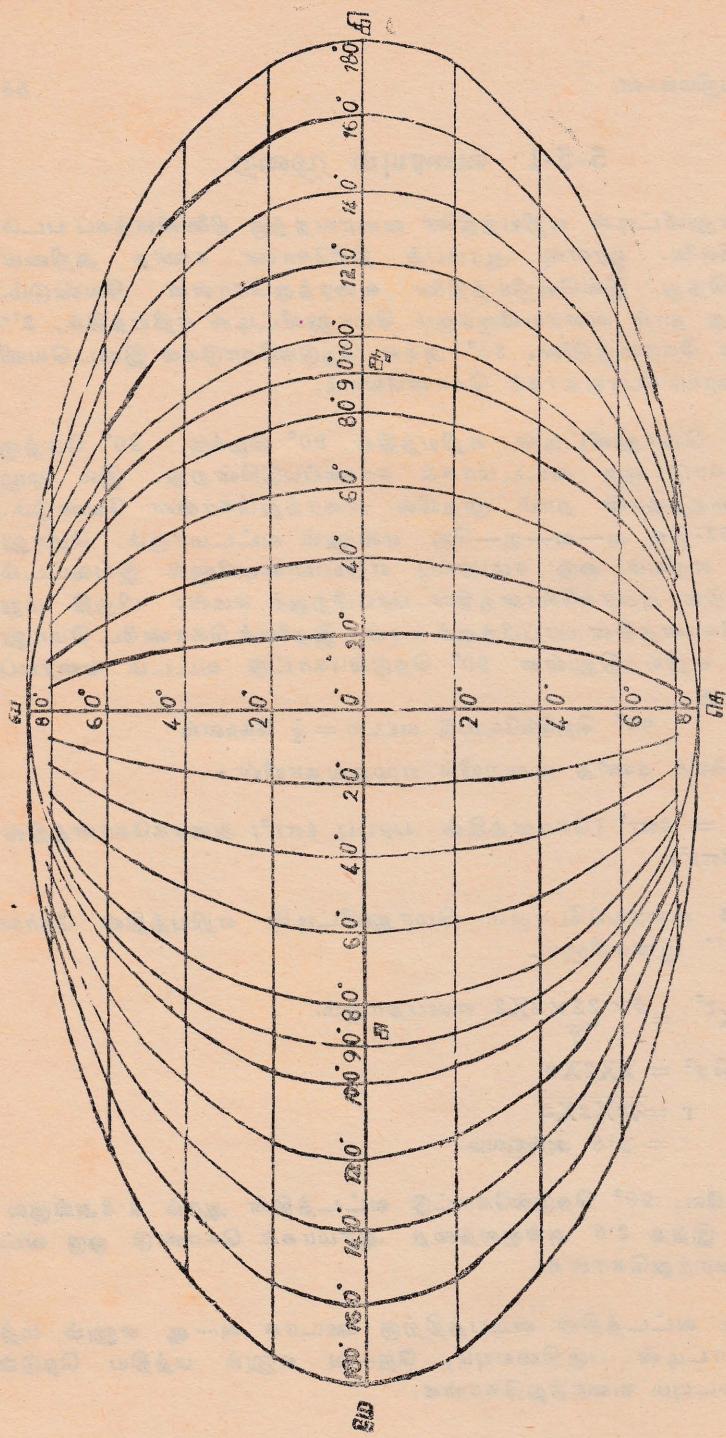
$$\therefore r^2 = 2 \times 2 \times 2$$

$$r = \sqrt{2 \times 2 \times 2}$$

$$= 2.8 \text{ அங்குலம்.}$$

எனவே,  $90^{\circ}$  நெடுங்கோட்டு வட்டத்தின் ஆரம்  $2.8$  அங்குலமாகும். இந்த  $2.8$  அங்குலத்தை ஆரமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க.

(ஆ) வட்டத்தின் மையத்திற்கு ஷடாக அ—ஆ எலும் மத்திய கோட்டின் பகுதியையும், தெ—வ எனும் மத்திய நெடுங்கோட்டையும் வரைந்துகொள்க.



படம் 53 கிராஸ் அட்டை எறியல்.

(இ) மத்திய கோட்டிலிருந்து வடக்காகவும், தெற்காகவும் வரையப்பட வேண்டிய அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களின் இடைவெளித் தூரங்கள் மேல்வரும் X எனும் கணித அட்டவணையைத் 90 பாகை நெடுங்கோட்டு வட்டத்தின் ஆரத்தினால் பெருக்க வரும் அளவுகளாகி.

| அகலக் கோடு | $18^\circ$ | $20^\circ$ | $30^\circ$ | $40^\circ$ | $50^\circ$ | $60^\circ$ | $70^\circ$ | $80^\circ$ | $90^\circ$ |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| X          | 0.137      | 0.272      | 0.404      | 0.531      | 0.651      | 0.762      | 0.862      | 0.942      | 1.000      |

நாம் வரைந்துகொண்டிருக்கும் மொலு வீட்டின் ஏறியம்  $20^\circ$  அகல, நெடுங்கோட்டு இடைவெளிகளைக் கொண்டதாக இருப்பதால், நமக்குத் தேவையான பாகைகளை 90 பாகை நெடுங்கோட்டு வட்ட ஆரத்தினால் பெருக்கி அகலக் கோட்டு இடைவெளிகளைக் கணித்துக்கொள்வோம்.

| அகலக் கோடு | X     | $90^\circ$ நெ. கோ. வட்ட ஆரம் | இடைவெளி |
|------------|-------|------------------------------|---------|
| $20^\circ$ | 0.272 | X                            | 2.8     |
| $40^\circ$ | 0.531 | X                            | 2.8     |
| $60^\circ$ | 0.762 | X                            | 2.8     |
| $80^\circ$ | 0.945 | X                            | 2.8     |

இந்த இடைவெளித் தூரங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு, மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமாக அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க. இதில் ஒன்று நினைவில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டு இடைவெளியும் மத்திய கோட்டில் இருந்தே கணிக்கப்பட்டு வேண்டும்.

(ச) மத்திய நெடுங்கோட்டிற்கும்,  $90^{\circ}$  நெடுங்கோட்டுப் பரித்திக்கும் இடையிலுள்ள அகலக் கோடுகளின் அளவில், ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டையும் கிழக்கேயும், பேற்கேயும் நீட்டிக் கீறிக் கொள்க. உதாரணமாக படத்தில் மே—அ என்பதின் நீளம் அ—ஓ என்பதற்குச் சமன்; ஓ—அ என்பதன் நீளம் ஆ—கி என்பதற்குச் சமன்.

மே—அ=அ—ஓ=ஓ—ஆ=ஆ—கி

இவ்வாறே ஏனைய அகலக் கோடுகளும் வரையப்பட்டன் கேள்வும்.

(ஷ) ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களிலும் நெடுங்கோடுகள் கிறுவதற்குரிய புள்ளிகளை இடல் வேண்டும். நாம்  $20^{\circ}$  நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் வரைய இருப்பதான் ஒவ்வொரு அகலக் கோடுகளிலும் 18 புள்ளிகளை இடல் வேண்டும். எனவே ஒவ்வொரு அகலக் கோட்டின் நீளத்தைக் கணித்து. 18 பிரிவுகளாக வகுத்துக்கொள்க. பின் ஒத்த புள்ளிகளுடாக இணைத்து நெடுங்கோடுகளை வரைக.

(ஷ) அகல், நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(எ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவருது எழுதுக.

### 5.5.2 மொலுவீட்டின் எறியத்தின் பண்புகள்

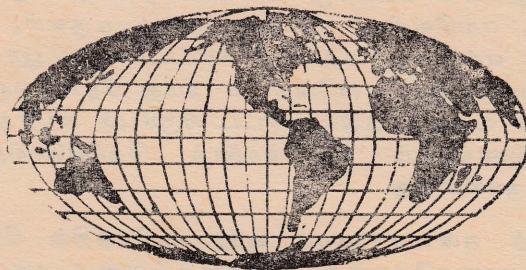
மொலுவீட்டின் எறியத்தில் சைன்ஸிலோ கோட்டெறியத்தைப் போன்றே அகலக்கோடுகள் ஈராமம் நேர்கோடுகளாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமானவையாகவும் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால், அவை ஒத்த இடைவெளிகளைக் கொண்டனவல்ல. மத்திய நெடுங்கோடு கவிர்ந்த ஏணையன வளைகோடுகளாக உள்ளன. மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுமே அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றது.

அகலக் கோடுகளிலோ, நெடுங்கோடுகளிலோ உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காண முடியாது. கோளத்தின் அனைப்பாடுயாக இருக்க வேண்டிய நெடுங்கோடுகள் கிழக்காயும், மேற்காயும் செல்லச் செல்ல மிகைப்பட்டிருக்கின்றன.

மொலுவீட்டின் எறியத்தில் சமபரப்புப் பேணப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வெறியத்தில் வரையப்படும் ஒரு பிரதேசத்தின் பரப்புகோளத்திலுள்ள அப்பிரதேசத்தின் பரப்பிற்குச் சரியாக இருக்கும்.

சௌன்னவீளை கோட்டெறியத்தில் எல்லைப்புறங்களில் உருவம் அடிகம் மாறுதல்டையும். ஆனால், மொலுவீட்டின் ஏறியத்தில் அவ்வளவு தூரம் உருவம் எல்லைப்புறங்களில் மாற்றமடைவது கிடையாது. மேலும் சௌன்னவீளை கோட்டெறியத்தில் முனைவில் உருவம் ஒடுங்கிக் காணப்படும். இதில் தட்டையாக விரிந்து காணப்படும். மேலும், மத்திய கோட்டையைடுத்த பகுதிகளில் உருவம் ஓரளவு சமீயாக இருக்கும். சௌன்னவீளை கோட்டெறியம் போன்று இவ்வெறியத்திலும் நேருருவெறியம் பண்டு கிடையாது. ஏனெனில், அகலக் கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினை யொன்று செங்குத்தாக வெட்டவுமில்லை; எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் சமஞாகவுமில்லை. இக்காரணங்களுக்கு இவ்வெறியத்தில் திசைபோனப்படவில்லை; இவ்வெறியத்தில் உள்ள மாண்பான திசையைக் காட்டவியலாது.

மொலுவீட்டின் ஏறியத்தினை இலகுவில் வரைவது கடினம். எல்லா வெறியங்களிலும் வரைவதற்கு மிகவும் கடினமான ஏறிய மிதுவே.



படம்: 54 மொலுவீட்டின் ஏறியம்

### 5-2-3 பயன்கள்

சமபரப்பினை இந்த ஏறியம் கொண்டிருப்பதனால், வீக்கபொருட்கள், கனிப்பொருட்கள் என்பன டல்கிள் பரம்பி இருப்பதனைக் காட்டுவதற்கு இது மிகவும் ஏற்றது. உலகம் முழுவதினையும் இந்த ஏறியத்தில் வரைய முடியும். அரசியல் எல்லைகள் இடைவெற்றுக்கொண்டிருப்பதனால் இந்த ஏறியம் பயன்படுகின்றது. தேசப்படப் புத்தகங்கள் தயாரிப்போர் இவ்வெறியத்தினை விரும்பி உபயோகிக்கின்றனர்.

## அத்தீயாயம் கூறு

### எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல்

**ஏ**ழுத்தில் இட்டுச் சில விபரங்களை விபரிப்பதிலும், விளக்கப் படங்களில் அவற்றை வரைந்து காட்டுவதில் ஒத்தளிவும், விளக்கமும் இருக்கின்றன. மேலும் இலகுவில் விபரங்களைப் புரிய வைப்பதற்கும் அவை உதவுகின்றன. அதனால்தான் பழைய காலத்திலிருந்தே உலகத்தைப் படங்களாக வரைந்து விளக்க முயற்சித்து ஈந்திருக்கிறார்கள். அக்காலத்திலிருந்து வளர்ந்துவந்த படவரை கலையின் ஒர் உச்சமாக இன்று எறியங்கள் விளங்கி வருகின்றன.

கோளத்தை வலைப்பின்னர் கோடுகளின் உதவியுடன் தட்டையான தாளில் வரையும் படவரை கலையே எறியங்கள்; அகல, நெடுங்கோடுகளைப் பலவாறு வகைப்படுத்தி உலகத்தை வரைந்த போதிலும், எவ்வெறியப் படமும் பரப்பு, உருவும், அளவுத் திட்டம், திசை என்பன சீதையாது காட்டக்கூடிய பூரணமான படமாக அமையவில்லை. எனவேதான் நமது தேவைகளுக்கு இனங்களும், நாம் வரைபடத்தில் காட்ட விரும்பும் விபரத்தின் தன்மை கருக்கு இனங்களும் எறியங்களைத் தெரிவுசெய்து கொள்ள வேண்டி இருக்கின்றது.

எல்லாத் தன்மைகளையும் ஒரே எறியத்தில் பேண முடியும் என்பது முடியாததொன்று. கோளத்திலுள்ள பரப்பிற்குச் சரியாக எறியத்திலும் பரப்பின் அமைக்க முடியும். ஆனால், அச் சம்பரப்பு எறியத்தில் உருவும் சரியாக அமைந்திருக்காது. மொலு வீட்டின் எறியம், சௌன்வளை கோட்டெயறியம் என்பனவற்றில் சம்பரப்பு அமைந்துள்ள போதிலும், எல்லைப்புறங்களில் உருத்திரிபுகள் காணப்படுகின்றன. (படங்கள்: 52, 54) நெருரு மெறியமான மேக்காற்றீருளின் எறியத்தில் உருவும் பேணப்பட்டுள்ள போதிலும், சம பரப்பினைக் காண முடியாது இருக்கின்றது. (படம்: 48) எல்லா அகலக் கோடுகளிலும், நெடுங்கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தினைக் கொட்டுள்ள எறியங்களில்லை. சமபரப்புள்ள ஒர் எறியத்தில் சரியான திசைமைக் காட்ட முடியாது இருப்பதனால்தான் எறியங்களைத் தேவைக்கும், விபரத்தின் தன்மைக்கும் இனங்க த் தெரிவு செய்துகொள்ள வேண்டி இருக்கின்றது.

## 6.1 பரம்பல் படங்கள்

விளைபொருள், இயற்கைத் தாவரம், மக்கள் முதலியனவற்றின் உலகப் பரம்பளைக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்புள்ள எறியங்கள் இன்றீயமையாதன. பரம்பல் தல்லமைகளை வரைந்து காட்டுவதற்குச் சம்பரப்பு எறியங்களே உகந்தன. சம்பரப்பு உச்சி எறியம் (படம் 24) சம்பரப்பு உருளையெறியம் (படம் 43) என்பன சம்பரப்பு எறியங்களே எனினும், சம்பரப்பு உச்சியெறியமும், பொன்னின் எறியமும் உலகப் பரம்பல் படங்களைக் காட்ட ஏற்றனவால்ல அனெனில், இவ்விரு எறியங்களிலும் அரைக்கோளத்தினைக் காட்டலாமே தவிர, முழு உலகத்தினையும் வரைந்து காட்ட முடியாது இருக்கின்றது.

விளையொருட்களின் பரம்பல், இயற்கைத் தாவரத்தின் பரம்பல் என்பனவற்றைக் காட்டுவதற்கு எறியங்களைத் தெரிவுசெய்யும் போது ஒன்றினை நினைவில் கொள்ளல் அவசியம். என்னவெனில், அப்பொருள், அல்லது அத்தாவரம் அயனப் பிரதேசத்திற்கு உரியதா அல்லது இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்கு உரியதா என்கூறதக் கண்டு தேர்ந்துகொள்ளல் வேண்டும்:

உலகின் விளைபொருட்களை இரு பெரும் பிரதேசங்களுக்கு உரியனவாக வகுக்கலாம்.

[1] அயனப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்கள்.

[2] இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்கள்,

நெல், நப்பர், தேயிலை, கோப்பி, கொக்கோ என்பன அயனப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்களாகவும், கோதுமை, சோளம், பீந்றூட் என்பன இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்களாகவும் விளங்குகின்றன.

அயனப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்பு உருளையெறியம், மொலு வீட்டின் எறியம், கைஞ்சலளை கோட்டெட்டியம் என்பன உதந்தவை எனினும், சம்பரப்பு உருளையெறியமே மிகவும் ஏற்றதாக உள்ளது. ஏனெனில், பின்னிரு எறியங்களிலும் பார்க்க அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக் கூடியதாக இது விளங்குகின்றது.

இடை வெப்பப் பிரதேசத்திற்குங்யிய பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சொன்னால் கோட்டெட்டியமும். மொலு வீட்டின் எறியமுமே ஏற்றவாகவன்னன். சமபரப்பு உருளை எறியத்தில் இடைவெப்பப் பிரதேசங்கள் அதிக உருத் திரிபுகளுக்கு உட்பட்டுள்ளன. இவ்வெறியம் அயனப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு சரியான உருவத்தில் காட்டுவது போன்று இடை வெப்பப் பிரதேசத்தைக் காட்டாது. ஆனால், சொன்னால் கோட்டெட்டியமும் [படம் 51] மொலுவீட்டின் எறியமும் [படம் 53] சமபரப்பினை மட்டுமல்லது, இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு சரியான உருவத்தில் காட்டுகின்றன. இவை இரண்டும் இடைவெப்பப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்ட உகந்தன. எனினும், சொன்னால் கோட்டெட்டியத்தில் எல்லைகளை அடுத்து உருவும் மொலுவீட்டின் எறியத்திலும் பார்க்க அடிகம் வேறுபடுகிறது. எனவே, மொலுவீட்டின் எறியத்தினையே இடைவெப்பப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குத் தெரிந்தெடுக்க வேண்டும்.

உலகின் இயற்கைத் தாவரப் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கு எறியக் களைத் தெரிவு சேய்யும் போதும் விளை பொருட்களுக்குத் தெரிவு செய்தது போன்றே தெரிவு செய்துகொள்ள வேண்டும். உலகின் இயற்கைத் தாவரப் பரம்பல் முழுவகையும் ஒரே படத்தில் காட்ட விரும்பினால், சொன்னால் கோட்டெட்டியத்தையோ மொலு வீட்டின் எறியத்தையோ, சமபரப்பு உருளையெறியத்தையோ தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளலாம். ஆனால், அயனப் பிரதேசக் காடுகளைக் காட்டுவதற்கு அயனப் பிரதேசத்தை ஓரளவு தவறின்றி அமைக்க உதவும் சமபரப்பு உருளையெறியமே ஏற்றதாக உள்ளது. இடைவெப்பப் பப் பிரதேசக் காடுகளையோ, புல்வெளிகளையோ படத்தில் வரைந்து காட்டுவதற்கு, இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு தவறின்றிக் காட்டும் மொலுவீட்டின் எறியமும், சொன்னால் கோட்டெட்டியமும் ஏற்றன. இவற்றில் எல்லைப்புறங்களில் பெரிதும் உருத் திரிபற்ற மொலுவீட்டின் எறியம் மிகவும் சிறந்தது.

## 6.2 பிரதேசப் படங்கள்

கிழக்கு - மேற்கு நீளமானதாகவும், வடக்கு - தெற்கு ஒடுங்கிய தாகவும் உள்ள பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குக் கூட்பெற்யங்கள் உகந்தன. சைபீரியாவிலோ, கனடாவிலோ அமைக்கப்பட்டிருக்கும் கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகளை அடக்கியிருக்கும் பிரதேசங்கள் கிழக்கு - மேற்கு நீளமானவையாகவும், வடக்கு - தெற்கு ஒடுங்கியவாகவும் இருக்கின்றன. இக் கண்டக் குறுக்குத்

தண்டவாளப் பாதைகளைப் படங்களில் அமைத்துக் காட்டுவதற்கு இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் (படம் 36) ஏற்றது. ஏனெனில், நியம அகலக்கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட பிரதேசத்தில் அளவுத்திட்டம் பெரிதும் சரியாகவும், ஓரளவு திரிபுருமலும் விளங்குகின்றது. கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகள் நியம அகலக்கோடுகளுக்குள் அடங்கக்கூடியதாக நியமச் சமாந்தரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து வரையவேண்டும்.

பிரித்தானிய தீவுகள், பிரான்ஸ் போன்ற சிறிய பிரதேசங்களினை வரைந்து காட்டுவதற்கு இரு நியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறியமே ஏற்றதாக விளங்குகின்றது. இப்பிரதேசங்களின் விளைபொருட் பரம்பல், கணிப்பொருட் பரம்பல், குடிப்பரம்பல் என் பணவற்றினைக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்பு எறியம் தேவை. சம்பரங்பினையுடைய பொன்னின் எறியம் அதற்கு உகந்ததாக இருக்கின்றது. தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டையும், தியமச் சமாந்தரத் தையும். தேர்ந்தெடுத்துப் பொன்னின் எறியத்தினை வரைந்து கொள்ளலாம்.

ஜோரோப்பா, அவுஸ்திரேவியா எனும் கண்டங்களை வரையவும் இரு தியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. சம்பரப்புத் தேவையாயின் பொன்னின் எறியத்தினை உபயோகித்து ஜோரோப்பாவையும், அவுஸ்திரேவியாவினையும் வரைந்து கொள்ளலாம். சென்வளை கோட்டெறியம், மொலுவிட்டின் எறியம் என்பனவற்றில் அவுஸ்திரேவியாவின் உருவும் மாறுதல்லடவதற்குல் அவற்றை அவுஸ்திரேவியாவினை வரையப் பயன்படுத்துவது கிடையாது, ஆசியா, வட அமெரிக்காக் கண்டங்களை வரைவதற்கும் பொன்னின் எறியத்தினை உபயோகிப்பர், இக்கண்டங்களின் சம்பரப்பினையே இது காட்டுமன்றி, உருவத்தினைச் சரியாகக் காட்டாது. மேலும், இவை மிகப்பெரிய கண்டங்களாக இருப்பதற்குல் எவ்வெறியத்தில் அமைத்தாலும் தவறுகள் நேரவே செய்யும்.

ஆபிரிக்கா, தென் ஆபிரிக்கா எனும் கண்டங்களை வரைவதற்குச் சென்வளை கோட்டெறியம் ஏற்றதாக இருக்கின்றது. இக் கண்டங்களின் மேற்குக் கிழக்குத் தூரம் அயனப் பிரதேசத்தில் அடங்குவதால், சென்வளை கோட்டெறியத்தினைக் கொண்டு வரையப்படும் படங்களில் இக் கண்டங்கள் நன்கு அமைகின்றன. மத்திய நெடுங்கோட்டிலும், அகலக்கோடுகளிலும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இவ்வெறியத்தில் காணப்படுவதினால், தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டினைத் தெரிவுசெய்து ஆபிரிக்காவையும், அவுஸ்திரேவியாவையும் வெவ்வேறு படங்களாக வரைந்து கொள்ளலாம்.

முனைவுப் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு உச்சியெறியங்கள் ஏற்றன. முனைவுப் பிரதேசங்களின் பராப்பினைச் சரியாகக் காட்ட வேண்டுமாயின் சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினையும் (படம்: 24) திசையைச் சரியாகக் காட்ட வேண்டுமாயின் தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்தினையும் பயன்படுத்தலாம். (படம்: 17)

### 6.3 போக்குவரத்துப் படங்கள்

உலகின் போக்குவரத்துப் பாதைகளை வரைந்து காட்டுவதற்கு திசையைச் சரியாகக் காட்டும் எறியங்களே ஏற்றன. மேக்காற்றே விள் எறியத்திலும் (படம் 48) தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்திலும் (படம்: 17) தாம் திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது. இவ் வெறியங்களில் அகல, நெடுஞ்கோடுகள் மிககப்பட்ட வீக்தம் சமங்க இருப்பதனால், பரப்பு மாறியதே தவிர. திசைமாற்ற மடையளிலை. (படம்: 18) மேலும், இவ்விரு எறியங்களும் நேரு ருவெறியங்கள் ஆகையால், உருவம் பெரிதும் சரியாகக் காணப்படுகின்றது. அதனால், உலகின் கப்பற் பாதைகளையும், ஜோட்டாங்களின் போக்கையும், காற்றுக்களின் திசையையும் காட்டுவதற்கு மேக்காற்றே விள் எறியம் உகந்ததாக உள்ளது. முனைவுப் பிரதேசங்களில் இத்தன்மைகளைக் காட்டுவதற்குத் தின்ம வரைப்பட உச்சியெறியம் ஏற்றதாக விளங்குகின்றது,

### 6.4 சில எடுத்துக்காட்டுகள்

“எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல்” எறியங்கள் பற்றிய அறிவில் முக்கியமான தாக விளங்குவதனால், சில விபரங்களுக்கு எறியங்களை எவ்வாறு, ஏன் தெரிவு செய்யவேண்டும் என்பதைச் சற்று விரிவாக ஆராய்வோம்.

(அ) உலகில் நெல் விளையும் பிரதேசங்கள்

(ஆ) உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்கள்

(இ) அந்தாண்டிக் கண்டம்

(ஈ) ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகள்

(உ) உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகள்

(ஊ) ஆபிரிக்காவின் பெளதிகவுறுப்புக்கள்,

### 6.4.1 உலகில் நெல் விளையும் பிரதேசங்கள்

உலகில் நெல் விளையும் பிரதேங்களைக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்பு எறியங்களே ஏற்றன, அவற்றிலும் சம்பரப்பு உச்சியெறியமோ, பொன்னின் எறியமோ கோளம் முழுவதையும் வரைந்து காட்ட ஏற்றனவல்ல, ஆகையால், அவை உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்களை வரைந்துகாட்ட உகந்தனவல்ல. எனவே, உலகம் முழுவதையும் வரைய உதவும் சம்பரப்பு உருளையெறியம், சைன்வளை கோட்டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பனவே ஏற்றனவாக உள்ளன.

நெல் விளையும் பிரதேசங்கள் அயனப் பிரதேசத்திற்குள் அடங்கி விடுவதற்கு, அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடிய எறியம் மிகவும் சிறந்தது. மேற்குறிப்பிட்ட மூன்று எறியங்களும் சம்பரப்பு எறியங்களேயெனினும், அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடியது சம்பரப்பு உருளையெறியமே. அதனால், உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு இவ்வெறியத்தைத் தெரிவு செய்து கொள்ளலாம்.

மேலும், மத்திய கோட்டினை அடுத்த பகுதிகளில் ஒரளவு உண்மையான உருவத்தை இவ்வெறியத்தில் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. சம்பரப்பினை மட்டுமென்றி, அயனப் பிரதேசந்தை ஒரளவு உண்மையான உருவத்தில் காட்டும் சம்பரப்பு உருளையெறியம் உலகில் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்குச் சிறந்ததே (படம் 43-ஐப் பார்க்க).

உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்கு மொலுவீட்டின் எறியத்திலோ, சைன்வளை கோட்டெறியத்திலோ இல்லாத ஒரு நன்மை சம்பரப்பு உருளையெறியத்தில் இருக்கின்றது. என்னவெனில், சம்பரப்பு உருளையெறியத்தினை இலேசாக வரைந்து கொள்ள முடியும். ஏனைய இரு எறியங்களும் இலகுவில் வரைந்து கொள்ளக் கூடியவைல்ல.

### 6.4.2 உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்கள்

உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்படைய எறியங்களையே தெய்வு செய்து கொள்ள வேண்டும். இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிரான கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குப் பொன்னின் எறியம் ஏற்றது. எனினும், பொன்னின் எறியத்தில் ஓர் அரைக் கோள்

இடைவெப்பப் பிரதேசக் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்ட ஸாமே தவிர, உலகம் முழுவதிலும் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்ட முடிபாது. அதனால், பொன்னின் எறியம் ஏற்ற தொன்றன்று.

மேலும் சம்பரப்பு உசுளையெறியம் அயனப் பிரதேசத்தினைச் சிறப்பாகக் காட்டுமே தவிர, இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினைச் சிறப்பாகக் காட்டாது, இதில் சம்பரப்பு இருக்கின்றபோதிலும், இடைவெப்பப் பிரதேசங்கள் பெரிதும் உருவ மாற்றங்களுக்கு உட்பட டிருக்கின்றன அதனால் உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குச் சம்பரப்பு உருளை எறியம் ஏற்றதாக இல்லை.

எனவே, சென்வளை கோட்டெறியமும், மொலுவீட்டின் எறியமுமே உலகின் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்து க்காட்ட ஏற்றனவாக உள்ளன. கோதுமை அதிகமாக இடை வெப்பப் பிரதேசங்களில் விளைகின்றபோதிலும், இன்று அயனப் பிரதேசங்களிலும் கணிசமான அளவு விளைவிக்கப்படுகின்றது. அதனால் இடைவெப்பப் பிரதேசங்களையும் அயனப் பிரதேசங்களையும் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடிய எறியங்களே தேவை. இச்சிறப்பினைக் கொண்டிரும்பவை சென்வளை கோட்டெறியமும், மொலுவீட்டின் எறியமுமாம், [ படம் 54-ஐப் பார்க்க ]

இவ்விரு எறியங்களும் உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களை வரைந்து காட்ட உகந்தன எனினும். சென்வளை கோட்டெறியத்திலும், மொலுவீட்டின் எறியம் ஒருவகையில் சிறப்புற்றதாகக் காணப்படுகின்றது. சென்வளை [கோட்டெறியத்தில் எல்லைப்புறங்களில் உருவம் அதிக மாற்றமடைந்து இருக்கும். ஆனால், மொலுவீட்டின் எறியத்தில் எல்லைப்புற உருவ மாற்றம் சென்வளை கோட்டெறியத்திலும் குறைவு, ரூஎனவே, மொலுவீட்டின் எறியத்தினையே உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக்] காட்டுவதற்கு இறுதியாகத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

#### 6.4.3 அந்தாண்டிக் கண்டம்

முனையுப் பகுதிகளை வரைந்து காட்டுவதற்கு உச்சியெறியங்களே மிகவும் ஏற்றனவாக விளங்குகின்றன. அந்தாண்டிக் கண்டத்தினைப் படத்தி லமைத்துக் காட்டுவதற்கு. தென் முனைவின் மேல் தட்டையான தளத்தை வைத்து வரையப்படும் பார்வையுள்ள உச்சியெறியங்களும் ஏற்றன,

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் [படம் 14] அகலக் கோட்டிலோ, நெடுங் கோட்டிலோ உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காண முடியாது இருக்கின்றது. மையத்திற்கு அப்பால் அளவுத் திட்டமும், உருவமும் மிகைப்பட்டிருக்கின்றன. அதனால், இவ் வெறியம் அந்தாட்டிக் கண்டத்தினைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் ஏற்ற உச்சியெறியமாக அமையவில்லை.

செங்குத்து வரைப்பட உச்சியெறியத்தில் [படம் 21] அகலக் கோடுகளில் உண்மையான அளவுத் திட்டம் இருக்கின்றபோதிலும், மையத்திற்கு அப்பால் உருவம் மிகவும் மாற்றமடைந்திருப்பதினால் இவ் வெறியமும் அந்தாட்டிக் கண்டத்தினை வரைந்து காட்ட மிகவும் ஏற்ற எறியமன்று.

அந்தாண்டிக் கண்டத்தில் போக்குவரத்துப் பாதைகளைச் சமதூரத்தில் காட்ட விரும்பினால், சமதூர உச்சியெறியத்தினை [படம் 57] ஐத் தெரிவு செய்துகொள்ளலாம். அந்தாட்டிக் கண்டத்தினைச் சமபரப்பில் காட்ட விரும்பினால், சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினைத் தேரிவுசெய்யலாம் [படம் 14]. மேலும் அந்தாண்டிக் கண்டத்தினை அரசியல் எல்லைகளைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் அந்தாட்டிக் கண்டத்தில் வீரிவான ஆராய்ச்சிகள் நிகழ்த்தப்பட வேண்டி இருக்கின்றது. அதனால் ஓரளவு உருவத்தைச் சரியாகக் காட்டக்கூடிய எறியமும், போக்குவரத்துப் பாதைகள் அமைப்பதற்குத் திசையைச் சரியாகக் காட்டக்கூடிய எறியமும் தான் ஏற்றது. இத் தன்மைகளை உச்சியெறியங்களில் திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியத்தில்தான் காணலாம். [படம் - 17] எனவே, அந்தாட்டிக் கண்டத்தினை வரைந்து நேருருவெறியமான திண்ம வரைப்பட உச்சியெறியமே மிகவும் ஏற்றதாக வீளங்குகின்றது-

#### 6.4.4 ஜோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகள்

ஜோப்பாவினைப் பொதுவாக வரைவதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூட்டுப்பெறியம் [படம் 36] பொருத்தமானதாகக் காணப்படுகின்றது. ஆனால், ஜோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டுவதற்கு இவ்வெறியம் உகந்ததாகத் தெரியவில்லை. ஏனெனில், இவ்வெறியம் சமபரப்புடைய எறியமன்று. அரசியல் பிரிவு

களைக் குறிப்பதற்காக இடப்படும் எல்லைகள் சரியாகவும், அரசியல் பிரிவுகள் சம்பரப்பினவாகவும் இருத்தல் அவசியம். மேக்காந்தேரே வின் எறியத்தில் ஜோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டினால், சிறிய அரசுகள் சில பெரும் அரசுகளின் அளவினவாகக் காணப்படும். எனவேதான் சம்பரப்பு எறியம் அரசியல் பிரிவுகளை இடுவதற்கு இன்றியமையாததாக விளங்குகின்றது.

ஜோப்பாவின் நெடுங் கோடுகளின் இடைவெளித்தூரம் ஏறக் குறைய ரெட் வரை இருப்பதனால், சம்பரப்புடைய பொன்னின் எறியம் ஜோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்றது. மேலும், தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பொன்னின் எறியத்தினை அமைக்கில், ஒற்றவு உண்மை உருவத்தினையும் பேணமுடியும். மேலும், மத்திய நெடுங் கோட்டிலும், அகலக் கோடுகள் எல்லாவற்றிலும் அளவுத் திட்டம் இவ்வெறியத்தில் திசையையும் இதில் காணலாம், எனவே, 20° கி நெடுங்கோட்டை பொன்னின் எறியத்திற்குரிய உச்ச நெடுங்கோடாகக் கொண்டு ஜோப்பாவினை அமைத்து, அதில் அரசியற் பிரிவுகளைக் காட்டலாம்.

[படம் 59, 40]

#### 6-4-5 உலகின் ஊசியிலைக்காட்டுப் பகுதிகள்

நமது தேவைக்கு இனங்கவே நாம் எறியங்களைத் தெரிவுசெய்து கொள்கிறோம், பரர்பற் படங்களை வரைவதற்குச் சம்பரப்பு எறியங்களே ஏற்றன. ஊசியிலைக் காட்டின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கும் சம்பரப்புள்ள எறியங்கள்தாம் உகந்தன.

உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகள் வட அரைக்கோளத்தில் அதுவும் உயர்கலக் கோட்டுப் பகுதிகளில் அடங்கியுள்ளன. அதனால் பொன்னின் எறியம், சம்பரப்பு உருளையெறியம், சௌன்ஹை கோட்டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பன இவற்றைக் காட்ட உதவும் எறியங்கள். எனினும், பொன்னின் எறியத்தில் உருவும் பெரிதும் மாறுதல்கைவதற்குலும், சிறிய பகுதிகளைக் காட்டவே அது ஏற்றதாகையினாலும் ஊசியிலைக் காட்டுங் பகுதிகளைக் காட்டச் சிறந்த எறியமாகக் கொள்ள முடியாது. அதனைப் போன்றே சம்பரப்பு உருளையெறியமும் காணப்படுகிறது. அயனப் பிரதேசத் தினைச் சிறப்பாகக் காட்டுவதுபோன்று, உயர்கலக் கோட்டுப் பகுதி களை இது சிறப்பாகக் காட்டாது. அதனால் இவ்வெறியமும் உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப்பகுதிகளைக் காட்ட ஏற்றதொன்றுக்கவிலை,

உலகில் ஊசியிலைக் காடுகள் வட அமெரிக்காவின் அலாஸ்கா எல்லையிலிருந்து, ஆசியாவின் கம்சட்கா கரைவரை பரந்துள்ளன. அதனால், எல்லைப்புறங்களில் உருவத்தில் அதிக மாறுபாடுகளைய கைள்வதோ கோட்டெறியம் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டு எதற்கு அவ்வளவு ஏற்றதன்று. உயர்கலக் கோடுகளை ஒரளவு திறப்பாக எல்லைப்புறங்களில் உருவத்தில் அதிக மாற்றமில்லா மதும் காட்டுவதற்கு சம்பரப்புக்கையை மொலுவீட்டின் எறியமே உலகில் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்ற எறியமானும். [ படம் - 53 ]

#### 6.4-6 ஆபிரிக்காவின் பெளதிக் கூறுப்புக்கள்

பெளக் கூறுப்புக்களைக் காட்டுவதற்கும் சம்பரப்பினை உடைய எறியமே சிறந்தது. ஆகையினால், ஆபிரிக்காவின் பெளதிக் கியல்புகளைக் காட்டுவதற்கும் ஏதாவத ஒரு சம்பாப்பு எறியமே ஏற்றது. சம்பரப்பு உச்சியெறியமோ, பொன்னின் எறியமோ அரைக் கோளத்தினை வரையவே ஏற்றன. ஆபிரிக்காவின் பெளதிக் கியல்புகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்ற எறியங்கள் மூன்றுள்ளன;

[1] சம்பரப்பு உருளையெறியம்;

[2] மொலுவீட்டின் எறியம்.

[3] சௌன்வதோ கோட்டெறியம்.

ஆபிரிக்கா ஏற்றதாழ 80° அகலக்கோட்டு - 70° நெடுங்கோட்டுத் தூரத்தினையும் கொண்டுள்ள ஒரு பெரிய கண்டமானும். அதனால் மத்திய கோட்டினை அடுத்த பகுதிகளைச் சிறப்பாகக் காட்டும் சம்பரப்பு உருளையெறியம் ஆபிரிக்கா முழுவதையும் காட்ட ஏற்றதன்று. ] படம் - 43 ] அகலக் கோடுகளிலோ, நெடுங்கேடுகளிலோ உண்மையான அளவுத் திட்டத்தினைக் கொண்டிருக்காத மொலுவீட்டின் எறியம் [ படம் - 53 ] ஆபிரிக்காவின் பெளதிக் கூறுப்புக்களைக் காட்ட மிகவும் சிறந்ததன்று. மேலும் இதனை வரைவது இலகுவாகவில்லை. இக்காரணங்களினால், ஆபிரிக்காவின் பெளதிக்குதுப்புக்களைக் காட்டுவதற்குச் சௌன்வதோ கோட்டெற்பமே ஏற்றதாக விணங்குகின்றது. (படம்; 51)

ஆபிரிக்காவின் மேற்கூக் கிழக்குத் தூரம் அயனப்பிரதேசத்தில் அதிகமாக இருப்பதனால், சௌன்வதோ கோட்டெறியம் இத்தினைக் காட்ட ஏற்றதாகவுள்ளது: மேலும், இவ்வெறியத்தில் அகலக் கோடுகளு எல்லாவற்றிலும், மத்திய நெடுங்கோட்டிலும் உண-

மையான அளவுத்திட்டத்தினைக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. மொலுவீட்டின் எறியத்திலும் பார்க்க இதனை இலேசாக வரைய வோம். மேலும், மத்திய நெடுங்கோட்டை அடுத்த பகுதிகளில் ஓர் எவு சரியான உருவத்தினையும் காணலாம்.

ஆபிரிக்காவின் மத்தியின்ராடாகச் செல்லும் 20° கி. நெடுங்கோட்டை, சென்வளை கோட்டெறியத்தின் மத்திய நெடுங்கோடாகக் கொள்ள ஆபிரிக்காவினை வரைந்து கொள்ளலாம். இவ்வாறு வரைந்துகொண்ட படத்தில் ஆபிரிக்காவின் பெளதிகவியல்புகளை வரைந்து காட்டலாம். எனவே சென்வளை கோட்டெறியமே ஆபிரிக்காவின் பெளதிகவியல்புகளைக் காட்டச் சிறந்த எறியமாகும்.

#### 6-4-7 உலகின் கப்பற் பாதைகள்

உலகின் கப்பற் பாதைகளைப் படத்தில் வரைந்து காட்டுவதற்கு, கோளத்தில் உள்ளவாறே, சரியான திசையைப் படத்திலும் காட்டக்கூடிய எறியங்கள் தேவை, சரியான திசையைக் காட்டக்கூடிய எறியங்கள் திண்மவரைப்பட எறியம். மேக்காற் ரேவின் எறியம் என்பனவாம். அகலைக் கோட்டளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டதற்கு ஏற்ப நெடுங்கோட்டளவுத் திட்டமும் மிகைப்பட்டிருப்பதனால் இவ்விரு எறியங்களிலும் திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது. (படம்: 8)

இவ்விரு எறியங்களிலும் திண்மவரைப்பட உச்சி எறியத்தில் ஓர் அரைக்கோளத்தினை மட்டும்தான் அமைத்துக் காட்ட முடியும்; எனவே, உலகின் கப்பற் பாதைகளை முற்றுக வரைந்து காட்டுவதற்குத் திண்மவரைப்பட உச்சியையெறியம் ஏற்றதன்று. உலகம் முழுவதையும் வரைந்து காட்ட உதவும் மேக்காற் ரேவின் எறியற்றான் உலகின் கப்பற் பாதைகளைக் காட்ட ஏற்றதாகும்.

மேக்காற்ரேவின் எறியத்தில் சம்பரப்பினைக் காண முடியாது, எனினும், நேருருவம், திசை எண்பன சரியாக அமைந்திருப்பதனால் சிறப்பான எறியமாக விளங்குகின்றது. எனவே, உலகின் கப்பற் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கு மேக்காற்ரேவின் எறியத்தினையே தெரிவு செய்தல் வேண்டும். (படம்: 48)



## கலைச் சேர்கள்

அகலக் கோடு

அகலாக் கோட்டுக் கமாந்தரங்கள்

அந்தாட்டிக் வட்டம் -

ஆர்டிக் வட்டம்

இரு நியமச் சமாந்தரக் கோடு

இக் கூம்பெறியம்

உச்ச நெடுங் கோடுகள்

உச்சி எறியங்கள்

உருவம்

உருளையெறியங்கள்

எறியங்கள்

ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக்

கூம்பெறியம்

கடக்கோடு

கந்பணைக் கோடுகள்

கூம்பு எறியங்கள்

கோளம்

சதுரக்கோட்டு முறைப்படம்

சமபரப்பு உச்சியெறியம்

சமபரப்பு உருளையெறியம்

சமபரப்பு

சமதூர உருளையெறியம்

சமதூர உச்சியெறியம்

சர்வதேசத் தெதிக்கோடு

சரிவுத் தளம்

சிறுவட்டங்கள்

செங்குத்து வரைப்படவெறியம்

சௌன்வளை கோட்டெறியம்

தட்சீட்யான தளம்

— Latitude

— Parallels of Latitude

— Antarctic circle

— Arctic circle

— Two standard Parallels

Conic Projection

— Meridian of Longitude

— Zenithal projections

— Shape

— Cylindrical projections

— Projections

— One standard parallel  
conic projection

— Tropic of Cancer

— Imaginary Lines

— Conical projections

— Globe

— Graticule

— Zenithal equal area  
projection

— Cylindrical equal area  
projection

— Equal Area

— Cylindrical equal distant  
projection

— Zenithal equal distant  
projection

— International Date Line

— Oblique plane

— Small Circles

— Orthographic projection

— Sinusoidal projection or  
Sanson - Flamsteed  
Projection

— Plane Surface

திசை

திண்ம வரைப்படவெறியம்  
திருத்தியமைக்கப்பட்ட

கூட்டுப்பெறியம்

தொடுகோடு

நிலைவிளக்கப் படம்

நிழந்துகடிகார வெறியம்

நெடுங்கோடு

நேர்க்குவெறியம்

படவரைகள்

பார்வையற்ற வெறியம்

பாசர்வை யெறியம்

புலியச்சு

புனியின் வடிவம்

பெருவட்டங்கள்

பொன்னின் ஏறியம்

மகரக்கோடு

மத்திய கோடு

மத்திய கோட்டுத்தளம்

முதனெடுங்கோடு

முனைவு

முனைவுத்தளம்

மெய்க்குருவும்

மேக்காற்றூவின் ஏறியம்

மொலுவீட்டின் ஏறியம்

வலைப்பின்னால்

ஏழ்க்கமான ஏறியங்கள்

இட்டம்

— Direction

— Stereographic Projection

— Modified Conical  
Projection

— Tangent

— Elevation Diagram

— Gnomonic Projection

— Longitude

— Orthomorphic Projection

— Cartography

— Non-Perspective Projection

— Perspective Projection

— Axis of the Earth

— Shape of the Earth

— Great Circles

— Bonn's Projection

— Tropic of Capricorn

— Equator

— Equatorial Plane

— Prime Meridian

— Polar

— Polar Plane

— True Shape

— Mercator's Projection

— Mollweid's Projection

— Net Work

— Conventional Projection

— Diameter

## ஆய்வுக்குரிய நூல்களும் கட்டுரைகளும்

### ஆய்வுக்குரிய நூல்கள் :

1. Map Projections — By A. R. Hinks
2. An Introduction to the Study of Map Projections  
— By J. A. Steers
3. World Maps and Globes  
— By Irving Fisher & O. M. Miller
4. Construction of Map Projections  
— By H. A. Hoffmeister
5. General Catography — By Erwin Raisz
6. An Introduction to the Map Work and Practical Geography — By John Bygott
7. Map Projections — By G. P. Kellaway

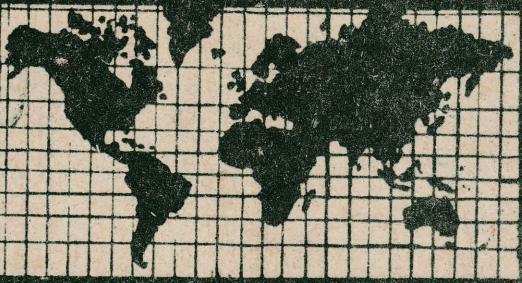
### ஆய்வுக்குரிய கட்டுரைகள் :

1. The Use and Abuse of Map Projections  
— By Q. John Stewart  
Geog. Rev. 33 : 589-604
2. New Uses for Globes and Spherical Maps — By L. H. Powell  
Geog Rev. 35 ; 49-58
3. A Grid Formed of Meridians And Parallels for Comparison and Measurment of Area — By H. P. Bailey,  
Geog. Rev. 46 : 239 - 245

4. Some three - Dimensional Relief Globes. Past and Present  
— By W. A Briesmeister  
Geog . Re. 47 ; 251 - 260 (1964)
5. Notes on Cylindrical World Map Projections  
— By O. K. Miller  
Geog Rev. 32 ; 424 - 430 (1942)
6. Maps of the whole World Ocean  
— By A. F. Spilhaus  
Geog Rev. 32 : 431 - 435 (1942)
7. An Analytical Approach to Map Projections — By A. H. Robinson  
Annals A. A. G. 39;283-290 (1949)
8. பட்டவற்றிய ஆய்வில் நேருருவப் பண்டு  
— கலாநிதி ஜோர்ஜ் தம்பையாபிள்ளை  
புலியீஸ் இதழில் 2 , 3 (1965)
9. The Problems of Map Projection Study  
— By Dr. George Thambyahpillay  
Journal of National Education Society  
Vol. xii No. 2, October-1963.

விவரங்கள் அச்சுப்பதில் :  
விவேகானந்த அச்சகம், யாழ்ப்பானம்.





ஸ்ரீ லங்கா புத்தக சாலை, யாழிப்பாணம்