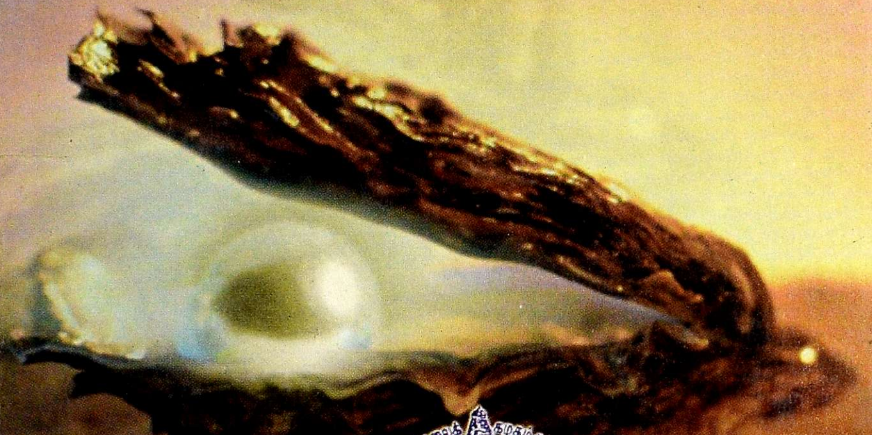
முத்தும் பவளமும்

ருத்ர.துளசிதாஸ்



UG6188
R007I02
U.G.6188

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

முத்தும் பவளமும்

ருத்ர. துளசிதாஸ்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் 613 005

ISBN : 81-7090-356-4

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெள்ளி விழா ஆண்டு வெளியீடு - 13

(தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் பதிப்புச்சுழல் நிதியில் வெளியிடப்பட்டது)

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 295

திருவள்ளுவராண்டு 2036, ஐப்பசி-நவம்பர் 2005

நூல்	:	முத்தும் பவளமும்
ஆசிரியர்	:	ருத்ர.துளசிதாஸ்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	அறிவியல்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 2005
பக்கம்	:	iv +102 = 106 பக்கம்
தாள்	:	டி.என்.பி.எல்.மேப்லித்தோ 18.6 கிலோ
அளவு	:	டெம்மி 1/8
நூற்கட்டுமானம்	:	சாதாக்கட்டு
விலை	:	உரூ. 60/-
படிகள்	:	1000
அச்சு	:	தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக மறுதோன்றி அச்சகம் தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

முனைவர் சி. சுப்பிரமணியம்

துணைவேந்தர்

அணிந்துரை

மனிதனின் நாகரிக வாழ்க்கை வளர்ச்சியில் பல்வேறு இயற்கைப் பொருள்கள் நீண்ட நெடுங்காலமாகப் பயன்பாட்டில் உள்ளன. அவற்றுள் நவமணிகள் குறிப்பிடத்தக்கன. பல அகழாய்வுகள் இதனை நமக்குத் தெரிவிக்கின்றன. நவமணிகளுள் முத்தும் பவளமும் பற்றிய பல அறிவியல் கருத்துக்களை மிகச் சிறப்பாக விளங்கும் ஓர் அரிய நூலை ருத்ர. துளசிதாஸ் அவர்கள் உருவாக்கி அளித்துள்ளார். இதனை வெளியிடுவதில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் பெருமை கொள்கிறது.

கடல் வாழ் உயிரினங்களின் மூலமாகக் கிடைக்கும் செல்வங்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவை முத்தும் பவளமும் ஆகும். இவை எவ்வாறு நெடுங்காலமாக மக்கள் தேவைக்கேற்பப் பயன்கொள்ளப்பட்டு வந்துள்ளன என்பதை நூலாசிரியர் மிகத் தெளிவாக வரலாற்று அடிப்படையில் விளக்கியுள்ளார். பழந்தமிழ் இலக்கியங்களில் முத்தும் பவளமும் இடம் பெறுவதையும் மருத்துவப் பயன்பாட்டு நோக்கில் இவை பெறுமிடத்தையும் நூலாசிரியர் மிக எளிய முறையில் வரைந்துள்ளார்.

இயற்கையில் முத்து உருவாகும் விதம், முத்துக்குளிப்பிலுள்ள பல்வேறு நிலைகள், முத்துக்களின் பல வகைகள், முத்துக்களின் பாதுகாப்ட' ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே விளக்கியிருப்பது இந்நூலின் சிறப்பாகும்.

மன்னார் வளைகுடாவுக்கும் தூத்துக்குடிக்கும் இடையிலான

கடற்பகுதி மற்றும் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த மேரிலாந்துக்கும் வர்ஜீனியாவுக்கும் இடையிலான கடற்பகுதி ஆகிய இரண்டு கடற்பகுதிகளில் மட்டுமே உலகிலேயே மிக நேர்த்தியானதும் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலுமான முத்துக்கள் கிடைக்கின்றன என்பது அரிய செய்தியாகும்.

மேலும், கடலுக்குள்ளே விளையும் பவளத் தோட்டத்திலிருந்து கிடைக்கும் பவள வகைகளையும் அவற்றின் வளர்ச்சி நிலைகள் பலவற்றைப் பற்றியும் இந்நூலில் விளக்கக் காணலாம். முத்தும் பவளமும் பற்றிய அடிப்படை அறிவியல் செய்திகள் அனைத்தையும் எளிதாக அறிவதற்குரிய அரிய வழிகாட்டியாக இந்நூல் உருவாக்கப்பட்டுள்ளமை மிகவும் பாராட்டத்தக்கதாகும். அறிவியல் ஆர்வலர்களுக்கும் மாணவர்களுக்கும் பொதுமக்களுக்கும் இந்நூல் பெரிதும் பயனாகும் என உறுதியாக நம்புகிறேன்.

இந்நூலைச் சிறப்புற அச்சிட்டு வெளிக்கொணர்ந்த பதிப்புத்துறை இயக்குநர் அவர்கட்கும் பதிப்புத்துறையினருக்கும் பாராட்டுதல்களும் வாழ்த்துக்களும்.

(சி.சுப்பிரமணியம்)

1 அறிமுகம்

முத்தும் பவளமும் கடலிலிருந்து கிடைக்கும் செல்வங்கள். அவை நகையணிகளாக நெடுங்காலமாகவே மனிதர்களுக்கு உதவி வந்திருக்கின்றன. மனிதனின் அழகுணர்ச்சியை வெளிப்படுத்துபவை நவரத்தினங்கள். அவற்றைப் பயன்படுத்தும் முறை உலக மக்களிடையே நிலவும் மன ஒருமைப்பாட்டைப் புலப்படுத்துகிறது. நவரத்தினங்கள் வரிசையில் உள்ள முத்தும் பவளமும் வைரங்களைப் போலவே அழகாக ஒளிர்கின்றன. வைரங்கள் மண்ணிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படுபவை. முத்தும் பவளமும் கடலடியில் வாழும் உயிரினங்கள் மூலமாகக் கிடைக்கப் பெறுபவை, இதுதான் வேறுபாடு. உயிருள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து உயிரற்ற ஒன்று கிடைக்கப் பெறுவது விந்தையானதுதான். அதுவே நமக்கு அணிபொருளாகப் பயன்படும் அளவுக்கு அழகாகக் கிடைப்பது மேலும் சிறப்பானது.

அணிவகைகளில் முத்து மாலைகளும் பவளச் சரங்களும் சிறந்தனவாக பன்நெடுங்காலமாக விளங்கிவருகின்றன. வரலாற்றுப் புகழ் பெற்றிருந்த காலத்தில் தமிழகம் உலகின் பிற நாடுகளுடன் வாணிபத் தொடர்பு கொண்டிருந்தது. அயல்நாட்டு வாணிபத்தில் முத்தும் பவளமும் முக்கிய இடம் பெற்றிருந்தன, பிற நாட்டுத் தொடர்பு கடல் வழியாகவே இருந்தது. எனவே கடலைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளும் வாய்ப்புகள்

தமிழர்களுக்கு நிறையவே கிடைத்தன. அவ்வாறு கிடைத்த வாய்ப்பு களையும் அனுபவங்களையும் தங்கள் வாணிப வாழ்க்கையுடன் அவர்கள் இணைத்துக் கொண்டார்கள். மரக்கலங்கள் மூலமாக கடல் பயணத்தை ஏற்று நெடுந்தொலைவு நாடுகளுடன் வாணிபம் செய்வதில் தமிழர்கள் சிறந்து விளங்கினர். அக்காலத்தில் நாகரிகத்தில் மேம்பட்டு நின்ற கிரேக்க நாடு இவ்வகையில் தமிழகத்துடன் மிக நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருந்தது. பாண்டிய மன்னர்கள் கடல் வாணிபத்தில் தனி ஆதிக்கம் செலுத்திவந்ததாக வரலாறு கூறும். அவரவர் குடும்பப் பெருமைக்கு ஏற்பவும், செல்வ நிலைக்கு ஏற்பவும் முத்துக்களைப் பயன்படுத்த வேண்டுமென்று குடிமக்களுக்குப் பாண்டிய மன்னர்கள் சட்டங்கள் வரையறுத்ததாகக் குறிப்புகள் காணக் கிடைக்கின்றன.

அந்தக் காலத்தில் வாணிபத் தொடர்பு இக்காலம் போல இல்லை. தங்க உலோகத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் இரண்டு நாடுகளுக்கிடையே இக்காலத்தில் வாணிபம் நடைபெறுகிறது. இப்போது நம்மிடையே உள்ள நாணய மாற்று முறை அப்போது இல்லை. நாணய மாற்று முறை பழக்கத்திற்கு வராத அந்தக் காலத்தில் பண்ட மாற்று முறைதான் பழக்கத்தில் இருந்து வந்தது. அம்முறைப்படி அயல்நாட்டுப் பொருள்கள் தமிழகத்தில் இறக்குமதி ஆவதும், இங்கிருந்து அவற்றுக்குப் பதிலாக இந்நாட்டுப் பொருள்கள் ஏற்றுமதி ஆவதுமாக வாணிபம் நடைபெற்றது. தமிழகத்தின் கிழக்குக் கரையோரத் துறைமுகங்களில் உள்நாட்டு, வெளிநாட்டு மரக்கலங்கள் நிறைந்திருந்தன. பாண்டிய மன்னர்களின் ஆளுகைக்குட்பட்டிருந்த கொல்லம், கொற்கை, கன்னியாகுமரி ஆகிய கடற்கரைப் பகுதிகளில் முத்துக் குளிப்பு சிறப்புற்று விளங்கியதை கி.பி.80-ஆம் ஆண்டில் வாழ்ந்த வரலாற்று ஆசிரியர் ஒருவர் குறிப்பிடுகிறார். முத்துக்கள்

கோத்த நேர்த்தியான ஆடையணிகள் பற்றியும் அவர் விவரங்கள் தெரிவித்திருக்கிறார். கி.பி.2–ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த அறிஞர் டாலமியின் குறிப்பேடுகளிலிருந்து நாம் சில விவரங்களை அறிகிறோம். அக்காலத்தில் தூத்துக்குடி, கொற்கை ஆகிய இடங்களில் நடைபெற்ற முத்துக்குளிப்பு பற்றிய தகவல்கள் அவர் மூலம் கிடைக்கப்பெறுகின்றன. பழம்பெருமை வாய்ந்த கல்வெட்டுக்களிலும் முத்துக்கள் பற்றிய சாசனங்கள் தென்படுகின்றன. மதுரையில் ஆட்சி புரிந்த பாண்டிய குலத்து அல்லி அரசாணிக்குப் பரவர் இனத்தவர் தாம் கடலடியிலிருந்து சேகரித்த முத்துக்களைக் கப்பமாகச் செலுத்தினர். இவர்களுடைய கடல் வாணிபத்தில் முத்து முக்கிய இடம் பெற்றிருந்தது இலங்கையில் துறைமுகம் அமைத்து அப்பரவர்கள் முத்துக் குளிப்பை விரிவுபடுத்தியிருக்கிறார்கள்.

மதுரைக் காஞ்சி என்ற தமிழ் இலக்கிய நூலில் முத்தைப் பற்றிய விரிவான செய்திகள் கூறப்பட்டுள்ளன. முத்துக் குளிப்பில் மேம்பட்டிருந்ததனால் கொற்கை நகரம் பாண்டிய நாட்டுக்குத் தலைநகராகும் சிறப்புப் பெற்றிருந்தது. கி.பி.1330ஆம் ஆண்டில் எட்டாயிரம் படகுகள் கொற்கைத் துறைமுகத்தில் இயங்கி வந்ததாக வரலாற்றாசிரியர் பிரயர் ஜோர்டனஸ் (Friar Jordanus) குறிப்பிடுகிறார். இப்படகுகள் இந்தியாவுக்கும் இலங்கைக்குமிடையே வாணிபத்தைப் பெருக்கி வந்தன.

தொன்றுதொட்டு பரவர்களே தங்கள் குலத்தொழிலாக முத்துக் குளிப்பை நடத்தி வந்திருக்கிறார்கள். விஜயநகர சாம்ராஜ்யத்தின் ஆட்சியை முறியடித்தப் பின்னர் அரேபிய முசுலீம்களின் ஆதிக்கம் பாண்டிய நாட்டிலும் பரவத் தொடங்கியதால் பரவர்கள் வாழ்க்கை

சீர்குலைந்தது. முசுலீம்களே இத்தொழிலில் நேரடியாக ஈடுபட்டுத் தலையெடுக்கத் தொடங்கினார்கள். தாம் இழந்த சிறப்பை மீண்டும் பெறுவதற்காகப் பரவர்கள் படை திரட்டிச் சென்று தூத்துக்குடியிலிருந்த ஆயிரக்கணக்கான முசுலீம்களைத் தாக்கி வென்றனர். பின்னர் ஏற்பட்ட அரசியல் மாற்றங்களின் காரணமாக கி.பி.1532ஆம் ஆண்டில் பரவர்கள் போர்த்துக்கீசியர்களின் உதவியை நாடினார்கள். இதனால் அடுத்த பத்தாண்டுகளுக்குள் முத்துக் குளிப்புத் தொழில் முழுவதும் போர்த்துக்கீசியர் வசமாயிற்று; பரவர்கள் அனைவரும் கிறித்தவர்களானார்கள். மணப்பாடு, புன்னைக்காயல், தூத்துக்குடி, வேம்பார் முதலிய இடங்களில் போர்த்துக்கீசியர்கள் நிலையாகக் காலூன்றிவிட்டார்கள். போர்த்துக்கீசியர்கள் பக்கபலம் இருந்ததால் விஜயநகர மன்னர்களுக்கோ அல்லது மதுரைப் பாண்டிய மன்னர்களுக்கோ திறை செலுத்தும் ஆட்சிப் பிடிப்பிலிருந்து பரவர்கள் விடுபட்டுக்கொண்டார்கள். தூத்துக்குடியிலும் இலங்கையிலும் அதுவரை நடைபெற்று வந்த முத்துக் குளிப்புத் தொழில் ஆட்சி மாற்றம் காரணமக ஆங்கிலேயர் ஆதிக்கத்தின்கீழ் வந்தது. வணிக நோக்கில்தான் ஆங்கிலேயர்கள் இந்தியாவுக்கு வந்தார்கள் என்ற குறிப்பு இங்கு இணைத்து நோக்கத்தக்கது. இவ்வாறு அரசியல் போக்குகளில் பெரும் திருப்பங்களை உண்டாக்க முத்து ஒரு காரணமாக இருந்திருக்கிறது.

பண்டமாற்று முறையில் தமிழ்நாட்டிலிருந்து அயல்நாட்டினர் விரும்பி வரவேற்ற முக்கிய பொருள்களில் முத்தும் பவளமும் குறிப்பிடத்தக்கவை என்பது தெளிவாகிறது. கிரேக்க நாட்டில் வாழ்ந்த நாகரிகப் பெண்கள் தங்கள் செல்வச் சிறப்பை வெளிப்படுத்தவும், தங்கள் நாகரிக மேம்பாட்டைப் பிறர் அறியச் செய்யவும் முத்து மாலைகளையும் பவள அணிகளையுமே சான்றுகளாகக் கொண்டிருந்தனர். அரச

பரம்பரையினர் தங்கள் காலணிகளில்கூட முத்துக்களைப் பதித்திருந்தனராம். உலக அழகியான கிளியோபாட்ரா தன் வனப்பைப் பாதுகாக்கவும் பெருக்கிக்கொள்ளவும் முத்துக்களை திராட்சை ரசத்தில் ஊறவைத்துக் கிடைத்த கரைசலைக் குடித்து வந்தாளாம். நம்மில் சிலர் இன்று கால்சியம் மாத்திரைகளைச் சாப்பிடுவதை இதற்கு ஒப்பிடலாம். இவ்வாறு தமிழ்நாட்டிலிருந்து இறக்குமதியான முத்துக்கும் பவளத்துக்கும் ஈடாக கிரேக்க நாடு தன் செல்வத்தின் பெரும்பங்கை ஏற்றுமதி செய்யவேண்டியதாயிற்று. அந்நாட்டின் செல்வம் அனைத்தும் இந்த நாகரிக அணிகளினாலேயே வற்றி வறண்டு விடுமோ என்று அந்த அரசாங்கத்தினர் கவலைப்பட வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது.

தமிழர்களுடைய வாழ்க்கையில் முத்தும் பவளமும் கொண்டிருந்த சிறப்பைப் பட்டினப்பாலை, மதுரைக்காஞ்சி, சிலப்பதிகாரம் போன்ற தமிழ் இலக்கியங்கள் தெளிவாக விளக்குகின்றன. இவ்வாறு நாகரிகத்தையும் செல்வச் செழிப்பையும் வெளிப்படுத்தும் சின்னங்களாக முத்தும் பவளமும் அமைய என்ன காரணம்? இதற்கான பதிலை ஆராயும் போதுதான் அவற்றைப் பற்றி மேலும் மேலும் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும் என்ற ஆவல் உண்டாகிறது. அவற்றைப் பற்றிய சில விஞ்ஞான உண்மைகள் நம்மை வியப்பில் ஆழ்த்துகின்றன.

பன்னெடுங் காலமாக முத்தும் பவளமும் மருத்துவப் பயன்பாட்டுக்கும் உதவியிருக்கின்றன. பவள பஸ்மம் முதலிய மருந்துகள் இதை மெய்ப்பிக்கும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு வரைகூட பவளங்களைக் கயிற்றில் கோத்து, கழுத்து மாலையாகவும் காதணியாகவும் தாயத்துப் பொருளாகவும் பயன்படுத்தி வந்திருக்கிறார்கள். பவளத் தாயத்து எல்லா நோய்நொடிகளிலிருந்தும்

காப்பாற்றி, "கெட்ட காற்று" அண்டாமல் பாதுகாக்கும் என்ற நம்பிக்கை எல்லா நாடுகளிலும் இருந்துவந்திருக்கிறது. இந்த நம்பிக்கையின் அடிப்படையில் போர்வீரர்கள் தங்கள் பாதுகாப்புக் கவசங்களிலும், வாள் உறைகளிலும் பவளங்களைப் பதித்து வைத்தார்கள். இன்றும் நாம் வீட்டு வாசலில் கடலடிப் பொருளான சங்கைப் பதித்துப் புதைத்து வைத்திருப்பது இந்த நம்பிக்கையில்தான் என்ற நடைமுறை உண்மையை இதனுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

நில ஆழத்தில் கிடைத்த பொருள்களான தங்கம், வெள்ளி, செம்பு, இரும்பு முதலிய உலோகங்களைக் கொண்டு அணிவகைகள் செய்து நாகரிகத்தை வளர்த்துக்கொண்டே மனித குலம் ஒருபடி முன்னேறிக் கடல் ஆழத்தை ஆராய்ந்தது. அரும்பாடு பட்டுத்தான் கடலடியிலிருந்து பொருளை வெளியே கொண்டுவர முடியும், மனித உழைப்பை ஏற்றுக்கொண்ட எந்தப் பொருளுக்கும் செல்வாக்கு தானாகவே ஏற்பட்டு விடுகிறது.

முத்தும் பவளமும் ஒரே பொருளினால் ஆனவையே. சுண்ணாம்புச் சத்துதான் இறுகி அமைந்து முத்தாகவும் பவளமாகவும் மாறுகின்றது. இது சற்று வியப்பான செய்திதான். கடலில் வாழும் இரண்டு உயிரினங்கள் கடலிலுள்ள சுண்ணாம்பை உள்ளேற்று உறுதி மிக்க முத்தாகவும் பவள மாகவும் மாற்றித் தருகின்றன.

பவள பஸ்மம் என்பது பவளத்தைச் சுட்டெடுத்த சாம்பலாகும். நாட்டு மருத்துவத்தில் இது இருமல், கக்குவான் போன்ற நோய்களுக்கு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. பவளத்தை நீற்றிச் சுண்ணாம்பாக மாற்றித் தாம்பூலத்துடன் பயன்படுத்தினால் வெள்ளை, வெட்டை,

கைகால் எரிச்சல், வாய் நாற்றம், பல்வலி, ஈறு துடித்தல், பல் சொத்தை முதலிய நோய்கள் நீங்கிக் குணம் பெறலாம் என்பதாக நாட்டு மருத்துவக் குறிப்புகள் கூறுகின்றன. இதேபோன்று முத்து பஸ்மமும் பயன்படுகிறது.

நிலச் சுரங்கங்களிலிருந்து தங்கம், வைரம் முதலியவற்றைக் கனிந்தெடுக்க எவ்வளவு இடர்ப்பாடுகள் உண்டோ அவற்றுக்கும் மேலான அளவில் கடலடியில் இடர்ப்பாடுகள் உண்டு. கடலடியிலிருந்து முத்தையும், பவளத்தையும் எடுத்து நம் பயன்பாட்டுக்குக் கொண்டுவர பல உத்தி முறைகளை நாம் பின்பற்ற வேண்டியிருக்கிறது. சுறாமீன், திமிங்கிலம் போன்ற கொடிய விலங்குகள் ஆழ்க் கடலில் உலாவுகின்றன. அவற்றுக்கு இரையாகிவிடாமல் முத்தையோ, பவளத்தையோ எடுத்து வருவது ஒரு வீரச்செயல் என்பதில் சந்தேகமே இல்லை. எனவே கடற்புற வாழ்க்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு எல்லா நாட்டு இலக்கியங்களிலும் பல்வேறு வகையான வீரசாகசக் கதைகள் இடம்பெற்றிருக்கின்றன.

இப்போதும் நடைமுறை வாழ்க்கையில் பல சுவையான செய்திகள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, முத்துக் குளித்தலின்போது நேர்வதைக் குறிப்பிடலாம். கடலில் இறங்கி முத்தெடுக்க மூழ்குபவர்களுக்கு உதவியாகக் கடல்கட்டிகள் என்ற மந்திரவாதிகள் துணையாக இருக்கிறார்கள். மந்திரத்தால் இவர்கள் கடல்வாழ் விலங்குகளின் வாய்களைக் கட்டிவிடுகிறார்கள் என்பது நம்பிக்கை. இந்நிலையில் விலங்குகளால்வாய்களைத் திறக்க முடியாது. முத்துக் குளிப்போர் ஆபத்து எதுவும் இல்லாமல் இப்போது முத்துச் சிப்பிகளைச் சேகரிக்க முடியும். முத்துக் குளிப்பவர் ஹிந்துவோ,

முசுலீமோ, கிறித்தவரோ, யாராக இருந்தாலும் கடல்கட்டி மந்திரவாதி சொன்ன பிறகே முத்தெடுக்கக் கடலுக்குள் மூழ்குகிறார்கள். மந்திரத்தால் விலங்குகளின் வாய்களைக் கட்டி உதவியதற்குக் கைம்மாறாகக் கடல்கட்டிகளுக்கு ஏறத்தாழ பத்து முத்துச் சிப்பிகளை முத்துக் குளிப்போர் ஒவ்வொருவரும் தருவார்கள். இத்தகைய கடல்கட்டும் நம்பிக்கை காலப்போக்கில் சிறிது சிறிதாகத் தளர்ந்து வருகிறது. ஆபத்துக்களைத் தவிர்க்கும் புதுமுறைக் கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

எல்லாப் பிரிவு மக்களும் காலம் காலமாய் ஈடுபட்டிருந்த கடற்புற வாழ்க்கையை முத்தும் பவளமும் வெளிப்படுத்துகின்றன. முத்தும் பவளமும் அணிந்தால் வாழ்க்கையில் என்னென்ன நன்மைகள் ஏற்படும் என்று கணிக்கும் சோதிடப் பழக்கமும் பரவலாக இன்றும் நம்மிடையே நிலவி வருகிறது.

முத்தும் பவளமும் பற்றிய விஞ்ஞானச் செய்திகளை இனி காணலாம்.

2. முத்து எப்படி உருவாகிறது?

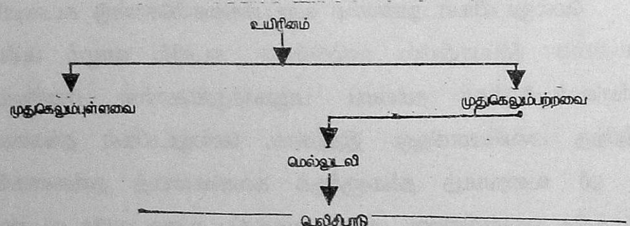
பூமியின் மண் பரப்பில் பல வகையான உயிரினங்களை நாம் பார்க்கிறோம். கடலடியிலும் பற்பல வகையான உயிரினங்கள் வாழ்ந்து வருகின்றன. உயிரினங்களைப் பொதுவாக முதுகெலும்பு உள்ளவை, முதுகெலும்பு இல்லாதவை என்று இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவை ஒவ்வொன்றையும் மேலும் பல உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்க முடியும். முதுகெலும்பற்ற உயிரினங்களில் ஒரு பிரிவு மொலஸ்கா (mollusca) என்பதாகும். இவை மெல்லுடலிகள்; அதாவது, இப்பிரிவைச் சேர்ந்த உயிரினங்கள் மிருதுவான தசைப்பொருளால் உருவாகியிருக்கும். மெல்லுடல் கொண்ட இந்த இனத்தின் பெரும்பாலான உயிரினங்கள் கடலில் வாழ்கின்றன; சில உயிரினங்கள் தெளிந்த நீர்நிலைகளிலும், தரைப் பரப்பிலும்கூட வாழ்கின்றன. தரையிலும் நன்னீரிலும் வாழும் மெல்லுடலிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக நத்தையைக் கூறலாம்.

மெல்லுடலிகள் நுண்ணிய உறுப்புக்களைக்கொண்டு கடலடியில் அமைதியான நீர்ப்பகுதியில் வாழ்கின்றன. கடலில் வாழும் பயங்கர விலங்குகளிடமிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள வேண்டியது அவற்றிற்கு அவசியமாகிறது. இதற்காக, மெல்லுடலிகள் தங்களைச் சுற்றி ஓர் உறையைத் தங்களுக்குக் கவசங்களாகத் தாங்களாகவே உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. அந்தப் பாதுகாப்பு உறை மாமிச உடலைப்

பாதுகாக்க வல்ல பொருளால் அமைந்தது. அத்தகைய கெட்டியான ஓட்டுப் பகுதி அவ்வுயிரினத்தின் உடலிலிருந்து சுரக்கும் ஒரு வகை திரவம் கெட்டிப்படுவதனால் உருவாகிறது.

மெல்லுடலிகள் அடங்கி ஒடுங்கிய உறுப்புக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. மிருதுவான மாமிசத்தாலான அடிப்பாகம்தான் மெல்லுடலியின் பிற உறுப்புக்களைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் பாதமாகச் செயல்படுகிறது. நத்தையை நினைவுறுத்திக் கொண்டால் இது விளங்கும். . உடல் உறுப்புக்களெல்லாம் ஜெல்லி (jelly) யைப் போல் மிகவும் மிருதுவாக அமைந்திருக்கின்றன. உள்ளுறுப்பு ஒன்று சுரப்பிக்கும் ஒரு வகை நீர்ப்படலத்தைக் கொண்டு சுற்று வட்டமாகச் சுவர்ப்பகுதி உருவாகிறது. இந்தச் சுவரின் நுண்ணிய செல் (cell)களைக் கொண்டுதான் வலிமைமிக்க தற்காப்புச் சாதனமான கெட்டிப் பொருள் உண்டாகிறது. இதற்குச் சிப்பி ஓடு அல்லது கிளிஞ்சில் (shell) என்று பெயர். உள்ளுறுப்புக்களுக்கும் சுவருக்கும் இடையில் ஒரு குகைப்பகுதி அமைந்திருக்கிறது. மெல்லுடலிக்குத் தேவையான உணவை இப்பகுதிதான் சேகரித்துக் கொடுக்கிறது.

மெல்லுடலி இனத்தில் பல உட்பிரிவுகள் உண்டு. பெலிசிபாடு (pelecypod) என்பது அவற்றில் ஒன்று.

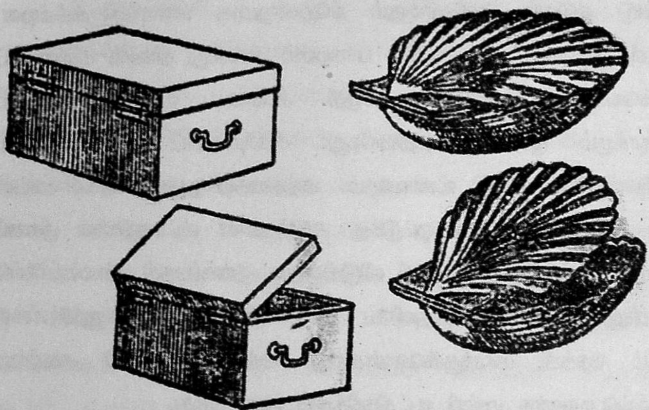


இந்தப் பெலிசிபாடு வகையைச் சேர்ந்த ஆவி அல்லது சிப்பி (Oyster) என்ற நுண்ணிய உயிரினங்கள் கடலடியில் ஏராளமாக இருக்கின்றன. பெலிசிபாடு உயிரினங்கள் தொடு உணர்ச்சி மிக்கவை. இவற்றிற்குத் தலை உறுப்பு இருக்காது. சிப்பியில் பாதுகாப்பாக இரண்டு ஓடுகள் மேலொன்றும் கீழொன்றுமாக அமைந்திருக்கின்றன. ஓட்டின் ஒரு பகுதி கடலடியில் பாறையை அல்லது தாவரக் கிளையைப் பற்றிக்கொள்ளும். மற்றொரு பகுதி சிப்பியை உள்ளே வைத்துப் பாதுகாக்கும் மூடியாக உதவுகிறது. சிப்பியைவிட மிக நுண்ணிய உயிரினங்களே அதன் உணவாகும். அத்தகைய நுண்ணுயிர்கள் கடல் நீரில் நீந்தி வரும்போது ஓட்டுக்கு அடுத்துள்ள உட்பகுதியான குகைப் பகுதியில் தண்ணீருடன் சிக்கி விடுகின்றன, குகைப்பகுதி சல்லடைபோல் அமைந்து தண்ணீரைத் தனியே வெளியேற்றிவிட்டு நுண்ணுயிர்களை மட்டும் தேக்கி வைத்துக்கொள்கிறது. அங்கிருந்து சிப்பி அவற்றை உணவுப்பொருளாக மாற்றி உட்கிரகித்துக் கொள்கிறது.

சிப்பிகள் பல வகைப்படும். சிலவகைச் சிப்பிகளைச் சேகரித்து மீன் உணவைப் போலவே சுவையான உணவாகச் சிலர் சாப்பிடுகிறார்கள். வேறுவகையான சில சிப்பிகளிலிருந்து முத்துக்கள் கிடைக்கின்றன. இந்த வகைதான் முத்துச் சிப்பி (pearl oyster) எனப்படும். இந்த உயிரினம் தான் நம்மைக் கவரும் முத்து உருவாக அடிப்படையாக விளங்குகிறது.

முத்துச் சிப்பியைப் பாதுகாப்பது அதன் ஓடுதான். நாம் கடற்கரையில் சாதாரணமாகக் காணும் கிளிஞ்சில் ஓடு போலத்தான் முத்துச் சிப்பி ஓட்டின் உருவமும் அமைந்திருக்கிறது. ஓடு இரண்டு பகுதிகளாக அமைந்து, பின்புறத்தில் அவை இரண்டும் ஒரு பிடிப்பில்

இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பெட்டியை மூடித் திறக்க வசதியாய் இருப்பது போல் ஓட்டின் இரு பகுதிகளின் இணைப்பு அமைந்திருக்கும்.



மூடி சற்று தூக்கப்பட்ட பெட்டி மேல் ஓடு சற்று தூக்கப்பட்ட சிப்பி

திண்மப் பகுதியான இந்த ஓட்டுக்குள்தான் முத்துச் சிப்பி உயிர் வாழ்கிறது. கடல்நீரில் தன்னைக் கடந்து செல்லும் நுண்ணுயிர்களைத் தின்று முத்துச் சிப்பி வளர்கிறது. இந்த உயிருள்ள சிப்பியிடமிருந்துதான் உயிரற்ற முத்து பிறக்கிறது.

கடலடியில் வாழும் பிற உயிரினங்களைப் போலவே முத்துச்சிப்பியும் நீண்ட காலம் உயிர் வாழ்கிறது. எவ்வித இடையூறும் இல்லாமல் இப்படி முத்துச் சிப்பி வாழ்ந்து கொண்டிருந்தால் நமக்கு முத்து கிடைக்காது. சிப்பியின் வாழ்க்கைப் போக்கில் ஒரு மாறுதல் நிகழ வேண்டும். இந்த மாற்றத்தை உண்டாக்க மணல் அல்லது வேறு ஏதேனும் கடினப் பொருள் சிப்பியின் உள்ளே புகவேண்டும்.

இத்தகைய மாற்றங்கள் ஏற்பட கடலடியில் நிறைய வாய்ப்புக்கள் உண்டு. அங்கே வாழும் மீன், திமிங்கிலம் முதலிய பெரிய உயிரினங்கள் நீந்திச் செல்லும்போது அவை கடலடி மண்ணை வாரிக் கலக்கிவிடுகின்றன. சில சமயங்களில் வேறு பல கடினப் பொருள் துணுக்குகளும் அந்தக் கலங்களில் இருக்கும். சிப்பி ஓடு திறந்தபடி இருப்பதனால் மணல் போன்ற அயல் பொருள் எளிதில் உட்புகுந்துவிடும், மீன் குஞ்சுகள் போன்ற உயிரிகள் தங்கள் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பி ஓடி, பாதுகாப்புக்காக மெல்லுடலிகளின் ஓட்டுப் பகுதியின் இடைவெளிகளில் ஒளிந்துகொள்வதும் உண்டு. அங்கிருந்து தப்பி வெளியேற வகை கிடைக்காமல் அங்கேயே அவை தங்க நேரும்.

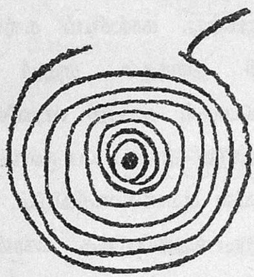
சிப்பியின் மிக மெல்லிய உறுப்புக்கள் கூச்ச உணர்ச்சி கொண்டவை. எனவே அயல் பொருள் உள்ளே நுழைந்ததும் சிப்பி உறுத்தல் உணர்வைப் பெறுகிறது. அத்தகைய உறுத்தல் உணர்விலிருந்து தன்னை விடுவித்துக்கொள்ள முத்துச் சிப்பி வழி தேடுகிறது. முதல் தற்காப்பாக, அந்த அயல் பொருளைத் தன்னிடமுள்ள ஒரு மெல்லிய படலத்தினால் போர்த்திவிடுகிறது. இந்த மெல்லிய படலத்திற்கு எபிதீலியம் (epithelium) என்று பெயர். குளிரினால் நாம் நடுங்கும்போது போர்வையினால் நம் உடலை மூடிக்கொண்டால் அது தற்காப்பாக அமைகிறது அல்லவா? அதைப் போலவேதான் சிப்பிக்கு உண்டாகும் உறுத்தல் உணர்வைத் தடுக்க மெல்லிய போர்வைப் படலம் உதவுகிறது, இத்துடன் தற்காப்பு வேலை முடிந்துவிடவில்லை. மேலும் தொடர்கிறது.

உறுத்தல் உணர்ச்சி தொடங்கியதும் முத்துச் சிப்பியின் உடம்பிலிருந்து ஒரு திரவம் சுரக்கத் தொடங்குகிறது. இந்தச் சுரப்பு

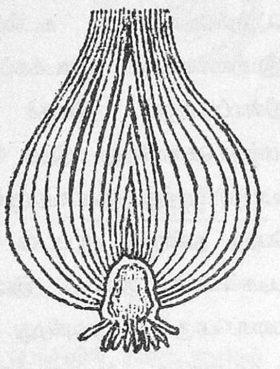
நீருக்கு நேக்கர் (nacre) என்று பெயர். சுரப்பு நீர் சிப்பியின் உறுத்தல் உணர்வை நீங்குவதற்காக அதன் உடம்பிலிருந்து கசிகிறது. நம் கண்ணில் தூசு விழுந்ததும் அணிச்சைச் செயலாகக் கண்ணீர் சுரந்து உறுத்தலைச் சமனப்படுத்துகிறது அல்லவா? அதே நிலைதான் முத்துச் சிப்பியிலும் உருவாகிறது. சுரக்கும்பொழுது திரவமாக இருக்கும் நேக்கர் பின்னர் தேவையான அளவு திடப்பட்டு மிக மெல்லிய படலமாக மாறுகிறது. இந்தப் படலம் சிப்பிக்குள் புகுந்த அயல் பொருளைச் சூழ்ந்து மூடிக்கொள்கிறது. இப்படிச் சூழும் முறைக்குப் 'பொதிதல்' என்று பெயர். சுரப்பு நீர் கடினப்பொருளைப் பொதிவதனால் சிப்பியின் உறுத்தல் உணர்வு படிப்படியாகக் குறைகிறது. எபிதீலியப் படலத்தைத் தடித்த வெளிப்போர்வையாகவும், நேக்கர்ப் படலத்தை மெல்லிய உட்போர்வையாகவும் கருதலாம். ஆனால், ஒரே ஒரு வேறுபாடு, தடித்த வெளிப்படலம் ஒன்றுதான் இருக்கும்; மெல்லிய உட்படலங்கள் எல்லையில்லாமல் அடுக்கடுக்காகப் பொதிந்திருக்கும்.

நேக்கர் சுரப்புநீர் சிற்பியை உறுத்து அயல்பொருளை ஓர் ஒழுங்குமுறையுடன் பொதிகிறது. முதல் படலம் கோள வடிவில் உருண்டையாக அப்பொருளை மூடிவிடுகிறது. இவ்வாறு ஒரு படல அடுக்கு முழுவதுமாக இடைவிடாது அப்பொருளை மூடிவிடுவதனால் அதன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் ஒரு வட்டமாக அமையும். ஒரு முழுக்கோள வடிவம் முடிந்தவுடன் சிப்பி தனது இரண்டாவது படல அடுக்காகச் சுரப்புநீரைக் கசியச் செய்கிறது. எனவே முதல் அடுக்குடன் எவ்விதத் தொடர்பும் கொள்ளாமல் இரண்டாவது அடுக்கு பொதிகிறது. இப்படி அடுத்தடுத்துத் தொடர்ச்சியாகச் சுரப்புநீர் வெளிப்படுகிறது. அது படல அடுக்குகளாகத் திடப்பட்டு, குறிப்பிட்ட ஒழுங்குமுறையுடன் அயல் பொருளை மையமாகக்கொண்டு முழுக் கோள வடிவில் பொதிகிறது.

சிப்பியின் உறுத்தல் உணர்வைத் தவிர்ப்பதற்காக அயல்பொருளைச் சூழ்ந்து சுரப்புநீரால் பொதியும் செயற்பாடு தொடர்ந்து ஒரே சீராக நடைபெறுகிறது. வெங்காயத்தின் இதழ் அடுக்குகள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று இணைந்து பொதிந்து கிடப்பதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். முத்தின் சருகுத் தன்மையான படலம் ஒவ்வொன்றும் சீரான தடிமன் கொண்டிருக்கும். அதன் தடிமன் அளவு 0.001 மில்லிமீட்டர் ஆகும்.



முத்து



வெங்காயம்

முத்துச் சிப்பியிலிருந்து கசியும் சுரப்புநீரில் மூன்று வேதிப் பொருள்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. அரகோனைட் (aragonite), கோன்ச்சியோலின் (conchiolin), தண்ணீர் என்ற மூன்றும் சேர்ந்ததுதான் சுரப்புநீரான நோக்கர் ஆகும். அரகோனைட் என்பது கால்சியம் கார்பனேட் (calcium carbonate) என்ற சுண்ணாம்புச் சத்தின் ஒருவகை. கோன்ச்சியோலின் என்ற இரண்டாவது பொருள்

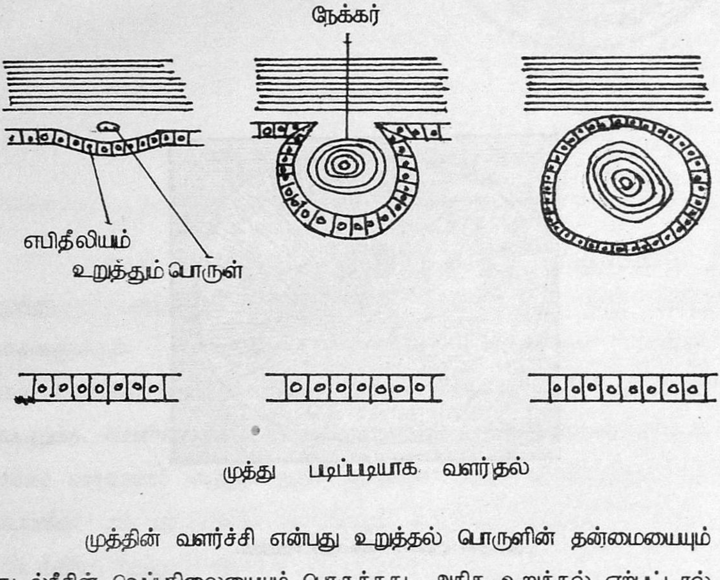
ஒரு பசைப் பொருள். இந்த வேதிப்பொருள் இருப்பதனால்தான் சுரப்புநீர் சிப்பியின் உடம்பிலிருந்து வெளிப்பட்டதும் இறுகிப் படலமாக மாறுகிறது. தனித்தனிக் கோளங்களாக அமையும் மெல்லிய படல அடுக்குகளை இணைத்து உறுதிப்படுத்தும் ஆற்றல் இந்தப் பசைப்பொருளுக்கு இருக்கிறது. மூன்றாவது பொருள் தண்ணீர். இது கோன்ச்சியோலின் வேதிப்பொருளில் ஊடுபாவாக அமைந்திருக்கிறது.

தனக்குத் தேவையான கால்சியம் கார்பனேட் என்ற சுண்ணாம்புச் சத்தை முத்துச் சிப்பி கடலடியிலிருந்தே பெற்றுக்கொள்கிறது. கடல்நீரிலும் கடலடிப் பாறைகளிலும் அது இயற்கையாகவே கிடைக்கப் பெறுகிறது. கால்சியம் கார்பனேட் ஒரு திண்மப்பொருள். இதைச் சிப்பி தனக்குள் ஏற்றுச் சுரப்புநீராக மாற்றிக்கொள்கிறது. இந்த வேதிப்பொருள் சுரப்புநீர் வடிவில் சிப்பியின் உடம்பிலிருந்து வெளிவந்ததும் மீண்டும் திண்மப் பொருளாகவே மாற்றம் பெற்று, நுண்ணிய முப்பட்டை வடிவில் படிகங்களாகிவிடும். முப்பட்டைப் படிகங்களை இறுக்கி இணைத்து உறுதிப்படுத்த கோன்ச்சியோலின் பசைப்பொருள் உதவுகிறது. இத்தகைய செயல்மாற்றம்தான் முத்து உருவாவதற்கு அடிப்படையாகும். முத்தை உருவாக்கும் அடிப்படைப் பொருள்கள் பின்வரும் விகிதத்தில் கலந்திருக்கின்றன.

கால்சியம் கார்பனேட் (அரகோனைட்)	91%
கோன்ச்சியோலின்	6%
தண்ணீர்	3%

முத்துச் சிப்பிக்குள் புகுந்த அயல்பொருளைச் சுரப்புநீர் அடுக்கடுக்காகப் படர்ந்து, பொதிந்து உறுதிப்படுவதைத்தான் முத்து

வளர்தல் என்கிறோம். முத்து மெதுவாகத்தான் வளர்கிறது. சாதாரணமாக ஒரு முத்து நல்ல வளர்ச்சி பெற்று முழு உருவம் பெற ஆறு அல்லது ஏழு ஆண்டுகள் ஆகின்றன. பொதியும் படலங்கள் மெல்லியவையாக இருந்தாலும் நன்றாக இறுகிவிடுவதால் முத்து வலிமை மிக்கதாகி விடுகிறது. முத்தின் ஒப்படர்த்தி 2.61 – 2.78 ஆகும்.

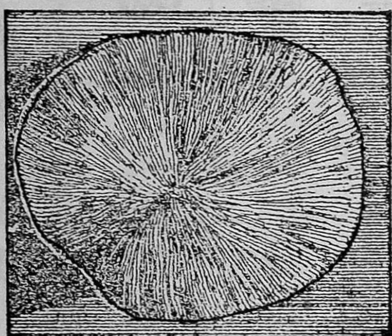


முத்து படிப்படியாக வளர்தல்

முத்தின் வளர்ச்சி என்பது உறுத்தல் பொருளின் தன்மையையும் கடல்நீரின் வெப்பநிலையையும் பொருத்தது. அதிக உறுத்தல் ஏற்பட்டால் முத்து விரைவாக வளரும். உறுத்தலைத் தடுத்து நிறுத்தப் படல அடுக்கு விரைவாகப் பொதிவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

முத்துக்களில் பெரும்பாலானவை சீரான கோள வடிவில் அமைவதில்லை. ஒழுங்கற்ற வடிவமைப்பு ஏற்பட முக்கிய காரணம் உறுத்தும் துணுக்குகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு அடுத்தடுத்து சிப்பிக்குள் புகுந்துவிடுவதேயாகும். மீன் குஞ்சு போன்ற உயிர்கள் தப்பி

ஓடுவதற்காகத் துள்ளுவதும் மற்றொரு காரணமாகும். பிற உயிர்களின் முட்டை, மணல் துணுக்கு போன்ற ஏதெனும் ஒன்று தனித்த நிலையில் மையப் பொருளாக அமைந்தால் ஒழுங்கான கோள வடிவில் முத்து கிடைக்கப்பெறும்.



முத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

ஊதா, நீலம், கறுப்பு என்பதாக வெவ்வேறு நிறங்களில் முத்து உருவாகக் காரணம் சில கரிமப் பொருள்கள் (organic substances) கோன்ச்சியோலினுடன் கலப்பதும், சில நிறமிகள் (pigments) அரகோனைட்டில் கலப்பதுமாகும்.

3. முத்துக் குளிப்பு

முத்துச் சிப்பியினால் கடலின் அடியில் உருவாக்கப்பட்ட முத்து அங்கேயே இருப்பதனால் பயனில்லை. அது நமது கைகளுக்குக் கிடைத்தால் நமக்கு ஏற்றவாறு அதைப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியும். முத்தை மனிதன் மூழ்கி எடுத்துக் கடலுக்கு வெளியே கொண்டு வருவதை முத்துக் குளிப்பு என்கிறோம். நல்ல வருமானம் பெற்றுத் தரும் தொழிலாக இது பன்னெடுங்காலமாக உலகின் பல பகுதிகளில் நடைபெற்று வருகிறது. முத்துக் குளிக்கும் இடத்திற்கு 'முத்துப் பண்ணை' என்று பெயர்.

தமிழகத்தில் தூத்துக்குடியில் ஒரு முத்துப் பண்ணை இருக்கிறது. இப்பண்ணை கடற்கரையிலிருந்து இருபது மைல் தொலைவில் – அதாவது முப்பத்திரண்டு கிலோமீட்டர் தொலைவில் – நடுக்கடலில் அமைந்திருக்கிறது. பண்ணை ஒரே நிலப்பகுதியாக இராமல் தனித்தனியே பல தீவுப் பகுதிகளாக இடைவெளியிட்டு அமைந்திருக்கிறது. இப்பண்ணைப் பகுதிகளைத் தொலைவிலிருந்தே அடையாளம் கண்டுகொள்வதற்காக நீண்ட மூங்கில் கழிகளில் சிவப்பு

நிறக் கொடிகள் முத்துக் குளிப்புப் பருவத்தில் கட்டப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பண்ணை அரசாங்கத்தாரால் பராமரிக்கப்படுகிறது.

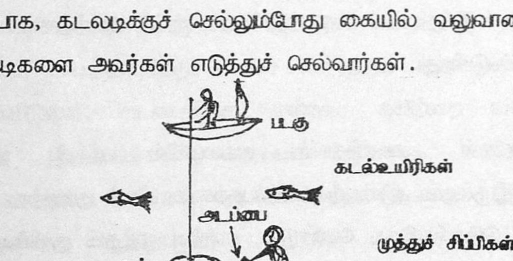
முத்துக் குளிப்பு எல்லாக் காலங்களிலும் நடைபெறும் தொழில் அல்ல. முத்துச் சிப்பி ஓட்டுப் பகுதிக்குள் வாழ்ந்து முத்தை உருவாக்க ஆறு அல்லது ஏழு ஆண்டுகள் ஆகும். எனவே, முத்துக் குளிப்பும் ஆறு அல்லது ஏழு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறைதான் நடைபெறும். முத்தின் இந்த வளர்ச்சிப் பருவத்திற்காகக் காத்திருக்க வேண்டியது மிக அவசியம்.

முத்துப் பண்ணை அரசாங்கத்துக்குச் சொந்தம் என்பதால் முத்துக் குளிப்பும் அரசாங்கத்தாராலேயே நடத்தப்பெறுகிறது. வீடுகளையும் கட்டிடங்களையும் திறம்படக் கட்டி முடிக்க ஒப்பந்தக்காரர்கள் இருப்பது போலவே இத்தொழிலிலும் சிலர் இருக்கிறார்கள். இவர்கள் அரசாங்கத்தின் முன் அனுமதி பெற்றுத் தங்களுடைய பணியாளர்களை அமர்த்தி முத்துக் குளிப்பதற்கு ஏற்பாடு செய்வார்கள். இவ்வாறு முத்துக் குளிக்கும் பணியாளர்களாக எல்லோரையும் அனுமதித்துவிட மாட்டார்கள். முத்துக் குளிப்பு ஆபத்து நிறைந்தது. அத்தொழிலுக்கு நல்ல உடற்கட்டும் அகன்ற மார்பும் உடையவர்களே தகுதியானவர்கள். கடல் நீருக்குள் குறைந்தது ஒன்றரை நிமிட நேரமாவது மூச்சடக்கித் தங்கியிருக்கும் வலிமையும் பயிற்சியும் பெற்றவர்களாக முத்துக் குளிப்போர் இருக்க வேண்டும். அகன்ற மார்பை உடையவர்கள்தாம் நெடுநேரம் மூச்சை அடக்கி இருக்க முடியும். இவ்வாறான பல தகுதிகளைக் கண்டறிவதற்காகப் பல சோதனைகள் கடற்கரையில் முன்னதாகவே நடைபெறுகின்றன. இச்சோதனைகள் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டவர்களுக்கு மட்டுமே

முத்துக் குளிப்பதற்கான அனுமதிச் சீட்டுக்கள் வழங்கப்படும். உரிய அனுமதிச் சீட்டுக்கள் பெற்றவர்களை மட்டுமே ஒப்பந்தக்காரர்கள் முத்துப் பண்ணைக்கு அழைத்துச் செல்ல முடியும். இவ்வாறான நடைமுறைச் செலவுகளுக்காகவும், முத்துப் பண்ணையின் பராமரிப்புச் செலவுகளுக்காகவும் அரசாங்கம் ஒப்பந்தக்காரர்களிடமிருந்து முத்துக் குளித்துக் கிடைத்ததில் ஆறில் ஒரு பங்கைப் பெற்றுக்கொள்கிறது.

முத்துக் குளிக்க அனுமதி பெற்றோர் ஏறத்தாழப் பத்து பேர் ஒரு குழுவாக அமைந்து ஒரு படகில் ஏறிக்கொள்வார்கள். இவ்வாறு அறுபது முதல் எழுபது படகுகள் வரை ஒரே சமயத்தில் தயாராகின்றன. எல்லாப் படகுகளும் முத்துப் பண்ணையை அடைகின்றன. முத்துக் குளிப்பு அதிகாலையில் ஐந்து மணிக்கே தொடங்கிவிடும்.

முத்துக்கள் விளைந்த முத்துச் சிப்பிகள் ஏறத்தாழ அறுபது அடி ஆழமுள்ள கடலடிப் பகுதிகளில் இருக்கின்றன. அந்தச் சிப்பிகளைச் சேகரிக்க நல்ல பயிற்சி வேண்டும். பல திசைகளில் வேகமாக நீந்தித் திரியும் அனுபவம் மிகவும் முக்கியமானதாகும். மூச்சை அடக்கிக் கடலடியில் நீந்தும்போது அங்கு உலவும் சுறாமீன் போன்ற கடல்வாழ் விலங்குகளிடமிருந்து தங்களைக் காத்துக்கொள்வதற்கான சாகசம் தெரிந்திருப்பது முத்துக் குளிப்போருக்கு அவசியமாகும். இதற்குத் தற்காப்பாக, கடலடிக்குச் செல்லும்போது கையில் வலுவான கருங்காலி மரத் தடிகளை அவர்கள் எடுத்துச் செல்வார்கள்.



மற்றோர் ஆபத்தும் உண்டு. நீரின் அடிமட்டத்தில் நிற்கும்போது அறுபதடி நீரின் அழுத்தம் உடலின் எல்லாப் பகுதிகளையும் தாக்கும். இதனால் உடலிலுள்ள இரத்தத்தின் இயற்கையான அழுத்த அளவில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. சாதாரணமாக, கடற்கரை மட்டத்தில் இருக்கும்போது உடலின் இரத்த அழுத்தமும், சுற்றியுள்ள காற்று மண்டல அழுத்தமும் ஏறத்தாழ சமமாக உள்ளன. இதனால் எவ்விதத் தடையும் இல்லாமல் உடலில் இரத்த ஓட்டம் ஒரே சீராக நடைபெறுகிறது. ஏதேனும் ஒன்றின் அழுத்தம் வேறுபட்டாலும் இரத்த ஓட்டத்தில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. கடலடியில் நீரின் அழுத்தம் உடலின் இரத்தக் குழாய்களை அழுக்குகிறது. அமுக்கத்தை தாளமாட்டாமல் இரத்தக் குழாய்கள் சற்றே சுருங்குகின்றன. இந்தச் சுருக்கத்தினால் இரத்தக் குழாய்களின் வட்டம் குறுகிவிடும். எனவே, தகுந்த அளவான இரத்தம் முறையான வழியில் செல்ல முடியாமல் இரத்தக் குழாய்களைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளியேறுகிறது. இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட இரத்தம் மூக்கு வழியாகவும், காது வழியாகவும் கசிகிறது. அதனால்தான் போதிய சோதனைகளுக்குப் பின்னரே எவரும் முத்துக் குளிப்பில் பங்குபெற அனுமதிக்கப்படுவார்கள். முத்துக் குளிப்பின்போது இதற்கான தற்காப்புச் செயற்பாடுகள் அவசியமாகின்றன. உரிய தற்காப்பு முறைகளைப் பின்பற்றிய பின்னரும் முத்துக் குளிப்பின்போது இத்தகைய ஆபத்து ஏதேனும் நேர்ந்தால் தகுந்த முதலுதவி தரப்படுகிறது.

ஆடைகள் அணிந்தால் கடலடியில் நீந்தி நடமாட இடையூறாக இருக்கும். இதைத் தவிர்ப்பதற்காக மிகக் குறைந்த அளவு ஆடையை மட்டுமே உடுத்த வேண்டும். எனவே முத்துக் குளிப்பவர்கள் ஆடைகளைக் களைந்துவிட்டுக் கோவணத்துடன் மட்டுமே கடலில்

இறங்குவார்கள். அவர்கள் ஒவ்வொருவருடைய இடுப்பிலும் ஒரு வலைப் பை இருக்கும். கடலடியில் சேகரிக்கும் சிப்பிகளை வலைப் பைகளில் எடுத்துக்கொள்வார்கள்.

முத்துக் குளிப்பதற்குக் கடலில் இறங்குபவர்களுக்கு உதவுவதற்காக, படகில் உள்ள மற்றவர்கள் எப்போதும் ஆயத்தமாக இருக்கிறார்கள். முத்துக் குளிப்பவர் கடலில் இறங்கிப் படகைக் கையால் பற்றிய படி நின்றுகொள்வார். படகிலிருந்து கனமான கல் ஒன்று நீண்ட கயிற்றில் கட்டப்பட்டு இறக்கப்படும். கயிற்றின் நீளம் கடலின் ஆழத்திற்கு ஏற்றபடி அமைந்திருக்கும். முத்துக் குளிப்பவர் நீந்தியபடி கடலடியைச் சேர்வதற்கு முன்பாகவே கன மேலீட்டால் கல் அங்கே விரைவாகச் சென்றடைந்து விடும். கயிற்றைப் பற்றியபடி முத்துக் குளிப்பவர் கடலடி நோக்கி மூழ்கிச் செல்வார். இந்த முறையால் மனித சக்தியை விரயப் படுத்தாமல் முத்துக் குளிப்பவர் கடலடியைச் சேர்வதென்பது பயன்மிக்கதொரு செயற்பாடாகும்.

முத்துக் குளிப்பவர் படகிலிருந்து இறங்கியதும் கல்லின் மேல் காலை வைத்தபடி கயிற்றைக் கால்விரல்களுக்கு இடையில் நுழைந்துக் கொள்வார். கல் வேகமாகக் கீழே இறங்குவதற்குத் தேவையான ஏற்பாடுகள் படகில் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. நீருக்குள் சென்றவர் அடித்தளதிற்குப் போய்ச் சேர்ந்ததும் கல்லையும் கயிற்றையும் விட்டுவிடுவார். கடலடிக்குச் சென்றவர் கயிற்றை விட்டுவிட்டதைப் படகில் இருப்பவர்கள் அனுபவம் மூலமாக எளிதில் தெரிந்து கொள்வார்கள். அவர்கள் உடனே அந்தக் கல்லை மேலே இழுத்து, படகிலுள்ள மற்றொருவர் கடலில் இறக்கப் பயன்படுத்திக் கொள்வார்கள். இடைவிடாமல் இச்செயல் தொடர்ச்சியாக நடைபெறும்.

இவ்வகைக் காரணங்களால் முத்துக் குளிப்பில் ஈடுபடும் ஒவ்வொருவரும் விழிப்புடனும் சுறுசுறுப்புடனும் இருக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது.

கடலடிக்குச் சென்றவர் அங்குமிங்கும் நீந்திப் பரபரப்புடன் சிப்பிகளைச் சேகரித்து வலைப் பையில் எடுத்துக் கொள்வார். சாதாரணமாக மனிதன் ஏறத்தாழ ஒன்றரை நிமிட நேரம்தான் நீருக்குள் மூச்சடக்கி இருக்க முடியும். இந்தக் குறுகிய இடைவேளைக்குள் தான் சேகரித்த சிப்பிகளைத் தன் இடுப்பில் கட்டியிருக்கும் வலைப் பையில் எடுத்துக்கொண்டு முத்துக் குளிப்பவர் கடல் மட்டத்திலுள்ள படகுக்கு வந்துவிடுவார். தான் சேகரித்து வந்த சிப்பிகளைப் படகில் கொட்டிய பின்னர் படகைக் கைகளால் பற்றியபடியே தேவையான நேரம் ஓய்வெடுத்துக் கொள்வார். அதே சமயத்தில் அவருக்கு அடுத்த படியாகக் கடலுக்குள் சென்றவர் ஆழத்தில் சிப்பிகளைச் சேகரித்துக் கொண்டிருப்பார்.

இப்படி ஒருவர் கீழிறங்கிச் சிப்பிகளைத் திரட்டுவதும், கல் மேலே வருவதும், அதைத் தொடர்ந்து அடுத்தொருவர் கல்லைப் பற்றியபடிக் கடலடிக்குச் செல்வதும், முன்னரே சென்றவர் தான் திரட்டிய சிப்பிகளுடன் படகை அடைவதுமாக முத்துக் குளிப்பு தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. படகில் இருப்பவர்கள் அனைவருக்கும் அவரவர்க்கு ஏற்ற வேலைகள் பிரித்துக் கொடுக்கப்படுகின்றன. சிலர் முத்துக் குளிக்கக் கடலுக்குள் இறங்குவர். சிலர் அவர்கள் திரட்டி வந்த சிப்பிகளை வாங்கிப் படகில் கொட்டுவர். வேறு சிலரோ கல் கட்டிய கயிற்றைக் கீழிறக்கியும் மேலேற்றியும் முத்துக் குளித்தலை விரைவுபடுத்துவர். இவ்வாறு ஒருவர்க்கொருவர் அனுசரணையாக

எல்லோரும் வேலைகளைப் பங்கிட்டுக் கொண்டு ஈடுபடாவிட்டால் முத்துக் குளிப்பு வெற்றிகரமாக நடைபெறாது.

கி.பி.1700இல் தூத்துக்குடியில் நடைபெற்ற ஒரு முத்துக் குளிப்புச் சந்தையைப் பற்றி மார்ட்டின் பாதிரியார் (Father Martin) விளக்கமாக வர்ணித்திருக்கிறார். முத்துக் குளிப்பு தொடங்கும் நாளில் பல திசைகளிலிருந்தும் பல நாடுகளிலிருந்தும் வந்த பெரும் திரளான கூட்டம் கூடியிருந்தது. துறைமுகத்தில் காத்திருந்த கப்பல்களும், தெருக்களில் நடைபெற்ற மேளதாளக் கலை நிகழ்ச்சிகளும், வான வேடிக்கை இணைந்த அதிர்வேட்டுக்களும் முத்துக் குளிப்புத் தொடக்க விழாவின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தின. டச்சுத் தளபதிகளின் உத்தரவின்படி முத்துக் குளிப்புக்கான படகுகள் குறிப்பிட்ட கடல் எல்லைகளில் போய் நின்றன. படகிலிருந்தவர்களில் பாதிப்பேர் வலைப் பைகளோடு கால்களில் கற்களை இணைத்துக் கொண்டு கடலுக்குள் மூழ்கினர் முன்னரே விளக்கியதுபோல், கடலின் அடித்தளத்தை விரைவில் போய் அடைய அந்தக் கற்கள் பயன்பட்டன சேகரித்த முத்துச் சிப்பிகளை வலைப் பைகளில் அள்ளித் திரட்டிக்கொண்டு, மேலே படகிலிருந்து தொங்கிய கயிற்றைப் பிடித்திழுத்து அசைத்தார்கள், மேலே படகிலிருந்த ஆட்கள் உடனுக்குடன் கயிறுகளை வேகமாக இழுத்து கடல்மட்டத்திற்கு அவர்களைக் கொண்டுவந்தார்கள். முத்துக் குளிப்பவர்கள் இப்படி நெடுநேரம் மூச்சை அடக்கப் பழகியவர்கள். சிறு வயதிலிருந்தே பெற்ற பயிற்சியினால் ஒரு சிலர் மற்றவர்களைவிட அதிக நேரம் கடலடியில் தங்கி, திறமையாக முத்துச் சிப்பிகளைத் திரட்டும் ஆற்றல் பெற்றவர்கள். அவர்களுக்குக் கூலி அதிகம். இத்திறமையைப் பெருக்கிக் கொள்வதில் அவர்களுக்குள் போட்டி இருந்தது.

பாதிரியாரின் இந்த வர்ணனையை நோக்கும்போது, பரம்பரையாக முத்துக் குளிப்பு ஒரே மாதிரியாகவே நடந்து வந்திருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

முத்துக் குளிப்பைப் பற்றிச் சுவையான தகவல் ஒன்று கூறப்படுகிறது. முத்துக் குளிப்பவர் கயிறு கட்டிய கல்லின் துணைகொண்டு கடலுக்குள் இறங்குவார் அல்லவா? அப்போது படகில் அக்கயிற்றைப் பிடித்துக் கொண்டிருப்பவர் மூழ்குபவருக்கு மைத்துனராக இருப்பாராம். கடலுக்குள் மூச்சை அடக்கி முத்துச் சிப்பிகளைச் சேகரிக்கச் சென்றவர் மேற்கொண்டு கடலடியில் தங்கியிருக்க இயலாத நிலையை அடைந்ததும் கயிற்றைச் சுண்டி இழுத்துச் சலனப்படுத்துவார். கயிற்றின் அசைவை உணர்ந்து படகில் இருக்கும் அவருடைய மைத்துனர் வேகமாகக் கயிற்றை மேல்நோக்கி இழுப்பார். கொஞ்சம் தாமதித்தாலும் இக்கயிறு தன் சகோதரியின் கழுத்துக்கு எமனாக மாறிவிடும் என்பதை உணர்ந்த மைத்துனர் அதிவிரைவாகச் செயல்படுவார். இத்தகைய உறவுமுறை அல்லாத வேறு யாராகவாவது இருந்தால், இன்னும் கொஞ்ச நேரம் இருந்து சிப்பிகளைப் பொறுக்கி வரட்டுமே என்று தொழில்முறையில் அசட்டையாக இருக்க நேரலாம் அல்லவா? அதனால் பொறுப்புணர்ந்த மைத்துனர்களையே முத்துக் குளிப்பவர்கள் பெரும்பாலும் தங்களுடன் அழைத்துச் செல்வது வழக்கம்.

கடலடியில் நீந்திச் சஞ்சரிப்பதில் பேரபாயம் எப்போதும் காத்திருக்கிறது என்பதையே இத்தகவல் சுட்டிக் காட்டுகிறது. கடலடியில் நேரும் இடர்ப்பாடுகளைத் தவிர்க்கும் முறையில் புதிய கருவிகள் தற்போது உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சுவாசிக்கும் முறையில் மனிதனுக்கு ஆக்ஸிஜன் தொடர்ந்து கிடைக்கப்

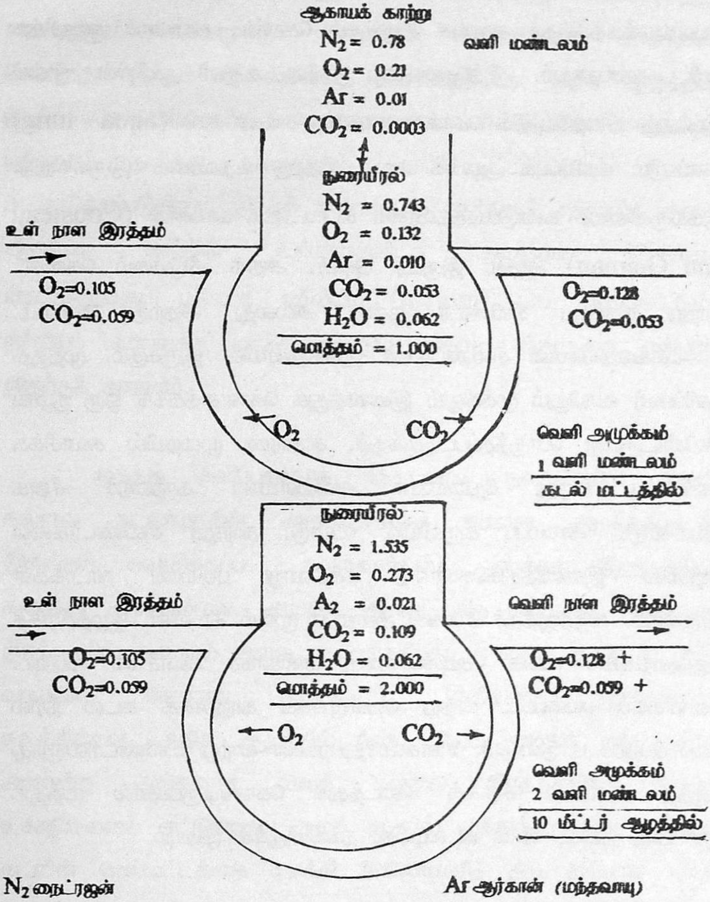
பெறவேண்டும். அத்துடன், உடல் உறுப்புக்களின் இயக்கத்தினால் உருவாகும் கார்பன் - டை - ஆக்சைடு வாயு நுரையீரல் மூலமாக உடனுக்குடன் வெளியேற்றப்பட வேண்டும். கடலில் மூழ்கி நீந்துவதற்கு உதவும் வகையில் ஸ்நார்க்கெல் (snorkel) என்ற புதிய கருவி உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. கடல்மட்டத்திற்குச் சற்றுத் தாழ்வான ஆழத்தில் நீந்தும்போது ஸ்நார்க்கெல் கருவியைப் பொருத்திக்கொண்டு எளிதில் சமாளித்துவிடலாம். இதன் ஒரு முனை கடல்மட்டத்திற்கு மேலாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். ஆகாயக் காற்றைச் சுவாசிக்க இது உதவும்.

கடல்மட்டப் பரப்பில் நீந்தும்போது நீந்துபவரின் நுரையீரலில் காற்றமுக்கம் 1 வளி மண்டல அளவில் (atmospheric pressure) இருக்கும். ஆனால் கடலுக்குள் ஆழமாகச் செல்லச் செல்ல நீரினால் ஏற்படும் அழுத்தம் 10 மீட்டர் ஆலத்திற்கு 1 வளி மண்டலம் என்ற கணக்கீட்டில் அதிகரித்துக்கொண்டு செல்லும். இப்போது முத்துக் குளிப்பவரின் உடலுக்குள் அமுக்கம் குறைவாகவும், உடலுக்கு வெளியே கடல்புறத்தில் அமுக்கம் அதிகமாகவும் அமைகிறது. இந்த அமுக்க அளவு வேறுபாட்டால் அடிவயிறும் விலாப்புறமும் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் சுவாச இயக்கம் தடைப்படுகிறது. சுவாச இயக்கத்தில் ஈடுபடும் மார்புத் தசையின் வலிவு மிகக் குறைவானதேயாகும். குறிப்பிட்ட ஆழம் வரைக்குமான கடலினால் உருவாகும் அழுத்தத்தைத்தான் மார்புத் தசையினால் தாங்கிக் கொள்ள முடியும். இந்த ஆழ எல்லைக்குள் நீந்துவதற்குத்தான் ஸ்நார்க்கெல் பயன்படும்.

கடலில் ஆழத்தில் மூழ்கியிருக்கும்போது முத்துக் குளிப்பவர் தன் வாயை இறுக்கமாக மூடிக்கொள்ள வேண்டும். வெளிப்புற

அழுக்கம் அதிகரிக்கும்போது மார்புப் பகுதி சுருங்குகிறது. நுரையீரலுக்குள் அடங்கியிருக்கும் காற்று இதனால் நெருக்கமுற்று, அதன் விளைவாக அழுக்கம் அதிகரிக்கிறது. இந்த நிலையில் சுவாச உறுப்பின் உள்ளும் புறமும் சமமான வரி மண்டல அழுக்கம் அமைகிறது. நுரையீரலில் உள்ள காற்றின் ஒரு பகுதியான ஆக்ஸிஜன் அதிகரித்த அழுக்கத்தின் அளவுக்கு ஏற்ப இரத்தத்திற்குள் பரவிப் பாய்கிறது. இரத்தம் மிக மெல்லியதான தந்துகிக் குழாய்களில் ஓடிக்கொண்டிருக்கிறது. உடலின் இயக்கத்தின்போது உருவாகும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு அங்கங்கே இரத்தத்தில் கலந்து பாய்ந்து வந்து நுரையீரல் வழியே வெளியேறும் நுரையீரலில் காற்றமுக்கம் சாதாரண நிலையைவிட அதிகமாக இருப்பதனால் அதை எதிர்த்து மீறி இரத்தத்திலுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு நுரையீரலுக்கு இடம் மாற முடிவதில்லை. எனவே கடலடியில் தீந்துதலின் போது நேரும் முக்கியத் தடை ஆக்ஸிஜன் குறைவினால் மட்டும் அவ்வாறு, உடலின் இயக்கத்தினால் உருவாகும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு இரத்தப் பகுதியிலிருந்து நுரையீரலிலுள்ள வெளிச் சுவாசப் பகுதிக்கு வழிமாற முடியாததும் ஆகும்.

கடலின் மேல்மட்டத்திலும் கடலடியில் 10 மீட்டர் ஆழத்திலும் மனிதனின் சுவாச நிலை எப்படி இருக்கும் என்பதைக் கீழே காணும் விளக்கப் படங்கள மூலம் அறியலாம். எண்கள் அந்தந்த வாயுவின் அழுத்தங்களை வரி மண்டல அளவீடுகளில் குறிக்கின்றன. வெளிக் காற்றுத் தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்ட நிலையில் ஆழக்கடலில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு இரத்தத்திலிருந்து நுரையீரலுக்குள் செல்ல முடியாத நிலையைக் குறிப்பிட்டுக் காண்க.



N_2 நைட்ரஜன்
O_2 ஆக்ஸிஜன்
CO_2 கார்பன்-டை-ஆக்சைடு
Ar ஆர்கான் (மந்தவாயு)
H_2O நீராவி

ஒரு திடமான மனிதன் கடலடியில் நிலையாக நின்றால் 8 முதல் 10 நிமிடங்கள் வரை மூச்சுப் பிடித்துச் சமாளிக்க முடியும். தொடர்ந்து நீந்திக்கொண்டே இருந்தால் அதே மனிதன் 5 நிமிடங்களுக்கு மேல் சமாளிக்க முடியாது.

ஆழக் கடலில் நீந்துபவரின் முதல் தேவை வெளியமுக்கத்திற்குச் சமமான அமுக்கம் கொண்ட காற்றைச் சுவாசிக்க வழி காண்பதாகும். இத்தேவையை நவீன கருவி ஒன்றின் மூலம் இப்போது நிறைவேற்றிக் கொள்ள முடியும். அக்வா-லங் (aqua - lung) எனப்படும் உயிர்ப்புக் குழாய்க் கலம் இதற்கு உதவியாக இருக்கிறது. இக்கருவியைக் கண்டுபிடித்தவர்கள் கூஸ்ட்டோ, காக்னன் (Cousteau and Gagnan) ஆகிய இருவர் ஆவர். அதிக அமுக்கம் கொண்ட காற்று நிரம்பிய சிலிண்டர் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையிலான சிலிண்டர்கள் இக்கருவியில் இருக்கும். முத்துக் குளிப்பவர் வாயிலும் மூக்கிலும் இணைத்துக் கொள்ளத்தக்க ஒரு குழாய் சிலிண்டருடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சாதாரண முறையில் சுவாசிக்க எவ்வளவு காற்று தேவையோ அவ்வளவான காற்றைச் சீராக வெளிவிடும் அமைப்பு கருவியில் உண்டு. காற்றுச் சிலிண்டர்களை முதுகில் இணைத்துக்கொள்ளத் தக்கவாறு பிடிமான நாடாக்கள் இருக்கும். காற்றழுத்தச் சீராக்கி அமைப்பு மூலம் கடலின் ஆழத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் வகை செய்துகொண்டு எளிதாகச் சுவாசிக்க முடியும். சுவாசிக்கப் பயன்பட்ட காற்று வெளிமூச்சுக் காற்றாகக் கடல் நீரில் வெளியேற்றப் பட்டுவிடும். உள்சுவாசத்திற்கான காற்று சிலிண்டரிலிருந்து தகுந்த அளவில் சீராகக் கிடைத்துக் கொண்டிருப்பதால் முத்துக் குளிப்பவர் நீண்ட நேரம் கடலடியில் தங்கியிருக்க முடியும்.

அக்வா-லங் பொருத்திக் கொண்டவர் சாதாரண ஆழங்களில் நடையில்லாமல் நீந்திச் சஞ்சரிக்க முடியும். ஆழம் அதிகமாகச் செல்லச் செல்லச் சிக்கல்கள் உருவாகின்றன. அமுக்கம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் உடற்கூறுகளில் தொந்திரவுகளை விளைவிக்கின்றன. மூன்று வளி மண்டல அமுக்க

அளவை எட்டும்போது ஆக்சிஜன்கூட நச்சுப் பொருளாகி விடுகிறது. நைட்ரஜனும் மயக்கமூட்டும் பொருளாகி உறுப்புக்களை விறைக்கச் செய்கிறது. இந்தச் சிக்கல்களைத் தவிர்ப்பதற்காக, அதிக ஆழத்தில் நீந்திச் செல்பவர்களுக்கு அனுசரணையாக, சிலிண்டரில் காற்றுக்குப் பதிலாகத் தனித்து கவனமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட வாயுக் கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தக் கலவையில் ஆக்சிஜன் சதவிகித அளவு ஆகாயக் காற்றில் உள்ளதைவிடக் குறைவாக இருக்கும் நைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக ஹீலியம் (helium) வாயு சேர்க்கப்படும். ஹீலியம் வாயுவுக்கு மயக்க மூட்டும் தன்மை கிடையாது என்பதே இதற்குக் காரணம்.

முத்துக் குளிப்பதற்காக நீந்துபவரின் நுரையீரலில் வாயுக் கலவை கடலாழத்தின் அழுக்கத்திற்குச் சம்மான அழுக்கத்துடன் இருக்கும். சுவாசிக்கப்பட்ட கலவையிலுள்ள வாயுக்கள் இரத்தத்தில் கரைந்து கலக்கின்றன. அழுக்க அதிகரிப்புக்கு ஏற்றவாறு வாயுக்கள் இரத்தத்தில் கரையும் அளவு அதிகரிக்கிறது. எனவே, ஆழக் கடலில் வாயுக்கள் சாதாரண அளவைவிட அதிகமாக இரத்தத்தில் கலக்கின்றன. அதிக ஆழத்தில் நீண்ட நேரம் மூழ்கித் தங்குவதால் அளவுக்கு அதிகமான வாயுக் கலவை இரத்தத்தில் கலந்து உச்சநிலையை எட்டுகிறது. ஆழக் கடலில் முத்துக் குளித்து முடிந்து கடலின் மேல்மட்டத்தை நோக்கி மேலெழும்பித் திரும்பும்போது உச்ச நிலையான பூரித நிலையை எட்டியிருந்த வாயுக்கள் திடிரென்று குறைவதான அழுக்கத்தால் பாதிக்கப்பட்டு இரத்தத்தினின்றும் குமிழிகளாக வெளியேறுகின்றன. இத்தகைய வாயுக் குமிழிகள் சீரான இரத்த ஓட்டத்தைப் பாதித்து உடற் கூறுகளில் சிக்கல்களை

உருவாக்கித் தொல்லைகளைக் கொடுக்கின்றன, எலும்பு மூட்டு, தசை, மூளை ஆகிய உறுப்புக்கள் இதனால் பெரிதும் நலிவடைகின்றன.

வாயுக் குமிழிகள் வெளிப்பட்டு உடலுறுப்புக்களில் தொல்லை ஏற்படாதிருக்க முத்துக் குளிப்பவர் ஆழத்திலிருந்து மேலெழும்பித் திரும்பும்போது மிக மெதுவாக வரவேண்டும். மேலெழும்பித் திரும்பும் வேகத்தைச் சீர்செய்வதனால் ஒரே சீராக அமுக்கம் படிப்படியாகக் குறைந்து இரத்தத்தில் கரைந்திருக்கும் வாயுக்கள் இயற்கையில் அமைந்த இரத்த ஓட்ட இயல்பாக நுரையீரல் வழியாக வெளியேறுகின்றன. இரத்தத்தில் குமிழிகள் உருவாவது இதனால் தவிர்க்கப்படுகிறது. இதை ஓர் எடுத்துக்காட்டால் எளிதில் புரிந்துகொள்ளலாம். நா வறட்சியைத் தவிர்ப்பதற்காக நாம் அருந்தும் சோடா நீரில் அதிக அமுக்கத்தில் கார்பன்–டை–ஆக்சைடு வாயு கரைந்திருக்கிறது. சோடா புட்டியை வேகமாகத் திறந்தால் வாயு நுரைத்துக்கொண்டு பொங்கி வழிந்து வெளியேறுகிறது. ஆனால் மூடியைச் சிறுகச் சிறுகத் திறந்தால் அமுக்கம் படிப்படியாகக் குறைந்து, நுரைக் குமிழிகள் ஏதுமின்றி அதே வாயு லாகவமாக வெளியேறுகிறது.

தகுந்த பயிற்சி பெற்று அக்வாலங் உயிர்ப்புக் குழாய் இணைத்து முத்துக் குளிப்பவர் மெதுவாக கடல் மட்டம் நோக்கி நீந்தித் திரும்புகிறார். மெதுவாக ஒவ்வோர் ஆழப்பகுதியிலும் நிலைத்து நின்று அமுக்கத்தைச் சமனப்படுத்திவிடுவதனால் இரத்தத்தில் அதிகப்படியாகக் கரைந்திருக்கும் வாயுக்களின் அமுக்கத்தைப் படிப்படியாகக் குறைத்து இரத்த ஓட்டத்தைச் சீராக்கிக்கொள்ள முடிகிறது. கடலடி சென்று கடல் மட்டத்திற்குத் திரும்பி வந்து சேர்ந்தவர் தனது நுரையீரலின் காற்றமுக்கமும் வெளிக்காற்றமுக்கமும் சமனம் அடையும்வரை போதிய

ஓய்வு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகும். முத்துக் குளிக்கச் சென்று வந்த கடலாழத்தையும் கடலடியில் தங்கியிருந்த காலத்தையும் பொருத்து இந்த ஓய்வு நேரத்தை நிர்ணயித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

நடுப்பகல் வரை முத்துக் குளிப்பு நடைபெறுகிறது. அதன் பிறகு எல்லாப் படகுகளும் முத்துப் பண்ணையிலிருந்து கடற்கரையை நோக்கித் திரும்புகின்றன. கடற்கரையில் இந்தப் படகுகளை எதிர்நோக்கிப் பெரும் திரளான மக்கள் கூட்டம் காத்திருக்கும்.

ஒவ்வொரு படகிலும் சேர்ந்திருக்கும் சிப்பிகளில் ஆறில் ஒரு பங்கை முன்னதான ஏற்பாட்டின்படியே ஒப்பந்தாரர் அரசாங்கத்திடம் செலுத்திவிடுவார். அதன் பின்னர் சிப்பிகள் தரத்தின் அடிப்படையிலும் பருமன் அளவின் அடிப்படையிலும் பல கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கூறும் தனித்தனியே ஏலம் இடப்படும். உரிய முறைப்படி அதிக விலை கொடுப்பவர்க்கு அவை விற்கப்படும். ஒவ்வொரு குவியலும் ஆயிரக் கணக்கான ரூபாய்களுக்கு ஏலம் போகும். எந்தச் சிப்பியில் எந்த அளவிலான முத்து இருக்கும் என்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியாது. குவியலாக எடுத்துக்கொண்ட சிப்பிகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் முத்து இருந்தாலும் போதுமே! அதை நல்ல விலைக்கு விற்று வெற்றுச் சிப்பிகளால் ஏற்பட்ட இழப்பை ஈடு செய்துவிடலாம். எல்லாக் குவியல்களிலும் முத்து உருவாகி வளர்ந்த சிப்பிகள் இருக்கும் என்று சொல்ல முடியாது. சிப்பிகளை ஏலம் எடுப்பதில் இலாபமும் உண்டு; ஏமாற்றமும் உண்டு. மிகப் பெரிய பணக்காரர்களும் ஏலத்தில் பங்கு கொள்கிறார்கள். சில சமயங்களில் பெரும் பனத்தொகைக்கு ஏலம் எடுத்த சிப்பிகளில் எதுவுமே

இல்லாமல், ஏழைகள் ஏலம் எடுத்த சின்னஞ் சிறு குவியல் சிப்பிகளில் முத்து இருப்பதுண்டு.

சிப்பியின் ஓடுகளை உடனுக்குடன் திறந்து முத்தைத் தனியே எடுத்துவிட முடியாது. முதலில் சிப்பிகள் நன்கு அழுக வைக்கப்படுகின்றன. இந்தச் செயல்முறையால் சிப்பி உயிரிழந்து விடுகிறது. நான்கைந்து நாட்கள் அழுகிக் கெடுவதனால் சிப்பியின் மாமிசப் பகுதியும் திடமான முத்துப் பகுதியும் தனித்தனியாகப் பிரிந்துவிடுகின்றன. இந்த நிலையில்தான் நாம் முத்தை எவ்விதச் சேதமும் இல்லாமல் முழு வடிவில் சிப்பிக்குள்ளிருந்து வெளியே எடுக்க முடியும்.

தக்கப் பருவத்தில் முத்துக் குளிப்பு சுமார் இரண்டு மாதங்கள் தொடர்ந்து நடைபெறும். இவ்வாறு முத்துக் குளிக்கும் காலப் போதில் ஏறத்தாழ ஐந்து கோடி சிப்பிகள் திரட்டப்படுகின்றன. ஒரு முத்துப் பண்ணை சார்ந்த கடற்பகுதியில் பத்தாயிரம் கோடி எண்ணிக்கையிலான முத்துச் சிப்பிகள் இருக்கும். எனவே, முத்துக் குளிப்பின்போது நாம் திரட்டுவது மிகச் சிறிய அளவே என்பது புலனாகிறது.

கடலின் வெப்பப் பகுதிகளில் முத்து நன்றாக வளர்கிறது. இங்கு வளரும் முத்துக்கள் அளவில் பெரியனவாகவும், நன்கு ஒளிரும் பண்பில் தரமானவையாகவும் அமைகின்றன. கடலின் குளிர்ப் பகுதிகளில் வளர்பவை அளவில் சிறுத்தும் இயல்பில் தரம் குறைந்தும் அமைந்திருக்கும்.

முத்து வளர்வதற்கான சூழ்நிலை எல்லாக் கடற்பகுதிகளிலும் அமைவதில்லை. அந்தமான், நிக்கோபார், மடகாஸ்கர், இலங்கை, ஆஸ்திரேலியாவின் வடமேற்குக் கரை, மெக்சிகோ வளைகுடா, பாரசீக வளைகுடா முதலியன முத்து வளரச் சாதகமான கடற்பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஜப்பான், போர்னியோ, கலிபோர்னியா ஆகிய பகுதிகளில் வளரும் முத்துக்கள் மிகச் சிறியன. மன்னார் வளைகுடா, தூத்துக்குடி, ஸூலு தீவு ஆகியவற்றின் கடற்பகுதிகளில் வெள்ளை நிற முத்துக்கள் நிறைய விளைகின்றன. அந்தமான், நிக்கோபார், கலிபோர்னியா ஆகிய இடங்களில் கறுப்பு நிற முத்துக்களும், பனாமா கால்வாயில் மஞ்சள் நிற முத்துக்களும், மெக்சிகோவில் சாம்பல் நிற முத்துக்களும் விளைகின்றன.

உலகிலேயே மிக நேர்த்தியாகவும் எண்ணிக்கையில் அதிகமாகவும் முத்துக்களை உருவாக்குபவை இரண்டு கடற்பகுதிகள்தாம். ஒன்று, மன்னார் வளைகுடாவுக்கும், தூத்துக்குடிக்கும் இடையிலான கடற்பகுதி; மற்றொன்று, அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த மேரிலாந்துக்கும், வர்ஜீனியாவுக்கும் இடையிலான கடற்பகுதி.

4. முத்துக்கள் பலவகை

கடலடியில் உருவாகும் முத்துக்கள் எல்லாமே சிறந்தவை என்று சொல்ல முடியாது. முத்தின் சிறப்பு முத்துச் சிப்பியின் தரத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது. முத்துச் சிற்பியின் இரண்டு வகைகளே மதிப்பு உயர்ந்த முத்துக்களைத் தரும் திறம் பெற்றிருக்கின்றன. மெலியகிரீனா (meleagrina), யூனியோ (unio) என்று இருவகை சிற்பிகளும் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பான முத்துக்களை உருவாக்கித் தருகின்றன. மெலியகிரீனா என்பது கடல்களிலும், யூனியோ என்பது தெளிந்த நீர் நிலைகளிலும் வாழ்கின்றன.

முத்தின் பெருமை அதன் அளவுக்கும் ஒளிதரும் தன்மைக்கும் ஏற்ப அமைகிறது. இயற்கை வழிவந்த முத்தைப் போலவே செயற்கை முறையிலும் முத்தை உருவாக்கலாம். செயற்கை முத்தும் ஓட்டுக்குள் முத்துச் சிப்பியினால்தான் உருவாக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு முக்கிய வேறுபாடு. முத்து உருவாவதற்கு அடிப்படைச் செயலாக உள்ள உறுத்தும்பொருளின் உள் நுழைவு இயற்கையாக நேராமல் திட்டமிட்டு உட்செலுத்தப்படுகிறது. ஓட்டுக்குள் வாழும் சிப்பிக்கு உறுத்தல் நிகழ்வது அவ்வுயிருக்கும் துன்பம் தருவதாகும். அத்துன்புறுத்தலிலிருந்து

தன்னைக் காத்துக் கொள்ள சிப்பி முயலும்போதுதான் முத்து உருவாகிறது.

செயற்கை முறையில் முத்து தயாரிக்கும் முறை 1894-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கோக்கிச்சி மிக்கிமோட்டோ (kokichi mikimoto) என்ற ஜப்பானியர் அந்தப் புதுமுறையை அறிமுகப்படுத்தினார். முத்துச் சிப்பியின் உடம்பிலிருந்து கசியும் சுரப்பு நீர் சிப்பி ஓடுகளின் உட்புறத்தில் பரவுகிறது. அது தனது இயல்புக்கு இணங்க தின்மையான படலமாக மாறி சிப்பிக்குப் பாதுகாப்புச் சுவராக அமைகிறது. முத்துச் சிப்பி ஓட்டில் இவ்வாறு அமைந்த உட்கவசப் படலத்தைத் தாய்-முத்து (mother-of-pearl) என்கிறோம். முத்து தோன்றுவதற்கு காரணமான சுரப்பு நீர் முன்னரே தோன்றி சிப்பியை ஒட்டி நிலைத்து விடுவதால்தான் அந்தச் சுரப்பு நீர்ப் படலத்திற்கு தாய்-முத்து என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. முத்தைப்போலவே சிப்பி ஓட்டின் உட்புறம் ஒளிரும் திறன் பெற்றிருக்கிறது, இதற்குக் காரணம், இரண்டும் அமைய அடிப்படையாக இருப்பது ஒரே சுரப்பு நீர்தான் என்பதாகும். ஆனால், முத்தைப்போல சிப்பி ஓடு அதிகமாக ஒளிராது. அதன் அமைப்பு முறையிலுள்ள வேறுபாடே இதற்குக் காரணமாகும். ஒளிக்கதிர்கள் புகுந்து நிறஜாலங்கள் புரிவதற்கு ஏற்றவாறான கோள வடிவை முத்து பெற்றிருக்கிறது. சிப்பி ஓட்டை ஒட்டிய உட்புறத்துத் தாய்-முத்துப் படலமோ அவ்வாற்றல் இல்லாமல் நீட்டுப் போக்கில் படிந்திருக்கிறது. இந்த அமைப்பு முறையில் நிற மாற்றங்களை அதிகம் எதிர்பார்க்க முடியாது.

தாய்-முத்தினால் சிறுசிறு உருண்டை மணிகள் (beads) செய்யப்படுகின்றன. பின்னர் மணி ஒவ்வொன்றும் உயிருள்ள முத்துச் சிப்பியின் திசு (tissue) க்கும் சிப்பி ஓட்டுக்கும் இடையில்

திணிக்கப்பெறும். இவ்வாறு திணிக்கப்பெற்ற பல சிப்பிகள் அவற்றின் ஓடுகளுடனேயே ஓர் அடைப்புக்குள் வைக்கப்படுகின்றன. அடைப்பை நீருக்கு அடியில் இறக்கப்பட்டு முத்து உருவாவதற்கான சூழ்நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. மணிகள் இங்கே சிப்பிகளை உறுத்தும் அயல் பொருள்களாகச் செயலாற்றுகின்றன. அயல் பொருள் நுழைந்ததும் சிப்பி தன்னிடமிருந்து சுரப்பு நீரை வெளிப்படுத்துகிறது, பின்னர் படல அடுக்கு முறை இயற்கை வழிப்படித் தொடங்குகிறது தொடர்கிறது. இயற்கை வழி முத்துக்களைப் போலவே இத்தகைய செயற்கை முத்துக்கள் உருவாகவும் ஆறு அல்லது ஏழு ஆண்டுகள் ஆகின்றன. இரண்டு வகை முத்துக்களும் கண்பார்வைக்கு ஒரே மாதிரியாகத்தான் தோன்றும் எவ்வித வேறுபாடும் தெரியாது. ஆனால் ஒளிரும் திறமையில் இரண்டுக்கும் மிகச் சிறிதான வேறுபாடு இருக்கிறது. இந்த நுட்பமான வேறுபாட்டைக் கண்டுபிடிக்க எக்ஸ் கதிர் (x-rays)களும் எண்டோஸ்கோப் (endoscope) என்ற கருவியும் பயன்படுகின்றன. முத்துக்குள் சேதம் ஏற்பட்டு துளை ஏதேனும் இருந்தால் எண்டோஸ்கோப் மூலம் கண்டுபிடித்துவிடலாம். செயற்கை முத்து இயற்கை முத்துப் போல் அதிகத் திறமையுடன் ஒளிர்வதில்லை என்பதால் அது அதிக விலைக்கு மதிக்கப் பெறுவதில்லை.

கன்னைக் கவரும் அணிகலனாக இருக்கும் பெருமை முத்துக்களுக்கு இருப்பதனால்தான் செயற்கை முத்துக்களைத் தயாரிக்கும் முயற்சியில் மனிதன் ஈடுபட்டான். அதற்கு அடுத்து மேலும் ஒருபடி சென்று முத்தைப் போல் உருவம் கொள்ளும் போலி முத்துக்களை (imitation pearls) யும் தயாரிப்பதில் அவனது கவனம் சென்றது. முதலில் தகுந்த அளவுடைய உருண்டைக்

கோளங்கள் கண்ணாடியினால் செய்யப்படுகின்றன. அவற்றால் உட்புறம் ஏதும் இல்லாமல் பொந்தாக இருக்கும்.

கடலில் வாழும் சில மீன்களின் செதில்கள் ஒளிரும் தன்மை பெற்றிருக்கும். இவ்வகை மீன்கள் தனியே வளர்க்கப்பட்டு அவற்றின் செதில்கள் திரட்டப்படுகின்றன. செதில்களைக் கொண்டு முத்துச்சாறு (pearl essence) செய்கிறார்கள். இந்தச் சாற்றைக் கண்ணாடி உருண்டைகளின் மேல் பொருத்திவிட்டால் அவை ஒளிரும் அல்லவா? ஆனால் சாறு கண்ணாடியுடன் ஒட்டிப்பொருந்தாது. அதனால் முத்துச்சாற்றுடன் வஜ்ரம் என்னும் ஊன்பசையைக் கலக்கிறார்கள். இந்தக் கலவையைக் கண்ணாடி மணிகளின் மீது பூசுகிறார்கள். கலவை நன்றாகக் காய்ந்தபிறகு உருண்டை மணிகள் ஒளிரும் திறமை பெறுகின்றன. போலி முத்துக்கள் சற்றே கனமாக இருக்கவேண்டும் என்ற தேவை ஏற்பட்டால் கண்ணாடி மணிகளின் உட்பொந்தில் மெழுகை நிரப்பிக் கொள்ளலாம். இத்தகைய போலி முத்துக்களின் விலை குறைவாக இருப்பதனால் சாதாரண மக்களாலும் அவற்றை வாங்கமுடிகிறது. முத்துக்களைப் போலவே ஒளிர்ந்து மனநிறைவை உண்டாக்கவும் அவை வல்லனவாக இருக்கின்றன.

இந்தியாவில் நெடுங்காலமாகத் தமிழ்நாட்டுப் பகுதிகளில் முத்துக் குளிப்புத் தொழில் நடைபெற்று வருகிறது. மன்னார் வளைகுடா முத்துக் குளிப்புக்குப் பெயர் பெற்றது. வடக்கே வைப்பாறு, தெற்கே மணப்பாடு என இவற்றுக்கிடையேயுள்ள கடற்கரையிலும் எதிர்ப்புறம் இதே பகுதியில் இலங்கைக் கடற்கரையிலும் முத்துச் சிப்பி தங்குவதற்கான பாறைகள் உள்ளன. இந்தப் பாறைகள் சுண்ணாம்புக்கல் படிவமானவை; மேற்பரப்பில் மணலும் கலந்து ஒட்டிக்கொண்டு

பாறையைச் சொர சொரப்பாக்குகிறது. வடகிழக்குப் பருவக்காற்றும் தென்மேற்குப் பருவக்காற்றும் மோதுவதால், ஆண்டில் நான்கு மாதங்கள் தவிர மற்றக் காலங்களில் இக்கரையோரம் அலைகளால் மோதுறும், எதிர்த் திசையிலுள்ள இலங்கைக் கடற்கரை இந்தப் பருவங்களிலும்கூடக் காற்றாலும் அலைகளாலும் தாக்கப்படாமல் பாதுகாப்பாக உள்ளது; கரையோரமுள்ள தீவுகள் பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன. திருநெல்வேலி மாவட்டக் கடற்கரையில் முத்துச் சிப்பிகளுக்கு பாதகமான முறையில் மணலோடு கரையோர மண்ணும் கலந்துவிடுகிறது.

முத்துச் சிப்பிகளுக்கு அனுசரணையான பாறைகள் இராமேஸ்வரத்திலிருந்து கன்யாகுமரி வரையில் கடற்கரை நெடுகிலும் இருப்பதாக சொல்லலப்பட்டாலும், 54 பாறைகளே முக்கியமானவை. இவற்றில் சில நூறு சதுரஅடி பரப்புள்ளவை; வேறு சில 10 சதுர மைல் அளவுக்கு விரிவானவை. இப்பாறைகள் விஞ்ஞான முறைப்படி ஆராய்ந்து 17 வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. தூத்துக்குடிக் கரையிலிருந்து 10 மைல் தூரத்திலுள்ள தொள்ளாயிரம் பாறையும் புன்னைக் காயலிலிருந்து 6 மைல் தொலைவிலுள்ள ஆடுமுட்டிப் பாறையும் இவற்றுள் முக்கியமானவை.

முத்துச் சிப்பிகளை உணவாகக் கொள்ளும் சில மீன்வகைகள் உள்ளன. அவை பெருங்கூட்டமாகக் கடலடியிலும் கூடச் சென்று சிப்பிகளைத் தமக்கு இரையாக்கிக் கொள்கின்றன. இதனால்தான் சமீபகாலத்தில் முத்துச் சிப்பிகள் அரிதாகி வருகின்றன.

பெரிய அளவில் தொழில்முறையாகவும் ஆராய்ச்சி நோக்கிலும் முத்துப் பண்ணை இடம்பெறத் தொடங்கியது 1970ஆம் ஆண்டுக்குப்

பின்னர்தான். மத்திய மீன்வள ஆராய்ச்சி நிறுவனம் 1972இல் தூத்துக்குடியில் செயலாற்றத் தொடங்கியது. தூத்துக்குடிக்கு அடுத்த வேப்போலை என்ற ஊரில் முத்துப் பண்ணை அமைந்திருக்கிறது. இங்கு ஆராய்ச்சிக் கூடமும் இணைந்திருக்கிறது. முதல் செயற்கை முத்து இங்கு 1973இல் உருவாக்கப்பட்டது. வணிக நோக்கில் இந்தப் பண்ணை இன்னும் செயலாற்றத் தொடங்கவில்லை. ஆராய்ச்சி நிலையில் பலருக்கு பயிற்சி தரும் நிலையமாக தற்போது இது விளங்கி வருகிறது. அயல்நாட்டினரும் இங்கு வந்து பயிற்சி பெறுகிறார்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இங்கு புலப்படும் ஆராய்ச்சி முடிவுகள் வணிக அளவில் அரசினரால் விரைவில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படும்.

கேரளத்தைச் சார்ந்த மீன்வளத்துறை இதே மாதிரியான முத்துப் பண்ணை ஒன்றை விழிஞ்சத்தில் நிறுவியிருக்கிறது. 'விழிஞ்சம்' என்ற ஊர் திருவனந்தபுரத்திற்குத் தெற்கே 25 கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருக்கிறது. முத்து வளர்வதற்கான மித வெப்பச் சூழ்நிலை இங்கு இயற்கையாக அமைந்து இருக்கிறது. இதற்கு மகத்தான எதிர்காலம் என்று சொல்வதற்கு தக்கதான அடிப்படை வேலைகள் தற்போது தொடங்கியிருக்கின்றன. கடலோரம் ஒரு முத்துப் பண்ணையும், அதைச் சார்ந்த ஒரு சோதனைக் கூடமும் இங்கு உள்ளன. விஞ்ஞானம் கற்ற மாணவர்கள் இங்கு பயிற்சி பெறுகிறார்கள். முத்துக்குளிப்பதில் தேர்ந்த அனுபவமும் பயிற்சியும் பெற்ற தொழிலாளர்கள் இங்கு பணியாற்றுகிறார்கள்.

முத்துப் பண்ணையில் பெரும் அளவில் முத்துக்கள் பெற புதிய உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன. தூண்டில் போன்ற அமைப்பில் தோரணமாக இளஞ் சிப்பிகள் வரிசைகளாக அடுக்கப்படுகின்றன.

மூங்கில் கழிகளில் பொருத்தப்பட்ட நைலான் வலைகளில் இத்தோரணங்கள் பிணைக்கப்படுகின்றன. சிப்பிகள் இனி தம் போக்கில் வளர முடியும். வளரும் தன்மையான இவை கடலடியில் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் தொங்கவிடப்படுகின்றன. குழுமமாக ஒரே இடத்தில் இருப்பதனால் அவற்றைப் பராமரிப்பது இப்போது எளிதாகிவிடுகிறது. பிற கடல் விலங்குகளால் ஆபத்து நேரிட்டு விடாதபடி இச்சிப்பிகள் பாதுகாப்பான கூண்டுகளில் உள்ளடக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

சிப்பியின் வளர்ச்சிக்கு ஆதரவான வெப்ப நிலையும் நீரோட்டமும் ஆண்டில் மூன்று பருவங்களில் அமைகின்றன. இப்பருவங்களில் சிப்பிகள் பல்கிப் பெருகுகின்றன. சூழ்நிலையை அனுசரித்து சிப்பியின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும் இருக்கும். சாதாரணமாக ஒரு சிப்பி முழு வளர்ச்சி பெற ஒன்பது மாதங்களாகும்.

ஒன்பது மாத வளர்ச்சிக்குப் பின்னர் சிப்பிகள் சோதனைக் கூடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. அங்கு அவற்றிற்கு விறைப்பு மருந்து (anaesthesia) ஊட்டப்படுகிறது. அதைத் தொடர்ந்து சிப்பிகள் பாதுகாப்பான நிலைக் கம்பங்களில் பொருத்தப்படுகின்றன. விறைப்பு மருந்து முழுவதுமாகத் தன் வேலையைச் செய்து முடித்தவுடன் அதற்கு அடுத்த முக்கியமான வேலை தொடர்கிறது. நமைச்சலை உண்டாக்கும் துணுக்குப் பொருள் இப்போது சிப்பிக்குள் திணிக்கப்படுகிறது. பாதுகாப்பாக நமைச்சல் துணுக்குடன் ஒட்டுத் திசுவும் சேர்த்துத் திணிக்கப்படுகிறது.

இதற்குப் பின் சிப்பிகள் மயக்க நிலையிலேயே மீண்டும் கூண்டுக்குள் வைக்கப்பட்டு கடலடியில் அமிழ்த்தப்படும். ஒருமாத

இடைவேளைக்குப் பிறகுதான் சிப்பி தன் மயக்கம் நீங்கப்பெற்று உறுத்தலை உணரத்தொடங்கும் இப்போது முத்து வளரத் தொடங்குகிறது. முத்துப் படலங்கள் படிப்படியாக வளர்கின்றன.

பொறுப்பாகப் பேணப்படாமல் தன்னியல்பாக இயற்கைப் போக்கில் வளர்வதைவிட, ஒன்பது மாதப் பருவம் கொண்ட சிப்பியைப் பிறவற்றினின்றும் பிரித்தெடுத்து வகைப்படுத்தி செயற்கை முறையில் முத்தை விளைவித்தால் மூன்று மடங்கு பலனைப் பெறலாம். நமைச்சல் துணுக்குத் திணிப்பு மிக நுட்பமாகக் கையாளப்பட வேண்டியதாகும். தகுந்த பயிற்சி பெற்றவர்களால்தான் இதைச் செம்மையாகச் செய்ய முடியும். சிப்பிகளை அடுக்கி கடலடியில் அமிழ்த்தும் முறையிலும் கவனமாக இருக்க வேண்டும். தனித்தனி ஆளாக இல்லாமல் பலர் ஒரு குழுவாக அமைந்தே இவற்றையெல்லாம் சீராகச் செய்து முடிக்கிறார்கள்.

குஜராத்தைச் சேர்ந்த 'கட்ச்' வளைகுடாவிலும் சிறிதளவில் முத்துச்சிப்பிகள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. பாரசீக வளைகுடா, பஹ்ரெய்ன் தீவுக்கரைகள், போர்னியோ தீவின் வடகிழக்குக்கரை, அருவா தீவுகளின் தென்கிழக்குக் கரை முதலிய க்டற்கரைப் பகுதிகளில் முத்துச் சிப்பிகள் ஏராளமாக விளைகின்றன.

அந்தமான், நிக்கோபார், லட்சத் தீவு ஆகிய பகுதிகளைச் சார்ந்த கரையோரப் பகுதிகளிலும் வளை குடாக்களிலும் முத்துப் பண்ணை வெற்றிகரமாகச் செயல் படுவதற்கான வாய்ப்புகள் அதிகமாக இருக்கின்றன. விஞ்ஞானிகள் சிலர் அண்மையில் அந்தமான், நிக்கோபார், தீவுகளைப் பரிசீலித்தபோது கறுப்பு நிற முத்துக்களை உருவாக்கும் முத்துச் சிப்பிகள் அங்கு பல்கிப் பெருகி வளர்ந்திருப்பதைக்

கண்டிருக்கிறார்கள். கறுப்பு முத்துக்களே தரத்தில் சிறந்தவை. விலையுயர்ந்தவை என்பதனால் இக்கடற்பகுதிகளை நன்கு பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

பம்பாயிலுள்ள வைர ஆபரண ஏற்றமதிக்குழு (Gem and Jewellery Export Promotion Council) லின் புள்ளி விவரப்படி 1975–76ஆம் ஆண்டில் 352.13 லட்ச ரூபாய் மதிப்புள்ள செயற்கை முத்துக்கள் இந்தியாவிலிருந்து ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இது 1970–71ஆம் ஆண்டில் 124.65 லட்ச ருபாய் அளவிலான முத்துக்கள் மட்டுமே ஏற்றுமதியாயின என்ற நிலையுடன் ஒப்பிடப்பட்டால், இத்துறை வாணிபம் நம் நாட்டில் நாளுக்கு நாள் வளர்ந்து வருகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

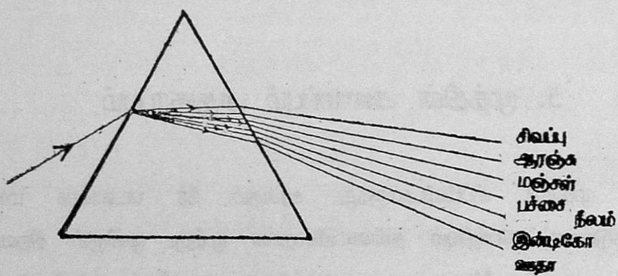
முத்து வளர்வதற்குச் சாதகமாக உள்ள கடற்கரைகளைக் கொண்டுள்ள மாநிலங்கள் இன்னும் தீவிரமாக இத்துறையில் கவனம் செலுத்த வேண்டும். ஆராய்ச்சி அளவில் மட்டுமல்லாது வணிக அளவிலும் முத்துப் பண்ணைகளைப் பராமரிக்கத் திட்டமிடுதல் வேண்டும். அதற்கான வழிவகைகளை வகுத்து செயல்பட மத்திய மீன்வள ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (CMFRI-Central Marine Fisheries Research Institute) எப்போதும் தயாராக இருக்கிறது. தேவையான விஞ்ஞான நுணுக்கங்களை அது முறைப்படுத்தும். முத்து வளர்ப்பில் நமக்கு ஏற்கனவே பரம்பரை அனுபவம் உண்டு. இந்த அனுபவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு இம்முறையை நம்மால் மேம்படுத்த முடியும்.

5. முத்தின் அமைப்பும் பாதுகாப்பும்

முத்துச் சிப்பியிடமிருந்து சுரக்கும் நீர் படலமாக மாறி அடுக்கடுக்காப் பொதியும் தன்மையில்தான் முத்து ஒளிரும் திறமை பெறுகிறது. சுரப்பு நீர் படலமாக மாறும்போது கால்சியம் கார்பனேட்டின் நுண்ணிய முப்பட்டைகள் கிடைக்கின்றன. இவை அனைத்தும் நெருக்கமாக ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைக்கப்படுகின்றன. முத்தின் மீது ஒளிக்கதிர் பாயும்போது முப்பட்டைகளை ஊடுருவிச் செல்கிறது.

ஒளிக்கதிருக்குச் சில முக்கியமான தன்மைகள் உண்டு. முகம் பார்க்கும் கண்ணாடியில் ஒளிக்கதிர் மேலே பிரதிபலித்துவிடுகிறது. ஒளி ஊடுருவிச் செல்ல முடியாதபடி கண்ணாடியின் பின்பக்கம் பாதரசம் பூசப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு பாதரசம் பூசப்படாமல் இருந்தால் ஒளிக்கதிர் கண்ணாடியைத் தாண்டிப் பின்புறம் சென்றுவிடும். ஊடுருவிச் செல்லும்போது ஒளிக்கதிர் ஒரே நேர்கோட்டில் செல்வதில்லை. சற்றே விலகிச் செல்கிறது, இப்படிப் பாதை விலகிச் செல்வதை ஒளி கோட்டம் அடைதல் (refraction) என்கிறோம். சாதாரணக் கண்ணாடியில் ஒளி கோட்டம் அடையும்போது அதிக மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் ஒளிக்கதிர் ஒரு முப்பட்டைக் கண்ணாடியில்

கோட்டமடையும்போது பல நிறங்கள் கொண்ட கதிர்களாகப் பிரிந்து விடுகிறது. இதில் வானவில்லின் எல்லா நிறங்களும் இருக்கும்.

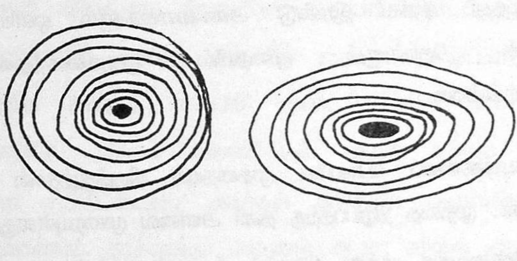


முப்பட்டையில் ஒளி கோட்டம் அடைதல்

கால்சியம் கார்பனேட்டினால் உருவான நுண்ணிய முப்பட்டைகள் கண்ணாடி முப்பட்டைகளைப் போலவே செயலாற்றுகின்றன. முத்து நம்மைக் கவர்வதற்குக் காரணம் முப்பட்டைகளாலான அதன் அமைப்பு முறையே ஆகும். முத்து இரண்டு வேலைகளையும் செய்கிறது. ஒளியை இதனால் பிரதிபலிக்கவும் முடியும்; கோட்டமடையச் செய்யவும் முடியும். முத்தின் மீது விழுந்த ஒளிக்கதிர்களின் ஒரு பகுதி முத்தின் மேல்பரப்பிலேயே பிரதிபலித்துவிடுகிறது. மற்றொரு பகுதி முத்திற்குள் நுழைந்து முப்பட்டைகளைக் கடக்கும்போது கோட்டமடைந்து பின்னர் முத்தினின்றும் வெளியேறுகிறது. இந்தச் செயலினால் முத்து ஒளிர்கின்றது. சுரப்பு நீர்ப் படல அடுக்குகள் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஒளிக்கதிரின் நிற ஜாலங்கள் பெருகி கண்ணைக் கவருகின்றன.

முத்தின் உட்புகுந்த ஒளிக்கதிர் அதிலிருந்து வெளிவரும்போது ஏற்படும் மாற்றமே முத்தின் பெருமைக்கு அடிப்படையாகும். அத்தகைய சிறப்பு சுரப்பு நீர்ப் படல அடுக்குமுறையைப் பொருத்திருக்கிறது. அடுக்குமுறை ஒரே சீராக அமையாவிட்டால் முத்து சிறப்பதில்லை. முத்துச் சிப்பிக்குள் நுழைந்த அயல் பொருளைப் பொருத்தே முத்து அமையப் பெறுகிறது. மணலைப் போல ஒழுங்கான உருவம் படைத்த அயல் பொருளின்மேல் படல அடுக்குப் படிந்தால் முழு உருண்டை வடிவம் கொண்ட அழகான கோலி உருவில் முத்து கிடைக்கிறது. மாறாக இருந்தால் அயல் பொருளுக்கு ஏற்ப முட்டை வடிவமாகவும் பொத்தான் வடிவமாகவும் முத்து உருவாகி விடுகிறது.

கோள உருவைத் தவிர மற்ற உருவமைப்பு கொண்ட முத்துக்களால் ஒளியைச் சரிவர பிரதிபலிக்கவோ கோட்டமுறச் செய்யவோ முடியாது.



முத்தின் வெவ்வேறு உருவ அமைப்புகள்

எனவே கீழ்தரமான முத்துக்கள் என்று இவை ஒதுக்கப்பட்டு விடுகின்றன. அணிவகைகளில் இவை இடம் பெற முடிவதில்லை.

முத்தின் நிறமும் அந்த நிறத்தின் செறிவும் அணிவகைகளில் முக்கிய இடத்தை முத்துக்குப் பெற்றுத் தருகின்றன. சாதாரணமாக முத்து நிறமற்றதாக இருக்கவேண்டும். ஆனால் அடுக்குப் படலங்களுக்கு இடையில் சில அசுத்தங்கள் கலந்து விடுவதனால் அந்த அசுத்தங்களின் தன்மைகளுக்கும் அளவுக்கும் ஏற்ப ஊதா, நீலம், சாம்பல், மஞ்சல் முதலிய பல நிறங்களில் முத்துக்கள் கிடைக்கின்றன. அசுத்தம் இடைப்பட்டாலும் அதுவே ஒரே சீராகப் பரவினால் முத்து ஒளிரும்போது குறை ஏற்படுவதில்லை. எல்லா நிற முத்துக்களிலும் கறுப்பு நிற முத்துக்களுக்கே முதலிடம் அளிக்கப்படுகிறது.

முத்து வைர இனத்தைச் சார்ந்த அணிவகைதான், மண்ணிலிருந்து தோண்டி எடுக்கப்பட்ட கல் வகைகளைப் பட்டை தீட்டுவதால் வைரங்கள் கிடைக்கின்றன. முத்துக்களோ முற்றிலும் வேறுபட்ட முறையில் கடலிலிருந்து கிடைக்கப் பெறுகின்றன. உயிரினத்தைச் சார்ந்த வளர்ச்சியைக் கொண்டது முத்து. ஆனால் வைரம், முத்து ஆகிய இரண்டு அணிவகைகளும் ஒளிக்கதிரைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் முறையில் ஒருவகைத்தனவாகவே அமைந்திருக்கின்றன.

வைரங்களைப் போலவே முத்தையும் நிறுத்துத்தான் விலை கூறுகிறார்கள். முத்தை நிறுப்பதற்கு தனி அளவை முறையுள்ளது. அந்த நிறுத்தல் அளவைக்கு முத்து கிரெயின் (pearl grain) என்று பெயர். நான்கு முத்து கிரேயின்கள் கொண்டது ஒரு காரட் (carat) அளவையாகும்.

காரட் என்ற சொல் விதை என்பதாகப் பொருள்படும் அரபுச் சொல்லினின்றும் பிறந்ததாகும். பழங்காலத்தில் வைரக் கற்களை

நிறுவையிட 'காரப்' (carab) என்ற மரத்தின் விதைகளே பயன்பட்டன. வைரக் கல்லின் எடை இத்தனை விதைகள் என வழங்கப்பட்டு, பின்னர் இத்தனை காரட் என்பதாக மாறியது. தமிழ்நாட்டில் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் குன்றிமணியை இதற்கு ஒப்பிடலாம். திண்மைமிக்க இத்தகைய விதைகள் காலப்போக்கினால் சுருங்காமலும் எடை குறையாமலும் இருப்பதனாலேயே ஆபரணப் பொருட்களை எடையிட்டு மதிப்பிடப் பயன்படுகின்றன.

காரட் என்பது ஒரு கிராம் எடையின் 1/2 பகுதி அதாவது 200 மில்லி கிராம். நான்கு முத்து கிரேயின் கொண்டது ஒரு காரட் என்பதனால் ஒரு கிரெயினின் எடை 50 மில்லி கிராம். குன்றிமணி எடையீட்டுப்படி ஏறத்தாழ மூன்று குன்றிமணிகள் ஒரு காரட்டுக்குச் சமமாகும் அதாவது மூன்று குன்றிமணிகள் நான்கு முத்து கிரெயினுக்குச் சமமாகின்றன.

முத்தின் விலையை நிர்ணயிக்க வியாபாரிகளிடையே சங்கேத வாய்பாடு (formula) உண்டு. கிரெயின் எடையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இந்த சங்கேத வாய்பாடு மூலம் முத்தின் விலையைக் கணக்கிடுகிறார்கள். இந்தக் கணக்கீட்டில் ஆதார விலை (base price) என்ற குறியீட்டையும் அவர்கள் சேர்த்துக் கொள்கிறார்கள். முத்தின் பருமனையும், தரத்தையும் கொண்டு ஆதார விலை அமையும். தரம் என்பது முத்தின் நிறம், உருவமைப்பு ஆகியன சார்ந்து நிர்ணயிக்கப்படும், இந்நாட்களில் முத்தின் விட்டத்தை மில்லி மீட்டர் அளவில் அளந்து அதற்கேற்ப விலையை நிர்ணயிப்பதும் வழக்கத்தில் இருக்கிறது. சாதாரணமாக 6 கிரெயின் எடையான முத்தின் விட்டம் 6 மில்லி மீட்டராக இருக்கும்.

முத்துக்கள் மிக எளிதில் நாசமடைந்துவிடும். தூசி, வியர்வை, சூடு, சூரிய வெப்பம் முதலியன முத்தை அரித்து அழித்துவிடும் வல்லமை பெற்றிருக்கின்றன. முத்துப் படலத்தின் அடிப்படை வேதிப்பொருள் கால்சியம் கார்பனேட் என்பதை அறிவோம். இது அமிலத்துடன் சேரும்போது வேதி மாற்றம் நிகழ்ந்து முத்துப் படலம் அரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. உடம்பில் துளிர்க்கும் வியர்வையில் அமிலம் கலந்திருக்கிறது. வியர்வை முத்தின்மேல் பட்டால் முத்தை அழிக்கும் வேதிய மாற்றம் நிகழ்கிறது. அதனால் முத்தை அணியாகப் பயன்படுத்தும்போது அது நேரடியாகத் தோல் பகுதியைத் தொடாதபடி அணிந்து கொள்ளவேண்டும். அணிகலனாகப் பத்திரப்படுத்தி வைக்க வேண்டும். நல்ல முறையில் பாதுகாக்கப்பட்ட முத்துக்கள் நூறு ஆண்டுகளுக்கும் மேலாகப் பயன்படும்.

பல படலங்களின் சீரான அடுக்குத்தான் முத்து. ஓர் அடுக்குக்கும், மற்றோர் அடுக்குக்கும் நேரடியான தொடர்பு கிடையாது. அதனால் முத்தின் மேல் வரிசை கேடு அடைந்தால் கவலைப்பட வேண்டியதில்லை. அந்த வரிசைப் படல அடுக்கை மட்டும் எச்சரிக்கையுடன் உரித்துக் களைந்து விட்டால் முத்து முன்போலவே நன்றாக ஒளிரும். வெங்காயத்தில் உலர்ந்து போன சருகை உரித்துக் களைந்துவிட்டால் பின்னர் அதே வெங்காயத்தை மீண்டும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் அல்லவா, அதேபோல முத்தையும் சீர்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

முத்துமாலைகளும் முத்தினால் செய்யப்பட்ட மற்ற அணி கலன்களும் பரம்பரை பரம்பரையாக மதிக்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மனித குலத்தின் எந்தப் பிரிவாக இருந்தாலும் சரி, பன்னெடுங்காலமாக அணி வகைகளில் முத்து உயர்ந்த இடத்தையே பெற்றுள்ளது.

6. கடலுக்குள் பவளத் தோட்டம்

பூமியின் நிலப்பரப்பில் நிறைய காடுகள் இருக்கின்றன. தாவர இனத்தின் பெருக்கத்தினால் அக்காடுகள் உருவாகியிருக்கின்றன. பூமியின் மற்றொரு பகுதி கடல். கடல்பகுதியிலும் காடுகள் நிறைந்திருக்கின்றன. இரு வகைக் காடுகளுக்கும் வேறுபாடு உண்டு. கடலுக்குள் இருக்கும் காடுகள் விலங்கினப் பூச்சிகளின் பெருக்கத்தினால் உருவாகியிருக்கின்றன. அத்தகைய காடுகள் உண்டாகக் காரணமாக இருக்கும் உயிரினங்களுக்கு குழியுடலிகள் (coelenterata) என்று பெயர். இவை குழிந்த உடலமைப்பைக் கொண்டிருப்பதனால் இவற்றுக்கு இப்பெயர் இடப்பட்டிருக்கிறது.

குழியுடலிகள் தோற்றத்தில் தாவரங்களைப் போல் இருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கடல்சாமந்தி என்ற குழியுடலி மலர்ந்த சாமந்தி பூவைப்போல் தோற்றமளிக்கிறது. குழியுடலி இனத்தில் பலவகை உண்டு. அவற்றின் பொதுப்பெயர் பாலிப் (polyp). பாலிப் என்பதான பவளப் பூச்சிகளின் தன்மைகளுக்கு ஏற்ப ஆயிரக்கணக்கான பவளங்கள் கடலில் உருவாகின்றன.

உயிருள்ள பவளப் பூச்சியிலிருந்து உயிரற்றப் பொருளான பவளமும் முத்தைப் போலவே கடலிலிருந்து ஒரு செல்வமாகக் கிடைக்கிறது. பவளம் அணிகலன்களில் இணைக்கப்பட்டு கண்களைக் கவரும் திறம் கொண்டதாக இருக்கிறது. பவளமும் வைர இனத்தைச் சேர்ந்த அணிபொருள்தான். ஒளிரும் தன்மையில் இது முத்தைப் போலவே இருக்கிறது. ஏனெனில் இரண்டுக்கும் அடிப்படையாக விளங்குவது ஒரே பொருள்தான். அப்பொருள் உருவாக்கப் பட்டிருக்கும் அமைப்பு முறைதான் வெவ்வேறாக இருக்கிறது.

கடலிலிருந்து கிடைக்கும் கால்சியம் கார்பனேட்டை பவளப் பூச்சிகள் தங்களுக்குள் ஏற்று பாதுகாப்பாக சட்டகங்களைக் கட்டிக்கொள்கின்றன. பூச்சிகள் படிப்படியாகக் கட்டுவிக்கும் சட்டகங்களின் தொகுப்பே பவளம் ஆகும். தோற்ற முறையாலும் நிறங்களின் வேறுபாட்டாலும் பவளங்கள் பலவகைப்படுகின்றன. சில பவளங்கள் கலைமான் கொம்புகளைப் போல் தோற்றமளிக்கின்றன; சில ஷேவிங் பிரஷ்களைப் போலவும், மற்றும் சில மூளை உருவம் போலவும் தோற்றமளிக்கின்றன. நிற வேறுபாட்டால் சிவப்பு, நீலம், கறுப்பு முதலிய நிறங்களில் பவளங்கள் கிடைக்கின்றன.

கடலடியல் வாழும் இனத்தைச் சேர்ந்ததனால் பவளப்பூச்சி தனக்குத் தேவையான உணவைக் கடலிலிருந்து மட்டுமே பெற்றுக்கொள்ள முடியும். கடலில் பாசி போன்ற நுண்ணிய தாவரங்கள பல வளர்கின்றன; மிக நுண்ணிய பூச்சிகளும் கடலில் வாழ்கின்றன. அவையே பவளப் பூச்சியின் உணவாகும்.

பவளப் பூச்சியின் வாய் அதன் தலைப்பகுதியில் அமைந்திருக்கிறது. வாயைச் சுற்றிப் பல உணர்நீட்சிகள் (tentacles)

இருக்கின்றன. அவற்றைக் கொண்டு பூச்சி தன் சூழ்நிலையை அறிந்து கொள்கிறது. பூச்சிக்கு கண், காது ஆகிய உறுப்புக்கள் கிடையாது. உணர் நீட்சிகளே அவற்றின் வேலைகளையும் சேர்த்துச் செய்கின்றன. பவளப் பூச்சி தனக்குத் தேவையான உணவை மிகவும் தந்திரமாகத் திரட்டிக் கொள்கிறது. வேறு நுண்ணிய பூச்சிகள் எவையேனும் தன்னை அணுகும்போது உணர் நீட்சிகளால் பவளப் பூச்சி அதை உணர்ந்துகொள்கிறது. உடனே தன் உணர் நீட்சிகளின் முனைகளிலிருந்து ஒரு நச்சுப் பொருளை உதிர்த்துப் பரப்புகிறது. நச்சு சூழ்ந்ததும் வேற்று உயிரினம் மயக்கம் அடைந்து செயலிழக்கிறது. மயக்கத்தில் இருக்கும் உயிரினத்தை உணர் நீட்சிகளைக் கொண்டு இழுத்து வளைத்து பவளப் பூச்சி தன் வாய்க்குள் நுழைத்து உள்ளே தள்ளிவிடுகிறது.

பவளப் பூச்சியின் வாய்ப் பகுதியையும் அடித்தட்டுப் பகுதியையும் இணைக்க நீண்ட சூழல் ஒன்று இருக்கிறது. இதுதான் பூச்சியின் உணவுக் குழல். இந்தக் குழல் பூச்சியினால் ஏற்கப்பட்ட உணவைச் செரிக்கச் செய்கிறது. அவ்வாறு செரித்த உணவைப் பல உறுப்புகளுக்கும் பரிமாறுகிறது. தன்வயப்படுத்திக்கொண்ட பின் எஞ்சிய கழிவுகளை வாய் வழியாகவே இக்குழல் வெளியேற்றிவிடுகிறது. தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளவேண்டிய தேவை நேரும்போது பூச்சி தனது எலும்புக் கூட்டுச் சட்டகத்திற்குள் சுருங்கிப் பதுங்கிக் கொள்கிறது. ஆபத்து நீங்கியதும் உணவு தேடுவதற்காகத் தனது உணர் நீட்சிகளை நாலாபுறமும் பரப்பி இரைதேடி அது வேற்று நுண்ணுயிர்களுக்காகக் காத்திருக்கிறது. ஒரு பூச்சிக்கு உணவு கிடைக்கவில்லையானால் அடுத்திருக்கும் பூச்சிகளுக்குக் கிடைத்த உணவை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்

பட்டுள்ள குழாய்கள் மூலம் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. இதற்கேற்ப பவளப் பூச்சிகள் கூட்டுயிரிகளாக வாழ்கின்றன.

பவளப் பூச்சியின் உடல் இரண்டு தோல் அடுக்குகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. அவற்றுள் புறத்தோல் கூச்ச உணர்ச்சி உடையது. உள் தோல் வாய், உணவுக்குழல், வயிற்றுக்குழி முதலியவற்றைக் கொண்டிருக்கிறது. வயிற்றுக் குழியில் ஜீரணம், சுவாசம், இரத்த ஓட்டம், இனப்பெருக்கம் முதலியன நடைபெறுகின்றன. தன் உணவைப் பற்றிக் கொள்ளவும், தன்னைத் துன்புறுத்த வரும் விலங்குகளை அணுகவொட்டாதபடி துரத்தியடிக்கவும் பவளப் பூச்சி சாதன உறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது.

பவளப் பூச்சி தன் மேல்தோல் பகுதியில் காலிக்கோப்ளாஸ்ட் (Calicoblast) என்ற செல்களைச் சுரக்கச் செய்து பாதுகாப்பான சட்டகங்களைக் கட்டிக்கொள்கிறது. இந்தச் சட்டகங்கள் சுண்ணாம்புப் படிகங்களின் அடுக்குத் தொடராகும். சூழ்நிலையிலான அடைப்புக்குள் சுண்ணாம்புப் படிகங்கள் படிப்படியாகப் பொதிந்து இணைப்புக் கொள்கின்றன. நாம் வீடு கட்டும்போது செங்கற்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி, இடைவெளிகளில் சிமிண்ட் கரைசலை ஊற்றி இறுக்குவதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இவ்வாறு பவளப் பூச்சியால் உருவாக்கப்பட்ட புறச் சட்டகம் கிண்ணம் போன்று குழிந்த அமைப்புக் கொண்டிருக்கும். இதற்கு கோரலைட் (corallite) என்று பெயர்.

பவளப் பூச்சி தனித்து வாழாமல் கூட்டம் கூட்டமாகக் காலனிகளாக வாழ்கின்றன. ஒரு காலனியில் பல்லாயிரக் கணக்கான பூச்சிகள் இருக்கும். முழுக் காலனியின் மொத்தச் சட்டகம் கோரலாம் (corallum) எனப்படும். ஒவ்வொரு பூச்சியும் தன்னுடைய

கோரலைட்டான கூம்புக் கிண்ணத்திற்குள் பாதுகாப்பாக வளர்கிறது. கால்சியம் கார்பனேட்டினாலான கிண்ணத்தின் வெளிப்புறச் சுவர்ப் பகுதிக்கு தீக்கா (theca) என்று பெயர். கிண்ணத்தின் குழிப்பகுதியில் பல இடைச் சுவர்கள் இருக்கின்றன. இவை செங்குத்தாக ஒன்றுகொன்று இடைவெளிவிட்டு இருக்கும். குறுக்கு வெட்டாக மேலிருந்து நோக்கினால் ஒரு வண்டிச் சக்கரத்தின் ஆரக்கால்கள் போலிருக்கும்.

பவளப் பூச்சிகள் இரண்டு வழிகளில் தங்கள் இனத்தைப் பெருக்கிக் கொள்கின்றன. விலங்கினங்களைப் போல பாலின முறையில் புழுக்களை உற்பத்தி செய்து பெருக்குவது ஒரு வழி. தாவரங்களைப் போல கிளைகளை உண்டாக்கி அவற்றின் மூலமாகப் பெருக்குவது ஒரு வழி. தாவரங்கள் கிளைகளை வெளியிடுவது தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குவதற்காகத்தான். முருங்கை மரம், ரோஜாச் செடி முதலியவற்றின் கிளைகளைப் பதியமிட்டால் அவை தனித் தாவரப் பகுதிகளாக வளர்கின்றன அல்லவா? அவற்றைப் போலவே பவளப் பூச்சியும் சட்டகத் தொகுப்பிலிருந்து பல கிளைகளை வெளிப்படுத்துகிறது, அந்தக் கிளைகளே செழித்து தனிப் பூச்சிகளாக வளர்கின்றன. நாளாவட்டத்தில் காடுகளைப் போல பெருகி விடுகின்றன. கடலடியில் பவளக் காட்டை உருவாக்க ஒரே ஒரு பவளப் பூச்சி மட்டும் போதும்!

பவளப் பூச்சியின் உடல் உறுப்புகளை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று மாமிசப் பகுதி, மற்றொன்று சட்டகப் பகுதி. மாமிசப் பகுதியில் வாய், உணர் நீட்சிகள், ஜீரண மண்டலம் ஆகியவை இருக்கின்றன. மாமிசப் பகுதிதான் பூச்சியின் மேல்பாகம், சட்டகப் பகுதிதான் பூச்சியின் எலும்புக்கூடு. மாமிசப் பகுதியான மேல்

பாகத்தையும் எலும்புக் கூடான கீழ்ப் பாகத்தையும் கெட்டியான ஜவ்வுப் படலம் ஒன்று இணைத்து வைக்கிறது.

கடல்நீரில் மிதந்தும் நீந்தியும் வரும் தாவரப் பாசிகளையும் நுண்ணுயிர்களையும் உணவாகத் திரட்டிக் கொள்ளும் பவளப் பூச்சி கால்சியம் கார்பனேட் உப்பையும் ஏற்றுக் கொள்கிறது. தனக்குப் பாதுகாப்பாக சட்டகத்தைக் கட்டிக் கொள்ளவே பூச்சி இந்த உப்பைத் திரட்டுகிறது. பூச்சியின் வாய் வழியாக உடலுக்குள் சென்ற இந்த சுண்ணாம்புச் சத்து உடலின் அடிப்புறத்தின் வழியே கீழே தள்ளப்படுகிறது. வெளியேற்றப்பட்ட பொருள் இறுகி பூச்சியின் பாதுகாப்புச் சட்டகமாக மாறுகிறது.

பூச்சிகள் படிப்படியாகக் கட்டுவிக்கும் இச்சட்டகங்களின் தொகுப்பே பவளம் ஆகும். எனவே, பவளங்களாக நம் கையில் கிடைப்பது பவளப் பூச்சியின் எலும்புக் கூடுகளே. பவளத்தில் கிண்ண வடிவில் குழிந்த துவாரங்கள் அல்லது பள்ளங்கள் நிறைய இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு குழியிலும் பூச்சியின் மாமிசப் பகுதி அது உயிரோடு இருக்கையில் இணைக்கப்பட்டிருந்திருக்கும். பூச்சி உயிருடன் இருக்கும் வரை கடலிலிருந்த சுண்ணாம்பை உடலுக்குள் ஏற்று சட்டகத்தைத் தொடர்ந்து கட்டுவதனால் சட்டகம் உயர்ந்து கொண்டே இருக்கிறது, இதைத் தான் நாம் பவளம் வளர்வதாகச் சொல்கிறோம். சட்டகக் கூடுகள் நிலைப்பாக ஒரே இடத்தில் இறுகி விடுவதனால் பூச்சிகளும் அங்கேயே நிலைத்து வாழ வேண்டியதாகிறது. அங்கிருந்தபடியே பவளப் பூச்சி தனது உணவுப் பொருளைத் திரட்டிக் கொள்கிறது.

புளிய மரம் மண்ணில் நிலைத்து ஊன்றி தனது கிளைகளைக் காற்றில் படர விடுவதைப் பார்த்திருக்கிறோம். கடலடியில் பவளப் பூச்சியின் காலனி அமைப்பு இப்படித்தான் இருக்கும்.

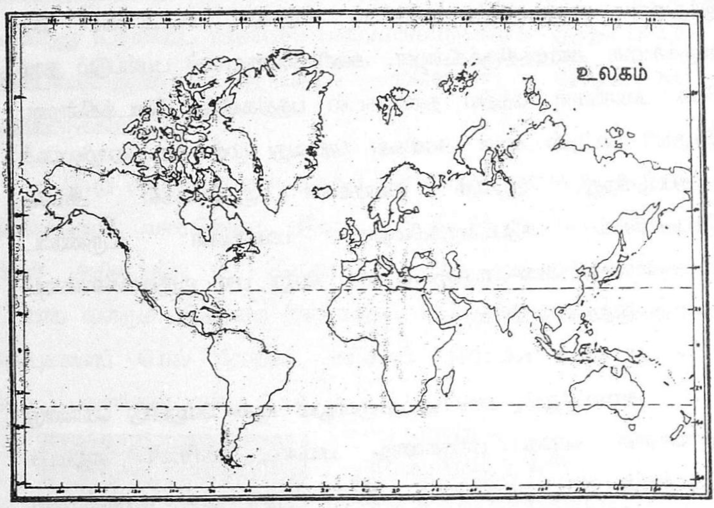
7. பவள வகைகள்

பவளப் பூச்சி பிற விலங்கின உயிர்களைப் போல பாலின முறையில் தன் இனத்தைப் பெருக்கும்போது பவளப் புழுக்கள் தோன்றுகின்றன. இந்தப் பருவத்தில் புழுக்களுக்கு எலும்பு கிடையாது. அவை கடல் நீரில் எங்கு வேண்டுமானாலும் நீந்தித் திரிகின்றன. புழுப் பருவம் முடிந்து பூச்சியாக மாறிய பின்னர் அது ஏதேனும் ஒரு பாறையையோ, தாவரக் கிளையையோ பற்றிக் கொள்கிறது. அதன் பிறகு பூச்சி அந்த இடத்தைவிட்டு நகர்வதில்லை. அங்கேயே நிலைப்பாக வளரத் தொடங்குகிறது. பவளப் பூச்சி உருளை வடிவ அமைப்புடன் மேல்நோக்கி வளர்கிறது. நிலையான வாழ்க்கை ஏற்பட்டதும் அப்பூச்சி தன் இனத்தைப் பெருக்கத் தொடங்கும். அதன் விளைவாக இலட்சக் கணக்கான எலும்புச் சட்டகங்கள் உருவாகி ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து இறுகுகின்றன. இச்சட்டகங்களைப் பூச்சியின் கால்களுக்கு ஒப்பிட்டால் பல கால்கள் இணைந்திருப்பது போல் தோற்றமளிக்கும். பவளப் பூச்சிக்கு பாலிப் என்பதான பொதுப்பெயர் ஏற்பட்டதற்கான காரணம் இதனால் விளங்கும். பாலிப் என்றால் கிரேக்க மொழியில் 'பல கால்கள்' என்று பொருள்.

பாலிப்புகளில் ஒரு வகையான மில்லிபோர் என்பவை கலை மான் கொம்புப் பவளம், மிளகுப் பவளம் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆர்த்தசோவா பாலிப்புகள் ஏறத்தாழ 7500 வகையாக பவளங்களைக் கட்டுவிக்கின்றன. அக்ட்டினோசோவா பாலிப்புகள் செம்பவளம், நீலப் பவளம், கறுப்புப் பவளம், இசைக்குழல் வடிவப் பவளம் (organ-pipe coral) முதலிய உயர்தரமான பவளங்களை உருவாக்குகின்றன. எல்லாவற்றிலும் சிறப்பான தகுதி பெற்ற கற்பவளங்களை உருவாக்க வல்லவை மாட்ரிபோரேரியா பாலிப்புகளாகும்.

பவளப் பூச்சிகளின் காலனி வளர்ச்சி தாவரப் பூக்கள் மலர்வது போல் இருக்கும். பவளப் பூச்சிகள் தொடர்ந்து அரும்புவதால் காலனியின் அளவு அதிகரித்துக்கொண்டே இருக்கிறது. காலனியின் இத்திரட்சி அடுத்தடுத்து அமைந்து தொடராக அமைகிறது. இது பவளப் பாறைத்தொடர் எனப்படும். பவளப்பாறை என்பது கால்சியம் கார்பனேட்டினால் ஆன மேட்டுப்பகுதியாகும். பவளப் பாறைகள் நேர் செங்குத்தாக வளர்கின்றன. பவளப் பாறை கடல் மட்டத்திற்கு மேலாக உயர்ந்துவிடுமானால் சூரிய ஒளியும் வெப்பமும் தாக்குகின்றன. இந்த வெப்பநிலையில் பவளப் பூச்சியினால் உயிர் வாழ முடியாது. சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்ப தன்னை மாற்றிக்கொண்டு வாழும் திறமை பவளப் பூச்சிக்கு இல்லை. பவளப் பூச்சிகள் மிக வெப்பமான ஆழமில்லாத கடல் நீரில் நன்கு செழித்து வளர்கின்றன. பூச்சிகள் உயிர் வாழ்ந்து பல்கிப் பெருக சூரிய ஒளி பரவிய நிலையில் ஆக்சிஜன் கலந்திருக்கும் தண்ணீர் வேண்டும். இச்சூழ்நிலை பூமத்திய ரேகைக்கு வடக்காக 30^0 பரப்பிலும், தெற்காக 30^0 பரப்பிலும் உள்ள கடல்களில் அமைந்திருக்கிறது. இக்கடற்பகுதிகளில் 20^0C க்குக் குறையாத வெப்பநிலையில் கடல்நீர் இருந்து கொண்டிருப்பதால் இங்கு பவளப்

பாறைகள் ஏராளமாகத் தென்படுகின்றன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடல், இந்து மாக்கடல், பசிபிக் பெருங்கடல் ஆகியன பவள வளர்ச்சிக்கு ஆதரவான இயற்கைச் சூழ்நிலையைக் கொண்டிருக்கின்றன. பூமத்தியரேகையைச் சார்ந்து இதே தீர்க்க ரேகைப் பகுதிகளின் மேற்குக் கடற்கரைகளில் பவளப் பாறைகள் உருவாகவில்லை. இங்கு கடலின் வெப்பநிலை $20^{0}C$ க்கும் கீழ் தாழ்ந்து விடுவதுதான் இதற்குக் காரணம் ஆகும். அடுத்திருக்கும் அண்டார்ட்டிக் பகுதியிலிருந்து குளிர்ந்த கடல் நீரோட்டம் இப்பகுதிகளுக்குள் பரவி கடல்நீரைக் குளிரச் செய்துவிடுகின்றன.



கரீபியன் கடலிலுள்ள தீவுகளான ஃப்ளோரிடா, பெர்முடா, மேற்கிந்தியத் தீவுகள் ஆகியன பவளப் பாறைகளுக்குப் பெயர் பெற்றன. இந்துமாக்கடல், பசிபிக் பெருங்கடல் ஆகிய பகுதிகளைச் சேர்ந்த

மடகாஸ்கர், மாலத்தீவு, லட்சத்தீவு, கோகோஸ், சாகோஸ், ஆர்க்கிபெலாகோ, பிலிப்பைன்ஸ் முதலிய தீவுகளும் இவ்வகையில் அடங்கும். ஆஸ்திரேலியாவுக்கு வடகிழக்கிலுள்ள பசிபிக் கடலில் மிக நீண்ட பவளத் திட்டு அமைந்திருக்கிறது. இதை அனுசரித்து அப்பகுதிக் கடலுக்கு பவளக்கடல் என்றே காரணபெயர் இடப்பட்டிருக்கிறது. பவளம் நன்கு முதிர்ச்சியடைய சுமார் பத்து ஆண்டுகள் ஆகும்.

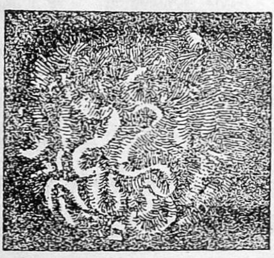
பலவகையான பவளங்கள் கடலடியில் உருவாகின்றன. எல்லாப் பவளங்களுமே அணிபொருளாக விளங்கத் தகுந்தவை அல்ல. சிறப்பான பவளங்கள் மட்டுமே அணிவகைகள் செய்ய உதவுகின்றன. இத்தகைய பவளங்களில் கால்சியம் கார்பனேட் சட்டகங்கள் மிக நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்றன. அணிகலன்களாகப் பயன்படும் தரம் மிக்க பவளங்கள் மத்திய தரைக்கடல் பகுதிகளில் கிடைக்கின்றன. இத்தாலி நாட்டில் பவள அணிகள் செய்வது முக்கியத் தொழிலாகக் கருதப்படுகிறது. ஆயிரக் கணக்கான குடும்பங்கள் அங்கே இத்தொழிலில் ஈடுபட்டிருக்கின்றன. பவளங்கள் உருண்டை மணிகளாகவும், அணிபொருளுக்கு ஏற்ப வேறு பல உருவங்களாகவும் செம்மைப்படுத்தப்படுகின்றன.

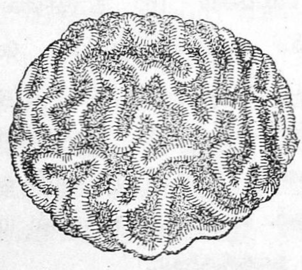
அமைப்பிலும், அளவிலும்,உருவிலும் ஆன வேறுபாடு கொண்டு பவளங்களை வகை பிரிக்கலாம். பவளப் பூச்சியின் எலும்புச் சட்டகத்தின் மீது சுண்ணாம்புச் சத்தால் ஆன முள் துணுக்குகள் படிந்து இறுகிவிடுகின்றன. இந்த இறுக்கம் பவளத்திற்கு சிறப்பான வன்மையைக் கொடுக்கிறது. இவ்வகைப் பவளத்திற்குச் செம்பவளம் என்று பெயர். சிறப்பு மிக்க செம்மையான பவளம் என்பதான உட்கருத்தையும் இந்தச் சிவப்பு நிறப் பவளம் கொண்டிருக்கிறது. இது

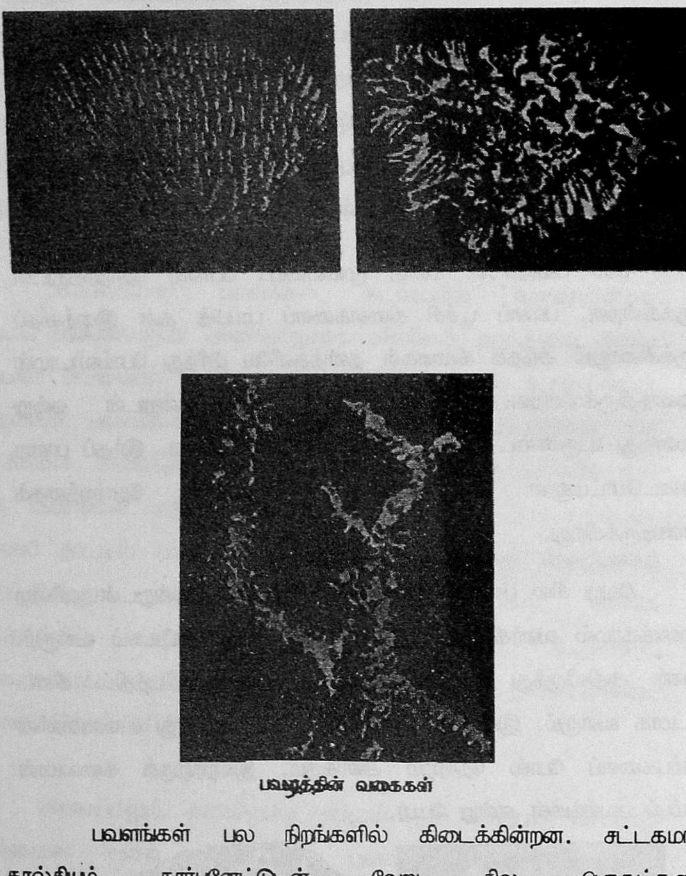
மத்திய தரைக் கடலில் 'பிரான்ஸ்' நாட்டுக் கரையோரமாக அதிகம் வளர்ந்திருக்கிறது. முள் துணுக்குகள் படியாவிட்டாலும் வலிமையுடன் இருக்கும் ஊதாப் பவளமும் சிறப்பானதாகும். சில பவளங்கள் கிளைகளுடன் பார்ப்பதற்கு விசிறியைப்போல் இருக்கின்றன. சில இலை வடிவில் தட்டையாகவும், சில உருளை வடிவிலும் மற்றும் சில மரக்கிளைகளைப் போலவும் இருக்கின்றன.

சில பவளங்கள் மனித மூளையைப் போன்ற தோற்றத்துடன் இருக்கின்றன. பவளப் பூச்சி கிளைகளைப் பரப்பித் தன் இனத்தைப் பெருக்கினாலும் அந்தக் கிளைகள் தனித்தனியே பிரிந்து போய்விடாமல் இணைந்திருக்கின்றன. எல்லாக் கிளைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து உருண்டை வடிவாகிப் பாறையாகிவிடுகின்றன. இந்தப் பாறை மண்டையோட்டினுள் இருக்கும் மூளையின் தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கிறது.

வேறு சில பவளங்கள் தங்கள் கிளைகளை ஒன்றுடன் ஒன்றை இணைக்காமல் வளர்கின்றன. நடுவாக ஒரு நீட்டுச் சட்டகம் வளரும். பின்னர் அதிலிருந்து பல கிளைகள் படுக்கை வாட்டத்தில் கிடை மட்டமாக வளரும். இவற்றை இணைத்துப் பார்க்கும்போது கலைமானின் கொம்புகளைப் போல் தோற்றம் அளிக்கும். இவற்றிற்குக் கலைமான் கொம்புப் பவளங்கள் என்று பெயர்.







பவழத்தின் வகைகள்

பவளங்கள் பல நிறங்களில் கிடைக்கின்றன. சுட்டகமான கால்சியம் கார்பனேட்டுடன் வேறு சில பொருட்களும் கலந்திருப்பதுண்டு. அவற்றிற்கு ஏற்றவாறு பவளங்களின் நிறங்கள் மாறுபடுகின்றன. சில பவளங்களில் மக்னீசியம் கார்பனேட் கலந்திருக்கும். இதுவும் கால்சியம் கார்பனேட்டைப் போல ஓர் உப்பு வகையாகும். ஊதா நிறப் பவளத்தில் மாங்கனீஸ் என்ற தாதுப் பொருள் சிறிதளவு கலந்திருக்கும்.

பவளத்தின் ஒப்படர்த்தி ஏறத்தாழ 2.68 இது முத்தின் அளவீட்டை ஒத்திருக்கிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. வலிமையிலும் முத்துக்கு நிகராகவே பவளம் விளங்குகிறது. இரண்டிலும் கால்சியம் கார்பனேட் ஒரே அளவான திண்மையுடனும், நெருக்கத்துடனும் கட்டப்பட்டிருகிறது என்பது இந்த அளவீட்டு முறைகளால் தெரியவருகிறது.

பவளத்தின் மீது ஒரு துளி ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு வெளிப்பட்டு நுரை உண்டாகிறது. கால்சியம் கார்பனேட்டும் அமிலமும் வேதி வினையில் ஈடுபடுவதனால் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளிப்படுகிறது. இப்பொழுது செயற்கைப் பவளங்களும் போலியாக விற்கப்படுகின்றன. அவை கால்சியம் கார்பனேட்டினால் செய்யப்படுவன அல்ல. அதனால் அவற்றுடன் அமிலம் வினைப்படுவதில்லை. இந்த வேறுபாட்டினால் பவளங்களில் உண்மை எது, போலி எது என்று எளிதில் கண்டு பிடித்துவிடலாம்.

பவளப் பாறையை வெட்டியெடுக்க சாதாரண இரும்புக்குழிகள் அல்லது வலுவான மரக்கட்டைகளோ போதும். ஒவ்வான்றும் மூன்று மீட்டர் நீளத்திலான இரண்டு கழிகள் இதற்குத் தேவைப்படும். இரண்டையும் குறுக்குப் போக்கில் பெருக்கல் குறியைப் போல் கட்டிக் கொள்ளவேண்டும். கழிகளின் முனைகளில் கனமான கற்களை இணைத்துக் கட்டி, கழிக்கருவி கடலாழத்தில் வேகமாகக் கீழிறங்குவதற்கு ஏற்ப அமைத்துக்கொள்வது அவசியமாகும். அலசலைப் போல் கம்பி வலைகளைக் கழிகளுடன் இணைத்துத் தொங்கவிட்டு, வெட்டுப்பட்ட பவளப்பாறை சேகரிக்கப்படுவதற்கான வழி முறையுடன்

வசதி செய்து கொள்ள வேண்டும். கம்பி வலை அடிப்புறமாகத் தொங்கிக்கொண்டிருக்க, கழியின் மேற்புறமாக நீண்ட கயிற்றைக் கட்டி இந்த வெட்டுக்கருவி கடலில் மேலும் கீழும் இயங்குவதற்கு ஏற்பாடு செய்துகொள்ள முடியும். கப்பலிலோ, படகிலோ இருந்தபடி, வெட்டுக்கருவியை மிக வேகமாகக் கீழிறக்கினால் கழிகள் பாறைகளைத் தாக்கி உடைக்கின்றன. உடைந்த பகுதிகள் கம்பி வலைகளில் சேகரமாகின்றன. பின்னர் வெட்டுக் கருவியை மேலே இழுத்து பவளங்களைப் பொறுக்கிக் கொண்டு மீண்டும் பாறைகளை வெட்ட அதே கருவியை கீழே இறக்கலாம். இம்முறை எளிதானதல்ல. பவளக் கூறுகளைச் சேரித்துக் கொண்டு கருவியை மேலே இழுக்கும்போது கம்பி வலைகள் குறுக்குப் பாறைகளில் சிக்கிக் கொள்ள நேர்கிறது. இவ்வாறு சிக்க நேரிட்டால் கயிற்றை அறுத்து கருவியைப் பாறை இடுக்குகளிலேயே விட்டு விடுவதைத் தவிர வேறு வழியில்லை. கருவியை மேலிருந்து கீழிறக்குவதற்கு பதிலாக, முதலில் லாகவமாக கடலடியில் இறக்கி படகிலிருந்தபடி அதை மேலே இழுத்து பாறைகளை உடைப்பதும் உண்டு.

பழங்காலத்திலிருந்து அனுசரிக்கப்படும் இந்த முறை இன்னும் சில இடங்களில் பின்பற்றப்படுகிறது. ஆனாலும் பொதுவாக புதிய உத்தி முறைகளே இன்று நடைமுறையில் இருக்கின்றன. நவீன மூச்சுக் கருவிகளை இணைத்துக்கொண்டு ஆழ்கடலில் மூழ்கி, நீந்தி பவளப் பாறைகளை உடைத்து பகுதி பகுதியாக முத்துச் சிப்பிகளைப் போல் சாக்குப் பைகளில் சேகரித்து படகுக்கு ஏற்ற முடியும். இந்த முறையினால் நன்கு வளர்ச்சி அடையாத பாறைகளைத் தவிர்த்துவிட்டு வளர்ச்சிப் பெற்ற பாறைகளை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்து வெட்டிக் கொள்ளலாம். நன்கு வளராதவற்றை மேலும் வளர்வதற்காக

ஒதுக்கிவிடலாம். நேரடியாக பாறைகளை வெட்டுவதற்கு வசதியாக புதுமுறை உளி, சுத்தியல் முதலிய வெட்டுக் கருவிகள் உள்ளன.

இந்தப் புதிய முறையில் இன்னொரு முக்கிய நன்மை உண்டு. பாறைகளின் குகைப் பகுதிகளில் பாதுகாப்பாக நெடுங்காலமாக வளர்ந்து முதிர்ந்த பவளப் பகுதிகளுக்கு நேரடியாக உள்நுழைந்து நீந்திச் சென்று உடைத்துச் சேகரிக்கலாம். பழைய முறைப்படி கழிக்கருவியை மேலே இருந்து இறக்கினால் அது குகைக்குள் நுழையும் வாய்ப்பே கிடையாது; கம்பி வலைகள் சிக்கிக்கொள்ளும் வாய்ப்புகள்தான் அதிகம்.

வெட்டியெடுத்த பவளத்தை அப்படியே நகையணியாகப் பயன்படுத்த முடியாது. செதுக்கிச் சீர்செய்து பின்னரே நகையாகப் பயன்படுத்தலாம். வைரத்தைப் போல பட்டை தீட்டி ஒளிரும்படி செய்து உலோக அணிகளுடன் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். முத்து அணிக்கும் பவள அணிக்கும் இது முக்கியமான வேறுபாடாகும்.

கார்டீனியா, கார்சிகா முதலிய தீவுகளின் கரை யோரங்களிலும், நேப்பிள்ஸுக்கு அருகாமையிலும், டூனிஸ், மொராக்கோ, அல்ஜீரியா முதலிய இடங்களிலும் பவளங்கள் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. நன்றாக முதிர்ந்த இந்தப் பவளங்களில் இன்னும் பாலிப்புகள் உயிர் வாழ்ந்து கொண்டுதான் இருக்கும். இவை அழுகி, பதனழிய விடப்படுகின்றன. இப்படிச் செய்வதனால் மிருதுவான மாமிசப் பகுதி உலர்ந்து எலும்புச் சட்டகம் மட்டுமே எஞ்சி நிற்கும். அது உள்ளே சிவந்து கெட்டியாக இருக்கும். இந்த நிலையில் பவளம் அழகுடன் மிளிராது. செதுக்கி மெருகிடப்பட்ட பின்னரே பளபளப்பு ஏற்பட்டு பவளம் ஒளிர்கிறது.

பவளத்தைச் செதுக்கி மெருகிடும் தொழிற்சாலைகள் ரோம், ஜெனிவா, நேப்பிள்ஸ் ஆகிய இடங்களில் இருக்கின்றன. மெருகிடப்பட்ட பின்னர் பவளம் மணிமணியாய் நறுக்கப்பட்டு உலகத்தின் பல பகுதிகளுக்கு இங்கிருந்து அனுப்பப்படுகின்றன. பல்வேறு நாட்டினர் இத்தொழிலில் பங்காற்றினாலும் இத்தாலியரே சிறந்து விளங்குகின்றனர்.

8. பவளத் திட்டுகள்

பவளப் பூச்சிகள் மிக விரைவில் கோடிக்கணக்கில் பெருகிவிடுகின்றன. இப்பூச்சிகள் வளர்வதற்குத் தக்கதான வெப்பநிலை கடல்மட்டத்தில் இருந்து 50 மீட்டர் வரையிலான ஆழப்பகுதிகளில் பரவியிருக்கிறது. அரிதாகச் சில இடங்கில் மிக ஆழமான பகுதிகளிலும் பவளங்கள் தென்படுகின்றன; இவை அணிபொருளாகப் பயன்படுவதில்லை. நார்வேயை அடுத்த கடலில் ஏறத்தாழ 600 மீட்டர் ஆழத்தில் அமைந்துள்ள 'லோபோஹீலியா' பவளத்திட்டை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

பவள வகைகளில் மிக வலுவான கற்பவளங்கள் அடுக்குத் தொடராகி பவளப் பாறைகளாகின்றன. இக்கற் பவளங்கள் 'மேட்ரிபொரேரியா' இனத்துப் பவளப் பூச்சிகளால் கட்டுவிக்கப்படுகின்றன. இதேபோன்று 'போராமினி.:பெரா', 'மில்லிபோரா', 'ஆல்சியோநேரியன்', ட்யூபிபோரா', 'ஹீலியோ போரா' முதலியன பவளப் பாறைகளைக் கட்டவல்ல பவளப்பூச்சி இனங்களாகும். மீன்கள், நண்டுகள், நட்சத்திர மீன்கள், கடல்-வெள்ளரிகள், கடல்-முள்ளெலிகள், 'ஆக்டோ பஸ்கள்', நத்தைகள், சிப்பிகள், கடற்பஞ்சுகள், கடல்-சாமந்திகள் ஆகிய விலங்குகள் பவளப்பாறை இடுக்குகளை உறை விடங்களாகக் கொண்டு வாழ்கின்றன. அவற்றின் வாழும் காலம்

முடிந்து அழுகிய பின்னர் எஞ்சும் சுண்ணாம்பு எலும்புக் கூடுகள் அந்த இடுக்குகளிலேயே பொதிந்து பவளப் பாறையின் பகுதிகளாகிவிடுன்றன. கடலில் வாழும் எல்லா உயிரினங்களுக்கும் அடைக்கலம் தரும் புகலிடமாக பவளப் பாறையைக் கூறலாம். பல்வேறு வடிவங்களையும் நிறங்களையும் கொண்ட உயிரினங்களைத் தம்மிடம் பெரும் எண்ணிக்கையில் கொண்டிருக்கும் பவளப் பாறைகளைக் கடலடியில் காணும் போது வண்ணப் பூந்தோட்டமாகக் காட்சியளிக்கிறது.

பவளப் பூச்சிகளின் சட்டகங்களான சுண்ணாம்புப் பாறைகள் வளர்ந்து பெரிய அளவில் அமையும் போது அவற்றிற்குப் பவளத் திட்டுகள் என்று பெயர். எல்லா இடங்களிலும் பவளத் திட்டுகள் ஒரே மாதிரியாக இருக்கவில்லை. கடல் ஆழம், கடல் நீரோட்டம் முதலிய பல்வேறு சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு வெவ்வேறான அமைப்புகளுடன் அவை கடல் நடுவில் நிலைத்திருக்கின்றன. அவற்றை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. கரையோரத் திட்டு.
2. தடைத் திட்டு
3. அட்டால் ஏரித் தீவு

பவளத் திட்டுகள் எப்படி வகைப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை அவற்றின் அமைப்பு முறைகளிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம்.

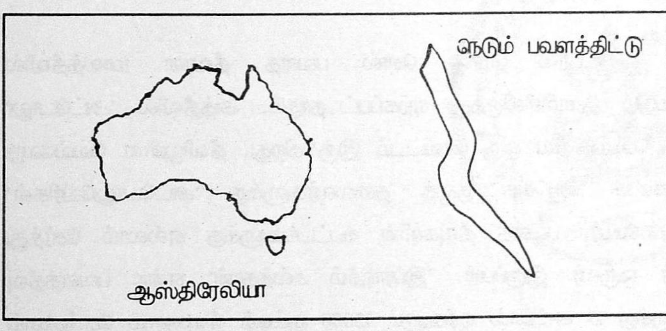
கரையோரத் திட்டுகள்

இத்திட்டுகள் கடலின் கரையோரமாகக் காணப்படுகின்றன. கரைக்கும் திட்டுகளுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சில இடங்களில் ஏறத்தாழ அரை கிலோ மீட்டர் உள்ளது. வேறு சில இடங்களில் மிகவும் குறுகி இருக்கிறது. கடற்கரைக்கு அருகாமையில் கடல்

அலைகளுக்கு அதிக வேகம் உண்டு. அதனால் கரையோரத் திட்டுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. நொறுங்கிய பவளங்களும் அலைகளால் உடைத்தெறியப்பட்ட திட்டுத் துண்டுகளும் கரையோரத் திட்டுகளின் இடைவெளிகளில் சிக்கிக் கொள்கின்றன. கடல் மட்டம் தாழும் பருவ காலங்களில் கரையோரத் திட்டுகளின் மேற்பரப்பு நிலப்பரப்பைப் போலவே தோற்றமளிக்கிறது. கடல் நத்தை போன்ற உயிரினங்கள் இப்பரப்பில் வாழ்கின்றன.

தடைத் திட்டுகள்

இத்திட்டுகளுக்கு உருவமைப்பில் கரையோரத் திட்டுகளைப் போலவே இருக்கின்றன. ஆனால் கடற்கரைக்கும், திட்டுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் தான் அதிகம். இத்தகைய இடைத்தூரம் 15 கிலோ மீட்டர் முதல் 150 கிலோ மீட்டர் வரை இருக்கும். திட்டில் நெடும்போக்கான நீளம் நூற்றுக்கணக்கான மைல்களாகும். தடைத்திட்டுகளில் மிகவும் பெரியது ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள குவின்ஸ் லாந்துக்கு அடுத்திருக்கும் 'நெடும் பவளத்திட்டு' (Great Barrier Reef)



ஆகும். இதன் நீளம் ஏறத்தாழ 2000 கிலோ மீட்டர்கள் (1250 மைல்கள்).

அட்டாஸ் ஏரித் தீவுகள்

இவை பவளத் தீவுகள் என்றழைக்கப்படும். பூமியின் நிலப்பரப்புக்கும் பவளத் தீவுக்கும் எந்தத் தொடர்பும் இருக்காது. அது கடல் நடுவில் தனித் தீவாய் அமைந்திருக்கும். தீவில் உட்பகுதி ஏரிபோல் கடல் நீரால் நிறைந்திருக்கும். மேலே ஆகாய விமானத்திலிருந்து நோக்கினால் பவளத் தீவு கைவளையலைப் போல் கூட்டமாகத் தோன்றும். சில இடங்களில் வட்டத்தின் ஒரு பகுதி உடைந்து காணப்படும். இவை குதிரை லாடங்களைப் போல் தோன்றுகின்றன. வேறு சில இடங்களில் வட்டத்தின் பல பகுதிகளில் உடைப்புக்கள் ஏற்படுவதுண்டு. எனவே, தனித் தனித் தீவுகளாக அப்பகுதிகள் அமைந்திருக்கின்றன. வானத்திலிருந்து பார்க்கும்போது வட்டத்தின் பாகங்களாக அவை தோன்றுகின்றன. ஒவ்வொரு தீவும் பவளத் தீவு எனப்படும். இத்தீவுகளில் பழங்குடி மக்கள் பலர் இன்றும் வாழ்ந்து வருகிறார்கள்.

'அட்டால்' என்ற சொல் பவளத் தீவான மாலத்தீவில் பேசப்படும் மொழியிலிருந்து ஏற்கப்பட்டதாகும். அத்தீவில் 'அட்டோலு' என்ற பெயரிலேயே ஒரு மாவட்டம் இருக்கிறது. தீவிலுள்ள வெவ்வேறு பகுதிகளின் ஆட்சிக் குழுத் தலைவர்களுக்கு 'அட்டோலுவேரிகள்' என்று பெயர். பவளத் தீவுகளின் கூட்டங்களுக்கு எல்லாம் சேர்த்து அரசர் ஒருவர் இருப்பார். 'இப்ராஹீம் சுல்த்தான்' என்ற பவளத்தீவு அரசருக்கு 13 அட்டால் ஏரிகளும் 12000 குட்டித் தீவுகளும் சொந்தமாய் இருந்தன.

பிக்கினி என்ற ஏரித்தீவில் அணுகுண்டும் ஹைட்ரஜன் குண்டும் வெடிக்கப்பட்டு சோதிக்கப்பட்டன என்பது வரலாற்றுச் சிறப்பான செய்தியாகும். கட்டிடச் சுண்ணாம்பாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பவளப்பாறைகள் திட்டுகளிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் குவின்ஸ்லாந்து பகுதியிலிருக்கும் 'டாரா' என்னுமிடத்தில் உள்ள மிகப்பெரிய சிமிண்ட் தொழிற்சாலையில் பவளத்தைக் கச்சாப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். நெடும் பவளத் திட்டிலிருந்து இதற்கான படிவுகளை வெட்டி எடுத்து வருகிறார்கள். 'டாரா' சிமெண்ட்தான் ஆஸ்திரேலியாவிலேயே மிக மலிவானது. பொருளாதார நோக்கில் பவளத் திட்டுகள் எப்படிப் பயன்படுத்தப்படலாம் என்பதற்கு இது எடுத்துக்காட்டாகும்.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

9. பவள வளர்ச்சி

கடல் பரப்பில் கப்பல்கள் ஓட்டி அனுபவங்கள் பெற்ற பின்னர் ஆழக்கடலில் ஆராய்ச்சி நடத்த வேண்டுமென்ற எண்ணம் மனிதனுக்கு ஏற்பட்டது. கடலாழத்தில் உயிரினம் வாழ முடியுமா, முடியாதா? என்ற வாக்குவாதம் நெடுங்காலமாகவே இருந்துவந்தது. இம்மாதிரியான கேள்விகளுக்கு விடை காணும் முயற்சியில் 'சேலஞ்சர்' (Challenger) என்ற பிரிட்டிஷ் கப்பலில் நிபுணர்கள் குழு ஒன்று ஆழ்கடல் பகுதிகளில் பயணம் செய்தது. அதன் பின்னரே ஆழ்கடலின் ரகசியங்கள் தெளிவாகப் புலப்படலாயின. காலப்போக்கில் புதுப்புது கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டு அவற்றின் உதவியால் கடலடியில் நில அமைப்பு, நீரோட்டம், வெப்பநிலை, உயிரின வாழ்க்கைமுறை பற்றிய தகவல்கள் ஒவ்வொரு நாளும் வெளிவந்து கொண்டிருக்கின்றன. அவற்றின் அடிப்படையில் பவளத் திட்டுகளைப் பற்றிய விவரங்களைத் திரட்ட முடியும்.

பவளத் திட்டுகளைப் பற்றி விவரங்கள் அறிய ஏதேனம் ஒரு திட்டை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். 'கரீபியன்' கடலிலுள்ள

ஜமைக்கா தீவின் வடக்குக் கரையை அடுத்த ஓரத்திட்டை விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள்.

பவளப்பாறை 45^0 கோணத்தில் வளர்கிறது. மரம் கிளைவிட்டு வளர்வதுபோல் பவளப்பாறை கடலடியில் வளர்கிறது. பாறையின் வெளிப்புகுதி கிளைகளாக அமைந்து, நடுவான பாறைப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக நீண்டு வளரும். கிளைகள் சில இடங்களில் கடல் மட்டத்திற்கு மேலும் தென்படுவதுண்டு, செங்குத்துக் கிளைகள் பாறைத்திட்டின் ஆயக்கால்கள் போல், சுவருக்கு முட்டுக் கொடுத்து வலுவேற்றுவது போல் உதவுகின்றன. நடுச்சுவரை அலைகள் மோத நேரும்போது தாக்குதலைத் தாங்கிக் கொள்ளும் கவசங்களாகச் செங்குத்துக் கிளைகள் செயலாற்றுகின்றன. கடலில் பயணம் செல்பவர்கள் இம் மாதிரியான நீட்டுக் கிளைகளைக் கண்டவுடன் அருகில் பவளத்திட்டு இருப்பதை அறிந்து கொண்டு பயணத்தின் திசையை மாற்றிக் கொள்வார்கள். இதை அனுசரித்தே தடைத்திட்டு என்ற காரணப்பெயர் தோன்றியிருக்கக்கூடும். ஆயக்கால் கிளைப்பரப்பை அடுத்து மேற்பரப்பாகக் கிடைமட்ட பவளத்திட்டு அமைந்திருக்கும். இதில்தான் பவளப் பூச்சிகள் அடுக்கடுக்காகப் பவளப் பாறைகளைக் கட்டுவிக்கின்றன. இதற்கு உட்புறமாக ஆழமான ஏரிப் புகுதி இருக்கும்.

ஆயக்கால் கிளைகள் அலைப் போக்கின் திசையிலேயே நீண்டு வளர்கின்றன. இதனால் மிகக் குறைந்த அளவிலான அலைத் தாக்குதல் ஏற்பட்டு பவளத்திட்டு சிதைவது தடுக்கப்படும். கிளைகள் எண்ணிக்கையில் பலவாக இருப்பதனால் ஆற்றல் கொண்ட அலைகளின் தாக்குதலைத் தடுத்து, பலவீனப்படுத்தி பவளத் திட்டைச் சிதைவினின்றும் பாதுகாக்கின்றன. கடல் கொந்தளிப்பின்போது

சிதைவுறும் பவளப் பாறைகள் மீண்டும் முன்போலவே வளர்கின்றன. வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலப்பொருட்கள் கடலிலிருந்து ஏராளமாகக் கிடைப்பதனால் சிதைவுகளினால் அதிகப் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை.

கிளைகளுக்கிடையே மிகக் குறுகிய இடைவெளிகள்தாம் இருக்கும். மீன்களும், முட்கள் பொருந்திய உடலமைப்புக் கொண்ட ஏராளமான உயிரினங்களும் இத்தகைய இடைவெளிப் பொந்துகளைத் தங்கள் வாழ்விடங்களாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. உயிரினங்கள் இறந்து அழுகிய பின்னர் எச்சமாக அமையும் எலும்புக் கூடுகள் பெரும்பாலும் கால்சியம் கார்பனேட்டாகவே இருப்பதனால் இவையும் பாறையின் பகுதியாக ஒன்றிவிடுகின்றன.

கிடைமட்டப் பவளத் திட்டில்தான் உயர்தரமான, விதவிதமான பவளங்கள் கிடைக்கின்றன. கிடைமட்டப் பாறைத் திட்டை அடுத்து உட்புறம் அமைத்துள்ள ஏரிப் பகுதியில் கடல் அலையின் தாக்குதலோ, அலைப் பாய்ச்சலோ அதிகமில்லை. அமைதியான சூழ்நிலையே அமைகிறது. எனவே, எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையான பவளம்கூட சிதையாமல் பாதுகாப்பாக வளர்கிறது. ஏரியின் அடித்தளத்தில் குறுமணல் பருமனான கார்பனேட் படிவுகள் வண்டலைப் போல் படிந்து இருக்கும். சில ஏரிகளில் கார்பனேட் படிகள் அடுக்கடுக்காக மேலும் மேலும் பொதிந்து கடல் மட்டத்தின் அளவுக்கு உயர்ந்து விடுவதும் உண்டு.

சுண்ணாம்புச் சத்தாலான பல பச்சைப் பாசிகள் (green algae) பவளத் திட்டைச் சார்ந்து வளர்கின்றன. பாசிகள் அழுகிய பிறகு அவற்றின் சட்டகங்கள் சிதைந்து சுண்ணாம்புப் பகுதி படிகிறது.

'ஹலிமெடா' (halimeda) என்ற பாசி வகையில் கால்சியம் கார்பனேட் அகலமான, மெல்லிய தகடுகளாக உருப்பெற்றிருக்கிறது. 'பெனிசிலஸ்' (penicillus) என்ற பச்சைப் பாசி ஷேவிங் பிரஷ் போன்று தோற்றமளிக்கிறது. இதனால் இதற்கு நெப்ட்யூன் ஷேவிங் பிரேஷ் (Neptune's Shaving Brush) என்ற காரணப் பெயரும் உண்டு. இதனுடைய சட்டகம் நுண்ணிய ஊசி அமைப்பிலான கால்சியம் கார்பனேட் ஆகும். எல்லாக் கடற்பாசி வகைகளும் அழுகிய பின்னர் அவற்றின் சட்டகங்கள் மட்டுமே எஞ்சி நிற்கும். இவை கடல் அலைப்போக்கால் சிதைந்து, நுணுகி கடல்நீரில் கலக்கின்றன. இந்நிலையில் சிதைவுகள் சுண்ணாம்புச் சேறாக இருக்கும். சுண்ணாம்புச் சேறு கடலின் அடிமட்டத்தில் படிகிறது. சேறு சிறிது சிறிதாகக் கடலடியில் பொதிந்து கடைசியில் பெரும் அளவினதான, இறுக்கமான பாறை உருவாகிவிடுகிறது.

ஏரியை உள்ளடக்கி பவளத்திட்டு வட்டப்பாறையாக அமைந்தாலும் ஒரே தொடராக இருப்பதில்லை. செயற்கைச் சாதன உதவியுடன் 75 மீட்டர் ஆழத்தில் நீந்தி பவளப் பாறைகளைச் சில கடல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் சோதித்துப் பார்த்தார்கள். பல குறுக்குக் கால்வாய்கள் தென்பட்டன. கடல் நீரோட்டத்தினால் கால்வாய்களில் மணல் துணுக்குகள் அலைபாய்ந்து கொண்டிருப்பதனால் குறுக்குக் கால்வாய்களில் பவளம் வளர்வதற்கான வாய்ப்பே ஏற்படுவதில்லை. சில கால்வாய்களின் முகடுகளில் பாறையின் மேற்புறமாக பவளப்பாறை எவ்வித இடையூறுமின்றி வளர்ந்து பாலம்போல இணைந்துவிடுகின்றன. பால இணைப்பால் கால்வாய்கள் மேற்பகுதியில் மூடப்பெற்ற நிலையில் குகைப் பாதைகளாக மாறிவிடுகின்றன. இந்தக் குகைகளின் மூலம்

ஏரிக்கும் கடலுக்கும் தொடர்பு இருப்பதனால் விலங்குகள், மணல் துணுக்குகள், கடல் தாவரங்கள் அங்குமிங்குமாகச் சென்று திரியமுடியும்.

பவளப் பாறையின் சுவர்ப்பகுதிகள் அவை அமைந்திருக்கும் ஆழத்திற்கு ஏற்ப வெவ்வேறான கட்டமைப்பையும் இயல்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஆழப் பரப்பிலுள்ள அலைகளின் தாக்குதலைப் பாறைகள் எதிர்நிற்க முடியும். அலைத் தாக்குதலினால் நிகழும் கடல் அரிப்பினால் ஏற்படும் சிதைவைவிட பவளப் பாறையின் கட்டுமான வேகம் அதிகம் என்பதனால் பவளப் பாறை சீராக வளர்வதாகக் கொள்கிறோம்.

அலைவேகம் கடலின் மேற்பரப்பில் உச்ச அளவாகவும், ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அலைவேகம் படிப்படியாகக் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. 20–30 மீட்டர் ஆழத்தில் அலைவேகம் மிகமிகக் குறைந்துவிடுகிறது, ஒளியின் திண்மை அதேபோன்று ஆழத்திற்கு ஏற்ப படிப்படியாகக் குறைகிறது. 20–30 மீட்டர் ஆழத்தில் சூரிய ஒளியின் திண்மை கடல் மேற்பரப்பிலுள்ளதுடன் ஒப்பிடும்போது நான்கில் ஒரு பங்குதான் ஆகும். இப்பகுதியில் பவளங்கள் அடர்வாக வளர்வதில்லை. பவளப் பாறையின் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையான கார்பனேட் துணுக்குகளின் திரட்சி பாதிக்கப்படுவதே இதற்குக் காரணம்.

50 மீட்டர் ஆழத்தில் சூரிய ஒளி கடல் மட்ட அளவுடன் ஒப்பிடும்போது 5% அளவு மட்டுமே இருக்கிறது. அடித்தளப் பாறையில் கோணச் சரிவு சில இடங்களில் 45^0 யாகவும், பெரும்பாலான இடங்களில் 70^0யாகவும் இருக்கிறது. கோணச் சரிவுகளில் கடல் அலையின் மோதல் மிகச் சிறிதளவே உள்ளது. அவை இயக்கம்

பாதிக்காததால் கால்சியம் கார்பனேட் இடையூறின்றிப் படிந்து, பொதிந்து, பாறை இறுகுகிறது. இந்தப் படிவில் மணல், கார்பனேட், வண்டல் ஆகிய இரண்டின் கலவை இருக்கும். கடல் நீரிலும், கடல் தாவரங்களிலும், உள்ள கால்சியம் கார்பனேட்டை கிரகித்து சுண்ணாம்புச் சட்டகங்களை உருவாக்கிக்கொள்ளும் திறன் பவளப் பூச்சிகளுக்கு இங்கு குறைந்து விடுகிறது. இதனால் பவளங்களின் அளவும் வகைகளும் குறைந்து விடுகின்றன. சுண்ணக மயமாகும் வேகம் குறைவதனால் ஏற்கெனவே இருந்த பாறைகளின் சிதைவின் வேகத்தை இணைத்துக் கணக்கிடும் போது பவளத்திட்டின் வளர்ச்சி குறைவதாகத் தோன்றுகிறது. மிதமான ஆழத்தில் கடற்பாசிகள் நிறைந்து பவளத்திட்டின் வளர்ச்சிக்கு வலுவூட்டுகின்றன. ஆனால் அதிக ஆழத்தில் குறைந்த அளவு ஒளியே கிடைக்கப் பெறுவதனால் தாவர இனமான கடற்பாசிகள் வளர இயலாத சூழ்நிலையில் அவற்றைச் சார்ந்து வளரும் பவளப் பூச்சிகளின் வளர்ச்சியும் தடைப்படுகிறது.

தாவரங்கள் சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை முறை மூலம் தங்களை வளர்த்துக் கொள்கின்றன. பவளப்பூச்சி விலங்கினமாதலால் சூரிய ஒளி அதன் வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால், பூச்சி தன்னுள் கிரகித்த உணவுச்சத்தை சுண்ணச் சட்டகமாக மாற்ற சூரிய ஒளி மறைமுகமாக உதவுகின்றது. பவளங்களில் சுண்ணக மயமாகும் வேகம் ஒளியின் வீரியத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது.

மிக ஆழங்களில் வெப்பம் அதிகமாக கடற்பகுதிகளில் வாழும் பவளப் பூச்சிகளில் சுண்ணக மயமாகும் வேகம் அதிகரிப்பானேன்? இந்தக்கேள்விக்கு விடைகாணும் முயற்சியாக 1967இல் 'கோரோ'

(Goreau) என்பவர் சில சோதனைகளைச் செய்து பார்த்தார். சோதனைகளில் கதிரியக்க ஆற்றல்கொண்ட கால்சியத்தை அவர் பயன்படுத்தினார். அவருடைய ஆய்வின்படி இரவு நேரத்தில் நடைபெறுவதைவிட பத்துமடங்கு வேகத்தில் சுண்ணக மயமாக்கல் பவளப் பூச்சியில் பகல் நேரத்தில் நடைபெறுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை முறையைப் பவளப் பூச்சிகள் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றனவா என்ற கேள்விக்கும் அவருடைய சோதனைகள் மூலம் பதில் கிடைத்தது. 'பைகார்பனேட்' (bicarbonate) உப்பு வடிவில் கார்பன்–14 தன்மத்தை இதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். கார்பன்–14 என்பது கதிரியக்கத்தன்மை கொண்டது. இதைக் கொண்டு ஒளிச் சேர்க்கைத் திறனைக் கணக்கிட முடியும். பவளம் வளரும் கடற்பகுதியில் கதிரியக்கத் திறன் கொண்ட பைகார்பனேட்டைக் கரைத்துவிட வேண்டும். பைகார்பனேட் என்பது கார்பன் அடங்கிய சேர்மம். தேவையான கால இடைவெளி கழித்து, அப்பகுதியில் உருவான பவளத் தொகுப்பை ஆராயவேண்டும். பவளத்தில் கார்பன்–14 தென்படுமானால் அது ஒளிச்சேர்க்கை முறை மூலமாகத்தான் கரிமச் சேர்மமாக பவளத்திற்குள் சென்றிருக்க வேண்டும்; அதாவது ஒளிச்சேர்கை முறை மூலமாக கார்பன்–டை–ஆக்சைடு கரிமப் பொருளாக மாற்றம் பெற்று பவளத்தின் பகுதியாக இணைந்திருக்க வேண்டும். இச்சோதனை மூலம் கணக்கீட்டுப் பார்க்கும்போது ஒரு மணிநேரத்தில் கரிமப் பொருளின் 0.2% அளவு மட்டுமே ஒளிச்சேர்க்கை முறை மூலம் பவளப்பாறைக் கட்டுமானத்தில் பங்கு பெறுகிறது.

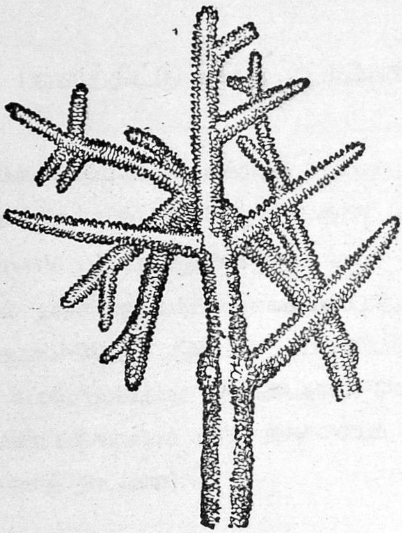
நுண்நோக்கிக் கருவியின் உதவியால் பவளப் பூச்சியை ஆராய்ந்த போது மற்றோர் உண்மை புலப்பட்டது. பவளப் பூச்சிக்குள்

பச்சை நிறக் கடற்பாசி அடங்கியிருந்தது. பவளப் பூச்சியும் கடற்பாசியும், தங்கள் வளர்ச்சிக்கு ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு வெவ்வேறு வகையான உயிரினங்களிடையேயான ஒத்து இயைந்து வாழும் பரிமாற்ற முறை 'சிம்பயாசிஸ்' (symbiosis) எனப்படும். இதைப் பரிமாற்றக் கூட்டு வாழ்க்கை எனப் பொருள்கொள்ளலாம்.

கடற்பாசி தாவர இனம். இது கார்பன்–டை–ஆக்சைடு வாயுவை ஒளிச்சேர்க்கை முறையால் தன்னுள் ஏற்று தேவையான கரிமச் சேர்மமாக மாற்றிக் கொள்கிறது. பாசியை உணவுப் பொருளாகத் தன் வயப்படுத்தியவுடன் பவளப்பூச்சியின் உடலிலுள்ள நீர்மட்டத்தின்அளவு அதிகரித்திருக்கிறது. இந்தப் புதிய சூழ்நிலையில் கார்பனேட்டின் செறிவு பூச்சியின் உடலின் அதிகரிக்கிறது. ஒளிச் சேர்க்கை முறையால் பாசி தன்னுள் சேர்மங்களை உற்பத்தி செய்கிறது; இச்சேர்மங்கள் பவளத்தில் சுண்ணக மயமாதல் திறனைக் கூட்டுவிக்கின்றன.

கதிரியக்கத் தனிமமான கார்பன்–14 கொண்டு சோதித்ததில், தாவரப் பாசியிலிருந்து கரிமச்சேர்மம் விலங்கினப் பவளத்திற்கு மாற்றப்படுவது தெரிய வருகிறது. தாவரம் மட்டுமே ஒளிச் சேர்க்கையில் ஈடுபடுகிறது; தாவரச் சத்தை விலங்கினம் தன்வயப்படுத்திக் கொள்கிறது. இதனால் விலங்கினப் பவளப்பூச்சி வளர்கிறது. தாவரங்கள் தங்களுக்குத் தேவையான சில கரிமச் சேர்மங்ளைத் தாமாகவே தயாரித்துக் கொள்ள இயலாதனவாக இருக்கின்றன. அத்தகைய ஊட்டப் பொருட்களை விலங்குகள் தயாரிக்க முடியும். எனவே அவற்றைத் தாவரங்கள் விலங்குகளிடமிருந்து பெற்றுக் கொள்கின்றன. இம்முறையில் தாவரத்திற்கும் விலங்கினத்திற்கும் கொடுத்து வாங்கும் பரிமாற்ற முறைக்கான தேவை ஏற்பட்டு விடுகிறது.

கடற்பாசி தனக்கு வேண்டிய ஊட்டப் பொருள்களைப் பெற்றுக் கொண்டு அவற்றிற்கு ஈடாக ஒளிச் சேர்க்கை மூலம் வெளிப்படும் ஆக்சிஜனை பவளப் பூச்சிக்குக் கொடுத்து விடுகிறது. விலங்கினம் வாழ ஆக்சிஜன் தேவையல்லவா?



பவழத்தின் வளர்ச்சி

சுருங்கக் கூறினால், பவள வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையான சுண்ணக மயமாதலுக்கு சூரிய ஒளி நேரடியாக உதவவில்லையென்றாலும் தாவரப் பாசிகளின் ஒளிச்சேர்க்கை வினைக்கு அது உதவுகிறது. பாசி ஒத்தியையுப் பரிமாற்ற முறையில் பவளத்தின் வளர்ச்சிக் காரணமாகிவிடுகிறது.

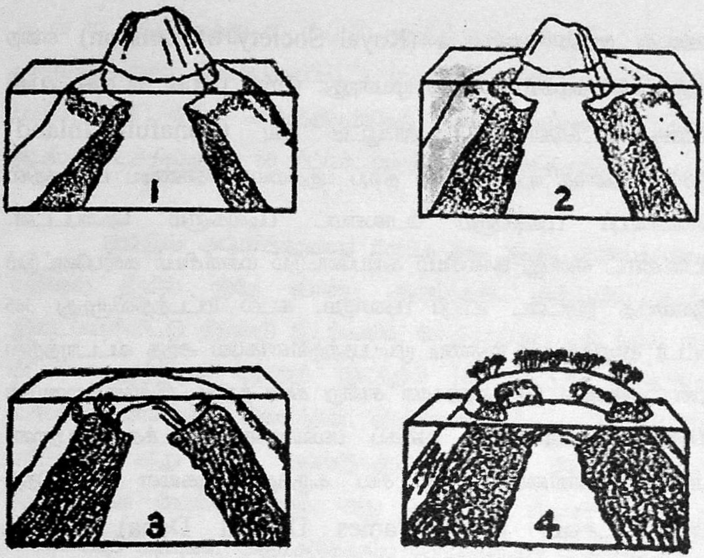
10. பவளத்திட்டு எப்படி உருவாகிறது?

கடலின் நடுவில் பவளத்திட்டு எப்படி உருவாகியிருக்க முடியும்? இந்தக் கேள்விக்கு முதலில் விடைகாண முயன்றவர் சார்லஸ் டார்வின். 1831–1836ஆம் ஆண்டுக்காலத்தில் அவர் பீகிள் (Beagle) என்ற கப்பலில் தாவர ஆராய்ச்சியாளராகப் பணிபுரிந்தார். நிபுணர் பலர் அடங்கிய ஆராய்ச்சிக்குழு இந்தக் கப்பலில் பயணம் செய்தது. தங்களுடைய கப்பல் பயணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு பூமி, கடல் பரப்புகளின் வரைபடங்களையும் ஏரித் தீவுகளையும் கண்டறிந்து புதிய புதிய செய்திகளைத் திரட்டினார்.

டார்வின் கருத்துப்படி கடலடியிலுள்ள எரிமலைதான் பவளத்தீவு உருவாகக் காரணமாகிறது. கடலடி எரிமலை பொங்கி வெடித்து, குழம்பு கக்கி, கடலின் குளிரான சூழலில் குளிர்ந்து எரிமலையின் முகட்டு வாய் படிப்படியாக உயர்கிறது. இத்தகைய வளர்ச்சி இறுதியில் ஒரு தீவின் அமைப்பாகிறது. எரிமலையின் முகட்டுவாய் கடல்மட்டம் வரை உயர முடியும். வேறு சில சமயங்களில் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் 20 மீட்டர் ஆழத்தில் அல்லது அதற்கும் தாழ்வாக முகட்டுவாய் முடிந்து விடுவதும் உண்டு. இப்போது எரிமலை

மேட்டுப்பகுதியில் கடலோரப் பகுதி போன்ற சூழ்நிலை அமைந்துவிடுகிறது. இக்கடற்பகுதியில் தக்கதான வெப்பநிலை அமைவதனால் பவளப் பூச்சிகள் வாழத் தொடங்குகின்றன. சுண்ணாம்பினால் அமையக்கூடிய விலங்கின எலும்புக் கூடுகள் கடல் அலைகளின் வீச்சால் சிதைக்கப்பட்டு துணுக்குகளாக எரிமலை முகட்டில் படிகின்றன. சிதைவுகளின் பெரும் கூறு எரிமலையின் சரிவுப் பகுதிகளில் படிவதனால் சுண்ணாம்புப்பாறை வெளிப்போக்காக நீண்டு வளர்கிறது. பின்னர் காலப் போக்கில் சிதைவுகளின் படிவு கிடை மட்டமாகப் பரவி திட்டாக மாறுகிறது.

எரிமலை தன்னுள்ளிருந்து குழம்புப் பகுதியைக் கக்கி வெளியேற்றுவதனால் கடலின் அடித்தளப் பரப்பில் இடைவெளி ஏற்படுகிறது. இந்த இடைவெளியைச் சமப்படுத்த எரிமலையின் முகடு சரிந்து தாழ்கிறது. இதனால் எரிமலை கடலுக்குள் மூழ்குகிறது. எரிமலை தன் இயக்கத்தை முடித்துக் கொண்டபின் கடலில் அலை அரிப்பினால் முகடு கிடைமட்டப் பரப்பாகச் சமனமடைகிறது. இங்கு பவளத்திட்டு வளரத் தொடங்கி கடல் மட்டத்தை எட்டுகிறது. பவளப் பாறையில் அடுக்கடுக்காகப் படியும் கால்சியம் கார்பனேட் படிவுகள் கடல் அலைத் தாக்கத்தால் இடம் பெயர்ந்து பாறை இடுக்குகளில் பொதிகின்றன. இப்படி மேடாக வளர்ந்து வட்ட வடிவில் அமையும் திட்டு உள்ளடக்கமாக கடல்-ஏரியை உருவாக்குகிறது. கார்பனேட் படிவுகள் கடலை ஒட்டிய வெளிப்பரப்பில் பொதிவதால் ஏரியைச் சுற்றியுள்ள கரை அகன்று திடப்பட்டு மேலும் மேலும் வலுவடைகிறது. ஏரிக்கரை படிப்படியாக உயர்ந்து கடைசியில் பவள ஏரி கடல் பரப்பினின்றும் பிரிக்கப்பட்டு தனித்தமைகிறது தீவாகிறது.



பவள ஏரித் தீவுகள்

டார்வின் கூறும் கருத்தின்படி எரிமலையின் கொந்தளிப்பால் உருவாகும் தீவுகளின் உயரம் பற்றி எவ்வித வரையறையும் இல்லை. தேவை ஒன்றே ஒன்றுதான். எரிமலைச் சிகரம் கடல் மட்டத்தற்குக் கீழே வசதியான ஆழத்தில் அமைந்திருக்க வேண்டும். இப்படி அமைவதனால் பவளப் பாறைகளைக் கட்டுவிக்கும் பவளப் பூச்சிகள் தங்கி பல்கிப் பெருக முடியும். சிகரப் பகுதி கீழே மூழ்கினாலும்கூட அதைச் சுற்றிப் பவளப் பாறைகள் அடுக்கடுக்காக மேல்நோக்கி வளர்கின்றன.

டார்வின் சொன்ன கருத்து உண்மையானால் ஒவ்வொரு பவள ஏரி அல்லது பவளத் தீவு ஏதேனும் ஓர் எரிமலையைச் சார்ந்து கடலில் அமைந்திருக்க வேண்டும். இதைச் சோதித்துப் பார்க்க

லண்டன் ராயல் சொசைட்டி (Royal Society of London) என்ற விஞ்ஞானக் கழகம் 1904இல் முயன்றது. மேற்கு பசிபிக் கடலில் ஃபிஜி தீவுக்கு வடக்கேயுள்ள ஃபூனாஃபூட்டி தீவு (Funafuti Inland) இச்சோதனைக்கு உள்ளாயிற்று. தீவுப் பகுதியைத் தோண்டிப் பார்த்ததில் சுண்ணாம்புப் படிவுகளும் டோலமைட் படிவுகளும் தென்பட்டன. டோலமைட் என்பது கால்சியம் கார்பனேட்டும் மக்னீசியம் கார்பனேட்டும் இணைந்த இரட்டை உப்புப் படிவாகும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 345 மீட்டர் ஆழம் வரை தோண்டி முடிப்பதற்குள்ளாகவே அந்த வட்டாரத்தில் முன்பு எரிமலை இருந்ததற்கான சான்று கிடைத்தது. இச்சோதனையின் போது வெவ்வேறான 28 வகைப் பவளங்கள் கிடைக்கப் பெற்றன. டார்வின் கொள்கையிலிருந்த சில கருத்துக்கூறுகளை மேம்படுத்தி ஜேம்ஸ் ட்வைட் டானா (James Dwight Dana) என்பவர் சோதனைகள் மூலம் தெளிவுபடுத்துகிறார். இருவர் கருத்துக்களையும் இணைத்து டார்வின்-டானா இறங்குதல் கொள்கை (Darvin-Dana Subsidence Theory) என்று இதனை கூறுகிறோம்.

1928, 1929 ஆகியஇரண்டு ஆண்டுகள் ஆஸ்திரேலியாவுக்கு அடுத்துள்ள நெடும் தடைத்திட்டின் பகுதிகள் துளைத்துச் சோதிக்கப்பட்டன. இப்பாறை முகட்டிலிருந்து ஏறத்தாழ 140 மீட்டர் வரையிலான ஆழப் பகுதியில் பவள வகைகள் இருந்தன என்றும் அதற்கும் கீழான பாறைப் படிவுகளில் பவளம் இல்லையென்றும் தெரிய வந்தது.

1947ஆம் ஆண்டில் பிகினி தீவில் பாறைகளைத் துளைத்து பல ஆய்வுகள் நடத்தப்பெற்றன. 700 மீட்டர் ஆழம் வரை துளைத்தும் பாறையின் அடிமட்டத்தைக் காண முடியவில்லை. ஆனால் பவளங்கள்

கடல் மட்டத்திலிருந்து 60 மீட்டர் ஆழத்திலேயே கிடைக்கப் பெற்றன. டார்வின்-டானா கொள்கைப்படி, பாறைப் படிவு காலப்போக்கில் படிப்படியாகக் கீழே அமிழ்ந்திருக்கிறது. அதன் விளைவாக முகடு கடல் மட்டத்திலிருந்து 60 மீட்டர் ஆழத்தில் அமிழ்ந்திருக்கிறது.

1952இல் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த நில இயல் ஆராய்ச்சிக்குழு மார்ஷல் தீவில் இதே போன்று ஆராய்ந்தது. அத்தீவில் தகுந்த இடைவெளிவிட்டு இரண்டு இடங்களில் சோதித்தபோது ஓரிடத்தில் 1250 மீட்டர் ஆழத்திலும் மற்றோர் இடத்தில் 1400 மீட்டர் ஆழத்திலும் எரிமலைச் சான்றுகள் கிடைத்தன. விஞ்ஞான முறைப்படி கணக்கீட்டுப் பார்த்ததில் ஆறு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இங்கு எரிமலை இருந்திருக்க வேண்டுமென்றும், அது செயலிழந்த பின்னர் தொடர்ந்து சுண்ணாம்புப் படிவுகள் அடுக்கடுக்காய்ப் பொதிந்திருக்க வேண்டுமென்றும் தெரிய வருகிறது. இது டார்வின் கருத்தை உறுதிப்படுத்துகிறது.

பவளத்திட்டு தோன்றுவதற்கு செம்பர், மர்ரே ஆகிய இருவரும் வேறொரு காரணத்தைக் கூறினார்கள். சேலஞ்சர் (challenger) என்ற பிரிட்டிஷ் கப்பலின் 1874இல் விஞ்ஞானிகள் பயணம் செய்து கடல் பற்றிய ஆராய்ச்சி முடிவுகளைத் தொகுத்தனர். அக்குழுவுக்கு சர் ஜான் மர்ரே என்பவர் தலைமை வகித்துச் சென்றார். அவருடைய கருத்துப்படி, கடலில் தரைப்பரப்பில் விலங்குகளின் சுண்ணாம்புச் சட்டகங்களாலும், மற்றப் படிவுகளாலும் மேடுகள் தோன்றுகின்றன. இந்தக் குவியல் மேடுகள் படிப்படியாக உயர்ந்து நீர்மட்டத்திற்குச் சமமாகும் போது பவளப் பூச்சிகள் ஒட்டி வளர்ந்து தங்கள் சுண்ணாம்புச் சட்டகங்களைப் படியச் செய்கின்றன. இது காலப் போக்கில் தடைத் திட்டாகிறது. கடல் அலைப் போக்காலும் பிற காரணங்களாலும் இப்பாறைத் தொகுப்பின்

மையம் கரைந்து ஏரியாகிறது. இதுவே அட்டால் பவள ஏரியாக மாறுகிறது. செம்பர் என்பவரும் இக்கருத்தையே கொண்டிருந்தார். செம்பர்-மர்ரே கண்ட இந்தக் கரைதல் கொள்கை (Semper-Murray Solution Theory) விஞ்ஞானிகளுக்கிடையே பலத்த வாக்குவாதத்திற் குள்ளாகி தோல்வியடைந்தது.

இதற்கடுத்து, அமிழ்ந்த மேட்டுக்கொள்கை (Submerged Bank Theory) என்பதாக மற்றொன்று தலைகாட்டிற்று. ஆதியில் கடலில் நடுவில் இருந்த மேட்டுப் பகுதிகள் காலம் செல்லச் செல்ல நீருக்குள் அமிழ்ந்தன. மேட்டுப் பகுதியின் உச்சி கடல்மட்ட அளவுக்கு அமிழ்ந்த நிலையில் விலங்குகளின் எலும்புக்கூடுகள் படிகின்றன. மேடுகள் அமிழும் கருத்தைச் சார்ந்து அமைந்த இந்தக் கொள்கை அமிழ்ந்த மேட்டுக் கொள்கை எனப்படுகிறது. இக்கொள்கைக்கு ஆதரவாக பல விஞ்ஞானச் சோதனைகள் நடைபெற்றிருக்கின்றன. பவளப் பாறைகள் தென்படும் கடற்பகுதிகளில் பல பள்ளத்தாக்குகள், அமிழ்ந்த நிலையிலுள்ள முகட்டுப் பாறைகள் இக்கொள்கைக்குச் சான்றாக இன்னும் விளங்குகின்றன. தடைத் திட்டுகளும் அட்டால் ஏரிகளும் ஆதியில் அமைந்த மேடுகளைச் சார்ந்ததே அமைந்திருக்கின்றன என்பதை இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. காற்று, நீரோட்டம் அகியவற்றின் செயற்போக்கிற்கு ஏற்ப அட்டால் வடிவமைப்புப் பெறுகிறது என்பதாக இக்கொள்கை மற்றோர் உண்மையைப் புலப்படுத்துகிறது.

டாலி (Daly) என்ற ஆராய்ச்சியாளர் முற்றிலும் மாறுபட்ட வேறொரு புதிய கொள்கையை வலியுறுத்தினார். அவருடைய கருத்துப்படி, பனி உறை யுகத்தின் போது பூமியின் இரு

துருவங்களிலும் பெரும் பனிப்பாறைகள் ஒரு மைல் அடர்த்தியில் தோன்றின. பணிப்பாறை அமைப்புக்கான நீர் கடலிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. இதனால் தற்போதுள்ள கடல் மட்டத்திற்கு 60–70 மீட்டர் குறைவாக அப்போது கடல்மட்டம் தாழ்ந்தது. அலைகளாலும் நீரோட்டங்களாலும் புதிய நில அமைப்புகள் தோன்றி ஏராளமான புதிய தட்டையான தளங்கள் உண்டாயின. தளங்கள் பவளங்கள் வளரத் தக்கனவாக இருந்தன. பின்னர் மெல்ல மெல்ல பனிப் பாறைகள் உருகிப் பரவின. ஒடும் பரப்பில் நீர்மட்டம் உயர்ந்து கடலின் ஆழம் அதிகரித்தது. இதனால் தட்டையான தளங்கள் படிப்படியாக நீரில் மூழ்கின. கடலின் வெப்பநிலை சீராக உயர்ந்து பவளப் பூச்சிகள் வளர்வதற்குத் தக்கதான சூழ்நிலை காலப்போக்கில் உருவாயிற்று. இன்று தென்படும் தடைத் திட்டுகள், அட்டால் ஏரிகள் ஆகியவை இத்தளங்களின் மீது தோன்றின. டாலி உருவாக்கிய இக்கருத்துக்கு உறைபனி கட்டுப்படுத்துதல் கொள்கை (Glacial Control Theory) என்று பெயர்.

1931ஆம் ஆண்டு க்ரே (Cray) என்பவர் சமோனா என்ற தீவில் பல்வேறு ஆழங்களில் பாறைகளைத் துளையிட்டுச் சோதித்தார். பவளப் பாறைகள் ஆதியில் உருவாகியிருந்த மேடுகளின் மீது வளர்ந்திருப்பதை அவருடைய ஆய்வுகள் சுட்டிக் காட்டின. அலைமோதலால் சிதைக்கப்பட்டுத் தனித் தனியே பிரிக்கப்பட்ட தட்டையான தளங்களின்மீது பவளப் பாறை அமைந்துள்ளது என்றும் அவருடைய சோதனைகள் மூலம் புலனாயின. இந்த ஆய்வுகள் உறைபனி கட்டுப்படுத்துதல் கொள்கைக்குச் சான்றாக அமைகின்றன.

துணை நின்ற நூல்கள், இதழ்கள்

1. Ecological Animal Geography - by Allece and Schule.
2. Oceanography : An Introduction to the Marine Environment by Peter K.Weyl.
3. Grzimek's Animal Life Encyclopaedia - Vol.III - Lower Animals.
4. Gems and Jewellery - By Joel Arem
5. Mollusca - By R.L.Kotpal
6. Coelenterata - by R.L.Kotpal
7. Madras District Gazetteers : Tinnevely Vol.I-1917 by H.R.Pate, I.C.S.,
8. Comption's Pictured Encyclopaedia - Volume-XI
9. ஒன்பது மணிகள் - அ.ச.அருணாசலம் (அருணேசர்)
10. The Mirror - May 1984.
11. The Hindu : Weekly Edition - 27 May 1979.
12. The Indian Express - 23 August 1979.
13. ஆனந்த விகடன் - 30.9.79

கலைச் சொற்கள்

அடைப்பை	:	Matrix
அட்சரேகை	:	latitude
அட்டால்	:	atoll
அட்டாலு	:	atolu
அட்டாலுவேரி	:	atoluveri
அட்லாண்டிக்-மகாசமுத்திரம்	:	Atlantic Ocean
அணிபொருள்	:	Ornament
அமிலம்	:	acid
அமிழ்ந்த மேட்டுக்கொள்கை	:	Submerged bank theory
அமுக்கம்	:	Pressure
அரகோனைட்	:	aragonite
அலசல்	:	sieve
அழுத்தம்	:	thrust, pressure
அனுமதிச் சீட்டு	:	Permit
ஆக்சிஜன்	:	oxygen
ஆக்ட்டினோசோவா	:	Actinozoa
ஆதார விலை	:	base price
ஆந்த்தசோவா	:	Anthozoa

ஆயக்கால்	:	resting rod
ஆரக்கால்	:	spoke of the wheel
ஆவி	:	oyster
இசைக்குழல் வடிவப் பவளம்	:	organ - pipe coral
இயற்கை முத்து	:	Natural pearl
இரட்டை உப்பு	:	double salt
இறங்குதல் கொள்கை	:	subsidence theory
உணர்நீட்சி	:	tentacle
உணவுக் குழல்	:	gullet
உயிரினம்	:	organisam
உயிரிப்புக் குழாய் கலன்	:	aqua - lung
உருண்டை மணிகள்	:	beads
உருளை வடிவம்	:	Cylindrical
உளி	:	Chisel
உள் நாள இரத்தம்	:	venous blood
உறுத்தல்	:	irritation
உறுத்தும் பொருள்	:	irritant
உறைபனி கட்டுப்படுத்தல்கொள்கை	:	Glacial- control theory
உறைபனி யுகம்	:	Glacial period
ஊட்டப் பொருள்	:	nutrient
ஊதாப் பவளம்	:	Violet coral
எக்ஸ் கதிர்கள்	:	X-rays
என்டோஸ்கோப்	:	endoscope
எரிமலை	:	volcano

எலும்புக்கூடு : skeleton
எலும்பு மூட்டு : bone joint
ஏரித் தீவு : atoll
ஒப்படர்த்தி : relative density
ஒளிச்சேர்க்கை : photosynthesis
ஒளிரும் தன்மை : iridescence
ஓடு : shell
கடல் அரிப்பு : sea erosion
கடல் சாமந்தி : sea-anemone
கடல் மட்டம் : sea level
கடல் வெள்ளரி : sea - cucumber
கடற்பஞ்சு : Sponge
கதிரியக்கம் : radio activity
கரிமச் சேர்மம் : organic compound
கரிமப் பொருள் : organic matter
கரைதல் கொள்கை : solution theory
கரையோரத் திட்டு : fringing reef, shore reef
கலவை : mixture
கலைமான் கொம்புப்பவளம் : staghorn coral
கல்வெட்டு : stone inscription
கழி : rod
கறுப்புப் பவளம் : black coral
கற்பவளம் : stony coral
காதணி : ear - ring

காரட்	:	carat
காரப்	:	carab
கார்பன்-14	:	carbon - 14
கார்பன்-டை-ஆக்சைடு	:	carbon - di - oxide
காலணி	:	foot - wear
காலனி	:	colony
காலிக்கோப்ளாஸ்ட்	:	calicoblast
கால்சியம் கார்பனேட்	:	calcium carbonate
காற்றமுக்கம்	:	atmospheric pressure
காற்றமுக்கச் சீராக்கி	:	air pressure regulator
கிளிஞ்சில்	:	shell
குழியுடலிகள்	:	coelenterata
குறுக்கு வெட்டு	:	cross - section
குன்றிமணி	:	seed of a plant (crab's eye plant)
கூழ்நிலை	:	colloidal state
கோட்டம் அடைதல்	:	refraction
கோரலைட்	:	corallite
கோராலம்	:	corallum
கோளம்	:	sphere
கோன்ச்சியயோலின்	:	conchiolin
சட்டகம்	:	Skeleton frame
சல்லடை	:	Sieve
சாசனம்	:	royal charter

சான்று : evidence

சிப்பி : Oyster

சிப்பி ஓடு : Oyster shell

சிம்பயா சிஸ் : symbiosis

சிலிண்டர் : cylinder

சுண்ணக மயமாதல் : calcification

சுண்ணாம்புச் சத்து : lime

சுத்தியல் : hammer

சுரப்பு நீர் : secretion liquid

சுவாச இயக்கம் : breathing

செதில் : scale

செம்பவளம் : red coral

செயற்கைப் பவளம் : artificial coral

செயற்கை முத்து : cultured pearl

செறிவு : density

செல் : cell

சோடா நீர் : soda water, aerated water

டாலமி : ptolemy

டோலமைட் : dolomite

தசை : muscle

தடிமன் : thickness

தடைத்திட்டு : barrier reef

தனிமம் : element

தன்வயமாதல் : assimilation

தாயத்து	:	amulet
தாய்-முத்து	:	mother-of- pearl
தாவர ஆராய்ச்சியாளர்	:	botanist
தாவரப் பாசிகள்	:	algae
தாவரம்	:	vegetable kingdom
திசு	:	tissue
தின்மம்	:	solid
திரவம்	:	liquid
திராட்சை ரசம்	:	wine
திறை	:	tribute
தீக்கா	:	theca
துருவம்	:	pole
துறைமுகம்	:	Harbour
தொடு உணர்ச்சி	:	sensitiveness
தொழில்முறை நுணுக்கங்கள்	:	technical details
நகையணி	:	jewel
நட்சத்திர மீன்	:	star-fish
நத்தை	:	snail
நமைச்சல் துணுக்கு	:	irritant
நாணய மாற்று முறை	:	exchange of currency
நீரின் அழுத்தம்	:	hydrostatic pressure
நீர்மம்	:	liquid
நீலப் பவளம்	:	blue coral
நுண்ணிய உயிரினம்	:	mierobe

நுண்நோக்கிக் கருவி	:	microscope
நுரை	:	foam
நுரையீரல்	:	lungs
நேக்கர்	:	nacre
பசிபிக் மகாசமுத்திரம்	:	Pacific Ocean
பசைப்பொருள்	:	adhesive
படல அடுக்கு	:	layer
படிகம்	:	crystal
பட்டைத்தீட்டுதல்	:	lapidary
பண்ட மாற்று முறை	:	**exchange of barter system**
பரிமாற்றக்கூட்டு வாழ்க்கை	:	symbiosis
பவளக் கடல்	:	coral sea
பவளத் திட்டு	:	coral reef
பவளத் தீவு	:	coral island
பவளப் பாறை	:	coral reef
பவளப் பூச்சி	:	coral polyp
பவளம்	:	coral
பனிப்பாறை	:	ice-berg
பஸ்மம்	:	calcined ash
பாதரசம்	:	mercury
பாலின முறை	:	sexual process
பிரதிபலித்தல்	:	reflection
புட்டி	:	bottle
பெலிசிபாடு	:	pelecypod

பொதித்தல்	:	deposition
போலி முத்து	:	imitation pearl
மக்னீசியம் கார்பனேட்	:	magnesium carbonate
மரக்கலம்	:	vessel(boat, ship)
மங்கனீஸ்	:	manganese
மாட்ரிபொரேரியா	:	madreporaria
மாவட்டம்	:	district
மில்லிபோர்	:	millepore
மிளகுப் பவளம்	:	pepper coral
முகடு	:	cliff
முகட்டுவாய்	:	crater
முதுகெலும்பற்றவை	:	invertebrata
முதுகெலும்புள்ளவை	:	vertebrata
முத்து	:	pearl
முத்து கிரெய்ன்	:	pearl grain
முத்துக் குளிப்பு	:	pearl fishery
முத்துச் சாறு	:	pearl essence
முத்துச் சிப்பி	:	pearl oyster
முப்பட்டை	:	prism
முன் துணுக்கு	:	spicule
முறை	:	method, process
மூச்சுக் கருவி	:	breathing apparatus
மூளை	:	brain
மெலியகிரீனா	:	meleagrine

மெல்லுடலி	:	mollusca
மெழுகு	:	wax
யூனியோ	:	Unio
வண்டல்	:	silt
வரலாற்றாசிரியர்	:	historian
வரைபடம்	:	drawing(map)
வளிமண்டல அளவு	:	unit of atmospheric pressure
வஜ்ரம்	:	glue, gelatin
வாயுக் கலவை	:	gaseous mixture
வாய்பாடு	:	formula
விஞ்ஞா நுணுக்கங்கள்	:	scientific Details
விறைப்பு மருந்து	:	anaesthesia
வெங்காயம்	:	onion
வெளி அமுக்கம்	:	external pressure
வெளி நாள இரத்தம்	:	arterial blood
வேதிப் பொருள்கள்	:	chemicals
வேதி மாற்றம்	:	chemical change
வேதி வினை	:	chemical reaction
வைரம்	:	diamond
ஜவ்வுப் படலம்	:	membrane
ஜீரண மண்டலம்	:	digestive system
ஜெல்லி	:	jelly
ஸ்நார்க்கெல்	:	snorkel
ஹீலியம்	:	helium
ஹைட்ரஜன் குண்டு	:	hydrogen bomb
ஹைட்ரோ குளோரிக்அமிலம்	:	hydrochloric acid

: Akaram.