படவரைகலையில்
எறியங்கள்

910
குணரா
SL IPR

கலாநிதி க குணராசா

கமலம் பதிப்பகம்

படவரைகலையில் எறியங்கள்

ஆக்கியோன்
க. குணராசா BA Hons (Cey), MA, PhD, SLAS

கமலம் பதிப்பகம்
82 பிறவுண் வீதி
யாழ்ப்பாணம்

முதற் பதிப்பு : ஏப்பிரல் 1965
ஏழாம் பதிப்பு : ஆகஸ்ட் 2002

PROJECTIONS

by

Dr K Kunarasa BA Hons (Cey), MA, PhD, SLAS

Published by
Kamalam Pathippakam
82 Brown Road
Jaffna

சான்றிதழ் இல. : ஈ.பி.பி./சீ/449

படவரைகலையில் எறியங்கள் – க. குணராசா

1952ஆம் ஆண்டு பெப்ரவரி மாதம் 23ஆந் திகதி வெளிவந்துள்ள இலங்கை அரசாங்க வர்த்தமானப் பத்திரிகையில் உதவி நன்கொடை பெறும் தன்மொழிப் பாடசாலைகளுக்கும் இரு பாஷைப் பாடசாலைகளுக்கும் ஆங்கிலப் பாடசாலைகளுக்குமான ஒழுங்குச் சட்டத்தின் 10(A) பிரிவில் பிரசுரிக்கப்பட்டதற்கமைய இப்புத்தகம் க.பொ.த. (சாதாரண, உயர்தர) வகுப்புக்களில் புவியியல் படிப்பிப்பதற்கு ஓர் உப பாடப் புத்தகமாக 1971 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 31ஆம் திகதி வரை உபயோகித்தற்கு வித்தியாதிபதி அவர்களால் அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(ஒப்பம்) ஹே. பெ. வீரசேகர
செயலாளர்
பாடநூற் பிரசுர ஆலோசனைச் சபை

பாடநூற் பிரசுர ஆலோசனைச் சபை
மலாய் வீதி, கொழும்பு - 2
9.10.1966

முன்னுரை

படவரை கலையில் எறியங்கள் எனும் இந்நூல் தமிழ்மொழி மூலம் கல்வி கற்கும் மாணவர்களுக்கும், கற்பிக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் நான் சமர்ப்பிக்கும் மூன்றாவது நூல். பல்கலைக்கழகத்தில் புவியியற் சிறப்புக்கலை இறுதி யாண்டு மாணவர்களுக்கும் பொதுக்கலைத் தேர்வு மாணவர்களுக்கும் இவ்வாண்டு எறியங்களைக் கற்பித்த அனுபவத்தின் காரணமாக இந்நூல் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது என நம்புகின்றேன். இந்நூலின் விரிவு சில காரணங்களுக்காகக் குறைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. கல்விப் பொதுத் தராதரப் பத்திர (உயர்தர) வகுப்பு மாணவர்களுக்கும் பொதுக்கலைத் தேர்வு மாண வர்களுக்கும் பயன்படக்கூடியளவு இந்நூலை ஆக்கியுள்ளேன். இந்நூலில் வரைபட முறை மூலம் எறியத்தை எவ்வாறு அமைக்கலாம் என விளக்கி யுள்ளேன்.

இந்நூலில் சில புதிய வார்த்தைக் கோர்வைகள் விளக்கம் கருதிப் பயன் படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. எறியங்கள் அமைக்கும் விதம் பற்றி வரைபட முறை மூலம் விளக்க நேர்ந்ததால் அவ்வார்த்தைக் கோர்வைகள் அத்தியாவ சியமாக்கப்பட்டன. அகலக்கோட்டிற்குரிய பாகைக்கோடு, நியமச் சமாந்தரத்திற்குரிய பாகைக்கோடு, 10 பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளி முதலியன. அவற்றுள் சில இடம் கருதி உபயோகிக்கப்பட்டிருப்பதனால் அர்த்தம் சிதைவுபடாதுள்ளது.

மிகக்குறுகிய காலத்தினுள் இந்நூலினை ஆக்குவதற்கு என் நண்பர்கள் பலர் உதவியாயிருந்துள்ளனர். திரு. ந. சிவலிங்கம் என் நன்றிக்கு முதற்கண் உரியவர். கலைச்சொற்களை அகரவரிசைப்படுத்தி உதவிய செல்வி. ம. சண்முகம் அவர்களுக்கும், திரு. கே. பாலசுந்தரம் அவர்களுக்கும் என் இதயம் கனிந்த நன்றிகள். ஆக்கபூர்வமான ஆலோசனைகள் அளித்த நண்பர்கள் வெ. நடராஜா, எஸ். கே. பரமேஸ்வரன், ச. சிவநாதன் அவர்களுக்கும், கூடவே இருந்து எழுதுவதற்கு ஊக்கம் தந்த பண்டிதர் ம. நாகலிங்கம் அவர்களுக்கும் எவ்வகையில் நன்றி கூறினும் போதா.

இந்நூலினைத் தமிழுலகம் ஆதரிக்கும் என்ற நம்பிக்கை எனக்குண்டு.

வணக்கம்

அன்புடன்
க. குணராசா

புவியியற் பகுதி
பல்கலைக்கழகம்
பேராதனை
17.04.1965

பொருளடக்கம்

அத்தியாயம் ஒன்று : எறியங்கள்

அகலக்கோடுகள் - நெடுங்கோடுகள் - அகலக்கோடுகளைக் கணித்தல் - நெடுங்கோடுகளைக் கணித்தல் - எறியங்களை வரையும்போது கணிக்க வேண்டியவை - எறியங்களின் பாகுபாடு

அத்தியாயம் இரண்டு : உச்சியெறியங்கள்

உச்சியெறியங்கள் - நிழற் கடிகார உச்சியெறியம் - திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் - செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம் - சமபரப்பு உச்சியெறியம் - சமதூர உச்சியெறியம்

அத்தியாயம் மூன்று : கூம்பெறியங்கள்

கூம்பெறியங்கள் - ஒருநியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறியம் - இருநியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறியம் - பொன்னின் எறியம்

அத்தியாயம் நான்கு : உருளையெறியங்கள்

உருளையெறியங்கள் - சமபரப்பு உருளையெறியம் - சமதூர உருளையெறியம் - மேக்காற்றோவின் எறியம் - சைன்வளைகோட்டு எறியம் - மொலுவீட்டின் எறியம்

அத்தியாயம் ஐந்து : எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல்

எறியங்களைத் தெரிவு செய்தல்

கலைச்சொற்கள்

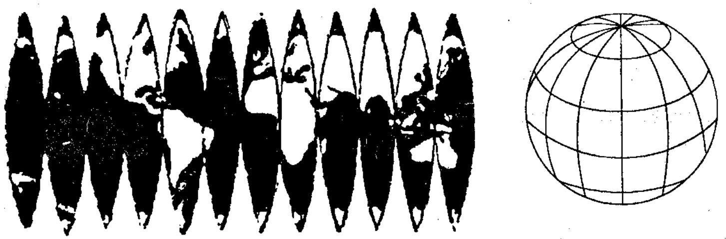
அத்தியாயம் ஒன்று

எறியங்கள்

புவியின் மேற்பரப்பைப் பூகோளத்திலுள்ள கற்பனைக் கோடுகளான அகலக்கோடுகளினதும், நெடுங்கோடுகளினதும் துணைகொண்டு, தட்டையான தளத்தில் அமைத்துக் காட்டும் படவரைகலையே எறியம் எனப்படுகின்றது. அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களெனவும், உச்ச நெடுங்கோடுகள் எனவும் வழங்கப்படும் வலைப்பின்னற் கோடுகள் பூகோளத்திலுள்ள உலகத்தைத் தட்டையான தளத்தில் கீற உதவுகின்றன.

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

பூகோளத்தைத் தட்டையாக்க முயலும்போது பல சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. கோளத்திலுள்ள புவியின் பண்புகள் உருக்குலைந்து போகின்றன. பூகோளத்திலுள்ள ஒரு சிறு பரப்பைத் தட்டையான தளத்தில் வரைவதில் கஷ்டமில்லை. ஆனால், முழு உலகத்தையும் வரைய முயலும்போது பெரும் பிரச்சினைகள் உருவாகின்றன. பூகோளத்தை வேண்டுமானால் படம் 1 இல் காட்டியுள்ளபடி சுளைகளாகச் சிதைத்து வரையலாமே தவிர, இணைப்புடையதாக வரைய முடியாது.



படம் 1 : பூகோளத்தைச் சரியாக வரைவதானால் மேலுள்ளபடியே வரையலாம்

பூமி கூம்பு வடிவமானதாக இருக்குமாயின் அதனைத் தட்டையான தளத்தில் அமைப்பதில் கஷ்டமேற்படாது. (படம் 30) அல்லது பூமி உருளை வடிவமானதாக இருக்குமாயின் 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 வரைவதற்கா கவே எறியங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

பரப்பு, உருவம், அளவுத்திட்டம், திசை முதலியவற்றைப் பூகோளத்தில் உள்ளவாறே சரியாக எந்த ஓர் எறியத்திலும் காட்டமுடியாது. அதனாலேயே பயன் பாட்டு வகைகளுக்கு இணங்க எறியங்களின் வகைகளும் அமைந்துள்ளன. எறிய வகைகளுக்கு இணங்க அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் அமைகின்றன. ஓர் எறியத்தில் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களும், நெடுங்கோடுகளும் நேர் கோடுகளா கவும், இன்னோா எறியத்தில் இவ்வலைப்பின்னற் கோடுகள் வளைகோடுகளா கவும், இன்னோர் எறியத்தில் வளைவான நெடுங்கோடுகளாகவும் நேரான அகலக் கோடுகளாகவும் அமைந்திருக்கின்றன.

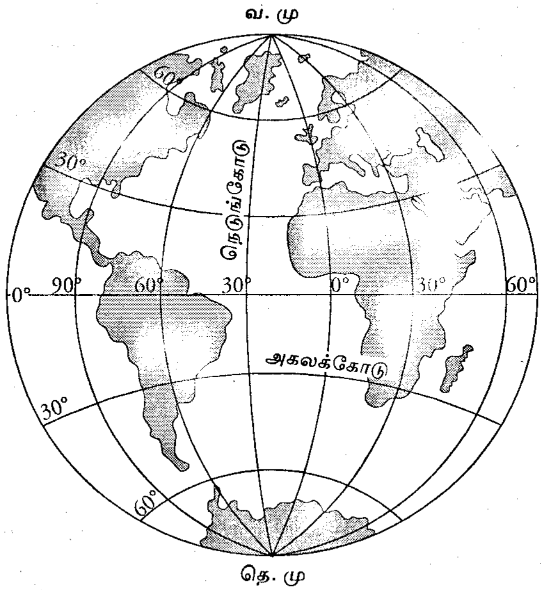
எறியங்கள் என்றால் 'எறியப்படுதல்' என்று பொருள்படும். அதாவது கோளத்திலுள்ள அகல, நெடுங்கோடுகள் ஒளியினால் தட்டையான தளத்தில் நிழல்களாக எறியப்படுகின்றன. (படம் 14) அவ்வாறு எறியப்பட்டவை வரையப் பட்டு எறியங்களாகின்றன. ஆனால் இன்று நாம் உபயோகிக்கின்ற எறியங்கள் யாவும் ஒளியினால் தட்டையான தளத்தில் எறியப்படுவதனால் வரையப்படுவன அல்ல; அவ்வாறு வரையப்படும் எறியங்கள் மிகக்குறைவானவை. திரிகோண கணித முறைகள் மூலம் கணித்து வரையப்படும் எறியங்களே இன்று பெரிதும் உபயோகத்திலுள்ளன. எனவே எறியம் என்ற சொல் இப்படவரைகலைக்கு ஏற்ற சொல்லாகாது எனப் பலரும் கருதுகின்றனர். அதனாற்றான் எறியங்களைச் சதுரக் கோட்டுமுறைப் படம் என்றும் பல படவரைகலை அறிஞர்கள் அழைக்கின்றனர்.

எனவே கோளவடிவமான பூமியைத் தட்டையான தாளில் எறியங்களாக வரைவதற்கு அகலக்கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் உதவுகின்றன.

1.1 அகலக்கோடுகள்

பூகோளத்தை வடவரைக் கோளமாகவும், தென்னரைக் கோளமாகவும் பிரிப்பது அகலக்கோடு, மத்தியகோடு எனும் பெருவட்டமாகும். இது பூகோளத்தின் மத்தியில், கோளத்தைச் சுற்றிக் கிழக்கு மேற்காக அமைந்துள்ளது. இதன் சுற்றளவு 38 548 கிலோ மீற்றர்கள் (24 092 மைல்கள்) ஆகும்.

மத்திய கோட்டிற்கு வடக்காயும், தெற்காயும் முனைவுகள் வரை பாகையள வில் பிரித்துப் பூகோளத்தில் வரையப்படும் வட்டமான கோடுகளே ஏனைய அகலக் கோடுகளாம்.



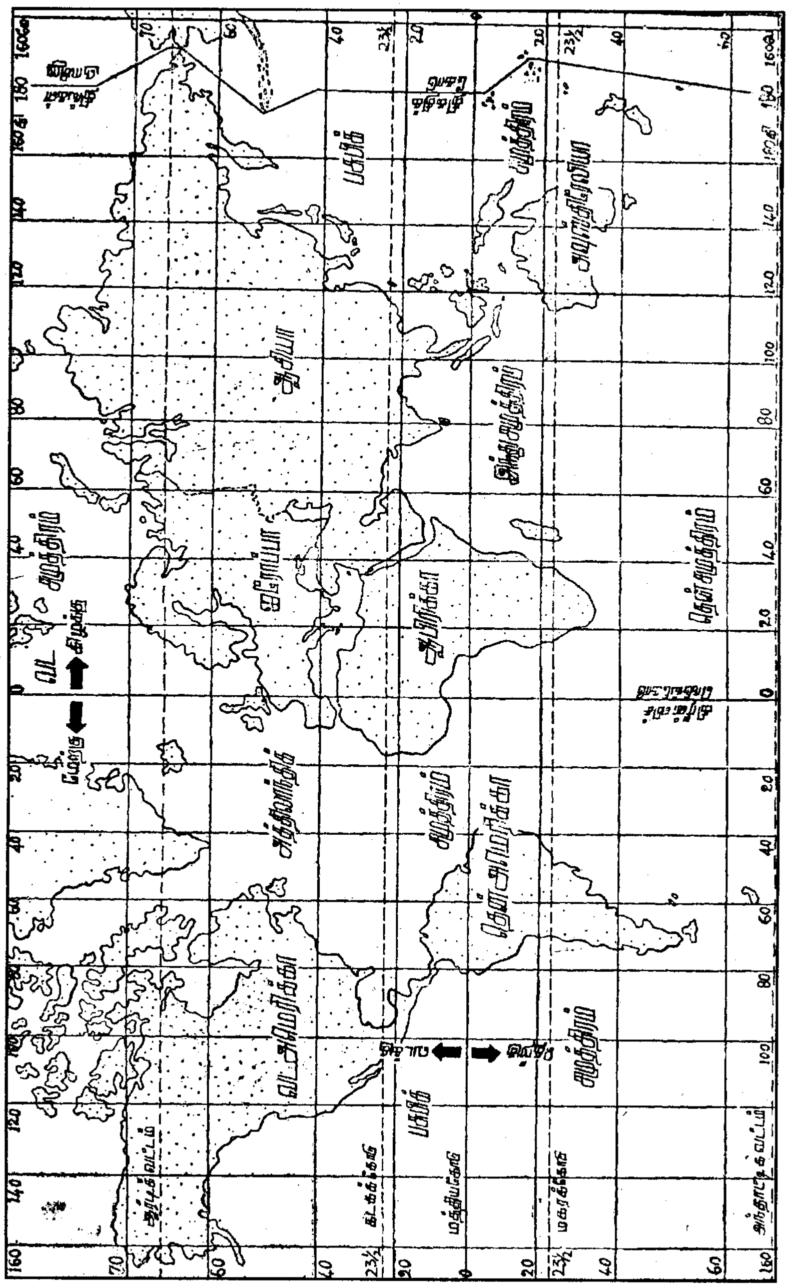
படம் 2 : பூகோளத்தில் அகல, நெடுங்கோடுகள்

பூமியின் சுற்றளவு ஏறத்தாழ 40 000 கிலோ மீற்றர்களைக் (25 000 மைல்கள்) கொண்ட ஒரு வட்டமாகும். இவ்வட்டத்தை 360 பாகைகளாகப் பிரித்தால் ஒரு பாகை 69½ மைல்களாக அல்லது 111 கி.மீ. ஆகவரும்.

$$1° = \frac{25\ 000}{360} = 69\tfrac{1}{2}\text{ மைல் } / = \frac{4\ 000}{360} = 111\text{ கி.மீ.}$$

மத்தியகோட்டிற்கு வடக்கே கீறப்பட்டிருக்கும் அகலக்கோடுகள் வட அகலக் கோடுகள் என்றும், தெற்கே கீறப்பட்டிருப்பவை தென் அகலக்கோடுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

அகலக்கோடுகளில் கடகக்கோடு, மகரக்கோடு எனும் இரு அகலக் கோடுகள் முக்கியமானவை. கடகக்கோடு 23½° வடக்கிலும், மகரக்கோடு 23½° தெற்கிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றைவிட 66½° வடக்கில் வரையப்பட்டிருக்கும் ஆட்டிக் வட்டமும் 66½° தெற்கில் வரையப்பட்டிருக்கும் அந்தாட்டிக் வட்டமும் முக்கிய மான அகலக்கோடுகளே.



படம் 3: அகலக்கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் மத்தியகோடு, கடகக்கோடு, மகரக்கோடு, ஆட்டிக் வட்டம், அந்தாட்டிக் வட்டம் எனும் அகலக்கோடுகளையும், கிறீன்விச், சர்வதேச தேதிக்கோடு எனும் நெடுங்கோடுகளையும் அவதானிக்கவும்.

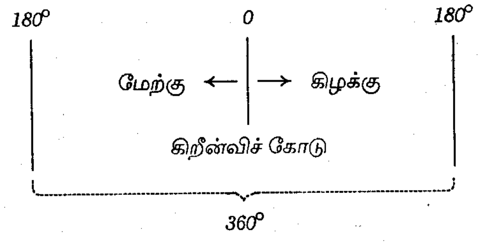
மத்தியகோடு 0° அகலக்கோடாகும். முனைவுகள் 90° அகலக்கோடுகளாகும். ஆனால் 90° அகலக்கோடுகளை அகலக்கோடுகள் என்று கூறமுடியாது. ஏனெனில், 90° அகலக்கோடுகள் வடமுனைவிலும், தென்முனைவிலும் தனித்தனி புள்ளிகளாகவே காணப்படுகின்றன.

வடமுனைவு	-	90° வ.	180°
மத்திய கோடு	-	0°	
தென்முனைவு	-	90° தெ.	

மத்தியகோடு தவிர்ந்த ஏனைய அகலக்கோடுகள் யாவும் சோடி சோடியாகவும், ஒவ்வோர் சோடியும் அளவில் ஒத்ததாகவும் உள்ளன. உதாரணமாக 15° வட அகலக்கோடு, 15° தென் அகலக்கோட்டின் அளவை ஒத்துள்ளது. அவ்வாறே ஏனையனவும் இருக்கின்றன. மேலும், இவ்வகலக்கோடுகள் யாவும் ஒன்றிற்கொன்று இணையானவையாகவுள்ளன. அத்தோடு இவை நெடுங்கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன. இவற்றின் பண்புகளில் இன்னொன்றும் குறிப்பிடத்தக்கது. என்னவெனில், இவ்வகலக்கோடுகள் யாவும் நெடுங்கோடுகளைப்போல ஓரிடத்தில் சந்திப்பனவல்ல. நெடுங்கோடுகள் முனைவுகளில் ஒன்றினை ஒன்று சந்திக்கின்றன.

1.2 நெடுங்கோடுகள்

பூகோளத்தில் வடக்குத் தெற்காக, அகலக்கோடுகளுக்குக் குறுக்காக, முனைவுகளை இணைத்து வரையப்பட்டுள்ள கோடுகளே நெடுங்கோடுகள் என்று வழங்கப்படுகின்றன. அகலக்கோடுகளைக் கீறப் பூமியின் சுற்றளவை 360 பாகைகளால் பிரிப்பதுபோல, இங்கு நெடுங்கோடுகளைக் கீறவும், மத்தியகோடு உட்பட எல்லா அகலக்கோடுகளும் 360 பாகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒத்த பாகையளவுகள் ஊடாக முனைவுகளை இணைத்து வரையப்படும் அரைவட்டங்களே நெடுங்கோடுகளாம். வரையப்படும் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கும், பெயரிடுவதற்கும் முதனெடுங்கோடு ஒன்று தேவை. இம்முதனெடுங்கோடு 0° எனப்படும். முதனெடுங்கோடாகப் பூகோளத்தில் இருப்பது கிறீன்விச் என்னும் இடத்திற்கு ஊடாக வரையப்பட்டிருக்கும் நெடுங்கோடாகும். 0° நெடுங்கோடு இதனாலேயே கிறீன்விச் கோடு என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

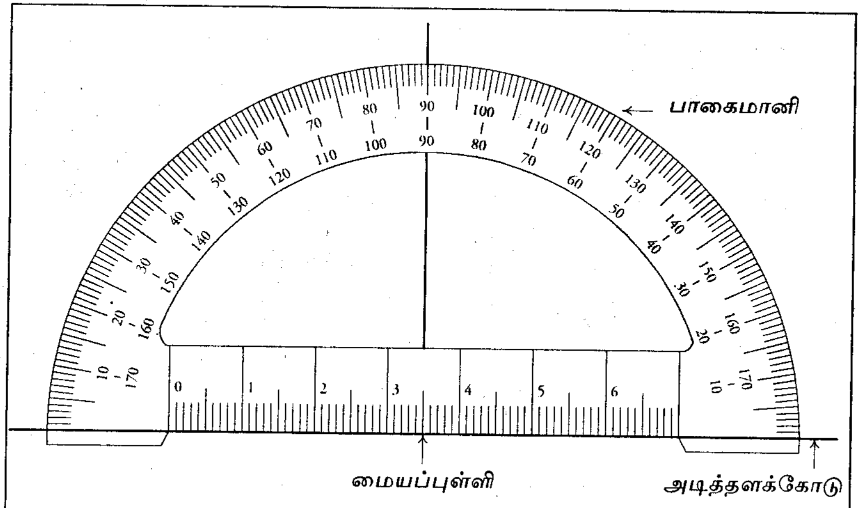


கிறீன்விச் கோட்டிலிருந்து ஏனைய நெடுங்கோடுகள் இலக்கமிடப்படுகின்றன. இவை 0° தொடக்கம் 180° வரை கிழக்காகவும், 180° வரை மேற்காகவும் இலக்கப் பெயரிடப்படுகின்றன. கிறீன்விச் கோட்டிற்கு கிழக்கே வரையப்பட்ட கோடுகள் கிழக்கு நெடுங்கோடுகள் என்றும் மேற்கே வரையப்பட்ட கோடுகள் மேற்கு நெடுங்கோடுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. 180° நெடுங்கோடு கிழக்கிற்கும் மேற்கிற்கும் பொதுவான ஒரு கோடாகும். உதாரணமாக 15° நெடுங்கோட்டில் இரண்டுள்ளன. ஆனால், 180° நெடுங்கோட்டில், 0° நெடுங்கோடு போன்று ஒன்றுதான் இருக்கின்றது. நெடுங்கோடுகள் யாவும் அகலக்கோடுகள் போல வெவ்வேறு அளவினதல்ல. இவை யாவும் ஒரேயளவின. அரை வட்டங்களாகும்.

$$\frac{2\pi r}{2} = \pi r$$

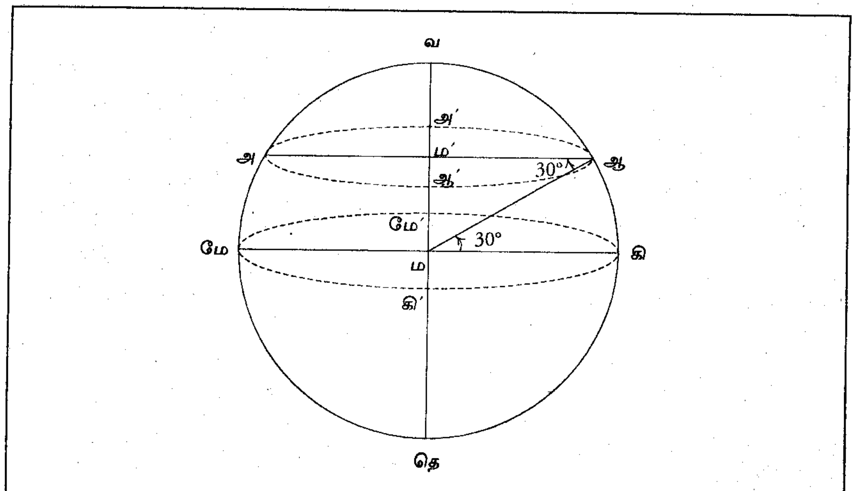
1.3 அகலக்கோடுகளைக் கணித்தல்

பூகோளத்தில் அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் எவ்வாறு கணித்து வரையப்படுகின்றன என்பதைச் சற்று ஆராய்வோம்.



படம் 4 : அடித்தளக்கோடு, மையப்புள்ளி, பாகைமானி என்பவற்றை விளக்கும் படம்

பாகைமானியின் துணைகொண்டு கோளத்தை 360 பாகைகளாகப் பிரிப்பதற்கு ஓர் அடித்தளக்கோடும், மையப்புள்ளியும் தேவை. (படம் 4) அகலக்கோடுகளைக் கணிப்பதற்குப் பூகோளத்தில் அடித்தளக்கோடாக அமைவது மத்திய கோட்டு விட்டமாகும். மையப்புள்ளியாக அமைவது வடமுனையையும், தென் முனையையும் இணைக்கும் முனைவுவிட்டம் அல்லது புவியச்சு, மத்தியகோடு விட்டத்தைச் சந்திக்கும் பூமியின் மையமாகும். மத்தியகோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக்கோடாகவும், பூமியின் மையத்தை மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு அகலக்கோடுகள் கணித்து வரையப்படுகின்றன.

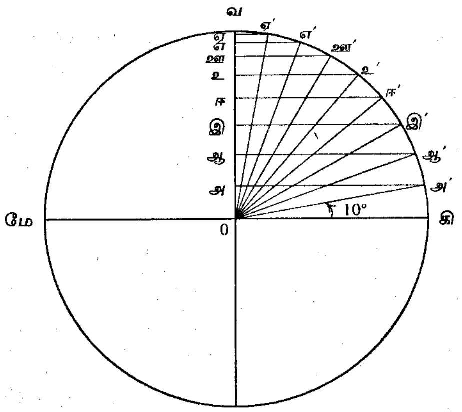


படம் 5 : அகலக்கோடுகளைக் கணித்தல்

படம் 5 ஐ அவதானிக்கவும். இதில் மேமே´கிகி´ என்பது மத்திய கோட்டைக் குறிக்கின்றது. மே-கி என்பது மத்தியகோட்டு விட்டமாகும். வ-தெ என்பது புவியச்சு, ம என்பது பூமியின் மையத்தைக் குறிக்கின்றது. மே-கி என்ற மத்திய கோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக்கோடாகவும், ம என்ற பூமியின் மையத்தை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு 30° கணிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த 30° கோடு வட்டத்தின் பரிதியில் தொடும் புள்ளியிலிருந்து பரிதியின் எதிர்ப்புறத்திற்கு, மத்திய கோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக வரையப்படும் கோடே, 30° அகலக்கோட்டின் விட்டமாகும், படத்தில் அ-ஆ என்பதே 30° அகலக்கோட்டு விட்டமாகும். ம´-ஆ என்பது 30° அகலக்கோட்டின் ஆரமாகும். ம´ஆ என்ற இந்த ஆரத்தைக் கொண்டு வரையப்பட்ட வட்டமே அஅ´ஆஆ´ என்னும் 30° அகலக்கோட்டு வட்டமாகும். இவ்வாறே ஏனைய அகலக்கோடுகளும் கணிக்கப்படுகின்றன.

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

படம் 6 இல் அ-அ´: ஆ-ஆ´: இ-இ´: ஈ-ஈ´: உ-உ´: ஊ-ஊ´: எ-எ´: ஏ-ஏ´ என்பன முறையே 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° என்னும் அகலக்கோடுகளின் உண்மையான ஆரங்களாக உள்ளன. இவற்றின் துணைகொண்டு மேற்கூறிய அகலக்கோடுகள் யாவும் வரையப்படுகின்றன.



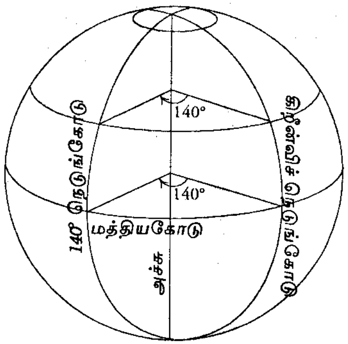
படம் 6 : அகலக்கோடுகளின் ஆரங்கள்

1.4 நெடுங்கோடுகளைக் கணித்தல்

அகலக்கோடுகளைக் கீறப் பூமியின் சுற்றளவை 360 பாகைகளாகப் பிரிப்பது போல, நெடுங்கோடுகளைக் கீற மத்தியகோடு உட்பட எல்லா அகலக்கோடுகளும் 360 பாகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒத்த பாகையளவுகள் ஊடாக முனைவுகளை இணைத்து வரையப்படும் அரைவட்டங்களே நெடுங்கோடுகளாம். ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டையும் பிரித்து வரையப்படுவதே நெடுங்கோடுகளாக இருப்பதால் மத்தியகோட்டில் இரு நெடுங்கோடுகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் அதிகமாகவும், முனைவுகளை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல இரு நெடுங்கோடுகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் படிப்படியாகக் குறைந்தும் காணப்படும். மேல் வரும் அட்டவணையிலிருந்து 10° இடைவெளியில் கீறப்படும் அகலக்கோடுகள் ஒவ்வொன்றிலும், 1° நெடுங்கோட்டின் இடைவெளி எவ்வளவு என்பதை அறியலாம்.

அகலக்கோடு	1° நெடுங்கோட்டின் இடைவெளி	
0°	69.2 மைல்	(113.5 கி.மீ.)
10°	68.1 மைல்	(111.6 கி.மீ.)
20°	65.0 மைல்	(106.6 கி.மீ.)
30°	60.0 மைல்	(98.4 கி.மீ.)
40°	53.1 மைல்	(87.0 கி.மீ.)
50°	44.6 மைல்	(73.1 கி.மீ.)
60°	34.7 மைல்	(56.9 கி.மீ.)
70°	23.7 மைல்	(38.8 கி.மீ.)
80°	12.5 மைல்	(20.5 கி.மீ.)
90°	0	(0)

பூகோளத்தில் வரையப்படும் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கும், பெயரிடுவதற்கும் முதனெடுங்கோடு ஒன்று தேவை. அம்முதனெடுங்கோடாகக் கிறீன்விச் கோடு அமைந்துள்ளது. இம் முதனெடுங்கோட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஒவ்வொரு அகலக்கோடுகளும் 360 பாகைகளாக வகுக்கப்படுகின்றன. அகலக் கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு ஓர் அடித்தளக்கோடும், ஒரு மையப்புள்ளியும் மட்டுமே தேவை எனக் கண்டோம். ஆனால் நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு, ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டிற்கும் ஒவ்வோர் அடித்தளக்கோடும், ஒவ்வோர் மையப்புள்ளியும் இன்றியமையாதனவாகின்றன.



படம் 7 : நெடுங்கோடுகளைக் கணித்தல்

முதனெடுங்கோடு எனும் கிறீன்விச் நெடுங்கோடும் அகலக்கோடும் சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து, பூமியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக வரையப்படும் கோடு நெடுங்கோடுகளைப் பிரிக்க உதவும் அடித்தளக்கோடாக அமைகின்றது. அச்செங்குத்துக் கோடும் புவியச்சும் சந்திக்கும் புள்ளி மையப்புள்ளியாக இருக்கிறது. படம் 7இல் மத்தியகோடும், கிறீன்விச் நெடுங்கோடும் சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து புவியின் மையத்தை நோக்கிக் கீறப்பட்ட கோடு புவியச்சை மையத்தில் சந்திக்கின்றது. இக்கோட்டை அடித்தளக் கோடாகவும், புவியச்சில் சந்திக்கும் புள்ளியை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு 140° நெடுங்கோடு கணிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வாறே ஏனைய ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டிலும் நெடுங்கோடுகள் கணிக்கப்பட்டு வரையப்படுகின்றன. (படம் 7)

இத்தகைய அகல, நெடுங்கோடுகள் எனும் வலைபின்னற் கற்பனைக் கோடுகளின் துணைகொண்டு, பூகோளத்திலுள்ள உலகத்[illegible]ான தளத்தில் (பேப்பர்) அமைத்துக்காட்டும் [illegible]கலையே எறியங்கள் எனப்படுகின்றன.

1.5 எறியங்களை வரையும்போது கவனிக்கவேண்டிய தன்மைகள்

எறியங்களை வரையும்போது சில தன்மைகளைக் கவனித்தல் அவசிய மாகும். அவையாவன :-

1.5.1 அளவுத்திட்டத்தைப் பேணல்

1.5.2 பரப்பைப் பேணல்

1.5.3 உருவத்தைப் பேணல்

1.5.4 திசையைப் பேணல்

1.5.5 இலகு அமைப்பு

1.5.1 அளவுத்திட்டத்தைப் பேணல்

பெரியதொரு கோளத்தைச் சுருக்கி வரைபடமாகக் கீறும்போது நமக்கோர் அளவுத்திட்டம் அத்தியாவசியமாகின்றது. கோளத்தை என்ன விகிதத்தில் சுருக்கி யிருக்கின்றோம் என்றறிய அளவுத்திட்டம் தேவை. வரைபடத்தில் உள்ள ஓர் அங்குலத் தூரம் கோளத்தில் எத்தனை மைல்கள் அல்லது ஓர் செ.மீ. எத்தனை கிலோ மீற்றர்கள் என்று கணிப்பதற்கு அளவுத்திட்டம் இன்றியமையாததாகும்.

(i) பூமியின் விட்டம் = 7 926 மைல்

$\therefore$ பூமியின் ஆரம் = $\frac{7\,926}{2} = 3\,963$ மைல்

2" ஆரமாக ஒரு மாதிரிக் கோளத்தை நாம் அமைப்பதாகக் கொண்டால்

2" = 3 963 மைல் × 63 360 அங்குலம்

= 250 000 000 அங்குலம்

$\therefore$ 1" = $\frac{250\,000\,000}{2} = 125\,000\,000"$

எனவே 2 அங்குல ஆரமாக ஒரு மாதிரிக் கோளத்தை அமைக்கில் அளவுத்திட்டம் பின்வருமாறு அமையும்.

1: 125 000 000

(ii) 5 செ.மீ. ஆரத்தில் ஒரு மாதிரிக் கோளம் செய்தால், அதன் அளவுத்திட்டம் இவ்வாறு அமையும்.

பூமியின் விட்டம் = 12 756 கிலோ மீற்றர்

$\therefore$ பூமியின் ஆரம் = $\frac{12\,756}{2} = 6\,400$ கிலோ மீற்றர்

(ஓரளவு பருமட்டாக)

5 செ.மீ. ஆரமாக ஒரு மாதிரிக் கோளத்தை நாம் அமைப்பதாகக் கொண்டால்

5 செ.மீ. = 6 400 கி.மீ. × 1 000 மீற்றர் × 100 செ.மீ.

5 செ.மீ. = 640 000 000 செ.மீ.

$\therefore$ 1 செ.மீ. = $\frac{640\,000\,000}{5} = 128\,000\,000$ செ.மீ.

1: 128 000 000

எறியத்தில் காணப்படும் இரு புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்தை எறியத்தின் அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் தூரம், பூகோளத்தில் அதே புள்ளி களின் இடைத்தூரத்திற்குச் சமனாக இருந்தால், அவ்வெறியத்தில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். எறியத்தில் எல்லாக் கோடுகளையும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தை பயன்படுத்திக் கீறமுடியாது. சில எறியங்களில் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இருக்கும். சில எறியங்களில் அகலக்கோடுகளில் மட்டும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இருக்கும்.

1.5.2 பரப்பைப் பேணல்

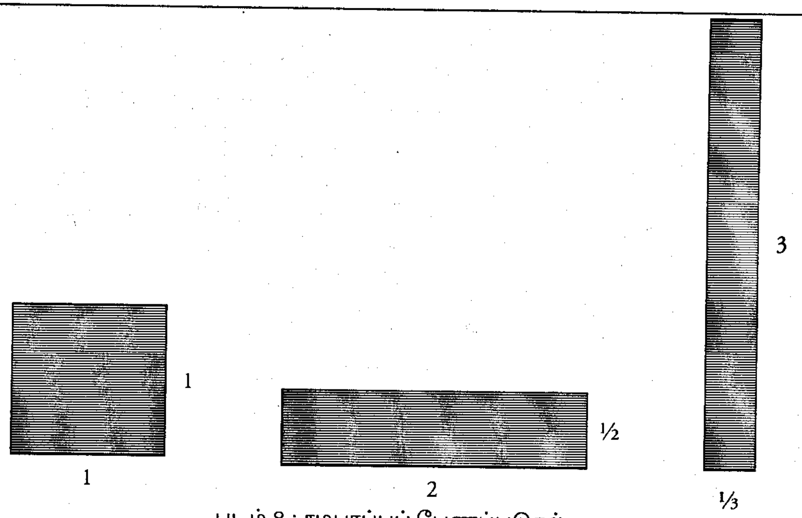
எறியத்தின் ஒரு பகுதியின் பரப்பை எறியத்தின் அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப்பளவு கோளத்திலுள்ள அதே பகுதியின் பரப்பிற்குச் சமனாக இருந்தால் அதில் சமபரப்புப் பேணப்பட்டிருக்கிறது என்பதை அறியலாம். அரசியல் படங்களை வரைவதற்கும், பரம்பல் படங்களை வரைவதற்கும் எறியங் களில் சமபரப்புப் பேணப்படல் வேண்டும்.

கோளத்தில் உள்ள ஒரு பிரதேசத்தின் பரப்பு, எறியத்திலும் சமமாக இருக்க வேண்டும் என்று கூறும்போது கோளத்திலுள்ள அப்பிரதேசத்தின் உருவமும் எறியத்தில் சரியாக இருக்க வேண்டும் என்று அர்த்தமன்று. கோளத்தில் சற்சதுரமாக இருக்கும் பிரதேசம் எறியத்தில் நீள் சதுரமாக அமையலாம். ஆனால் இரண்டினதும் பரப்பு சமனாக இருக்க வேண்டும். படம் 8இல் காட்டப்பட்டிருக்கும் பகுதிகளின் உருவம் மாறியிருக்கின்ற போதிலும், மூன்றினதும் பரப்பு ஒன்றே.

1 அங். × 1 அங். = 1 சதுர அங்குலம்.

½ அங். × 2 அங். = 1 சதுர அங்குலம்.

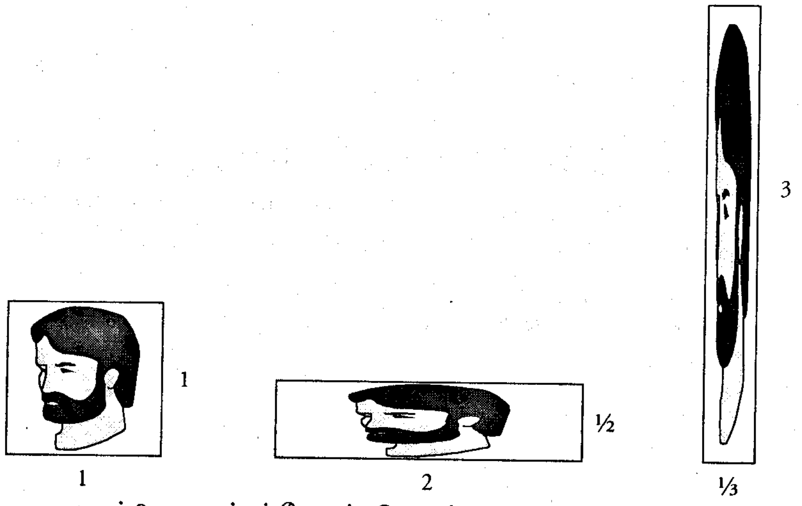
⅓ அங். × 3 அங். = 1 சதுர அங்குலம். (படம் 8)



படம் 8 : சமபரப்புப் பேணப்படுதல்

1.5.3 உருவத்தைப் பேணல்

எறியத்தில் இருக்கும் ஒரு பிரதேசத்தின் உருவம் கோளத்திலுள்ள அதே பிரதேசத்தின் உருவத்தினைப் போன்றிருந்தால் அவ்வெறியத்தில் உருவம் பேணப் பட்டிருக்கிறது எனலாம்.



படம் 9 : சமபரப்புப் பேணப்படுவதால் உருவம் மாறுதலடைதல்

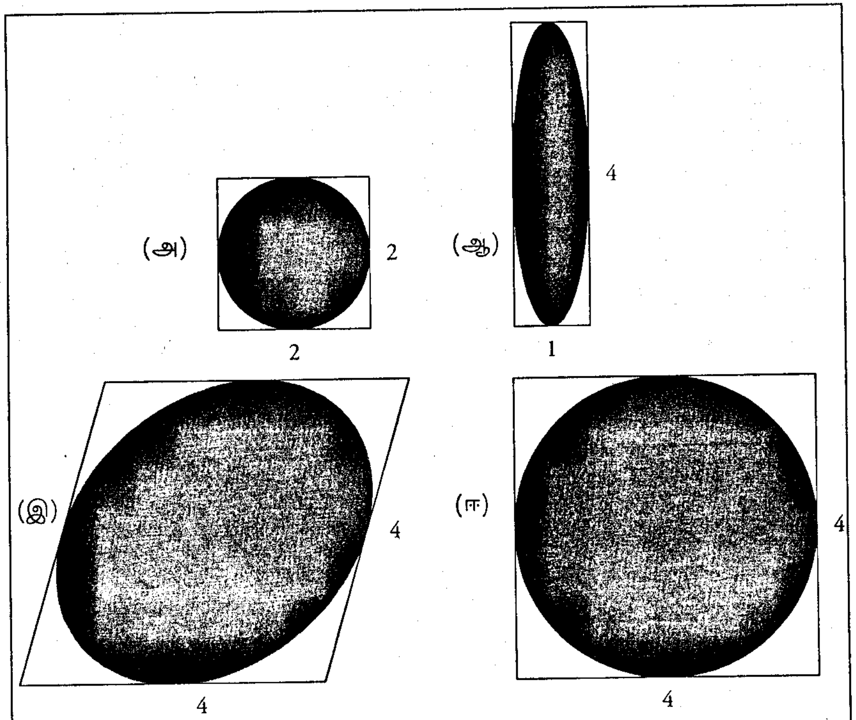
உலகின் முழு உருவத்தையும், கோளத்திலுள்ளவாறு சரியாக எறியங்களில் காட்டிவிட முடியாது. உருச்சிதைவு எறியங்களில் ஏற்படவே செய்கின்றது. மேலும், சமபரப்பு எறியங்கள் மெய் உருவத்தைப் பிரதிபலிப்பனவாகவில்லை. (படம் 9)

அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் பூகோளத்தில் உள்ளது போன்று ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவதோடு, எந்த ஒரு இடத்திலும் நெடுங் கோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத்திட்டமும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகித சமனாகவும் இருக்கின்ற எறியங்களில், கோளத்திலுள்ள சிறிய பகுதிகள் ஒத்த உருவங்களாக இருக்கும். இத்தகைய எறியங்கள் நேருரு எறியங்கள் என்றழைக்கப் படுகின்றன. நேருரு எறியங்கள் என்று வழங்கப்பட்ட போதிலும் கோளத்திலுள்ள உலகத்தின் முழு உருவத்தையும் நேர் உருவத்தில் எறியங்கள் எதிலும் அமைக்க முடியாது என்பதை மனதிற்கொள்ள வேண்டும்.

மேலே விபரித்தவற்றை இன்னோர் விதமாகக் கூறுவதாகவிருந்தால், பின்வருமாறு கூறலாம். ஓர் எறியத்தில் நேருரு எறியத்தன்மை காணப்படுவதாயின், இரண்டு தன்மைகள் அதில் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். அவையாவன:

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

(ஆ) எந்த ஓர் இடத்திலும் நெடுங்கோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத் திட்டமும், அகலக்கோட்டில் அமைந்திருக்கும் அளவுத்திட்டமும் விகித சமனாக இருத்தல் வேண்டும்.

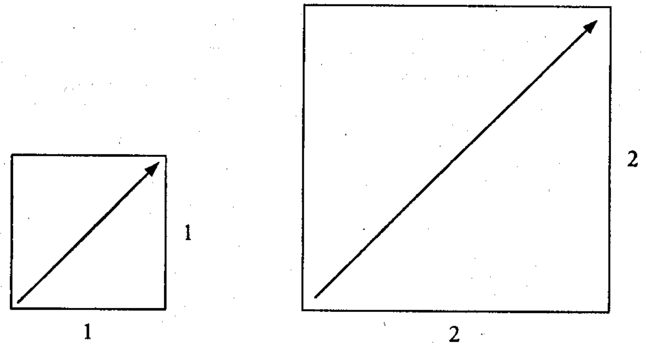


படம் 10அ : நேருருவ விளக்கம்

படம் 10அ - அவதானிக்கவும், அ இலுள்ள உருவம், ஈ இல் தான் நேருருவமாகவுள்ளது. காரணம், மேலே விபரித்த இரு பண்புகளும் பேணப் பட்டிருப்பதுதான்.

1.5.4 திசையைப் பேணல்

எறியத்தில் இருக்கும் இரு இடங்களின் திசை, பூகோளத்திலுள்ள அதே இரு இடங்களின் திசைக்குச் சரியாக இருந்தால் அவ்வெறியத்தில் திசை பேணப்பட்டி ருக்கிறது எனக் கொள்ளலாம். சில எறியங்களில் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் திசை சரியாய் இருக்கும். ஆனால், நேருரு எறியங்களில் எவ்விடத்திலும் திசை சரியாக அமைந்திருக்கும். மெய்த் திசைகோளினையுடைய எறியங்கள் போக்குவரத்துப் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கும், காற்றுக்கள், நீரோட்டங்கள் என்பனவற்றின் திசைகளைக் குறிப்பதற்கும் இன்றியமையாதன. (படம்10ஆ பார்க்கவும்)



படம் 10ஆ : திசை பேணப்படல்

1.5.5 இலகு அமைப்பு

சிலவகை எறியங்களை மிகவும் இலகுவாகவும், நேரக் கழிவின்றியும் வரைந்துவிட முடியும். சிலவகை எறியங்களை வரைவது இலகுவான செயல் அல்ல. அதனால்தான் இலகு அமைப்பு எறியங்களை வரையும்போது கவனிக்க வேண்டிய தன்மைகளில் ஒன்று என்று கருதப்படுகின்றது. கொள்கையளவில் இலகு அமைப்பு எறியங்களில் கவனிக்கவேண்டிய முக்கியமான பண்பு அன்று எனினும் செய்முறையைப் பொறுத்தமட்டில் இது மிகவும் முக்கியமான பண்பாகவே உள்ளது.

1.6 எறியங்களின் பாகுபாடு

தேசப்படப் புத்தகங்களில் பலவகையான எறியங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. அகலக்கோடுகளையும், நெடுங்கோடுகளையும் பல வகைகளில் கணித்து ஒழுங்குபடுத்தி பலவகையான எறியங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

எனினும், நாம் அவற்றில் முக்கியமான பதின்மூன்று எறியங்களை இந்நூலில் எடுத்து ஆராய்வோம். பொதுவாக எறியங்களை மூன்று வகைகளாகப் பாகுபாடு செய்வர்.

அவையாவன:

1. உச்சியெறியங்கள்
2. கூம்பெறியங்கள்
3. உருளையெறியங்கள்

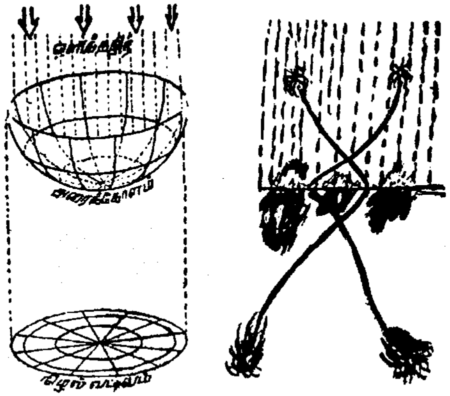
பூகோளத்தினை ஒரு பேப்பரினால் சுற்றும்போது அப்பேப்பரில் எண்ணி றைந்த சுருக்கங்களும், மடிப்புகளும் ஏற்படும். ஆனால் பூகோளத்தின் ஒரு பகுதி யைத் தொடும்படியாக ஒரு தட்டையான தளத்தை வைக்கமுடியும். (படம் 12) மேலும், ஒரு கூம்பினுள் பூகோளத்தை அடக்கிவிடலாம். (படம் 13) அவை மட்டு மன்றி ஒரு உருளையினுள்ளும் பூகோளத்தை அடக்கிவிட முடியும். (படம் 14) எனவே பூகோளத்தை எந்த ஒரு உருவத்தினுள் அடக்கி அகல, நெடுங்கோடுகளை அவற்றில் பதியவைத்து வரைகின்றோமோ அவ்வெறியங்கள் அவற்றின் பெயரைக் கொண்டு அழைக்கப்படுகின்றன.

உச்சியெறியங்களை இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிப்பர்.

அவையாவன:

(அ) பார்வை எறியம்

(ஆ) பார்வையற்ற எறியம்


படம் 11 : பார்வை எறியும் வரையும் முறை

கண்ணாடியில் செய்யப்பட்ட ஒரு மாதிரிக்கோளத்தில் அகல, நெடுங் கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன என்று கொள்வோம். அக்கோடுகளை ஒளியின் துணைகொண்டு, ஒரு தட்டையான தளத்தில் நிழலாகப் படியவைத்துக் கீறும் எறியங்கள் பார்வையெறியங்கள் எனப்படுகின்றன. அதாவது ஒளியின் துணை

கொண்டு வலைப்பின்னற் கோடுகளைத் தட்டையான தளத்தில் படியவைத்து வரையப்படும் எறியங்கள் பார்வை எறியங்களாம். கணித அளவீடுகளைப் பயன் படுத்தி வரையப்படும் எறியங்கள் பார்வையற்ற எறியங்களாம். அதாவது ஒளியின் துணைகொண்டு வரையப்படாத எறியங்கள் யாவும் பார்வையற்ற எறியங்களே.

உச்சிப்பார்வை எறியங்கள் மூன்றாகும்.
அவையாவன:

1. நிழற் கடிகார உச்சியெறியம்
2. திண்ம வரைபட உச்சியெறியம்
3. செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம்

உச்சிப்பார்வையற்ற எறியங்கள் இரண்டுள்ளன.
அவையாவன:

4. சமபரப்பு உச்சியெறியம்
5. சமதூர உச்சியெறியம்

கூம்பெறியங்களில் மூன்று முக்கியமாகக் குறிப்பிடத்தக்கன.
அவையாவன:

6. ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்
7. இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்
8. பொன்னின் எறியம்

பொன்னின் எறியம் முதலிரு கூம்பெறியங்களிலும் பார்க்க ஓரளவு திருத்தி யமைக்கப்பட்டதாகும். அதனால்தான் பொன்னின் எறியத்தைத் திருத்தியமைக்கப் பட்ட கூம்பெறியம் என்பர்.

உருளை எறியங்களில் ஐந்து எறியங்கள் உள்ளன.
அவையாவன:

9. உருளைச் சமபரப்பெறியம்
10. உருளைச் சமதூரவெறியம்
11. மேக்காற்றோவின் எறியம்
12. சைன்வளைகோட்டெறியம்
13. மொலுவீட்டின் எறியம்

தேசப்படப் புத்தகங்களில் மேக்காற்றோவின் எறியம், சைன்வளைகோட் டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பன அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. அதனால் இவ்வெறியங்களை வழக்கமான எறியங்கள் என்றும் அழைப்பர்.

இவ்வெறியங்கள் ஒவ்வொன்றினையும் பற்றி இனிவரும் அத்தியாயங் களில் மிக விரிவாக ஆராய்வோம்.

அத்தியாயம் இரண்டு

உச்சியெறியங்கள்

அரைக்கோளத்தைத் தட்டையான வட்டமாகக் கீறுவதற்கு உச்சியெறியங் கள் ப்யன்படுகின்றன. கோளத்தின் மேல் தட்டையான தளம் ஒன்று வைக்கப்பட்டு அகல, நெடுங்கோடுகளை ஒளியின் துணைகொண்டு அதில் படியவைத்து உச்சிப் பார்வை எறியங்கள் வரையப்படுகின்றன. இத்தட்டையான தளம் கோளத்தின் ஓர் முனைவிலோ அன்றி மத்திய கோட்டிலோ, அல்லது கோளத்தின் ஓர் சரிவிலோ வைக்கப்படலாம். (படம் 12)

அதேபோன்று ஒளி கோளத்தின் மத்தியிலோ, அன்றி மறுமுனைவிலோ, அல்லது வெகு தூரத்திற்கு அப்பாலோ இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். தட்டையான தளத்தின் தொடுகோட்டிற்கு இணங்கவும், ஒளி அமைந்துள்ள இடத்திற்கு அமையவும் அகல, நெடுங்கோடுகள் தட்டையான தளத்தில் பதிகின்றன. நாம் கோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் அமைந்திருப்பதாகக் கொண்டு உச்சி எறியங்களை ஆராய்வோம்.

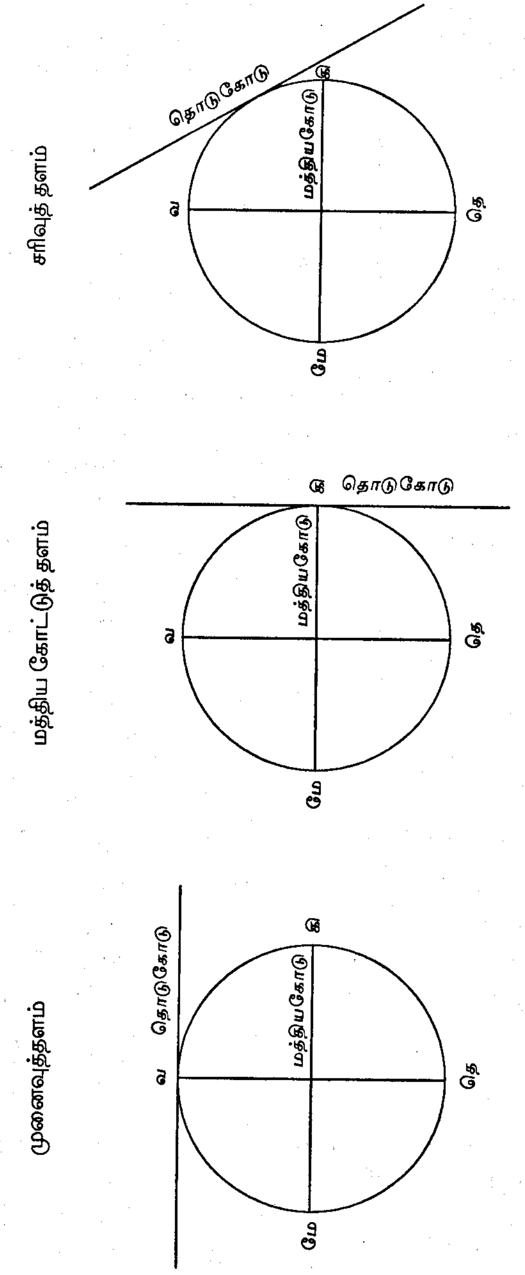
2.1 நிழற் கடிகார உச்சியெறியம்

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம் ஓர் பார்வை எறியமாகும். கோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். கோளத்தில் வரையப்பட்டி ருக்கும் அகல, நெடுங்கோடுகள் தட்டையான தளத்தில் ஒளியினால் படிய வைக்கப் படுகின்றன. அந்நிழல் வடிவை வரைவதன் மூலம் பெறப்படும் எறியமே நிழற் கடிகார உச்சியெறியமாகும்.

2.1.1 வரையும் முறை

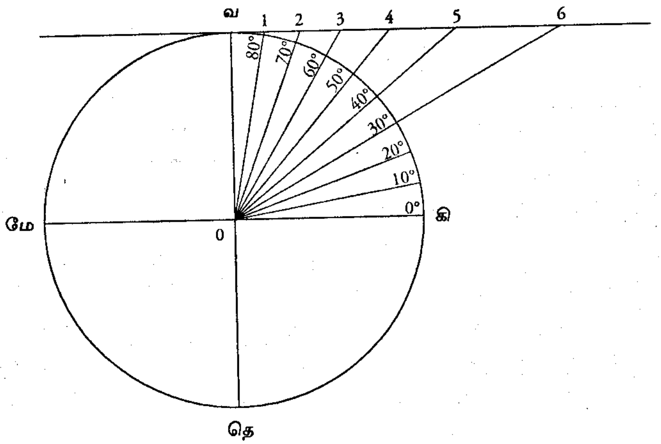
(அ) 0 ஐ மையமாகக் கொண்டு 2 அங்குல ஆரத்தில்* அல்லது 5 சென்ரி மீற்றரில் ஒரு வட்டம் வரைந்துகொள்க. படம் 13 இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் கோட்டையும், தெ-வ எனும் கோட்டையும் கீறுக. மே-கி என்பது மத்திய கோட்டு விட்டமாகும். தெ-வ என்பது புவியச்சு. மே-கி ஐ

* 2 அங்குலமாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்று நியதி இல்லை.



படம் 12 : முனைவுத்தளம் மத்திய கோட்டுத் தளம் சரிவுத் தளம்

அடித்தளக்கோடாகவும் 0 வை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகை மானியின் உதவியுடன் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து* மையப் புள்ளியையும் வட்டத்தின் பரிதியையும் இணைக்க.



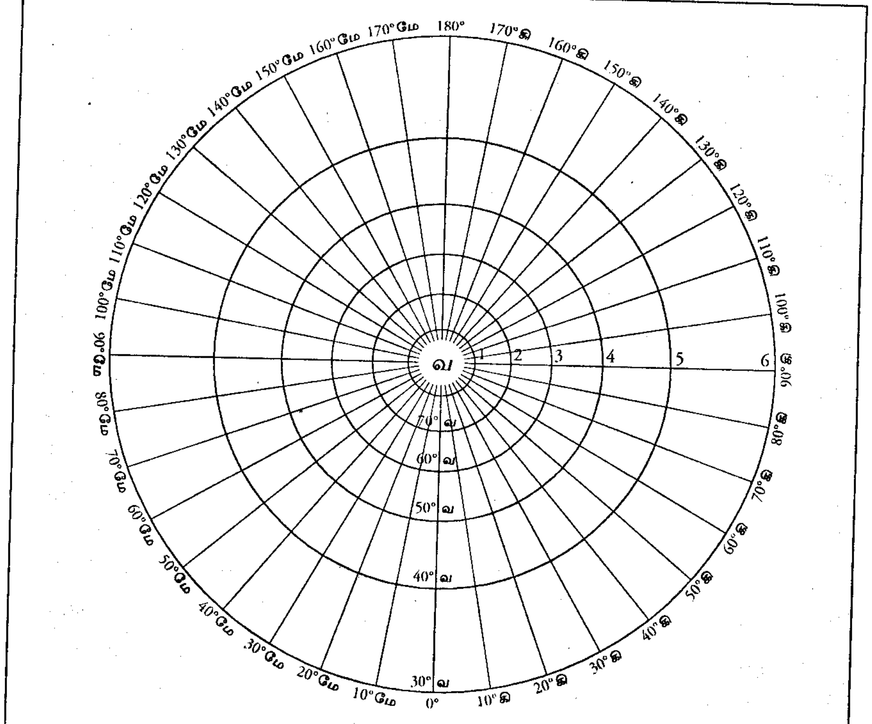
படம் 13 : நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

(ஆ) மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக, வடமுனைவைத் தொடும்படியாக ஒரு தொடுகோடு வரைக. வரைந்தபின் தொடுகோட்டில் இணையும்படியாக அகலக்கோட்டுப் பாகைக்கோடுகளை நீட்டுக (படம் 13) இவ்விடத்தில் ஒன்றைக் கவனிக்க வேண்டும். நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் எல்லா அகலக்கோட்டுப் பாகைக்கோடுகளையும், தொடுகோட்டுடன் இணைக்க முடியாது. 0° கோடு தொடுகோட்டிற்கு இணையாக இருப்புப் பாதை போன்று செல்வதால் ஒருபோதும், எவ்விடத்திலும் அதனை இணைக்க முடியாது. 1° கோட்டைக் கொள்கைப்படி இணைக்க முடியும். ஆனால் செயன் முறையைப் பொறுத்தமட்டில் இயலாது. ஏனெனில், 1° கோட்டைத் தொடு கோட்டுடன் இணைப்பதாயின், தொடுகோடு மிக நீளமானதாக வரையப் படுதல் அவசியம். எனவே, நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் 30° கோட்டிற்கு மேல் உள்ள பாகைக்கோடுகளைத் தொடுகோட்டுடன் இணைத்தல் சிறப்புடை யது.

மேலே விபரித்தவை நிலை விளக்கப்படம் வரைவதற்குரிய முறைகளாகும். இந்நிலைவிளக்கப் படத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு நிழற் கடிகார உச்சி எறியத்தை எவ்வாறு அமைக்கலாம் என்பதை இனிப் பார்ப்போம்.

* 0 பாகையாகத்தான் பிரிக்க வேண்டும் என்று நியதியுமில்லை.

(இ) தொடுகோட்டுடன், அகலக்கோட்டுப் பாகைக்கோடுகள் சந்திக்கின்ற புள்ளிகள் (படம் 13) நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்திற்குரிய அகலக்கோடுகளை வரைவதற்கு உதவுகின்றன. இப்போது வ ஐ மையமாகக் கொண்டு, வ-1ஐ ஆரமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. வ என்பது வடமுனை வையும், வ-1ஆல் வரையப்பட்ட வட்டம் 80° வட அகலக்கோட்டையும் குறிக்கின்றன. அவ்வாறே வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6 என்பனவற்றை ஆரங்க ளாகக் கொண்டு வட்டங்களை வரைந்து கொள்க, அவை முறையே 70°, 60°, 50°, 40°, 30° எனும் வட அகலக்கோடுகளைக் குறித்து நிற்கின்றன.



படம் 14 : நிழற்கடிகார உச்சியெறியம்

(ஈ) அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்து கொண்டோம். அதில் இனி நெடுங் கோடுகளை வரைதல் வேண்டும். வ என்ற வட முனைவிற்கு ஊடாக, அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கத்தக்க விதமாக மேற்குக் கிழக்காக ஒரு கோடு வரைக. இக்கோட்டை அடித்தளக்கோடாகவும், வட முனைவை மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு பத்துப் பத்துப் பாகைகளாக அகலக்கோட்டு வட்டங்களைப் பிரிக்க. பிரித்தபின் படம் 14இல் காட்டியவாறு வட முனைவையும், 36 பாகைப் புள்ளிகளையும் கடைசி அகலக்கோடு வரை இணைக்கவும்.

(உ) அகலக்கோடுகளுக்கும் நெடுங்கோடுகளுக்கும் பெயரிடுதல் வேண்டும். படத்தில் காட்டியவாறு பெயரிடுக. 0° உச்சநெடுங்கோட்டிலிருந்து வலது பக்கமாக 180° வரை கிழக்காகும். இடது பக்கமாக 180° வரை மேற்காகும்.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக. கோளத்தின் ஆரத்தை 2 அங்குல ஆரமாக நாம் கொண்டதால், 1 அங்குலம் சமன் 125 000 000 அங்குலங் களாகும். அதனை மேல்வருமாறு எழுத வேண்டும். 1:125 000 000. 5 cm ஆரமாகக் கொண்டு வரைந்தால் 1:122 800 000 என அளவுத்திட்டத்தை எழுதுக.

2.1.2 நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

கோளத்தில் உள்ளவாறு, தட்டையான தளத்தில் உலகத்தை வரைந்து விடுவது இலகுவல்ல. எனினும், நமது தேவைகளுக்காகக் கோளத்தைத் தட்டை யான தாளில் உலகப்படமாக வரைந்துகொள்ள வேண்டியது அவசியமாகிறது. அவ்வாறு வரையும்போது அளவுத்திட்டம், பரப்பு, உருவம், திசை முதலான பண்பு கள் சரிவரப் பேணப்படாது போவதைக் காணலாம். எனவே, எறியங்களின் பண்பு களை ஆராயும்போது பின்வரும் தன்மைகளை நோக்குதல் வேண்டும்.

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

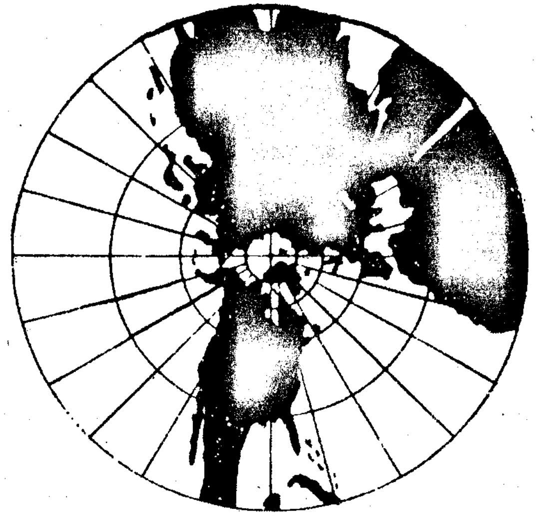
நீங்கள் வரைந்த எறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எவ்வாறுள்ளன? நெடுங் கோடுகள் எவ்வாறுள்ளன? நீங்கள் வரைந்த எறியத்தில் உலகம் முழுவதையும் காட்ட முடிகிறதா? என்ற வினாக்களுக்கு விடைதரின், அவையே பொதுப் பண்பு களாகும்.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எல்லாம் ஒரே மையத் தைக் கொண்ட வட்டங்களாக அமைந்துள்ளன. நெடுங்கோடுகள் எல்லாம் ஒரு மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாக உள்ளன. அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று, கோளத்தில் உள்ளவாறே செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோட்டிலோ, நெடுங்கோட்டிலோ உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணமுடியாது. மையத்துக்கு அப்பால்

அகலக்கோடுகளின் அளவுத்திட்டம் கூடியிருக்கின்றது. படம் 6ஐ அவதானித்துக் கொள்க. அகலக்கோடுகளின் சரியான ஆரங்கள் 0-கி, அ-அ′, ஆ-ஆ′, இ-இ′, ஈ-ஈ′, உ-உ′, ஊ-ஊ′, எ-எ′, ஏ-ஏ′ என்பனவாம். ஆனால், நிழற் கடிகார எறியத்தில் அகலக்கோடுகளின் ஆரங்களாக வ-1, வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6 என்பன அமைந்துள்ளன. (படம் 13) அதாவது உண்மையான அகலக்கோட்டு ஆரங்களிலும் பார்க்க, நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் கூடிய நீளமான ஆரங்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. எனவேதான் இவ்வெறியத்தின் அகலக்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படவில்லை. அகலக்கோடுகள் விரிவடைவதற்கு இணங்க நெடுங்கோடுகள் நீட்டப்பட்டிருப்பதனால் நெடுங்கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படவில்லை. உண்மையில் இவ்வெறியத்தில் கோளத்தின் பரிதியில் ¼ பங்கு நீளமாக இருக்கவேண்டிய நெடுங்கோடு, கடைசி அகலக் கோட்டின் ஆர நீளத்திற்குக் கீறப்படுவதால்தான் நெடுங்கோட்டில் அளவுத்திட்டம் பேணப்படவில்லை.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம் ஒரு சமபரப்புள்ள எறியமன்று. மையத்தைவிட ஏனைய எல்லா இடங்களிலும் அளவுத்திட்டம் கூடியிருப்பதனால் இதில் சம பரப்புப் பேணப்படவில்லை.



படம் 15 : வடவரைக் கோளத்திற்குரிய நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

உருவத்தைப் பொறுத்தமட்டில் மையத்திற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு மெய் உருவத்தைக் காணலாம். (படம் 15) மையத்தினை விட்டு விலகிப் போகப் போக உருவம் விகாரப்படுகின்றது. அகலக்கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும் எந்தவொரு இடத்திலும்

நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் சரியாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியப் பண்பு பேணப்படவில்லை.

இந்த உச்சியெறியத்தில் நெடுங்கோடுகளில் மட்டுமே உண்மையான திசை காணப்படுகின்றது. அகலக்கோடுகளில் மெய்த் திசைகோள் அமைந்திருக்கவில்லை. இவ்வெறியத்தின் இன்னோர் பண்பு யாதெனில், இதனை இலேசாக அமைக்க முடியும். வெகுவிரைவில் இதனை வரைந்துவிடலாம்.

2.1.3 பயன்கள்

மத்திய அகலக்கோடு தளத்தினைச் சந்திக்காது. ஆகையினால் இவ்வெறி யத்தை ஓர் அரைக்கோளத்தின் முழுப் பகுதியையும் தொண்டதாக அமைக்க முடியாது. மேலும், மையத்திற்கு அப்பால் அளவுத்திட்டம், உருவம், பரப்பு என்பன மிகைப்படுவதால், மையத்தைச் சுற்றியுள்ள ஒரு சிறிய பரப்பையே இவ்வெறி யத்தை உபயோகித்துக் காட்டலாம். கோளத்தில் இரு இடங்களுக்குரிய மிகக் குறுகிய தூரம் பெருவட்டத்தின் வில்லாதலால் முனைவுப் பகுதிகளில் கப்பற் பாதைகளைக் காட்ட இவ்வெறியம் ஓரளவு பயனுள்ளது.

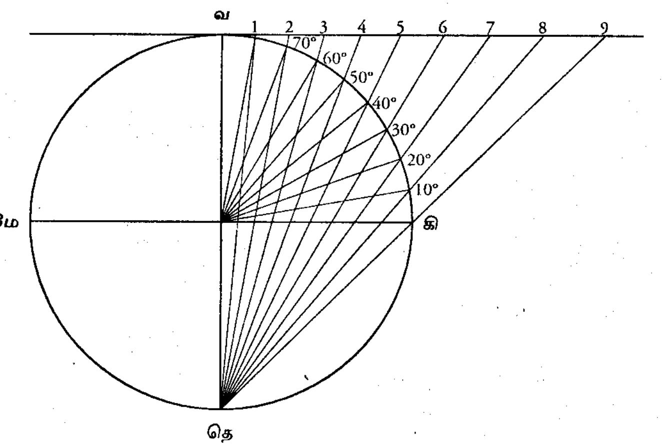
2.2 திண்ம வரைபட உச்சியெறியம்

திண்ம வரைபட உச்சியெறியமும் நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தைப் போன்றே ஒரு பார்வை எறியமாகும். கோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால் நிழற் கடிகார எறியத்தினைப் போன்று கோளத்தின் மையத்தில் ஒளி வைக்கப்படாது, கோளத்தின் மறுமுனைவில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு முனைவிலிருந்து வீசும் ஒளிக்கதிர்கள் முனைவில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தட்டையான தளத்தில் அகல, நெடுங்கோடுகளைப் படிய வைக்கின்றன. அந்த நிழல்வடிவை வரைவதன் மூலம் திண்ம வரைபட உச்சி எறியம் பெறப்படுகின்றது.

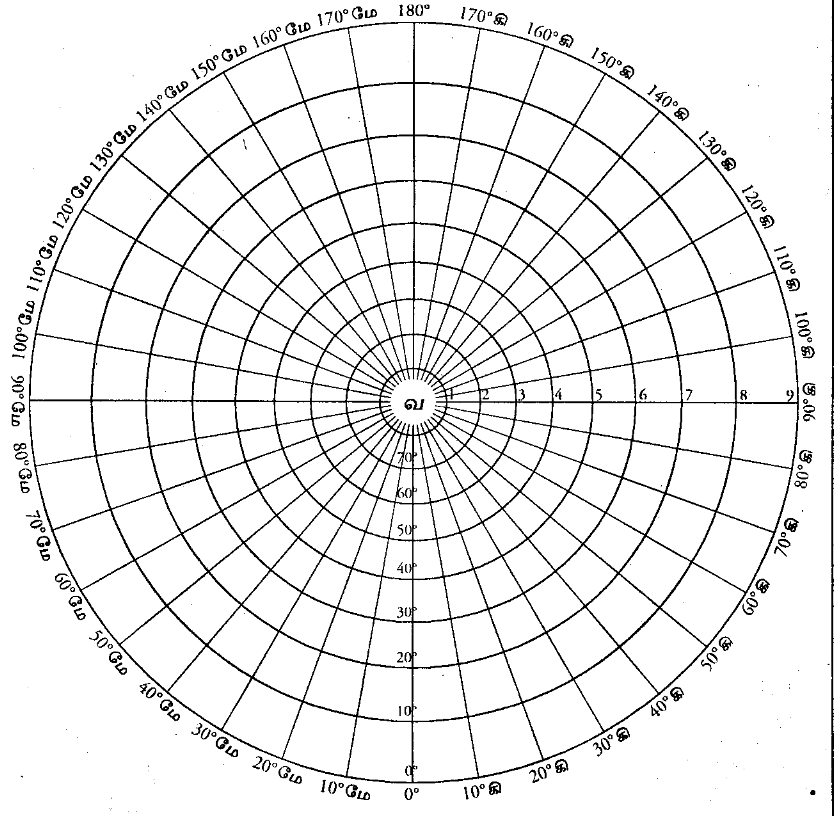
2.2.1 வரையும் முறை

அ) 0 ஐ மையமாகக் கொண்டு 2′′ அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 16இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் கோட்டையும், தெ-வ எனும் கோட்டையும் கீறுக, மே-கி என்பது மத்திய கோட்டு விட்டம். தெ-வ என்பது புவியச்சு மே-கி ஐ அடித்தளக்கோடாகவும், 0 ஐ மையப் புள்ளி யாகவும் கொண்டு பாகைமானியின் உதவியுடன் அகலக்கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து, மையப்புள்ளியையும், வட்டத்தின் பரிதியையும் இணைக்குக.

ஆ) மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக வடமுனைவைத் தொடும்படியாக ஒரு நெடுங்கோடு வரைக. வரைந்தபின் தென்முனைவை யும், பரிதியில் உள்ள அகலக்கோட்டுப் புள்ளிகளையும் தொடுகோட்டில் சந்திக்கும்படியாக இணைக்குக.



படம் 16 : திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்



படம் 17 : திண்ம வரைபட உச்சியெறியம்

(இ) நிழற் கடிகார உச்சி எறியத்தைப் போன்றே வ-ஐ மையமாகக் கொண்டு, வ-1, வ-2. 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 அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைக.

(ஈ) நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தில் வரைந்தது போன்றே இங்கும் நெடுங்கோடு களைக் கீறிக்கொள்க.

(உ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக.

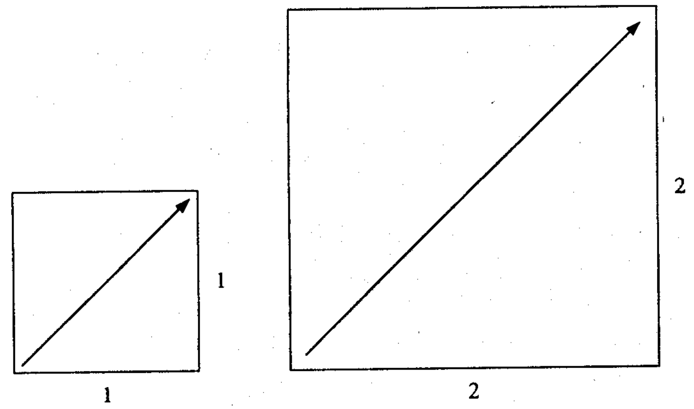
2.2.2 திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்றே திண்ம வரைபட உச்சியெறி யத்திலும் அகல, நெடுங்கோடுகள் அமைந்துள்ளன. இதில் அகலக்கோடுகள் எல்லாம் ஒரு மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாகவும், நெடுங்கோடுகளெல்லாம் அம்மையத்தினின்று பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன. அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று கோளத்தில் உள்ளவாறே செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன

அகலக்கோடுகள் மையத்தினின்றும் போகப்போக விரிவடைந்திருப்பத னால், அளவுத்திட்டம் இவற்றில் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. அகலக்கோடுகளுக் குரிய உண்மையான ஆரங்களிலும் (படம் 6) பார்க்க, கூடிய நீளமான ஆரங்கள் (படம் 16) இவ்வெறியத்தை வரையப் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். அகலக்கோடுகள் விரிவடைந்திருப்பதற்கு இணங்க, நெடுங் கோடுகள் நீட்டப்பட்டிருப்பதனால், நெடுங்கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காணமுடியாதுள்ளது. ஆனால், அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் மிகைப்பட்ட விகிதம் எந்த இடத்திலும் விகித சமனாக உள்ளது.

திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்திலும் சமபரப்புத் தன்மை கிடையாது. மையத்தைவிட ஏனைய பகுதிகளில் பரப்பு மிகைப்பட்டிருப்பதனால் இவ்வெறியத் தில் சமபரப்புப் பேணப்படவில்லை.

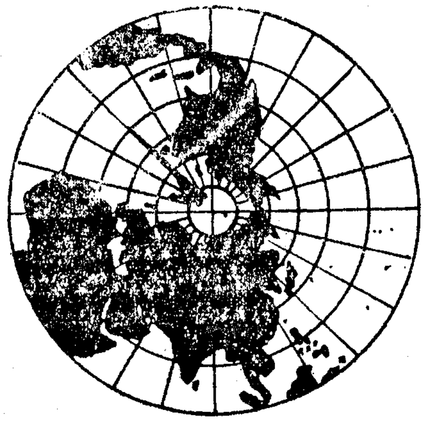
உருவத்தைப் பொறுத்தமட்டில் மையத்திற்கு அருகாமையில் மெய் உருவத் தையும், மையப்பகுதிகளுக்கு அப்பால் ஓரளவு சம உருவத்தையும் காணலாம். நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்ற உருத்திரிபு இவ்வெறியத்தில் இல்லை. அகலக்கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டு வதனாலும் எந்த இடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகிதசமனாக உள்ளதினாலும் (படம் 10அ) இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியப் பண்பு காணப்படுகிறது. நேருருவெறியப் பண்பினையுடைய ஒரேயொரு உச்சியெறியம் திண்ம வரைபட உச்சி எறியமே. அதனால்தான் இவ் எறியத்தினை நேருரு உச்சியெறியம் என்பர்.



படம் 18 : திசை பேணப்படல்

நேருருவெறியப் பண்பினை இவ்வெறியம் கொண்டிருப்பதனால் இவ்வெறியத்தில் நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்று நெடுங்கோட்டில் மட்டுமன்றி எல்லாத் திசைகளிலும் உண்மையான திசை காணப்படுகின்றது. மெய்த் திசைகோள் பேணப்பட்ட ஒரேயொரு உச்சியெறியம் இதுவே. படம் 18ஐ அவதானிக்கில், திசை ஏன் சரியாக இருக்கிறது என்பதினை உணரலாம். அகல, நெடுங்கோடுகள் மிகைப் பட்ட விகிதம் சமனாக இருப்பதால் பரப்பு மாறியதே தவிர திசை மாற்றமடைய வில்லை.

இவ்வெறியத்தை வெகு இலகுவில் வரைந்துவிட முடியும்.



படம் 19 : வடவரைக் கோளத்திற்குரிய திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

30173

2.2.3 பயன்கள்

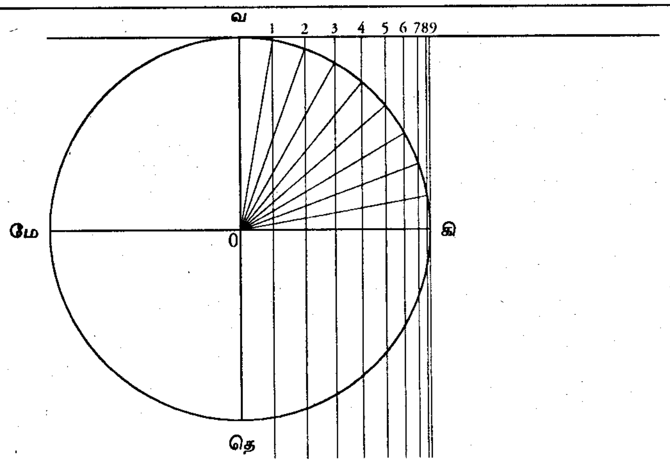
மத்திய அகலக்கோடு உட்பட ஓர் அரைக் கோளத்திற்குரிய எல்லா அகலக் கோடுகளும் தொடுகோட்டினைச் சந்திப்பனவாகையால், ஓர் அரைக் கோளத்தின் முழுப் பகுதியையும் இந்த எறியத்தில் அமைத்துக் காட்டமுடியும். (படம் 19) நேருருவெறியப் பண்பு இவ்வெறியத்தில் காணப்படுவது இதன் பெரு நன்மையாக உள்ளது. திசை இந்த எறியத்தில் சரியாக இருப்பதனால் கப்பற் பாதைகள், காற்றுக் கள், நீரோட்டங்கள் முதலியனவற்றை வரைந்து காட்ட மிகவும் பயனுடையதாக விளங்குகிறது.

2.3 செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம்

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம், திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் என்பன போன்றே செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியமும் ஒரு பார்வை எறியமாகும். பூகோளத்தின் ஒரு முனைவில் தட்டையான தளம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். நிழற் கடிகார எறியத்தினைப் போன்று கோளத்தின் மையத்திலோ, திண்ம வரைபட எறியத்தினைப் போன்று மறு முனைவிலோ ஒளி வைக்கப்படாது வெகு தூரத்தி லிருந்து வருவதாகக் கற்பனை செய்து இவ்வெறியம் அமைக்கப்படும்.

2.3.1 வரையும் முறை

(அ) 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 20இல் காட்டியவாறு மே-கி என்ற மத்திய கோட்டு விட்டத்தையும் தெ-வ என்ற புவியச்சையும் வரைந்து கொள்ளவும். மே-கி ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், 0ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் உதவியுடன் அகலக் கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து, மையப் புள்ளியையும், பரிதியையும் இணைக்குக.



படம் 20 : செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தின் நிலைவிளக்கப் படம்

(ஆ) மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்திற்குச் சமாந்தரமாக வடமுனைவைத் தொடும்படியாக ஒரு தொடுகோடு வரைக. வரைந்த பின் பரிதியிலுள்ள அகலக்கோட்டுப் புள்ளிகளை வ-தெ என்ற புவியச்சிற்குச் சமாந்தரமாகத் தொடுகோட்டுடன் இணைக்குக.

(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 ஆரங்களாக எடுத்து முறையே 80°, 70°, 60°, 50°, 40°, 30°, 20°, 10°, 0° எனும் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைக.

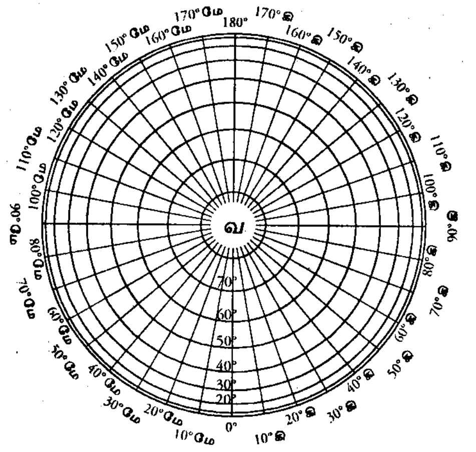
(ஈ) முன் இரு எறியங்களைப் போன்றே இங்கும் நெடுங்கோடுகளைக் கீறிக் கொள்க.

(உ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக.

2.3.2 செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தில் எல்லா அகலக்கோடுகளும் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாக இருக்கின்றன. நெடுங்கோடுகள் எல்லாம் அம் மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாக உள்ளன. மேலும், அகலக் கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் கோளத்தில் உள்ளவாறே ஒன்றினை ஒன்று செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன.



படம் 21 : செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம்

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம், திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் என்பன வற்றில் அகலக்கோடுகளின் இடைவெளிகள் மையத்தினின்றும் போகப்போக அதிகரித்துச் செல்கின்றன. ஆனால், இந்த எறியத்தில் அகலக்கோடுகளின் இடைவெளிகள் மையத்தினின்றும் போகப்போகச் சுருங்கியுள்ளன. ஏனெனில், உண்மையான அளவுத்திட்டத்தின்படி அகலக்கோடுகள் வரையப்பட்டிருப்பதே யாம். உண்மையான அகலக்கோட்டு ஆரங்களே எறியத்திலும் அகலக்கோடுகள் வரைய உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக, 0° அகலக்கோட்டின் நிலை விளக்கப்பட ஆரம் 0-கி ஆகும். 0° அகலக்கோட்டின் எறியத்திற்குரிய ஆரம் வ-6 ஆகும். ஆனால், 0-கி இன் நீளம் வ-9 இன் நீளத்திற்குச் சமனாகவுள்ளது. அவ்வாறே ஏனைய அகலக்கோடுகளும் சரியான அளவு ஆரங்களைக் கொண்டு வரையப்பட்டுள்ளன. எனவேதான், செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படுகின்றது.

அகலக்கோடுகளின் இடைவெளிகள் மையத்தினின்றும் போகப் போகச் சுருங்கியிருப்பதனால், நெடுங்கோடுகளும் சுருங்கியுள்ளன. கோளத்தின் பரிதியில் 1/4 பங்காக இவ்வெறியத்தில் இருக்க வேண்டிய நெடுங்கோடுகள், மத்திய கோட்டின் ஆரத்தின் நீளமானவையாகக் காணப்படுகின்றன. அதனால் இவ் எறியத்தில் நெடுங்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணமுடியாது உள்ளது.

இவ்வெறியத்தில் சமபரப்புத் தன்மை இல்லை. அகலக்கோடுகளில் அளவுத் திட்டம் உண்மையாகவும், நெடுங்கோடுகளில் சுருங்கியும் காணப்படுவதனால் பரப்பு சுருங்கிக் காணப்படும். இதே காரணத்தினால்தான் மையத்திற்கு அருகாமை யில் ஓரளவிற்கு உண்மை உருவத்தையும் ஏனைய பகுதிகளில் பெரும் உரு மாற்றங் களையும் காணக்கூடியதாக இருக்கிறது.

நிழற் கடிகார உச்சியெறியத்தினைப் போன்று இவ்வெறியத்திலும் நெடுங் கோடுகளில் மட்டுமே சரியான திசை அமைந்திருக்கிறது. ஏனைய பகுதிகளில் மெய்த் திசைக்கோள் பேணப்படவில்லை. முன் இரு எறியங்களைப் போன்று இவ்வெறியத்தினையும் மிக இலேசாக வரைய முடியும்.

படம் 22 : வடவரைக் கோளத்திற்குரிய செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

2.3.3 பயன்கள்

செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தினால் அவ்வளவு தூரம் நன்மைகள் கிடையா. உருவம், பரப்பு இரண்டும் எல்லைகளில் பெரிதும் மாறுபட்டிருப்பதால்,

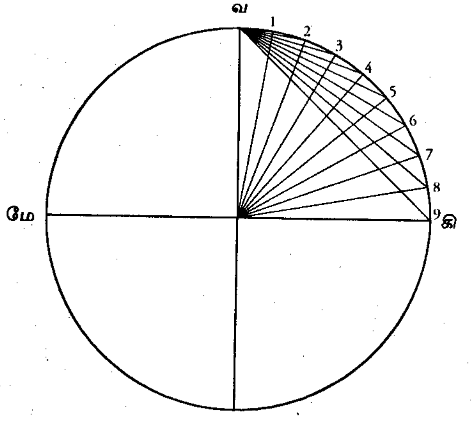
ஒரு அரைக் கோளத்தினை வரைவதற்கும்கூட இந்த எறியம் பயனுடையதன்று. எனினும் வானியல் ஆராய்வுகளுக்கு இந்த எறியம் பயன்படுகின்றது.

2.4 சமபரப்பு உச்சியெறியம்

சமபரப்பு உச்சியெறியம் ஒரு பார்வையற்ற எறியமாகும். தட்டையான தளம் முனைவிலோ, மத்தியகோட்டிலோ, சரிவிலோ வைக்கப்பட்டு, ஒளியின் துணை கொண்டு அகலக்கோடுகளைத் தளத்தில் பதியவைத்து இவ்வெறியம் வரையப் படுவது கிடையாது.

2.4.1 வரையும் முறை

(அ) Oஐ மையமாகக் கொண்டு 2'' அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 23 இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்தையும், தெ-வ என்ற புவியச்சையும் வரைந்துகொள்ளவும். மே-கி ஐ அடித்தளக்கோடாகவும், Oஐ மையப்புள்ளியாகவும் கொண்டு பாகைமானி யின் உதவியுடன் அகலக்கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து மையப்புள்ளியையும், பரிதியையும் இணைக்குக.



படம் 23 : சமபரப்பு உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

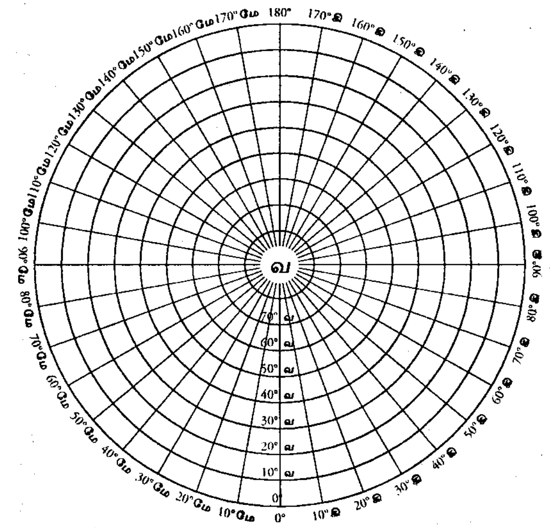
(ஆ) வ என்ற புள்ளியையும், பரிதியிலுள்ள அகலக்கோட்டுப் புள்ளிகளையும் படத்தில் காட்டியவாறு இணைக்குக. வ-1, வ-2, வ-3, வ-4, வ-5, வ-6, வ-7, வ-8, வ-9 என்னும் நேர்கோடுகளே எறியத்தில் அகலக்கோடுகளை வரைவதற்கு உரிய ஆரங்களாம்.

(இ) வஐ மையமாகக்கொண்டு வ-1, வ-2, 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 அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க.

(ஈ) முன் மூன்று எறியங்களில் வரைந்தது போன்றே இங்கும் நெடுங்கோடுகளைக் கீறிக் கொள்க.

(உ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது குறிக்குக.



படம் 24 : சமபரப்பு உச்சியெறியம்

2.4.2 சமபரப்பு உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

சமபரப்பு உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்கள் யாவும் ஒரு மையத்தைக் கொண்ட வட்டங்களாகவும், நெடுங்கோடுகள் யாவும் அம் மையத்தி னின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன. மேலும் இவை கோளத் தில் உள்ளவாறே ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாகவும் வெட்டிக்கொள்கின்றன.

அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டும், நெடுங்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் குறுகியும் இருக்கின்றது. படம் 6 இல் உள்ளவாறு 0-கி, அ-அ', ஆ-ஆ', இ-இ', ஈ-ஈ', உ-உ', எ-எ', ஏ-ஏ' எனும் அகலக்கோடுகளின் உண்மையான ஆரங்களுக்குப் பதிலாக, இவ்வெறியத்தில் வ-9, வ-8, வ-7, வ-6, வ-5, வ-4, வ-3, வ-2, வ-1 எனும் ஆரங்களைப் பயன்படுத்தி வரையப்பட்டுள் ளது. ஆதலால் அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. வட்டத்தின் சுற்றளவில் ¼ பங்கு நீளமாக இருக்கவேண்டிய நெடுங்கோடுகள் இவ்வெறியத்தில் வ-9 எனும் 0° அகலக்கோட்டின் ஆர நீளத்திற்கு வரையப்பட் டிருக்கின்றன. அதனால்தான் இவ் எறியத்தில் நெடுங்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் குறுகி இருக்கின்றது. எனவே, அகலக்கோடுகளிலோ, நெடுங்கோடுகளிலோ உண்மையான அளவுத்திட்டம் இல்லை.

அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்ட விகிதத்திற்கு நெடுங் கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் குறுகி இருப்பதால், இந்த எறியம் ஒரு சமபரப்பு எறியமாகும். (படம் 9ஐ பார்க்க) உச்சியெறியங்களில் இதுவொன்றே சமபரப்பு எறியமாகும். சமபரப்பு இவ்வெறியத்தில் பேணப்பட்டபடியினால், உருவம் பேணப்படாது உள்ளது. மேலும், நெடுங்கோடுகளும் அகலக்கோடுகளும் ஒன்றி னையொன்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக் கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் சரியாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியத் தன்மையும் கிடையாது. எனினும், மையத்திற்கு அருகாமையில் ஓரளவு சரியான உருவத்தைக் காணலாம். ஏனைய இடங்களில் உருத்திரிபு அதிகமாக இருக்கிறது. (படம் 25)

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம், செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம் என்பன போன்று, இவ்வெறியத்திலும் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் உண்மையான திசை அமைந்துள்ளது. இச்சமபரப்பு உச்சி எறியத்தினை ஏனைய உச்சி எறியங்கள் போன்றே இலகுவில் வரைந்தும் விடலாம்.

படம் 25 : வடவரைக் கோளத்திற்குரிய சமபரப்பு உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

2.4.3 பயன்கள்

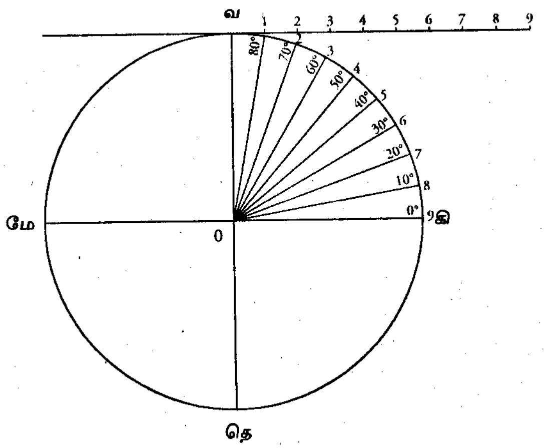
சமபரப்பு இவ்வெறியத்தில் காணப்படுவதே இதன் பெரு நன்மையாக இருக் கிறது. முனைவுகளை அடுத்துள்ள பிரதேசங்களில் அரசியல் பிரிவுகளை வகுத்து எல்லைகள் அமைக்கவும், பரம்பல் படங்களை வரையவும் இந்த எறியம் பெரிதும் பயனுடையதாக விளங்குகிறது. எனினும், மையத்திற்கு அப்பால் உருத்திரிபு காணப்படுவதால் இதன் பயன் சிறிது குறைகிறது.

2.5 சமதூர உச்சியெறியம்

சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினைப் போன்றே சமதூர உச்சியெறியமும் பார்வையற்ற ஓர் எறியமாகும். தட்டையான தளம் முனைவிலோ, சரிவிலோ, மத்தியகோட்டிலோ வைக்கப்பட்டு ஒளியின் துணைகொண்டு அகல, நெடுங்கோடு களைத் தளத்தில் பதியவைத்து இவ்வெறியம் வரையப்படுவது கிடையாது.

2.5.1 வரையும் முறை

(அ) 0ஐ மையமாகக் கொண்டு 2'' அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. படம் 26 இல் காட்டியவாறு மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தை யும், தெ-வ எனும் புவியச்சையும் வரைந்துகொள்க. மே-கி ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், 0ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு பாகை மானியின் உதவி யுடன் அகலக்கோடுகளைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகக் குறித்து மையப் புள்ளியையும், பரிதியையும் இணைக்குக.



படம் 26 : சமதூர உச்சியெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

ஆ) 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°, 70°, 60°, 50°, 40°, 30°, 20°, 10°, 0° எனும் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைக் கீறிக்கொள்க. இவ்விடத்தில் ஒன்றினை மனதிற் கொள்ளல் வேண்டும். என்னவெனில், இவ்வெறியத்திலுள்ள அகலக்கோடுகள் ஒவ்வொன்றினதும் இடைவெளி சமதூரத்தைக் கொண்டது. ஏனெனில், அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாகைக் கோடுகள் பரிதியில் சந்திக்கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து வ என்பது வரையுள்ள வளைவுத் தூரங்களை ஆரங்களாகக் கொண்டு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங் கள் வரையப்படுகின்றன. 2'' ஆரத்தில் வரையப்பட்ட கோளத்தில் 10° அகலக்கோடுகளிடையேயுள்ள பரிதி வளைவுத் தூரம் 0.35 அங்குலமாகும். 5 cm ஆயின் 0.87 cm ஆகும்.

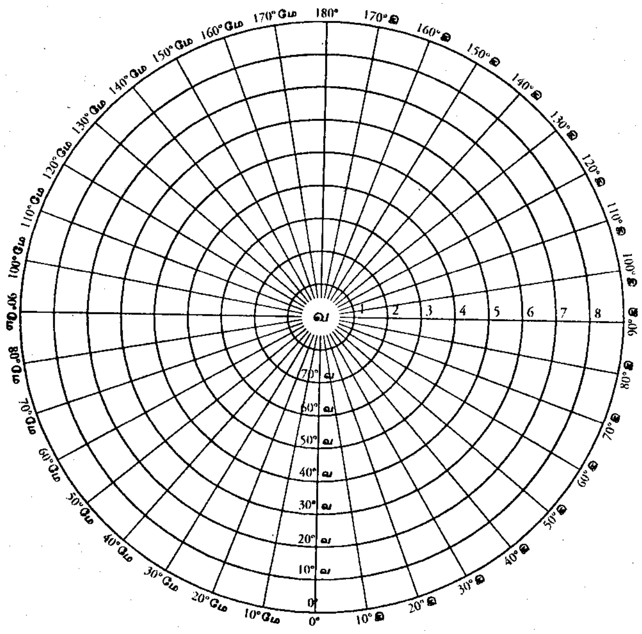
(இ) முன் வரைந்த எறியங்களில் கீறியது போன்று நெடுங்கோடுகளைக் கீறிக் கொள்க.

(ஈ) அகல நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(உ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக.

படம் 27 ஐ 5 cm ஆரமுடைய கோளமெனக் கொண்டால் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைவதற்குரிய ஆரங்கள் மேல் வருமாறு:

அகலக் கோடு	ஆரத்தின் பெயர்	10° இடைவெளித் தூரம் (செ.மீ.)	ஆரம் (செ.மீ.)
90°	வ	0	0
80°	வ-1	0.87 × 1	0.87
70°	வ-2	0.87 × 2	1.74
60°	வ-3	0.87 × 3	2.61
50°	வ-4	0.87 × 4	3.48
40°	வ-5	0.87 × 5	4.35
30°	வ-6	0.87 × 6	5.22
20°	வ-7	0.87 × 7	6.09
10°	வ-8	0.87 × 8	6.96
0°	வ-9	0.87 × 9	7.83



படம் 27 : சமதூர உச்சியெறியம்

2.5.2 சமதூர உச்சியெறியத்தின் பண்புகள்

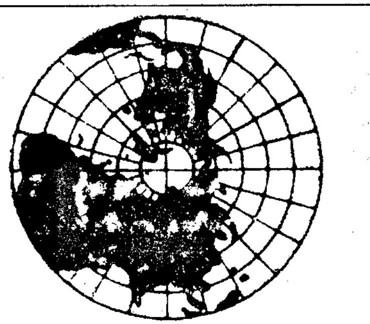
சமதூர உச்சியெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும், ஏனைய உச்சியெறியங்கள் போன்று ஒரு மையத்தையுடைய வட்டங்களாகவும் நெடுங்கோடுகள் எல்லாம் அம்மையத்தினின்றும் பிரிந்து செல்லும் நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் கோளத்தில் உள்ளவாறே ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுகின்றன. மேலும், அகலக்கோடுகளின் இடைவெளித் தூரம் ஒன்றிற்கொன்று சமனாகவும் இருக்கின்றது.

இவ்வெறியத்தின் நெடுங்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணக்கூடியதாக இருக்கிறது. வட்டத்தின் பரிதியின் 1/4 பங்கு நீளமானதாக இவ்வெறியத்தில் நெடுங்கோடுகளுள்ளன. அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டுக் காணப்படுகிறது. இவ்வெறியத்தில் சமதூரம் பேணப்படுவதற்காக அகலக்கோடுகள் சமதூரத்தில் வரையப்பட்டுள்ளன. இந்த எறியத்தில் மையத்தி னின்று எந்த இடமும் கோளத்திலுள்ள அதே இடத்தின் தூரத்தில்தான் அமைந் துள்ளது.

நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டம் உண்மையாகவும், அக்லக்கோட்டு அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டும் காணப்படுவதால் இந்த எறியம் சமபரப்பினை உடைய தன்று.

ஏனைய உச்சியெறியங்கள் போன்று, இதிலும் மையத்திற்கு அருகாமை யில்தான் ஓரளவு உண்மையான உருவத்தைக் காணலாம். எல்லைகளில் உருவம் திரிபுபட்டுள்ளது. அகலக்கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், அகலக்கோட்டிலும், நெடுங்கோட்டிலும் எந்த இடத்திலும் அளவுத்திட்டம் ஒன்றிற்கொன்று சமனாக இல்லாதபடியினால் இவ் எறியத்தில் நேருருவெறியப்பண்பு காணப்படவில்லை.

சமதூர உச்சியெறியத்திலும் நெடுங்கோடுகளில் மட்டும் உண்மையான திசையைக் காணலாம். இவ்வெறியத்தினையும் மிக இலகுவில் அமைத்துவிட முடியும்.



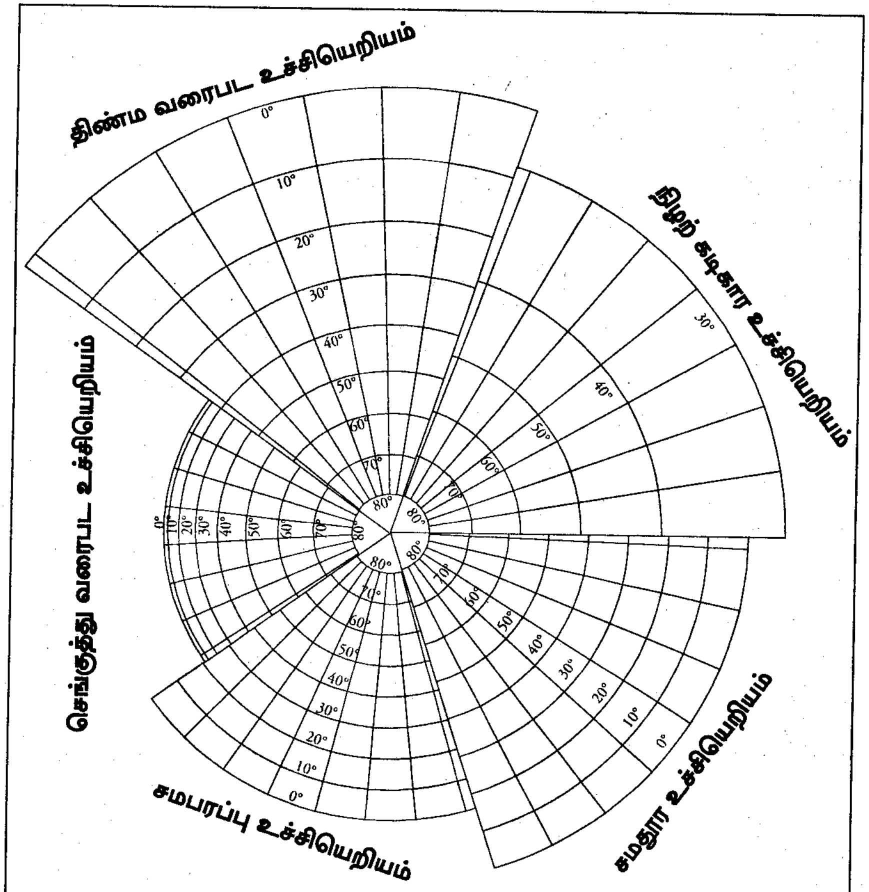
படம் 28 : வடவரைக்கோளத்திற்குரிய சமதூர உச்சியெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

2.5.3 பயன்கள்

உருவம் அல்லது பரப்பு அல்லது திசை சமதூர உச்சியெறியத்தில் பேணப் படாமையினால் இது அவ்வளவுதூரம் பயன்படக்கூடியதொன்றன்று. எனினும், வீதிகள், இருப்புப் பாதைகள் முதலிய போக்குவரத்து வசதிகளைச் சமதூரத்தில் காட்டுவதற்கும் மையத்தை அடுத்த குறுகிய பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கும் இவ் எறியத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

2.5.6 முடிவுரை

நிழற் கடிகார உச்சியெறியம், திண்மவரைபட உச்சியெறியம், செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம், சமபரப்பு உச்சியெறியம், சமதூர உச்சியெறியம் என்னும் உச்சியெறியங்களைப் பற்றி இதுவரை ஆராய்ந்தோம்.



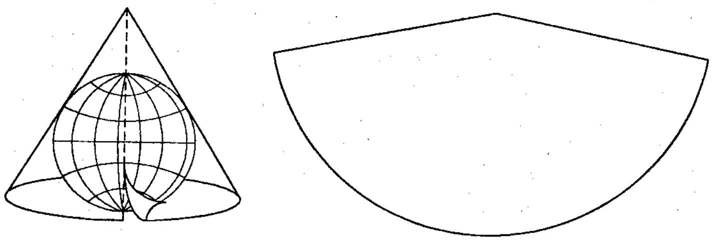
படம் 29 : உச்சியெறியங்களை ஒப்பிட்டு நோக்குதல்

பொதுவாக உச்சியெறியங்களை நோக்குமிடத்து, அவற்றினால் நமக்கு கிடைக்கின்ற நன்மைகள் குறைவே. எனினும், நமது தேவைக்கு இணங்க அவற்றை நாம் பயன்படுத்திக் கொள்ளக்கூடியதாக இருக்கிறது. ஓரளவு நேருருவத்தைக் காட்டுவதற்கும் கப்பற் பாதைகள், நீரோட்டங்கள், காற்றுக்கள் என்பனவற்றைச் சரியான திசையில் காட்டுவதற்கும், திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் பயன்படு கின்றது. அரசியல் படங்கள் அமைக்கவும், பரம்பல் படங்களை வரைவதற்கும் சமபரப்பு உச்சியெறியம் உதவுகின்றது. வானியல் படங்கள் வரைய செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியம் கைகொடுக்கிறது. போக்குவரத்துப் பாதைகளைச் சரியான தூரத்தில் காட்டச் சமதூர உச்சியெறியம் பயன்படுகிறது, நமது தேவைகள் முழுவ தையும் ஒரே எறியத்தில் காட்டிவிட முடியாது. ஆனால் நமது தேவைகளின் தன்மைக்கு இணங்க எறியங்களைத் தெரிவுசெய்து பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

அத்தியாயம் மூன்று

கூம்பெறியங்கள்

கோளத்தை எவ்வாறு பிரித்துத் தட்டையாக்கினாலும் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவமாக ஆக்கிவிட முடியாது. ஆனால், கூம்பு ஒன்றினை வெட்டிப் பிரித்துத் தொடர்ச்சியான ஒரு வடிவத்தில் தட்டையாக்கிவிட முடியும். அதனால்தான் கோளத்தின் மேல் கூம்பு ஒன்றினை வைத்து, அதில் அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் பதிவு செய்யப்பட்டால் எவ்வாறு இருக்கும் என்று கற்பனை செய்து கூம்பெறியங்கள் வரையப்படுகின்றன.



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

3.1 ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்

கோளத்தின் மேல் கூம்பு ஒன்றினை வைக்கில், அது கோளத்தின் ஏதாவது ஓர் அகலக்கோட்டில் தொட்டுக்கொண்டு அமையும். நமக்குத் தேவையான அகலக்கோட்டில் கூம்பினைத் தொடும்படியாக நாம் கூம்பினைக் கோளத்தின் மேல் வைக்கமுடியும். அவ்வாறு கூம்பு தொடும் அகலக்கோடு நியமச் சமாந்தரம் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த நியமச் சமாந்தரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியும் அமைக்கப்படுகின்றது.

3.1.1 வரையும் முறை

(அ) O-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2′′அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஓர் வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும், தெ-வ எனும் புவியச்சையும் வரைந்து கொள்க. புவியச்சை சற்று நீளத்திற்கு வ ஊடாக நீட்டி வரைந்துவிடுக.

(ஆ) நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினைத் தெரிந்துகொள்க. எடுத்துக்காட்டாக 30° அகலக்கோட்டை நியமச் சமாந்தரமாக எடுத்துக் கொள்வோம். மே-கிஐ அடித்தளக்கோடாகவும், O-ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, பாகைமானியின் துணையுடன் 30° அகலக்கோட்டைக் கணித்து, மையப்புள்ளியையும் பரிதியையும் இணைக்க. படம் 31இல் காட்டியவாறு நியமச் சமாந்தரத்தை அ-ஆ என வரைந்துகொள்ளல் நன்று.

(இ) நியமச் சமாந்தரப் பாகைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக அதாவது O-ஆ இற்கு செங்குத்தாக, பரிதியைத் தொடும்படியாக ஓர் செங்குத்து வரைக. இச் செங்குத்தை, புவியச்சின் நீட்சியுடன் இணையும்வரை கீறுக. இணையும் புள்ளிக்கு அ என்று பெயரிடுக. இப்போது கோளத்தின் மேல் கூம்பொன்றினை வரைந்து கொண்டோம்.

(ஈ) இக்கூம்பெறியத்தினை நாம் பத்துப் பாகை இடைவெளிகளில் வரைய இருப்பதனால், நியமச் சமாந்தரத்தைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகப் பிரித்து நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு ஓர் அளவு தேவை. 10° பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க. அது படத்தில் உ-ஊ என்பதாகும். உ-ஊ ஐ ஆரமாகக் கொண்டு, Oஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால்வட்டம் வரைந்து கொள்ளவும். இக்கால்வட்டத்தின் பரிதியும், நியமச் சமாந்தரப் பாகைக்கோடு சந்திக்கும் புள்ளியிலிருந்து, புவியச்சிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடும் வரைந்து கொள்க. அது படத்தில் இ-ஈ என்பதாகும். இ-ஈ தான் சமாந்தரத்தில் நியம நெடுங்கோடுகள் பிரிப்பதற்குரிய அளவாகும்.

(உ) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. அக்கோட்டின் வட நுனியில் அ என்று எழுதிக்கொள்க. இதுவே கூம்பின் உச்சியாகும். அ வை மையமாகக் கொண்டு, அ-ஆ வை ஆரமாகக் கொண்டு ஓர் அரை வட்டம் வரைந்து கொள்க. இதுவே எறியத்தில் வரையப்படும் நியமச் சமாந்தரமாகும். இனி ஏனைய அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைவது அவசியம். 10° இடைவெளியில் இவ்வெறியத்தினை நாம் வரைவதனால் 10° பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக் கொள்க. 2′′ ஆரத்தில் நிலைவிளக்கப் படத்தை அமைத்திருந்தால் 10° பரிதி இடைவெளி 0.35 அங்குலமாகும். 5 cm ஆரமாயின் 10° பரிதி இடைவெளி 0.87 cm ஆகும். நியமச் சமாந்தரத்திற்கு வடக்காகவும்,

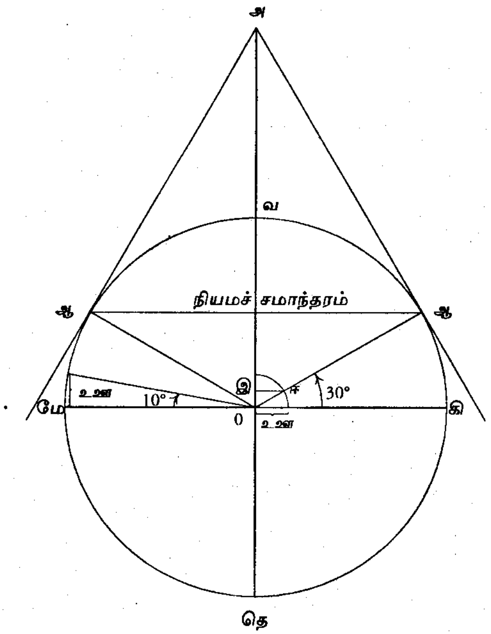
தெற்காகவும் இந்தப் பரிதி இடைவெளித் தூரத்தை படத்தில் (படம் 32) காட்டியவாறு குறித்துக் கொள்க. பின் அ வை மையமாகக் கொண்டு, அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களுக்காகக் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளூடாக அரை வட்டங்களை வரைந்துகொள்க.

(ஊ) நியமச் சமாந்தரத்தில் இ-ஈ எனும் அளவைக்கொண்டு நெடுங்கோடுகளைக் குறித்துக்கொள்க. அரைக்கோளம் முழுவதையும் வரைவதாயிருந்தால் 0° நெடுங்கோட்டில் இருந்து கிழக்காக 18 இ-ஈ அளவையும், மேற்காக 18 அளவையும் நியமச் சமாந்தரத்தில் குறித்துக்கொள்க. (படம் 32 இல் 90° கி, 90° மே நெடுங்கோடுகள் வரையே வரையப்பட்டுள்ளது.)

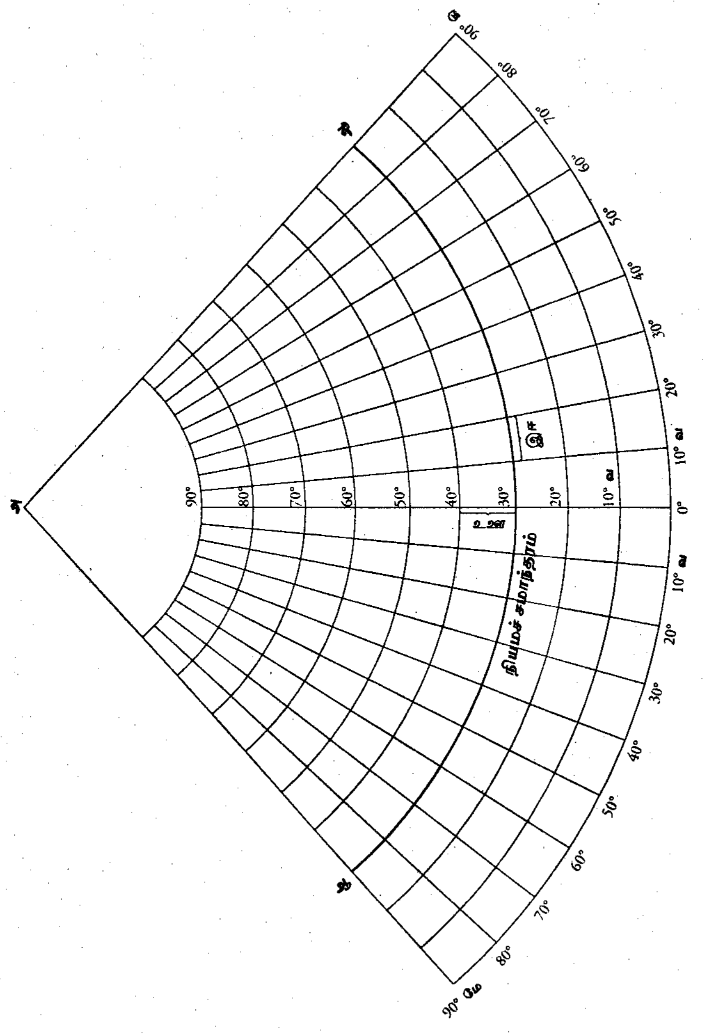
(எ) நியமச் சமாந்தரத்தில் குறித்துள்ள நெடுங்கோட்டுப் புள்ளிகளையும், அ எனும் கூம்புச்சியையும் 0° அகலக்கோடு வரை இணைக்கவும். படத்தில் காட்டிய வாறு 90° வட அகலக்கோட்டிற்கு மேல் நெடுங்கோடுகளை நீட்டாது விடுக.

(ஏ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஐ) அளவுத்திட்டத்தை எழுதுக.



படம் 31 : ஒரு நியமக் கோட்டுச் சமாந்தரக் கூம்பெறியத்தின் நிலை விளக்கப் படம்



படம் 32 : ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்

3.1.2 ஒருநியமச் சமாந்தரக் கூம்பெறியத்தின் பண்புகள்

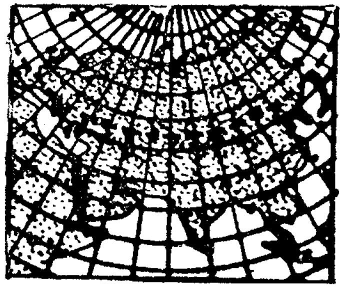
ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் எல்லா அகலக்கோடு களும் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட விற்களாகவும் நெடுங்கோடுகளெல்லாம் அகலக் கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்ற நேர்கோடுகளாகவும் விளங்குகின்றன.

அகலக்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காண முடியாதுள் ளது. ஆனால், நியமச் சமாந்தரத்தில் மட்டும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணலாம். ஒரு புள்ளியாக இருக்க வேண்டிய வடமுனைவு (90) இவ்வெறியத் தில் ஒரு வில்லாக அமைந்திருக்கிறது. அகலக்கோட்டு இடைவெளிகள் 10° பரிதி இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டிருப்பதனால், நெடுங்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தை அவதானிக்கலாம்.

இவ்வெறியம் சமபரப்பு எறியமன்று. நியமச் சமாந்தரத்திற்கு அருகாமையில் ஓரளவு பரப்பு பேணப்பட்டிருக்கிறது.

உருவத்தினைப் பொறுத்தமட்டில்கூட நியமச் சமாந்தரத்திற்கு அருகாமை யில்தான் ஓரளவு உண்மை உருவத்தினைக் காணலாம். அகலக்கோடுகளும் நெடுங் கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும், எந்த இடத் திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் சரியாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியத் தன்மை கிடையாது. அதனால், இக்கூம்பெறியத்தில் மெய்த் திசைகோளைக் காணமுடியாது.

உச்சியெறியங்களைப் போன்று வெகு இலகுவில் இக் கூம்பெறியத்தினை வரைந்துகொள்ள முடியாது.



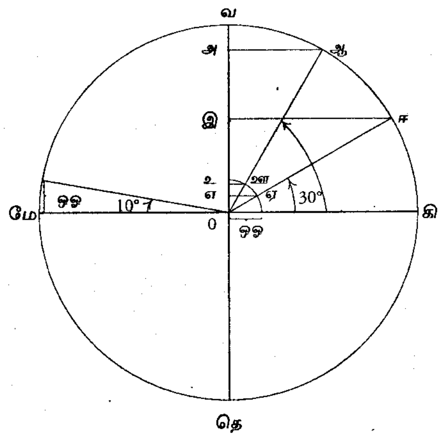
படம் 33 : ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் ஆசியாக் கண்டத்தின் அமைவு

3.1.3 பயன்கள்

இவ்வெறியத்தில் நியமச் சமாந்தரத்திற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு பரப்பும், உருவமும் பேணப்பட்டிருக்கிறது. அதனால் வடக்குத் தெற்காக நீண்டு, கிழக்கு மேற்காக ஒடுங்கிய பிரதேசங்களைக் காட்ட இது பெரிதும் பயன்படும். இத்தகைய பிரதேசங்களைக் காட்ட, வசதியான நியமச் சமாந்தரத்தையும், மத்திய

நெடுங்கோட்டையும் தெரிவுசெய்து வரைந்து கொள்ளலாம். கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கு இந்த எறியம் மிகவும் பயனுடையதாக விளங்குகின்றது.

3.2 இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்



படம் 34: இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

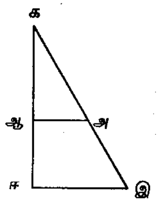
நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினை அடிப்படையாகக் கொண்டு கணித்து, ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் வரையப்படுகின்றது. ஆனால், இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் இருநியமச் சமாந்தரங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு வரையப்படுகின்றது. கோளம் ஒன்றின் மேல் கூம்பொன்றினை வைக்கில் அதன் உட்பாகம் ஏதாவது ஒரு அகலக்கோட்டுச் சமாந் தரத்தில் தொடும். ஆனால், அதே கூம்பு இரு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் தொடும் என்று எதிர்பார்க்கமுடியாது. அதனால் இருநியமச் சமாந்தரங்களில் தொட்டால் எவ்வாறு எறியம் அமையும் என்று கணித்து இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் வரையப்படுகின்றது.

3.2.1 வரையும் முறை

(அ) 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு, 2′′ அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும் தெ-வ எனும் புவியச்சையும் வரைந்துகொள்க.

(ஆ) நியமச் சமாந்தரங்கள் இரண்டினைத் தெரிந்துகொள்க. எடுத்துக்காட்டாக 30°, 60° அகலக்கோடுகளை நியமச் சமாந்தரங்களாகத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள் வோம். மே-கி ஐ அடித்தளக் கோடாகவும், 0-ஐ மையப் புள்ளியாகவும்

கொண்டு, பாகைமானியின் துணையுடன் 30°, 60° அகலக்கோடுகளைக் கணித்து மையப்புள்ளியையும் பரிதியையும் இணைத்துக் கொள்க. படம் 34 இல் காட்டியவாறு நியமச் சமாந்தரங்களின் ஆரங்களை (அ-ஆ, இ-ஈ என்பன) வரைந்துகொள்க.



படம் 35 : நிலைவிளக்கப் படம் - 2

(இ) 30° நியமச் சமாந்தரத்தின் ஆரமான இ-ஈ ஐ ஒரு தாளில் படம் 35இல் காட்டியவாறு கீறுக. ஈ இலிருந்து இ-ஈ க்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்து கொள்க. இக்கோட்டில் இரு நியமச் சமாந்தரக் கோடுகளிடையே உள்ள பரிதி வளைவு இடைவெளி நீளத்தைக் குறித்துக்கொள்க. அதாவது படம் 34இல் ஆ-ஈ எனும் பரிதி வளைவாகும். இந்த இடைவெளித் தூரத்தைப் படம் 35இல் காட்டியவாறு செங்குத்துக் கோட்டில் குறித்துக்கொள்க. ஆ புள்ளியிலிருந்து ஈ-இ எனும் கோட்டிற்கு இணையாக, 60° நியமச் சமாந்தரத்தின் ஆர 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.

(ஈ) இக்கூம்பெறியத்தினை நாம் பத்துப் பாகை இடைவெளிகளில் வரையவிருப்பதனால், நியமச் சமாந்தரங்களைப் பத்துப் பத்துப் பாகைகளாகப் பிரித்து நெடுங்கோடுகளைக் கணிப்பதற்கு இரு அளவுகள் தேவை. 10° பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க. அது படம் 34 இல் ஒ-ஓ ஆகும். ஒ-ஓ ஐ ஆரமாகக் கொண்டு, O ஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால்வட்டம் வரைந்து கொள்க. இக்கால்வட்டத்தின் பரிதியில், நியமச் சமாந்தரப் பாகைக் கோடுகள் சந்திக்கும் புள்ளிகளிலிருந்து, புவியச்சிற்குச் செங்குத்தாக இரு கோடுகள் வரைந்துகொள்க. அவை படம் 34 இல் எ-ஏ, உ-ஊ என்பனவாம். இவையே நியமச் சமாந்தரங்களில் நெடுங்கோடுகளைப் பிரிப்பதற்குரிய அளவுகளாம்.

(உ) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்துகொள்க. இதுவே உச்ச நெடுங் கோடாகும். இம்மத்திய நெடுங்கோட்டின் வட நுனியில் க என்று எழுதிக் கொள்ளவும். இதுவே இவ்வெறியத்தின் உச்சியாகும். க ஐ மையமாகவும் க-ஆ, க-ஈ என்பனவற்றை (படம் 33) ஆரங்களாகவும் கொண்டு நியமச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க. (படம் 36) ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் வரைந்தது போன்றே 10° பரிதி இடைவெளியில், ஏனைய அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களையும் கீறுக.

(ஊ) 30° நியமச் சமாந்தரத்தில் எ-ஏ (படம் 34) என்பதனையும், 60° நியமச் சமாந்தரத்தில் உ-ஊ (படம் 34) என்பதனையும், அளவாகக் கொண்டு, நியமச் சமாந்தரங்களில் நெடுங்கோடுகளைக் குறித்துக்கொள்க. குறித்துக் கொண்ட பின் நியமச் சமாந்தரங்களில் உள்ள நெடுங்கோடுகளுக்குரிய ஒத்த புள்ளி களை படம் 36 இல் உள்ளவாறு இணைக்க.

(எ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஏ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது குறிக்க.

3.2.2 இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தின் பண்புகள்

ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தினைப் போன்றே இவ் எறியத்திலும் எல்லா அகலக்கோடுகளும் ஒரே மையத்தைக் கொண்ட விற்களா கவும், நெடுங்கோடுகளெல்லாம் அகலக்கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்ற நேர்கோடுகளாகவும் உள்ளன.

நியம அகலக்கோடுகளில் மட்டும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் உண்டு. ஏனைய அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் பேணப்படவில்லை. நியமச் சமாந்தரங்களுக்கு அப்பால் அளவுத்திட்டம் விரிவடைந்திருக்கின்றது. இவ் எறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தின்படி வரையப்பட்டிருக்கின்றன. அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்கள் 10° பரிதி இடைவெளி களில் அமைக்கப்பட்டிருப்பதனால் நெடுங்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத் திட்டம் காணப்படுகின்றது.

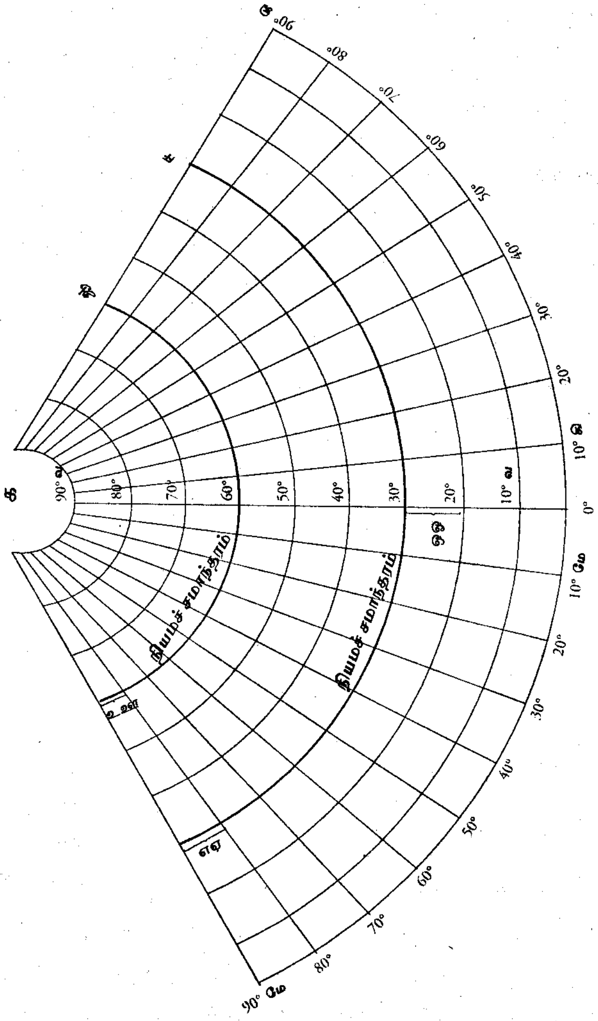
இது ஒரு சமபரப்பு எறியமன்று. நியமச் சமாந்தரங்களை அடுத்து ஓரளவு சமபரப்பினை அவதானிக்க முடியும்.

இவ்வெறியத்தில் உண்மையான உருவத்தைக் காணமுடியாது. எனினும், நியமச் சமாந்தரங்களை அடுத்து ஓரளவு சரியான உருவத்தைக் கவனிக்கலாம். அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டியபோதிலும், எந்த இடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகிதசமனாக இல்லாதபடியினால் இதில் நேருரு எறியப் பண்பு கிடையாது.

மெய்த் திசைகோள் இக்கூம்பெறியத்தில் இல்லை. இதனை இலகுவில் வரைந்துகொள்வதும் கடினம்.

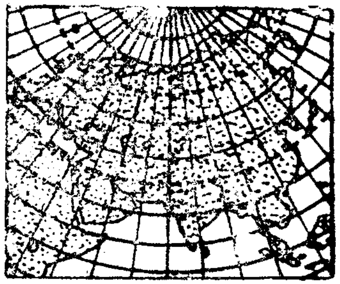
3.2.3 பயன்கள்

ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்திலும் பார்க்க இவ் எறியத்தில் ஒரு நன்மையுண்டு. என்னவெனில், கூடிய அகலக்கோடுகளைக் கொண்ட பிரதேசங்களை இதில் காட்டமுடியும். வடக்குத் தெற்குக் குறுகி, கிழக்கு மேற்கு



படம் 36 : இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்

நீண்ட பிரதேசங்களைக் குறிக்க இவ்வெறியம் மிகவும் சிறந்தது. நியமச் சமாந்தரங்களுள் உட்படக்கூடிய பிரதேசங்களை, உதாரணமாக, இடைவெப்ப வலயத்தை இதில் நன்கு அமைத்துக்காட்ட முடியும். மேலும் நமக்குத் தேவையான பிரதேசத்தை உள்ளடக்கக்கூடிய நியமச் சமாந்தரங்களைத் தெரிவு செய்து எறியத்தை வரைந்து கொள்ள முடியும்.



படம் 37 : இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தில் ஆசியா

3.3 பொன்னின் எறியம்

பொன்னின் எறியம் திருத்தியமைக்கப்பெற்ற ஒரு கூம்பெறியமாகும். ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தினைப் போன்றே இவ்வெறியமும் நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினை அடிப்படையாகக் கொண்டு வரையப்படுகின்ற போதிலும், சமபரப்புத் தன்மை பேணப்படுவதற்காகச் சில திருத்தங்களுக்கு உட்பட்டுள்ளது. அதனால்தான் இதனைத் திருத்தியமைக்கப்பெற்ற கூம்பெறியம் என்பர்.

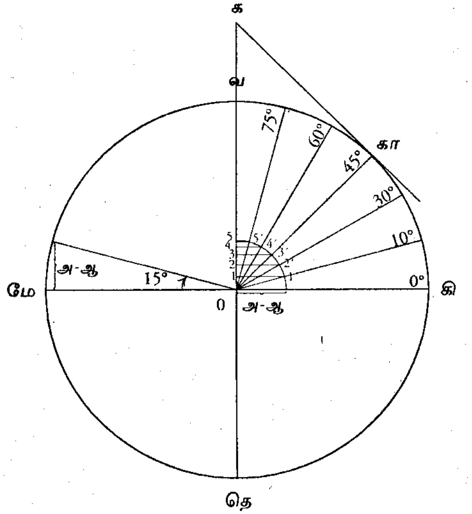
3.3.1 வரையும் முறை

(அ) O ஐ மையமாகக் கொண்டு 2´´ அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தை வரைந்து கொள்க. தெ-வ எனும் புவியச்சை வரையும்போது வடமுனைவிற்கு வெளியேயும் நீட்டி வரைந்துகொள்க.

(ஆ) நியமச் சமாந்தரம் ஒன்றினைத் தெரிந்தெடுக்க. படம் 38 இல் 45° நியமச் சமாந்தரமாகக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இந்த நியமச் சமாந்தரத்திற்குரிய பாகைக் கோட்டிற்கு செங்குத்தாக பரிதியில் தொடும்படியாக ஒரு கோட்டினை நீட்டிய புவியச்சில் சந்திக்கும்படி வரைக. சந்திக்கும் புள்ளிக்கு க என்று பெயரிடுக.

(இ) இவ்வெறியத்தினை 15° அகல நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் வரைவோம். அதனால் 15 பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக் கொள்க. அது நிலை விளக்கப் படத்தில் அ-ஆ என்பதாகும். அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைக் குறித்தல் வேண்டும். நியமச் சமாந்தரத்தில் மட்டுமன்றி எல்லா அகலக்கோடுகளிலும்

நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளை இடல் இதன் சிறப்பாகும். எனவே 15 பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியை ஆரமாகக் கொண்டு (அ-ஆ) 0ஐ மையமாக வைத்து ஒரு கால்வட்டம் வரைக. அக் கால்வட்டத்தின் பரிதியும், வரைந்துள்ள 15° அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாகைக்கோடுகளும் சந்திக்கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து புவியச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக. அவை படம் 38 இல் அ-ஆ, 1-1′, 2-2′, 3-3′, 4-4′, 5-5′ என்பனவாம்.



படம் 38 : பொன்னின் எறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

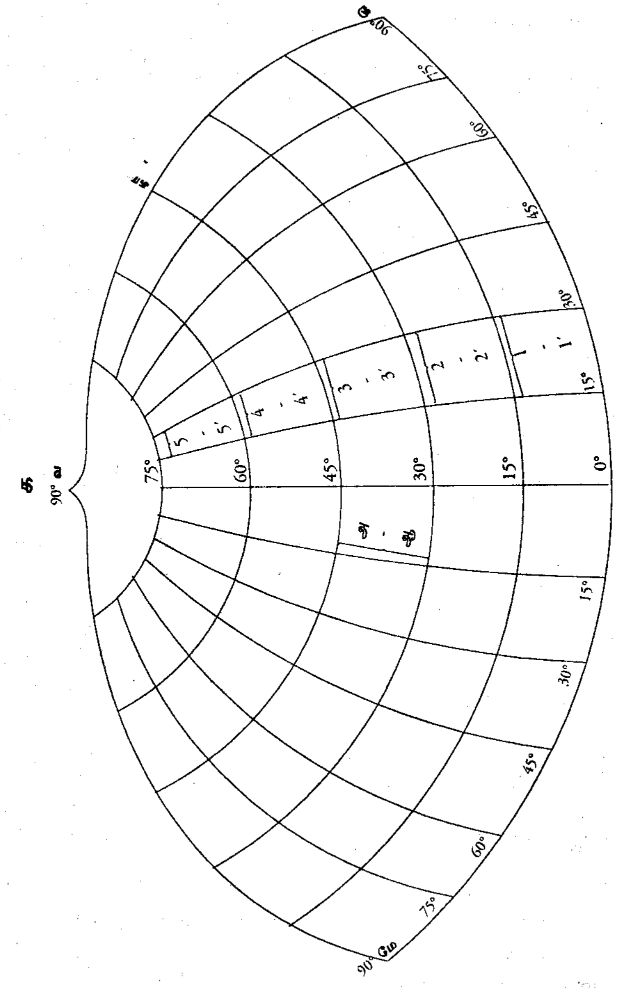
(ஈ) வடக்குத் தெற்காக ஒரு கோடு வரைந்து கொள்க. இதுவே மத்திய நெடுங் கோடாகும். இம்மத்திய நெடுங்கோட்டின் உச்சியில் க என்று எழுதிக்கொள்க. க ஐ மையமாகவும், க-கா என்பதை ஆரமாகவும் கொண்டு 45° அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரத்தை அரைவட்டமாக வரைந்துகொள்க. பின் ஒருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக்கு கூம்பெறியத்தில் வரைந்ததுபோல, 15° பரிதி இடை வெளிகளில் ஏனைய அகலக்கோடுகளையும் வரைந்து கொள்க. (படம் 39)

(உ) அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைப் பிரித்துக்கொள்க, அவை பிரிப்பதற்குரிய அளவுகள் அ-ஆ 1-1′, 2-2′, 3-3′, 4-4′, 5-5′ என்பனவாம். குறித்துக்கொண்ட பின் ஒத்த புள்ளிகள் ஊடாக இணைத்து படம் 39இல் உள்ளவாறு நெடுங்கோடுகளை வரைக. இதில் 90° கிழக்கு, 90° மேற்கு வரையே வரையப்பட்டிருக்கின்றது. அரைக்கோளம் முழுவதையும் வரைந்தால் பொன்னின் எறியம் படம் 49இல் உள்ளவாறு அமையும்.

(ஊ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(எ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது குறித்துக்கொள்க.

30173



படம் 39 : பொன்னின் எறியம்

3.3.2 பொன்னின் எறியத்தின் பண்புகள்

பொன்னின் எறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எல்லாம் முன்னிரு எறியங்களைப் போன்றே ஒரு மையத்தைக் கொண்ட விற்களாம். நெடுங்கோடுகளில் மத்திய நெடுங்கோடு மட்டும் நேர்கோடாகும். ஏனைய வளைகோடுகளாம். மேலும், மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுந்தான் அகலக்கோடுகளைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றது. முனைவு இதில் ஒரு புள்ளியாக அமையும்.

அகலக்கோடுகள் எல்லாவற்றிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணலாம். உண்மையான நெடுங்கோட்டு இடைவெளிகள் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் கணிக்கப்பட்டு வரையப்பட்டதினால், அகலக்கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவினைக் கொண்டனவாக உள்ளன. மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத்திட்டம் உண்டு. ஏனைய நெடுங்கோடுகள், அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் பேணப்படுவதற்காக வளைவுற்றபடியினால், அவற்றில் சரியான அளவுத்திட்டம் இல்லை.

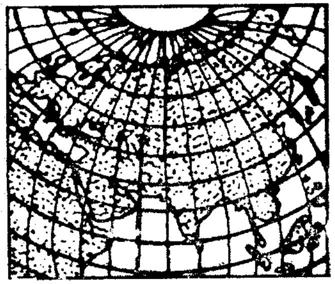
பொன்னின் எறியம் ஒரு சமபரப்பு எறியமாகும். இவ்வெறியத்தின் ஒரு பகுதியின் பரப்பை எறியத்தின் அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப் பளவு கோளத்திலுள்ள அதே பகுதியின் பரப்பிற்குச் சமனாகவிருக்கின்றது.

ஓரளவு உண்மையான உருவத்தை மத்திய நெடுங்கோட்டிற்கு அருகாமை யிலும், நியமச் சமாந்தரத்திற்கு அருகாமையிலுமே காணலாம். அதனால் நாம் அமைத்துக்காட்ட விரும்பும் பிரதேசத்தின் உச்ச நெடுங்கோட்டையும் நியமச் சமாந் திரத்தையும் சரியாகத் தேர்ந்தெடுக்கில் ஓரளவு பரப்பையும் உருவத்தையும் பேண முடியும். அதனால்தான் தென்னமெரிக்கா, ஆபிரிக்கா தவிர்ந்த ஏனைய கண்டங் களைப் பொன்னின் எறியத்தில் அமைத்துக் காட்டுவர். இந்த எறியத்தில் நேருரு எறியத் தன்மை கிடையாது. ஏனெனில் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் நெடுங் கோட்டு அளவுத்திட்டமும் ஒன்றிற்கு ஒன்று விகித சமனாக அதிகரிக்கவில்லை. அத்துடன் அகல, நெடுங்கோடுகள் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டவு மில்லை.

பொன்னின் எறியத்தில் மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டுமே உண்மையான திசையைக் காணலாம். ஏனைய பகுதிகளில் மெய்த் திசைகோள் பேணப்படவில்லை. மேலும், இந்த எறியத்தை இலகுவில் வரைந்துகொள்வது கடினமே.

3.3.3 பயன்கள்

பொன்னின் எறியத்தில் சமபரப்புத் தன்மை காணப்படுவதனால் கோதுமை, ஓட்ஸ் முதலிய விளைபொருட்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் பயனுடையது. இடைவெப்ப வலயத்தில் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்ட இந்த எறியம் ஏற்றது. அகலமும், நீளமும் சமனாகவுள்ள சிறிய பரப்புக்களைக் காட்ட



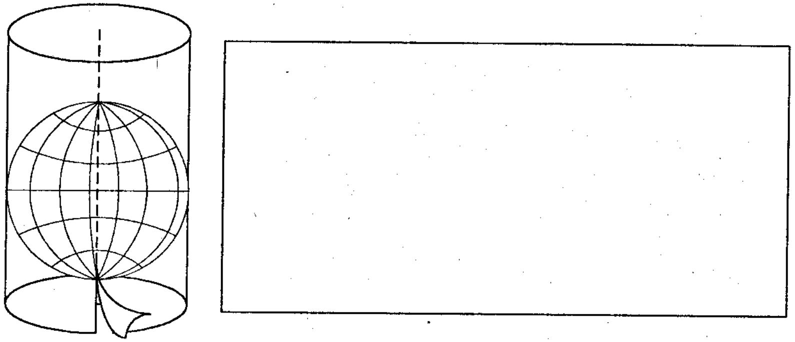
படம் 41 : பொன்னின் எறியத்தில் ஆசியாக் கண்டம்

இது மிக ஏற்ற எறியமாகும். பிரான்ஸ், அவுஸ்திரேலியா, கனடா முதலிய நாடுகளின் பரம்பல் படங்களை இவ்வெறியத்தில் வரைந்துகாட்டுகின்றார்கள். தேசப் படங்களில் ஆசியா, ஐரோப்பா, வட அமெரிக்கா, அவுஸ்திரேலியா ஆகிய கண்டங்கள் பொன்னின் எறியத்திலேயே வரைந்து காட்டப்படுகின்றன.

அத்தியாயம் நான்கு

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 அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் பதிவு செய்யப்பட்டால் எவ்வாறு இருக்கும் என்று கற்பனை செய்து உருளையெறியங்கள் வரையப்படுகின்றன.



படம் 42 : கோளம் (உருளையினுள் வைக்கப்படும் விதமும் உருளையை வெட்டிப் பிரிக்கில் அதன் வடிவமும்)

4.1 சமபரப்பு உருளையெறியம்

சமபரப்பு உருளையெறியம் ஒரு பார்வையற்ற எறியமாகும். அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களின் விட்ட இடைவெளிகளினை அடிப்படையாகக் கொண்டு இவ்வெறியம் வரையப்படுகின்றது.

4.1.1 வரையும் முறை

(அ) 0-ஐ மையமாகக் கொண்டு 2'' அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்தையும், தெ-வ எனும் புவியச்சையும் கீறிக்கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், 0 ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு, படத்தில் உள்ளபடி பாகைகளைக் கணித்துக்கொள்க. (படம் 43 அ)

(ஆ) அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாகைக்கோடுகள் பரிதியில் தொடும் புள்ளிகளிலிருந்து, புவியச்சிற்குச் செங்குத்தாகவும், மத்தியகோட்டு விட்டத்திற்கு இணையாகவும் வரையும் கோடுகளின் இடையே ஏற்படும் தூரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க. (படம் 43ஆ)

(இ) 10° அகல, நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் இவ்வெறியத்தை வரைவோம். அதனால், 10 பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக் கொள்க. படம் 43 அ என்பதில் அ-ஆ எனும் பரிதி இடைவெளியினைக் கொண்டு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் நெடுங்கோடுகளைப் பிரித்துக்கொள்க. 90° கி, 90° மே வரையுள்ள நெடுங்கோடுகளையோ, அன்றி முழு நெடுங் கோடுகளையோ வரைந்துகொள்க.

(ஈ) அகலக்கோடுகளுக்கும், நெடுங்கோடுகளுக்கும் பெயரிடுக.

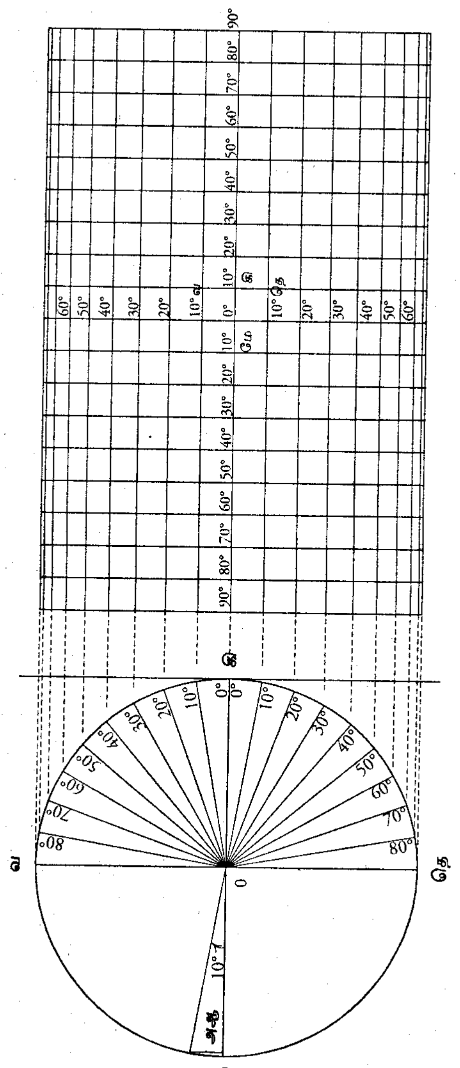
(உ) அளவுத்திட்டத்தைக் குறிக்க.

4.1.2 சமபரப்பு உருளையெறியத்தின் பண்புகள்

சமபரப்பு உருளையெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர்கோடுகளாகவும், மத்தியகோட்டிற்கு இணையானவையாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமநீளமானவையாகவும் உள்ளன. நெடுங்கோடுகள் நேர்கோடுகளே. அகலக் கோட்டுச் சமாந்தரங்களுக்குச் செங்குத்தானவையாகவும் அமைந்துள்ளன. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் நேர்கோடுகளாகவும், ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவனவாகவும் விளங்குவதால் செவ்வகத்தன்மை எங்கும் காணப்படுகின்றது.

அகலக்கோடுகளில் மத்திய கோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத்திட்டம் உண்டு. ஏனைய அகலக்கோடுகள் யாவும் மத்திய கோட்டின் நீளத்தினவாகையால் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வெறியத்தில் ஒரு புள்ளியாக இருக்கவேண்டிய முனைவுகள் மத்திய கோட்டின் நீளமுள்ளனவாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இது ஒரு சமபரப்புள்ள எறியமாகும். அகலக்கோடுகளின் அளவுத்திட்ட அதிகரிப்பு விகிதத்திற்கு இணங்க நெடுங்கோடுகளின் அளவுத்திட்டம் குறுகியிருக்கின்றது.

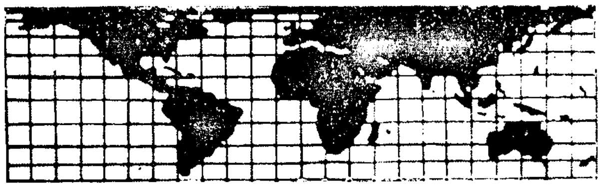


படம் 43 (ஆ) : சமபரப்பு உருளையெறியம்

படம் 43 (அ) : சமபரப்பு உருளையெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

மத்திய கோட்டிற்கு அருகாமையில்தான் ஓரளவு உண்மையான உருவத்தைக் காணலாம். முனைவுகளை அடுத்து உருத்திரிபு காணப்படுகின்றது. அகலக் கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும், எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும், நெடுங் கோட்டு அளவுத்திட்டமும் சமனாகவில்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியத் தன்மை கிடையாது.

உண்மையான திசையை இந்த எறியத்தில் எங்கும் காணமுடியாது. கூம்பெறியங்களைப் போன்று இலகுவில் வரைய முடியாத எறியமன்று. உச்சியெறியங்கள் போன்று இலகுவில் வரையக்கூடிய எறியமாகும்.



படம் 44 : சமபரப்பு உருளை எறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

4.1.3 பயன்கள்

இது ஒரு சமபரப்பு எறியமாக இருப்பதனால் உலகப்படங்கள் வரைவதற்குப் பயன்படும். அரசியற் படங்கள், பரம்பல் படங்கள் என்பனவற்றை அமைக்க இந்த எறியம் உபயோகமானது. எனினும், முனைவுப் பகுதிகளில் உருவம் பெரிதும் மாறுதலடைந்து இருப்பதினால், இது முனைவுப் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு உகந்த எறியமன்று. ஆனால் அயனப் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் ஏற்ற எறியமாக விளங்குகின்றது. உலகின் நெல்விளை நிலங்களைக் காட்ட இவ்வெறியம் மிகவும் ஏற்றது.

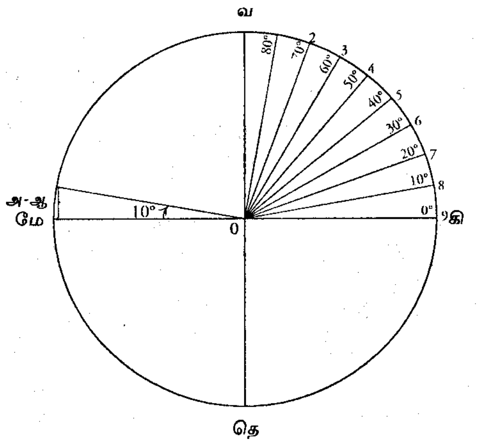
4.2 சமதூர உருளையெறியம்

சமதூர உருளையெறியம் சமபரப்பு உருளையெறியத்தினைப் போன்றே பார்வையற்ற ஓர் எறியமாகும். எத்தனை பாகை இடைவெளியில் அகல, நெடுங் கோடுகள் அமைகின்றனவோ, அத்தனை பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியினைச் சதுரமாகக் கொண்டு இவ்வெறியம் அமைக்கப்படுகின்றது.

4.2.1 வரையும் முறை

(அ) 0 ஐ மையமாகக் கொண்டு 2'' அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும், தெ-வ எனும் புவியச்சையும் கீறிக்கொள்க. படம் 45 இல் உள்ளபடி பாகைகளைக் கணித்துக் கீறிக்கொள்க.

(ஆ) 10° இடைவெளியில் அகல, நெடுங்கோடுகளை எறியத்தில் வரைவோம். அதனால் 10° பாகைக்குரிய பரிதி இடைவெளியைக் கணித்துக்கொள்க. அது படம் 45 இல் அ-ஆ ஆகும். 2'' ஆரத்தில் நிலைவிளக்கப் படம் வரையப்பட்டால், 10° பரிதி இடைவெளி 0.35 அங்குலமாகும்.



படம் 45 : சமதூர உருளையெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

(இ) படம் 46இல் உள்ளவாறு அகல, நெடுங்கோடுகளை 10° பரிதி இடைவெளியினைக் கொண்டு கணித்து வரைந்துகொள்க.

(ஈ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

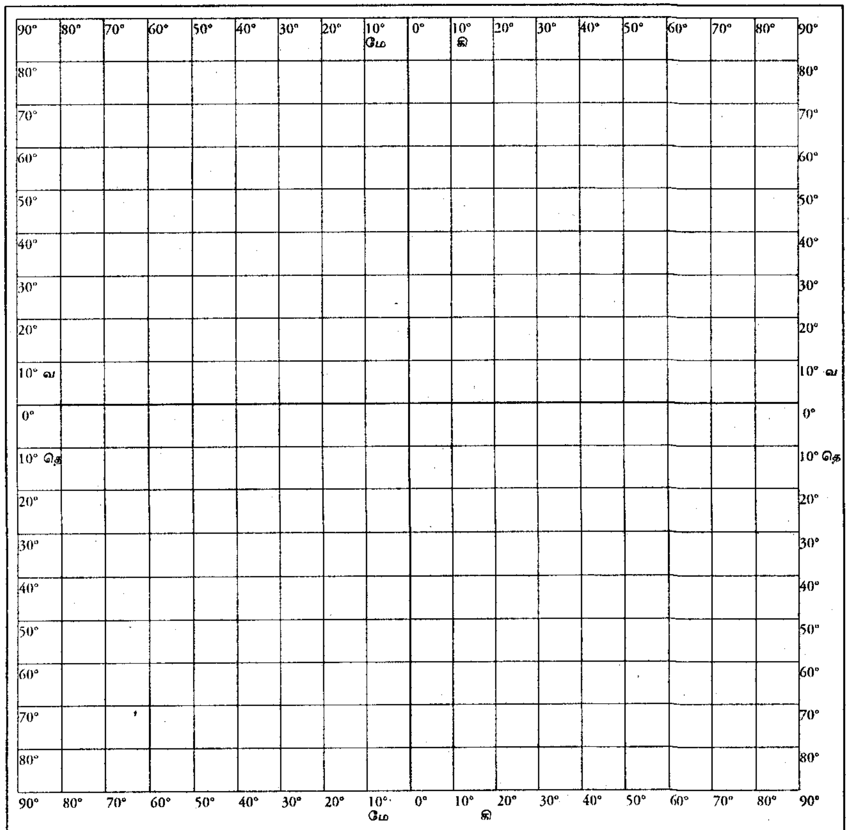
(உ) அளவுத்திட்டத்தினைத் தவறாது குறிக்க.

4.2.2 சமதூர உருளையெறியத்தின் பண்புகள்

சமபரப்பு உருளையெறியத்தினைப் போன்றே சமதூர உருளையெறியத்தி லும் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர் நெடுங்கோடுகளாகவும் மத்திய கோட்டிற்கு இணையானவையாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமநீளமானவையாகவும் உள்ளன. நெடுங்கோடுகள் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டும் நேர்கோடுகளாக இருக்கின்றன. அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் சமதூரமுள்ளனவாயிருப்பதால் சதுரத்தன்மை எங்கும் காணப்படுகின்றது.

அகலக்கோடுகளில் மத்தியகோட்டில் மட்டுமே உண்மையான அளவுத் திட்டம் உள்ளது. ஏனைய அகலக்கோடுகள் யாவும் மத்திய கோட்டின் நீளத்தின வாகையால், அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வெறியத்தில் ஒரு புள்ளியாக இருக்க வேண்டிய முனைவுகள் மத்தியகோட்டின் நீளமுள்ளன்வாக அமைந்திருக்கின்றன. சமபரப்பு உருளையெறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் எதிலும்

சரியான அளவுத்திட்டத்தைக் காணமுடியாது. ஆனால் இச்சமதூர எறியத்தில் நெடுங்கோடுகள் யாவற்றிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணலாம். இவ்வெறியத்தில் பரிதியில் ½ பங்கு நீளமாகவே நெடுங்கோடுகள் அமைந் துள்ளன.



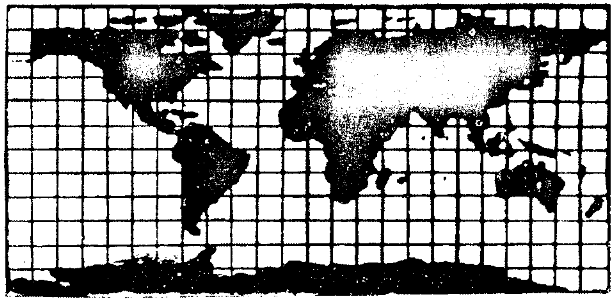
படம் 46 : சமதூர உருளையெறியம்

நெடுங்கோடுகளில் சரியான அளவுத்திட்டம் இருக்கின்றபோதிலும் அகலக் கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருப்பதால் இவ்வெறியத்தில் சம பரப்பினைக் காணமுடியாது. முனைவுகளை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல பரப்பு மிகவும் மிகைப்படுகின்றது.

முன்னைய எறியம் போன்று மத்திய கோட்டிற்கு அருகாமையில் ஓரளவு உண்மை உருவத்தைக் காணலாம். முனைவுகளில் உருவம் பெரிதும் மாறுதலடைந் திருக்கின்றது. அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று

செங்குத்தாக வெட்டிய போதிலும் எவ்விடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத் திட்டமும் நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகிதசமனாக இல்லாதபடியினால் இவ்வெறியத்தில் நேருருவெறியத்தன்மை கிடையாது.

மேலும், இவ்வெறியத்தில் மெய்த் திசைகோள் பேணப்படவில்லை. எவ்விடத்திலும் திசை பிழையானதாகவே காணப்படுகின்றது. இவ்வெறியத்தினை இலகுவில் வரைந்துகொள்ளலாம்.



படம் 47 : சமதூர உருளையெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

4.2.3 பயன்கள்

கோளம் முழுவதையும் ஒரே படத்தில் வரைவதற்குச் சமதூர உருளை யெறியம் உதவியாக உள்ளது. உருவம் முனைவுகளை அடுத்து பெரிதும் மாறுபடு வதால், அயனப் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு இவ்வெறியம் பயனுடையது. சமபரப்போ, திசையோ இவ்வெறியத்தில் பேணப்படாதிருப்பதால், இதன் பயன் குறைவு.

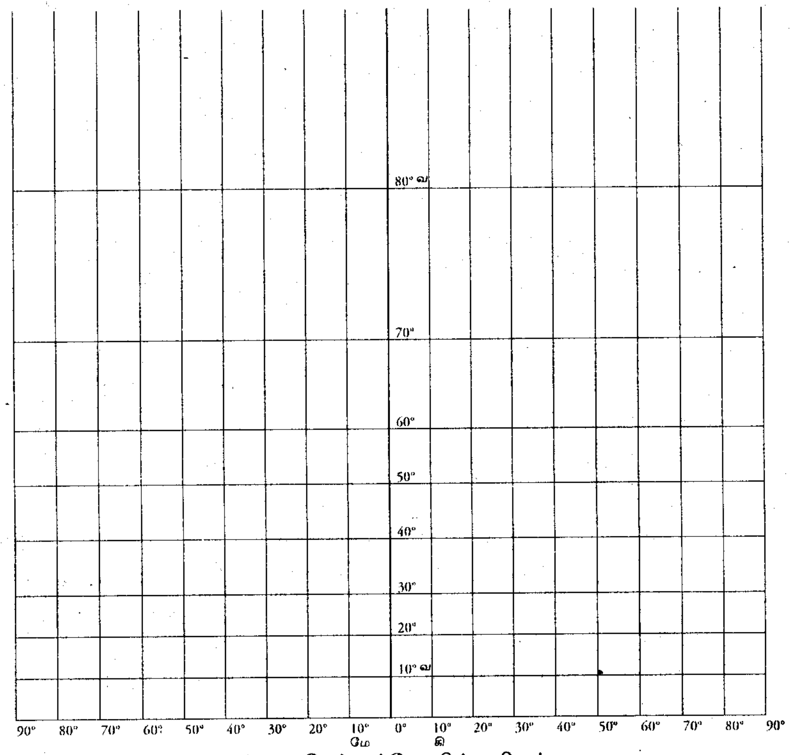
4.3 மேக்காற்றோவின் எறியம்

உலகப் படங்கள் வரைவதற்கு அதிகமாகத் தேசப்படப் புத்தகங்களில் உபயோகப்படுவதனால், மேக்காற்றோவின் எறியத்தை வழக்கமான எறியம் என்பர். இவ்வெறியம் மேக்காற்றோ என்பவரால் கணித்து வரையப்பட்டதனால் இது அவரின் பெயரினால் வழங்கப்படுகின்றது.

4.3.1 வரையும் முறை

மேக்காற்றோவின் எறியத்தினை வரைவதற்கு முன் வரைந்த எறியங்களைப் போன்று நிலைவிளக்கப் படம் தேவையில்லை. நாம் இப்போது வரையவிருக்கும் மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் 2´´ அல்லது 5 cm ஆரமான கோளத்தினை, 10˚ அகல, நெடுங்கோடுகளின் இடைவெளியில் வரையப்போவதாகக் கொள்வோம்.

(அ) மத்திய கோட்டை ஒரு தாளில் நேர்கோடாக வரைந்துகொள்க. இம் மத்திய கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக 10˚ பரிதி இடைவெளியில் நெடுங்கோடுகளைக் கீறுக. படம்: 48இல் 90˚ கி, 90˚ மே, வரையே நெடுங்கோடுகள் காட்டப் பெற்றுள்ளன.



படம் 48 : மேக்காற்றோவின் எறியம்

(ஆ) அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களின் இடைத்தூரங்கள் அட்டவணையில் பெறப்படும். அட்டவணை வருமாறு

அகலக்கோடு	10˚	20˚	30˚	40˚	50˚	60˚	70˚	80˚
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˚ பரிதி இடைவெளியினால் 0.87 cm பெருக்கி வரும் அளவுகளே அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைவதற்குரிய இடைவெளி அளவுகளாம். அவை வருமாறு:

அகலக் கோடு	X இடைவெளித் தூரம் (செ.மீ.)
10°	1.01 × 0.87* = 0.878
20°	2.04 × 0.87 = 1.775
30°	3.15 × 0.87 = 2.740
40°	4.37 × 0.87 = 3.802
50°	5.79 × 0.87 = 5.037
60°	7.55 × 0.87 = 6.568
70°	9.98 × 0.87 = 8.682
80°	13.96 × 0.87 = 12.145

*(10° அகல, நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் 2 அங்குல ஆரமுடைய கோளத்தை எறியமாக்குவதாயின்தான் 0.35 அங்குலம் என்பதை நினைவிற் கொள்க. 5 cm ஆரமாயின் X - அளவுகளை 0.87 cm ஆல் பெருக்கி இடைவெளித் தூரத்தைப் பெறவேண்டும்.)

(இ) இந்த இடைவெளித் தூரங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமாக அகலக்கோடுகளை வரைந்துகொள்க, இதிலொன்று நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டு இடைவெளித் தூரமும் மத்தியகோட்டில் இருந்தே கணிக்கப்படல் வேண்டும். உதாரணமாக, 70° அகலக் கோட்டிற்குரிய இடைவெளித் தூரம் 8.682 cm ஆகும். இதன் அர்த்தம் யாதெனில் மத்திய கோட்டிலிருந்து 70° அகலக்கோட்டின் இடை வெளித் தூரம் 8.68 cm என்பதாகும். 90° அகலக்கோடுகளை மேக்காற்றோ வின் எறியத்தில் காட்ட முடியாது.

(ஈ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(உ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது குறித்துக்கொள்க.

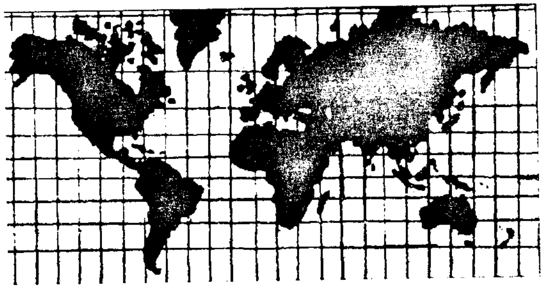
4.3.2 மேக்காற்றோவின் எறியத்தின் பண்புகள்

மேக்காற்றோவின் எறியத்திலும் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர்கோடுகளாகவும், மத்தியகோட்டிற்கு இணையானவையாகவும் மத்தியகோட்டின் நீளமுள்ளவையாகவும் விளங்குகின்றன. நெடுங்கோடுகள் யாவும் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டும் நேர்கோடுகளாம். நெடுங்கோடுகளின் இடைவெளித் தூரம் மத்தியகோட்டில் மட்டுமே உண்மையானதாக உள்ளது. அகலக் கோடுகளின் இடைவெளித் தூரங்கள் எங்கும் மிகைப்பட்டுள்ளன.

மத்தியகோடு தவிர்ந்த ஏனைய அகலக்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மிகைப் பட்டிருக்கின்றது. உயரகலக் கோடுகள் யாவும் மத்திய கோட்டின் நீளமுள்ளனவாக

இருக்கின்றன. நெடுங்கோடுகள் எதிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப் படவில்லை. ஆனால் அகலக்கோடுகளில் எவ்வளவு விகிதம் அளவுத் திட்டம் மிகைப்பட்டுள்ளதோ, அதேயளவு நெடுங்கோடுகளிலும் அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருக்கின்றது.

மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் சமபரப்புக் கிடையாது. உயரகலக்கோடுகளை அடுத்துப் பரப்பு அதிகரித்துக் காணப்படுகின்றது. ஐக்கிய அமெரிக்காவின் 1/5 பங்காக இருக்கவேண்டிய அலாஸ்கா மாகாணம் ஐக்கிய அமெரிக்காவின் பரப்பிற்குச் சமனாகவுள்ளது போன்றும், கிறீன்லாந்து தென் அமெரிக்காவின் பரப்பிற்குச் சமனாகவுள்ளது போன்றும் காணப்படுகின்றன. (படம் 49)



படம் 49 : மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் இலங்கை போன்ற சிறிய தீவுகளின் உருவம் சரியானவையாகக் காணப்படும். ஆபிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா போன்ற மத்திய கோட்டை அடுத்த பிரதேசங்களின் உருவம் ஓரளவு சரியாக இருக்கும். அகலக் கோடுகளும் நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டுவதோடு, வெட்டுமிடங்களில் நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் அகலக்கோட்டு அளவுத் திட்டமும் சமனாக இருப்பதனால் இதில் நேருருவெறியத் தன்மை காணப் படுகின்றது. அதனால்தான் இவ்வெறியத்தை நேருரு உருளையெறியம் என்றும் வழங்குவர்.

மேக்காற்றோவின் எறியம் நேருருவெறியமாகையினால் இதில் எவ்விடத் திலும் திசை சரியாகக் காணப்படுகின்றது. அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டத்தின் மிகைப்பட்ட விகிதத்திற்கு ஏற்ப நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டிருப் பதனால் இவ்வெறியத்தில் திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது. (படம் 18 ஐப் பார்க்க) முதலிரு உருளையெறியங்களைப் போன்று இந்த எறியத்தினை இலகுவில் வரைந்து விட முடியாது.

4.3.3 பயன்கள்

தேசப்படப் புத்தகங்களில் உலகப் படங்களை வரைவதற்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவரும் எறியமிதுவே. இவ்வெறியத்தில் திசை சரியாக இருப்ப தனால் கப்பற் பாதைகள், விமானப் பாதைகள், நீரோட்டங்கள், காற்றுக்கள் என்பன வற்றைக் காட்டுவதற்கு இதனைப் பெரிதும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

4.4 சைன்வளைகோட்டெறியம்

வழக்கமான எறியங்களில் சைன்வளைகோட்டெறியமும் ஒன்று. அமைப் பைப் பொறுத்தமட்டில் பொன்னின் எறியத்துடன் தொடர்புடையதாக விளங்கு கின்றது. மத்திய கோட்டை நியமச் சமாந்தரமாகக் கொண்டு இவ்வெறியம் வரையப் படுகின்றது.

4.4.1 வரையும் முறை

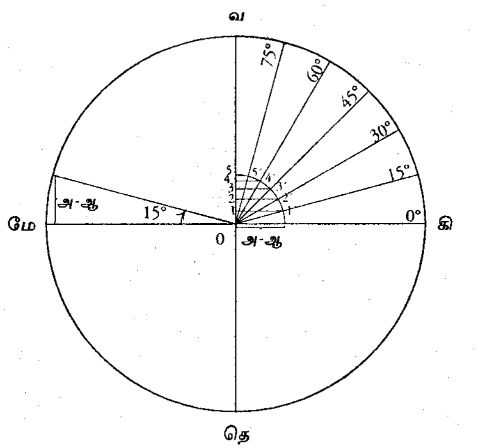
(அ) 0 ஐ மையமாகக் கொண்டு 2'' அல்லது 5 cm ஆரத்தில் ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க. மே-கி எனும் மத்தியகோட்டு விட்டத்தையும் தெ-வ என்னும் புவியச்சினையும் வரைந்துகொள்க. மே-கி எனும் மத்திய கோட்டு விட்டத்தை அடித்தளக் கோடாகவும், 0 ஐ மையப் புள்ளியாகவும் கொண்டு 15 பாகை களாகப் பிரித்து பரிதியையும், மையப் புள்ளியையும் இணைத்துக் கொள்க. (15° அகல, நெடுங்கோட்டு இடைவெளியில் சைன்வளை கோட்டெறியத் தினை அமைப்போம்)

(ஆ) அகலக்கோடுகளில் நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளைக் குறிப்பதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியத்தினைப் போன்று 15° பரிதி இடைவெளிகளைக் கணித்து (படம் 50இல் அ-ஆ) அதனை ஆரமாகக் கொண்டு, 0ஐ மையமாகக் கொண்டு ஒரு கால்வட்டம் வரைந்துகொள்க. இக் கால்வட்டத்தின் பரிதியில் அகலக்கோடுகளுக்குரிய பாகைக்கோடுகள் சந்திக் கின்ற புள்ளிகளிலிருந்து புவியச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக. அவையே நிலைவிளக்கப் படத்தில் அ-ஆ, 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5' என்பனவாம்.

(இ) இனி சைன்வளைகோட்டெறியத்தினை வரைவோம். மத்திய கோட்டை ஒரு நேர்கோடாக ஒரு தாளில் வரைந்துகொள்க. அந்நேர்கோட்டின் மத்தியில் மத்திய நெடுங்கோட்டைச் செங்குத்தாக வரைக. மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந் தரமாக 15° பரிதி இடைவெளியில் (அ-ஆ) அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்துகொள்க. 90° அகலக்கோடுகளை ஒவ்வொரு புள்ளியாகக் குறித்துக் கொள்க.

---

* இது சினுசொயிடல் எறியம் எனவும், சாம்சன் பிளாம்ஸ்டீட் எறியம் எனவும் வழங்குகப் பெறும்.



படம் 50 : சைன்வளைகோட்டெறியத்திற்குரிய நிலைவிளக்கப் படம்

(ஈ) ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டிலும் மத்திய நெடுங்கோட்டில் இருந்து, நெடுங்கோடுகளுக்குரிய புள்ளிகளை நிலைவிளக்கப் படத்திலுள்ள அ-ஆ 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5' எனும் அளவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு குறித்துக்கொள்க, குறித்துக்கொண்டபின் படம் 50 இல் உள்ளவாறு ஒத்த புள்ளிகளூடாக இணைத்து நெடுங்கோடுகளை வரைந்துகொள்க.

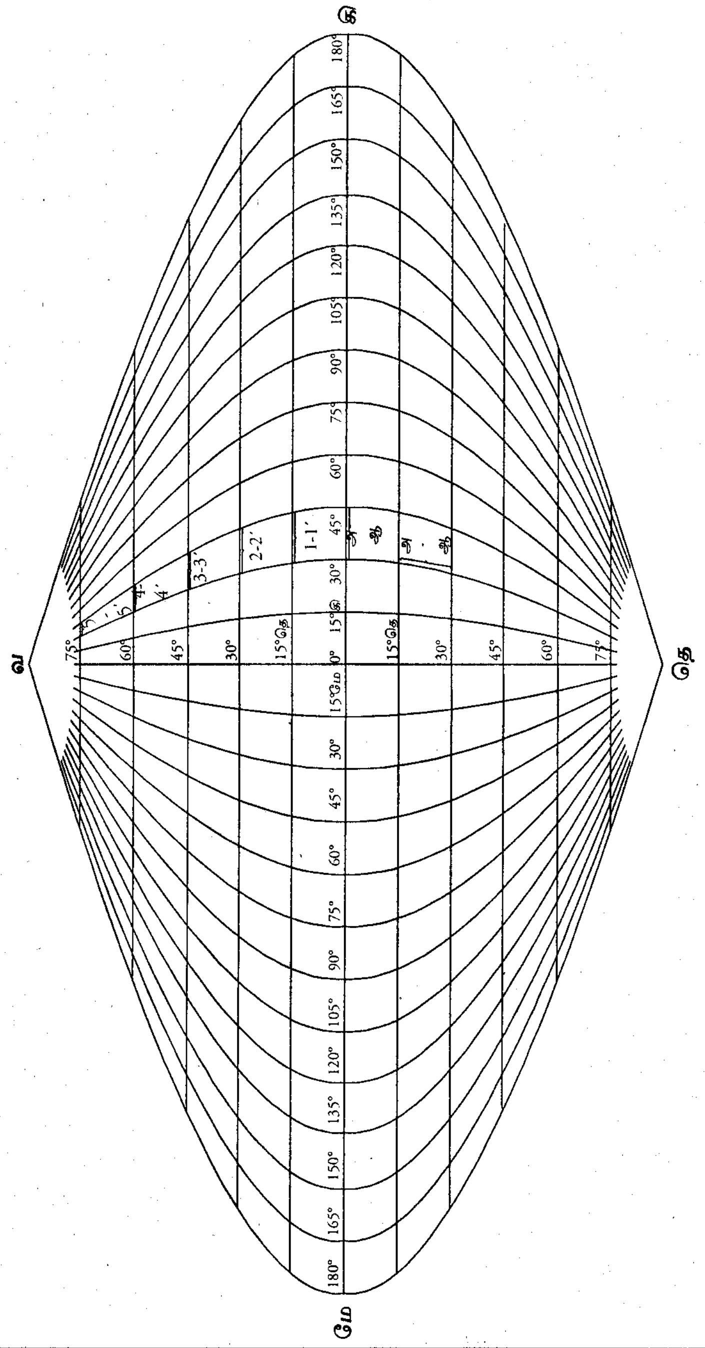
(உ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(ஊ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது குறித்துக்கொள்க.

4.4.2 சைன்வளைகோட்டெறியத்தின் பண்புகள்

சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர்கோடுகளா கவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமானவையாகவும் வரையப்பட்டுள்ளன. இதில் முனைவுகள் ஒவ்வோர் புள்ளி, நெடுங்கோடுகளில் மத்திய நெடுங்கோடு தவிர்ந்த ஏனைய நெடுங்கோடுகள் யாவும் வளைகோடுகளாம். மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுமே அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களைச் செங்குத்தாக வெட்டுகின்றது.

அகலக்கோடுகள் யாவும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தினைக் கொண்ட வையாக உள்ளன. ஒவ்வொர் அகலக்கோட்டினதும் கோளச் சுற்றளவின் சரியான நீளமே சைன்வளைகோட்டு எறியத்தில் நேர்கோடுகளாக வரையப்பட்டிருக்கின்றது. அதனால்தான் அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் காணப்படுகின்றது. நெடுங்கோடுகளைப் பொறுத்தவரையில் மத்திய நெடுங் கோட்டில் மட்டுமே, உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணலாம். ஏனைய நெடுங்கோடுகளில் அளவுத்திட்டம் மத்திய நெடுங்கோட்டிலிருந்து விலகிச்



படம் 51 : சைன்வளைகோட்டெறியம்

செல்லச்செல்ல மிகைப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது. கோளத்தின் அரைப்பரிதியாக இருக்கவேண்டிய நெடுங்கோடுகள் எறியத்தில் மத்திய நெடுங்கோட்டில் மட்டும் சரியாக உள்ளன.

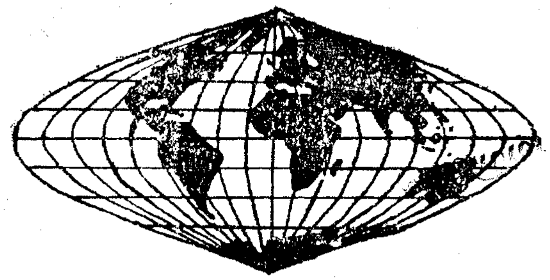
இவ்வெறியம் ஒரு சமபரப்பு எறியமாகும். எறியத்திலுள்ள எப்பிரதேசத்தின் பரப்பையும், அளவுத்திட்டத்தினால் பெருக்கினால் வரும் பரப்பளவு கோளத்தில் அதே பிரதேசத்தின் பரப்பிற்குச் சமனாக இருக்கும்.

மத்தியகோட்டுப் பகுதிகளை அடுத்தே ஓரளவு சரியான உருவத்தைக் காணலாம். எல்லைப்புறங்களில் உருவம் பெரிதும் மாறுபட்டிருக்கின்றது. அலாஸ்கா, அவுஸ்திரேலியா என்பன பெரிதும் உருத்திரிபுக்கு உட்பட்டிருக் கின்றன. (படம் 52) சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் நேருருவெறியத்தன்மை கிடையாது. ஏனெனில் அகலக்கோடுகளும், நெடுங்கோடுகளும் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டவும் இல்லை. எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத் திட்டமும், நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் விகிதசமனாகவும் இல்லை.

இந்த எறியத்தில் எப்பகுதியிலும் உண்மையான திசையைக் காணமுடியாது. மேலும், இது இலகுவில் வரையக்கூடிய எறியமுமன்று.

4.4.3 பயன்கள்

உலகம் முழுவதையும் சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் வரைந்து காட்ட முடியும். சமபரப்புத் தன்மை இந்த எறியத்தில் காணப்படுவதால் விளை பொருட் கள் போன்றவற்றின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கு இந்த எறியம் பயன்படுகின்றது. இவ்வெறியத்தில் வரையப்படும் நாடுகளின் எல்லைகள் பெரிதும் உருவம் மாறியிருக்கும்.



படம் 52 : சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் உலகின் அமைப்பு

இது இவ்வெறியத்திலுள்ள ஒரு குறைபாடாகும். எனினும் மத்திய பகுதியில் உருவம் ஓரளவு காணப்படுவதனால், நாம் காட்ட விரும்பும் பிரதேசத்திற்குச் சரியான மத்திய நெடுங்கோட்டைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கீறிக்கொள்ளமுடியும்.

4.5 மொலுவீட்டின் எறியம்

மேக்காற்றோவின் எறியம், சைன்வளைகோட்டெறியம் என்பன போன்று, மொலுவீட்டின் எறியமும் ஒரு வழக்கமான எறியமாகும். தேசப்படப் புத்தகங்களில் இவ்வெறியம் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மொலுவீட் என்பவரால் கணித்து வரையப் பெற்றபடியினால் இவ்வெறியம் அவர் பெயரால் வழங்கப் படுகின்றது.

4.5.1 வரையும் முறை

மொலுவீட்டின் எறியத்தினை வரைவதற்கு நிலைவிளக்கப்படம் தேவை யில்லை. ஓரளவு ஆரம்பத் திரிகோண கணித அறிவை உபயோகித்து இவ்வெறியத் தினை வரைந்துகொள்ள வேண்டும். இப்போது நாம் வரையவிருக்கும் மொலுவீட் டின் எறியத்தில், 2'' அல்லது 5 cm ஆரமான கோளத்தினை, 20° அகல, நெடுங் கோடுகள் இடைவெளியில் வரையப்போவதாகக் கொள்வோம்.

(அ) மொலுவீட்டின் எறியத்தில் 90° கிழக்கு, 90° மேற்கு நெடுங்கோடு ஒரு வட்ட மாகக் காணப்படுகின்றது. இம் முழுவட்டத்தைத்தான் நாம் முதலில் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். படம் 53இல் அவஆதெ என்னும் வட்டமாகும். மொலுவீட்டின் எறியம் ஒரு சமபரப்பு எறியமாகையினால் இவ்வட்டம் கோளத்தில் அரைக்கோளத்தின் பரப்பிற்குச் சமன். மிகுதி மறு அரைக்கோளத் தின் பரப்பிற்குச் சமன். இதனைக்கொண்டே மொலுவீட்டின் எறியத்திலுள்ள 90° நெடுங்கோட்டு வட்டம் வரையப்படுகின்றது.

90° நெடுங்கோட்டு வட்டம் = ½ கோளம்

இதனைக் கணித முறையில் எழுதுவதாயின்,

$\pi r^2 = 2\pi R^2$ (கோளத்தின் பரப்பு : $4\pi r^2$; அரைக்கோளத்தின் பரப்பு : $2\pi r^2$)

நாம் வரையப் போகும் மொலுவீட்டின் எறியத்தில் கோளத்தின் ஆரம் 5 cm ஆகையினால்,

$\frac{22}{7} \times r^2 = 2 \times \frac{22}{7} \times 5 \times 5$ என்பதாகும்.

$r^2 = 2 \times 5 \times 5$

$r = \sqrt{2 \times 5 \times 5}$

$= 7.07 cm$

எனவே, 90° நெடுங்கோட்டு வட்டத்தின் ஆரம் 7.07 cm ஆகும். இதனை ஆரமாகக் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்து கொள்க.

(ஆ) வட்டத்தின் மையத்திற்கு ஊடாக அ-ஆ எனும் மத்தியகோட்டின் பகுதி யையும், தெ-வ எனும் மத்திய நெடுங்கோட்டையும் வரைந்துகொள்க.

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

அகலக்கோடு	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
X	0.137	0.272	0.404	0.531	0.651	0.762	0.862	0.942	1.000

நாம் வரைந்து கொண்டிருக்கும் மொலுவீட்டின் எறியம் 20° அகல, நெடுங்கோட்டு இடைவெளிகளைக் கொண்டதாக இருப்பதால், நமக்குத் தேவையான பாகைகளை 90 பாகை நெடுங்கோட்டு வட்ட ஆரத்தினால் பெருக்கி அகலக்கோட்டு இடைவெளிகளைக் கணித்துக் கொள்வோம்.

அகலக்கோடு	× 90 நெ.கோ . வட்ட ஆரம்	இடைவெளி cm
20°	0.272 × 7.07	1.92
40°	0.531 × 7.07	3.80
60°	0.762 × 7.07	5.38
80°	0.945 × 7.07	6.68

இந்த இடைவெளித் தூரங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு, மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தரமாக அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை வரைந்து கொள்க. இதில் ஒன்றை நினைவில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டு இடைவெளியும் மத்திய கோட்டில் இருந்தே கணிக்கப்படல் வேண்டும்.

(ஈ) மத்திய நெடுங்கோட்டிற்கும் 90° நெடுங்கோட்டுப் பரிதிக்கும் இடையிலுள்ள அகலக்கோடுகளின் அளவில், ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டையும் கிழக்கேயும், மேற்கேயும் நீட்டிக் கீறிக்கொள்க. உதாரணமாக, படத்தில் மே-அ என்பதில் நீளம் அ-0 என்பதற்குச் சமன்; 0-அ என்பதன் நீளம் ஆ-கி என்பதற்குச் சமன்.

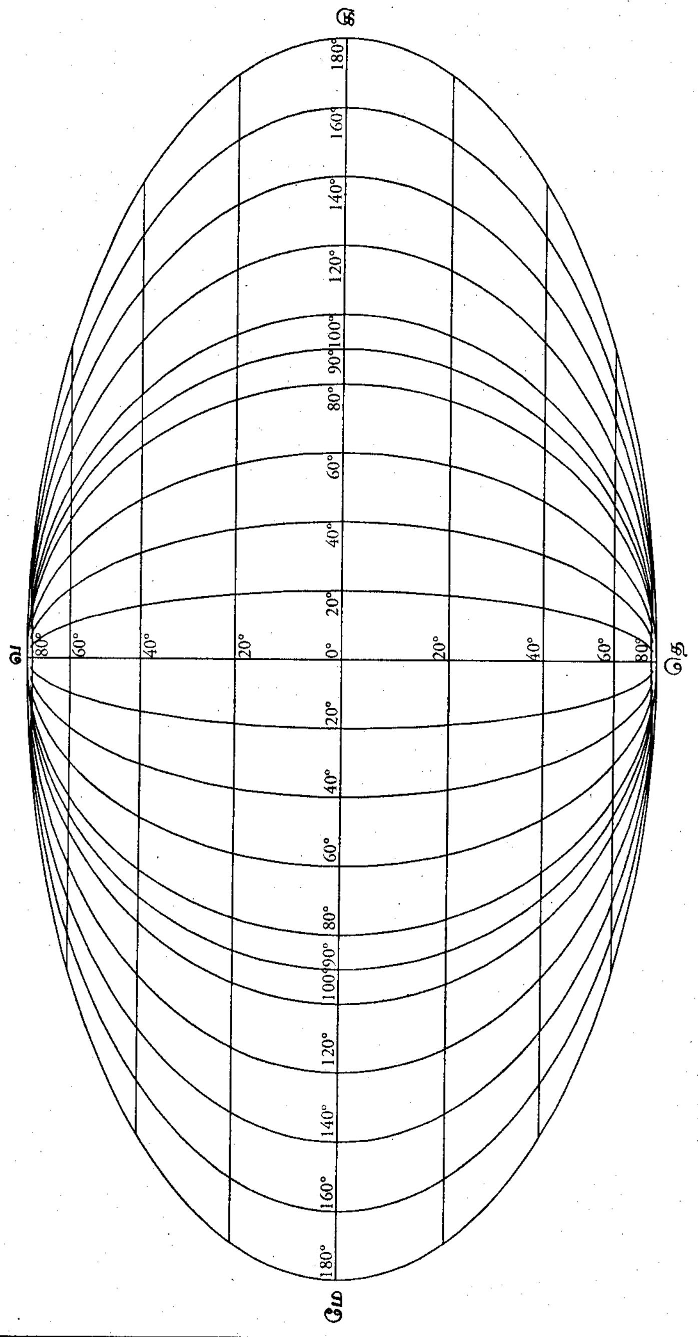
மே-அ = அ-0 = 0-ஆ = ஆ-கி

இவ்வாறே ஏனைய அகலக்கோடுகளும் வரையப்படல் வேண்டும்.

(உ) ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களிலும் நெடுங்கோடுகளைக் கீறுவ தற்குரிய புள்ளிகளை இடல்வேண்டும். நாம் 20° நெடுங்கோட்டு இடைவெளி யில் வரைய இருப்பதனால் ஒவ்வொரு அகலக்கோடுகளிலும் 18 புள்ளிகளை இடல் வெண்டும். எனவே, ஒவ்வொரு அகலக்கோட்டின் நீளத்தைக் கணித்து 18 பிரிவுகளாக வகுத்துக்கொள்க பின் ஒத்த புள்ளிகளூடாக இணைத்து நெடுங்கோடுகளை வரைக.

(ஊ) அகல, நெடுங்கோடுகளுக்குப் பெயரிடுக.

(எ) அளவுத்திட்டத்தைத் தவறாது எழுதுக.



படம் 53 : மொலுவீட்டின் எறியம்

4.5.2 மொலுவீட்டின் எறியத்தின் பண்புகள்

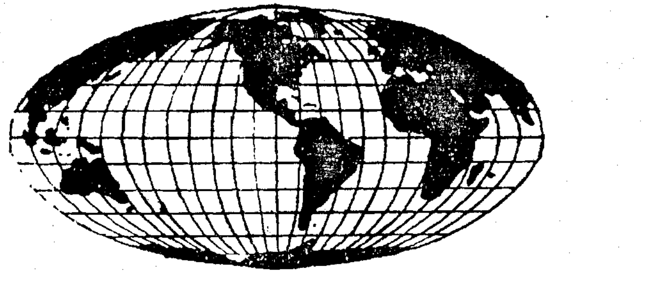
மொலுவீட்டின் எறியத்தில் சைன்வளைகோட்டெறியத்தை போன்றே அகலக்கோடுகள் யாவும் நேர்கோடுகளாகவும், மத்திய கோட்டிற்குச் சமாந்தர மானவையாகவும் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால், அவை ஒத்த இடைவெளி களைக் கொண்டனவல்ல. மத்திய நெடுங்கோடு தவிர்ந்த ஏனையன வளைகோடு களாக உள்ளன. மத்திய நெடுங்கோடு மட்டுமே அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்களை செங்குத்தாக வெட்டுகின்றது.

அகலக்கோடுகளிலோ, நெடுங்கோடுகளிலோ உண்மையான அளவுத் திட்டத்தைக் காணமுடியாது. கோளத்தின் அரைப்பாதியாக இருக்க வேண்டிய நெடுங்கோடுகள் கிழக்காயும், மேற்காயும் செல்லச் செல்ல மிகைப்பட்டிருக்கின்றன.

மொலுவீட்டின் எறியத்தில் சமபரப்புப் பேணப்பட்டிருக்கின்றது. இவ் எறியத்தில் வரையப்படும் ஒரு பிரதேசத்தின் பரப்பு கோளத்திலுள்ள அப் பிரதேசத்தின் பரப்பிற்குச் சமனாக இருக்கும்.

சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் எல்லைப்புறங்களில் உருவம் அதிகம் மாறுதலடையும். ஆனால், மொலுவீட்டின் எறியத்தில் அவ்வளது தூரம் உருவம் எல்லைப்புறங்களில் மாற்றமடைவது கிடையாது. மேலும் சைன்வளைகோட்டெறி யத்தில் முனைவில் உருவம் ஒடுங்கிக் காணப்படும். இதில் தட்டையாக விரிந்து காணப்படும். மேலும், மத்திய கோட்டையடுத்த பகுதிகளில் உருவம் ஓரளவு சரியாக இருக்கும். சைன்வளைகோட்டெறியம் போன்று இவ்வெறியத்திலும் நேருருவெறியப் பண்பு கிடையாது. ஏனெனில், அகலக்கோடுகளும், நெடுங் கோடுகளும் ஒன்றினையொன்று செங்குத்தாக வெட்டவுமில்லை: எந்தவிடத்திலும் அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டம் சமனாகவு மில்லை. இக்காரணங்களினால் இவ்வெறியத்தில் திசை பேணப்படவில்லை. இவ் எறியத்தில் உண்மையான திசையைக் காட்டவியலாது.

மொலுவீட்டின் எறியத்தினை இலகுவில் வரைவது கடினம். எல்லா எறியங் களிலும் வரைவதற்கு மிகவும் கடினமான எறியமிதுவே.



படம் 54 : மொலுவீட்டின் எறியம்

4.2.3 பயன்கள்

சமபரப்பினை இந்த எறியம் கொண்டிருப்பதனால், விளைபொருட்கள், கனிப்பொருட்கள் என்பன உலகில் பரம்பி இருப்பதனைக் காட்டுவதற்கு இது மிகவும் ஏற்றது. உலகம் முழுவதனையும் இந்த எறியத்தில் வரைய முடியும். அரசியல் எல்லைகள் இடுவதற்கும் இந்த எறியம் பயன்படுகின்றது. தேசப்படப் புத்தகங்கள் தயாரிப்போர் இவ்வெறியத்தினை அதிகம் விரும்பி உபயோகிக்கின்றனர்.

அத்தியாயம் ஐந்து

எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல்

எழுத்தில் இட்டுச் சில விபரங்களை விபரிப்பதிலும், விளக்கப் படங்களில் அவற்றை வரைந்து காட்டுவதில் தெளிவும், விளக்கமும் இருக்கின்றன. மேலும் இலகுவில் விபரங்களைப் புரிய வைப்பதற்கும் அவை உதவுகின்றன. அதனால் தான் பழைய காலத்திலிருந்தே உலகத்தைப் படங்களாக வரைந்து விளக்க முயற்சித்து வந்திருக்கிறார்கள். அக்காலத்திலிருந்து வளர்ந்து வந்த படவரைகலையின் ஓர் உச்சமாக இன்று எறியங்கள் விளங்கி வருகின்றன.

கோளத்தை வலைப்பின்னற் கோடுகளின் உதவியுடன் தட்டையான தாளில் வரையும் படவரைகலையே எறியங்கள். அகல, நெடுங்கோடுகளைப் பலவாறு வகைப்படுத்தி உலகத்தை வரைந்தபோதிலும், எவ்வெறியப் படமும் பரப்பு, உருவம், அளவுத்திட்டம், திசை என்பன சிதையாது காட்டக்கூடிய பூரணமான படமாக அமையவில்லை. எனவேதான் நமது தேவைகளுக்கு இணங்கவும், நாம் வரைபடத்தில் காட்ட விரும்பும் விபரத்தின் தன்மைகளுக்கு இணங்கவும் எறியங்களைத் தெரிவுசெய்து கொள்ளவேண்டி இருக்கின்றது.

எல்லாத் தன்மைகளையும் ஒரே எறியத்தில் பேண முடியும் என்பது முடியாத தொன்று. கோளத்திலுள்ள பரப்பிற்குச் சரியாக எறியத்திலும் பரப்பினை அமைக்க முடியும். ஆனால் அச்சமபரப்பு எறியத்தில் உருவம் சரியாக அமைந்திருக்காது. மொலுவீட்டின் எறியம், சைன்வளைகோட்டெறியம் என்பனவற்றில் சமபரப்பு அமைந்துள்ளபோதிலும், எல்லைப்புறங்களில் உருத்திரிபுகள் காணப்படுகின்றன. (படங்கள் 52, 54) நேருருவெறியமான மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் உருவம் பேணப்பட்டுள்ள போதிலும், சம பரப்பினைக் காணமுடியாது இருக்கின்றது. (படம் 48) எல்லா அகலக்கோடுகளிலும், நெடுங்கோடுகளிலும் உண்மையான அளவுத் திட்டத்தினைக் கொண்டுள்ள எறியங்களில்லை. சமபரப்புள்ள ஓர் எறியத்தில் சரியான திசையைக் காட்டமுடியாது இருப்பதனால்தான் எறியங்களைத் தேவைக்கும், விபரத்தின் தன்மைக்கும் இணங்கத் தெரிவுசெய்து கொள்ளவேண்டி இருக்கின்றது.

5.1 பரம்பல் படங்கள்

விளைபொருள், இயற்கைத் தாவரம், மக்கள் முதலியனவற்றின் உலகப் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்புள்ள எறியங்கள் இன்றியமையாதன. பரம்பல் தன்மைகளை வரைந்து காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு எறியங்களே உகந்தன. சமபரப்பு உச்சி எறியம் (படம் 24), சமபரப்பு உருளையெறியம் (படம் 43) என்பன சமபரப்பு எறியங்களே எனினும், சமபரப்பு உச்சியெறியமும், பொன்னின் எறியமும் உலகப் பரம்பல் படங்களைக் காட்ட ஏற்றனவல்ல. ஏனெனில், இவ்விரு எறியங்களிலும் அரைக்கோளத்தினைக் காட்டாமே தவிர முழு உலகத்தினையும் வரைந்து காட்ட முடியாது இருக்கின்றது.

விளைபொருட்களின் பரம்பல், இயற்கைத் தாவரத்தின் பரம்பல் என்பன வற்றைக் காட்டுவதற்கு எறியங்களைத் தெரிவுசெய்யும் போது ஒன்றினை நினைவிற் கொள்ளல் அவசியம். என்னவெனில், அப்பொருள், அல்லது அத் தாவரம் அயனப் பிரதேசத்திற்கு உரியதா அல்லது இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்கு உரியதா என்பதைக் கண்டு தெரிந்துகொள்ளல் வேண்டும்.

உலகின் விளைபொருட்களை இரு பெரும் பிரதேசங்களுக்கு உரியனவாக வகுக்கலாம்.

(1) அயனப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்கள்

(2) இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்கள்

நெல், றப்பர், தேயிலை, கோப்பி, கொக்கோ என்பன அயனப் பிரதேசத்திற் குரிய பயிர்களாகவும், கோதுமை, பீற்றூட் கிழங்கு என்பன இடைவெப்பப் பிரதேசத் திற்குரிய பயிர்களாகவும் விளங்குகின்றன.

அயனப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு உருளையெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம், சைன்வளைகோட்டெறியம் என்பன உகந்தவை. எனினும், சமபரப்பு உருளையெறியமே மிகவும் ஏற்றதாக உள்ளது. ஏனெனில், பின்னிரு எறியங்களிலும் பார்க்க அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடியதாக இது விளங்குகின்றது.

இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சைன்வளைகோட்டெறியமும், மொலுவீட்டின் எறியமுமே ஏற்றனவாகவுள்ளன. சமபரப்பு உருளை எறியத்தில் இடைவெப்பப் பிரதேசங்கள் அதிக உருத் திரிபு களுக்கு உட்பட்டுள்ளன. இவ்வெறியம் அயனப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு சரியான உருவத்தில் காட்டுவது போன்று இடைவெப்பப் பிரதேசத்தைக் காட்டாது. ஆனால், சைன்வளைகோட்டெறியமும் (படம் 51) மொலுவீட்டின் எறியமும் (படம் 53) சமபரப்பினை மட்டுமன்றி இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு சரியான உருவத் தில் காட்டுகின்றன. இவை இரண்டும் இடைவெப்பப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்ட உகந்தன எனினும், சைன்வளைகோட்டெறியத்தில் எல்லைகளை

அடுத்து உருவம் மொலுவீட்டின் எறியத்திலும் பார்க்க அதிகம் வேறுபடுகிறது. எனவே, மொலுவீட்டின் எறியத்தினையே இடைவெப்பப் பிரதேசப் பயிர்களின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குத் தெரிந்தெடுக்க வேண்டும்.

உலகின் இயற்கைத் தாவரப் பரம்பலைக் காட்டுவதற்கு எறியங்களைத் தெரிவு செய்யும்போதும் விளைபொருட்களுக்குத் தெரிவுசெய்தது போன்றே தெரிவுசெய்து கொள்ளவேண்டும். உலகின் இயற்கைத் தாவரப் பரம்பல் முழுவதை யும் ஒரே படத்தில் காட்ட விரும்பினால், சைன்வளைகோட்டெறியத்தையோ, மொலுவீட்டின் எறியத்தையோ, சமபரப்பு உருளையெறியத்தையோ தேர்ந்தெடுத் துக்கொள்ளலாம். ஆனால் அயனப் பிரதேசக் காடுகளைக் காட்டுவதற்கு அயனப் பிரதேசத்தை ஓரளவு தவறின்றி அமைக்க உதவும் சமபரப்பு உருளையெறியமே ஏற்றதாக உள்ளது. இடைவெப்ப பிரதேசக் காடுகளையோ, புல்வெளிகளையோ படத்தில் வரைந்து காட்டுவதற்கு, இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினை ஓரளவு தவறின் றிக் காட்டும் மொலுவீட்டின் எறியமும், சைன்வளைகோட்டெறியமும் ஏற்றன. இவற்றில் எல்லைப்புறங்களில் பெரிதும் உருத் திரிபற்ற மொலுவீட்டின் எறியம் மிகவும் சிறந்தது.

5.2 பிரதேசப் படங்கள்

கிழக்கு-மேற்கு நீளமானதாகவும், வடக்கு-தெற்கு ஒடுங்கியதாகவும் உள்ள பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குக் கூம்பெறியங்கள் உகந்தன. சைபீரியாவிலோ, கனடாவிலோ அமைக்கப்பட்டிருக்கும் கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகளை அடக்கியிருக்கும் பிரதேசங்கள் கிழக்கு-மேற்கு நீளமானவையாகவும், வடக்கு -தெற்கு ஒடுங்கியனவாகவும் இருக்கின்றன. இக் கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகளைப் படங்களில் அமைத்துக் காட்டுவதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் (படம் 36) ஏற்றது. ஏனெனில், நியம அகலக்கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட பிரதேசத்தில் அளவுத்திட்டம் பெரிதும் சரியாகவும், ஓரளவு திரிபுறாமலும் விளங்குகின்றது. கண்டக் குறுக்குத் தண்டவாளப் பாதைகள் நியம அகலக்கோடுகளுக்குள் அடங்கக்கூடியதாக நியமச் சமாந்தரங்களைத் தேர்ந் தெடுத்து வரையவேண்டும்.

பிரித்தானிய தீவுகள், பிரான்ஸ் போன்ற சிறிய பிரதேசங்களினை வரைந்து காட்டுவதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியமே ஏற்றதாக விளங்கு கின்றது. இப்பிரதேசங்களின் விளைபொருட் பரம்பல், கனிப்பொருட் பரம்பல், குடிப்பரம்பல் என்பனவற்றினைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு எறியம் தேவை. சம பரப்பினையுடைய பொன்னின் எறியம் அதற்கு உகந்ததாக இருக்கின்றது. தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டையும், நியமச் சமாந்தரத்தையும் தேர்ந்தெடுத்து பொன்னின் எறியத்தினை வரைந்துகொள்ளலாம்.

ஐரோப்பா, அவுஸ்திரேலியா எனும் கண்டங்களை வரையவும் இருநியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சமபரப்புத் தேவை

ஆயின் பொன்னின் எறியத்தினை உபயோகித்து ஐரோப்பாவையும், அவுஸ்திரேலியாவினையும் வரைந்துகொள்ளலாம். சைன்வளைகோட்டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பனவற்றில் அவுஸ்திரேலியாவின் உருவம் மாறுதலடைவதனால் அவற்றை அவுஸ்திரேலியாவினை வரையப் பயன்படுத்துவது கிடையாது. ஆசியா, வட அமெரிக்காக் கண்டங்களை வரைவதற்கும் பொன்னின் எறியத்தினை உபயோகிப்பர். இக்கண்டங்களின் சமபரப்பினையே இது காட்டுமன்றி, உருவத்தினைச் சரியாகக் காட்டாது. மேலும், இவை மிகப்பெரிய கண்டங்களாக இருப்பதனால் இவ்வெறியத்தில் அமைந்தாலும் தவறுகள் நேரவே செய்யும்.

ஆபிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா எனும் கண்டங்களை வரைவதற்குச் சைன்வளைகோட்டெறியம் ஏற்றதாக இருக்கின்றது. இக்கண்டங்களின் மேற்குக் கிழக்குத் தூரம் அயனப் பிரதேசத்தில் அடங்குவதால், சைன்வளைகோட்டெறியத்தினைக் கொண்டு வரையப்படும் படங்களில் இக் கண்டங்கள் நன்கு அமைகின்றன. மத்திய நெடுங்கோட்டிலும், அகலக்கோடுகளிலும் அளவுத்திட்டம் சரியாக இவ்வெறியத்தில் காணப்படுவதினால் தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டினைத் தெரிவுசெய்து ஆபிரிக்காவையும், தென் அமெரிக்காவையும் வெவ்வேறு படங்களாக வரைந்து கொள்ளலாம்.

முனைவுப் பிரதேசங்களைக். காட்டுவதற்கு உச்சியெறியங்கள் ஏற்றன. முனைவுப் பிரதேசங்களின் பரப்பினைச் சரியாகக் காட்ட வேண்டுமாயின் சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினையும் (படம் 24) திசையைச் சரியாகக் காட்ட வேண்டுமாயின் திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்தினையும் பயன்படுத்தலாம். (படம் 17)

5.3 போக்குவரத்துப் படங்கள்

உலகின் போக்குவரத்துப் பாதைகளை வரைந்து காட்டுவதற்கு திசையைச் சரியாகக் காட்டும் எறியங்களே ஏற்றன. மேக்காற்றோவின் எறியத்திலும் (படம் 48) திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்திலும்தாம் (படம் 17) திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வெறியங்களில் அகல, நெடுங்கோடுகள் மிகைப்பட்ட விகிதம் சமனாக இருப்பதனால், பரப்பு மாறியதே தவிர, திசை மாற்றமடையவில்லை. (படம் 18) மேலும், இவ்விரு எறியங்களும் நேருரு எறியங்கள் ஆகையால், உருவம் பெரிதும் சரியாகக் காணப்படுகின்றது. அதனால், உலகின் கப்பற் பாதைகளையும், நீரோட்டங்களின் போக்கையும், காற்றுக்களின் திசையையும் காட்டுவதற்கு மேற்காற்றோவின் எறியம் உகந்ததாக உள்ளது. முனைவுப் பிரதேசங்களில் இத்தன்மைகளைக் காட்டுவதற்குத் திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் ஏற்றதாக விளங்குகின்றது.

5.4. சில எடுத்துக்காட்டுகள்

எறியங்களைத் தெரிவுசெய்தல் எறியங்கள் பற்றிய அறிவில் முக்கியமானதாக விளங்குவதனால், சில விபரங்களுக்கு எறியங்களை எவ்வாறு, ஏன் தெரிவு செய்யவேண்டும் என்பதைச் சற்று விரிவாக ஆராய்வோம்.

(அ) உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்கள்
(ஆ) உலகின் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்கள்
(இ) அந்தாட்டிக் கண்டம்
(ஈ) ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகள்
(உ) உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகள்
(ஊ) ஆபிரிக்காவின் பௌதிகவுறுப்புக்கள்

5.4.1 உலகில் நெல் விளையும் பிரதேசங்கள்

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

நெல் விளையும் பிரதேசங்கள் முக்கியமாக அயனப் பிரதேசத்திற்குள் அடங்கிவிடுவதனால், அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடிய எறியம் மிகவும் சிறந்தது. மேற்குறிப்பிட்ட மூன்று எறியங்களும் சமபரப்பு எறியங்களே எனினும், அயனப் பிரதேசத்தைச் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடியது சமபரப்பு உருளை எறியமே. அதனால் உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்கு இவ் எறியத்தைத் தெரிவு செய்து கொள்ளலாம்.

மேலும், மத்திய கோட்டினை அடுத்த பகுதிகளில் ஓரளவு உண்மையான உருவத்தை இவ்வெறியத்தில் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. சமபரப்பினை மட்டுமன்றி, அயனப் பிரதேசத்தை ஓரளவு உண்மையான உருவத்தில் காட்டும் சமபரப்பு உருளையெறியம் உலகில் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்குச் சிறந்ததே (படம் 43ஐப் பார்க்க). உலகின் நெல் விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்கு மொலுவீட்டின் எறியத்திலோ, சைன்வளைகோட்டெறியத்திலோ இல்லாத ஒரு நன்மை சமபரப்பு உருளையெறியத்தில் இருக்கின்றது. என்னவெனில், சமபரப்பு உருளையெறியத்தினை இலேசாக வரைந்து கொள்ள முடியும். ஏனைய இரு எறியங்களும் இலகுவில் வரைந்து கொள்ளக் கூடியனவல்ல.

5.4.2 உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்கள்

உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்புடைய எறியங்களையே தெரிவுசெய்து கொள்ளவேண்டும். இடைவெப்பப் பிரதேசத்திற்குரிய பயிரான கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குப் பொன்னின் எறியம் ஏற்றது. எனினும் பொன்னின் எறியத்தில் ஒரு அரைக்கோள

இடைவெப்பப் பிரதேசக் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டலாமே தவிர, உலகம் முழுவதிலும் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டமுடியாது. அதனால், பொன்னின் எறியம் ஏற்றதொன்றன்று.

மேலும் சமபரப்பு உருளையெறியம் அயனப் பிரதேசத்தினைச் சிறப்பாகக் காட்டுமே தவிர, இடைவெப்பப் பிரதேசத்தினைச் சிறப்பாகக் காட்டாது. இதில் சமபரப்பு இருக்கின்றபோதிலும், இடைவெப்பப் பிரதேசங்கள் பெரிதும் உருவ மாற்றங்களுக்கு உட்பட்டிருக்கின்றன. அதனால் உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு உருளை எறியம் ஏற்றதாக இல்லை.

எனவே, சைன்வளைகோட்டெறியமும், மொலுவீட்டின் எறியமுமே உலகின் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்ட ஏற்றனவாக உள்ளன. கோதுமை அதிகமாக இடைவெப்பப் பிரதேசங்களில் விளைகின்ற போதிலும், இன்று அயனப் பிரதேசங்களிலும் கணிசமான அளவு விளைவிக்கப் படுகின்றது. அதனால் இடைவெப்பப் பிரதேசங்களையும் அயனப் பிரதேசங்களை யும் சிறப்பாகக் காட்டக்கூடிய எறியங்களே தேவை. இச்சிறப்பினைக் கொண்டிருப் பவை சைன்வளைகோட்டெறியமும், மொலுவீட்டின் எறியமுமாம். (படம் 54ஐப் பார்க்க)

இவ்விரு எறியங்களும் உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களை வரைந்து காட்ட உகந்தன எனினும், சைன்வளைகோட்டெறியத்திலும், மொலுவீட் டின் எறியம் ஒருவகையில் சிறப்புற்றதாகக் காணப்படுகின்றது. சைன்வளைகோட் டெறியத்தில் எல்லைப்புறங்களில் உருவம் அதிக மாற்றமடைந்து இருக்கும். ஆனால், மொலுவீட்டின் எறியத்தில் எல்லைப்புற உருவ மாற்றம் சைன்வளை கோட்டெறியத்திலும் குறைவு. எனவே மொலுவீட்டின் எறியத்தினையே உலகில் கோதுமை விளையும் பிரதேசங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதற்கு இறுதியாகத் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும்.

5.4.3 அந்தாட்டிக் கண்டம்

முனைவுப் பகுதிகளை வரைந்து காட்டுவதற்கு உச்சியெறியங்களே மிகவும் ஏற்றனவாக விளங்குகின்றன. அந்தாட்டிக் கண்டத்தினைப் படத்திலமைத்துக் காட்டுவதற்கு, தென் முனைவின் மேல் தட்டையான தளத்தை வைத்து வரையப் படும் பார்வையுள்ள உச்சயெறியங்கள் ஏற்றன.

நிழற்கடிகார உச்சியெறியத்தில் (படம் 14) அகலக்கோட்டிலோ, நெடுங் கோட்டிலோ உண்மையான அளவுத்திட்டத்தைக் காணமுடியாது இருக்கின்றது. மையத்திற்கு அப்பால் அளவுத்திட்டமும், உருவமும் மிகைப்பட்டிருக்கின்றன. அதனால், இவ்வெறியம் அந்தாட்டிக் கண்டத்தினைக் காட்டுவதற்கு மிகவும் ஏற்ற உச்சியெறியமாக அமையவில்லை.

செங்குத்து வரைபட உச்சியெறியத்தில் (படம் 21) அகலக்கோடுகளில் உண்மையான அளவுத்திட்டம் இருக்கின்றபோதிலும் மையத்திற்கு அப்பால் உருவம் மிகவும் மாற்றமடைந்திருப்பதினால் இவ்வெறியமும் அந்தாட்டிக் கண்டத் தினை வரைந்து காட்ட மிகவும் ஏற்ற எறியமன்று.

அந்தாட்டிக் கண்டத்தில் போக்குவரத்துப் பாதைகளைச் சமதூரத்தில் காட்ட விரும்பினால் சமதூர உச்சியெறியத்தினை (படம் 57) ஐத் தெரிவு செய்து கொள்ள லாம், அந்தாட்டிக் கண்டத்தினைச் சமபரப்பில் காட்ட விரும்பினால், சமபரப்பு உச்சி எறியத்தினைத் தெரிவு செய்யலாம் (படம் 14). மேலும் அந்தாட்டிக் கண்டத்தின் அரசியல் எல்லைகளைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்பு உச்சியெறியத்தினைப் பயன் படுத்தலாம். ஆனால் அந்தாட்டிக் கண்டத்தில் விரிவான ஆராய்ச்சிகள் நிகழ்த்தப் படவேண்டி இருக்கின்றது. அதனால் ஓரளவு உருவத்தைச் சரியாகக் காட்டக்கூடிய எறியமும் போக்குவரத்துப் பாதைகள் அமைப்பதற்குத் திசையைச் சரியாகக் காட்டக்கூடிய எறியமும்தான் ஏற்றது. இத்தன்மைகளை உச்சியெறியங்களில் திண்ம வரைபட உச்சியெறியத்தில்தான் காணலாம். (படம் 17) எனவே, அந்தாட்டிக் கண்டத்தினை வரைந்து காட்ட நேருருவெறியமான திண்ம வரைபட உச்சியெறி யமே மிகவும் ஏற்றதாக விளங்குகின்றது.

5.4.4 ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகள்

ஐரோப்பாவினைப் பொதுவாக வரைவதற்கு இருநியமச் சமாந்தரக்கோட்டுக் கூம்பெறியம் (படம் 36) பொருத்தமானதாகக் காணப்படுகின்றது. ஆனால், ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டுவதற்கு இவ்வெறியம் உகந்ததாகத் தெரியவில்லை. ஏனெனில், இவ்வெறியம் சமபரப்புடைய எறியமன்று. அரசியல் பிரிவுகளைக் குறிப்பதற்காக இடப்படும் எல்லைகள் சரியாகவும், அரசியல் பிரிவு கள் சமபரப்பினவாகவும் இருத்தல் அவசியம். மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டினால் சிறிய அரசுகள் சில பெரும் அரசுகளின் அளவினவாகக் காணப்படும். எனவேதான் சமபரப்பு எறியம் அரசியல் பிரிவுகளை இடுவதற்கு இன்றியமையாததாக விளங்குகின்றது.

ஐரோப்பாவின் நெடுங்கோடுகளின் இடைவெளித்தூரம் ஏறக்குறைய 60° வரை இருப்பதனால், சமபரப்புடைய பொன்னின் எறியம் ஐரோப்பாவின் அரசியல் பிரிவுகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்றது. மேலும், தக்க மத்திய நெடுங்கோட்டைத் தேர்ந் தெடுத்துப் பொன்னின் எறியத்தினை அமைக்கில், ஓரளவு உண்மை உருவத்தினை யும் பேணமுடியும். மேலும், மத்திய நெடுங்கோட்டிலும், அகலக் கோடுகள் எல்லா வற்றிலும் அளவுத்திட்டம் இவ்வெறியத்தில் சரியாக இருக்கிறது. மத்திய நெடுங் கோட்டில் உண்மையான திசையையும் இதில் காணலாம். எனவே 20° கி. நெடுங் கோட்டை பொன்னின் எறியத்திற்குரிய உச்ச நெடுங்கோடாகக் கொண்டு ஐரோப்பா வினை அமைத்து அதில் அரசியற் பிரிவுகளைக் காட்டலாம். (படம் 59, 40)

5.4.5 உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப்பகுதிகள்

நமது தேவைக்கு இணங்கவே நாம் எறியங்களைத் தெரிவுசெய்து கொள்கிறோம். பரம்பற் படங்களை வரைவதற்குச் சமபரப்பு எறியங்களே ஏற்றன. ஊசியிலைக் காட்டின் பரம்பலைக் காட்டுவதற்குச் சமபரப்புள்ள எறியங்கள் தாம் உகந்தன.

உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகள் வட அரைக்கோளத்தில் அதுவும் உயரகலக் கோட்டுப் பகுதிகளில் அடங்கியுள்ளன. அதனால்தான் பொன்னின் எறியம், சமபரப்பு உருளையெறியம், சைன்வளைகோட்டெறியம், மொலுவீட்டின் எறியம் என்பன இவற்றைக் காட்ட உதவும் எறியங்கள். எனினும், பொன்னின் எறியத்தில் உருவம் பெரிதும் மாறுதலடைவதினாலும், சிறிய பகுதிகளைக் காட்டவே அது ஏற்றதாகையினாலும் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டச் சிறந்த எறியமாகக் கொள்ள முடியாது. அதனைப் போன்றே சமபரப்பு உருளையெறியமும் காணப்படுகிறது. அயனப் பிரதேசத்தினைச் சிறப்பாகக் காட்டுவது போன்று உயரகலக்கோட்டுப் பகுதிகளை இது சிறப்பாகக் காட்டாது. அதனால் இவ்வெறியமும் உலகின் ஊசியிலைக் காட்டுப்பகுதிகளைக் காட்ட ஏற்றதொன்றாக இல்லை.

உலகில் ஊசியிலைக் காடுகள் வட அமெரிக்காவின் அலாஸ்கா எல்லையிலிருந்து, ஆசியாவின் கம்சட்கா கரைவரை பரந்துள்ளன. அதனால், எல்லைப் புறங்களில் உருவத்தில் அதிக மாறுபாடுடைய சைன்வளைகோட்டெறியம் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு அவ்வளவு ஏற்றதன்று. உயரகலக் கோடுகளை ஓரளவு சிறப்பாக எல்லைப்புறங்களில் உருவத்தில் அதிக மாற்றமில்லாமலும் காட்டுவதான சமபரப்புடைய மொலுவீட்டின் எறியமே உலகில் ஊசியிலைக் காட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்ற எறியமாகும். (படம் 53)

5.4.6 ஆபிரிக்காவின் பௌதிக உறுப்புக்கள்

பௌதிக உறுப்புக்களைக் காட்டுவதற்கும் சமபரப்பினை உடைய எறியமே சிறந்தது. ஆகையினால், ஆபிரிக்காவின் பௌதிக இயல்புகளைக் காட்டுவதற்கும் ஏதாவது ஒரு சமபரப்பு எறியமே ஏற்றது. சமபரப்பு உச்சியெறியமோ, பொன்னின் எறியமோ அரைக்கோளத்தினை வரையவே ஏற்றன. ஆபிரிக்காவின் பௌதிக இயல்புகளைக் காட்டுவதற்கு ஏற்ற எறியங்கள் மூன்றுள்ளன.

(1) சமபரப்பு உருளையெறியம்
(2) மொலுவீட்டின் எறியம்
(3) சைன்வளைகோட்டெறியம்

ஆபிரிக்கா ஏறத்தாழ 60° அகலக்கோட்டு 70° நெடுங்கோட்டுத் தூரத்தினைக் கொண்டுள்ள ஒரு பெரிய கண்டமாகும். அதனால் மத்திய கோட்டினை அடுத்த பகுதிகளைச் சிறப்பாகக் காட்டும் சமபரப்பு உருளையெறியம் ஆபிரிக்கா முழுவதையும் காட்ட ஏற்றதன்று. (படம் 43) அகலக்கோடுகளிலோ, நெடுங்கோடுகளிலோ

உண்மையான அளவுத்திட்டத்தினைக் கொண்டிருக்காத மொலுவீட்டின் எறியம் (படம் 53) ஆபிரிக்காவின் பௌதிக உறுப்புக்களைக் காட்ட மிகவும் சிறந்ததன்று. மேலும் இதனை வரைவது இலகுவாகவில்லை. இக்காரணங்களினால், ஆபிரிக்காவின் பௌதிக உறுப்புக்களைக் காட்டுவதற்குச் சைன்வளைகோட்டெறியமே ஏற்றதாக விளங்குகின்றது. (படம் 51)

ஆபிரிக்காவின் மேற்குக் கிழக்குத் தூரம் அயனப்பிரதேசத்தில் அதிகமாக இருப்பதனால், சைன்வளைகோட்டெறியம் இதனைக் காட்ட ஏற்றதாகவுள்ளது. மேலும், இவ்வெறியத்தில் அகலக்கோடுகள் எல்லாவற்றிலும், மத்திய நெடுங் கோட்டிலும் உண்மையான அளவுத்திட்டத்தினைக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. மொலுவீட்டின் எறியத்திலும் பார்க்க இதனை இலேசாக வரையலாம். மேலும், மத்திய நெடுங்கோட்டை அடுத்த பகுதிகளில் ஓரளவு சரியான உருவத்தினையும் காணலாம்.

ஆபிரிக்காவின் மத்தியினூடாகச் செல்லும் 20° கி நெடுங்கோட்டை, சைன்வளைகோட்டெறியத்தின் மத்திய நெடுங்கோடாகக் கொண்டு ஆபிரிக்காவினை வரைந்து கொள்ளலாம். இவ்வாறு வரைந்துகொண்ட படத்தில் ஆபிரிக்காவின் பௌதிகவியல்புகளை வரைந்து காட்டலாம். எனவே சைன்வளைகோட்டெறியமே ஆபிரிக்காவின் பௌதிகவியல்புகளைக் காட்டச் சிறந்த எறியமாகும்.

5.4.7 உலகின் கப்பற் பாதைகள்

உலகின் கப்பற் பாதைகளைப் படத்தில் வரைந்து காட்டுவதற்கு, கோளத்தில் உள்ளவாறே, சரியான திசையைப் படத்திலும் காட்டக் கூடிய எறியங்கள் தேவை. சரியான திசையைக் காட்டக்கூடிய எறியங்கள் திண்மவரைபட எறியம், மேக்காற்றோவின் எறியம் என்பனவாம். அகலக்கோட்டு அளவுத்திட்டம் மிகைப்பட்டதற்கு ஏற்ப நெடுங்கோட்டு அளவுத்திட்டமும் மிகைப்பட்டிருப்பதனால் இவ்விரு எறியங்களிலும் திசை பேணப்பட்டிருக்கின்றது. (படம் 8)

இவ்விரு எறியங்களிலும் திண்ம வரைபட உச்சி எறியத்தில் ஒரு அரைக்கோளத்தினை மட்டும்தான் அமைத்துக் காட்ட முடியும். எனவே, உலகின் கப்பற் பாதைகளை முற்றாக வரைந்து காட்டுவதற்குத் திண்ம வரைபட உச்சியெறியம் ஏற்றதன்று. உலகம் முழுவதையும் வரைந்து காட்ட உதவும் மேக்காற்றோவின் எறியந்தான் உலகின் கப்பற் பாதைகளைக் காட்ட ஏற்றதாகும்.

மேக்காற்றோவின் எறியத்தில் சமபரப்பினைக் காணமுடியாது. எனினும், நேருருவம், திசை என்பன சரியாக அமைந்திருப்பதனால் சிறப்பான எறியமாக விளங்குகின்றது. எனவே, உலகின் கப்பற் பாதைகளைக் காட்டுவதற்கு மேக்காற்றோ வின் எறியத்தினையே தெரிவு செய்தல் வேண்டும் (படம் 48)

கலைச்சொற்கள்

அகலக்கோடு	Latitude
அகலக்கோட்டுச் சமாந்தரங்கள்	Parallels of Latitude
அந்தாட்டிக் வட்டம்	Antartic Circle
ஆர்ட்டிக் வட்டம்	Arctic Circle
இரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்	Two Standard Parallels Conic Projection
உச்ச நெடுங்கோடுகள்	Meridian of Longitude
உச்சி எறியங்கள்	Zenithal Projections
உருவம்	Shape
உருளையெறியங்கள்	Cylindrical Projections
எறியங்கள்	Projections
ஒரு நியமச் சமாந்தரக் கோட்டுக் கூம்பெறியம்	One standard parallel Projection
கடகக்கோடு	Tropic of Cancer
கற்பனைக் கோடுகள்	Imaginary Lines
கூம்பு எறியங்கள்	Conical Projections
கோளம்	Globe
சதுரக்கோட்டு முறைப்படம்	Graticule
சமதூர உச்சியெறியம்	Zenithal equal area Projection
சமபரப்பு	Equal Area
சமதூர உருளையெறியம்	Cylindrical equal distant Projection
சமதூர உச்சியெறியம்	Zenithal equal distant Projection
சர்வதேசத் தேதிக்கோடு	International Date Line
சரிவுத்தளம்	Oblique plane
சிறுவட்டங்கள்	Small Circles
செங்குத்து வரைபடவெறியம்	Oethographic -projection
சைன்வளைகோட்டு எறியம்	Sinusoidal projection or Sansan-Flamsteed Projection
தட்டையான தளம்	Plane Surface
திசை	Direction

திண்ம வரைபட எறியம்	Stereographic Projection
திருத்தியமைக்கப்பட்ட கூம்பெறியம்	Modified Conical Projection
தொடுகோடு	Tangent
நிலைவிளக்கப்படம்	Elevation Diagram
நிழற்கடிகார எறியம்	Gnomonie Projection
நெடுங்கோடு	Longitude
நேருருவெறியம்	Orthomorpic Projection
படவரைகலை	Cartography
பார்வையற்ற எறியம்	Non-Perspective projection
பார்வை எறியம்	Perspective Projection
புவியச்சு	Axis of the Earth
புவியின் வடிவம்	Shape of the Earth
பெருவட்டங்கள்	Great Circles
பொன்னின் எறியம்	Bonn's Projection
மகரக்கோடு	Tropic of Capricon
மத்தியகோடு	Equator
மத்திய கோட்டுத் தளம்	Equatorial Plane
முதனெடுங்கோடு	Prime Meridian
முனைவு	Polar
முனைவுத்தளம்	Polar Plane
மெய் உருவம்	True Shape
மெக்காற்றோவின் எறியம்	Mercator's Projection
மொலுவீட்டின் எறியம்	Mollweid's Projection
வலைப்பின்னல்	Network
வழக்கமான எறியங்கள்	Conventional Projection
விட்டம்	Diameter

ஆய்வுக்குரிய நூல்களும் கட்டுரைகளும்

ஆய்வுக்குரிய நூல்கள்

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

ஆய்வுக்குரிய கட்டுரைகள்

1. *The Use and Abuse of Map Projection* - Q John Stewart Geog. Rev. 33:589-604
2. *New Uses for Globes and Spherical Maps* - L H Powell Geog. Rev. 35: 49-58
3. *A Grid Formed of Meridians and Parallels for Comparison and Measurement of Area* - H P Bailey, Geog Rev. 46: 239-245
4. *Some Three - Dimensional Relief Globes, Past and Present* - W A Briesmeister Geog Rev. 47: 251-260 (1964)
5. *Notes on Cylindrical World Map Projections* - O K Miller Geog Rev. 32: 424-430 (1942)
6. *Maps of the Whole World Ocean* - A F Spilhaus Geog Rev 32: 431-435 (1942)
7. *An Analytical Approach to Map Projections* - A H Robinson Annals A. A. G. 39: 283-290 (1949)
8. படவெறிய ஆய்வின் நேருருவப் பண்பு - கலாநிதி ஜோர்ஜ் தம்பையாபிள்ளை புவியியல் இதழில் 2 : 3 (1965)
9. *The Problems of Map Projection Study* - Dr George Thambyahpillay Journal of National Education Society (Vol. xii, No. 2, October 1963)

30173

கலாநிதி. க. குணராசாவின்

புவியியல் நூல்கள்

GCE (A/L) வகுப்புக்களுக்கானவை

1. சுற்றாடற் புவியியல்
2. மானிடப் புவியியல்
3. இடவிளக்கவியற் படங்கள்
4. எரியங்கள்
5. புள்ளிவிபரப் படவரைகலை
6. சூழலியல்
7. தேசப்படத் தொகுதி (அற்லஸ்)

பட்டப் படிப்புக்குரிய நூல்கள் - GAQ, BA வகுப்புக்களுக்கானவை

1. மானிடப் புவியியல்
2. இடவிளக்கவியற் படங்கள்
3. சூழலியல்
4. புவிவெளியுருவவியல்
5. புள்ளிவிபரப் படவரைகலை
6. இலங்கைப் புவியியல்
7. விமான ஒளிப்படங்கள்

பொதுப்பரீட்சைக்குரிய நூல்கள்

1. பொது உளச்சார்பு (புதிய பதிப்பு)
2. பொது அறிவு
3. கிரகித்தல்
4. சூழலியல்
5. பூமித்தாய்
6. பிரபஞ்சம்

விலை : ரூபா 120.00