கடலில் ஒளியும் ஒலியும்

திரு. ருத்ர. துளசிதாஸ், எம். எஸ்சி.

உலகத்தின் பெரும்பரப்பு கடலால் அமைந்திருக்கிறது. நிலப்பரப்பைப்பற்றிய உண்மைகளை விஞ்ஞான முறைப்படி அறிந்து கொள்ள முயற்சிகள் நடந்தது போலவே கடலடிப் பரப்பையும் ஆராய்ந்தறிய விஞ்ஞானிகள் முயன்று வெற்றிகண்டிருக்கின்றனர். வானவீதி ஆராய்ச்சியைப் போலவே ஆழ்கடல் ஆராய்ச்சியும் மனிதனுடைய முன்னேற்றத்தை அளவிடுவதாக அமைகிறது. வாணிபத்துக்காகவும் பிற வசதிகளுக்காகவும் கப்பல் பயணப் பாதையாகப் பயன்பட்டு வந்த கடல்பகுதி போர்க்காலச் சூழல்களில் இரகசியப் பாதுகாப்பிடமாகவும் இக் காலத்தில் பயன்படுகிறது. உலகப் பொதுவாக இருந்த கடல் தற்போது எல்லைப் பகுதிகளாக நாடுகளால் உரிமை கொள்ளப்படுவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

கடல் சாம்ராஜ்யம் பரந்து கிடக்கிறது. அங்கு உயிரினங்கள் தத்தமக்கு ஏற்றதான உடலமைப்புக்களுடன் குழு அமைப்புடனும் போராட்டச் சூழலுடனும் வாழ்ந்து வருகின்றன. நிலப்பரப்பில் இருக்கும் சூழலுக்குங் கடலடிச் சூழலுக்கும் பெருத்த வேறுபாடு இருப்பதனால் மனிதன் தனக்குரிய உடலமைப்புடன் கடலடியில் ஆராய்ச்சி புரிய இடையூறுகளை ஏற்கவேண்டியிருக்கிறது. ஒளி, ஒலி என்ற இருவகை ஆற்றல்கள் நிலவுலகில் நம்மைச் சூழ்ந்திருக்கின்றன. அவை கடலடியில் எவ்விதம் செயற்படுகின்றனவென்று அறிந்துகொண்டால் நிலப்பரப்பினின்றும் ஆழ்கடல் எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என்பதனை அறிந்துகொள்ளலாம்.

சூரிய ஒளியின் சுமார் பதினைந்து சதவீதம் கடலின் மேற்பரப்பில் தாக்குண்டு பிரதிபலிக்கப்பட்டுத் திரும்பிச் சென்றுவிடுகிறது. மீதிதான் கடலுக்குள் செல்கிறது. கடல்நீருக்குள் செல்லும் இந்த ஒளிக்கதிர்கள் பல மாற்றங்களுக்குள்ளாகின்றன. கடலுக்குள் செல்லச் செல்ல அக் கதிர்களின் ஆற்றல், தீவிரம் முதலியன படிப்படியாகக் குறைகின்றன. ஒளிச்சிதறல், விலகல் முதலிய செயல்கள் காரணமாகத்தான் ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. கரைந்ததும் கரையாததுமான பலபொருட்கள் கடல்நீரில் இருக்கின்றன. அவைதாம் ஒளிச்சிதறல், விலகல் முதலியவற்றிற்குக் காரணமாகி

ஒளியின் பயணத்தைத் தடைப் படுத்துகின்றன. ஒளிக்கற்றையின் உட்பிரிவுகள் பல கடல்நீரினுல் சுர்க்கப்பட்டுவிடுகின்றன. இவற் றில் நீலம், பச்சை ஆகிய நிறக் கூறுகள் மட்டுமே கடலடியின் மிக ஆழத்திற்குச் செல்லுந்திறன் பெற்றிருக்கின்றன. எனவே கடல் பச்சை கலந்த நீலநிறம் கொண்ட தாகத் தோன்றுகிறது.

பொதுவாகக் கடலின் மேற் பரப்பு பற்பல நிறங்களைக்கொள் கிறது. நீலம், பச்சை, பழுப்பு, மஞ்சள், சிவப்பு என்று பல நிறங் களைச் சொல்லலாம். பழுப்பு, மஞ்சள், சிவப்பு முதலியன ஆங் காங்கே எங்காவது கடற்கரை ஓரங்களில் காணப்படும் நிறங்க ளாவன. கடற்பரப்பில் நிறமாற் றங்கள் ஏற்படக் காரணமாக இருப்பவை பல உண்டு. நீல நிறத்திற்கான முதன்மைக் கார ணம் ஒளிச்சிதறல்தான். பச்சை நிறங்கொண்ட கடற்பகுதியில் மீன் வளம் அதிகமாக இருக்கும். பச்சைநிறம் அமைவதற்கான காரணம் இன்னும் சரியாகப் புலப்படவில்லை. கடல்நீரில் கரைந்திருக்கும் ஒரு வகையான மஞ்சள் நிறப்பொருள்தான் கட லில் மஞ்சள் கலந்த பச்சைநிறம் தென்படக் காரணம் என்று கெல்லே என்ற விஞ்ஞானி கருது கிறார். பழுப்பு, சிவப்பு முதலிய நிறங்கள் கடல்வாழ் விலங்கு களால் அமைகின்றன. ஆறு களின் முகத்துவாரங்களில் படி யும் மணல் படுகைகள் பல்வேறு நிறங் கொண்டிருக்குங் காரணத் தால் கடலோரப் பகுதிகளில் இத்தகைய நிறமாற்றங்கள் தென்படுகின்றன.

சூரிய ஒளி கடலுக்குள் ஏறத் தாழ 100 மீட்டர் ஆழம் வரை செல்கிறது. கடலடியில் புகைப் படங்கள் பிடிப்பதென்பது இப்போ தாடானதாகும். திறன்மிக்க மின் விளக்குகளின் துணைக் கொண்டா லுங் கடல்நீரின் அசாதாரண ஒளி யுறிஞ்சும் தன்மையினால் அந்த ஒளி பல வகைகளில் தீவிரங் குறைந்து வலிவற்றதாகி விடு கிறது. எந்தப் பொருளைப் புகைப்படம் எடுக்க வேண்டுமோ அதன்மீது ஒளி பாய்வதற்கான வாய்ப்பே கிடைப்பதில்லை என்ப தனால் புகைப்படம் எடுக்க முடி வதில்லை.

ஒளி ஊடுருவிச்செல்லும் பகுதி களில்தான் கடல் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களைப் பொருத்தவரை ஒளியின் மிக அதிகப் பயன் ஒளிச் சேர்க்கைதான். ஒளியின் சிவப்பு நிறப்பிரிவு இந்த வகையில் மிக வும் பயன்படுகிறது. ஒளிச் சேர்க்கைக்கு அதிக ஆதரவாக அமைவது ஒளியின் அலைநீளத்தை விட அதன் தீவிரத் தன்மையே ஆகும். ஒளிச்சேர்க்கைக்காகத் தாவரங்கள் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் ஒளியின் அலைநீளம் 3800 ஆங்ஸ்ட்ராம் முதல் 7200 ஆங்ஸ்ட்ராம் அளவுடையதாகும். (1 ஆங்ஸ்ட்ராம் = 10^{-10} மீட்டர்.)

கடலில் வாழும் உயிரினங் களையும் ஒளி பாதிக்கிறது. அவ் வுயிரினங்களின் நிறவேறுபாடு களுக்குக் கடலில் பாயும் ஒளிக் கதிர்களே காரணமாகும். பொது வாக, நீல நிறக் கடற்பகுதிகளில் வாழும் உயிரினங்களின் நிறம் நீலமே ஆகும். தங்கள் பகைவர் களின் பார்வையினின்றும் தப்பி

உயிர் வாழ உதவும் வழியாக இது அமைகிறது. ஆழம் செல்லச்செல்ல ஒளியின் தீவிரம் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே அதற்கு இசைவான நிறங்களே அங்கு அமைகின்றன. அதிக ஆழத்திலுள்ள உயிரினங்களின் நிறம் அடர்ந்ததாக இருக்கும்—அடர்சிவப்பு, அடர் மஞ்சள், சிவப்புக் கலந்த ஊதா முதலியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். அடித்தள ஆழத்தில் கறுப்பு நிறத்தில் உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆழப்பகுதிகளில் உயிரினங்களின் நிறங்களும் நடவடிக்கைகளும் ஒளியின் அளவையுந் தரத்தையும் சார்ந்து அமைகின்றன.

ஆழ்கடல் பகுதிகள் காரிருட்டாக இருக்கின்றன. உயிரியல் விளக்கங்களின்படி இந்தச் சூழ்நிலை உயிரினங்களின் நடமாட்டத்திற்குத் தடையாக அமைகிறது. ஆனால் இயற்கை முறையில் உயிரினங்கள் கடலடியில் வாழ்வதற்கு ஏற்ற வகையில் அவற்றின் பார்வைப் புலன்கள் அமைந்திருக்கின்றன. கடல்வாழ் உயிர்கள் பல இயற்கையில் தாங்களாகவே ஒளி உமிழும் தன்மை பெற்றிருக்கின்றன. கிட்டத்தட்ட நாம் புத்தகம் படிக்கும் அளவுக்கான வசதி அந்த ஒளியின் மூலம் கிடைக்கும். பெரும்பாலும் அந்த ஒளி நீல நீறங் கொண்டிருக்கும். உயிர்வேதியியல் முறைப்படி இந்த ஒளி அவ்வுயிரின் உடல்களில் உருவாக்கப் படுகிறது. சில உயிரினங்களின் உடல் முழுவதுமே ஒளியை உமிழ்கின்றது; வேறு சிலவற்றின் உடல்களின் சில பகுதிகள் மட்டுமே அவ்வாறு ஒளியை உமிழ்கின்றன. எனவே கடலில் உயிரினங்களின் நடமாட்டத்திற்கு ஒளி மிகமிகத் தேவை என்பது தெளிவாகிறது. சூரிய ஒளியை ஆதாரமாகக்கொண்டு வழி கண்டறியும் உயிரினங்களே கடலில் அதிகம். இரவிலும் பகலிலும் சில உயிரினங்கள் கடலின் மேற்பரப்புக்கும் ஆழ்பகுதிக்குமாக இடம் மாறிக் கொள்கின்றன. இரவு நேரங்களில் அவை கடலின் மேற்பரப்பில் தங்குகின்றன. பொழுது புலர்ந்ததும் அவை ஆழப்பகுதி நோக்கித் திரும்பிச் சென்றுவிடுகின்றன. பகலில் ஆழ்கடலில் இருள் செறிவும் இரவில் மேற்பரப்பில் இருள் செறிவும்இயைந்திருக்கின்றன என்பதே இதற்குக் காரணம். உயிரினங்கள் உடல்களிலிருந்து வெளிப்படுத்தும் ஒளிக்குச் சில சிறந்த பயன்கள் உண்டு. பகைவர்களிடமிருந்து தப்பிச் செல்லவும், இரையைக் கவர்ந்திழுக்கவும், இணையைத் தன்பால் ஈர்க்கவும் ஒரு கடல் வாழ் விலங்கிலிருந்து வெளிப்படும் 'உயிரொளி' உதவுகிறது.

கடல் உலகில் செய்திப் பரிமாற்றங்களுக்கும் வாழ்க்கை முறைக்கும் ஒளியைவிட ஒலியே பெரிதும் துணையாக அமைகிறது. ஆம், அங்குக் கண்ணைவிடக் காதுதான் தேவைக்குரிய உறுப்பாகும். கடல் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளுக்கு ஒளியைவிட ஒலியே அதிகம் உதவ முடியும். ஆழ்கடல் பகுதிகளில் ஒலியைமட்டுமே பயன்படுத்தி மனிதன் குருடனைப்போல் செயலாற்ற வேண்டியிருக்கிறது. ஒலி அலைகளைக் கடலடியில் ஓர் ஆராய்ச்சிப் புலமாகப் பயன்படுத்த வேண்டுமெனில் கடலின் ஆழத்திலும் மேற்பரப்பிலும் ஒலி அலைகள் என்னென்ன மாற்றங்

களை அடைகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது கட்டாயமாகும்.

கடலில் அமைதிநிலை என்பது எந்தக் கணமும் கிடையாது. கடலில் வாழும் உயிரினங்களின் நடமாட்டத்தின் ஓசை, மேற்பரப்பில் காற்றுவீச்சினால் அமையும் அலையோசை, கப்பல்களின் புரொபெல்லர் துடுப்புகள் உருவாக்கும் ஓசை என்பதாகக் கடலில் எப்போதும் ஒலி முடிவில்லா ஆட்சி செலுத்துகிறது. ஆழக் கடலிலும் ஒலி உண்டு. கடலின் அடி ஆழத்திலும் ஒலி இயங்குகிறது என்ற உண்மை முதன்முதலில் இரண்டாம் உலகப்போரின் போது அமெரிக்காவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எதிரி நாடுகளின் கப்பல்களின் போக்குவரத்தைப்பற்றி உளவறிய அக் கப்பல்களின் துருப்புக்கள் கடல்நீரில் எழுப்பிய ஓசையைப் பயன்படுத்தலாம் என்பதை அமெரிக்கர்கள் கண்டறிந்தார்கள். நீர் புகமுடியாத வகையில் அமைக்கப்பட்ட ஹைட்ரோஃபோன் என்னும் கருவியை ஆழ்கடலில் பொருத்தி அதைக் கடற்கரையில் விஞ்ஞானச் சாதனங்களுடன் இணைத்துக் கொள்ளலாம். கடலடியில் உருவாகும் மெல்லிய ஓசையைக்கூடக் தெளிவாகக் கேட்கும் வகையில் ஒலிபெருக்கிக் கருவிகள் இந்த இணைப்பில் அமைந்திருக்கும்.

இந்தப் புதிய கருவியின் மூலம் கடலில் எழும் ஓசைகளை எல்லாம் பதிந்து ஆராய்ச்சியாளர்கள் கவனித்துக் கொண்டிருந்தபோது திடீரென்று இடியோசை போன்ற முழக்க ஒலி கேட்டது. இது மாலை நேரம் வரையிலும் தொடர்ந்து கேட்டுக்கொண்டே இருந்தது. கப்பல் துடுப்புக்கள் எழுப்பிய ஓசையையும் மீறிப் பெருமுழக்கமாக அது கேட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பலவாரூன குழப்பங்களுக்கு ஆட்பட்ட பின்னர்தான் இந்தப் புதுவித ஓசைக்கான காரணம் புலனாயிற்று. கரையை நோக்கிச் சென்று கொண்டிருந்த இராக்கத நண்டுக்கூட்டம் ஒன்று கடலில் எழுப்பிய ஓசைதான் அந்த முழக்கம்.

கடலில் இயற்கையாக எழும் ஓசைகளைப்பற்றி மட்டும் கடலாராய்ச்சிக்காரர்களும் மாலுமிகளும் அறிந்துகொண்டால் போதுமானது என்ற கருத்தை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டிய கட்டாயத்தை இந்த நிகழ்ச்சி தெளிவுபடுத்தியது. இதற்குப் பிறகான பத்தாண்டுக்கால ஆராய்ச்சிக்குப் பின்னர் ட்ரான்ஸ்ட்யூசர் (transducer) என்ற கருவி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இக் கருவி மேலும் பல ஆராய்ச்சிகளுக்கு உதவியது.

ஓர் உலோகத்தண்டில் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சி, இடைவிடாமல் அதைச் சுழலச் செய்தால் ஒரு பொழுது காந்தத்தன்மை வரப் பெற்றதாகவும், மறுபொழுது அக் காந்தத் தன்மை நீங்கப் பெற்றதாகவும் மாற்றம் நிகழச் செய்யலாம். இத்தகைய மாற்றங்கள் ஏற்படுவதனால் தண்டின் நீளவாட்டத்தில் அமையும் நீட்டலும் சுருங்கலும் விஞ்ஞான வழிமுறைப்படி பயன்படுத்தப்பட்டு மிகுந்த அளவில் ஒலி அலைகளை உருவாக்கலாம் என்பது தெரிந்தது. இக்கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு எதிரொலிப் பதிவுக்

கருவி (echo sounder) உருவாக்கப் பட்டது. கப்பலின் அடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ட்ரான்ஸ் ட்யூசரிலிருந்து கிளம்பும் ஒலி அலைகள் கடலின் அடித்தளத்தில் மோதி எதிரொலித்து மீண்டுங் கப்பலுக்கே வந்து சேர்கின்றன. கீழ்நோக்கி ஒலி அலைகள் புறப் படும் போது ஒலிக்குறிப்புக்கள் பதிவாகின்றன. இதைத்தொடக் கமாகக்கொண்டு காலத்தைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர் எதிரொலியாக அந்த ஒலி அலைகள் கப்பலுக்குத்திரும் பியதும் அமையும் ஒலிக்குறிப்பை யும் பதிந்துகொள்ள முடியும். இதை முடிவாகக் கொண்டுகாலத் தைக் குறித்துக் கொள்ளவேண் டும். இரண்டிற்கும் இடையே யான கால இடைவேளையைக் கொண்டுங் கடலில் ஒலியின் வேகத்தைக் கொண்டுங் கணக் கிட்டுக் கடலின் அடிமட்ட ஆழத்தை அறிந்துகொள்ள முடி யும். 'அல்ட்ராசானிக் ஒலி' அலை களைக்கொண்டு எதிரொலிப் பதிவுக்கருவி இயங்குகிறது. நமக் குத் தேவைப்படும் திசைகளில் ஒலி அலைகளை அனுப்பி எதிரொலி பெறலாம். மீன்பிடி கப்பல் களில் இதைப் பொருத்தி மீன்கள் கூட்டங் கூட்டமாக வாழும் கடற்பகுதிகளை அடையாளங் கண்டுபிடிக்கிறார்கள். போர்க் காலங்களில் கடலடிக் கப்பல்களை உளவறிந்து கண்டுபிடிக்கக் கப்பல் களில் இதைப் பொருத்தி வெற்றி காண முடியும். மீன் கூட்டங் களின்மீதும் கடலடிக் கப்பல் களின்மீதும் ஒலிஅலைகள் மோதி எதிரொலியாகத் திரும்புவதே இத்தகைய செயலாற்றல்களுக் குக் காரணமாகும்.

கடலில் ஒலியின் பயன்பாடு நாளுக்குநாள் பெருகிக்கொண் டிருக்கிறது. ஆயினும் இத் துறை சார்பான சில சிக்கல்களும் உரு வாகியிருக்கின்றன. எதிரொலிப் பதிவுக்கருவி சில நேரங்களில் ஆழக் கணக்கீடுகளில் தவறு செய்துவிடுவதாகத் தெரிகிறது. கடலின் மேற்பரப்புக்கும் உண் மையான அடித்தளத்திற்கும் இடையே ஒரு போலித் தளத்தை இந்தப் பதிவுக்கருவி கணக்கிட்டுக் காட்டுகிறது. அதேபோன்று கட லடிக்கப்பல்களில் பொருத்தப் பட்ட எதிரொலிப் பதிவுக்கருவி நேர்படக் கணக்கிட முடியாத சில ஆழப் பகுதிகளுங் கடலில் உண்டு என்பதாகவுந் தெரிய வரு கிறது. திமிங்கிலம் போன்ற பெரிய கடல் விலங்குகளுங் கட லடிக்கப்பல்களும் ஒலி அலைகளைப் பாதிக்கின்றன என்பதே இதற் குக் காரணம்.

கடலில் ஒலி எவ்வாறு இயங்கு கிறதென்ற ஆய்வுமுறை 'கடல் ஒலியியல்' எனப்படும். கடலைப் பற்றி முழுவதுமாக அறிந்து கொள்வதற்கும் மாலுமிகளுக்குத் தேவையான தொழில் முறைச் செய்திகளுக்குங் கடல் ஒலியியல் உதவுகிறது. அலை உருவிலுள்ள ஓர் ஆற்றல் வெளிப்பாடே ஒலி என்பதாகும். மீள்திற (எலாஸ்ட் டிக் தன்மையான) ஊடகங்களி னூடே அமையும் அதிர்வுகளின் மூலமாக இது பரவுகிறது. இந்த அதிர்வுகள் நம் காதுகளைத் தாக் கும்போது நாம் ஒலி உணர்வு பெறுகிறோம். காற்றினூடே ஒலி பரவுவதற்கும், நீரினூடே ஒலி பரவுவதற்கும் பல வேறு பாடுகள் உண்டு. காற்றைவிட நீர்தான் ஒலி பரவுவதற்குரிய

மேலான ஊடகமாகும். நீரில் ஒலியின் வேகம் காற்றில் அமைவதைவிட ஐந்துமடங்கு அதிகமாகும். நீரில் ஒலி ஒரு விநாடிக்கு ஏறத்தாழ ஒரு மைல் செல்லும்.

நீரின் மீள்திறன் தன்மை, அடர்த்தி முதலியவற்றைச் சார்ந்து ஒலியின் வேகம் அமைகிறது. கடல்நீரின் மீள்திறனும் அடர்த்தியும் அதன் வெப்பநிலை, கரைந்திருக்கும் உப்பின் அளவு, அழுத்தம் முதலியவற்றைப் பொருத்திருக்கின்றன. எனவே கடலில் ஒலியின் வேகமும் இந்த மூன்று கூறுகளைப் பொறுத்தே அமையும். வெப்பநிலை அதிகரித்தால் ஒலிவேகம் அதிகரிக்கும்; ஆழம் அதிகமானால் அழுத்தம் அதிகரிக்கும்; அதற்கேற்ப ஒலியின் வேகம் அதிகரிக்கும். கரைந்திருக்கும் உப்புக்களின் அளவு கூடும்போது நீரின் அடர்த்தி அதிகரித்து அதற்கேற்ப ஒலிவேகமும் அதிகரிக்கிறது. கடற்பகுதிகளில் இந்த மூன்று கூறுகளின் அளவுகள் வேறுபடுவதனால் ஒலியின் வேகமும் அந்தப் பகுதிகளுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகிறது. ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அழுத்த நிலைகளில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. எனவே ஆழமாகச் செல்லச் செல்ல ஒலியும் வெவ்வேறான வேகங்களில் செல்கிறது.

கடலில் மிக அதிக வெப்பம் கொண்டிருப்பது அதன் மேற்பரப்புத்தான். ஆழத்தில் செல்லச்செல்ல வெப்பநிலை படிப்படியாகக் குறைகிறது. மேற்பரப்பிலிருந்து ஏறத்தாழ நூறு மீட்டர் ஆழம் வரை ஒரேவெப்பநிலைதான் காணப்படுகிறது. இதற்கடுத்த ஆழத்தில் திடீரென்று வெப்பநிலை குறிப்பிடத்தக்க அளவு குறைகிறது. இவ்வாறு திடீரென்று வெப்பங் குறையும் ஆழப் பகுதி தெர்மோக்ளீன் (thermocline) எனப்படும். இது கடலின் 100 மீட்டர் ஆழத்திற்கும், 200 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் இடைப்பட்ட பகுதியாகும். அதற்குக் கீழான ஆழப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை படிப்படியாகச் சிறிது சிறிதாகக் குறைகிறது.

தெர்மோக்ளீன் பகுதியில் ஒலியின் வேகம் சீராக அமையாது வெவ்வேறு அளவுகளைக் கொள்கிறது. இதற்குக் காரணம் ஒலி இப் பகுதியில் ஒலிப்பிறழ்ச்சி (refraction) கொள்கிறது என்பதுதான். இதனால் சில சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. எதிரொலிப் பதிவுக்கருவிகள் ஆழ்கடலுக்கு அனுப்பி வைக்கும் ஒலிக்குறிப்புக்கள் ஒலிப்பிறழ்ச்சி அடைகின்றன. இதனால் இப் பகுதியில் உலவும் கடலடிக் கப்பல்களை உளவறிவது இடர்ப்பாடாக இருக்கிறது; அதாவது, இப் பகுதி, கப்பல்கள் ஒளிந்துகொள்ளும் மறைவிடமாக அமைகிறது. மாலுமிகள் இப் பகுதியை நிழல் மண்டலம் (shadow zone) என்று கூறுகிறார்கள். இப் பகுதியில் ஒளிந்திருக்கும் கடலடிக் கப்பல்களைக் கண்காணிக்க எதிரொலிப் பதிவுக் கருவியுடன் இணைந்த வேறுசில நுட்பக் கருவிகளை தெர்மோக்ளீன் ஆழத்தில் இறக்கிப் புலனறியும் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச் செயலில் ஈடுபடுபவர்கள் தெர்மோக்ளீன் பகுதி கடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து எவ்வளவு ஆழத்தில் அமைந்திருக்கிறது என்பதை முதலில் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். மாலுமிகளைப் பொருத்த

வரை தெர்மோக்லீன் ஆழம் அடிப்படையாகத் தெரிந்திருக்க வேண்டிய விவரங்களில் ஒன்று கும்.

கடலில் ஒலியின் பிரதிபலிப்பு நடைபெறுகிறது. கடலின் மேற் பரப்பில் கீழ்நோக்கிய பிரதி பலிப்பும், அடித்தளத்தில் மேல் நோக்கிய பிரதிபலிப்பும் நிகழும். எனவே கடலில் உருவாகும் ஓசைகள் கடலுக்குள்ளேயே அடங்கிவிடுகின்றன. மீன்கள், நண்டுகள், திமிங்கிலங்கள், கட லடிக்கப்பல்கள் முதலியன ஆழத் தில் எழுப்பும் ஓசைகள் எல்லாம் மீண்டும் மீண்டும் மேலும் கீழு மாகப் பிரதிபலிக்கப்பட்டு உள்ள டங்கி விடுகின்றன. கடல்நீரில் மிதந்துகொண்டிருக்கும் சின்னஞ் சிறு பொருள்கள் ஒலி அலையைப் பல திசைகளில் பல முறைகளில் பிரதிபலிக்கின்றன. மிதக்கும் பொருள்களின் ஆதிக்கத்தை அனு சரித்துச் சுழன்று சுழன்று இப் பிரதிபலிப்பு மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்வதனால் ஒலி இழப்பு ஏற்படு கிறது. இதனை ஒலிச்சிதறல் என லாம். கடல் நீரில் மிதந்த நிலை யில் வாழும் உயிரினங்கள், இறந்து அழுகிய விலங்குப் பகுதி திகள், கடலடியில் பலவகைகளில் உருவாகும் வாயுக்குமிழிகள் அனைத்தும் ஒலிச்சிதறலில் பங்கு கொள்கின்றன. நீர்வாழ் உயிரி னங்களால் ஏற்படும் ஒலிச்சிதறல் தான் அதிகம். எதிரொலிப்பதிவுக் கருவி அனுப்பும் ஒலிக்குறிப்புக் களை அவ் வுயிரினங்கள் சிதறச் செய்வதனால் சில சிக்கல்கள் உருவாகிவிடுகின்றன. இச் சிக்கல் களின் அடிப்படையில் பதிவுக் கருவிகள் போலி ஆழங்களைக் (false depths) கணக்கிட்டு விடுகின்றன. இதன் விளைவாகப் போலித் தளங்கள் (false bottoms) பதிவாகின்றன.

கடலில் உருவாகும் ஒலியைப் பற்றியும் கடல்நீரில் ஒலி பரவு வதைப்பற்றியும் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வரு கின்றன. கடலைப்பற்றி முழு விவரம் தெரிந்துகொள்ள உதவும் வகையில் புதுப்புது ஆய்வுக் கரு விகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக் கின்றன. சோபார் என்பது அத் தகைய கருவிகளுள் முதன்மை யானதாகும். 'Sound Fixing and Ranging' என்பதைச் சுருக்கமாகச் சொல்ல அமைந்த சொல்தான் 'Sofar' என்பதாகும். இக் கருவி கொண்டு மாலுமிகளும் கடலியல் ஆராய்ச்சியாளர்களும் கடல் பற்றிய பல இயற்கை இரகசியங் களை அவ்வப்போது வெளிப்படுத் திக்கொண்டே இருக்கிறார்கள்.

செயற்கை வானிலை

வேளாண்மைச் செழிப்புக்கு மழை தேவை. ஆனால் வேண்டும்பொழுது மழை பெய்யவேண்டும். பயிர் விளைந்து அறுவடைக்கு நிற்கும்பொழுது கன மழை பெய்தால் விளைச்சல் பாழாகிப் பெரும் நட்டம் உண்டாகும். ஆகையால் வேண்டிய பொழுது மழையைப் பெய்விக்க ஜெர்மனியில் ஒரு வகை ஏவுகணை யைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். 800 கிராம் வெடிமருந்தும் 16 கிராம் சில்வர் அயோடைடும் கொண்ட இந்த ஏவுகணைகள் சுமார் 5000 அடி உயரம் செல்லக் கூடியவை. அங்கு 4000 முதல் 6000 சதுர மீட்டர் பரப்பில் இவை சில்வர் அயோடைடுத் தூளைப் பரப்புகின்றன. இதனால் மழை பெய்விக்க முடிகிறது; சூறாவளியைத் தடுக்கமுடிகிறது.