# க.பொ.த. (உயர் தரம்)
# இரசாயனவியல்

# தரம் 13

# வளநூல்

# கைத்தொழில் இரசாயனமும் சூழல் மாசாக்கமும் (அலகு-14)

விஞ்ஞானத் திணைக்களம்
விஞ்ஞானம் மற்றும் தொழினுட்ப பீடம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
www.nie.lk

# க.பொ.த. (உயர் தரம்)

# இரசாயனவியல்

# தரம் 13

# வளநூல்

## கைத்தொழில் இரசாயனமும் சூழல் மாசாக்கமும்

**(அலகு : 14)**

விஞ்ஞானத் துறை
விஞ்ஞான தொழினுட்பப் பீடம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
**www.nie.lk**

**இரசாயனவியல்**

வளநூல்

தரம் 13

© தேசிய கல்வி நிறுவகம்

முதலாம் பதிப்பு - 2019

இரண்டாம் பதிப்பு - 2023

விஞ்ஞானத் துறை

விஞ்ஞான தொழினுட்பப் பீடம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

இலங்கை.

அச்சுப்பதிப்பு: அச்சகம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

மகரகம

இலங்கை.

## பணிப்பாளர் நாயகம் அவர்களின் செய்தி

தேசிய கல்வி நிறுவகத்தினால் காலத்திற்குக் காலம் தரமான கல்வியின் விருத்திக்காகப் படிமுறையான சந்தர்ப்பங்களை எடுத்துக் கொண்டு வருகின்றது. இந்த வரிசையில் தொடங்கு நிலையாக மேலதிக வளநூல் தயாரிப்பு இதனை மேற்கோள் காட்டியுள்ளது.

தேசிய கல்வி நிறுவகத்தின் கலைத்திட்ட விருத்திக் குழுவினர் தேசிய பல்கலைக்கழகங்களின் பாட நிபுணத்துவக் குழுவினர் மற்றும் அனுபவமிக்க பாடசாலை ஆசிரியர் குழாம் ஆகியோர் அடங்கிய குழாமினால் இம் மேலதிக வளநூல் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் இவ்வளநூல்கள் 2017இல் அமுல்படுத்தப்பட்ட புதிய பாடத் திட்டத்தின் எல்லையினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மாணவர்கள் இவ்வாறான நூல்களை மீட்டுவதன் மூலம் பாடவிடயங்கள் தொடர்பாக அகன்ற தெளிவான விளக்கத்தைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். அதேவேளை ஆசிரியர்கள் இதனை வாசிப்பதன் மூலம் கூடிய வினைத்திறனான கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகளைப் பெறுவதற்காகத் தங்களின் திட்டங்களை இலகுவாக ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்ள முடியும்.

இவ்வாறான வளநூல்கள் உங்கள் கைகளுக்குக் கிடைக்கச் செய்வதற்கு உதவிய தேசிய கல்வி நிறுவக அலுவலர் குழாம் மற்றும் கல்விப்புலப் பங்களிப்பை நல்கிய வெளிவாரி பாடநிபுணத்துவக் குழாமிற்கும் எனது வாழ்த்துக்களையும் மனமார்ந்த பாராட்டுக்களையும் தெரிவித்துக் கொள்கின்றேன்.

**கலாநிதி.(திருமதி) T. A. R. J. குணசேகர**
பணிப்பாளர் நாயகம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
மகரகம.

# பணிப்பாளர் அவர்களின் செய்தி

2017 முதல் இலங்கையின் பொதுக் கல்வித் தொகுதியில் க.பொ.த. (உயர்தரம்) இல் முன்னரான பாடத்திட்டத்தின் இற்றைப்படுத்தப்பட்ட பதிப்பாக சீரமைக்கப்பட்ட கலைத்திட்டம் நடைமுறையில் உள்ளது. இந்தப் புதிய கலைத்திட்ட வட்டத்தில், பாட உள்ளடக்கம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. க.பொ.த. (உயர்தர) இல் பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் மற்றும் உயரியல் பாடங்களுக்கான பாடத்திட்ட திரவியங்கள் வழங்கப்பட்டுள்ளன. முன்னைய ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டிக்குப் பதிலாகப் புதிய ஆசிரியர் வழிகாட்டி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் விளைவாகக் கற்றல் - கற்பித்தல் முறையியலில், மதிப்பீடு மற்றும் கணிப்பீட்டில் குறிப்பிடத் தக்க மாற்றம் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. புதிதாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ள ஆசிரியருக்கான வழிகாட்டியில் கற்றற் பேறுகள், ஆசிரியர்களுக்குக் கற்றல் வழிகாட்டல், கணிப்பீடுகள் மற்றும் மதிப்பீடுகள் என்பனவற்றை வழங்கியுள்ளன.

முன்னைய கலைத்திட்டம் அமுலாக்கப்படுகையில், உயர்தர விஞ்ஞானப் பாடங்களுக்குச் சர்வதேச ரீதியில் அங்கீகரிக்கப்பட்டதுமான ஆங்கில மொழிப் பாடப் புத்தகங்கள் துணைநூல்களாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டிருந்தன. வேறுபட்ட பாடநூல்கள் இடையே பாட விடயங்கள் தொடர்பாக முரண்பாடுகள் காணப்பட்டமையாலும் உள்ளீர் கலைத்திட்டத்தில் உள்ளடக்கத்தை உள்ளடங்க வேண்டிய எல்லைப்படுத்தல் வேண்டி இருந்தமையால் மேற்படிப் புத்தகங்களின் பயன்பாடு ஆசிரியர்களுக்கும் மாணவர்களுக்கும் பொருத்தமானதாக அமையவில்லை. மேற்படி பிரச்சினைகளை நீங்கள் வெற்றி கொள்வதற்கு இந்த வளநூல் கொண்டு வரப்பட்டுள்ளது.

இந்த வளநூல்கள் சிங்களம், தமிழ், ஆங்கிலம் ஆகிய மொழிகளில் கிடைக்கப் பெறுகின்றது. மாணவர்கள் பாட உள்ளடக்கங்களைத் தமது தெரிவிற்கு அமைய ஆங்கிலமொழியில், தாய் மொழியில் விளங்கிக் கற்பதற்கு வாய்ப்பளிக்கின்றது. அத்துடன் உள்ளீர் கலைத் திட்டத்திற்கு எல்லைப்படுத்தப்பட்டிருத்தல். இதன் இன்னோர் சிறப்பியல்பாகும். கலைத்திட்டத்தில் எதிர்பார்க்கப் படுகின்ற மற்றும் பல்வேறுபட்ட வளங்களில் இருந்து திரட்டப்பட்ட பல்தர வகைப் பொருத்தமான தகவல்களை மாணவர்களும் ஆசிரியர்களும் பெற்றுக் கொள்ள வாய்ப்பளிக்கின்றது.

இந்த வளநூல் பல்கலைக்கழகத்தின் பாடநிபுணத்துவம் கொண்டவர்களாலும் அனுபவமிக்க பாட ஆசிரியர்களின் அளப்பரிய பங்களிப்புடனும் எழுதப்பட்டு, தேசிய கல்வி நிறுவகத்தின் கல்வி அலுவலகர் சபையினதும் பேரவையினதும் அனுமதி பெற்று வருவதனால் இவை உயர்தரம் கொண்டவை என அங்கீகாரம் பெறுகின்றது.

**கலாநிதி. A. D. A. டி சில்வா**
பணிப்பாளர்,
விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

## கலைத்திட்டக் குழு

**வழிகாட்டல்:**
கலாநிதி. (திருமதி). **T. A. R. J.** குணசேகர,
பணிப்பாளர் நாயகம்,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**மேற்பார்வை:**
**கலாநிதி. A. D. A. டி சில்வா,**
பணிப்பாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

திரு. **R. S. J. P. உடுப்போறுவ,**
முன்னள் பணிப்பாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**பாடத் தலைமைத்துவம்:**
**திருமதி. M. S. விக்கிரமசிங்க,**
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**உள்ளகப் பதிப்புக் குழு:**
**திரு . L. K. வடுகே,**
சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

**திரு. V. இராஜுதேவன்,**
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

**திருமதி. G. G. P. S. பெரேரா**
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

**எழுத்தாளர் குழு:**

**பேராசிரியர். S. D. M. சிந்தகே** - சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை, ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்

**கலாநிதி. M. A. B. பிரசாந்த** - சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை, ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்

**வெளியகப் பதிப்புக் குழு:**

**பேராசிரியர். S. P. தெரணியகல** - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்.

**பேராசிரியர். M. D. P. டி கொஸ்தா** - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, கொழும்புப் பல்கலைக்கழகம்.

**பேராசிரியர். H. M. D. N. பிரியந்த** - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, பேராதனைப் பல்கலைக்கழகம்.

**பேராசிரியர். சுதந்தா லியனகே** - பீடாதிபதி, பிரயோக விஞ்ஞான பீடம், ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்.

**திரு. K. D. பந்துல குமார** - உதவி ஆணையாளர், கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கல்வி அமைச்சு.

| | | |
|---|---|---|
| **திருமதி. தீபிகா நெத்சிங்ஹ** | - | ஆசிரிய ஆலோசகர் (ஓய்வு),<br>பெண்கள் கல்லூரி, கொழும்பு - 07. |
| **திருமதி. முதித்த அத்துகோரள** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர், பிரஜாபதி மகளிர் வித்தியாலயம்,<br>ஹொரண. |
| **திரு. S. தில்லைநாதன்** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர்,<br>இந்து மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு. |
| **செல்வி. S. வேலுப்பிள்ளை** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு),<br>இந்து மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு. |
| **திருமதி. N. திருநாவுக்கரசு** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு),<br>இந்துக் கல்லூரி, கொழும்பு. |
| **செல்வி. S. இராஜதுரை** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு),<br>புனித பீற்றேர்ஸ் கல்லூரி, கொழும்பு. |
| **செல்வி. C. A. N. பெரேரா** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர்,<br>இளவரசர் சாள்ஸ் கல்லூரி, மொரட்டுவ. |
| **திருமதி. W.K.W.D. சாலிகா மாதவி** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர்,<br>முஸ்லிம் மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு. |
| **திருமதி. H.M.D.D. தீபிகா மெனிகே** | - | சிரேஷ்ட ஆசிரியர்,<br>விகாரமகாதேவி மகளிர் வித்தியாலயம், கிரிபத்கொட. |

**மொழிபெயர்ப்பு:**

**M. H. M. யாக்கூத்,**

பிரதம செயற்றிட்ட அதிகாரி (ஓய்வு), தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**மொழிச் செம்மையாக்கம்:**

**திரு. த. முத்துக்குமாரசாமி,**

கல்விசார் அலுவல்கள் சபை, தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**முன்அட்டையும் கணணியாக்கமும்:**

**செல்வி. கமலவேணி கந்தையா,**

தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**அனுசரணை:**

**திருமதி. பத்மா வீரவர்த்தன,**

தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**திரு. மங்கள வெலிபிட்டிய,**

தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

**திரு. றஞ்சித் தயவன்ச,**

தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

# உள்ளடக்கம்


| | | பக்கம் |
|---|---|---|
| | பணிப்பாளர் நாயகம் அவர்களின் செய்தி | iii |
| | பணிப்பாளர் அவர்களின் செய்தி | iv |
| | கலைத்திட்டக் குழு | v - vi |
| | உள்ளடக்கம் | vii - viii |
| **1.0** | **கைத்தொழில் இரசாயனமும் சூழல் மாசாக்கமும்** | |
| **1.1** | **கைத்தொழிலிரசாயனம்** | 1 |
| | 1.1.1 இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் | 1 |
| | 1.1.2 இரசாயனக் கைத்தொழில்களைத் தாபித்தல் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்த வேண்டிய தேவைப்பாடுகள் | 3 |
| | 1.1.3 இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்காக மூலப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல். | 4 - 7 |
| 1.2 | மகனீசியம் (Mg) பிரித்தெடுப்பு - டவ்(Dow) முறை | 7 - 9 |
| 1.3 | எரிசோடா (NaOH) உற்பத்தி | 9 - 15 |
| 1.4 | சவர்க்கார உற்பத்தி | 15 - 19 |
| 1.5 | $Na_2CO_3$ உற்பத்தி (சொல்வே முறை / அமோனியா சோடா முறை) | 20 - 22 |
| 1.6 | அமோனியா உற்பத்தி (ஏபர் - பொஷ் முறை) | 23 - 27 |
| 1.7 | நைத்திரிக்கமில உற்பத்தி (ஒசுவாலமோனியா முறை) | 27 - 28 |
| 1.8 | சல்பூரிக்கமிலம் உற்பத்தி செய்தல் (தொடுகை முறை) | 28 - 32 |
| 1.9 | உரூத்தைல் (Rutile) மூலம் தைத்தேனியம் ஈரொட்சைட்டு (Titanium dioxide) உற்பத்தி செய்தல் | 33 - 34 |
| 1.10 | இரும்பு பிரித்தெடுப்பு | 34 - 39 |
| **1.11** | **பல்பகுதியங்கள் (Polymers)** | 39 - 44 |
| | 1.11.1 இறப்பரும் பிளாத்திக்கும் | 44 |
| | 1.11.2 இயற்கை இறப்பர் | 45 - 47 |
| | 1.11.3 இயற்கை இறப்பரை வற்கனைசுப்படுத்தல் | 47 - 48 |
| | 1.11.4 பல்பகுதியங்கள் சார்ந்த கூட்டற் பதார்த்தங்கள் (Additives) | 48 - 49 |
| **1.12** | **தாவர மூலங்கள் சார்ந்த இரசாயன உற்பத்திகள்** | |
| | 1.12.1 வினாகிரி (Vinegar) உற்பத்தி | 49 |
| | 1.12.2 எதனோல் உற்பத்தி | 49 - 52 |
| | 1.12.3 நறுமண நெய்கள் /சாற்றெண்ணெய்கள் (Essential oils) | 52 - 55 |
| | 1.12.4 உயிரியல் டீசல் (Bio diesel) | 55 - 60 |

**1.13 கைத்தொழில்களால் வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் வளிமாசடைதலின் இரசாயனவியல்**

1.13.1 அமில மழை 61 - 66

1.13.2 பூகோள வெப்பம் உயர்தல் 66 - 75

1.13.3 ஓசோன் படை தேய்வடைதல் 76 - 85

1.13.4 ஒளியிரசாயனப் புகார் 85 - 88

**1.14 கைத்தொழில்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் நீர் மாசடைதலின் இரசாயனவியல்**

1.14.1 நீர்வட்டமும் நீர் மாசடைதலும் 88 - 89

1.14.2 நீரின் தரப்பரமானங்கள் (Nate quality Parameters) 90 - 91

1.14.3 கழிவு நீரின் தரப்பரமானங்கள் 92 - 104

உசாத்துணைகள் 105

# 14. கைத்தொழில் இரசாயனமும் சூழல் மாசாக்கமும்

**உள்ளடக்கம்**


1.1 கைத்தொழிலிரசாயனம்
- 1.1.1 இரசாயனக் கைத்தொழில்கள்
- 1.1.2 இரசாயனக் கைத்தொழில்களைத் தாபித்தல் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்த வேண்டிய தேவைப்பாடுகள்
- 1.1.3 இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்காக மூலப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல்.

1.2 மகனீசியம் (Mg) பிரித்தெடுப்பு - டவ்(Dow) முறை

1.3 எரிசோடா (NaOH) உற்பத்தி

1.4 சவர்க்கார உற்பத்தி

1.5 $Na_2CO_3$ உற்பத்தி (சொல்வே முறை / அமோனியா சோடா முறை)

1.6 அமோனியா உற்பத்தி (ஏபர் - செயன்முறை)

1.7 நைத்திரிக்கமில உற்பத்தி (ஒசுவால்ட் செயன் முறை)

1.8 சல்பூரிக்கமிலம் உற்பத்தி செய்தல் (தொடுகை முறை)

1.9 உருத்தைல் (Rutile) மூலம் தைத்தேனியம் ஈரொட்சைட்டு (Titanium dioxide) உற்பத்தி செய்தல்

1.10 இரும்பு பிரித்தெடுப்பு

1.11 பல்பகுதியங்கள் (Polymers) / பல்பாத்துகள்
- 1.11.1 இறப்பரும் பிளாத்திக்கும்
- 1.11.2 இயற்கை இறப்பர்
- 1.11.3 இயற்கை இறப்பரை வற்கனைசுப்படுத்தல்
- 1.11.4 பல்பகுதியங்கள் சார்ந்த கூட்டற் பதார்த்தங்கள் (Additives)

1.12 தாவர மூலங்கள் சார்ந்த இரசாயன உற்பத்திகள்
- 1.12.1 வினாகிரி (Vinegar) உற்பத்தி
- 1.12.2 எதனோல் உற்பத்தி
- 1.12.3 நறுமண நெய்கள் /சாரஎண்ணெய்கள் (Essential oils)
- 1.12.4 உயிர் டீசல் (Bio diesel)

1.13 கைத்தொழில்களால் வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் வளிமாசடைதலின் இரசாயனவியல்
- 1.13.1 அமில மழை
- 1.13.2 பூகோள வெப்பம் உயர்தல்
- 1.13.3 ஓசோன் படை தேய்வடைதல்
- 1.13.4 ஒளியிரசாயனப் புகார்

1.14 கைத்தொழில்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் நீர் மாசடைதலின் இரசாயனவியல்
- 1.14.1 நீர்வட்டமும் நீர் மாசடைதலும்
- 1.14.2 நீரின் தரப்பரிமானங்கள் (Nate quality Parameters)
- 1.14.3 கழிவு நீரின் தரப்பரமானங்கள்

## 1.1 கைத்தொழிலிரசாயனம்

### 1.1.1 இரசாயனக் கைத்தொழில்கள்

நவீன நாகரிகத்தின் முதலாவது கைத்தொழிற் புரட்சி (1750 - 1850) மற்றும் இரண்டாவது கைத் தொழிற் புரட்சி (1870 - 1914 அல்லது 1850 - 1940) என இனங்காணப்பட்டுள்ள காலப்பகுதி களில் உற்பத்திப் பாங்கு (mode of production) மற்றும் உற்பத்தி வலு (force of production) ஆகியன தொடர்பில் பாரிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. மனிதரின் அடிப்படையான தேவைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல்வகைப்படுத்தப்பட்ட சந்தை எண்ணக்கருக்களுடன் உற்பத்திகளும் சேவைகளும் இலாபமீட்டியவாறு உலக அளவில் உற்பத்திகள் செய்வது துரிதமடைந்தது. அதற்காகப் பல்வேறு வகையான தொழில்நுட்பச் சாதனங்களும் உற்பத்தி முறைகளும் உருவாயின. இக்கைத்தொழில் மயமாக்கத்துடன் இணைந்த நுகர்வு வாதப் பண்பாடு காரணமாக சூழல் மற்றும் சமூகப் பிரச்சினைகள் தொடர்பாக முழு உலகமும் கவனஞ் செலுத்தத் தொடங்கி யுள்ளது. கைத்தொழில் மயமாக்கத்துடன் சூழற் பிரச்சினைகளும் சமூகப் பிரச்சினைகளும் உருவாகும் போக்குத் தோன்றியது. எனவே சூழற் பிரச்சினைகள் மற்றும் அனர்த்தங்களால் தோன்றும் ஆபத்தைக் குறைத்தல், வினைத்திறனைச் சிறப்பு நிலைப்படுத்தல், விளைதிறனை மேம்படுத்தல் போன்றவை குறித்துக் கவனஞ் செலுத்துவது அதிகரித்தது. அதன் விளைவாகக் கைத்தொழில் உற்பத்திச் செயன்முறையில் இரசாயனக் கைத்தொழில் சிறப்பான இடத்தைப் பெற்றதுடன் கூடவே இரசாயன எந்திரவியல் எனும் சந்தைத் துறையொன்று தாபிதமாகியது. தற்போது அது பிரபல்யம் வாய்ந்த ஒரு கற்கைத் துறையாகக் காணப்படுகின்றது.

உலகில் உள்ள பிரதானமான சில இரசாயனக் கைத்தொழில்களாக இரும்பு, அமோனியா, சல்பூரிக்கமிலம், நைத்திரிக்கமிலம், எரிசோடா உற்பத்திக் கைத்தொழில்களையும் மற்றும் பெற்றோலியக் கைத்தொழிலையும் குறிப்பிடலாம். குறிப்பாக, பெற்றோலியக் கைத்தொழில் மூலம் பெறும் சேதனச் சேர்வைகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட கைத்தொழில்களுக்கான சில உதாரணங்களாக மருந்து வகைகள், ஒரு பகுதியங்கள், பல்பகுதியங்கள், மசகெண் ணெய் மற்றும் சேதன நிறப்பொருள் உற்பத்திக் கைத்தொழில்களைக் குறிப்பிடலாம். அன்றாட வாழ்க்கையில் பயன்படுத்தும் பிளாத்திக்கு, இறப்பர்ப்பொருள்கள், வாசனையூட்டிகள், சவர்க் காரம், அழுக்ககற்றிகள், ஒட்டுபொருள்கள், காகிதம், கண்ணாடி, கறிஉப்பு, சீனி போன்ற சகல உற்பத்திகளும் இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்கான வேறு உதாரணங்களாகும். கடல் நீரைப் பயன்படுத்தி கறி உப்பு உற்பத்தி செய்தலாவது எமது நாட்டில் உள்ள ஓர் இரசாயனக் கைத்தொழிலாகும்.

உலகில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பிரதானமான இரசாயனப் பொருள்களைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் சவர்க்கார உற்பத்தி, இயற்கையான இறப்பர்ப்பாலைக் கொண்டு பயன்படு-த்திச் செய்யப்படும் பல்வேறு பொருள்கள் மற்றும் பண்ட உற்பத்தி, சீமந்து உற்பத்தி, பூச்சு வகைகள் மற்றும் கண்ணாடி உற்பத்தி போன்றவை எமது நாட்டில் இடம்பெறும் சில இரசாயனக் கைத்தொழில்களாகும்.

உலக அளவில் பரம்பித் தாபிதமாகியுள்ள இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் பல்வேறுபட்டவை யாகும். சேதன இரசாயனப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் இரசாயனக் கைத்தொழில்கள், அசேதன இரசாயனப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் என்ற வாறாகவும் அத்தோடு, விவசாய இரசாயன, ஔடத, மசகுப் பொருள்கள், நிறப்பொருள்கள்,

உலோகங்கள், ஏனைய பொருள்கள் என்றாவாறாகவும் அவற்றை வகைப்படுத்தலாம். புதிய அறிவையும் தொழினுட்பத்தையும் அடிப்படையாகக் கொண்ட சில கைத்தொழில்கள் மாத்திரமே உதாரணங்களுக்காக இங்கு கலந்துரையாடப்படுகிறது. இதுவரையிலான உலக அளவி லான சூழல், சுகாதார மற்றும் சமூகப் பிரச்சினைகள் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்தி இந் நாட்டுக்குப் பொருத்தமான கைத்தொழில்களுக்காக அவ்வறிவை முகாமை செய்வதற்கான ஓர் அணுகுமுறையாகவே கைத்தொழிலிரசாயனம் தொடர்பாக இங்கு கவனம் செலுத்தப்பட்டுள்ளது.

### 1.1.2 இரசாயனக் கைத்தொழில்களைத் தாபித்தல் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்த வேண்டிய தேவைப்பாடுகள்.

இரசாயனக் கைத்தொழில்களைத் தாபித்தல் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்த வேண்டிய தேவைப் பாடுகள் பலவாகும். அவற்றுள் சில வருமாறு:

- மூலதனம்
- மூலப்பொருள்கள்
- உழைப்பு
- தொழிநுட்பம்
- உற்பத்திச் செயன்முறையின் பாதுகாப்புத்தன்மை
- தொடர்ந்தும் நடத்தி வருவதற்கான பாதுகாப்புத்தன்மை
- கழிவுப்பொருள்களும் கழிவுப்பொருள் முகாமைத்துவ முறையியல்களும்
- கைத்தொழில்கள் சார்ந்த சூழல் மாசாக்கிகள் உருவாதலைத் தவிர்ப்பதற்காகக் கையாளத் தக்க உத்திகள்
- கைத்தொழிலைத் தாபிக்கும் பிரதேசம்
- பயன்படுத்தும் வலுசக்தியின் தன்மையும் (உயிர்ச்சுவட்டு எரிபொருள், ஞாயிற்றுச்சக்தி, அணுக்கருச்சக்தி, உயிர்த்திணிவு) செலவும்
- போக்குவரத்து வசதிகளும் சந்தையும்
- நிகழக்கூடிய விபத்துக்களின் தன்மையும் விபத்துக்களைத் தவிர்ப்பதற்காகக் கையாளத்தக்க உத்திகளும்
- அரச சட்டதிட்டங்களும் கொள்கைகளும்

உற்பத்திச் செயன்முறையின் பாதுகாப்பான தன்மையும், விபத்துக்கள் நிகழுவதைத் தவிர்ப்ப-தும் இரசாயனவியற் கைத்தொழில்கள் தொடர்பாக மிக முக்கியமானவையாகும். அதற்காக இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் சார்பாகக் கடந்த காலங்களில் நிகழ்ந்த பேரழிவுகள் குறித்-துக் கவனஞ் செலுத்துவது அவசியமாகும். ஜேர்மனியில் ‘ஒப்பாவு’ (oppau) வெடிப்பினால் (1921 செப்ரம்பர் 21) 500 - 600 பேர் வரை உயிரிழந்தனர். வளமாக்கிகள் உற்பத்திக்காகக் கலக்கப்பட்ட ஏறத்தாழ 4500 தொன் அமோனியம் நைத்திரேற்று, அமோனியம் சல்பேற்றுக் கலவை காரணமாக இந்த விபத்து நிகழ்ந்தது. மேலும் யுக்ரேன் இன் சேர்னோபில் அணுக் கருச்சக்தி உற்பத்தி நிலைய வெடிப்புக் (1986 ஏப்ரல் 26) காரணமாக ஏறத்தாழ 4000 பேர் உயிரிழந்தனர். இந்தியாவில் நிகழ்ந்த போபால் பேரழிவு (1984 டிசெம்பர் 27) காரணமாக ஒரு வார காலத்திற்குள் ஏறத்தாழ 8000 பேர் உயிரிழந்தனர். உக்கிரமான ஒரு நச்சுச் சேர்வையா கிய மெதயில் ஐசோசயனைட்டுக் கசிவே இந்த விபத்துக்கான மூல காரணமாகியது. எனவே இரசாயனக் கைத்தொழிலொன்றின் உண்மையான தேவை மற்றும் அது தொடர்பாக இடம்பெறும் அரசியல், சமூக, பொருளாதார மற்றும் சூழல் மாற்றங்களை நன்கு விளங்கிக் கொள்வது மிக முக்கியமானதாகும். மேலும் உற்பத்திச் செயன்முறையைப் பாதுகாப்பான வகையில் நடத்திச் செல்வதற்காகத் திட்டமிடலும், உற்பத்திச் செயன்முறையை வினைத்திறனாகவும் விளை திறனாகவும் பேணி வருதல் தொடர்பான விளக்கமும் மிக முக்கியமானவையாகும்.

### 1.1.3 இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்காக மூலப்பொருளைப் பயன்படுத்துதல்.

இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்காகப் புறத்தேயிருந்து வழங்கப்படும் மற்றும் உற்பத்திச் செயன் முறையில் பங்குகொள்ளும் பொருள்களே மூலப்பொருள்கள் எனப்படுகின்றன. சில இரசாயனக் கைத்தொழில்களின்போது மூலப்பொருள்கள் இரசாயன மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகும். இதற் கான உதாரணங்களாக $NaHCO_3$, $H_2SO_4$ போன்ற சேர்வைகளின் உற்பத்தியைக் குறிப்பிடலாம். சில இரசாயனக் கைத்தொழில்களில் மூலப்பொருள்களில் அடங்கியிருந்த இரசாயனக் கூறுகள், உற்பத்திப் பொருளில் பொதிந்த ஒரு அமைப்புக் கூறாகக் காணப்படுவதுண்டு. இவற்றில் இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழுவதில்லை. மாறாக பௌதிக மாற்றங்களே நிகழும். நிறப்பூச்சு உற்பத்தியை இதற்கான ஓர் உதாரணமாகக் குறிப்பிடலாம்.

இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்காகப் பல்வேறு மூலப்பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படும். இதற்காகப் பல மூல முதல்கள் பயன்படுத்தப்படும். உதாரணமாக, அமோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான ஒரு மூலப்பொருளாக நைதரசன் வாயு பயன்படுகிறது. அந்த நைதரசனைப் பெறும் மூல முதல்தோற்றுவாய், வளிமண்டல வளி ஆகும். வளிமண்டல வளியைத் திரவமாக் கிய பின்னர் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் நைதரசன் $(N_2)$ வாயுவை வேறாக்கி அது அமோனியா உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படும். எனினும் நைத்திரிக் அமில உற்பத்திக்காக அமோனியாவை ஒட்சியேற்றி $NO_2$ வாயுவைப் பெறுவதற்காக, ஒட்சிசன் வழங்குவதற்காகத் தூய ஒட்சிசன் வாயுவுக்குப் பதிலாக வளிமண்டல வளியே நேரடியாகப் பயன்படுத்தப்படும். அமோனியா உற்பத்திக்குத் (ஏபர் செயன்முறை) தேவையான ஒரு மூலப்பொருளான நைதரசன் $(N_2)$ வாயுவைப் பெறும் மூல முதல் வளிமண்டல வளியாக இருந்தபோதிலும் நைத்திரிக் அமில உற்பத்திக்கான ஒரு மூலப் பொருளாக வளிமண்டல வளியில் இருந்து $O_2$ ஐ வேறாக்கிப் பின் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இந்த உதாரணத்தின் படி மூலப்பொருள் சேர்வைகளை எந்த வடிவத்தில் பயன்படுத்துவது என்பதைத் தீர்மானிப்பதற்காக ஒட்டுமொத்த உற்பத்திச் செயன்முறையைத் திட்டமிடும் விதம், செலவு, எந்த அளவு தூய்மையாக இருத்தல் வேண்டும் என்பன போன்ற விடயங்கள் பயனுடையவையாகும்.

மூலப்பொருளாக, இயற்கை வளமொன்றினைப் பயன்படுத்தும்போது பின்வரும் விடயங்கள் குறித்துக் கவனஞ் செலுத்துவது பயனுடையதாகும்.

- மூலப்பொருள்கள், நீண்டகாலத்துக்குப் பயன்படுத்தக்கூடியவாறாகப் பாரிய நோக்கங்கள் காணப்படுதல்.
- போக்குவரத்து வசதி
- தூய்மை

குறிப்பாகப் பெரும்பாலான முதன்மையான சேதனச் சேர்வைகளை உற்பத்தி செய்வதற்காக, மூலமுதலாகக் காணப்படுவது பண்படுத்தா எண்ணெய் ஆகும். மேலும் ஐதரோக்காபன்களை உடைப்பதன் மூலம் பெறப்படும் ஐதரசன் வாயுவானது, அமோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான ஒரு மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இரும்பு உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் 'கற்கரி' (coke) மீளப்பிறப்பிக்க முடியாத ஒரு மூலப்பொருளாகும்.

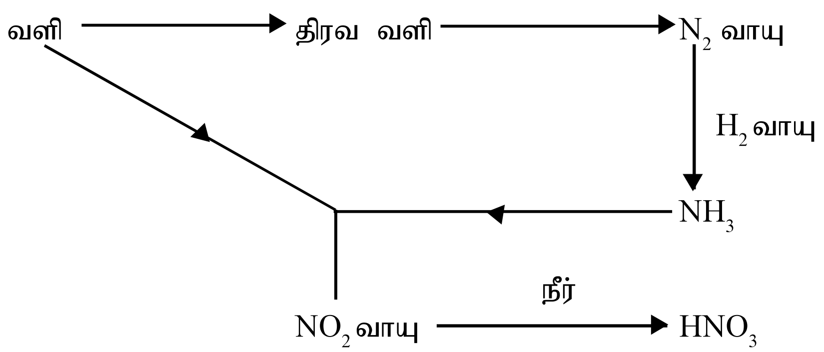
சில கைத்தொழில் உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மூலப்பொருள்கள் தொடர்பான சுருக்கமான விபரம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

**வளி**

(a) இரும்பு பிரித்தெடுப்பு, நைத்திரிக் அமில உற்பத்தி மற்றும் சல்பூரிக் அமில உற்பத்திக்காக ஒரு தொழிற்படு கூறாக ஒட்சிசன் ($O_2$) அவசியமாகின்றது. அதற்காக இவ்வுற்பத்திகளின்போது வளிமண்டல வளி ஒரு மூலப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

(b) நைதரசன் ($N_2$) பெறுவதற்காக ஓர் இயற்கை மூலமுதலாக தோற்றுவாய் வளிமண்டல வளி பயன்படுகின்றது. வளிமண்டல வளியைத் திரவமாக்கிய பின்னர் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் பெறும் நைதரசன் வாயு ($N_2$) அமோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான ஒரு மூலப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. வளிமண்டல வளியிலிருந்து நைதரசன் ($N_2$) வாயுவை வேறாக்கும் செயன்முறையின்போது வளிமண்டல வளி அச்செயன்முறைக்கான ஒரு மூலப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்கான வளிமண்டல வளியைப் பயன்படுத்தும்போது, நைதரசன் ($N_2$) வாயுவை வழங்கும் ஒரு மூலமுதலாக அல்லது ஒட்சிசன் ($O_2$) வாயுவை வழங்கும் ஒரு மூல முதலாக அதனை இனங்கண்டு கொள்ளலாம்.




**நீர்**

சோடியமைதரொட்சைட்டு, நைத்திரிக் அமிலம், சல்பூரிக் அமிலம் மற்றும் கல்சியமைதரொட்சைட்டு உற்பத்திக்காக நீர் பயன்படுத்தப்படும். இக்கைத்தொழில்களுக்கான நீர் முதலாகக் கடல் நீர் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. கடல் நீரில் அடங்கியுள்ள பல்வேறு உப்புக்கள் காரணமாக உற்பத்திச் செயன்முறையில் தடங்கல் ஏற்படலும், கிடைக்கும் உற்பத்திப் பொருளில் அவ்வுப்புக்கள் அடங்கி யிருத்தலுமே அதற்கான காரணங்களாகும். எனவே மூலப்பொருள்கள் கொண்டிருக்க வேண்டிய தரம் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்துவது மிக முக்கியமான ஒரு விடயமாகும்.

**சோடியங்குளோரைட்டு - NaCl**

கடல்நீரை மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் அல்லது படிவுகளில் காணப்படும் பாறை உப்பிலிருந்து - Rock Salt) சோடியங்குளோரைட்டு (NaCl) பெறப்படும். சோடியங்குளோ

ரைட்டை (NaCl) மூலப்பொருளாகக் கொண்டு எரிசோடா (Caustic soda) உற்பத்தி செய்யப்படும். மேலும் சோடியம் (Na) உலோகப் பிரித்தெடுப்புக்கான ஒரு மூலப்பொருளாகச் NaCl பயன்படு கிறது. NaCl உற்பத்திக்கான ஒரு மூலப்பொருளாகக் கடல்நீரைப் பயன்படுத்த முடியுமாயினும், எரிசோடா உற்பத்திக்கான ஒரு மூலப்பொருளாகக் கடல்நீரைப் பயன்படுத்த முடியாது.

**கனியங்கள்**

'கனியங்கள்' மீளப்பிறப்பிக்க முடியாத ஒரு வகையான இயற்கை வளமாகும். இரும்பு, செம்பு, நிக்கல், அலுமினியம், தைத்தேனியம் போன்ற உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான மூலப்பொருள் களாக அவ்வுலோகங்கள் அடங்கியுள்ள கனியங்கள் பயன்படுத்தப்படும். மேலும் பொசுபேற்றுப் பசளை உற்பத்திக்காக, பொசுபேற்று அடங்கியுள்ள கனியங்கள் பயன்படுத்தப்படும். 'கனியங்கள்' மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத வகை இயற்கை வளமாகையால் கனியங்களைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யும் உற்பத்திப் பொருள்களைப் பயன்படுத்திய பின்னர், மீண்டும் அவற்றை மீள்சுழற்சி செய்யும் ஒரு செயன்முறை காணப்படுதல் வேண்டும். மேலும் நீண்ட காலத்துக்குப் பயன்தரக்கூடிய உற்பத்திகளைச் செய்வதற்காகவே அம்மூலப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

**நிலக்கரி**

நிலக்கரி மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத ஒரு வளமாகும். இது பிரதானமாக ஓர் எரிபொருளா-கப் பயன்படுகிறது. இரும்பு பிரித்தெடுப்பின்போது ஒரு எரிபொருளாகவும் நேரடியான ஒரு தாழ்த்தியாகவும் பிரதான ஒரு தாழ்த்தியாகிய காபனோரொட்சைட்டு (CO) பிறப்பிப்பதற் கான மூலப் பொருளாகவும் இது பயன்படுகின்றது.

**பண்படுத்தாத எண்ணெய் (Crude Oil)**

பண்படுத்தாத எண்ணெய் மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத ஒரு வளமாகும். பெற்றோல், டீசல் போன்ற எரிபொருள்களைப் பெறுவதற்கான பிரதான மூலமுதலாக / தோற்றுவாயாக பண்படு-த்தாத எண்ணெய் பயன்படுகின்றது. பல்பகுதியங்களுக்குத் தேவையான ஒரு பகுதியங்கள், மருந்துகள் மற்றும் முதலான சேதனச் சேர்வைகளை உற்பத்தி செய்வதற்கான மூலப் பொருள்களைப் பெறும் மூல முதலாகப் / தோற்றுவாயாக பண்படுத்தாத எண்ணெய் பயன்படு கின்றது. இது மீளப்பிறப்பிக்க முடியாத ஒரு வளமாதலால் அது தேய்வுறுவதன் விளைவாக அது சார்ந்த உற்பத்திகளைத் தொடர்ந்தும் நடத்திச் செல்வதில் நெருக்கடி நிலைமை உருவா-கும். பண்படுத்தா எண்ணெய்யில் இருந்து பெறும் எரிபொருள் தகனமடையும்போது பிறப்பிக்கப் படும் காபனீரொட்சைட்டு ($CO_2$) பூகோளம் வெப்பமடைவதற்கான ஒரு காரணமாக அமைதல் மற்றுமொரு நெருக்கடி நிலைமையாகும்.

**தாவரங்கள்**

பல்வேறு எண்ணெய் (நெய்) வகைகள், பால் (இறப்பர் பால்), ரெசின் வகைகள் மற்றும் மருந்து வகை உற்பத்திகளுக்குத் தாவரங்கள் மிக முக்கியமான ஒரு வளமாகும். தாவரப் பொருள்கள் உயிர்த்திணிவுகள் (Bio Mass) எனப்படுவதோடு, அது கைத்தொழில்களுக்கான எரிபொருளாகவும்

பல்வேறு சேதனப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்வதற்காக மூலப்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. தாவரம் மீளப்பிறப்பிக்கக்கூடிய ஒரு வளமாகையால், சூழலின் இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்புக்கு உள்ளாகாதவாறு முகாமை செய்யத்தக்க ஒரு மூலமுதல் ஆகும். வலு சக்தி உற்பத்திக்காகப் பெற்றோலிய எண்ணெய் வகைகளைப் பயன்படுத்திய கைத்தொழில்கள் தற்போது மாற்று வலுச் சக்தி மூலமுதலாக உயிர்த்திணிவைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியுள்ளன. எமது நாட்டுக் கைத்தொழில்களின் கவனமும் அது தொடர்பாக ஈர்க்கப்பட்டு வருகின்றது.

## 1.2 மகனீசியம் (Mg) பிரித்தெடுப்பு - டவ் (Dow) முறை

**'டவ்' (Dow) முறையில் மகனீசியம் பிரித்தெடுப்பதற்குத் தேவையான மூலப்பொருள்கள்:**

மகனீசியம் அடங்கியுள்ள மூலப்பொருள்கள் புவியோட்டில் தாராளமாகக் காணப்படுகின்றது. எனினும் கடல் நீரிலிருந்து மகனீசியம் (Mg) பிரித்தெடுப்பதே பெரிதும் இலாபகரமானது.

கடல்நீரில் $Na^+$ இற்கு அடுத்ததாக $Mg^{2+}$ கற்றயன்களே அதிக அளவில் அடங்கியுள்ளன. கடல்நீரில் நிறைப்படி ஏறத்தாழ 0.13% மகனீசியம் அடங்கியுள்ளது. கடல்நீரிலிருந்து உப்பு உற்பத்தி செய்யும் இறுதிப் படிமுறையின் போது வெளியேற்றும் கரைசல் பிற்றன் (bittern) எனப்படும். பிற்றன் கரைசலில் கணிசமான அளவு மகனீசியம் அயன்கள் அடங்கியுள்ளமையால், மகனீசியம் பிரித்தெடுப்புக்காக பிற்றன் கரைசலைப் பயன்படுத்துவது மிகப் பொருத்தமானது. கடல்நீர் அல்லது கடல்நீரை மீள்ப் பிரசாரணத்தின் (reverse osmosis) பின்னர் கிடைக்கும். கழித்தொதுக்கும் பிற்றன் (bittern) இதற்குப் பொருத்தமானது. இச்செயன்முறையின் முதன்மையான இரண்டு படிமுறைகளையும் சுருக்கமாகப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

**படிமுறை : 1**

இப்படிமுறையின் முதன்மையான நோக்கம் கல்சியம் ஒட்சைட்டு (CaO) உற்பத்தி செய்தலாகும். சுண்ணக்கல்லை வெப்பப்பிரிகையடையச் செய்து CaO பெறப்படும். இதற்காக டொலமைற்றையும் பயன்படுத்தலாம்.

$$CaCO_3(s) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} CaO(s) + CO_2(g)$$

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3(s) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} CaO(s) + MgO(s) + CO_2(g)$$

இத்தாக்கம் ஒரு மீளுந்தாக்கமாதலால், $CO_2$ இனை வெளியேற்றக்கூடியவாறாக வெப்பப் பிரிகைச் செயன்முறையைத் திட்டமிடுவதன் மூலம் வெப்பப்பிரிகைச் செயன்முறையின் வினைதிறனை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம். கிடைக்கும் CaO இல் மாசாக $CaCO_3$ அடங்கியிருப்பது ஒரு பிரதிகூலமாகும்.

**படிமுறை : 2**

இப்படிமுறையின் முதன்மையான நோக்கம் $Mg^{2+}$ அடங்கியுள்ள கரைசலிலிருந்து $Mg(OH)_2$ உற்பத்தி செய்தலாகும். முதலாம் படிமுறையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஒட்சைட்டுக்கள், ($CaO$, $CaO \cdot MgO$) பிற்றன் கரைசலுடன் தாக்கமுறச் செய்யப்படும். அதன்போது நீருடன்

CaO தாக்க முறுவதால் $Ca(OH)_2$ தோன்றும். அந்த $Ca(OH)_2$ நீரில் இலேசாகக் கரைந்து $Ca^{2+}$, $OH^-$ அயன்களைத் தரும். $Mg(OH)_2$ இனது கரைதிறன் பெருக்கம் $Ca(OH)_2$ இனது கரைதிறன் பெருக்கத்தை விடச் சிறியதாகையால், $Ca(OH)_2$ இருந்து கிடைக்கும் $OH^-$ மூலம் கரைசலில் உள்ள $Mg^{2+}$ அயன்கள் $Mg(OH)_2$ ஆக வீழ்படியச் செய்யப்படும். கூடவே மேலும் மேலும் $Ca(OH)_2$ கரைந்து $OH^-$ அயன்களை விடுவிக்கும். $Ca(OH)_2$ வீழ்படிவு எஞ்சியிராதவாறு கரையும். கரைசலில் இருந்த அளவு $Mg^{2+}$ இனை வீழ்படியச் செய்வதற்குத் தேவையான அளவு CaO சேர்க்கப்படும். $Mg(OH)_2$ உடன் கூடிய $Ca(OH)_2$ வீழ்படிவும் காணப்படுவது இதன் ஒரு பிரதிகூலமாகும்.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(s) \quad .............. (1)$$

$$Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \quad ........... (2)$$

$$Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightleftharpoons Mg(OH)_2(s) \quad ......... (3)$$

**படிமுறை : 3**

தோன்றும் $Mg(OH)_2$ இனை வடித்து வேறாக்கி, செறிந்த HCl உடன் தாக்கமுறச் செய்து $MgCl_2$ உற்பத்தி செய்யப்படும்.

$$Mg(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

வெப்பமேற்றப்பட்ட / சுட்ட டொலமைற்று $MgO \cdot CaO$ பயன்படுத்தப்படுமாயின் CaO ஆனது மேற்குறிப்பிட்டவாறு நீர்க்கரைசலில் உள்ள $Mg^{2+}$ அயன்களுடன் தாக்கம் புரியும். எனினும் MgO நீரில் கரைவதில்லை யாதலால் தோன்றும் $Mg(OH)_2$ வீழ்படிவுடன் MgO உம் கலந்திருக்கும்.

**படிமுறை : 4**

இக்கரைசல் கடுமையாக வெப்பமேற்றப்பட்டு நீர் ஆவியாக்கப்படும். ஆவிநிலை நீரின் அளவு இயன்ற அளவு குறைவாக இருக்கும் வகையில் உலர்த்தப்படும். உவர்நிலை உப்பில் 16% (w/w) அளவு நீர் அடங்கியிருக்கும்.

$$MgCl_2 \cdot 6H_2O(s) \longrightarrow MgCl_2 \cdot 4H_2O(s) + 2H_2O(l)$$

$$MgCl_2 \cdot 4H_2O(s) \longrightarrow MgCl_2 \cdot 2H_2O(s) + 2H_2O(l)$$

கிடைக்கும் திண்மத்தை உருக்குக் கொள்கலமொன்றினுள் உருக்கி மின்பகுப்புச் செய்யப்படும். உப்பை உருக்குவதற்காக வெப்பமேற்றும்போது அதில் அடங்கியுள்ள நீர் முற்றுமுழுதாக ஆவியாகி வெளியேறும். கொள்கலனினுள் வெப்பநிலை 700 - 800 $^0C$ வெப்பநிலை வீச்சில் காணப்படும். $MgCl_2$ இனது உருகுநிலை 714 $^0C$ உம் மகனீசியத்தின் உருகுநிலை 650 $^0C$ உம் ஆகுமாதலால் அவ்வுருகுநிலைகளுக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் உருகிய உப்பைப் பேணி வருதல் வேண்டும். இந்த உருக்கிய உப்பை மின்பகுப்புச் செய்யும்போது விளை பொருளான Mg உலோகம் திரவ நிலையில் காணப்படுகின்றமையால் கலத்திலிருந்து வெளியே எடுப்பது இலகுவானது. Mg இனது உருகுநிலையின்போது திரவ Mg இனது அடர்த்தி 1.584 $g\,cm^{-3}$ உம், உருகிய $MgCl_2$ இனது (உருகுநிலையில்) அடர்த்தி ஏறத்தாழ 1.68 $g\,cm^{-3}$ உம் ஆதலால் தோன்றும் Mg உலோகமானது உருகிய $MgCl_2$ மீது மிதக்கும்.

அனோட்டுக்கு (காரீயம்) அருகே தாக்கம்:

$$2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

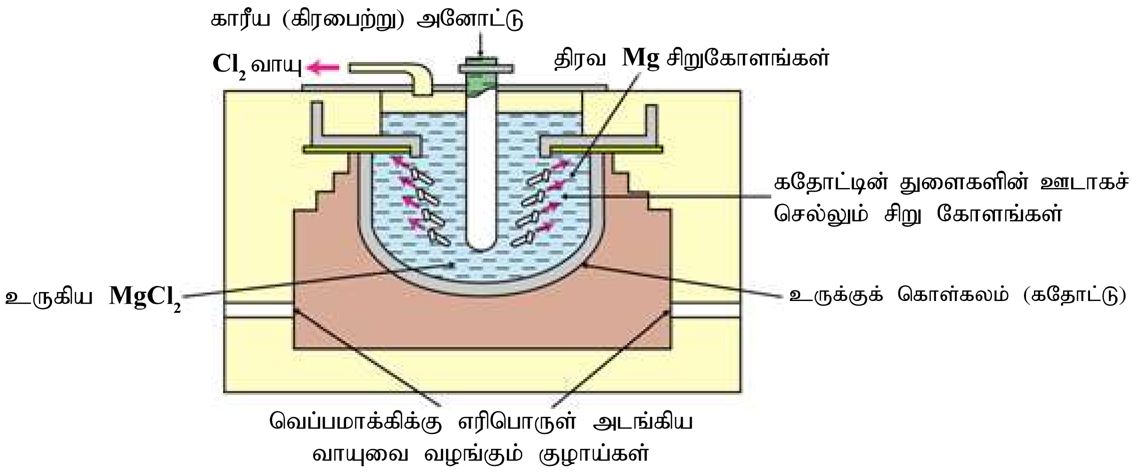
தோன்றும் $Cl_2$ வாயு, HCl உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தப்படும். அந்த HCl மீண்டும் $Mg(OH)_2$ உடன் தாக்கமுறச் செய்யப்பட்டு $MgCl_2$ உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தப்படும்.

கதோட்டுக்கு (உருக்கு) அருகே தாக்கம்:

$$Mg^{2+}(l) + 2e \longrightarrow Mg(l)$$

தோன்றும் திரவ Mg கலத்திலிருந்து வேறாக்கப்படும். இதன்போது 99.8% அளவு Mg விளைவைப் பெறலாம். மகனீசியத்தின் உருகுநிலை ஏறத்தாழ 650 $^0$C ஆதலால் 700 $^0$C போன்ற வெப்பநிலையில் அது திரவமாகக் காணப்படும்.

ஆகாய விமானங்கள், வாகனங்கள் போன்றவை உற்பத்தி செய்வதற்கான உறுதிமிக்க இலேசான உலோகங்கள் அவசியமாகும். அவ்வாறான இயல்புகளைப் பெறுவதற்குத் தேவையான கலப் புலோகங்களை உற்பத்தி செய்வதற்காக Mg உலோகம் மிக முக்கியமான ஒன்றாகும்.




**உரு: 1.1** கலத்தின் வெட்டு முகத்தோற்றம்

இந்த உற்பத்தியின்போதும் வளிமண்டலத்தில் மேலதிக $CO_2$ சேர்தல் ஒரு பிரதிகூலமாகும். சுண்ணக்கல் அல்லது டொலமைற்றை வெப்பமேற்றுதலாலும் மின்பகுப்புக் கலத்தில் உயர் வெப்ப நிலையைப் பெறுவதற்காக பெற்றோலிய எரிபொருள்களை எரிப்பதாலும் வளிமண்டலத்துடன் $CO_2$ சேரும்.

## 1.3 எரிசோடா (NaOH) உற்பத்தி

தூய செறிந்த NaCl கரைசல் பிரைன் (brine) எனப்படும். இவ்வாறான NaCl கரைசலொன்றை (brine) மின்பகுப்புச் செய்வதால் NaOH உற்பத்தி செய்யப்படும். பக்கவிளைவுகளாக கதோட்டுக்கு அருகே $H_2$ வாயுவும் அனோட்டுக்கு அருகே $Cl_2$ வாயுவும் வெளியேறும்.

$$NaCl(s) + \text{நீர்} \longrightarrow NaCl(aq)$$

$$2\,H_2O(l) + 2NaCl(aq) \xrightarrow{\text{மின்பகுப்பு}} 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

திணிவுப்படி 50% எரிசோடா அடங்கியுள்ள நீர்க் கரைசலொன்றின் 2025 மெட்ரிக் தொன்னை உற்பத்தி செய்யும்போது அதனுடன் கூடவே ஏறத்தாழ ஒரு தொன் குளோரீன் வாயுவும், ஏறத்தாழ 30 kg ஐதரசனும் உற்பத்தியாகும். திணிவு ரீதியில் இவ்வாறான மிகத்தெளிவான வேறுபாடு காணப்பட்டபோதிலும், மூல் அளவுகளைக் கருதும்பொழுது $Cl_2$ மூல் அளவானது $H_2$ மூல் அளவுக்கு அண்ணளவாகச் சமமானது. கோட்பாட்டு ரீதியில் $Cl_2$, $H_2$ மூல் அளவுகள் சமமாயினும் கூட, வாயுவாகச் சேகரித்துப் பெறக்கூடிய $Cl_2$, $H_2$ மூல் அளவுகள் சமமானவை அல்ல. நீர் மய தாக்க ஊடகத்தில் $Cl_2$ வாயு சிறிதளவு கரையுமாதலால் வாயு நிலையில் சேகரித்துக் கொள்ளக்கூடிய $Cl_2$ மூல் அளவானது $H_2$ மூல் அளவை விடச் சற்றுக் குறைவானதாகக் காணப்பட இடமுண்டு.

மின்பகுப்பு மூலம் எரிசோடா உற்பத்தி செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தும் கலங்கள் ‘காரக் குளோரக் கலங்கள்’ எனப்படும். அவை மூன்று வகைப்படும்.

(a) இரசக் கல முறை

(b) பிரிமென்றகட்டுக் கல முறை

(c) மென்சவ்வுக் கல முறை

ஆரம்ப காலத்தில் இரசக் கல முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டே NaOH உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. எனினும் சூழலில் இரசம் விடுவிக்கப்படும் சாத்தியப்பாடு காணப்படுகின்றமையும் NaOH இல் மிகச் சொற்ப அளவில் இரசம் அடங்கியிருப்பதும் பிரதானமான பிரதிகூலங்களாகும். பிரிமென்றகட்டுக் கலமும் மென்சவ்வுக் கலமும் பெருமளவுக்கு ஒன்றையொன்று ஒத்தன. பிரதானமான வேறுபாடு மென்சவ்வுக் கலத்தில் பிரிமென்றகட்டுக்குப் பதிலாக, அனோட்டையும் கதோட்டையும் வேறாக்குவதற்காக $Na^+$ அயன்கள் ஊடுசெல்லக்கூடிய மென்சவ்வு பயன்படுத்தப்பட்டிருத்தலாகும். மென்சவ்வுக் கலத்துடன் ஒப்பிடும்போது பிரிமென்றகட்டுக் கலத்தில் அனோட்டு அறையின் திரவ மட்டம் கதோட்டு அறையின் திரவ மட்டத்தை விட உயர்வானதாகும். எனவே கன்னார் பிரிமென்றகட்டுக்கு ஊடாக, நீர்நிலையியல் அமுக்கமொன்று அனோட்டு அறைக் கரைசலில் இருந்து கதோட்டு அறைக் கரைசல் மீது தொழிற்படும். அனோட்டு அறையிலிருந்து கதோட்டு அறைக்கு $Na^+$ அயன்கள் பெயரச் செய்வதில் அந்நீர் நிலையியல் அமுக்கம் செல்வாக்குச் செலுத்தும். கதோட்டுக் கரைசலில் இருந்து அனோட்டுக் கரைசல் வரை $OH^-$ அயன்கள் பெயர்வதைத் தவிர்ப்பதற்கும் அந்நீர்நிலையியல் அமுக்கத்தின் செல்வாக்குக் காரணமாகும். எனினும் மென்சவ்வுக் கலத்தில் நேர் அயன்கள் மாத்திரம் செல்லக் கூடிய மென்சவ்வின் அனோட்டும் கதோட்டும் வேறாக்கப்பட்டுள்ளது. மென்சவ்வுக் கலங்களைப் பயன்படுத்துவதன் அனுகூலங்களாக உற்பத்தியாகும் NaOH இனது தூய்மை உயர்வானதாக இருத்தல், குறைந்த அளவு மின்சாரமே விரயமாதல், சூழல் சார்ந்த பாதிப்புக்கள் இழிவாதல் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

இந்த மின்பகுப்புச் செயன்முறையின்போது மின்பகுப்புக்காகப் பயன்படுத்தும் மின் அழுத்தம் மற்றும் மின்வாய் மேற்பரப்பின் அலகுப் பரப்பளவு மூலம் அலகு நேரத்தில் வெளி விடப்படும் ஏற்றம் ஒரு முக்கிய காரணியாகும். பின்வரும் அட்டவணையில் அந்தக் கலங்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை: 1.1 எரிசோடா உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தும் கலங்களில் அடங்கியுள்ள காரணிகள்.

| | இரசக்கலம் | பிரிமென்றகட்டுக் கலம் | மென்சவ்வுக் கலம் |
|---|---|---|---|
| கல அழுத்தம் / V | - 4.4 | - 3.45 | - 2.95 |
| ஓட்ட அடர்த்தி / A $cm^{-2}$ | 1 | 0.2 | 0.4 |
| NaOH அமைப்பு (w/w%) | 50 | 12 | 35 |

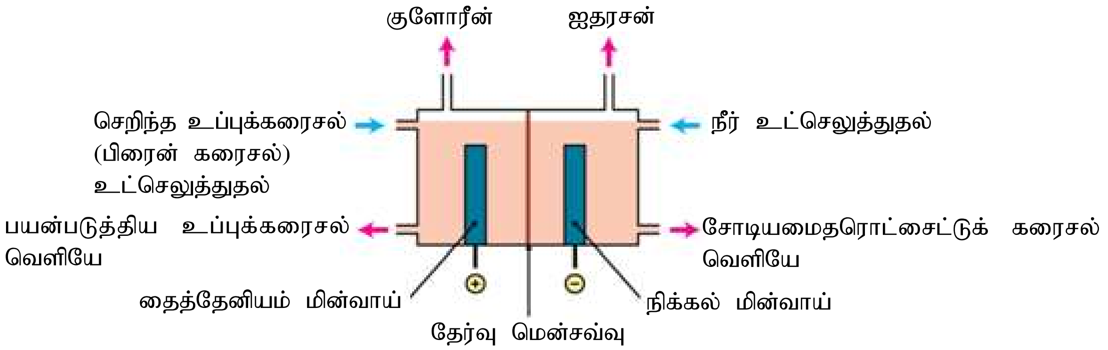
**மென்சவ்வுக் கலமுறை**

மென்சவ்வுக் கல முறையில் பயன்படும் பிரைன் (brine) கரைசல் மிகச் சுத்தமானதாக இருத்தல் வேண்டும். பிரைன் கரைசலில் $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$, $SO_4^{2-}$ அயன்கள் அடங்கியிருத்த லானது உற்பத்திச் செயன்முறைக்குத் தடையாக அமையும். கரைசல் மூலத்தன்மை பெறும் போது இந்தக் கற்றயன்கள் வீழ்படிவதால், கலத்தின் தொழிற்பாட்டுக்குத் தடங்கல் ஏற்படும். இந்த அயன்கள் NaOH கரைசலில் அடங்கியிருப்பதால் எரிசோடாவின் தூய்மை குறைவடை-தல் ஒரு பிரதிகூலமாகும். எனவே, உற்பத்திச் செயன்முறைக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் பிரைன் (brine) கரைசலில் இந்த மாசு அயன்களின் செறிவு மிக இழிவாதல் வேண்டும். கடல்நீரைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் பிரைன் கரைசலில் இருந்து இந்த மாசு அயன்களை நீக்குதவதற்காக இரசாயன ரீதியில் பரிகரிப்புச் செய்வது மிக முக்கியமான ஒரு படிமுறையாகும். போதுமான அளவுக்கு $BaCl_2$ சேர்ப்பதால் $SO_4^{2-}$ அயன்களை $BaSO_4$ ஆக வீழ்படியச் செய்து நீக்கலாம். போதுமான அளவுக்கு NaOH மற்றும் $Na_2CO_3$ சேர்ப்பதால் $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$அயன்களை $Mg(OH)_2$ ஆகவும் $CaCO_3$ ஆகவும் வீழ்படியச் செய்து நீக்கலாம்.

$$Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Mg(OH)_2(s) \downarrow$$

$$Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) \downarrow$$

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) \downarrow$$




**உரு: 1.2** மென்சவ்வுக் கலம்

அனோட்டு அறையில் உள்ள கரைசலில் ஆரம்பத்தில் பிரதானமாக $Na^+$, $Cl^-$ அயன்கள் காணப்படுவதோடு, மிகச் சொற்ப அளவில் நீர் கூட்டப்பிரிகையடைவதால் கிடைக்கும் $H^+$ மற்றும் $OH^-$ அயன்களும் உள்ளன. அனோட்டுக்கு அருகே $OH^-$ அயன்கள் ஒட்சியேற்றமடைந்து $O_2$ ஐ வெளிவிடுவதற்காக வழங்க வேண்டிய நியம மின்அழுத்தம் 0.4 V உம் $Cl^-$அயன்களை ஒட்சியேற்றி $Cl_2$ ஆக விடுவிப்பதற்காக வழங்கவேண்டிய நியம மின் அழுத்தல் 13.6 V உம்

ஆகும். எனவே $Cl_2$ விடுவிக்கப்படுவதற்கு மேலதிகமாக $O_2$ உம் விடுவிக்கப்படும் சாத்தியப்பாடு உள்ளது. $O_2$ விடுவிக்கப்படுவதைக் குறைப்பதற்காக வெவ்வேறு உத்திகள் கையாளப்பட்டுள்ளன.

$$4OH^-(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e$$

$$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

எரிசோடா உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தும் பிரைன் (brine) கரைசலின் NaCl செறிவு சார்பளவில் உயர்வானது. சார்பளவில் மிகக் குறைவான $OH^-$ செறிவும் மிக உயர்வான $Cl^-$ அயன் செறிவும் உள்ள சந்தர்ப்பங்களில் நான்கு $OH^-$ அயன்கள் மின்வாயின் மீது சேர்ந்து ஓர் ஒட்சிசன் ($O_2$) மூலக்கூறையும் இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளையும் தோற்றுவிப்பதற்கான நிகழ்தகவு சார்பளவில் குறைவானதாகும். அனோட்டு அறைக் கரைசலில் சார்பளவில் உயர் $Cl^-$ செறிவு காணப்படுவதால் $Cl^-$ அயன்கள் ஒட்சியேற்றமடைந்து $Cl_2$ வாயுவைத் தோற்றுவிப்பதற்கான நிகழ்தகவு சார்பளவில் உயர்வானதாகும்.

மின்பகுப்பின்போது $Cl^-$ அயன்களின் செறிவு பெரிதும் குறைவடையும்போது $OH^-$ அயன்கள் ஒட்சியேற்றமடைந்து $O_2$ இனை விடுவிக்கும் நிகழ்தகவு உண்டாவதால், பிரைன் கரைசல் முழுமையாக மின்பகுப்புக்கு உள்ளாவதில்லை. எனவே அனோட்டு அறையினுள் தொடர்ச்சியாக செறிந்த உப்புக் கரைசல் பம்பப்படுவதோடு, தொடர்ச்சியாக அனோட்டு அறைக் கரைசல் (பயன்படுத்திய கரைசல்) வெளியேற்றப்படும். தொகுதியில் $Cl^-$ அயன்களின் செறிவு குறைவானதாயினும் $Na^+$ அயன் செறிவு குறைவடையமாட்டாது. தொகுதியில் (ஒட்டுமொத்தக் கலத்தையும் கருதுகையில்) மின் நடுநிலைத்தன்மை காணப்படுவது ஓர் முதன்மையான இயல்பாகும். எனவே $Cl^-$ அயன்கள் $Cl_2$ ஆக அனோட்டு அறைக் கரைசலிலிருந்து நீங்கும்-போது வேறு மறை அயன் வகையொன்று அனோட்டு அறைக் கரைசலுக்கு வருதல் வேண்டும் அல்லது $Na^+$ அயன்கள் கதோட்டு அறைக் கரைசலுக்குப் பெயர்தல் வேண்டும். கதோட்டு அறையிலேயே தாழ்த்தல் நிகழும். ஆரம்பத்தில் கதோட்டு அறையில் இருந்த ஊடகத்தில் NaCl இல்லையாதலால் அதில் உள்ள பிரதான கூறு நீர் ஆகும். நீர் மூலக்கூறுகளின் கூட்டப்பிரிகையின் பெறுபேறாகிய $H^+$ அயன்கள் தொடர்ந்தும் தாழ்த்தப்படுவதால் நீர் மூலக்கூறுகள் மீளும் வகையில் கூட்டற் பிரிகையடைந்து பேணி வந்த சமநிலை குலையும். நீர் மூலக்கூறுகளின் கூட்டற்பிரிகையால் கிடைத்த $H^+$ அயன்கள் $H_2$ ஆக வெளியேறும்போது நீர் மூலக்கூறுகள் தொடர்ச்சியாகக் கூட்டற்பிரிகையடைவதன் விளைவாகக் கதோட்டு அறையில் $OH^-$ அயன்களின் செறிவு அதிகரிக்கும். தொடர்ச்சியான மின்பகுப்பை நிகழ்த்தும்போது நேரத்துக்கு அமையக் கதோட்டு அறையினுள் $OH^-$ செறிவு அதிகரிக்கும்.

நீர்மூலக்கூறின் கூட்டற்பிரிகையினது சமனிலைச் சந்தர்ப்பத்தைச் சமன்பாடு (1) மூலம் காட்டலாம்.

$$H_2O\ (l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq) \ ..............\ (1)$$

$H^+$ அயன் $H_2$ ஆகத் தாழ்த்தப்படுவதால் சமனிலை குலைந்துள்ள சந்தர்ப்பத்தைச் சமன்பாடு (2) இனால் காட்டலாம்.

$$H_2O\ (l) \longrightarrow H^+(aq) + OH^-(aq) \ ................\ (2)$$

அனோட்டு அறையில் $Cl^-$ அயன்கள் ஒட்சியேற்றமடைந்து $Cl_2$ தோன்றும் வீதத்துக்குச் சமமான வீதத்தில் கதோட்டு அறையில் $H^+$ அயன்கள் $H_2$ ஆகத் தாழ்த்தப்படும். இதன் விளைவாக ஒட்டுமொத்தமாகக் கருதுகையில் அனோட்டுக் கரைசலில் $Cl^-$ அயன்கள் குறைவடையும் வீதத்துக்குப் பொருத்தமானவாறு கதோட்டு அறையில் உள்ள நீர் தொடர்ந்தும் கூட்டற்பிரிகை யடைந்து $OH^-$ பிறப்பிக்கப்படும். இதன் விளைவாக முழுத் தொகுதியும் மின்சார்பாக நடுநிலை யாகும்.

மென்சவ்வுக் கலத்தில் மின்பகுப்பு நிகழ்ந்து அனோட்டு அறையில் $Cl^-$ அயன்களின் செறிவு குறைவடையுமாயின் $Na^+$ அயன் செறிவு குறைவடைவதில்லை. அவ்வாறே கதோட்டு அறை யினுள் நீர் மூலக்கூறுகளின் கூட்டற் பிரிகையினால் கிடைக்கும் $H^+$ அயன்கள் தாழ்த்தப்படுவ-தால், $OH^-$ அயன் செறிவு அதிகரிக்கும். எனவே மென்சவ்வுகளுக்கு ஊடாக மின்னழுத்த வித்தியாசமொன்று உருவாகும். கதோட்டு அறையினுள் இருந்த $OH^-$ அயன்கள் அனோட்டு அறைக்குப் பெயருமாயின் அங்கு உள்ள $Cl_2$ உடன் $OH^-$அயன்கள் தாக்கம் புரியும். எனினும் மென்சவ்வுக் கலத்தின் மென்சவ்வின் ஊடாக $OH^-$அயன்கள் செல்லும் வாய்ப்பு இல்லையாத லால் மென்சவ்வுக் கலத்தின் கதோட்டு அறைக் கரைசல் சார்பாக இத்தாக்கம் நிகழுவதில்லை.

மென்சவ்வுக் கலத்தின் அனோட்டு அறையும் கதோட்டு அறையும் நேர் அயன்கள் ($Na^+$) ஊடு செல்லக்கூடிய ஒரு மென்சவ்வினால் வேறாக்கப்பட்டுள்ளன. இம்மென்சவ்வில் மிகச் சிறிய துளைகள் காணப்படுவதோடு, அத்துளைகளின் எல்லைகளில் மறை அயன்கள் இணைந்திரு-க்கும். எனவே அத்துளைகளைச் சூழவுள்ள வெளியின் மறை மின்புலத்தினால் துளைகளை நோக்கி நேர் அயன்கள் கவரப்படும். மறை அயன்கள் தள்ளப்படும். உயர் தூய்மையுள்ள NaCl கரைசல் (பிரைன்) மின்பகுப்புக்கு உட்படுத்தப்படும். கதோட்டு அறையினுள் ஒரு குழாயின் வழியே தொடர்ச்சியாக நீர் சேர்க்கப்படுவதோடு மற்றுமொரு குழாயினால் NaOH அடங்கியுள்ள கரைசல் வெளிப்படுத்தப்படும்.

அனோட்டு தைத்தேனியத்தினாலும் கதோட்டு நிக்கல் இனாலும் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. மென்சவ்வுக் கலத்தினால் NaOH உற்பத்தியைத் தொடர்ச்சியான ஒரு செயன்முறையாகச் செய்ய முடிகின்றமை ஒரு சிறப்பம்சமாகும். தொடர்ச்சியாக 26% செறிவுள்ள பிரைன் (brine) கரைசல் அனோட்டு அறையினுள் பம்பப்படுவதோடு, படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அனோட்டு அறையிலிருந்து வெளியெடுக்கப்படும் கரைசலின் பிரைன் (brine) செறிவு ஏறத்தாழ 24% வரை குறைவடைந்திருக்கும். இங்கு கதோட்டு அறையின் $Cl^-$ அயன்கள் ஒட்சியேற்றமடைந்து $Cl_2$ ஆக வெளியேறும் வேளை முதலே கதோட்டு அறையிலிருந்து $H^+$ அயன்கள் ஒட்சி யேற்றமடைந்து $H_2$ ஆக வெளியேறும். எனவே கதோட்டு அறையினுள் $OH^-$ அயன் செறிவு அதிகரிக்கும். வீதத்துக்கு ஒப்பானவாறு, அனோட்டு அறையில் இருந்த $Na^+$ அயன்கள் கதோட்டு அறைக்குப் பெயரும். எனவே கதோட்டு அறையினுள் NaOH செறிவு உருவாகும். $Na^+$ அயன் பெயர்வு காரணமாக, அந்தந்த அறையினுள் மின்நடுநிலைத்தன்மை உருவாகும். மின்பகுப்பு நிகழுவதுடன் கூடவே இச்செயன்முறை தொடர்ந்தும் நிகழும்.

அனோட்டு அறையில் உள்ள $Cl^-$ அயன்கள் மென்சவ்வுக்கு ஊடாக கதோட்டு அறையினுள் செல்வதில்லையாதலால் தோன்றும் NaOH உடன் ஒரு மாசு என்ற வகையில் NaCl கலப்ப-தில்லை.

அனோட்டுத் தாக்கம்: (நேர்முனை)

$$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$$

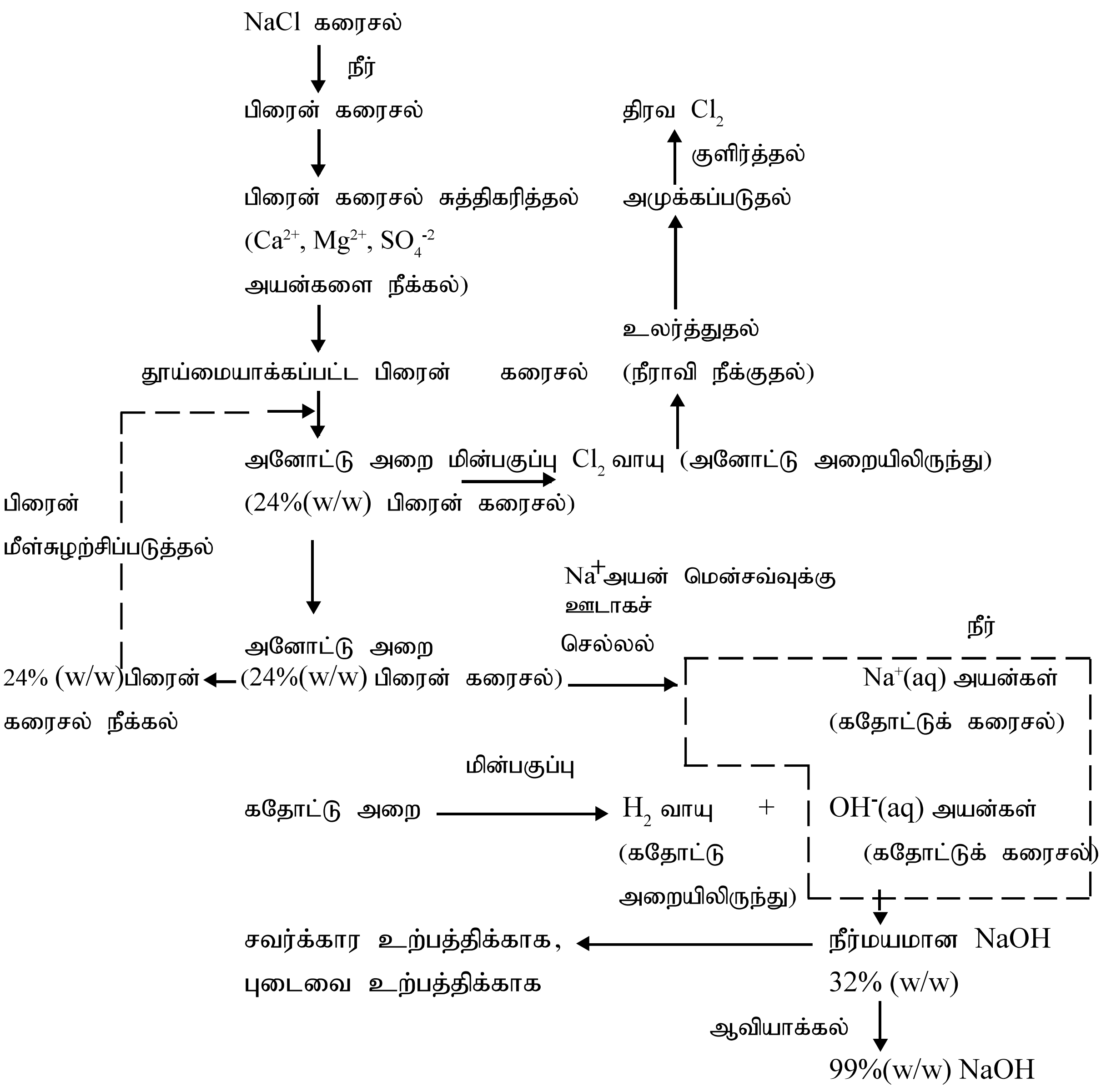
கதோட்டுத் தாக்கம்: (மறை முனை)

$$2H_2O(l) + 2e \longrightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$$

ஒட்டுமொத்தத் தாக்கம்:

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

**மென்சவ்வுக் கலமுறையில் NaOH உற்பத்தி செய்வதன் பாய்ச்சற் கோட்டுப்படம்**



**NaOH மற்றும் பக்க விளைவுகளின் பயன்கள்**

**NaOH** இன் பயன்கள்:

1. சவர்க்கார உற்பத்திக்காக
2. காகிதம், செயற்கைப்பட்டு மற்றும் சாயக் கைத்தொழிலுக்கு (paint)
3. ஆய்கூடங்களில் ஒரு வன்மூலமாகப் பயன்படல்.
4. கழிவுநீரைப் பரிகரிக்கும் செயன்முறையில் பார உலோகங்களை வீழ்படியச் செய்வதற்காக

**குளோரீனின் பயன்கள்:**

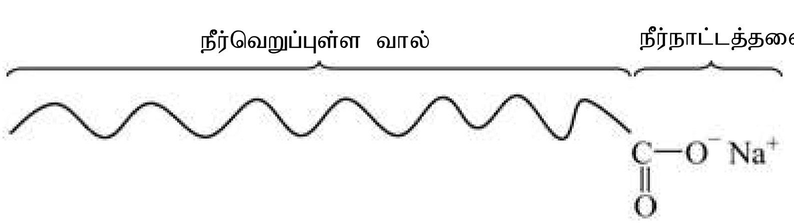
1. புடைவை, அரிமரம் மற்றும் காகிதக் கூழ் உற்பத்திற்கு (வெளிற்றும் கருவியாக)
2. குடிநீர் வழங்கல் செயன்முறையில் நீரைத் தொற்றுநீக்குவதற்கு
3. HCl உற்பத்திக்கு
4. குளோரீனேற்றிய இறப்பர், பூச்சிகொல்லிகள், சாய வகைகள் மற்றும் மருந்து வகைகள் உற்பத்திக்கு
5. PVC போன்ற பல்பகுதியப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தேவையான வைனைல் குளோரைட்டு உற்பத்தி செய்வதற்கு
6. வெளிற்றம் தூள் உற்பத்திக்கு

**ஐதரசனின் பயன்கள்:**

1. HCl உற்பத்திக்கு
2. $NH_3$ உற்பத்திக்கு
3. தாவர எண்ணெய் ஐதரனேற்றல் மூலம் மாஜரின் உற்பத்தி
4. எரிபொருளாக

## 1.4 சவர்க்கார உற்பத்தி

சவர்க்கார உற்பத்தியின்போது, எரிசோடாவுடன் மூகிளிசரைட்டு நீர்ப்பகுப்புத் தாக்கம் (சவர்க் காரமாக்கல்) நிகழ்ந்து கிளிசரோல் மற்றும் நீண்ட சங்கிலி காபொட்சிலிக்கமிலத்தின் சோடியம் உப்புக்கள் தோன்றுவதே இரசாயன ரீதியில் நிகழுவதாகும். இவ்வுப்புக்கள் சவர்க் காரம் எனப்படுகின்றது. சவர்க்கார மூலக்கூறில் காபன் மற்றும் ஐதரசன் அணுக்கள் அடங்கிய நீர்வெறுப்புள்ள வாலையும் நீர்நாட்டத் தலையையும் கொண்ட ஒரு பிரதேசம் உண்டு. நீர்நாட்டத் தலையில் $Na^+$ அயன்கள், $K^+$ அயன்கள் மற்றும் $-COO^-$ அயன் கூட்டம் உண்டு. சவர்க்கார உற்பத்தியின் போது மூலப்பொருள்களுள் ஒன்றாக தாவர எண்ணெய் அல்லது விலங்கு எண்ணெய் பயன்படும். மற்றைய மூலப்பொருள் NaOH அல்லது KOH ஆகும்.




**உரு: 1.3** சவர்க்கார மூலக்கூறொன்றின் நீர்வெறுப்புள்ள வாலும் நீர்நாட்டத் தலையும்

சவர்க்கார உற்பத்தியில் இரண்டு வகையான செயன்முறைகள் உள்ளன. அவையாவன: வெப்பச் செயன்முறை (Hot Process), குளிர்ச் செயன்முறை (Cold Process) ஆகியனவாகும். குளிர்ச் செயன்முறையின் போது சவர்க்காரமும் கிளிசரோலும் வேறாக்கப்படுவதில்லை. சவர்க் காரத்தில் கிளிசரோல் படியும். சவர்க்கார உற்பத்தியின் வெப்பச் செயன்முறை பிரதான நான்கு (4) படிமுறைகள் தொடர்பாக மட்டுமே இங்கு கவனஞ் செலுத்தப்படுகிறது.

(1) சவர்க்காரமாக்கல் (Safonication)

(2) பக்கவிளைவாகிய கிளிசரீனை நீக்குதல்

(3) சவர்க்காரத்தைச் சுத்திகரித்தல்

(4) சவர்க்காரத்தை முடிவுப்பொருளாகப் பெறல்

சவர்க்கார மூலக்கூறொன்றில் உள்ள காபன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை 12, 14, 16 மற்றும் 18 என்றவாறாக வேறுபடும். தேங்காயெண்ணெய்யில் மூகிளிசரைட்டு சார்ந்த எசுத்தர் பிணைப்புக் களால் லோரிக் அமிலம், மிரிஸ்டிக் அமிலம், தியரிக்கமிலம், ஒலெயிக்கமிலம் ஆகியன பிணைந்துள்ளன. அவ்வாறாக மூகிளிசரைட்டு வடிவத்தில் உள்ள நீண்ட சங்கிலி காபொட் சிலிக் அமில (கொழுப்பமிலம்) அளவு சதவீதமாகக் காட்டப்படும். இவற்றுக்கு மேலதிகமாகக் கொழுப்பமிலங்கள் சிறுசிறு அளவுகளில் எசுத்தர் பிணைப்புகளை அமைக்காது சுயாதீன கொழுப்பமிலங்களாகக் (free fatty acid) காணப்படும். தேங்காயெண்ணெய்யில் ஏறத்தாழ 44 - 52% அளவு லோரிக் அமிலம் அடங்கியுள்ளது. அதில் 12 காபன் அணுக்கள் உள்ளன. அவற்றுள் 11 அணுக்கள் நீர்வெறுப்புள்ள வாலில் அமைந்துள்ளது. 14 காபன் அணுக்கள் அடங்கியுள்ள மிஸ்ரிக் அமிலம் 14% அளவு அடங்கியுள்ளது. தேங்காயெண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள பாமிற்றிக் அமிலத்தின் 16 காபன் அணுக்கள் உள்ளன. 18 காபன் அணுக்கள் உள்ள தியரிக் அமிலம் 3% அடங்கியுள்ளது. 18 காபன் அணுக்களும் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பும் ஒலெயிக் அமிலத்தில் உள்ளது. தேங்காயெண்ணெய்யில் 5 - 8% ஒலெயிக் அமிலம் அடங்கியுள்ளது. தேங்காயெண்ணெய்யைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்த சவர்க்காரம் என்பது இவ்வாறான ஒரு அமிலக் கலப்பின் சோடியம் உப்புக்களின் கலவையாகும்.

எண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள நிறப்பொருள்களையும் மாசுக்களையும் நீக்குவதற்காக, ஏவப்பட்ட புல்லர் ஏர்த் (Activated fuller earth) எனப்படுகின்ற விசேடமான ஒரு வகைக் களியின் மீது அனுப்பப்படும். அதன் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 90 $^0$C ஆகப் பேணப்படும். பின்னர் எண்ணெய் யில் அடங்கியிருக்கக்கூடிய களித் துணிக்கைகளை நீக்கிய பின்னர் அது சவர்க்கார உற்பத்திக் காகப் பயன்படுத்தப்படும். சவர்க்கார உற்பத்தியைத் தொடர்ச்சியான செயன்முறையாகவோ (Continuous Process) தொகுதிச் செயன்முறையாகவோ (Batch Process) நடத்தலாம்.

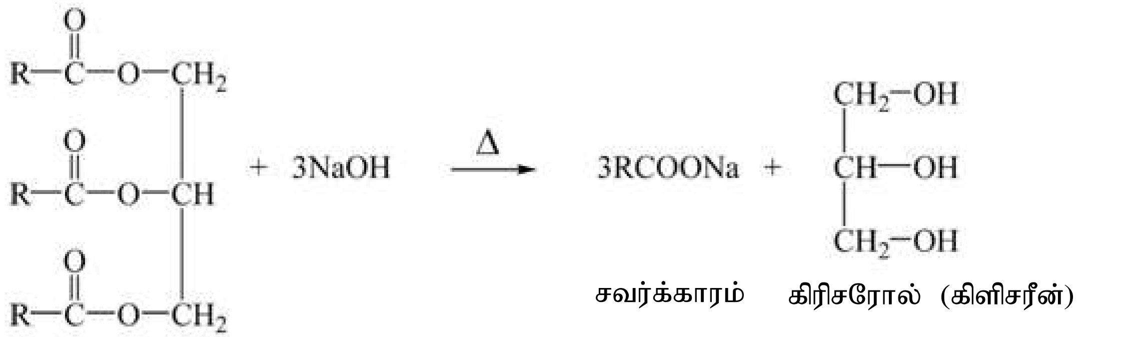
தொகுதிச் செயன்முறை பாரம்பரியமான முறையாகும். பகுதி முறையின்போது சகல மூலப் பொருள் அளவுகளும் ஏக காலத்தில் தாக்க அறையினுள் இடப்பட்டுத் தாக்கம் புரிய இடமளிக் கப்படும். பின்னர் விளைவுகள் வேறாக்கிக் கொள்ளப்படும். தொடர்ச்சியான செயன்முறையின் போது தாக்க அறைக்குத் தொடர்ச்சியாகத் தாக்கிகள் வழங்கப்படுவதோடு, விளைவுகளும் தொடர்ச்சியாக வெளியேற்றப்படும்.

### (1) சவர்க்காரமாக்கல் (Safonication)

இதற்காக, சுத்திகரிக்கப்பட்ட தாவர எண்ணெய் நீர்மய NaOH கரைசலுடன் சேர்த்து வெப்ப மேற்றப்படும். தாக்க அறையினுள், சுத்திகரித்த தாவர எண்ணெய்யும் (உதாரணம்: தேங்கா யெண்ணெய்) நீர்மய NaOH (எரிசோடாக்) கரைசலும் அல்லது KOH கரைசலும் பம்பப்படும். எரிசோடா நீரில் கரைதல் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாகும். எனவே எரிசோடாவை நீரில் கரைக்கும் செயன்முறை ஒரு தனிச் செயன்முறையாக நடத்தப்படும்.

எண்ணெய்யும் நீர்மய NaOH உம் ஒன்றுடனொன்று கலக்காத இரண்டு வலயங் களாகும். எனினும் இந்த இரண்டு படைகளினதும் இடைமுகப்பில் நிகழும் சவர்க்காரமாக்கல் தாக்கத்தின் மூலம் கிளிசரினும் சவர்க்காரமும் தோன்றும். இத்தாக்கமும் ஒரு புறவெப்பத் தாக்கமாகும். NaOH நடுநிலையாக்கப்படுதல் இதற்கான பிரதான காரணமாகும். தாக்கக் கலவையின் வெப்ப நிலையை 70 $^{0}$C ஆகப் பேணுவதோடு, இவ்வூடகம் நன்கு கலக்கப்படும். எண்ணெய் சிறுதுளிகளாக மாறுவதால் மேற்பரப்புப் பரப்பளவு அதிகரிக்கும். இதன் விளைவாக ஒட்டு மொத்தத் தாக்கக் கலவைக் கனவளவு சார்பாக தாக்கம் சீராக நிகழும்.

சவர்க்காரமாக்கல் தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.




சவர்க்காரம்  கிரிசரோல் (கிளிசரீன்)

$R = C_{17}H_{35} / C_{15}H_{31} / C_{11}H_{23} / C_{13}H_{27}$

### (2) கிளிசரீனை நீக்கல்

சவர்க்காரமாக்கலின் பின்னர் கிடைக்கும் நீர்மய வலயத்தில் காரத்தன்மை குறைவடைந்துள்ளது. நீர்மய வலயத்தில் கிளிசரின் கரைந்துள்ளது. ஓரளவு சவர்க்காரமும் கரைந்துள்ளது. நீர் வலயத்தில் கரைந்துள்ள சவர்க்கார மூலக்கூறுகள் அயனாக்கமடைந்துள்ளதோடு பின்வருமாறு சமனிலை பேணப்படும். நீர்மய வலயத்தில் சவர்க்காரத்தின் கரைதிறனைக் குறைப்பதற்காக NaCl பிரைன் (brine) கரைசல் சேர்க்கப்படும். அங்கு $Na^{+}$ அயன் செறிவு உயர்வானதாகையால் நீரில் கரைந்துள்ள அயனாக்கமடைந்த சவர்க்காரத்தில் இருந்த நீர்மய மறை அயன்களுடன் $Na^{+}$ அயன்கள் சேர்வதால் தோன்றும் சவர்க்கார மூலக்கூறுகள் நீர்மய வலயத்திலிருந்து வேறாகும். உப்புக் கரைசலில் கிளிசரின் கரையும். NaCl சேர்ப்பதால் நீர்மய வலயத்தின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும். தூய்மையற்ற சவர்க்காரமும் (crude) நீர் வலயமும் வேறாகிய பின்னர் கிளிசரின் அடங்கியுள்ள நீர் வலயம் பம்பப்பட்டு வேறாக்கப்படும்.

$$\text{நீர்} + RCOO^{-}Na^{+}(s) \rightleftharpoons RCOO^{-}(aq) + Na^{+}(aq)$$

$Na^{+}$ அயன் செறிவை அதிரகரிக்கும்போது ←

தூய்மையற்ற சவர்க்காரத்தில் கணிசமான அளவு ஈரலிப்பு (நீர்) அடங்கியிருப்பதாலும் வெப்பநிலை 70 $^{0}$C ஆக இருப்பதாலும், பம்பி வெளியேற்றுவது இலகுவானது. இதனை 'ஈரச் சவர்க்காரம்' எனலாம். தாக்க அறையிலிருந்து வெளியேற்றும் நீர்மய உப்புக் கரைசலில் கிளிசரீனும் அடங்கியிருக்கும். எனவே பக்க விளைவாக கிளிசரீனை வேறாக்குவதற்காக அவ்வுப்புக் கரைசல் நல்லதொரு மூலமாகும். அக்கரைசலில் இருந்து கிளிசரோலை நீக்கிப் பெற்ற கரைசலுடன் தேவையான அளவு NaCl புதுக் கரைசலை மீளச் சேர்த்து மீள்சுழற்சிப் படுத்துவதற்குத் தேவையானவாறு தயாரித்துக் கொள்ளப்படும். தூய்மையற்ற சவர்க்காரத்தில் அடங்கியுள்ள கிளிசரீனை நீக்குவதற்கு இந்த உப்புக் கரைசல் பயன்படுத்தப்படும். இந்த உப்புக் கரைசலில் கிளிசரின் கரையுமாயினும் சவர்க்காரம் கரைவதில்லை. இங்கு உப்புக் கரைசலுடன் சவர்க்காரத்தை நன்கு கலக்குவது மிக முக்கியமானது. எனவே தூய்மையற்ற சவர்க்காரத்தில் உள்ள கிளிசரினை நீக்கி, ஓரளவுக்குச் சுத்திகரித்துக் கொள்ளலாம். ரொன் சவர்க்காரத்தில் உள்ள கிளிசரின் அடங்கியுள்ள உப்புக் கரைசலும் கழுவிய சவர்க்காரமும் வேறாக்கப்படும். ஈர ரொன் சவர்க்காரத்தை உப்புக் கரைசலில் கழுவுவதால் அதில் அடங்கியிருந்த கிளிசரின் உப்பு வலயத்துடன் சேரும். இச்செயன்முறை மூலம் கழுவிய சவர்க்காரமும் ஓரளவு கிளிசரீனைக் கொண்ட உப்புக் கரைசலும் விளைவாகக் கிடைக்கும். இந்த உப்புக் கரைசல் "half spent lye" எனப்படும். இந்த உப்புக் கரைசலானது சவர்க்காரமாக்கலின் பின்னர் கிளிசரீனை நீக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும். இதன் காரணமாக உப்புக் கரைசல் மீள்சுழற்சிக்குள்ளாகும்.

### (3) சவர்க்காரம் சுத்திகரித்தல்

கிளிசரீன் நீக்கி ஓரளவுக்குச் சுத்திகரித்த சவர்க்காரத்தில் நீரும், NaCl உப்பும் உள்ளன. உப்புக்களடங்கிய ஈரச் சவர்க்காரம் மைய நீக்கத்துக்கு உட்படுத்தப்படும். அதன் விளைவாக நீர்மய உப்புக்கள் சவர்க்காரத்திலிருந்து வேறாகும். சவர்க்காரத்தில் அடங்கியிருந்த NaCl இனது அமைப்பு 0.5% (w/w) வரை குறைவடையும்.

சவர்க்காரத்தில் NaOH அடங்கியிருத்தலானது நுகர்வோருக்குத் தீங்கானது. எரிசோடா அதிகளவில் உள்ளடங்கிய சவர்க்காரம் காரணமாகத் தோலில் ஏறிவு ஏற்படும். கண்கள் போன்ற மென்மையான இழையங்களுக்கும் பாதிப்பு ஏற்பட இடமுண்டு. எனவே மிகச் சொற்ப அளவிலேனும் அடங்கியுள்ள NaOH இனை நடுநிலையாக்குவதற்காகச் சித்திரிக்கமிலம், பொசுபோரிக்கமிலம் அல்லது தேங்காயெண்ணெய் சார்ந்த சுயாதீனக் கொழுப்பமிலங்கள் (Fatty acid) சேர்க்கப்படும்.

### (4) சவர்க்காரத்தை முடிவுப்பொருளாகப் பெறல்

உப்புக்களை நீக்கிய பின்னர், அச்சவர்க்காரத்தில் உள்ள நீரை வெளியேற்றுவது அவசியமாகும். நீரடக்கத்தை 12% வரையில் (w/w%) குறைப்பதற்காக, 120 $^{0}$C வரை வெப்பமேற்றிய சவர்க் காரம் குறைந்த அமுக்க வலயமொன்றில் சிறுதுளிகளாகப் பரம்பிச் செல்லுமாறு சிவிறப்படும் (spray). இதன்போது நீர் ஆவியாதலுக்காக வெப்பத்தைப் பெறுகின்றமையால் சவர்க்காரச் சிறு

துளிகளின் வெப்பநிலை குறைவடையும். குறைந்த அமுக்கமுள்ள பாத்திரத்தில் சவர்க்காரம் படியும். நீராவி வெளியேற்றப்படும். உலர்ந்த சவர்க்காரம் வேறாக்கிப் பெறப்படும். உலர்ந்த சவர்க்காரத் துடன் நிரப்பிப் பொருள்கள், நிறமூட்டிகள், மணமூட்டிகள் போன்றவற்றைச் சேர்ந்துத் தேவையான வடிவத்தில் சவர்க்கார முடிவுப்பொருள் உற்பத்தி செய்யப்படும்.

**சவர்க்காரத்தின் TFM பெறுமானம்**

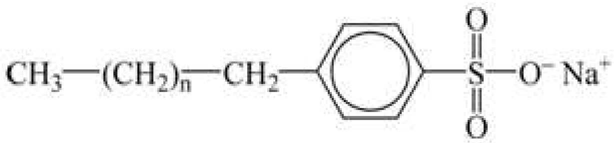
சவர்க்காரத்தில் உள்ள மொத்தக் கொழுப்புப் பொருள்களின் அளவே (Total Fatty Matter) இதன் மூலம் கருதப்படுகின்றது. அதாவது சவர்க்காரக் கட்டியில் உள்ள RCOONa(சவர்க்கார) சதவீதம் ஆகும். சலவைச் சவர்க்காரக்கட்டியொன்றின் TFM பெறுமானம் 54 - 56% வரையானது. மீதிப் பகுதி நிரப்பிப்பொருள்கள், சலவை மேம்படுத்திகள், நிறமூட்டிகள் போன்றவற்றாலானது.

வன்னீரில் சவர்க்காரம் கரையாமையும் நுரைக்காமையும் சவர்க்காரத்தின் ஒரு பிரதிகூலமாகும். சவர்க்கார மூலக்கூறுகள் நீரின் வன்மைக்குக் காரணமாகிய கற்றயன்களுடன் தாக்கம் புரிந்து வீழ்படிதலே இதற்கான காரணமாகும்.

$$2RCOO^-Na^+ + M^{2+} \longrightarrow (RCOO)_2M \downarrow + 2Na^+$$

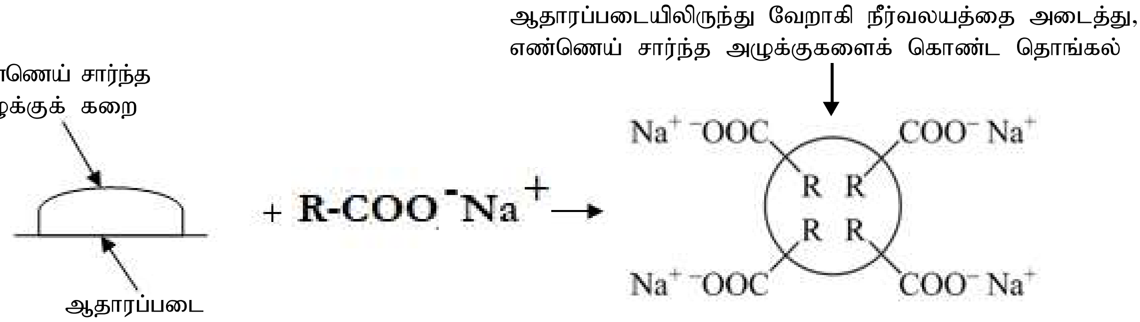
$M = Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}$ போன்ற அயன்கள்

துப்புரவாக்கிகள் வன்னீரில் வீழ்படிவதில்லை. செயற்கைத் துப்புரவாக்கிகளில் உள்ள பிரதானமான கூறு சோடியம் அற்கையில் பென்சீன் சல்பேற்று ஆகும்.



**சவர்க்காரத்தின் அழுக்ககற்கும் செயற்பாடு**

அழுக்கு என்பது எண்ணெய்ப் படலமொன்றைச் சூழத் திரண்ட தூசுத் துணிக்கைகள் மற்றும் சேதனச் சேர்வைகளின் கலவையாகும். நீரின் பரப்பிழுவை உயர்வானதாகையால், நீரை மாத்திரம் இடுவதால் அழுக்கு நீங்குவதில்லை. சவர்க்காரத்தின் மூலம் நீரின் மேற்பரப்பிழுவை குறைக்கப்படுவதோடு கழுவல் செயலும் மேம்படுத்தப்படும்.




**உரு: 1.4** சவர்க்காரத்தின் கழுவல் செயல்

சவர்க்கார மூலக்கூறுகள், எண்ணெய்ச் சிறுதுளிகளுடன் மேற்காட்டியவாறாக ஒரு தொங்கலைத் தோற்றுவிப்பதால் அழுக்கு நீங்கும்.

## 1.5 $Na_2CO_3$ உற்பத்தி (சொல்வே முறை / அமோனியா சோடா முறை)

சோடியங் காபனேற்று, பல்வேறு இரசாயனக் கைத்தொழில்களுக்குத் தேவையான ஒரு மூலப் பொருளாகும். எனவே $Na_2CO_3$ உற்பத்தியானது உலகின் முதன்மையான இரசாயனப் பொருள் கைத்தொழில்களுள் ஒன்றாகக் காணப்படுகிறது. தற்போது உலகில் ஆண்டொன்றுக்கு ஏறத்-தாழ 20 மில்லியன் தொன் $Na_2CO_3$ உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

$Na_2CO_3$ உற்பத்தி தொடர்பான பிரதான இரசாயனத் தாக்கங்கள் வருமாறு:

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$
$$NH_4OH(aq) + CO_2(g) \longrightarrow NH_4HCO_3(aq)$$
$$NaCl(aq) + NH_4HCO_3(aq) \longrightarrow NaHCO_3(s) + NH_4Cl(aq)$$
$$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

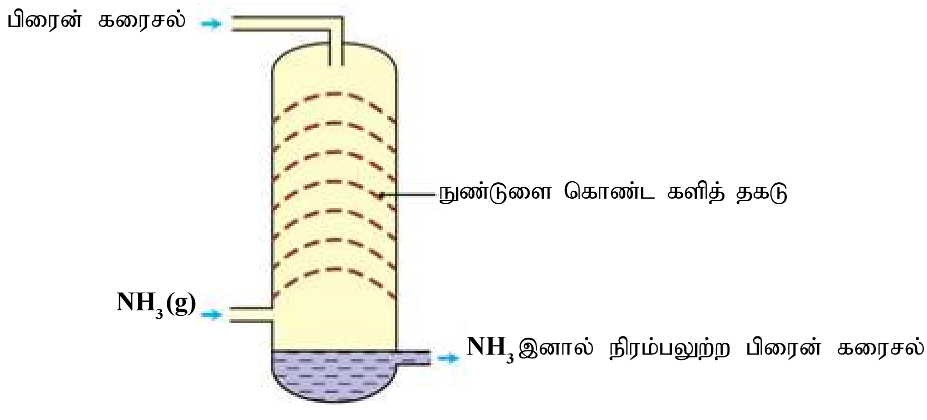
$Na_2CO_3$ உற்பத்திக்குத் தேவையான $NH_3$ ஏபர் முறையில் பெறப்படும். சுண்ணக்கல்லை வெப்பப்பிரிகைக்கு உட்படுத்தி $CO_2$ உற்பத்தி செய்யப்படும் மற்றைய பிரதான மூலப்பொருள் $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ மற்றும் $SO_4^{2-}$ நீக்கப்பட்ட தூய செறிந்த NaCl ஆகும். இது பிரைன் எனப்படும்.

$$CaCO_3(s) \underset{}{\overset{\Delta}{\rightleftharpoons}} CaO(s) + CO_2(g)$$

இச்செயன்முறையின் அடிப்படையான படிமுறைகளைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

**படிமுறை : 1 அமோனியாவாக்கம் (Ammonification)**

முதலில் பிரைன் கரைசல் கோபுர அமைப்பின் மேற்பகுதி ஊடாக அனுப்பப்படுவதோடு $NH_3$வாயு கோபுர அமைப்பின் கீழ்பகுதியின் ஊடாக அனுப்பப்படும். எதிர்த்திசைகளில் தாக்கிகளை அனுப்புவதால் அவை வினைத்திறனாக ஒன்றுடனொன்று கலக்கச் செய்வதான முரனோட்ட / எதிரோட்ட முறை எனப்படுகின்றது. பிரைன் அமோனியப் பெருக்குதலானது ஒரு புற வெப்பத்தாக்கமாகும். எனவே பிரைன் கரைசலின் வெப்பநிலை உயருமாயின் $NH_3$ கரையும். வினைத்திறன் குறைவடையும். வெப்பப் பரிமாற்றச் செயன்முறை மூலம் கோபுர அமைப்பின் வெப்பத்தை நீக்குவதன் மூலம் தாழ்வான வெப்பநிலையைப் பேணுவது முக்கியமானது.

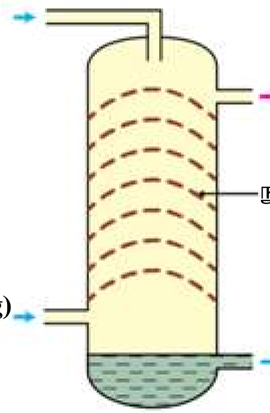



**உரு: 1.5** அமோனியாவாக்கம் கோபுர அமைப்பு

**படிமுறை : 2 காபனேற்றல் (Carbonation)**

அமோனியாவினால் நிரம்பலடைந்த பிரைன் கரைசல் இரண்டாம் கோபுரத்தின் மேற்பகுதியின் ஊடாக அனுப்பப்படுவதோடு, கீழ்ப்பகுதியின் ஊடாக $CO_2$ வாயு அனுப்பப்படும். இங்கு தாக்கிகள், முரனோட்ட முறையின் கீழ் வினைத்திறனாக ஒன்றுடனொன்று கலக்கும். அமோனியாவினால் நிரம்பலாக்கப்பட்ட பிரைன் கரைசல் ஒரு மூல ஊடகமாகும். $CO_2$ ஓர் அமில வாயு ஆகும். அது நீரில் கரைவது ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாகும். மேலும் $NH_4OH$ உடன் நீர்மய $CO_2$ தாக்கம் புரிந்து $NH_4HCO_3$ ஐத் தருவதும் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாகும். எனவே இரண்டாவதான ஒரு கோபுர அமைப்பைக் குளிர்ச்சியாக வைத்திருப்பது மிக முக்கியமானது.

$CO_2$ வாயு நீரில் கரைவது ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாதலால் இரண்டு கோபுர அமைப்புக்களிலும் வெப்பநிலை தாழ்வாக வைத்திருக்கப்படும்.




**உரு: 1.6** காபனேற்றல் கோபுர அமைப்பு

$NH_3$ வாயு மிகையாக நீரில் கரையுமாயினும் $CO_2$ வாயுவின் நீரில் கரையும் திறன் சார்பளவில் குறைவாகும். $CO_2$ நீரில் கரைவதால் தோன்றும் $HCO_3^-$ அயன் செறிவு மிகக் குறைவானதாகும். காபனேற்றத்துக்கு முன்னர் அமோனியாவாக்கம் காரணமாக மூல $NH_3(g)$ கரைசலின் $CO_2$ வாயு நன்கு அகத்துறிஞ்சப்படுவதோடு, உயர் $HCO_3^-$ அயன் செறிவு ஏற்படும்.

**படிமுறை : 3 $NaHCO_3$ இன் வேறாக்கல்**

அமோனியாவாக்கம் அடைந்த பிரைன் (brine) கரைசல் காபனேற்றப்படுவதால் அக்கரைசலில் $NH_4HCO_3$ செறிவு அதிகரிக்கும். இந்தப் பிரைன் கரைசலில் சார்பளவில் உயர்வான $Na^+$ அயன் செறிவைக் கொண்டதாகையால், $Na^+$ அயன் மற்றும் $HCO_3^-$ அயன் செறிவானது $NaHCO_3$ நிரம்பல் எல்லையைத் தாண்டும்போது $NaHCO_3$ பளிங்குகளாக மாறிக் கரைசலிலிருந்து நீங்கும். இந்த ஒட்டுமொத்தத் தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$Na^+(aq) + HCO_3^-(aq) \longrightarrow NaHCO_3(s)$$

தோன்றும் $NaHCO_3$ திண்மம் கரைசலிலிருந்து வேறாக்கிப் பெறப்படும்.

இதற்கமைய $NaHCO_3$ உற்பத்தியாகும் தேறிய தாக்கம் பின்வருமாறு காட்டலாம். அதற்கமைய, $NaHCO_3$ உற்பத்திக்குத் தேவையான மூலப்பொருள்களாக $NH_3$, $CO_2$, $NaCl$, $H_2O$ ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

$$NH_3(g) + CO_2(g) + NaCl(aq) + H_2O(l) \longrightarrow NaHCO_3(s) + NH_4Cl(aq)$$

**படிமுறை : 4 $NaHCO_3$ இனை வெப்பமேற்றி $Na_2CO_3$ பெறல்**

வேறாக்கிப் பெற்ற $NaHCO_3$ இனை மிகையாக வெப்பமேற்றுவதன் மூலம் $Na_2CO_3$ பெறப்படும். தோன்றும் $CO_2$ வாயு மீண்டும் காபனேற்றல் அமைப்பிற்கு அனுப்பப்படும்.

$$2NaHCO_3(s) \longrightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

இந்த உற்பத்தியின் பக்க விளைவாகக் கிடைக்கும் $NH_4Cl$ ஆனது பின்வருமாறு $NH_3$ மீளப் பிறப்பிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும். இதற்காக $NH_4Cl$ கரைசல் சுண்ணக்கல் பிரிகையடை-வதால் கிடைக்கும் CaO உடன் தாக்கமுறச் செய்யப்படும்.

$$CaO(s) + 2NH_4Cl(aq) \longrightarrow 2NH_3(g) + CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

தோன்றும் $NH_3$, அமோனியா கோபுர அமைப்பினுள் அனுப்பப்படும். இதற்கமைய முழுச் செயன்முறைக்குமுரிய கோட்பாட்டு ரீதியான ஒட்டுமொத்தத் தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு எழுதிக் காட்டலாம். எவ்வாறாயினும் திண்ம $CaCO_3$ ஐயும் நீர்மய NaCl இனையும் சேர்ப்பதால் $Na_2CO_3$ உற்பத்தி செய்ய முடியாது.

$$CaCO_3(s) + 2NaCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(s)$$

இச்செயன்முறையின்போது தோன்றும் இறுதிப் பக்கவிளைவு $CaCl_2$ ஆகும். அதனையும் வேறு கைத்தொழில்களுக்காகப் பயன்படுத்தலாம்.

பின்வரும் விடயங்கள் காரணமாக சொல்வே முறை (Solvay Method) பொருளாதார ரீதியில் அனுகூலமானதாகும்.

(1) NaCl, $CaCO_3$ ஆகியவற்றைக் குறைந்த செலவில் இலகுவில் பெற முடிகின்றமை.

(2) $NH_3$ விரயமாவதில்லை; எனவே அதனைச் சுழற்சிப்படுத்தல் மூலம் தொடர்ந்தும் மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்த முடிகின்றமை.

(3) $CO_2$ இன் ஒரு பகுதியையும் மீளப் பயன்படுத்தலாம்.

$KHCO_3$ இனது நீரில் கரையுந்திறன் $NaHCO_3$ இனது நீரில் கரையுந்திறனை விட உயர்வான தாகையால் கோபுர அமைப்பினுள் வீழ்படிவதில்லை. எனவே $KHCO_3$ தயாரிப்பதற்காக மேற்படி முறையைப் பயன்படுத்த முடியாது.

**$Na_2CO_3$ இன் பயன்கள்**

(1) நீரின் வன்மையை நீக்குதல்.

(2) சவர்க்காரம் மற்றும் துப்புரவாக்கிகள் உற்பத்தியின்போது அழுக்ககற்றும் செயலை விருத்தி செய்வதற்காகச் சேர்க்கப்படுதல்.

(3) சலவைச் சோடாவாகப் பயன்படுத்தல்.

(4) காகிதக் கைத்தொழிலில் மரக்கூழுடன் சேர்த்தல்.

(5) கண்ணாடி உற்பத்திக்கு

## 1.6 அமோனியா உற்பத்தி (ஏபர் - பொஷ் முறை)

செயற்கைப் பசளை வளமாக்கியில் அமோனியா உற்பத்தி மிக முக்கியமான ஒன்றாகும். தற்போதைய உலக சனத்தொகை ஏறத்தாழ 7.3 பில்லியன் ஆக இருப்பதோடு 2050 அளவில் அது 9.0 பில்லியன் வரை அதிகரிக்க இடமுண்டு என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அதிகரித்துச் செல்லும் சனத்தொகைக்கேற்ப உணவு உற்பத்தியும் அதிகரிப்பது அவசியமாகும். எனவே, பசளை உற்பத்தியானது மிக முக்கியமான ஓர் இரசாயன உற்பத்தித்துறையாகக் கருதப்படுகின்றது.

ஒட்டுமொத்த அமோனியா உற்பத்தியின் ஏறத்தாழ 83% செயற்கைப் பசளை உற்பத்திக்காகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. குறிப்பாக, ஒட்டுமொத்த அமோனியா உற்பத்தியின் ஏறத்தாழ 80% யூரியா உற்பத்தி செய்வதற்காகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

அமோனியா உற்பத்தி தொடர்பான இரசாயனத் தாக்கம் வருமாறு:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + \text{வெப்பம்}$$

1 : 3 2

### அமோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான மூலப்பொருள்கள்

அமோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான முதன்மையான மூலப்பொருள்கள் $N_2$ உம் $H_2$ உம் ஆகும். வளியைத் திரவமாக்கிய பின்னர் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் $N_2$ வாயு வேறாக்கப்படும். எனவே $N_2$ வாயுவுக்கான உற்பத்திச் செலவு (கிரயம்) உள்ளது.

ஐதரோக்காபன்களை (நப்தா) உடைப்பதால் அல்லது இயற்கை வாயுவின் (Natural gas) பிரதான கூறாகிய மெதேன் வாயுவைப் பயன்படுத்துவதால் ஐதரசன் ($H_2$) வாயு பெறப்படுகிறது.

### மேலதிக அறிவிற்கு

[உயிர்ச் சுவட்டு எரிபொருள் என்ற வகையில் வலு சக்தி உற்பத்திக்கு இயற்கை வாயு பயன்படுத்தப் படுகின்றது. இந்த இயற்கை வாயு அதிக அளவில் புவியினுள் படிவாகக் காணப்படுகின்றது. இயற்கை வாயு மூலம் $H_2$ உற்பத்தி செய்தல் SMR (Steam - Methane - Reforming) எனப்படு கிறது. இயற்கை வாயுவில் சொற்ப அளவில் $H_2S$ அடங்கியுள்ளமையால் அது நிக்கல் ஊக்கிச் செயற் பாட்டுக்குத் தடங்கலாக அமையும். எனவே இயற்கை வாயுவில் உள்ள $H_2S$ ஐ நீக்கிப் பின்னர் ஊக்கித் தாக்கம் மூலம் $H_2$ பிறப்பிக்கப்படும்.
$H_2S$ இனை நீக்குவது தொடர்பான தாக்கம் வருமாறு:

$$H_2S(g) + ZnO(s) \longrightarrow ZnS(s) + H_2O(g)$$

SMR செயன்முறையின் முதலாம் படிமுறை 700 $^0$C - 800 $^0$C வெப்பநிலையில் மெதேன், நீராவி ஆகியவற்றைத் தாக்கமுறச் செய்து CO உம் $H_2$ உம் தயாரித்தலாகும். இது ஒரு அக வெப்பத் தாக்கமாகும்.

$$CH_4(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO(g) + 3H_2(g) + 206\ kJ\ mol^{-1} \text{ ——— (1)}$$

இரண்டாம் படிமுறையின்போது வாயுக்களால் தொடர்ந்தும் நீராவியுடன் தாக்கமுறச் செய்யப்படும். அப்போது CO வாயுவானது $CO_2$ வாயுவாக மாறும். இது ஒரு புறவெப்பத் தாக்கமாகும்.

$$CO(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2(g) \ -41\ kJ\ mol^{-1} \text{ ——— (2)}$$

இதுதவிரப் பின்வரும் தாக்கம் நிகழவும் (சிறிது) இடமுண்டு.

$$CH_4(g) + 2H_2O(g) \longrightarrow 4H_2(g) + CO_2(g) \text{ ——— (3)}$$

நீராவி மிகையாக இருக்கச் செய்வதன் மூலம் ஒட்டு மொத்தத் தாக்கத்தை வலது புறமாக நிகழச் செய்து ஐதரசன் ($H_2$) உற்பத்தியை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம்.

SMR இனது வெப்பவியக்கத் தன்மை தொடர்பாக பண்பு ரீதியில் ஓரளவேனும் விளக்கம் பெறுவ-தற்காக, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ தொடர்பைப் பயன்படுத்தலாம். மேற்படி வெப்பவியக்கத் தொடர்பின்படி, புறவெப்பத் தாக்கமாகிய இரண்டாம் தாக்கமானது, சார்பளவில் தாழ்வான வெப்பநிலையிலும் கூடத் தானாகவே நிகழும். வாயு அவத்தையின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் வேறுபாடு ஏற்படுவதில்லையாதலால் அமுக்கத்தின் மீது செல்வாக்கேதும் கிடையாது. அவ்வாறே, $\Delta G$ யின்பால் $T\Delta S$ இன் செல்வாக்கும் இல்லை எனலாம்.

அகவெப்பத் தாக்கங்களாகிய முதலாம் மூன்றாம் தாக்கங்கள் சார்பளவில் உயர் வெப்ப நிலைகளிலேயே நிகழும். முன்னோக்கிய திசையில் வாயு அவத்தையின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் எந்திரப்பி அதிகரிக்கும். எனவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது $T\Delta S$ இனது பெருக்கத்தின் நேர்ப்பெறுமானம் அதிகரிக்கும். எனவே $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ இன்படி, இந்த (1)ஆம் (3)ஆம் தாக்கங்களுக்காக, உயர் வெப்பநிலையில் $\Delta G$ இனது மறைத்தன்மை அதிகரிப்பு நிகழும். உயர் வெப்பநிலையில் ($1800\ ^0C - 1000\ ^0C$) முதலாவது தாக்கம் நிகழ இடமளிக்கப்படும். அங்கு மூன்றாவது தாக்கம் நிகழ வாய்ப்புக் கிடையாது. விளைவாகிய வாயுவின் கலவையில் உள்ள CO வாயுவின் செறிவைக் குறைத்து $H_2$ விளைச்சலை அதி-கரிப்பதற்காக, இரண்டாம் தாக்கத்துக்குச் சார்பாகத் தாழ் வெப்பநிலையில் ($200\ ^0C - 400\ ^0C$) நிகழ இடமளிக்கப்படும். $CO_2$ மற்றும் $H_2$ உற்பத்தியை வெப்பமேறிய வாயுக்கலவையுடன் நீராவி சேர்த்தல் மூலம் அக்கலவை யின் வெப்பநிலையை ($200\ ^0C - 400^0C$ வரை) குறைக்கலாம். இரண்டாம் தாக்கம் புறவெப்பத் தாக்கமாதலால் மீண்டும் முதலாம் தாக்கத்துக்குப் பொருத்-தமான உயர் வெப்பநிலையைப் பெறுவதற்காக இரண்டாம் தாக்கத்தின் மூலம் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பம் பயன்படுத்தப்படும்.]

அமெரிக்க ஐக்கியக் குடியரசினது இயற்கை வாயு உற்பத்தியின் ஏறத்தாழ 60% அமோனியா உற்பத்திக்காகப் பயன்படுகிறது. நப்தா ($C_6H_{14}$) இனை உடைப்பதன் மூலமும் $H_2$ வாயுவைப் பெறலாம். அதன் மூலமும் வளிமண்டலத்தில் $CO_2$ விடுவிக்கப்படும். அங்கு நிகழும் தாக்கங்கள் வருமாறு:

$$C_6H_{14}(g) + 6H_2O(g) \longrightarrow 6CO(g) + 13H_2(g)$$

$$CO(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$$

நைதரசனும் ஐதரசனும் தாக்கம் புரிந்து $NH_3$ ஐத் தரும் தாக்கம் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாவதோடு அது ஒரு மீளுந்தாக்கமுமாகும். எனினும் பொது வெப்ப, அமுக்க நிபந்தனைகளின் கீழ் அத்தாக்கம் நிகழுவதில்லை எனலாம். அதற்கான காரணம் ஏவற்சக்தி சார்பளவில் உயர்வா-னதாக இருத்தலாகும்.

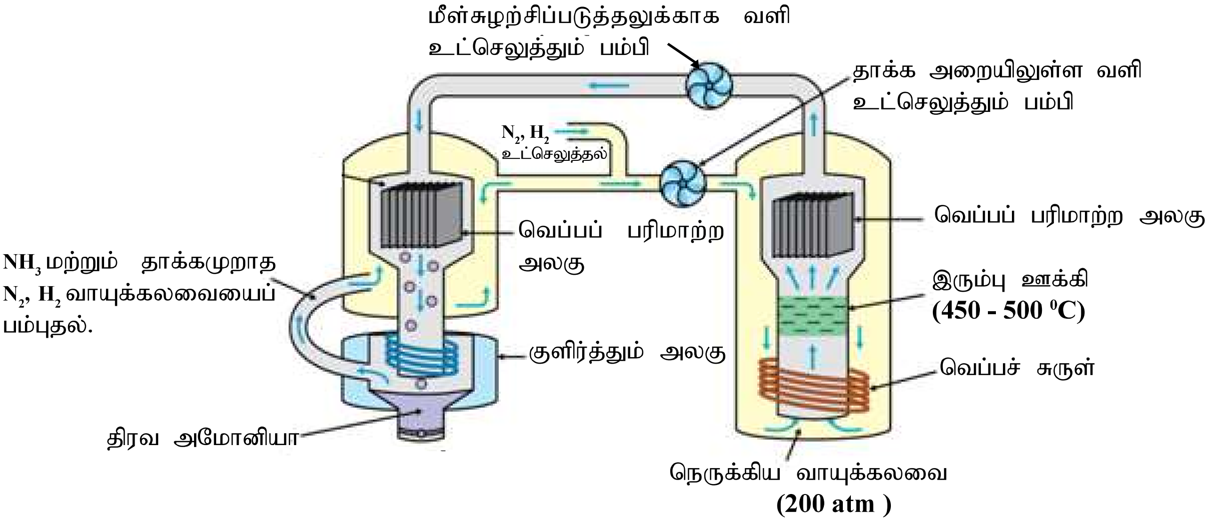
### $H_2$, $N_2$ என்பவற்றிலிருந்து $NH_3$ உற்பத்தி செய்தல்

கைத்தொழில் ரீதியில் அமோனியா உற்பத்தி செய்யும் முறை ஏபர் - போஷ் முறை எனப்படு கின்றது. அதன்போது கைத்தொழில் ரீதியில் சிறந்த நிபந்தனைகளாக $450\ ^0C - 500^0C$ வெப்பநிலை வீச்சு மற்றும் 250 - 400 atm போன்ற அமுக்க வீச்சின் கீழ் ஊக்கியாக இரும்பும் தூண்டியாக $K_2O$ மற்றும் $Al_2O_3$ ஐயும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{450 - 500^{\circ}C}{\overset{250 - 300\,atm}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g) + \text{வெப்பம்}$$

நெருக்கிய தாக்கி வாயுக்கலவை ஊக்கி மேற்பரப்பின் மீதாகச் சென்று $NH_3$ ஆக மாறும். இத்தாக்கம் மீளுந்தாக்கமாதலால் ஊக்கி மேற்பரப்பைத் தாண்டும் வாயுக் கலவையில் $NH_3$ இற்கு மேலதிகமாக $N_2$ மற்றும் $H_2$ வாயுக்களும் அடங்கியிருக்கும். இக்கலவையிலிருந்து $NH_3$ வாயு வேறாக்கப்படும். ஏறத்தாழ -33.34 $^0C$ வரை குளிர்த்துதால் $NH_3$ வாயு திரவ நிலையை அடையும். நைதரசனின் கொதிநிலை -195.8 $^0C$ உம் ஐதரசனின் கொதிநிலை -252.9 $^0C$ உம் ஆதலால் கலவையைக் குளிர்த்துவதன் மூலம் இலகுவாக $NH_3$ இனை மாத்திரம் திரவமாக மாற்றி $N_2$, $H_2$ வாயுக் கலவையைத் தாக்கக் கலவையிலிருந்து வேறாக்கிக் கொள்ளலாம். உயர் அமுக்கத்தின் கீழ் $NH_3$, $H_2$, $N_2$ ஆகியவற்றைக் கொண்ட வாயுக் கலவையை மற்றுமோர் அறையில் அமுக்கத்தைத் திடீரெனக் குறைப்பதன் மூலம் குளிரச் செய்யலாம். அப்போது அமோனியா வாயு திரவ நிலையை அடையும். எனவே வாயு நிலையில் எஞ்சியுள்ள $N_2$, $H_2$ வாயுக்கள் மீண்டும் தாக்க அறையினுள் பம்பப்படும். $NH_3$ தோன்றுவதற்குச் செலவாகிய அளவுக்கும் $N_2$ மற்றும் $H_2$ வாயுக்களின் அளவுக்கும் பொருத்தமான அளவு $N_2$ உம் $H_2$ உம் மாத்திரம் தாக்க அறையினுள் புதிதாகச் சேர்க்கப்படும்.

பின்வரும் விளக்கப்படத்தின் மூலம் இச்செயன்முறையை எடுத்துக் காட்டலாம்.




**உரு: 1.7** அமோனியா உற்பத்திச் செயன்முறை

திரவ அமோனியாவை வெளியேற்றிய பின்னர், எஞ்சியுள்ள தாக்கமுறாத $N_2$, $H_2$ (-33.34 $^0C$ வெப்பநிலையிலுள்ள) மற்றும் புதிதாகச் சேர்க்கும் $N_2$, $H_2$ அடங்கிய கலவை 450 $^0C$ - 500 $^0C$ வரை வெப்பமேற்றப்படும். இந்த உற்பத்தி செயன்முறைக்குத் தேவையான வெப்பச்சக்தியை எரிபொருள் தகனத்தின் மூலமும் வழங்கலாம். அதன் விளைவாக வளிமண்டலத்தில் $CO_2$ சேரும். அமோனியா உற்பத்தியின் போது $H_2$ பெறும் படிமுறையின்போதும் ஏபர் முறையில் உயர் வெப்பநிலையைப் பெறுவதற்காக எரிபொருள் தகனஞ் செய்யப்படுவதாலும் $CO_2$ பிறப்பிக்கப்படும். இந்த ஒட்டுமொத்தச் செயன்முறை காரணமாக வளிமண்டலத்தில் பச்சை வீட்டு வாயுக்களுள் ஒன்றாகிய $CO_2$ விடுவிக்கப்படும். உலகளாவிய ரீதியில் ஒட்டுமொத்த உற்பத்தியின்படி, ஒரு தொன் அமோனியா உற்பத்தி செய்யும்போது வளிமண்டலத்துடன் சேரும் $CO_2$ இனது அளவு ஏறத்தாழ 2.9 தொன் ஆகும். வளிமண்டலத்தில் $CO_2$ சேர்க்கும் ஏனைய தொழிற்பாடுகளுடன் ஒப்பிடுகையில் அமோனியா உற்பத்தி காரணமாக வளிமண்டலத்துடன் சேரும் $CO_2$ இனது அளவு ஏறத்தாழ 1.4% ஆகும்.

அமோனியா உற்பத்தியின்போது $N_2$, $H_2$ வாயுக்கள், அவற்றுக்கு இடையிலான பீசமான விகிதத்திற்கு (1:3) அமைவாகவே கலக்கப்படும். நைதரசன் வாயுவையும் ஐதரசன் வாயுவையும் பிறப்பிப்பதற்காக கிரயம் (செலவு) ஏற்படுகின்றமையால், மூலப்பொருள் வீண்விரயத்தைத் தவிர்ப்பதற்காகப் பீசமான விகிதத்தை விஞ்சிக் கலக்கப்படுவதில்லை. மேலும் ஒரு வாயு கூடுதலாகப் பயன்படுத்தப்படுமாயின், அவ்வாயுவானது ஊக்கியின் மேற்பரப்பில் புறத்துறிஞ்சப்படுவதால் அவ்வூக்கி மேற்பரப்பு முற்றுமுழுதாக மறைக்கப்பட இடமுண்டு. ஊக்கி மேற்பரப்பானது ஒரு வாயுவினால் மாத்திரம் மறைக்கப்படுமாயின் தாக்கம் நிகழுவதற்கான வாய்ப்புக் குறைவடையும். ஊக்கி மேற்பரப்பின் மீது இரண்டு வாயுக்களும் புறத்துறிஞ்சப்படுதல் வேண்டும். ஊக்கிகள் பயன்படுத்துவதன் விளைவாகச் சமனிலையை எட்டுவதற்கான நேர அளவு குறைவடையும். இவ்வெல்லாக் காரணிகளுக்கும் அமையச் சிறப்பான நிபந்தனையாக அமைவது $N_2$ மற்றும் $H_2$ வாயுக்கலவையின் விகிதம் 1 : 3 ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

இத்தாக்கம் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாதலால் $\Delta H$ ஆனது மறைப்பெறுமானத்தைப் பெறும். தாக்கம் நிகழும்போது மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைவடைகின்றமையால் எந்திரப்பி குறையும். எனது $\Delta S$ மறைப்பெறுமானம் கொண்டதாகும். எனவே $T\Delta S$ (-) ஆகுமாதலால் $-T\Delta S$ ஆனது நேர்ப்பெறுமானத்தைப் பெறும். எனவே வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும்போது $\Delta G$ இனது மறைத் தன்மையானது நேர்த்தன்மை வரை மாற்றமடையும். மேலும் உயர் வெப்ப நிலையானது முன்முகத் தாக்கத்திற்குப் பாதகமானது என்பது இலச்சறலியேயின் கோட்பாட்டின் மூலமும் விளக்கலாம்.

வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும்போது தாக்கத்தின் தானே நிகழும் தன்மை (சுயநிலைத் தன்மை) குறைவடையும். வெப்ப இயக்க ரீதியில் தானே தாக்கம் நிகழும் தன்மை குறைவடைவதால் விளைச்சல் குறைவடையும். விளைவை அதிகரிப்பதற்காக வெப்பநிலையைக் குறைத்தல் வேண்டும். வெப்பநிலையைக் குறைக்கும்போது தாக்கவீதம் குறைவடைவதால் ஒட்டுமொத்தச் செயன்முறையின் வினைத்திறன் குறைவடையும். சிறப்பான வினைத்திறனைப் பேணவேண்டுமாகையால் $450\,^0C$ - $500\,^0C$ வரையிலான வெப்பநிலை பேணப்படும். இந்நிபந்தனைகளின் கீழ்க் கிடைக்கும் $NH_3$ ன் உற்பத்தி விளைவு சார்பளவில் குறைவானது. எனினும் தாக்கமுறாத $N_2$ ஐயும் $H_2$ ஐயும் மீண்டும் மீண்டும் ஊக்கி வட்டங்களில் பங்கு கொள்ளச் செய்யத்தக்கவாறு உற்பத்திச் செயன்முறை திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு தனிப் படிமுறை என்ற வகையில் கிடைக்கும் $NH_3$ உற்பத்தி குறைவாயினும் கூட, ஒட்டுமொத்தச் செயன்முறையைப் பொறுத்தமட்டில் உயர் விளைச்சல் பெறக்கூடியதாக இருப்பதற்கான காரணம், ஊக்கி வட்டங்கள் பலவற்றின் கீழ் தாக்கத்தை நிகழ்த்துவதற்கேற்ற முறையில் திட்டமிடப்பட்டிருத்தல் ஆகும். இலெச்சற்றிலியேயினது கோட்பாட்டின்படி உயர் அமுக்கம் முன்னோக்கிய தாக்கத்துக்குச் சாதகமானது. எனினும் உயர் அமுக்கத்தைச் சகிக்கக்கூடிய உபகரணங்களின் பராமரிப்புச் செலவு உயர்வானதாகும். எனவே தற்காலத்தில் 250 - 300 atm அமுக்கமே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தாக்கிகளின் செறிவை உயரிய மட்டத்தில் பேணி வருதல், தோன்றும் விளைபொருளை வெளியேற்றியவாறு அதன் செறிவைத் தாழ்வான மட்டத்தில் பேணி வருதல் ஆகியன மூலம் கூடுதலான அளவு விளைவைப் பெற முடிகின்றது. அதனை இலெச்சற்றலியேயினது கோட்பாட்டின் மூலம் விளக்கலாம். தாக்க அறையினுள் இடையிடையே $N_2$ உம் $H_2$ உம் அனுப்பப்படுவதோடு $NH_3$ அடங்கிய வாயுக் கலவை இடையிடையே குளிர்த்தப்பட்டு திரவமாக்கப்படுவதன் மூலம் $NH_3$ வெளியேற்றப்படுவதால் இத்தேவைப்பாடு பூர்த்தியடைகின்றது.

**அமோனியாவின் பயன்கள்**

1) நைத்திரிக்கமிலம், உரங்கள், நைலோன் போன்றனவற்றின் உற்பத்தி
2) பெற்றேலியத் தொழில் முறையில் மசகெண்ணையில் உள்ள அமிலப்பதார்த்தங்களை நடுநிலையாக்க அமோனியா பயன்படுகிறது.
3) நீர், கழிவு நீர் என்பனவற்றின் பரிகரிப்பில் மென் அன்னயன் பிசின் பரிமாற்றியை (weak anion exchange resins) மீளப் பெற அமோனியா கரைசல் நிலையில் pH கட்டுப்படுத்தியாகச் செயற்படும்.
4) குளிரூட்டியாகப் பாவிக்கப்படும்
5) இறப்பர் தெழில்முறையில் பயன்பாட்டிற்கு முன்னர் இறப்பர்பால் திரள்வதைத்தடுத்து இயற்கை மற்றும் செயற்கை இறப்பர் உறுதியடைச் செய்வதற்குப் பயன்படும்.

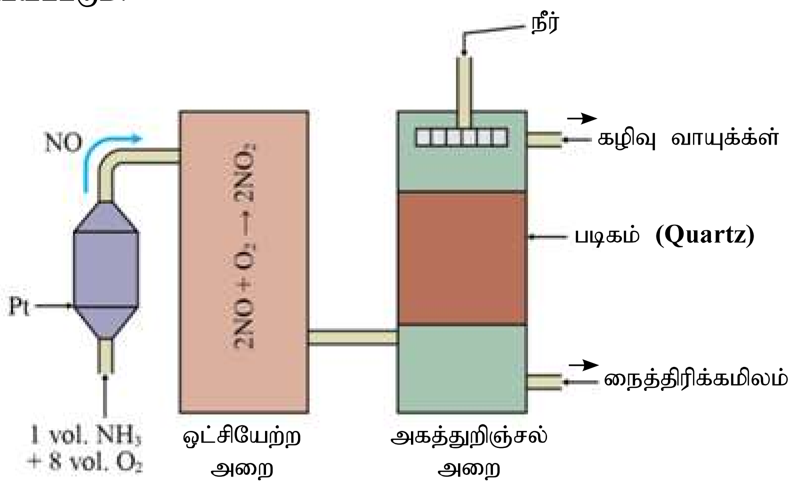
## 1.7 நைத்திரிக் அமில உற்பத்தி (ஒசுவால்ட் முறை)

இதற்காக $NH_3$ வாயு, வளிமண்டல வளி, நீர் ஆகியன மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படும். அமோனியாவுக்கும் ஒட்சிசன் வாயுவுக்கும் இடையிலான தாக்கத்தின் மூலம் பெறும் $NO_2$வாயுவை நீருடன் தாக்கமுறச் செய்து $HNO_3$ பெறப்படும். அத்தாக்கங்களைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4NO(g) + 6H_2O(l) \quad (-907\ kJ\ mol^{-1})$$
$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g) \quad (-114\ kJ\ mol^{-1})$$
$$3NO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$
$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$
$$4NO_2(g) + 2H_2O(l) + O_2(g) \longrightarrow 4HNO_3(aq)$$

இச்செயன்முறையைப் பின்வரும் விளக்கப்படத்தின் மூலம் எளிமையானவாறு காட்டலாம்.

முதலாவது அறையில் ஊக்கிகளின் முன்னிலையில் $NH_3$ ஒட்சியேற்றப்படும். இரண்டாவது அறையில் NO வாயு ஒட்சியேற்றப்படும். மூன்றாவது அறையில் $NO_2$ வாயு நீருடன் தாக்கமுறச் செய்யப்படும்.




**உரு: 1.8** $HNO_3$ உற்பத்திச் செயன்முறை

தூசு, நீராவி ஆகியவற்றை நீக்கிய வளிமண்டல வளியைப் பயன்படுத்தி $NH_3$ ஒட்சியேற்றப்படும். பொதுவாக வளிமண்டல வளியில் கனவளவுப்படி 78% $N_2$ உம், 21% $O_2$ உம் அடங்கியுள்ளன. தாக்கத்துக்குத் தேவையான அளவு ஒட்சிசன் அடங்கியுள்ள வளிமண்டல வளிக் கனவளவொன்று

தாக்க அறையினுள் பம்பப்படும். ஒரு கனவளவு அலகு அமோனியாவுக்காக 9 - 12 கனவளவு அலகு எனும் வளிமண்டல வளியின் அளவு பேணப்படும். வெப்பநிலை 810 $^0$C - 850 $^0$C வீச்சில் பேணப்படும். இந்நிபந்தனைகளின் கீழ் NO வாயு 97% வரையில் பெறலாம். அமோனியச் செறிவு அதிகரிக்குமாயின் வெடிப்பு நிகழ இடமுண்டு. எனவே அமோனியா வளிமண்டல வாயுக் கனவளவுகளின் விகிதத்தை உரியவாறு பேணுவது முக்கியமானது. இவ்வாயுக் கலவை Pt/Rh ஊக்கிக்கு ஊடாக அமுக்கத்தின் கீழ் செல்லும்போது NO ஆக மாறும். கிடைக்கும் NO வாயு 150 $^0$C வரை குளிர்த்தப்படும். வெப்பநிலை 150 $^0$C ஐ அடைந்ததும் NO வாயுவானது தொடர்ந்தும் $NO_2$ ஆக ஒட்சியேற்றமடைதலானது ஒட்சியேற்ற அறையினுள் நிகழும். அகத்துறிஞ்சல் அறையினுள் நீருடன் $NO_2$ வாயு தாக்கமுறச் செய்யப்பட்டுள்ளது. இங்கும் மீள்பாய்ச்சற் கோட்பாட்டின்படி, நீரும் $NO_2$ வாயுவும் தாக்கமுறச் செய்யப்பட்டுள்ளது. ஒட்சிசன் வாயுவைக் கொண்ட $NO_2$ வாயுக்கலவை 5 - 10 atm அமுக்கம் நிலவுமாறு அகத்து றிஞ்சல் அறையினுள் பம்பப்படும். அகத்துறிஞ்சல் கோபுரங்களும் இரசாயன ரீதியில் சடத்துவமான பொருள்களால் மறைக்கப்பட்டுள்ளமையால் நீருடன் $NO_2$ தாக்கம் புரியும் சாத்தியப்பாடு அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளது. இறுதியில் ஏறத்தாழ 96% விளைச்சல் கிடைக்கும்.

**நைத்திரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்**

(1) பசளை உற்பத்திக்கும் வெடிபொருள் உற்பத்திக்கும்

(2) கைத்தொழில்களுக்குத் தேவையான நைத்திரேற்று உற்பத்திக்கு

   $KNO_3$ - வெடிமருந்து உற்பத்திக்கு

   $AgNO_3$ - ஒளிப்படக் கைத்தொழிலுக்கு (Photography)

(3) அரச நீர் உற்பத்திக்கு (Aqua - regia)

(4) உலோகப் பற்றாசு பிடித்தலின் போது மேற்பரப்பைச் சுத்திகரிப்பதற்கு

## 1.8 சல்பூரிக்கமிலம் உற்பத்தி செய்தல் (தொடுகை முறை)

**சல்பூரிக்கமில ($H_2SO_4$) உற்பத்திக்குத் தேவையான மூலப்பொருள்கள்:**

கந்தகம் அல்லது கந்தகம் அடங்கியுள்ள உலோகத்தாது, நீர் ஆகியனவே சல்பூரிக்க மில உற்பத்திக்கான மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படும். Pbs, Cus, Zns அடங்கியுள்ள உலோகத் தாதுக்கள் மூலம் Pb, Cu, Zn போன்ற உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் செயன்முறையின்போது பக்க விளைவாகக் கிடைக்கும் $SO_2$ வாயுவும் $H_2SO_4$ உற்பத்தி செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும். பெற்றோலியச் சுத்திகரிப்பின்போது பக்கவிளைவாகக் கிடைக்கும் கந்தகத்தை (சல்பர்) அல்லது புவியிலிருந்து பெறப்படும் கந்தகத்தை இதற்காகப் பயன்படுத்தலாம்.

சல்பூரிக்கமில உற்பத்தியின்போது கந்தகம் அல்லது உலோக சல்பைட்டுகள் தகனமுறச் செய்யப்பட்டு $SO_2$ தயாரிக்கப்படும். வளிமண்டல $O_2$ உடன் $SO_2$ தாக்கமுறச் செய்யப்பட்டு $SO_3$ தயாரிப்பது இரண்டாவது படிமுறையாகும். செறிந்த $H_2SO_4$ உடன் $SO_3$ ஐத் தாக்கமுறச் செய்து பெறப்படும் பைறோ சல்பூரிக் அமிலம் (oleum $H_2S_2O_7$ ) இனை நீர்ப்பகுப்புச் செய்வதன் மூலம் $H_2SO_4$ பெறப்படும்.

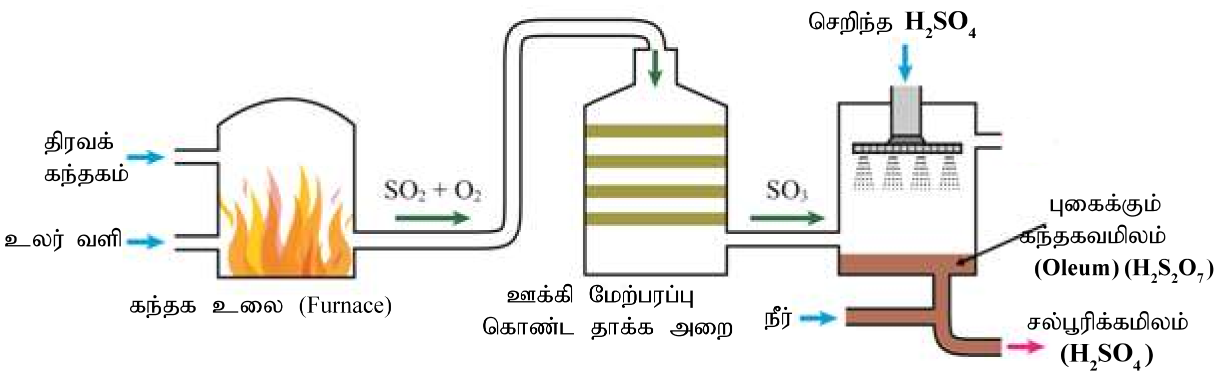
$$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{V_2O_{5(s)}}{\overset{1atm,\ 450\ ^{\circ}C}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g) + \text{வெப்பம்}$$

$$SO_3(g) + H_2SO_4(l) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

$$H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow 2H_2SO_4(l)$$

கந்தக மூலகத்தைத் தகனமுறச் செய்து $SO_2$ உற்பத்தி செய்தல் தனியானதொரு செயன்முறை யாகும். பாடசாலை ஆய்வுகூடத்தில் மிக இலகுவாகக் கந்தகத் துண்டொன்றினை பன்சன் சுடரடுப்பில் எரித்து $SO_2$ ஐப் பெறலாம். எனினும் கைத்தொழில் ரீதியில் $SO_2$ உற்பத்தி செய்தல் அந்த அளவுக்கு எளிமையானதல்ல. முதலில் கந்தகத்தை வெப்பமேற்றி 140 $^0$C யில் திரவ மாக்கப்படும். திரவநிலைக் கந்தகத்தில் பல்வேறு திண்மநிலை மாசுக்கள் உள்ளனவாயின் அவற்றை நீக்குவதற்காக வடிக்கப்படும். திரவக் கந்தகத்தில் அமிலப் பதார்த்தங்கள் உள்ளன வாயின் அவற்றை நீக்குவதற்காக CaO சேர்க்கப்படும். திரவநிலைக் கந்தகத்தைக் கொண்டு செல்லும் உலோகக் குழாய்த் தொகுதி, அமிலப் பதார்த்தங்கள் காரணமாக அரிப்புக்கு உள்ளாகுமாதலால் அவற்றை நீக்குவது அவசியமாகும்.




**உரு: 1.9** தொடுகை முறை சல்பூரிக்கமிலத் தயாரிப்பு தொகுதியின் அமைப்பு

திண்மக் கந்தகம் —(வெப்பமேற்றல்)→ திரவக் கந்தகம் (140 $^0$C) —(CaO, நடுநிலையாக்கம்)→ திண்ம மாசுக்களடங்கிய திரவக் கந்தகம்

↓ வடித்தல்

எரியும் திரவக் கந்தகம்) $SO_2(g)$ ←(தகன அறையினுள் பம்புதல்)— திரவக் கந்தகம்

தகனகூடத்தினுள் திரவக் கந்தகமும் வளிமண்டல வளியும் பம்பப்படும். திரவக் கந்தகம் மிகச் சிறிய துளிகளாகத் தகனகூடத்தினுள் பம்பப்படும். அச்சிறு துளிகள் மிக எளிதில் தகனமடையும். கந்தகத் தகனம் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாகும். தகனம் மூலம் கிடைக்கும் வளிக்கலவையின் $SO_2$ அளவை 8 - 9% கட்டமைப்பில் பேணுதல் வேண்டும்.

கந்தக உலையின் சுற்றுப்புற வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 830 $^0$C ஆகும். இந்த உலையினுள் உள்ள $SO_2$, $O_2$, $N_2$ வாயுக்கலவையில் பல்வேறு திண்மத் துணிக்கைகள் (சாம்பர்) காணப்படலாம்.

அவற்றை நீக்குவது மிக முக்கியமானது. தூசு அல்லது சாம்பர் நிலையில் பல்வேறு துணிக் கைகள் காணப்படுமாயின் அவை $V_2O_5$ ஊக்கி மேற்பரப்பில் படிந்து ஊக்கிச் செயன்முறை க்குத் தடங்கலாக அமைவதால், $SO_2$ அடங்கிய வாயுக்கலவை முதலில் சுத்திகரிக்கப்படும். கந்தகமூவொட்சைட்டு உற்பத்தியாகும் செயன்முறை ஒரு புறவெப்ப மீளுந்தாக்கமாகும். ஒட்சி சனுக்கும் கந்தகவீரொட்சைட்டுக்கும் இடையிலான கனவளவு விகிதம் 1 : 1 (மூல் விகிதம் 1 : 1) ஆக வைத்திருக்கப்படும்.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + \text{வெப்பம்}$$

வினைத்திறனுடன் தாக்கத்தை நிகழ்த்துவதற்காக சிறப்பான ஒரு நிபந்தனையாக 400 - 500 $^0C$ வெப்பநிலை பேணப்படும். தாக்கத்தினது வெப்பம் பிறப்பிக்கப்படுகின்றமையால் ஒரேயடியாக, ஒட்டுமொத்த அளவு $SO_2$ உம் $O_2$ உடன் தாக்கமுறும் வகையில் உற்பத்திச் செயன்முறை திட்டமிடப்படுமாயின், அதிக அளவு வெப்பம் பிறப்பிக்கப்பட்டு, மீண்டும் பின்முகத்தாக்கம் உந்தப்பட்டு விளைவு குறைவடையக் காரணமாகும். எனவே ஒட்டுமொத்த அளவு $SO_2$ ஆனது நான்கு படிமுறைகளின் வழியே $SO_3$ ஆக மாற்றப்படும். ஒவ்வொரு படிமுறையின்போதும் ஊக்கி மேற்பரப்பின் மீது வாயுக்கலவை அனுப்பப்படும்.

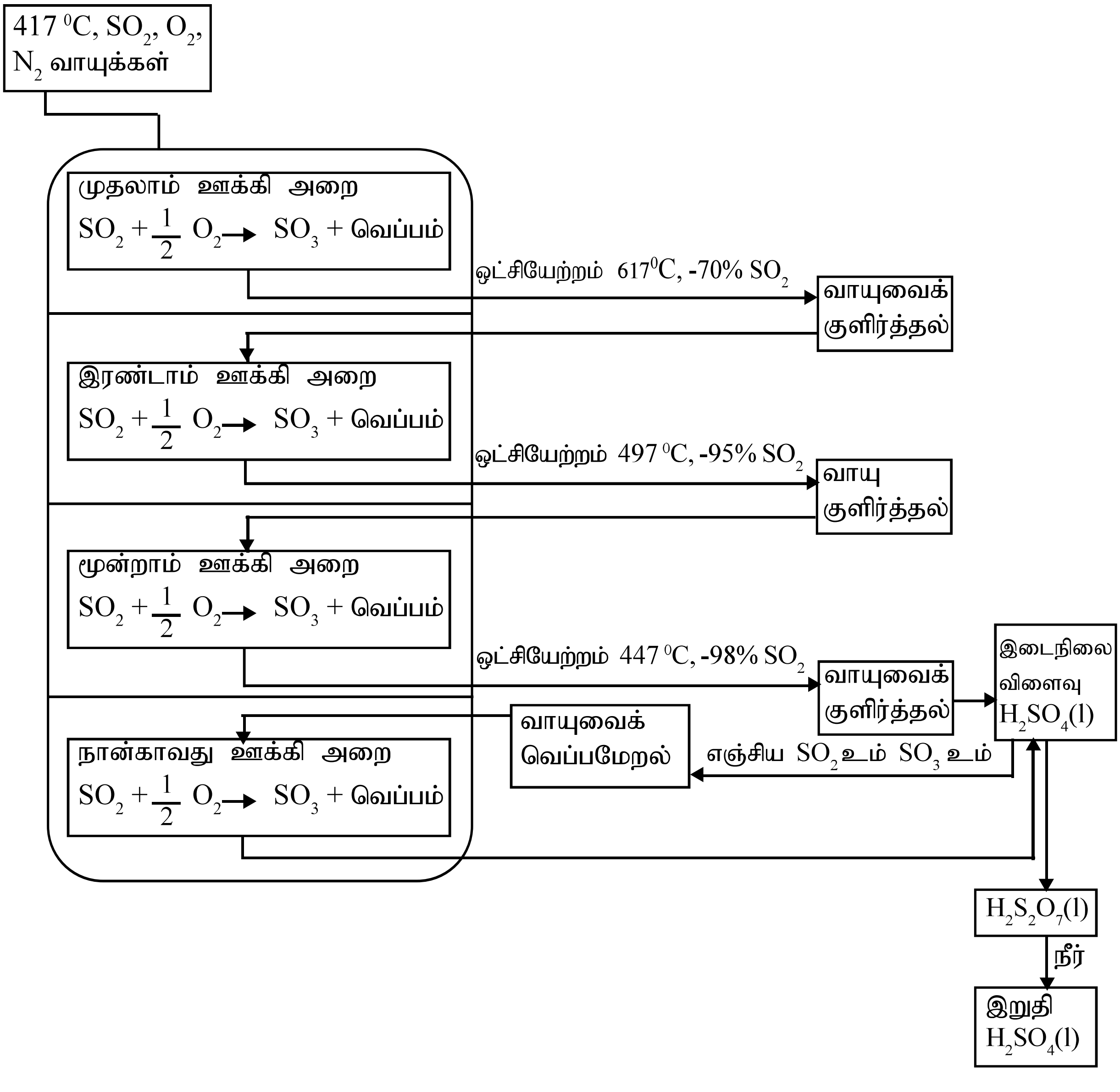
இந்த மீளுந்தாக்கத்தைப் பெரிதும் வலது பக்கமாக முனைப்புறுத்தி $SO_3$ விளைவை அதிகரிப்ப தற்காக வளிமண்டல வளியை வழங்குவதன் மூலம் ஒட்சிசன் செறிவை அதிகரித்தல் வேண்டும். வளிமண்டல வளி மிக மலிவான ஒரு மூலப்பொருளாகையால் வளிமண்டல வளியை வழங்கி ஒட்சிசன் செறிவை அதிகரித்தலானது உற்பத்திச் செலவு அதிகரிப்பதற்குக் காரணமாகமாட் டாது. பீசமானத்தின்படி, $SO_2 : O_2$ விகிதம் 2 : 1 ஆகும். அதற்கமைய ஒரு மூல் $SO_2$ இற்கும் தேவையான $O_2$ இன் அளவு 0.5 மூல் ஆகும். எனினும், உற்பத்தியின்போது மூல் விகிதம் 1:1 ஆதலால் ஒரு மூல் $SO_2$ இற்கான $O_2$ மூல் அளவானது 0.5 மூல் அதிகமாக உள்ளது. வளிமண்டல வளி மலிவானதாயினும், தேவையான ஒட்சிசன் செறிவை விஞ்சி உயர் ஒட்சிசன் செறிவைப் பேணுதலானது உற்பத்திச் செயன்முறையின் வினைத்திறன் குறைவடையக் காரண மாகும். சிறப்பான அளவை விஞ்சி ஒட்சிசன் செறிவை அதிகரிக்கும்போது, ஊக்கி மேற்பரப்பு மீது அதிக அளவு ஒட்சிசன் புறத்துறிஞ்சப்படுவதன் விளைவாக $SO_2$ வாயு ஊக்கி மேற்பரப்பு மீது புறத்துறிஞ்சப்படுவதற்கான வாய்ப்புக் குறைவடைவதானது தாக்கம் நிகழும் நிகழ்தகவு குறைவடைவதற்குக் காரணமாக அமையும்.

இத்தாக்கம் ஒரு புறவெப்பத்தாக்கமாதலால், குளிர்த்தும்போது விளைச்சல் அதிகரிக்கும் என்பது இலச்சற்றலியேயின் கோட்பாடு மூலம் எதிர்வு கூறப்படுகிறது. எனினும் வெப்பநிலையைக் குறைக்கும்போது தாக்க வீதம் குறைவடைதலான உற்பத்திச் செயன்முறையின் வினைத்திறன் குறைவடையக் காரணமாகும். எனவே சிறப்பான வெப்பநிலை 400 - 500 $^0C$ எனத் தீர்மானிக் கப்பட்டுள்ளது.

அமுக்கம் அதிகரிக்கும்போது வாயு அவத்தையின் மீளும் தாக்கமானது மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைவான திசையில் நிகழும் போக்கு அதிகரிக்கும் என இலெச்சற்றலியேயின் கோட்பாடு எதிர்வு கூறுகின்றது.

இத்தாக்கத்துக்காக அமுக்கத்தை அதிகரிக்கும்போது முன்முகத்தாக்கம் உந்தப்பட்டு $SO_3$ விளைவு அதிகரிக்கும். எனினும் இந்தத் தாக்கத்துக்காக ஒரு வளிமண்டல (1 atm) அமுக்கத்திலும் கூட விளைவு 99% அளவு உயர்வானது. எனவே அதிக உயர்வான அமுக்கம் பிரயோகித்தல் அவசியமன்று.

பின்வரும் வரிப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறாக ஒவ்வொரு படிமுறையிலும் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தை நீக்குவதற்காக வெப்பப் பரிமாற்ற அலகின் மூலம் நான்கு படிமுறைகள் வேறாக்கப்பட்டிருப்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.




**உரு: 1.10** $H_2SO_4$ உற்பத்தி தொடர்பான பிரதான வெப்பப் பரிமாற்றப் படிகள்

முதலாம் அறையினுள் புகும் வளியின் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 690 K (417 $^0$C) ஆகும். ஊக்கிகளின் மீது செல்லும்போது வெப்பநிலை 890 K (617 $^0$C) வரை அதிகரித்துள்ளதோடு, $SO_2$ இனது ஏறத்தாழ 70% ஒட்சியேற்றமடைந்துள்ளது. வெப்பப் பரிமாற்ற அலகின் மூலம் மீண்டும் ஏறத்தாழ 700 K (427 $^0$C) வெப்பநிலை வரை குளிர்ச்சியடைந்த வளி, இரண்டாம் அறையினுள்

ஊக்கிகளின் மீது செலுத்தப்படும். இச் சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள $SO_2$ அளவு சார்பளவில் குறைவானதாகும். வெப்பநிலை 770 K (497 $^0$C) வரை அதிகரிக்கும்போது வாயுக் கலவையானது இரண்டாம் வெப்பப் பரிமாற்ற அலகு மூலம் ஏறத்தாழ 720 K (447 $^0$C) வரை குளிர்த்தப்பட்டுள்ளது. இந்நிலையில் ஆரம்ப $SO_2$ இனது கணிசமான அளவு தாக்கமடைந்துள்ளது. மூன்றாம் அறையில் ஊக்கி மீது செல்வதால் ஆரம்ப $SO_2$ இனது 98% $SO_3$ ஆக மாற்றப்படும்.

மூன்றாம் படிமுறையின் மூலம் கிடைக்கும் $SO_3$ மூலம் $H_2SO_4$ உற்பத்தி செய்யப்படுவதோடு, அங்கும் கூட $SO_3$ அளவானது 100% $H_2SO_4$ ஆக மாறுவது கிடையாது. எஞ்சும் $SO_3$ மற்றும் மீளும் தன்மை காரணமாக மிகச் சொற்ப அளவில் காணப்படும் $SO_2$ கொண்ட வாயுக் கலவையை மீண்டும் வெப்பமேற்றி நான்காம் அறையில் உள்ள ஊக்கி மீது செலுத்தி, மீதியாக உள்ள $SO_2$ ஆனது $SO_3$ ஆக மாற்றப்படும். அவ்வாறு கிடைக்கும் $SO_3$ உம் மீண்டும் $H_2SO_4$ ஆக மாற்றப்படும்.

நீருக்கும் $SO_3$ இற்கும் இடையிலான தாக்கம் மிக வேகமான, அதிக புறவெப்பத்தாக்கமாகும். எனவே நீர் ஆவியாகும். அத்தோடு சல்பூரிக்கமிலம் புகாரும் தோன்றும். இத்தடங்கல்களைத் தவிர்ப்பதற்காக மேலே விபரிக்கப்பட்ட செயன்முறையின் வழியே $SO_3$ வாயுவானது $H_2SO_4$ ஆக மாற்றப்படும். 70 $^0$C வெப்பநிலையில் செறிந்த $H_2SO_4$ இனால் $SO_3$ அகத்துறிஞ்சல் உச்ச அளவானதாகும். எனவே அந்நிபந்தனையின் கீழ் செறிந்த $H_2SO_4$ இனால் $SO_3$ இனை அகத்துறிஞ்சச் செய்து நீர் சேர்ப்பதன் மூலம் $H_2S_2O_7$ உற்பத்தி செய்யப்படும்.

கந்தகமூவொட்சைட்டு செறிந்த சல்பூரிக்கமிலமும் மீள்பாய்ச்சல் கோட்பாட்டுக்கு அமைவாகவே தாக்கமுறச் செய்யப்படும். அது புறத்துறிஞ்சல் கோபுரத்திலேயே நிகழும். இக்கோபுரம் வனைபொருள் பொறியிடு பொருளினால் (Ceramic packing material) நிரப்பப் பட்டுள்ளது. எனவே செறிந்த $H_2SO_4$ மந்த கதியில் கோபுரத்தில் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்வதோடு, பொறியிடு பொருள் காரணமாக $H_2SO_4$ இன் மேற்பரப்புப் பரப்பளவு அதிகரித்துள்ளது. கந்தகமூவொட்சைட்டு மேல்நோக்கிச் செல்லும். திரவ $H_2SO_4$ இனது மேற்பரப்புப் பரப்பளவு அதிகரித்தல் மற்றும் மந்த கதியில் பாய்வதன் விளைவாகவும் $SO_3$ வாயு மேல் நோக்கிச் செல்வதாலும் செறிந்த $H_2SO_4$ இனுள் $SO_3$ அகத்துறிஞ்சல் வினைத்திறனாக நிகழும். இதன்போது $SO_3$ ஆனது $H_2SO_4$ உடன் தாக்கம் புரிந்து புகைக் கந்தகவமிலம் (Olium - $H_2S_2O_7$) தோன்றும். புகைக்கும் கந்தகவமிலத்துடன் கவனமாக நீர் சேர்ப்பதன் மூலம் செறிந்த $H_2SO_4$ உற்பத்தி செய்யப்படும்.

**சல்பூரிக் அமிலத்தின் பண்புகள்**

1. பொசுபேற்றுப் பசளை (வளமாக்கி) உற்பத்தி
2. அமோனியம் சல்பேற்றுப் பசளை (வளமாக்கி) உற்பத்தி
3. ரெயோன் உட்பட செயற்கை நார் மற்றும் பிளாத்திக்கு உற்பத்தி
4. அற்கையில் மற்றும் அரில் சல்பனேற்று அடங்கியுள்ள துப்புரவாக்கிகள் உற்பத்தி
5. சாய வகை பொருள்கள் வெடிபொருள்கள் மற்றும் ஔடதங்கள் உற்பத்தி
6. மின்கலவடுக்கு அமிலம் (Battery acid) உற்பத்தி
7. வாயு உலர்த்துதல் உ + ம்: ($Cl_2$)

## 1.9 உருத்தைல் (Rutile) மூலம் தைத்தேனியம் ஈரொட்சைட்டு (Titanium dioxide) உற்பத்தி செய்தல்

தைத்தேனியம் அடங்கியுள்ள பிரதானமான கனியங்களாக இல்மனைற்று, உருத்தைல் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். $TiO_2$ வடிவத்தில் தைத்தேனியம் உலோகம் பெருமளவில் அடங்கியுள்ள கனியம் உருத்தைல் ஆகும். இல்மனைற்று என்பது $TiO_2$, FeO ஆகிய இரண்டு ஒட்சைட்டுக்களினதும் கலவை ஆகும். இல்மனைற்றில் ஆரம்பித்து $TiO_2$ சதவீதம் 70% இலும் மேற்பட்ட சந்தர்ப்பம் வரையில் சுத்திகரித்ததன் பின்னர் அல்லது உருத்தைலைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் தூய்மை மிக உயர்வான $TiO_2$ உற்பத்தி செய்யலாம். இவ்வுற்பத்திச் செயன்முறை குளோரைட்டுச் செயன்முறை எனப்படும்.

### $TiO_2$ இன் பயன்கள்

(1) $TiO_2$ வெண்ணிறமானதாகும். எனவே பூச்சு, பிளாத்திக்குப் பாவனைப் பொருள்கள், காகிதம் போன்றவற்றில் பிரகாசமான வெண்மையை ஏற்படுத்துவதற்காக $TiO_2$ பயன்படுகிறது.

(2) இரசாயன ரீதியில் சடத்துவத் தன்மை கொண்டதாகையால் மருந்து வகைகள், பற்பசை போன்றவற்றின் வெண்மையூட்டும் நிறப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

(3) சூரியக் கதிர்களில் கழியூதாக் கதிர்கள் காரணமாக தோலில் எரிவு ஏற்படுவதைத் தவிர்ப்பதற்காகப் பூசும் பூசுபொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்காக $TiO_2$ பயன்படுகின்றது. $TiO_2$ இனால் கழியூதாக் கதிர்கள் தடுக்கப்படும்.

(4) சில வகை ஞாயிற்றுக் கலங்கள் (Solar Cells) உற்பத்தி செய்வதற்கு $TiO_2$ பயன்படுகின்றது.

### உருத்தைலிருந்து $TiO_2$ உற்பத்தியின் இரசாயனச் செயன்முறை: (குளோரைட்டுச் செயன்முறை)

உருத்தைல் அடங்கியுள்ள பல்வேறு அசேதன மாசுக்களை நீக்கி, உயரிய தூய்மை கொண்ட $TiO_2$ உற்பத்தி செய்வதே இம்முறையின் நோக்கமாகும். அது இரண்டு படிமுறைகளைக் கொண்டது.

(1) குளோரீனேற்றம்

(2) ஒட்சியேற்றம்

#### குளோரீனேற்றம்

உருத்தைல், கற்கரி (coke) ஆகியவற்றில் உள்ள ஈரலிப்பை நீக்குவதற்காக உலர்த்துவது அத்தியாவசியமானது. எனவே $200\ ^0C$ - $300\ ^0C$ வரையிலான வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றி நன்கு உலர்த்தப்படும்.

குளோரீனேற்றச் செயன்முறைக்காக உருத்தைல் மற்றும் கற்கரி அடங்கிய கலவையை ஏறத்தாழ $950\ ^0C$ வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றப்படும். அதன் மீது $Cl_2$ வாயுத் தாரை அனுப்பப்படும். அப்போது கற்கரி இனது முன்னிலையில் $TiO_2$ உடன் $Cl_2$ தாக்கம் புரிவதன் விளைவாக வாயு $TiCl_4$ கிடைக்கும். $TiO_2$ இல் இருந்து கற்கரி ஒட்சிசனைப் பெற்று CO, $CO_2$ ஆகமாறும். இச்செயன்முறையில் காபன் ஒட்சியேற்றப்படும், குளோரின் தாழ்த்தப்படும். தைத்தேனியத்தின் ஒட்சியேற்ற எண்ணில் மாற்றமில்லை.வாயுக்கலவை CO, $CO_2$ ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

இச் செயன்முறையில் $CO_2(g)$ உருவாதலைக் கருதும்போது ஒட்டுமொத்தத் தாக்கத்தைப் பி-ன்வருமாறு காட்டல் சாத்தியமானது:

$$TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g) \xrightarrow{950\ ^0C} TiCl_4(g) + CO_2(g)$$

$TiCl_4$ இனது கொதிநிலை 134 $^0C$ ஆகும். எனவே தாக்க அறையிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுக் கலவையில் பிரதானமாக $TiCl_4$ உம் $Cl_2$ உம் அடங்கியுள்ளன. அத்தோடு சில இடைத்தாக்கங் களின் விளைவாக HCl, CO ஆகிய வாயுக்களும் தூசுத் துணிக்கைகளும் காணப்படலாம். எனவே இங்கு $TiO_2$ இலிருந்த அசேதன மாசுக்கள் வேறாக்கப்படும். தூசுத் துணிக்கைகளை நீக்கிய பின்னர் அவ்வாயுக் கலவையைக் குளிர்த்துவதன் மூலம் திரவ $TiCl_4$ வேறாக்கப்படும். அவ்வாறு வேறாக்கிய திரவ $TiCl_4$ ஆனது மேலும் தூய்மையாக்கப்பட்ட பின்னர் ஒட்சியேற்றப்படும்.

**ஒட்சியேற்றம்**

இங்கு, முதலாவது படிமுறையின் விளைவாகிய $TiCl_4$ உடன் $O_2$ தாக்கமுறச் செய்து மீண்டும் $TiO_2$ பிறப்பிக்கப்படும். எனவே உருத்தைலில் உள்ள அதேசதன மாசுக்களற்ற தூய $TiO_2$ உற்பத்தி செய்வதற்கு இச்செயன்முறை முக்கியமானது. இங்கு விளைவாகக் கிடைக்கும் $Cl_2$ வாயுவானது மீண்டும் குளோரீனேற்றத்துக்காகப் பயன்படும். எனவே இங்கு குளோரீன் வாயு சுழற்சிப்படுத்தப்படும்.

$$TiCl_4(g) + O_2(g) \longrightarrow TiO_2(s) + 2Cl_2(g)$$

$$TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow TiCl_4(g) + CO_2(g)$$

மீள்சுழற்சிப்படுத்தல் $\uparrow$ $\qquad$ $\downarrow O_2(g)\ 1000\ ^0C$

$$2Cl_2(g) + TiO_2(s)$$

இச்செயன்முறை மூலம் கற்கரி ஒட்சியேற்றமடைந்து, வளி மண்டலத்தில் $CO_2$ விடுவிக்கப் படும். இக்குளோரைட்டுச் செயன்முறையும் பூகோளம் வெப்பமடைவதை அதிகரிப்பதில் யாதேனும் பங்களிப்புச் செய்யும். 2006 இல் இக்கைத்தொழில் காரணமாக வளிமண்டலத்தில் விடுவிக்கப்பட்ட ஒட்டுமொத்த $CO_2$ இன் அளவு 3.6 மில்லியன் மெற்றிக் தொன் ஆகும். இதன் அரைப்பாதி வெப்பத்தைப் பிறப்பிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள் தகனம் காரணமா-கவும் மீதியான அரைப்பகுதி உற்பத்திச் செயன்முறை காரணமாகவும் பிறப்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

## 1.10 இரும்பு பிரித்தெடுப்பு

இரும்பு உற்பத்தி தொடர்பாக எமது வரலாறு பழைமையானது. இந்நாட்டில் வாழ்ந்த எமது மூதாதையர் இற்றைக்கு சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே இரும்பு பிரித்தெடுப்பு பற்றி அறிந்து வைத்திருந்தமை தொல்பொருள் ஆய்வுகள் மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது. அவர்கள் காற்றின் சக்தியையும் (wind power), விறகை எரித்துப் பெற்ற கரியையும் பயன்படுத்தி இரும்பைப் பிரித்தெடுத்துள்ளார். இங்கிலாந்து நாட்டு, எக்ஸ்டர் பல்கலைக்கழகத் தொல்பொருளியலாளராகிய கில் ஜூலெவ் (Gill Juleff) எனும் விஞ்ஞானிப் பெண்மணி, பலாங்கொடை

கணவாய்ப் பகுதியில் பண்டைய இரும்பு பிரித்தெடுப்பு உலையொன்றினைப் புனரமைத்து இந்நாட்டின் இரும்பு பிரித்தெடுப்புத் தொழினுட்பத்தை உறுதிப்படுத்தியுள்ளார். அவ்வுறுதிப்படுத் தலானது,"An ancient wind - powered iron smelt in technoligy" எனும் தலைப்பில் "Nature" (நேச்சர்) சஞ்சிகையில் வெளியிடப்பட்டுள்ளது.

**இரும்பு உற்பத்திக்குத் தேவையான அத்தியாவசியமான மூலப்பொருள்கள்**

- இரும்புத்தாது
- சுண்ணக்கல்
- கற்கரி (coke)
- வளி

இப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி இரும்பு உற்பத்தி செய்வதற்குப் பயன்படும் உலை, ''ஊதுலை" (Blast furnace) எனப்படும். உயர் வெப்பநிலையைச் தாங்கக்கூடிய ஒரு வகைச் செங்கற் களால் ஊதுலையின் உட்புறம் படலிடப்பட்டுள்ளது (அடரிடப்பட்டுள்ளது). ஊதுலையின் மேற்பகு தியில் உள்ள வாயிலின் ஊடாக இரும்புத்தாது, சுண்ணக்கல், கற்கரி என்பவற்றின் கலவை உள்ளே இடப்படும். ஊதுலையின் கீழ்ப் பகுதியின் ஊடாக வளி வழங்கப்படும். ஊதுலையின் மீதிக் கீழ்ப்பகுதியின் வழியே திரவ இரும்பு வெளியேறும். மேற்பகுதியின் ஊடாகக் கழிவு வாயு விடுவிக்கப்படும். திரவ இரும்பு வெளியேறும் உயர மட்டத்துக்கு சற்று மேற்பட்ட உயரத்தில் "நிலக்" (Slag - உருகிய கழிவுப்பொருள்) வெளியேறும். ஊதுலையினுள் புவியீர்ப்பின் கீழ், மேலிருந்து கீழ்நோக்கித் திணிவுப் பாய்ச்சல் நிகழும். அதேநேரத்தில் கீழிருந்து மேல்நோக்கி நெருக்கப்பட்ட வளி செலுத்தப்படும். ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசைகளில் (கீழிருந்து மேலாகவும் மேலிருந்து கீழாகவும்) பொருள்கள் பரிமாறப்படுவதால் திண்ம அவத்தைக்கும் வாயு அவத்தைக்கும் இடையே தாக்கம் நிகழுவதற்குரிய திறன் அதிகரிக்கின்றது. வெப்பநிலை பரம்பலின் படித்திறனைப் பேணி வருவதற்கு இது காரணமாகியுள்ளது.

இரும்பு உற்பத்திச் செயன்முறையின்போது கவனஞ் செலுத்த வேண்டிய சில விடயங்கள் வருமாறு:

(1) இரும்புத்தாது, கற்கரி மற்றும் சுண்ணக்கல் ஆகியவற்றின் கலவையில் உள்ள ஒவ்வொரு கூறுக்கும் இடையிலான விகிதம்

(2) கலவையில் உள்ளவற்றின் துணிக்கைப் பருமன்

(3) அக்கலவையை ஊதுலையின் மேற்பகுதியின் ஊடாகச் சேர்க்கப்படும் வீதம்.

(4) கீழிருந்து வாயு புகு கனமான வீதமும் அமுக்கமும்

கற்கரியின் தொழிற்பாட்டைக் கருதுகையில்,

(1) எரிபொருளாகத் தொழிற்படும்.

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ + வெப்பம் $\Delta H = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

(2) உயர் வெப்பநிலையில் நேர் தாழ்த்தியாகத் தொழிற்படும்.

$FeO(s) + C(s) \longrightarrow Fe(l) + CO(g)$

(3) பிரதான தாழ்த்தியாகிய $CO(g)$ ஐப் பிறப்பிக்கும்.

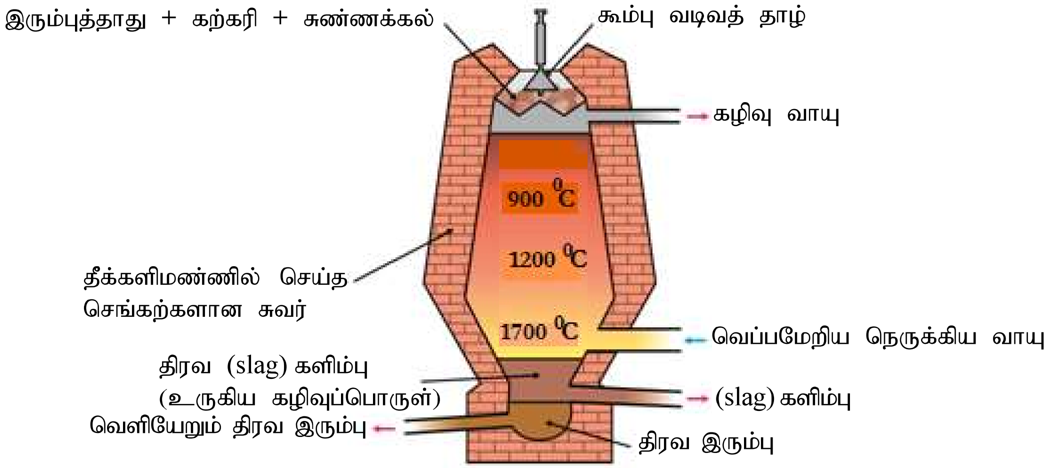
$CO_2(g) + C(s) \longrightarrow 2CO(g) \quad \Delta H = 172.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

இரும்புத்தாதில் அடங்கியுள்ள சிலிக்கேற்று மற்றும் அலுமினேற்றுப் பொருள்களும் மாசுக்களாக இரும்பில் படிவதைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். அதற்காக $CaCO_3$ வெப்பப்பிரிகை மூலம் கிடைக்கும் CaO பயன்படும்.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{898\ ^0C} CaO(s) + CO_2(g)$$

$$CaO(s) + SiO_2(s) \longrightarrow CaSiO_3(l)$$

$$CaO(s) + Al_2O_3(s) \longrightarrow Ca(AlO_2)_2(l)$$




**உரு: 1.11** ஊதுலை

இதன்போது தோன்றும் $CaSiO_3$, $Ca(AlO_2)_2$ ஆகியன (slag) களிம்பு எனப்படும். திரவ இரும்பின் அடர்த்தியை விட களிம்பின் அடர்த்தி குறைவானது. எனவே திரவ இரும்பின் மீது (slag) மிதக்கும். slag உலோக மேற்பரப்பு மறைக்கப்படுவதால் இரும்புடன் $O_2$ தாக்கம் புரிவதற்காக வாய்ப்பு குறைவானது.

ஊதுலையின் கீழ்ப்பகுதியின் வழியே வெப்பமான நெருக்கிய வளி ஊதுலையினுள் செலுத்தப்படும். அப்போது கற்கரி தகனமடைவதுடன், அத்தகனச் செயன்முறை துரிதமாக நிகழும். வெப்ப வளியின் வெப்பநிலை, அமுக்கம், கற்கரித் துணிக்கைகளின் பருமன் ஆகியவற்றின் மீது தகனச் செயன்முறையின் வேகம் தங்கியிருக்கும்.

தகனச் செயன்முறை வேகமானதாகையாலும், கற்கரி தகனமடைதலானது அதிக புற வெப்பத் தாக்கமாகையினாலும் குறுகிய காலத்தில் அதிக அளவு வெப்பம் வெளிவிடப்படும். எனவே கற்கரி தகனமடையும் ஊதுலையின் அடிப்பகுதியில் வெப்பநிலை உடனடியாக $1700\ ^0C$ வரை உயரும். இந்த அடிப்பகுதி வெப்பநிலையை மாறாது வைத்திருப்பதற்காக, தகனத் தாக்கத்தின் வீதமும் தகனமடையும் கற்கரியின் அளவும் மிக முக்கியமான காரணிகளாகும். இதற்காக வளி கீழிருந்து மேல்நோக்கிப் பாயும் வீதத்தையும் கற்கரி அடங்கியுள்ள கலவை கீழ்நோக்கிப் பாயும் வீதத்தையும் சிறப்பு மட்டத்தில் பேணுவது அவசியமாகும்.

தகனத்தின்போது தோன்றும் வெப்ப $CO_2$ வாயு இரும்புத் தாதின் ஊடாக மேல்நோக்கிச் செல்லும். உயர் வெப்பநிலையில் கற்கரி (C)யுடன் $CO_2$ ஆனது மீளுந்தாக்கம் மூலம் CO ஐத் தரும்.

$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

$\longrightarrow$

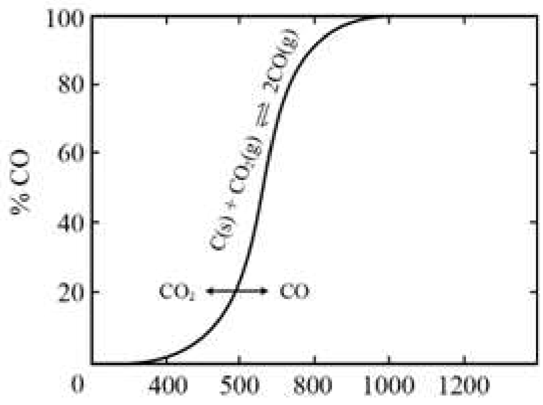
- வாயுநிலை மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்.

  ∴ எந்திரப்பி அதிகரிக்கும்.

இத்தாக்கத்துக்கான $\Delta S$ ஆனது நேர்ப்பெறுமானம் ஆகும் (176.5 J). வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது $T\Delta S$ இனது எண்சார்ந்த பெறுமானத்தின் பருமன் அதிகரிக்கும். எனவே கற்கரி (C) உள்ளபோது உயர் வெப்பநிலையில் $CO_2$ வாயு CO ஆகத் தாழ்த்தப்படும் போக்கு உண்டு. உயர் வெப்பநிலை நிபந்தனைகளின் கீழ் CO வாயு வெப்ப இயக்க ரீதியில் சார்பளவில் உறுதி யானது எனக் கூறலாம். ஏறத்தாழ 1000 $^0$C வெப்பநிலையில் $CO_2$ ஆனது 100% மட்டில் CO ஆக மாறும். கீழே உரு 1.12 இல் இம் மாறல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இரண்டு தாக்கங்களும் புறவெப்பத் தாக்கங்களாகையால் $\Delta H$ இனது பெறுமானம் மறை ஆகும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது $T \Delta S$ பெறுமானத்தில் தெள்ளத்தெளிவான மாற்றம் 2 ஆம் தாக்கத்திலேயே காணப்படும். வெப்பநிலையுடன் $\Delta G$ இனது மறைத்தன்மையின் தெள்ளத் தெளிவான அதிகரிப்பு 2 ஆம் தாக்கத்திற்காக எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. வெப்பநிலை குறை வடையும்போது CO இனது வெப்பவியக்க உறுதிநிலை குறைவடையும். $CO_2$ இனது வெப்ப இயக்க உறுதிநிலை அதிகரிக்கும்.

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$




வெப்பநிலை / $^0$C

**உரு: 1.12** வெப்பநிலையுடன் CO(g) அளவில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

ஊதுலையின் அடிப்பகுதியில் வெப்பநிலை 1700 $^0$C வரை உயர்வானதாகையால் தோன்றும் $CO_2$ வாயு ஆனது, கற்கரி - இரும்புத்தாதுக் கலவையின் செஞ்சூடான (Red hot) கற்கரித் துணிக்கைகளுடன் மோதுவதால் வெப்பம் பிறப்பித்தவாறு $CO_2$,CO ஆகத் தாழ்த்தப்படும்.

$O_2(g) + C(s) \longrightarrow CO_2(g)$ + வெப்பம் ................(1)

வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மாறாது.

கணிசமான எந்திரப்பி வேறுபாடு உண்டு.

$O_2(g) + 2C(s) \longrightarrow 2CO(g)$ + வெப்பம் ................(2)

வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்.

எந்திரப்பி அதிகரிக்கும். புறவெப்பத்தாக்கமாகும்.

மேற்படி, (1) ஐயும் (2) ஐயும் ஒப்பிடும்போது உயர் வெப்பநிலையில் $CO_2$ உடன் ஒப்பிடும்போது CO உற்பத்தியாதலானது வெப்ப இயக்க ரீதியில் பெரிதும் தானாக நிகழும் ஒரு செயன்முறை யாகும். இந்நிபந்தனைகளின் கீழ் $CO_2$ இனை விட CO வாயு உறுதியானதாகும்.

ஊதுலையில் உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள கீழ்ப்பகுதியில் தோன்றிய CO வாயு, இரும்புத் தாதுக் கலவையின் ஊடாக மேலே செல்லும்போது வெப்பநிலை குறைவடைவதால் CO இனது உறுதிநிலை குறைவடையும். எனவே CO வாயு $CO_2$ ஆக மாறும் போக்கு அதிகரிக்கும். ஊதுலையினுள் கற்கரி தகனமடையும் பிரதேசத்துக்கு மேலே உள்ள பிரதேசத்தில் $O_2$ வாயு இல்லையாதலால் $Fe_2O_3$ ஐத் தாழ்த்தியவாறு CO வாயு $CO_2$ வாயுவாக ஒட்சியேற்றமடையும். அதன் விளைவாக $Fe_2O_3$ படிப்படியாகத் தாழ்த்தப்படும்.

கோபுரத்தின் வழியே மேலே செல்லும்போது வெப்பநிலை குறைவடையும்போது CO இனால் இரும்புத்தூளில் உள்ள $Fe_2O_3$ தாழ்த்தப்படும். எனவே $1000\ ^0C$ இலும் குறைவான வெப்ப நிலையில் படிமுறை படிமுறையாக ஒட்சியேற்றமடைவதைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$3Fe_2O_3(s) + CO(g) \longrightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g)$$

$Fe_3O_4$ என்பது FeO இனதும் $Fe_2O_3$ இனதும் கலவை (பெரசோபெரிக்கு) ஆகும். $Fe_2O_3$ இனது +3 ஒட்சியேற்ற நிலையில் இருந்த அளவு இரும்பின் ஏறத்தாழ 33% சதவீதம் +2 வரை ஒட்சி யேற்றமடைந்துள்ளது.

$$2Fe_3O_4(s) + 2CO(g) \longrightarrow 6FeO(s) + 2CO_2(g)$$

அல்லது

$$Fe_3O_4(s) + CO(g) \longrightarrow 3FeO(s) + CO_2(g)$$
$$FeO(s) + CO(g) \longrightarrow Fe(l) + CO_2(g)$$

$Fe_2O_3$ பகுதியளவில் தாழ்த்தப்பட்ட $Fe_3O_4$ ஆக மாறுவதோடு, தொடர்ந்தும் ஊதுலையில் இருந்த கலவை கீழ்நோக்கி வரும். அப்போது தொடர்ந்தும் $CO_2$ வாயுவுடன் தாக்கம் புரிந்து அங்கு +3 நிலையில் இருந்த இரும்பு அணுக்கள் +2 நிலை வரை தாழ்த்தப்படும். அண்ணளவாக FeO தொடர்ந்தும் CO வாயுவுடன் தாக்கம் புரிந்து சுயாதீன இரும்பு வரையில் தாழ்த்தப்படும்.

அத்தோடு $CaCO_3$ பிரிகையடைதலானது $1000\ ^0C$ இலும் குறைவான வெப்பநிலையில் ($898\ ^0C$) நிகழும். அதன் மூலம் பிறப்பிக்கப்படும் $CO_2$ வாயுவுக்கும் கூடக் கற்கரியுடன் தாக்கம் புரிந்து CO யைப் பிறப்பிக்கும் ஆற்றல் உண்டு.

$1000\ ^0C$ ஐத் தாண்டியதும் அல்லது ஊதுலையின் சற்றுக் கீழான பகுதியில் பின்வரும் தாக்கம் நிகழும்.

$$2FeO(s) + C(s) \longrightarrow 2Fe(l) + CO_2(g)$$
$$CO_2(g) + C(s) \longrightarrow 2CO(g)$$
$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) \qquad \Delta H = -566\ kJ\ mol^{-1}$$

ஊதுலையினுள் மொத்த அளவுக் கற்கரியின் ஒரு பகுதி தகனத் தாக்கத்தில் பங்குபெறு வதில்லை. மற்றுமொரு பகுதி $CO_2$ உடன் தாக்கம் புரிந்து CO ஐப் பிறப்பிப்பதில் பங்குபற்றும். மேலுமொரு பகுதி FeO ஐத் தாழ்த்துவதில் பங்குபற்றும். வளியானது ஒட்சியேற்றியாகத் தொழிற் பட்டுத் தகனச் செயற்பாடு மூலம் வெப்பம் பிறப்பிப்பதிலும் $CO_2$ பிறப்பிப்பதிலும் பங்குபற்றும். அதிக அளவு வளி வழங்கப்படுமாயின் ஊதுலையினுள் CO வாயுவானது $Fe_2O_3$ உடன் தாக்கம் புரிவதற்கு மேலதிகமாக $O_2$ உடனும் தாக்கம் புரிந்து $CO_2$ ஆக மாறுவதற்கு வெப்ப இயக்க ரீதியில் வாய்ப்பு உள்ளது. அது ஒரு பிரதிகூலமாகும். எனவே இரும்பு பிரித்தெடுப்பின்போது வளியின் கனமானப் பாய்வு வீதமானது (Volumatric flow rate) மேலேயிருந்து இரும்புத்தாது

அடங்கிய திண்மக் கலவை பிரவாசித்து வரும் வீதத்தைச் சிறப்பான மட்டத்தில் பேணுவதற்கு மிக முக்கியமானது. ஊதுலையின் கீழ்ப்பகுதியில் தகனம் காரணமாக $O_2$ இன் அளவானது ஒரேயடியாகக் குறைவதோடு அந்த அளவுக்கும் பொருத்தமான அளவு $CO_2$ பிறப்பிக்கப்படுகின்றமையால் ஒரேயடியாகச் $CO_2$ செறிவு அதிகரிக்கும். மேலும் அதிக வெப்பமும் பிறப்பிக்கப்படும். உயர் வெப்பநிலை உள்ள பிரதேசத்தில் இருந்த $CO_2$ வாயுவானது கீழ்நோக்கி வரும் திண்மக் கலவையின் ஊடாக மேல்நோக்கிச் செல்ல முனையும். அதன் விளைவாக திண்மக் கலவையில் கற்கரியுடன் $CO_2$ தாக்கம் புரிதலானது, ஊதுலையில் உயர் வெப்பநிலையில் காணப்படும் கீழ்ப்பகுதியில் நிகழும். எனவே $CO_2$ செறிவு படிப்படியாகக் குறைவடையும்போது CO செறிவு அதிகரிக்கும். கீழ்ப்பகுதியில் பிறப்பிக்கப்பட்ட CO வாயுவும் கூடக் கீழ்நோக்கி வரும் திண்மக் கலவையின் ஊடாக மேல்நோக்கிச் செல்லும். இப்போது மேலே செல்லும் போது வெப்பநிலை குறைவடைகின்றமையால் CO வாயுவின் வெப்பவியக்க உறுதிநிலை குறைவடைவதோடு, $CO_2$ ஆக மாறும் போக்கு அதிகரிக்கும். $O_2$ வாயு இல்லையாதலால் $Fe_2O_3$ இலிருந்து ஒட்சிசனைப் பெற்று வாயுவானது $CO_2$ ஆக ஒட்சியேற்றமடையும். எனவே ஊதுலையில் மேலே செல்லும்போது CO செறிவு குறைவடைந்து மீண்டும் $CO_2$ செறிவு அதிகரிக்கும்.

ஊதுலையில் கற்கரி பயன்படுத்தப்படுகின்றமையால் அதிலிருந்து விடுவிக்கப்படும் $CO_2$ வாயு புவி வெப்பமடையக் காரணமாகின்றது. எனவே கற்கரிக்குப் பதிலாக மீளப் பிறப்பிக்கக் கூடிய மாற்று வழிகளைத் தேடியறிவது சூழல் ரீதியில் முக்கியமானது. மேலும் அநாவசியமாக இரும்பைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்ப்பதும் முக்கியமாகும்.

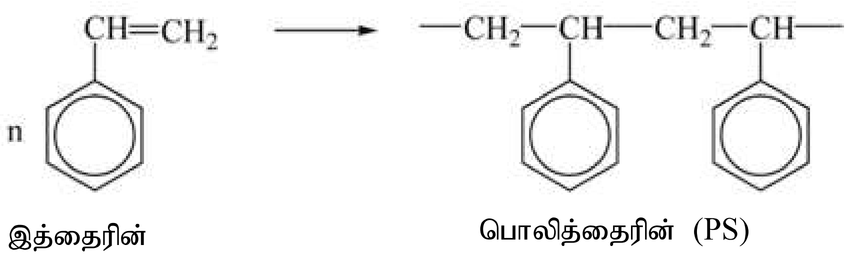
## 1.11 பல்பகுதியங்கள் (Polymers)

ஒரு பகுதியங்கள் எனப்படும் சார்பளவில் சிறிய இரசாயன மூலக்கூறுகள் பெருந்தொகையில் ஒன்றுடனொன்று இரசாயன ரீதியில் இணைவதால் பல்பகுதியங்கள் உருவாகும்.

$$nCH_2{=}CH_2 \longrightarrow -CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$$

எதிலீன் பொலிஎதிலீன் (PE)

வைனயில் குளோரைட்டு பொலிவைனயில் குளோரைட்டு (PVC)



இத்தைரின் (Styrene) பொலித்தைரின் (PS)

$$nCF_2{=}CF_2 \longrightarrow -CF_2-CF_2-CF_2-CF_2-$$

நாற்புளோரோ எதிலீன் (ரெட்ராபுளோரோஎதீன்

பல்நாற்புளோரோ எதிலீன் (பொலிரெட்ராபுளோரோஎதீன்) (PTFE) - ரெவ்லொன்)

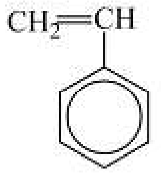
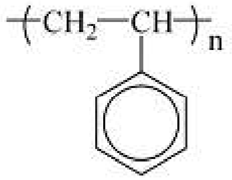
ஒரு பகுதிய மூலக்கூறுகள் பெருந்தொகையில் இவ்வாறாக இணைவதால் ஒரு பகுதியத்தின் காபன் சட்டகமானது பல்பகுதிய மூலக்கூற்றில் மீண்டுவரும் விதத்தில் அமைந்துள்ளது. ஒரு பகுதிய காபன் சட்டகத்தைக் கொண்ட பகுதி மீண்டு வரும் அலகு (Repeating unit) எனப்படு கின்றது.

$$CH_2=CH_2 \longrightarrow -\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n$$

எதிலீன் பொலிஎதிலீன்

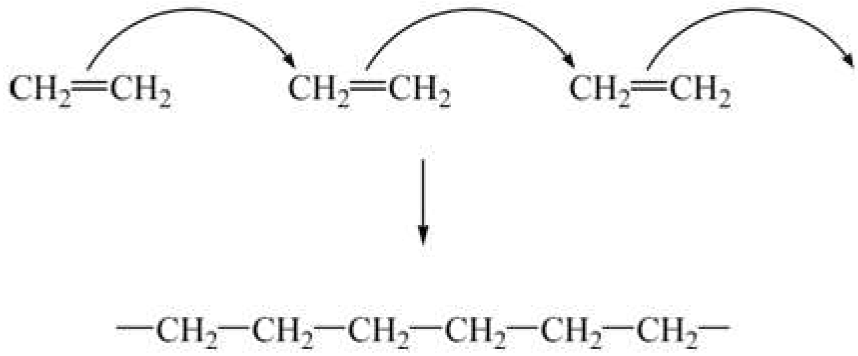
பொலிஎதிலீன் (பொலித்தீன்) $-CH_2-CH_2-$ இனது மீண்டுவரும் அலகு ஆகும். இவ்வாறான மீண்டுவரும் அலகுகள் பெருந்தொகையான (n) பல்பகுதியாகி மூலக்கூறில் அடங்கியிருப்பதால் ‘n’ எனும் ஆங்கில எழுத்தின் மூலம் அம்மூலக்கூறு குறிக்கப்படுகின்றது. சில உதாரணங்கள் கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை: 1.2 ஒருபகுதியங்களாலாக்கப்படும் பல்பகுதியங்களின் மீண்டுவரும் அலகுகள்

| **ஒரு பகுதியம்** | **மீண்டுவரும் அலகுகளாலான பல்பகுதியம்** |
|---|---|
| $CH_2=CH_2$ | $-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n$ |
| $CH_2=CH(Cl)$ | $-\!\!\left(CH_2-CH(Cl)\right)\!\!-_n$ |
|  |  |
| $CF_2=CF_2$ | $-\!\!\left(CF_2-CF_2\right)\!\!-_n$ |

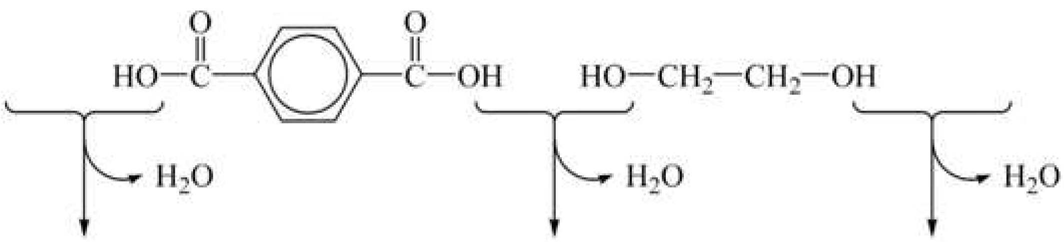
ஒரு பகுதியங்கள் மூலம் பல்பகுதியங்களை உற்பத்தி செய்தலே பல்பகுதியவாக்கம்(Polymer-ization) எனப்படுகின்றது. இங்கு நிகழும் தாக்கத்தின்படி கூட்டற் பல்பகுதியங்கள் (Additive), ஒடுக்கப் பல்பகுதியங்கள் (Contensation) என அவற்றை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கூட்டல் தாக்கம் மூலம் ஒரு பகுதியங்கள் ஒன்றுடனொன்று பிணைந்து பல்பகுதியங்கள் உருவாகு மெனின், அவ்வாறான பல்பகுதியங்கள் கூட்டற் பல்பகுதியங்கள் எனப்படும். இதற்காக ஒரு பகுதியத்தின் நிரம்பாப் பிணைப்புக்கள் முக்கியமானவை. ஒரு பகுதியத்தின் மூலர் திணிவும் விளைவாகக் கிடைக்கும் பல்பகுதியத்தின் மீண்டுவரும் அலகின் மூலர் திணிவும் சமமானது. ஒரு பகுதியத்தினதும் மீண்டுவரும் அலகினதும் முப்பரிமாண அமைப்பும் காபன் அணுவின் கலப்புச் சந்தர்ப்பமும் வேறுபடும்.

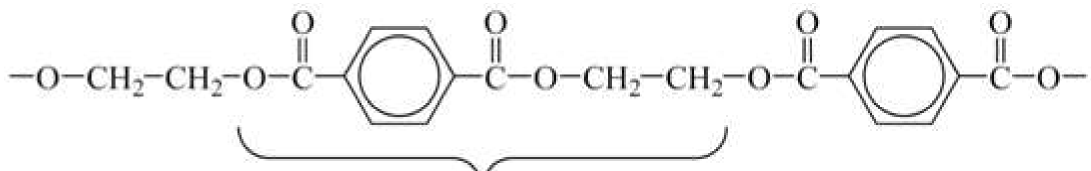


ஒடுங்கல் பல்பகுதிய உற்பத்தியின்போது ஒடுக்கத் தாக்கம் நிகழுகின்றமையால் பல்பகுதியத்துக்கு மேலதிகமாக திணிவு குறைவான சிறிய மூலக்கூறுகளும் உற்பத்தியாகும். உதாரணமாக, -COOH கூட்டத்துக்கும் மதுசாரத்துக்குமிடையிலான (-OH கூட்டம்) தாக்கத்தினால் எசுத்தர் பிணைப்பொன்று தோன்றும்போது $H_2O$ மூலக்கூறொன்று தோன்றும். எனவே பொலிஎசுத்தல் உற்பத்தியின்போது இந்த ஒடுக்கற் தாக்கம் நிகழும். நீர் மூலக்கூறுகள் விடுவிக்கப்படும். தோன்றிய எசுத்தர் பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான எண்ணிக்கை நீர்மூலக் கூறுகள் விடுவிக்கப்படும். வெளியேறும் நீர்க் கனவளவைச் சரியாக அளக்க முடியுமெனின் தோன்றியுள்ள எசுத்தர் பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கையை நீரின் அடர்த்தி மற்றும் மூலர் திணிவு மூலம் கணித்துக் கொள்ளலாம்.

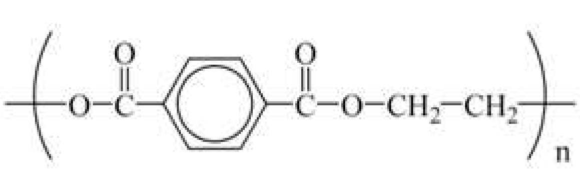
ரெப்தலிக்கு அமிலம் எதிலீன் கிளைக்கோல்



எசுத்தர் பிணைப்பு எசுத்தர் பிணைப்பு எசுத்தர் பிணைப்பு

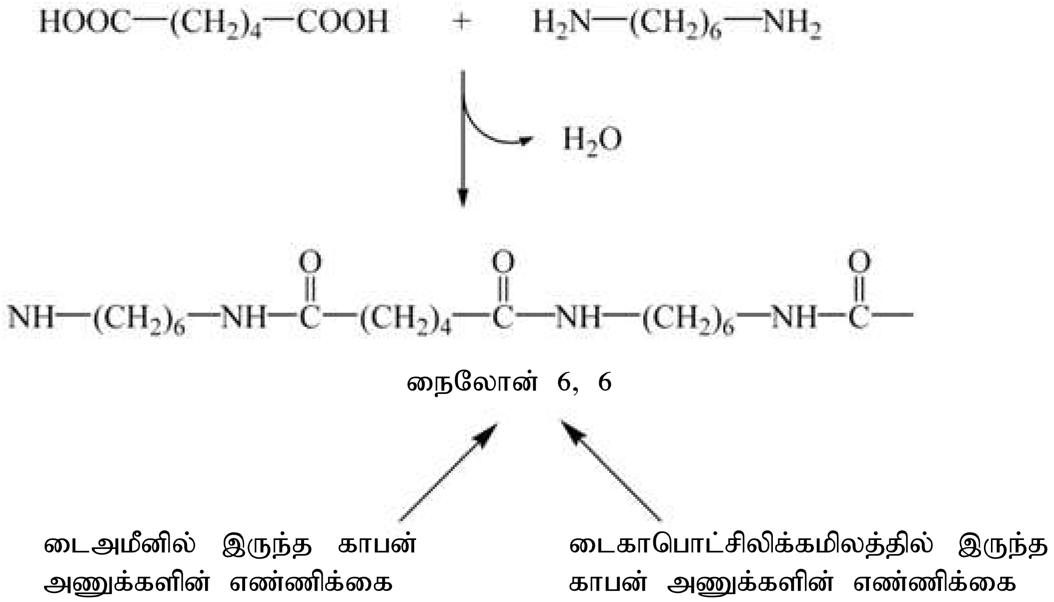


மீண்டுவரும் அலகு

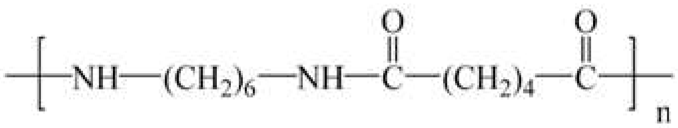


பொலிஎதிலீன் தெரித்தலேற்று (PET) இனது அமைப்பை மீண்டுவரும் அலகு மூலம் மேலே உள்ளவாறு காட்டலாம்.

டைக்காபொட்சிலிக்கமிலமொன்றிற்கும் டைஅமைனுக்கும் இடையே பல்பகுதியத் தாக்கம் காரண-மாக பொலிஏமைட்டுக் கிடைக்கும். நைலோன் என்பது அவ்வாறான ஒரு பொலி ஏமைட்டாகும். நைலோன் உற்பத்தியும் ஒரு ஒடுக்கல் தாக்கமாகும்.

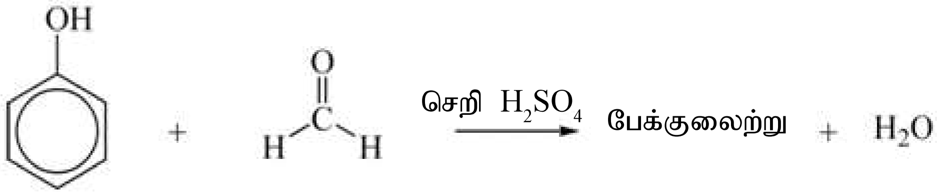


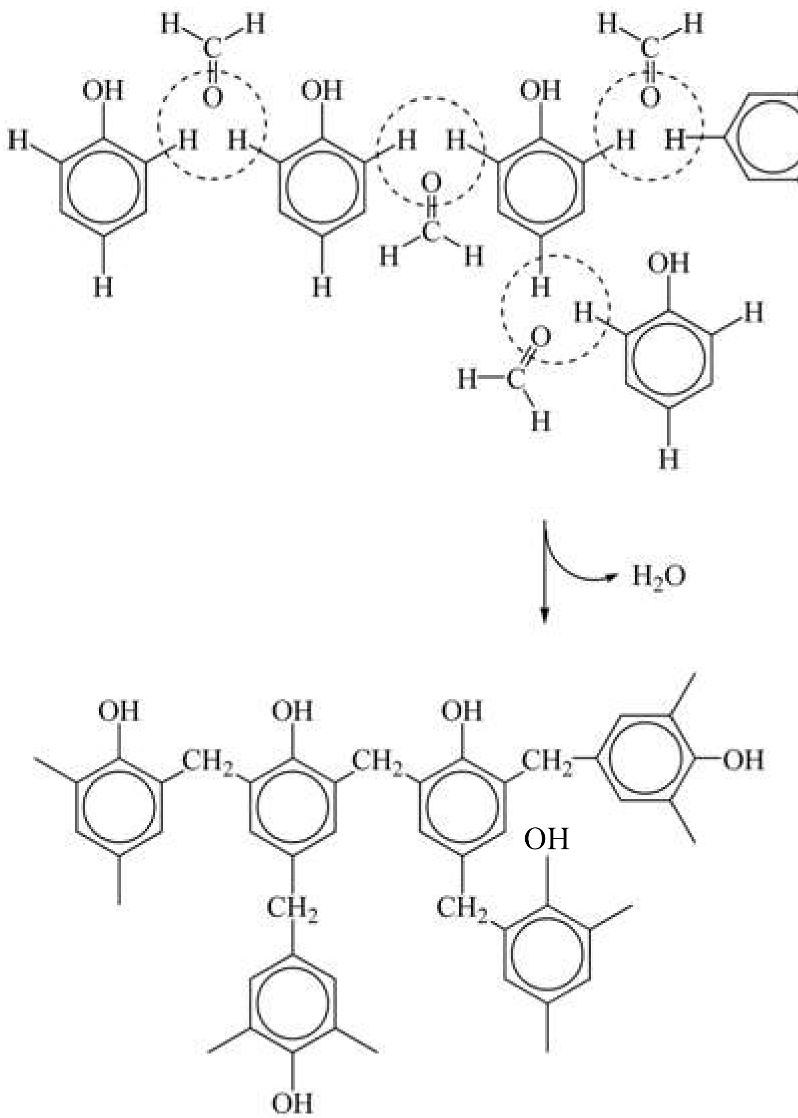

நைலோன் 6, 6 இனது அமைப்பை மீண்டுவரும் அலகு மூலம் பின்வருமாறு காட்டலாம். இங்கு முதலாம் எண் டைஅமீனில் அடங்கியிருந்த காபன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையையும் இரண்டாம் எண் டைகாபொட்சிலிக்கமிலத்தில் இருந்த காபன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை-யயும் பிரதிநிதித் துவப்படுத்துகின்றது.




இதுவரையிலான விவரிப்புக்களுக்கான உதாரணங்களைப் பயன்படுத்திய பல்பகுதிய மூலக்கூறு களின் அமைப்பானது ஒரு தனிச்சங்கிலியாக உருவாகியுள்ளமை தெளிவாகின்றது. அதனாலே-யே அவ்வாறான பல்பகுதியங்கள் 'நீட்டற்பல்பகுதியங்கள்' (Linear polymers) எனப்படுகின்றன.

சில சந்தர்ப்பங்களில் முப்பரிமாண வலைபோன்று பல்பகுதியங்கள் உருவாகும். அதற்கான காரணம் அப்பல்பகுதியங்களில் தாக்கமுறுந்தன்மையுள்ள இரண்டுக்கு மேற்பட்ட இடங்கள் இருத்தலாகும். உதாரணமாக, பீனோல் இனைக் கருதும்போது அதன் பென்சீன் கரு சார்பாகப் பிரதியீட்டுத் தாக்கங்கள் நிகழக்கூடிய இடங்கள் மூன்று ஆகும். பீனோலுக்கும் போமல்டிஹை-கட்டுக்கும் இடையிலான தாக்கத்தின் மூலம் முப்பரிமாண வலையாகிய பல்பகுதியங்கள் உருவாக்கப்படும். அது பேக்குலைற்று எனப்படும். அதுவும் ஓர் ஒடுக்கல் தாக்கமாகும்.

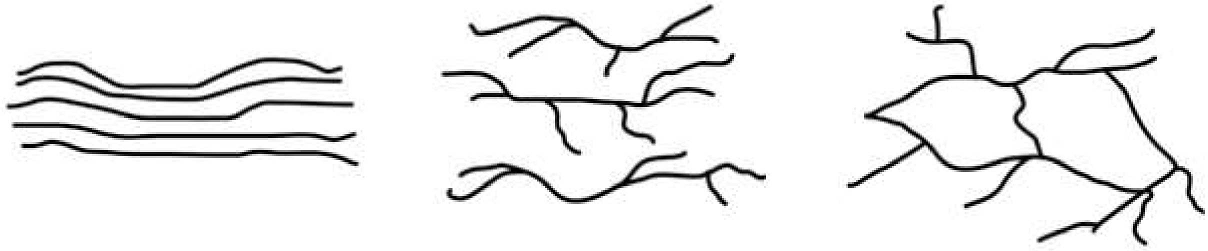



**உரு: 1.13** பீனோலுக்கும் போமலிடிகைட்டுக்கும் இடையிலான தாக்கத்தின் மூலம் பேக்குலைற்று உருவாதல்.

இவ்வாறான ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் திட்டவட்டமான மீண்டுவரும் அலகொன்றினை முன்வைக்க முடியாது.

பல்பகுதிய மூலக்கூறின் அமைப்புத் தன்மைக்கேற்ப, அதாவது நீட்டல் அல்லது கிளை கொண்ட அல்லது வலை போன்ற என வகைப்படுத்தலாம். PS, PVC, PTFE, PET போன்றவற்றின் பல்பகுதிய மூலக்கூறுகள் சங்கிலி போன்று நீட்டாக அமைந்துள்ளன.




**உரு: 1.14** பல்பகுதிய மூலக்கூறுகளின் அமைப்புத் தன்மை

நீட்டல் மற்றும் கிளைகொண்ட பல்பகுதிய மூலக்கூறுகள் ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறாகிய மூலக்கூறு களாக வெவ்வேறு விதமாகப் பொதிந்துள்ளன. சிலபோது மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக் கொன்று மிக நெருக்கமாகவும் ஒழுங்காகவும் பொதிந்துள்ள பிரதேசங்களும் உண்டு. அவ்வாறன பிரதேசங்கள் பளிங்குருப் பிரதேசங்கள் எனப்படும். சில இடங்களின் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுட-னொன்று ஒட்டிப் பின்னிப் பிணைந்து முறுக்குதலுடன் காணப்படலாம். அவ்வாறான பிரதே சங்கள் பளிங்குருவற்ற பிரதேசங்கள் எனப்படும். சில பல்பகுதியப் பொருள்கள் முற்றுமுழு-தாகப் பளிங்குருவற்றவையாகும். மேலும் சில பல்பகுதியங்களில் ஓரளவுக்குப் பளிங்குருப் பிரதேசங்கள் காணப்படும். அப் பதார்த்தங்கள் குறைப்பளிங்குருவுள்ள (Semicrystalline) பல்பகுதியப் பதார்த்தங்கள் எனப்படும். இதற்கான உதாரணமாகப் பொலிஎதிலீனைக் குறிப்பி டலாம். பளிங்குருவற்ற பல்பகுதிய தாள்களுக்கு (Sheet) ஊடாக ஒளி நன்கு புகுவதில்லை. பளிங்குருப் பிரதேசங்களால் ஒளிக்கதிர்கள் சிதறப்படும் (Scattering). எனவே ஒளியூடுபுகவிடும் தன்மை சற்றுக் குறைவடையும்.

**உரு: 1.15** நீட்டல் மற்றும் கிளைகொண்ட பல்பகுதிய மூலக்கூறுகள் பொதிந்துள்ள விதம்

பொலிஎதிலீன் தொகுக்கப்படும் விதத்துக்கேற்ப, கிளை கொண்ட அமைப்புக் கிடைக்கும் வகை யிலும் உற்பத்தி செய்யலாம். நீட்டல் பொலிஎதிலீன் மூலக்கூறுகள் மிக நன்றாக ஒன்றுட-னொன்று நெருக்கமாகப் பொதிந்துள்ளமையால் அடர்த்தி கூடிய பிரதேசங்கள் அதிகரிக்கும். அவ்வாறான பொலிஎதிலீன் உயர் அடர்த்தி, பொலிஎதிலீன் (High Density Poly Ethylene - HDPE) என அழைக்கப்படும். கிளை பிரிந்துள்ளபோது அம்மூலக்கூறுகள் அவ்வளவு நெருக்கமா-கப் பொதிவதில்லை. எனவே அடர்த்தி குறைவானது. அங்கு பளிங்குருவற்ற பிரதேசங்கள் அதிகமாகக் காணப்படும். அவ்வாறான பொலிஎதிலீன் தாழ் அடர்த்திப் பொலிஎதிலீன் (Low Density Poly Ethylene - LDPE) எனப்படும். பளிங்குருப் பிரதேசங்கள் உள்ள பிளாத்திக்கின் ஒளியூடுபுகவிடும் இயல்பு குறைவானதாகும்.

### 1.11.1 இறப்பரும் பிளாத்திக்கும்

மீண்டும் மீண்டும் மிக உயர்வான மீளியல்பைக் காட்டும் பல்பகுதியப் பதார்த்தங்கள் இறப்பர் எனப்படும். இறப்பர் கொண்டுள்ள மீளியல்பைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். ஒரு பகுதியங்களில் ஆரம்பித்து, இறப்பர் என அழைக்கப்படும் பல்பகுதியங்களை உற்பத்தி செய்யலாம். அவை செயற்கை இறப்பர் எனப்படும் (உதாரணம்: நைத்திரைல் இறப்பர்). இறப்பர் மரப்பாலில் இருந்து

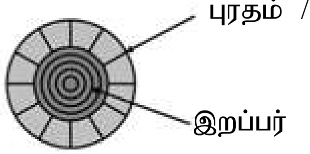
உயர் மீள்தன்மையுள்ள பல்பகுதியம் (இறப்பர்) பெறப்படுகிறது. இது இயற்கை இறப்பர் (Natural Rubber / NR) எனப்படும்.

வரையறைப்பட்ட மீளியல்பைக் கொண்ட பல்பகுதியப் பதார்த்தங்களைப் பிளாத்திக்கு எனலாம். உதாரணமாக PVC, PET, PP, PE போன்ற பல்பகுதியப் பதார்த்தங்கள் பிளாத்திக்கு எனப்படுகிறது. அவற்றின் வரையறைப்பட்ட மீளியல்பு எல்லையை விஞ்சிச் செல்லுமாறு அவை இழுக்கப்படுமாயின், மீளாத்தன்மையுடையதாக வடிவத்தில் வேறுபாடு ஏற்படும். பிளாத்திக்குப் பொருள்களை வெப்ப மிறுக்கும் வகை (thermosetting), வெப்பமிளக்கும் (thermoplastics) வகை என மேலும் வகைப்படுத்தலாம். வெப்பமிளக்கும் பிளாத்திக்கில் ஏகபரிமாண பல்பகுதிய மூலக்கூறுகளோ கிளை கொண்ட பல்பகுதிய மூலக்கூறுகளோ காணப்படும். வெப்பமிறுக்கும் பல்பகுதியங்களில் வலையுரு வில் அமைத்த மூலக்கூற்று அமைப்பு காணப்படும். பிளாத்திக்குப் பொருள்களை வெப்பமேற்றி மென்மையாக்கலாம். எனவே வெப்பமேற்றி மென்மையாக்கித் தேவையான வடிவத்தைப் பெறுவது இலகுவானது. பின்னர் குளிரச் செய்து அவ்வடிவத்தை உறுதியாக்கிக் கொள்ளலாம். இதற்கான உதாரணங்களாக PVC, PE, PS போன்றவற்றைக் குறிப் பிடலாம். வெப்பமிறுக்கும் பல்பகுதியப் பொருள்களை அவ்வாறு மென்மையாக்க முடியாது. உதாரணமாக பீனோல் போமலிடிகைட்டை (பேக்குலைற்று) குறிப்பிடலாம்.

### 1.11.2 இயற்கை இறப்பர்

இறப்பர் மரத்தின் (Heve a *Braziliensis*) பால் உறைவதால் கிடைக்கும் அதிக மீளியல்பு கொண்ட பதார்த்தமே இயற்கை இறப்பர் (Natural Rubber/NR) எனப்படுகின்றது.

இறப்பர் மரத்தின் பட்டையைச் சீராகச் சீவுவதன் மூலம் இறப்பர் பால் சேகரிக்கப்படும். பாலில் ஏறத்தாழ 60% - 65% நீரும், 30% - 35% வரை இறப்பரும் அடங்கியுள்ளன. இறப்பர் பாலில் மிகச் சிறிய துணிக்கைகளான இறப்பர் துணிக்கைகள் பரம்பியுள்ளமையால் அது கூழ்க் கரைச லாகக் காணப்படும். இக்கூழ்க் கரைசலில் எளிய வெல்லங்களும் உப்பு வகைகளும் கரைந்த நிலையில் காணப்படும்.

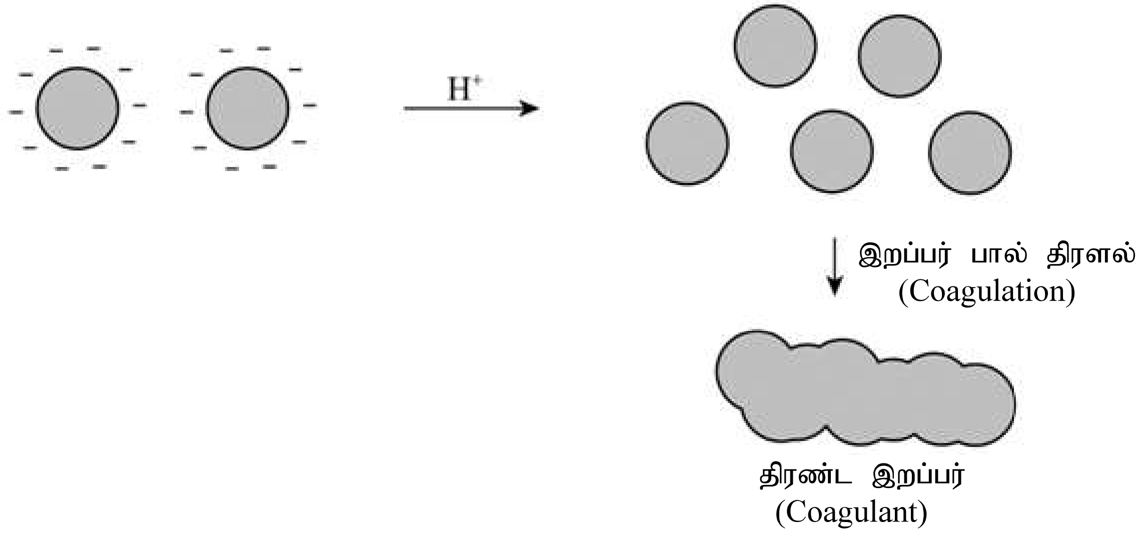



உரு: 1.16 இறப்பர் துணிக்கை

இறப்பர்த் துணிக்கையைச் சூழ இலிப்பிட்டும் புரதமும் அடங்கியுள்ள ஒரு படை காணப்படும். அதன் உள்ளே இறப்பர் மூலக்கூறுகள் உண்டு. இறப்பர் துணிக்கையின் வெளிப்புறப் படையில் $-COO^-$ கூட்டங்கள் உண்டாதலால் வெளிமேற்பரப்பு மறையேற்றமுடையதாகும். அம்மறையேற்றம் கொண்ட துணிக்கைகளுக்கு இடையே நிலைமின் தள்ளுகை விசைகள் தொழிற்படுகின்றமை யால் அத்துணிக்கைகள் கரைசல் முழுவதிலும் பரம்பிக் காணப்படும்.

**உரு: 1.17** இறப்பர் துணிக்கையின் வெளிப்புறப்படையில் மறையேற்றங்கள் பரம்பிக் காணப்படும் விதம்

மறையேற்றம் கொண்ட மேற்பரப்புக்களுக்கு இடையிலான தள்ளுகை விசை காரணமாக அவை ஒன்றுடனொன்று இணைவதில்லை. அமிலம் சேர்ப்பதால் $H^+$ அயன்களால் $-COO^-$ கூட்டங்கள் நடுநிலையாக்கப்படுவதால், அத்துணிக்கைகள் மின்நடுநிலை நிலைமையை அடையும். அத் துணிக்கைள் ஒன்றுடனொன்று இணைந்து ஒரு திணிவாகப் படியும். இது இறப்பர் பால் திரளல் எனப்படும்.




**உரு: 1.18** இறப்பர் பால் திரளும் விதம்

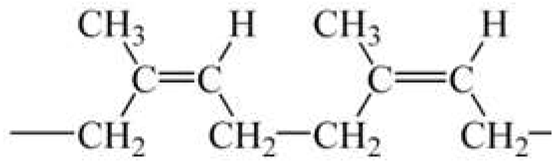
இறப்பர் பாலில் உள்ள உப்புக்கள், வெல்லம், அமினோ அமிலங்கள் போன்றவை அடங்கியுள்ளமையால் அது நுண்ணங்கிகளின் தொழிற்பாட்டுக்கும் பொருத்தமான ஓர் ஊடகமாகும். நுண்ணங்கித் தொழிற்பாடு காரணமாக விடுவிக்கப்படும் அமிலங்கள் காரணமாக இறப்பர் பால் திரளும். எனவே இறப்பர் பாலைச் சேகரித்த பின்னர் உற்பத்திச் செயன்முறைக்கு உட்படுத்தப்படும் வரையில் நுண்ணங்கித் தொழிற்பாட்டை நிறுத்தி வைத்திருப்பதன் மூலம் பால் திரளுவதைத் தடுக்கலாம். அமோனியாக் கரைசல் சேர்ப்பதால், பால் கரைசலில் மூலத்தன்மையை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் பால் திரளுவதைத் தவிர்த்துக் கொள்ளலாம். ஊடகம் அமிலத்தன்மை பெறுவதை அமோனியா தடுப்பதால் இறப்பர் துணிக்கைகளைச் சூழவுள்ள மறை ஏற்றங்கள் உறுதிபெறும். இந்த மூலத்தன்மையின் காரணமாக நுண்ணங்கிகளின் தொழிற்பாடு தடைப்படும்.

இறப்பர் மரம்
↓
இறப்பர் பால்

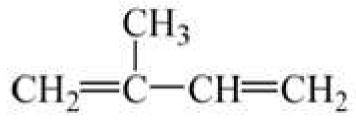
இறப்பர் பால் கரைசலை அடிப்படையாகக் கொண்ட உற்பத்திகள்
↓
இறப்பர் கையுறை (Gloves)

இறப்பர் பால் திரளுதல்
↓
இறப்பர் தாள் (Sheet)
↓
திண்மநிலை இறப்பர் வகைகள்
(உதாரணம்:- புகையூட்டிய இறப்பர் தாள் (SSR)
↓
திண்ம இறப்பர் சார்ந்த உற்பத்திகள்
↓
டயர், இறப்பர் காற்துடைப்பம், செருப்பு

இயற்கை இறப்பர் மூலக்கூறின் மீண்டுவரும் அலகு சார்ந்ததாக இரட்டைப் பிணைப்புக் காபனில் இரண்டு $-CH_2$ கூட்டங்களும் ஒரு $-CH_3$ கூட்டமும் உள்ளன. அம் மூலக்கூறில் $-CH_2$ கூட்டத்தின் அமைப்புக்கேற்ப அவை சிஸ்–1 (cis), 4–பொலிஐசொப்பிரின் எனப்படும். திரான்ஸ் –1, 4– பொலிஐசொப்பிரின் எனப்படும் இயற்கைப் பல்பகுதியம் மீளியல்பைக் காட்டுவதில்லை. அதில் உள்ள அடுத்தடுத்த $-CH_2$ கூட்டங்கள் இரண்டுக்கு இடையிலான இடைவெளி உச்ச அளவானது.



ஐசொப்பிரின் எனப்படும் ஒரு பகுதியத்தைப் பல்பகுதியாக்கத்துக்கு உட்படுத்தி, பொலிஐசொப்பிரினைத் தொகுக்கலாம். அவ்வாறு பெறப்படும் இறப்பர் செயற்கை இறப்பர் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். அச்செயற்கை இறப்பரானது IR - ISoprine Rubber எனப்படும்.

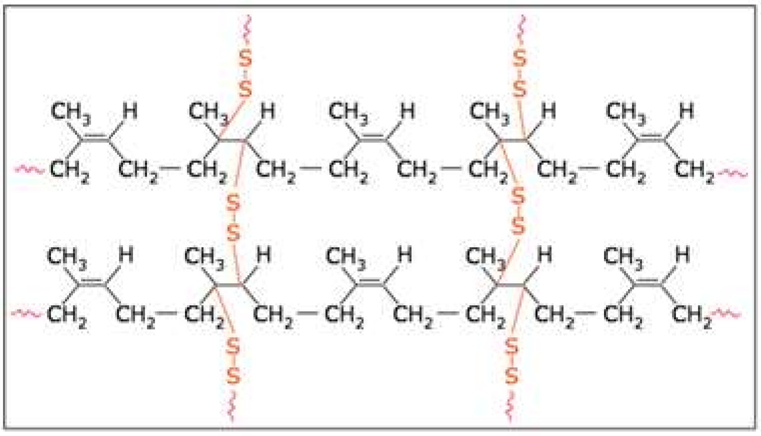


ஐசொப்பிரின்

செயற்கைப் பொலிஐசொப்பிரினானது ஒருபகுதியம் ஐசொப்பிரினாகுமெனினும் இயற்கை இறப்பரின் ஒரு பகுதியமாக அதனைக் குறிப்பிட முடியாது. இறப்பர் தாவரத்தில் மிகச் சிக்கலான உயிரிசாயனத் தாக்கங்களின் மூலம் இறப்பர் மூலக்கூறுகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றமையே அதற்கான காரணமாகும்.

### 1.11.3 இயற்கை இறப்பரை வற்கனைற்றுப்படுத்தல்

இயற்கை இறப்பரின் இழுபடும் இயல்புக்குக் காரணம் cis–பொலிஐசொப்பிரின் சங்கிலிகள் காணப்படுவதாகும். எனினும் இறப்பரின் மீளியல்பைக் கைத்தொழில் ரீதியில் மாற்றியமைப்பதற்கும் வலிமையூட்டுவதற்குமாக நிறைப்படி 1% - 3% வரையில் கந்தகம் சேர்த்து வெப்பமேற்றப்படும். அதுவே இறப்பர் வற்கனைற்றுப்படுத்தல் எனப்படுகின்றது. அதன்போது பொலிஐசொப்பிரின் பிணைப்புக்களுக்கு இடையே கந்தகத்தினால் குறுக்குப் பிணைப்புக்கள் அமைக்கப்படுவதால் அவற்றின் மீளியல்பு அதிகரிப்பதோடு, இழுத்த பின்னர் மீண்டும் ஆரம்ப நிலையை அடையும் தன்மை அதிகரிக்கும். நிறைப்படி 25% - 35% வரை கந்தகம் சேர்ப்பதால் எபனைற்று கிடைக்கின்றது. எபனைற்று மீளியல்புடையதன்று. அதற்கான காரணம் இறப்பர் மூலக்கூறுகளின் இரட்டைப் பிணைப்புக்கள் சார்ந்த தொழிற்படுதன்மை காரணமாக கந்தகத்துடன் பெருந் தொகையான குறுக்குப் பிணைப்புக்களை அமைத்தல் ஆகும். சிறப்பான அளவு கந்தகம் சேர்ந்து வற்கனைற்றுப்படுத்திய இறப்பர் ஒட்டுத் தன்மையற்றது; சிறந்த மீளியல்பையும் உயரிய பொறிமுறை இயல்புகளையும் கொண்டது. கந்தகக் குறுக்குப் பிணைப்புக்கள் மூலம் இறப்பர் மூலக்கூறுகள் பிணைக்கப்பட்டுள்ள விதம் கீழே படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இறப்பர் மூலக்கூறுகள் பிணைக்கப்பட்டுள்ள விதம்

### 1.11.4 பல்பகுதியங்கள் சார்ந்த உற்பத்திகளில் பயன்படுத்தப்படும் சேர்மானங்கள் (Additives)

பல்பகுதியப் பொருள் உற்பத்தியின்போது உற்பத்திப் பொருள்களின் இயல்புகளை மேம்படுத்துவதற்காகவும் உற்பத்திச் செலவைக் குறைப்பதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களே கூட்டற் பதார்த்தங்கள் எனப்படுகின்றன. குறிப்பாக நிரப்பிகள் (Fillers) சேர்ப்பதன் மூலம் முடிவுப் பொருளின் உரிய பருமன் (கனவளவு) பெறப்படும். இறப்பரைப் பயன்படுத்தி டயர் உற்பத்தி செய்யும்போது நிரப்பிப் பொருளாகக் காபன் பிலக் (Carbon black) பயன்படுத்தப்படும். காபன் பிலக் சேர்ப்பதால் நல்ல இயல்புகளும் அதிகரிக்கும். உதாரணமாக உறுதி அதிகரித்தல், சார்பளவில் குறைவாகத் தேய்வடைதல் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம். எனினும், டயர் தேய்வடையும்போது இக்காபன் பிலக் துணிக்கைகள் சூழலில் சேர்வதால் சூழல் சார்ந்த பிரச்சினைகள் ஏற்படுவதற்கு அது காரணமாக அமையும். வற்கனைற்றுப்படுத்துதலின் வினைத்திறனை அதிகரிப்ப தற்காக பல்வேறு சேதன ஊக்கிகளும் ZnO போன்ற ஊக்கித் தூண்டிப் பதார்த்தங்களும் பயன்படுத்தப்படும். இவ்வாறான சேதன ஊக்கிகளுள் பெரும்பாலானவை நச்சுத்தன்மையுடையவை. பிளாத்திக்கு உற்பத்தியிலும் பல்வேறு நிரப்பிப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படும். கல்சியம் காபனேற்று அவற்றுள் ஒன்றாகும். பிளாத்திக்குப் பொருள் உற்பத்தியின்போது நெகிழ்தன்மையை / வளையும் தன்மையை அதிகரிப்பதற்காக இளக்கி (Plasficizer) சேர்வைகள் சேர்க்கப்படும். உதாரணமாக PVC ஐப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் நீர்க்குழாய்கள் விறைப்பானவை. அவற்றின் நெகிழ்தன்மை/ வளையும் தன்மை குறைவானது. எனினும் PVC இனைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் வீட்டு மின் வடங்களின் புறக்கவசம் நெகிழ் / வளையும் தன்மையுடையது. அதற்கான காரணம் அம்மின் வடங்களின் புறக் கவசத்தை PVC இனைக் கொண்டு உற்பத்தி செய்யும்போது அதனுடன் இளக்கிப் பொருள் சேர்க்கப்பட்டிருத்தலாகும். இளக்கிப் பொருள் சேர்ப்பதால் வளைதன்மை கிடைக்கின்றது. அத்தோடு தீப்பற்றக்கூடிய தன்மையைக் குறைப்பதற்காகக் சேர்மானங்கள் சேர்க்கப்படும். மேலும் கழியூதாக் கதிர்கள் காரணமாக ஏற்படும் பாதிப்புக்களைத் தடுப்பதற்காகவும் பல்வேறு கூட்டற் பொருள்கள் சேர்க்கப்படும். இதற்காக சேர்மானங்கள் சொற்ப அளவுகளில் சேர்க்கப் படும். பிளாத்திக்கு உற்பத்தியில் பயன்படும் இவ்வாறான பெரும்பாலான சேர்மானங்கள் தலேற்றுச் சேர்வைகளாகும். பிளாத்திக்குப் பொருள் உற்பத்தியின்போது பயன்படுத்தப்படும் பெரும்பாலான சேர்மானங்கள் அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியின் தொழிற்பாட்டைப் பாதிக்கும் பொருள்களாக இனங்காணப்பட்டுள்ளன. எனவே உணவுப் பொருட்களைக் களஞ்சியப்படுத்தி

வைப்பதற்கான பொதியிடு பொருள்களாகப் பிளாத்திக்குப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவ-தாயின் இவ்விடயம் குறித்துப் பெரிதும் கவனஞ் செலுத்துவது அவசியமாகும். சேர்மானங்கள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் பிளாத்திக்கு உற்பத்திச் செயன்முறையாக PVC ஐப் பயன்படு-த்தி பிளாத்திக்குப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்தலைக் குறிப்பிடலாம். அதற்கான காரணம் PVC மூலக்கூறுகளில் Cl அணுக்கள் துணைக் காபன் அணுவுடன் இணைந்திருப்பதாகும். அக்காபன் C–Cl பிணைப்புக்கள் எளிதில் உடைவதைத் தவிர்ப்பதற்காக பல்வேறு சேர்மா-னங்கள் பயன்படுத்தப்படும். உற்பத்திச் செயன்முறையின் போது நிலவிய வெப்பநிலைக்கு அல்லது அப்பொருள்கள் R கழியூதாக் கதிர் தாக்கத்திற்கு உள்ளாகும் போது PVC மூலக்கூறு களிலிருந்து HCl வெளியேறும்.

## 1.12 தாவர மூலங்கள் சார்ந்த இரசாயன உற்பத்திகள்

### 1.12.1 வினாகிரி (Vinegar) உற்பத்தி

வினாகிரியின் தொழிற்படு இரசாயனப் பொருள் அசற்றிக்கமிலம் ஆகும். கள்ளு உற்பத்தியில் கிடைத்த விளைபொருளை மேலும் நுண்ணங்கித் தொழிற்பாட்டுக்கு உட்படுத்துவதால் அது அசற்றிக்கமிலமாக ஒட்சியேற்றமடையும். எனவே அமில அளவு 48% வரையில் அதிகரிக்கும். இவ்வாறு உற்பத்தி செய்த வினாகிரி இயற்கை வினாகிரி எனப்படும். பெற்றோலியக் கைத் தொழில் மூலம் பெறும் மூலப்பொருள்களைக் கொண்டு தயாரித்த எதனோலை ஒட்சியேற் றிப் பெறும் அசற்றிக்கமிலத்தைப் பொருத்தமானவாறு ஐதாக்குவதால் செயற்கை வினாகிரி உற்பத்தி செய்யப்படும். இயற்கை வினாகிரியில் உப்புக்கள், எளிய வெல்லங்கள், எசுத்தர்கள், அற்ககோல் போன்றவை சொற்ப அளவுகளில் அடங்கியிருக்கும்.

### 1.12.2 எதனோல் உற்பத்தி

வாசனைத் திரவியங்கள், வாசனையூட்டிகள் போன்றவற்றில் கரைப்பானாக எதனோல் பயன் படுகிறது. இரசாயனத் தாக்கங்களுக்கான ஊடகமாகவும் அது பயன்படுகின்றது. சூழல் நேயமான மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய எரிபொருளாகவும் எதனோலின் பயன்பாடு அதிகரித்து வருகின்றது. உயிர்த் திணிவைப் பயன்படுத்தி நுண்ணங்கித் தொழிற்பாடு மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் எதனோல் உயிர் எதனோல் (Bio ethanol) எனப்படும்.

எதிலீன் நீரேற்றம் மூலம் அல்லது மதுவத்தின் முன்னிலையில் வெல்லம் அல்லது மாப்பொருள் நொதிப்பதன் மூலம் அல்லது தொழில் முறை ரீதியில் எதனோல் உற்பத்தி செய்யப்படும். அற்ககோல் பானங்களில் அடங்கியுள்ள அற்ககோலானது வெவ்வேறு தாவர மூலங்களிலி ருந்து பெறப்படும்.

உதாரணம்:- திராட்சை (உவைன்)
வாற்கோதுமை (பார்ளி - பியர்)

தொழில்முறை ரீதியில் வெல்லப்பாகு மொலாசஸ் (molasses) மற்றும் தானியங்கள் மூலம் அற்ககோல் உற்பத்தி செய்யப்படும். செறிந்த எதனோல் கரைசலில் மதுவங்களால் உயிர்வாழ் முடியாததாகையால் எதனோல் செறிவு ஏறத்தாழ 12% ஆகப் பேணப்படும்.

நொதிப்பு மூலம் பெற்ற நீர்க்கரைசலைக் காய்ச்சிவடித்தல் மூலம் உயிரியல் அற்ககோல் மட்டத்தைக் கொண்ட உற்பத்திகள் பெறப்படும்.

உதாரணம்:- பிறண்டி (ஏறத்தாழ 40%) - வைன் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம்
சாராயம் (ஏறத்தாழ 40%) - தென்னங்கள்ளு காய்ச்சி வடித்தல் மூலம்

நீர்மய எதனோலைப் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் பெறக்கூடிய உச்ச எதனோல் செறிவு 96.5% ஆகும். இது தூய்தாக்கிய மதுசாரம் (Rectified spirit) எனப்படும்.

இன்றைய உலகில் மதுப் பயன்பாடு குறித்து நோக்குமிடத்து சாராயம் மிகப் பயங்கரமான ஒரு மதுபானமாகும் எனும் வைத்திய நிபுணர்களின் கூற்றை இங்கு குறிப்பிடலாம். சந்தையில் கிடைக்கும் ‘சாராயம்’ என்பது யாது என நாம் இப்போது நோக்குவோம். சாராயத்தில் அடங்கி யுள்ள பிரதானமான கூறு எதனோல் ஆகும். தற்கால உலகில் எதனோல் உற்பத்தி செய்யும் முறைகள் பல உள்ளன. அவற்றுள் சில முறைகளின் மூலம் இலங்கையில் எதனோல் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. சட்டரீதியான அனுமதியுடன் எதனோல் உற்பத்தி செய்யும் முறைகளாக நொதித்த தென்னங்கள்ளிலிருந்தும், கருப்பஞ்சீனி உற்பத்தியின் பக்கவிளைவாகக் கிடைக்கும் வெல்லப்பாகில் (Molasses) இருந்தும் எதனோல் உற்பத்தி செய்தலைக் குறிப்பிடலாம்.

தென்னை மரத்தில் உள்ள இளந் தென்னம் பூந்துணரைச் சீவிப் பெறும் சாற்றை அதாவது பதனீரை நொதிக்கச் செய்வதன் மூலமே தென்னங்கள்ளு உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.

வளியில் மிதந்த நிலையில் காணப்படும் மதுவம் போன்ற பங்கசு வித்திகள் பதனீரின் மீது பதிந்து அதில் உள்ள வெல்லத்தை ஆதாரப் படையாகக் கொண்டு வளர்ச்சியடைதலும், அம் மதுவக் கலங்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் நொதியங்களால் அவ்வெல்லம் படிப்படியாக மதுசாரமாகவும் காபனீரொட்சைட்டாகவும் மாற்றமடைதலே நொதித்தல் செயன்முறையின்போது நிகழுவதாகும்.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{சுக்குரேசு}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

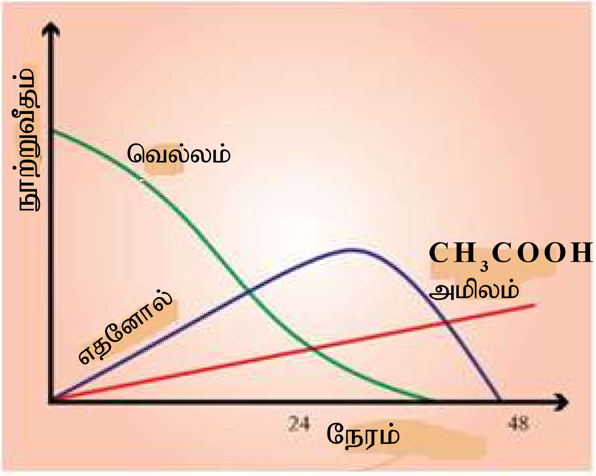
சுக்குரோசு (குளுக்கோசு) (புரற்றோசு)
(ஒரு சக்கரைட்டு வெல்லம்)

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

எதனோல்

பதனீரானது இவ்வாறாக ஏறத்தாழ இரண்டு (2) நாட்களுள் நொதித்துக் கள்ளாக மாறும் அதே வேளை வெல்லச் செறிவு படிப்படியாகக் குறைவடையும்.

நொதித்த கள்ளைத் தொடர்ந்தும் வைத்திருப்பதால் பற்றீரியாக்களால் கள்ளில் உள்ள மதுசாரம் ஒட்சியேற்றமடையத் தொடங்குவதால், அது படிப்படியாக அசற்றிக்கமிலமாக மாற ஆரம்பிக்கும். அதாவது மதுசாரச் சதவீதம் குறைவடைவதோடு அமிலச் சதவீதம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்.




**உரு: 1.20** நொதித்தலின்போது பதனீரின் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

**பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல்**

கொதிநிலை ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்ட, ஒன்றுடனொன்று நன்கு கலக்கக்கூடிய கூறுகளாலான கரைசலொன்றிலிருந்து அக்கூறுகளை வேறாக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் காய்ச்சி வடித்தல் நுட்ப (Technics) முறையே பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தல் எனப்படும்.

அட்டவணை: 1.3 சில சேர்வைகளின் கொதிநிலை

| **சேர்வை** | **கொதிநிலை / $^0$C** |
|---|---|
| மெதனோல் | 64.6 |
| எதனோல் | 78.5 |
| புரொப்பன் - 1 - ஓல் | 97.1 |
| புரொப்பன் - 2 - ஓல் | 82.4 |
| பியுற்றனல் | 74.7 |
| பியுற்றனோன் | 79.5 |
| எதையில் எதனோரேற்று | 77.2 |

தென்னங்கள்ளுத் தவிர்ந்தவிடத்து காபோவைதரேற்றுக்கள் அடங்கியுள்ள தாவரப் பகுதி-களைப் பயன்படுத்தியும் எதனோல் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. உதாரணமாக பீற்றுக்கிழங்கு, உருளைக் கிழங்கு, பழங்கள், அரிசி போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இவ்வாறன தாவரப் பகுதிகள் நொதிக்கும்போது மதுசாரத்துக்கு மேலதிகமாக எசுத்தர்கள், அல்டிகைட்டுக்கள், கீற்றோன்கள் போன்ற சேர்வைகளும் உற்பத்தியாகும். அவையும் நீர் கலவையுடன் சேரும். இவற்றின் கொதிநிலையும் எதனோலின் கொதிநிலை வீச்சுக்குள் அடங்குமாயின் எதனோலுடன் கூடவே ஆவியாகி எதனோல் அடங்கியுள்ள வடிதிரவத்துடன் சேரும்.

இச்செயன்முறையின் முதலாவது காய்ச்சி வடியில் (distillete) பிரதானமாக அடங்கியிருப்பது மெதனோல் ஆகும். வைன் மதுசாரத்தில் அடங்கியிருக்கும் மெதனோல் நச்சுத்தனமையுடையது. காய்ச்சி வடித்தலின் இரண்டாம் பகுதியில் பிரதானமாக அடங்கியிருப்பது எதனோல் ஆகும். மிக உயர் வெப்பநிலையில் கிடைக்கும் மூன்றாவது பகுதியில் கூடியளவில் மதுசாரம் அடங்கி யிருக்கும். அது பியுசல் எண்ணெய் (Fusel oil) எனப்படும்.

### 1.12.3 சாற்றுத்தைலங்கள் (Essential Oils)

தாவரப் பதார்த்தங்களிலிருந்த பிரித்தெடுக்கப்படும் நீரில் கரையாத ஆவிப்பறப்புள்ள திரவங்கள் சாற்றுத்தைலங்கள் எனப்படும்.

நறுமண நெய்கள் அதாவது சாற்றுத்தைலங்கள் உணவுகளுக்கு நறுமணமூட்டுவதால் அவ்வுணவு களின் மீதான விருப்பு அதிகரிக்கும். மேலும், உடலில் வாசனைத் திரவியங்கள் பூசிக் கொள்ளலானது கவர்ச்சி அதிகரிக்க ஏதுவாகும். இன்றைய உலகில் வணிகத்துறையில் வாச-னைத் திரவியங்கள் மற்றும் சுவையூட்டிகளுக்கு நல்ல கேள்வி உள்ளது. பண்டைய அரசர்கள் கூட வாசனைத் திரவியங்கள் பயன்படுத்தியதாக வரலாற்றில் பதிவாகியுள்ளது.

இவ்வாறான வாசனைத் திரவியங்கள் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளிலிருந்தும் பெறப்படும் எளிதிலாவியாகும் தன்மையுள்ள எண்ணெய்களைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படு கின்றது. வெவ்வேறு சாற்றுத் தைலங்கள் அவற்றுக்கே உரித்தான சிறப்பான மணத்தைக் கொண்டிருக்கும்.

கறுவா, கராம்பு, எண்ணெய்ப்புல், ஏலக்காய், வின்ரகிரீன் போன்ற தாவரங்களின் பகுதிகளிலி ருந்தும் சில விலங்குகளிலிருந்தும் சாறெண்ணெய் பெறப்படுகின்றது. தாவரங்களைப் போன்றே விலங்குகளிலும் அவற்றின் விசேட உடற்பகுதிகள் சாறெண்ணெய்களைக் கொண்டுள்ளன.

அட்டவணை:1.4 சாறெண்ணெய் அடங்கியுள்ள பகுதிகளும், அவற்றுக்கான சில உதாரணங்களும்

| நறுமண நெய் அடங்கியுள்ள பகுதி | உதாரணம் |
|---|---|
| வேர் | கறுவா, வெட்டிவேர் |
| தண்டு | சந்தனம் |
| பட்டை | கறுவா |
| இலை | சிற்றனெல்லா, கறுவா, யுக்கலிப்ரஸ், சேவியப்புல் (Lemon grass), கொய்யா |
| பூவரும்பு | கராம்பு |
| பூ | மல்லிகை, ரோசா |
| காய் | தோடை, எலுமிச்சை |
| வித்து | ஏலம், சாதிக்காய் |

#### சாறெண்ணெய் பிரித்தெடுக்கும் முறைகள்

(1) கொதிநீராவிக் காய்ச்சி வடிப்பு (Steam distillation)

(2) கரைப்பான் பிரித்தெடுப்பு (solvent extraction)

(3) அழுத்துதல் (Pressing)

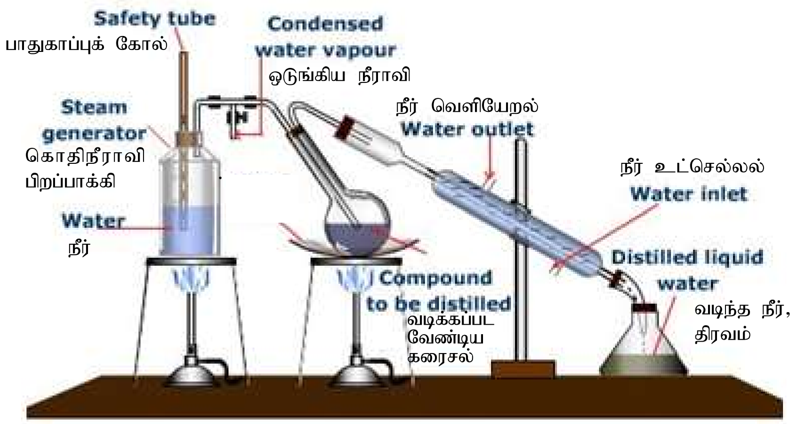
#### கொதிநீராவிக் காய்ச்சி வடிப்பு

பெரும்பாலான சாறெண்ணெய் வகைகள் வெப்பம் காரணமாகப் பிரிகையடையவோ, பல் பகுதியாக் கத்துக்கு உட்படக்கூடியவை. எனவே அவற்றை உயர் வெப்பநிலைகள் வரை வெப்ப மேற்றுவது பொருத்தமானதல்ல. எனவே இவ்வெண்ணெய்கள் கொதிநீராவியைக் காய்ச்சி வடித்தலுக்கு உட்படுத்தி, தாழ் வெப்பநிலைகளில் பிரித்தெடுக்கப்படும். இத்தோற்றப்பாட்டை பகுதியமுக்க

விதியின் மூலம் விளக்கலாம். சாறெண்ணெய் அடங்கியுள்ள தாவரப் பகுதிகளையும் நீரையும் கொண்ட தொகுதியை வெப்பமேற்றும்போது, அவ்விழையங்கள் சேதமடைந்து எளிதிலாவியாகும் சேர்வைகள் விடுவிக்கப் படும். அத்தொகுதியின் வாயு வலயத்தில் நீராவியும் எளிதிலாவியாகும் சேர்வைகளும் உண்டு. தொகுதி கொதிக்கும் வெப்பநிலையில் நீராவியினாலும் சாறெண்ணெய் ஆவியினாலும் ஏற்படுத்தப் படும் அமுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகை புற வளிமண்டல அமுக்கத்தறிகுச் சமமானது. எனவே அவ்வெப்பநிலையில்,

நீராவியின் பகுதியமுக்கம் (நிரம்பிய ஆவியமுக்கம்) $= P_{H_2O}$
சாறெண்ணெய் ஆவியின் பகுதியமுக்கம் (நிரம்பிய ஆவி அமுக்கம்) $= P_A$
ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத தொகுதியிள் மொத்த அமுக்கம் $= P$
தாற்றனின் பகுதியமுக்க விதிப்படி, மொத்த அமுக்கம் $\mathbf{P = P_{H_2O} + P_A}$

P(மொத்த அமுக்கம்) வளிமண்டல அமுக்கத்துக்குச் சமமாகும்போது கலவை கொதிக்குமாயின், கலவையின் கொதிநிலையானது, தூய நீரினதும் சாறெண்ணெய்யினதும் கொதிநிலையை விடக் குறைவானது. எனவே $100\ ^0C$ இற்கும் நறுமண நெய்யின் கொதிநிலை ஆகிய இரண்டையும் விடக் குறைவான வெப்பநிலையில் நறுமண நெய்யைக் காய்ச்சி வடித்துப் பெறலாம்.




**உரு: 1.21** கொதிநீராவிக் காய்ச்சி வடிப்பு மூலம் நறுமண நெய் பிரித்தெடுத்தல்

சாறெண்ணெய் அடங்கியுள்ள தாவரப்பகுதிகள் உள்ள பாத்திரத்தினுள் வேறாக அல்லது கொதிநீராவி பிறப்பாக்கி மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் கொதிநீராவி அனுப்பப்படும். இவ்வாறாக வேறாக அல்லது கொதிநீராவி பிறப்பாக்கியினால் கொதிநீராவியை அனுப்புவதால் கொதி நீராவியின் கனமானப் பாய்ச்சலைக் கட்டுப்படுத்த முடிவது ஓர் அனுகூலமாகும். இவ்வாறாக, தாவரப் பகுதிகள் உள்ள பாத்திரத்தினுள் கொதிநீராவி வருவதால், அக்கொதிநீராவியின் மூலம் கிடைக்கும் வெப்பம் காரணமாகத் தாவரக் கலங்கள் அழிந்து எளிதிலாவியாகும் சேர்வைகள் விடுவிக்கப்படும். ஆவி ஒடுங்குவதால் ஓரளவுக்கு அங்கு நீராவி ஒன்று சேரும். தொடர்ந்தும் நீராவி வரும்போது திரவ மேற்பரப்பின் மேற்பகுதியில் நீராவி, சாறெண்ணெய் ஆவி ஆகிய கூறுகளின் ஆவியமுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகையினது மொத்த அமுக்கமானது வளிமண்டல அமுக்கத்துக்குச் சமமாகும் போது தொகுதி கொதிக்கத் தொடங்கும். அப்போது தாவரப் பகுதிகளில் உள்ள சாறெண்ணெய்யும் நீருடன் ஆவி வலயத்துடன் சேரும். எவ்வாறாயினும், தொடர்ச்சியாக நீராவித் தாரை பாய்வதால் பாத்திரத்தில் இருந்து வெளியேறும் வாயுத் தாரையில் நீராவியும் சாறெண்ணெய் ஆவியும் அடங்கியிருக்கும். இந்த ஆவியை ஒடுக்கியொன்றின் ஊடாகச் செலுத்திக் குளிரச் செய்வதன் மூலம் காய்ச்சி வடித்த நீர், சாறெண்ணெய் ஆகிய இரண்டு திரவப் படைகள் கிடைக்கும். அப்படைகளை எளிதாக வேறாக்கிக் கொள்ளலாம்.

**கறுவா எண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள பிரதான கூறுகள்**

- இலை எண்ணெய் - இயூஜினோல்
- பட்டை எண்ணெய் - சினமல்டிகைட்டு
- வேர் எண்ணெய் - கற்பூரம்

**சித்திரனெல்லா எண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள பிரதான எண்ணெய்க்கூறு** - ஜெரனியோல்

**கரைப்பான் முறையில் சாறெண்ணெய் பிரித்தெடுத்தல்**

சாறெண்ணெய் நன்கு கரையும் கரைப்பானொன்றில் கரைத்த பின் பிரித்தெடுப்பதே இம்முறை யின் கோட்பாடாகும். நீரில் இச்சாறெண்ணெய்களின் கரைதிறன் மிகக் குறைவானதாயினும், சேதனக் கரைப்பான்களில் (உதாரணம்:- பெற்றோலியம் ஈதர், குளோரோபோம், தொலுவீன், எதனோல், ......) மிக இலகுவாக அதிக அளவில் கரையும் தன்மையுடையனவாகும்.

தாவரப் பகுதிகளை இவ்வாறாக ஒரு கரைப்பானில் இட்டுக் குலுக்குவதால், அவற்றில் அடங்கி யுள்ள சாறெண்ணெய் அக்கரைப்பானில் கரையும். பின்னர், கரைப்பானை ஆவியாக்கியோ வேறு முறையிலோ வெப்பமேற்றிய பின் சாறெண்ணெய்யை வேறாக்கிப் பெறலாம்.

**அழுத்துதல் (Press)**

தாவரப் பொருளின் மீது பொருத்தமான அளவு அமுக்கம் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அவற்றில் அடங்கியுள்ள எளிதிலாவியாகும் எண்ணெய்யைப் பிரித்தெடுக்கலாம். புறத்துறி ஞ்சக்கூடிய ஒரு பொருளுடன் சேர்த்து அழுத்துவதால் சாறெண்ணெய்யானது அப்பொருளி னால் புறத்துறிஞ்சப்படும். (உதாரணம்:- மெழுகு தடவிய கண்ணாடித் தட்டுக்களிரண்டுக்கு இடையே தாவரப் பகுதிகளை வைத்து அழுத்துவதால் அவற்றில் அடங்கியுள்ள நறுமண நெய் மெழுகினால் புறத்துறிஞ்சப்படும்.) பின்னர் பிறிதொரு கரைப்பானில் (ஈதர்) கரையச் செய்தபின் நறுமண நெய் மெழுகிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும். அழுத்துதல் முறை அரிதாகவே பயன்பா-ட்டில் உள்ளது. அதற்கான காரணங்கள் வருமாறு:

(1) கிடைக்கும் விளைவு குறைவானதாக இருத்தல்.
(2) சாறெண்ணெய்யுடன் வேறு சேதனப் பொருள்கள் கலந்திருத்தல்.

ஏலக்காய் வித்துக்களிலிருந்து எண்ணெய் பிரித்தெடுப்பதற்காக அழுத்துதல் முறையும் பயன் படுத்தப்படுவதுண்டு.

தென் மாகாணத்தைச் சேர்ந்த அம்பலாங்கொடை ஹிக்கடுவை, பத்தேகமை போன்ற பிரதே சங்களிலேயே பிரதானமாகக் கறுவா இலை எண்ணெய்ப் பிரித்தெடுப்பு மேற்கொள்ளப்படு கிறது. இதற்காக முதலில் கறுவா இலைகள் நிழலான ஓர் இடத்தில் 2 அல்லது 3 நாள்கள் வரை இளங்காற்றில் உலர விடப்படும். இலைகளை இளங் காற்றில் உலர்த்திப் பயன்படுத் துவதற்கான காரணம், அவற்றிலிருந்து இலகுவாக எண்ணெய் பிரித்தெடுக்க முடிதலாகும். அதாவது புதிய இலைகளில் இருந்து பெறவதை விட இலகுவாக உலர்ந்த இலைகளிலிருந்து எண்ணெய் பிரித்தெடுக்கலாம்.

உலர்ந்த இலைகளின் புறத்தோல் உடைவதால், காய்ச்சி வடித்தலின்போது இலகுவாக சாறெண்ணெய்யை வேறாக்கிக் கொள்ளலாம். இளம் இலைகள் மற்றும் முதிர்ச்சியடைந்த இலைகளை விட நடுத்தர வயதுள்ள கறுவா இலைகளே எண்ணெய் பிரித்தெடுப்பதற்கு மிகப் பொருத்தமானவை.

சில காலங்களுக்கு முன்னர் வரை கறுவா எண்ணெய் காய்ச்சி வடித்தலுக்காகச் செப்புக் கொதிகலன்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. கறுவா எண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள இயூசினோலா-னது செப்புடன் தாக்கம் புரிவதால் எண்ணெய் கருமை நிறமாக மாறுவது ஒரு பிரதிகூலமாக அமைந்தது. எனவே தற்காலத்தில் செப்புக் கொதிகலனுக்குப் பதிலாக கறையில் உருக்கு அல்லது அலுமினியக் கொதிகலன்கள் பயன்பாட்டில் உள்ளன.

சிற்றனெல்லா (எண்ணெய்ப்புல்) பொதுவாக அம்பாந்தோட்டை மாவட்டத்திலேயே பயிரிடப் படுகின்றது. சிற்றனெல்லா எண்ணெய்ப்புல் பிரதானமாக மூன்று வகைப்படும்.

(1) சிற்றெண்ணெய்ப்புல்

(2) லேனபட்டு எண்ணெய்ப்புல்

(3) பேரெண்ணெய்ப்புல்

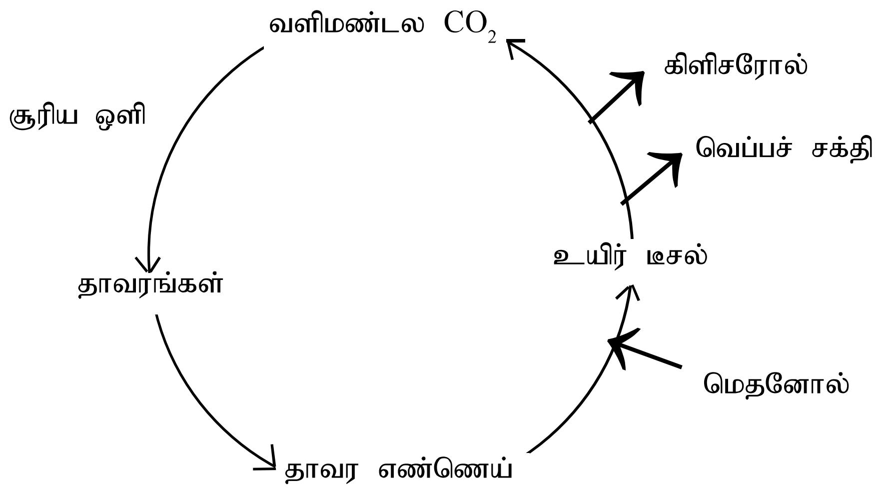
இவற்றுள் முதலிரண்டு வகைகளும் இலங்கைக்கே உரிய தாவரங்களாகும். பேரெண்ணெய்ப்புல் பிலிப்பைன் நாட்டிலிருந்து அறிமுகஞ் செய்யப்பட்ட ஒரு வகையாகும். எண்ணெய்ப்புல்லில் ஜெரனியோல் எனப்படும் சேர்வையில் அடங்கியுள்ள அளவுகளிலேயே அதன் பெறுமதி தங்கி யுள்ளது. ஜெரனியோல் என்பது நிரம்பாத அலிபற்றிக்கு அற்ககோல் ஆகும். பேரெண்ணெய்ப் புல்லின் ஜெரனியோல் அடக்கம் உயர்வானதாகையால் அதற்கான கேள்வி உயர்வாகக் காணப்படுகிறது.

### 1.12.4 உயிர் டீசல் (Bio Diesel)

பெற்றோலிய எரிபொருள்களை வினைத்திறனான எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய எஞ்சின் கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பின்னர் போக்குவரத்துத் துறை துரித முன்னேற்றம் கண்டது. நவீன நாகரிகத்தின் பிரதான வலு முதல் பெற்றோலிய எரிபொருளாகும். இலகுவாகவும் பாதுகாப்பாகவும் பயன்படுத்தத்தக்கதாகவும் இருத்தல் இவ்வகை எரிபொருள்களின் விசேட இயல்பாகும். இதன் விளைவாகப் பெற்றோலியப் பிரித்தெடுப்பு துரிதமாக விரிவடைந்தது.

பெற்றோலியம் எரிபொருள்கள் மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத ஒரு சக்தி முதலாகும். எனவே அண்மி த்துள்ள எதிர்காலத்தில் உலகில் பெற்றோலிய எரிபொருள்கள் தீர்ந்துபோகக்கூடிய நிலை காணப்படுகிறது. மேலும் பெற்றோலிய எரிபொருள் தகனத்தின்போது உயிர்ச்சுவடுகளாகக் காணப்பட்ட காபனானது காபனீரொட்சைட்டாக மாற்றமடையும். அதன் விளைவாக வளிமண்டல $CO_2$ இன் அளவு உயர்வதோடு, பூகோளம் வெப்பமடைதல் போன்ற சூழலும் அச்சுறுத்தலாக அமையும் சூழல் பிரச்சினைகளும் உருவாகியுள்ளன. எனவே தற்போது மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய வளங்களைப் பயன்படுத்திச் சக்தி உற்பத்தி செய்தல் தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்தப்பட்டு வருகின்றது. உயிர் டீசல் என்பது அவ்வாறான மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய ஓர் எரிபொருளாகும்.

எளிதிலாவியாகாத தாவர எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்தியே உயிரியல் டீசல் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. தாவர எண்ணெய்கள் மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய இயற்கை வளங்களாகும். எனவே அதனை எரித்தலானது வளிமண்டல $CO_2$ இன் அளவு அதிகரிக்கக் காரணமாக மாட்டாது.




**உரு: 1.22** உயிரியல் டீசல் உற்பத்தி

உயிர் டீசல் உற்பத்திக்கு மெதனோல் அவசியமானது. பெற்றோலியக் கைத்தொழிலி லிருந்து பெறும் சேர்வைகளிலிருந்தே மெதனோல் பெறப்படுகிறது. எனவே மெதனோல் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிர் டீசலானது 100% மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய வளங்களைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிர் டீசல் அன்று. எனவே நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தி காபோவைதரேற்றை அல்லது வேறு உயிர்த்திணிவுகளைக் கொண்டு மெதனோல் உற்பத்தி செய்வது குறித்துக் கவனஞ் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக உற்பத்தி செய்யப்படும் மெதனோல் உயிரியல் மெதனோல் எனப்படும். உயிரியல் மெதனோலைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிர் டீசலானது 100% மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய மூலப்பொருள்களைக் கொண்டு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட உயிர் டீசல் ஆகும்.

தாவர எண்ணெய்களில் அடங்கியுள்ள மூகிளிசரைட்டுக்கள் மூலமே உயிர் டீசல் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. அம்மூகிளிசரைட்டில் அடங்கியுள்ள கொழுப்பமிலப் பகுதியை மெதில் எசுத்தர் FAME - Fattay Acid Methyl Ester ஆக மாற்றும் செயன்முறை திரான்சு எசுத்த ராக்கத் தாக்கம் எனப்படும். ஒரு எசுத்தர் மற்றொரு எசுத்தராக மாற்றப்படுவதே இங்கு நிகழுவதாகும். ஊக்கியாக NaOH பயன்படுத்தப்படும். தோன்றும் உயிர் டீசலும், கிளிசரோலும் ஒன்றுடனொன்று கலப்ப தில்லையாதலால், இரண்டு அவத்தைகளாக வேறாகிக் காணப்படும். இந்த உற்பத்திச் செயன் முறையின் பிரதான பக்க விளைவு கிளிசரோல் ஆகும். அதற்கமைய உயிர் டீசல் என்பது கொழுப்பமிலங்களின் மெதயில் எசுத்தர்கள் சிலவற்றின் கலவையாகும். அடர்த்தி குறைவான உயிரியல் டீசலானது கிளிசரோல் படை மீது மிதக்கும். தாவர எண் ணெய்யில் RCOOH வடிவ சுயாதீன கொழுப்பமிலங்கள் அடங்கியுள்ளனவாயின் NaOH உடன் தாக்கம் புரிந்து சவர்க்கார மாக (RCOONa) மாற இடமுண்டு. அவ்வாறு சவர்க்காரம் உற்பத் தியாகுமெனில் நுரை தோன்று வதோடு, ஊக்கியின் தொழிற்பாட்டுக்கும் தடங்கல் ஏற்படும். எனவே இதற்காகப் பயன்படுத்தும் தாவர எண்ணெய்களில் சுயாதீன கொழுப்பமில அடக்கம் 2% (w/w) இலும் குறைவானதாக இருத்தல் வேண்டும். அமிலப் பெறுமானம் (acid volume) 0.1 mg $(KOH)g^{-1}$ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

உயிர் டீசல் உற்பத்தியின் அடிப்படையாக சில படிமுறைகள் உள்ளன.

படிமுறை: 1 மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்தும் தாவர எண்ணெய்யைப் பரிகரித்தல்.

படிமுறை: 2 ஊக்கிக் கலவை தயாரித்தல்.

படிமுறை: 3 மூகிளிசரைட்டுக்கும் மெதனோலுக்கும் இடையேயான தாக்கம் நிகழச் செய்தல்.

படிமுறை: 4 விளைவுகளை வேறாக்கல்.

படிமுறை: 5 மாசுக்களடங்கிய உயிரிய டீசலை மேலும் சுத்திகரித்தல்.

**படிமுறை : 1**

தாவர எண்ணெய்யில் அடங்கியுள்ள சுயாதீன கொழுப்பமிலங்களும் சவர்க்காரமாக் கலுக்கு உள்ளாகும் சேர்வைகளும் நீக்கப்படும். இதன் மூலம் திரான்ஸ்எசுத்தராக்கத் தாக்கம் மூலம் உயர் விளைவுகள் பெறமுடிவதோடு, கிடைக்கும் உயிரியல் டீசலில் உயர்தரமிக்க தூய்மையையும் பேணலாம்.

**படிமுறை : 2**

மெதனோலில் NaOH ஊக்கி கரைக்கப்படுவதே இப்படிமுறையின்போது செய்யப்படுவதாகும். பின்னர் இக்கலவை திரைகிளிசரைட்டுடன் (தாவர எண்ணெய்யுடன்) சேர்க்கப்படும். நீர்கலவாத மெதனோல் ஆக இருத்தல் மிக முக்கியமானது. பயன்படுத்தும் மெதனோலின் அளவும் மிக முக்கியமானது. மெதனோல் : மூகிளிசரைட்டு விகிதம் 1:3 ஆயினும் இங்கு மெதனோல் சொற்ப அளவு கூடுதலாகச் சேர்க்கப்படும் தாக்கம் மீளுந்தாக்கமாக இருத்தலும் விளை-வை அதிகரிப்பதில் அது பங்களிப்புச் செய்தலுமே அதற்கான காரணங்களாகும். எனினும் மெதனோல் மிகையாகச் சேர்க்கப்படுவதில்லை. மெதனோல் மிகையாக இடப்படுமாயின், உயிர் டீசலில் இருந்து மெதனோலை வேறாக்குவது சற்றுக் கடினமாதாகும். சாதாரண மூகிளிசரைட்டுக்காக பொதுவாக ஆறு பகுதி மெதனோல் சேர்க்கப்படும். கனவளவுப்படி ஒரு கனவளவு மெதனோலுடன் 4 கனவளவு மூகிளிசரைட்டு சேர்க்கப்படும். NaOH இற்கு மேலதிகமாக KOH, சோடியம் மெதொட்சைட்டு ($NaOCH_3$) போன்ற சேர்வைகள் ஏகவின ஊக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும். மேலும் MgO, ZnO போன்ற சேர்வைகள் பல்லின ஊக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும்.

**படிமுறை : 3**

மதுசாரமும் தாவர எண்ணெய்யும் ஒன்றுடனொன்று கலப்பதில்லையாதலால், தொடர்ச்சியாகக் கலக்கியவாறு வெப்பநிலையை $50 - 60\ ^0C$ வீச்சில் வைத்திருக்கப்படும். அப்போது திரான்சுஎசுத்தராக்கத் தாக்கம் காரணமாக உயிரியல் டீசலும் கிளிசரோலும் விளைவுகளாகக் கிடைக்கும்.

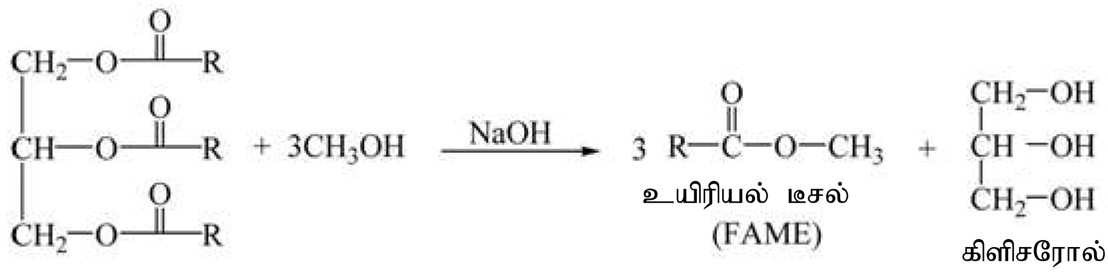
**படிமுறை : 4**

பிரதான விளைவுகள் ஒன்றுடனொன்று கலப்பதில்லையாதலால், இரண்டு அவத்தைகளும் வேறாகக் காணப்படும். மேற்படையில் உயிர் டீசலும், தாக்கமுறாத மூகிளிசரைட்டு, இரு கிளிசரைட்டு மற்றும் சொற்ப அளவுகளில் கிளிசரோல், மெதனோல் ஆகியன அடங்கியி-ருக்கும். கீழ்ப்படையில் கிளிசரோலுடன் மேலதிக மெதனோலும் ஊக்கிகளும் அடங்கியிருக்கும். அவத்தை வேறாக்கத்தின் பின் இப்படைகள் வேறாக்கிப் பெறப்படும்.

**படிமுறை : 5**

உயிர் டீசல் அவத்தையை நீரில் கழுவுவதன் மூலம் அவ்வவத்தையில் கரைந்த நிலையில் உள்ள கிளிசரோல், மெதனோல் ஊக்கிகள் ஆகியவற்றை நீக்கலாம். இறுதியாக அதில் அடங்கியுள்ள நீர் வெளியேற்றப்படும்.

உற்பத்தியாகும் உயிர் டீசல், கிளிசரோல் ஆகிய இரண்டு படைகளிலும் மாசுக்களாக மீதியாகவுள்ள $CH_3OH$ அடங்கியிருக்க இடமுண்டு. இப்படையை வேறாக்கிப் பெற்று வெப்ப மேற்றுவதன் மூலம் அதில் அடங்கியுள்ள மெதனோலை நீக்கலாம். இந்த மெதனோலை மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். உயிர் டீசலில் மாசுக்களாக உள்ள NaOH, கிளிசரோல் ஆகியவற்றை நீக்கிய பின்னர் அதனூடாக நீரைக் குமிழிக்கச் செய்து சுத்திகரிக் கப்படும். பின்னர் உயிர் டீசலில் தேங்கியுள்ள நீர் (ஈரலிப்பு) நீக்கப்படும்.

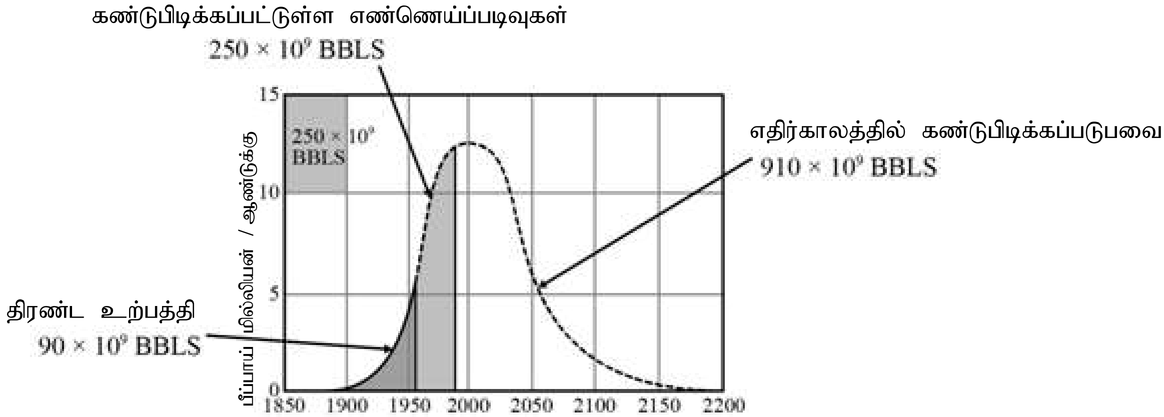



உயிர் டீசல் மாதிரியொன்றினைத் தயாரிப்பதற்காக ஏழத்தாழ 0.75 g NaOH இனை 25 g மெத னோலில் கரைத்துப் பெற்ற கரைசலையும் 250 g சோயா எண்ணெய்யையும் பயன்படுத்தலாம்.

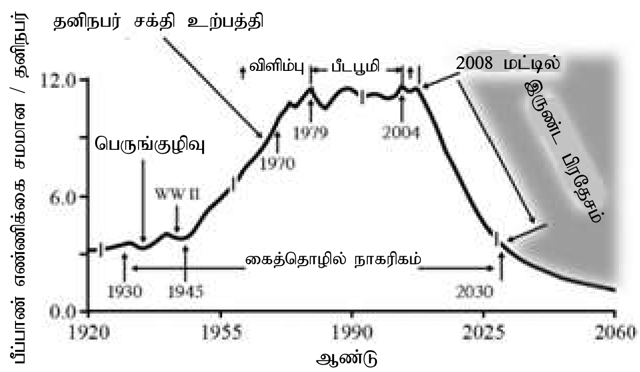
பெற்றோலியம் எரிபொருள்கள் மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத (Nonrenewable) ஒரு சக்தி முதலாகும். வரையறைக்குபட்ட ஒரு சக்தி வளமாகிய பெற்றோலியம், புவியியல் ரீதியில் உலகெங்கும் சீராகப் பரம்பிக் காணப்படவில்லை. எனவே பண்படுத்தா எண்ணெய்யானது சர்வதேச தொடர்பு களிலும் சர்வதேச அரசியலிலும் வலிமைமிக்க தீர்க்கமான ஒரு காரணியாகக் காணப்படுகிறது. அண்மைக்கால வரலாற்றில் ஈரான், ஈராக், சிரியா போன்ற நாடுகளை மையமாகக் கொண்டு யுத்தங்கள், மோதல்கள் ஏற்பட்டமைக்கான மூல காரணம் பண்படுத்தா எண்ணெய் ஆகும். பண்படுத்தா எண்ணெய்யானது பெற்றோலியம் எரிபொருள்கள் உற்பத்தி செய்வதற்கும் பக்க விளைவுகளாகக் கிடைக்கும் சேதனச் சேர்வைகள் மருந்து உற்பத்தி, பிளாத்திக்கு உற்பத்தி ஆகியன செய்யப்படுவதும், செயற்கை இறப்பர் உற்பத்திக்குத் தேவையான ஒருபகுதியங்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றமையால் பெற்றோலியக் கைத்தொழிலா-னது நவீன மனித நாகரிகத்தின் இயக்கச் சக்தியாக உருவெடுத்துள்ளது. காபனீரொட்சைட்டின் அளவு அதிகரித்துச் செல்வதால் பூகோளம் வெப்பமடைதலானது நவீன மனித நாகரிகம் எதிர் கொண்டுள்ள பிரதானமான ஒரு சவாலாகும்.

**மேலதிக அறிவுக்காக ...**

மீளப்புதுப்பிக்க முடியாத (Nonrenewable) ஒரு வளமாகிய இந்த பெற்றோலிய வளத்தை மனிதன் நுகரும் கோலத்துக்கமைய அது தேய்வடைந்து செல்லும் விதம் தொடர்பாக கலாநிதி எம். கே. ஹர்பட் எனும் பௌதிகவியல் துறை விஞ்ஞானி விவரித்துள்ளார். அவர் முன்வைத்துள்ள கொள்கையின்படி (Hurbert Peak Theory) கவனத்திற் கொள்ளப்படும் யாதேனும் புவியியற் பிரதேசத்தில் பெற்றோலிய எண்ணெய் உற்பத்தி வீதமானது காலத்துடன் மாறுதலானது மணி வடிவக் கோலத்திலேயே (bell shaped) நிகழும். சனத்தொகை அதிகரி-த்தல், எரிபொருள் நுகர்வு அதிகரித்தல் ஆகியவற்றுடன் கூடவே பெற்றோலியம் எரிபொரு ளுக்கான கேள்வி அதிகரிப்பதால் பண்படுத்தா எண்ணெய் உற்பத்தியை (ஒரு வருடத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பண்படுத்தா எண்ணெய் பீப்பாய்களின் எண்ணிக்கையை) அதிகரி-க்க நேரிடும். உற்பத்தி வீதத்தை அதிகரித்தலுடன் கூடவே எண்ணெய்க் கிணறுகள் சார்ந்த பண்படுத்தா எண்ணெய்யின் அளவு வரையறைப்படுவதன் விளைவாக, உற்பத்தி வீதத்தை மேலும் அதிகரிக்க முடியாத மட்டத்தை / நிலையை அடையும். எனவே, ஒரு வருடத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பண்படுத்தா எண்ணெய்ப் பீப்பாய்களின் எண்ணிக்கை உச்சத்தை எட்டும் கேள்வி காணப்பட்ட போதிலும் பண்படுத்தா எண்ணெய் வளம் வரையறைக்குட்பட்ட-தாகையால் உற்பத்தி வீதத்தை மாறாத உச்ச மட்டத்தில் பேணி வர முடியாத நிலை ஏற்படும். எனவே ஒரு வருடத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பண்படுத்தா எண்ணெய்ப் பீப்பாய்களின் எண்ணிக்கை படிப்படியாகக் குறைவடைந்து உற்பத்தி வீதத்தில் வீழ்ச்சி (இறக்கம்) ஏற்படும். அமெரிக்க ஐக்கியக் குடியரசு உற்பத்தி செய்யும் பண்படுத்தா எண்ணெய்ப் பீப்பாய்களின் எண்ணிக்கை 1965 - 1970 களில் உச்சத்தை அடையும் என 1965 ஹேர்பட் எடுத்துக் காட்டி-னார். 1970 கழியும்போது இந்த எதிர்வுகூறல் உறுதியாகியது. பூகோள ரீதியில், பண்படுத்தா எண்ணெய் உற்பத்தி 2000 ஆம் ஆண்டில் உச்சத்தை எட்டும் என இக்கொள்கை கூறியுள்ளது. அதன் பின்னர், ஆண்டொன்றுக்கு உற்பத்தி செய்யப்படும் பண்படுத்தா எண்ணெய்யின் அளவு குறைவடைந்து செல்லும். எவ்வாறாயினும் 1995 இன் பின்னர் பண்படுத்தா எண்ணெய் உற்ப-த்தி வீதமானது இந்த மாதிரியை அடிப்படையாகக் கொண்டு, தெரிவித்த விதத்திலும் சற்று வேறுபட்ட போதிலும் அடிப்படையில் தேய்வடைந்து செல்லும் வலயத்தையே நாம் இன்று கடந்து சென்ற வண்ணமுள்ளோம். குறிப்பாகக் கோளமய அரசியல் காரணிகள், மாற்று வலுசக்தி, எரிபொருள் வினைத்திறன் மிக்க எஞ்சின்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டமை போன்ற விடயங்கள், மேற்படி தேய்வடையும் வீதம் சற்று வேறுபட்டமைக்குக் காரணமாகியுள்ளது. கீழே உரு 1.23 (a) இல் பண்படுத்தா நெய் உற்பத்தி தொடர்பாக முன்வைக்கப்பட்ட ஹேர்பட் உச்ச நெய் வளையி காட்டப்பட்டுள்ளது.




**உரு: 1.23 (a)**




**உரு: 1.23 (b)**

எரிபொருள் வினைதிறன் / வலுவுக்கான மாற்று மூலங்கள்

ஆண்டு வலுசக்தி உற்பத்திச் செயற்றிட்டம் தொடர்பாக ஒல்டுவை கொள்கையின் (Olduvai theory) படி முன்வைக்கப்பட்ட ஒரு வரைபு உரு: 1.23 (b) யில் காட்டப்பட்டுள்ளது. பெரும்பாலும் 1930 இன் உற்பத்தியும் 100 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அதாவது 2030 இன் உற்பத்தியும் 100 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அதாவது 2030 இல் உற்பத்தி செய்யப்படும் என எதிர்பார்க்கப்படும் வலுசக்தி உற்பத்தியும் பெருமளவுகளும் சமமாக இடமுண்டு எனக் கருதப்படுகின்றது. அதன் காரணமாகவே மீளப்புதுப்பிக்கத்தக்க மூலப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி வலுசக்தி நெருக்கடிக்குத் தீர்வு காண்பதற்கும் மீளப்புதுப்பிக்கக்கூடிய மூலப்பொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல்வேறு சேதனச் சேர்வைகளை உற்பத்தி செய்யும் முறையியல்கள் தொடர்பாகவும் உலகளாவிய அளவில் கவனம் ஈர்க்கப்பட்டுள்ளது.

## 1.13 கைத்தொழில்களால் வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் வளிமாசடைதலின் இரசாயனவியல்

### 1.13.1 அமில மழை

மழை என்பது நீர் வட்டத்தின் (சக்கரத்தின்) ஒரு கூறாகும். புவி மேற்பரப்பில் உள்ள வெவ்வேறு நீர் முதல்களிலிருந்து ஆவியாதல் காரணமாக நீரானது வளிமண்டலத்தை அடையும். அவ்வாயு நிலை நீரானது வளிமண்டலத்தில் வெவ்வேறு காரணிகள் காரணமாக ஒடுங்கி மீண்டும் புவி மேற்பரப்பை அடைதல் படிவு வீழ்ச்சி (precipitation) எனப்படும். படிவு வீழ்ச்சி பல வடிவங்களில் நிகழும். நீர் திரவமாக புவிமேற்பரப்பை அடைதல் மழைவீழ்ச்சி எனப்படும். அது திண்ம நிலையில் புவியை அடைதல் மழைப்பனி (snow) மற்றும் பனிமழை (hails) எனப்படும். இவை தவிர மென்முடுபனி, வெள்ளுறைபனி ஆகச் சிறு துணிக்கைகளாக (aerosol) ஒடுங்குவதாலும் நீர் புவி மேற்பரப்பை அடையும். மேற்படி எந்த வழியில் புவியை அடைந்தபோதிலும், வளிமண்டலத் திலிருந்து புவிக்குக் கிடைக்கும் நீரே நீர்வட்டத்தில் மிகச் சுத்தமான நீர் ஆகும். வளிமண்டலத்தில் உள்ள திண்மத் துணிக்கைகளும் கரைந்த நிலையில் உள்ள சில வாயுக்களான $O_2$, $N_2$, $CO_2$, $NO_x$, $SO_x$, $H_2S$ போன்றன ஆகியனவும் தவிர்ந்த வேறு எந்தப் பதார்த்தமும் வளிமண்டல நீரில் அடங்கியிருப்பதில்லை. இவ்வாறாகக் கரைந்த நிலையில் உள்ள வாயுக்களுள் காபனீரொட்சைட்டே பெரிதும் கவனத்திற்கு உள்ளாகியுள்ளது. வளிமண்டல காபனீரொட்சைட்டு நீரில் கரைந்து, நீருடன் சேர்ந்து மென்னமில மொன்றாகிய காபனிக்கமிலத்தைத் தோற்றுவிப்பதே அதற்கான காரணம் ஆகும்.

$$CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2CO_3(aq)$$

காபனிக்கமிலம் சற்றுக் (நலிவாகக்) கூட்டற்பிரிகையடைந்து நீருடன் $H^+$ அயன்களைச் சேர்க்கும்.

$$H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

இதன் விளைவாக மழைநீரின் pH பெறுமானமானது, நடுநிலையாக நீரின் pH பெறுமானத்திலும் சற்றுக் குறைவாகக் காணப்படும்.

தற்போது வளியில் அடங்கியுள்ள காபனீரொட்சைட்டுக் கட்டமைப்பாகிய 400 mg $dm^{-3}$ அல்லது (400 ppm / 0.04%) ஐக் கருதும்போது மழைநீரின் இழிவுப் pH பெறுமானம் 5.6 ஆகும். அதாவது வேறு எந்தச் செல்வாக்கும் இல்லாதபோதிலும் மழைநீர் சற்று அமிலத்தன்மையுடையதாகும். இந்தச் சொற்ப அமிலத்தன்மை நீர் வாழ் அங்கிகளுக்கோ, மனிதனுக்கோ, ஏனைய நீர் தொடர்பான செயன்முறைகளுக்கோ பாதகமாக அமைவதில்லை. இது ஒரு சாதாரண நிலைமை ஆகும்.

எனினும், பல்வேறு இயற்கையான மற்றும் மனிதத் தொழிற்பாடுகள் காரணமாக அமிலத் தன்மை உயர்வான வாயுக்கள் வளிமண்டலத்துடன் சேரும். நைதரசனின் அமில ஒட்சைட்டு ($NO_2$) வாயுவும் சல்பரின் (கந்தகத்தின்) அமில ஒட்சைட்டு வாயுக்களுமே ($SO_X$) அவையாகும். வளிமண்டலத்தில் நைதரசனின் நடுநிலை ஒட்சைட்டாகிய NO வாயு மேலும் ஒட்சியேற்றமடைந்து அமில ஒட்சைட்டாகிய $NO_2$ ஐ உருவாக்கும். சல்பரின் (கந்தகத்தின்) அமிலத்தன் மையுள்ள வாயுநிலை ஒட்சைட்டுக்களாக கந்தகவீரொட்சைட்டு ($SO_2$), கந்தகமூவொட்சைட்டு ($SO_3$) ஆகியவற்றைக் கருதலாம்.

## நைதரசனின் அமில வாயுக்கள் வளிமண்டலத்தின் இயற்கைச் செயன்முறைடன் சேரும் வழிகள்

### இயற்கைச் செயன்முறைகள்

மின்னலின்போது வளியில் உள்ள நைதரசன் உயர் வெப்பநிலை நிபந்தனைகளின் கீழ் வளி-மண்டல ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் புரிந்து $NO, NO_2$ ஆகிய வாயுக்களைப் பிறப்பிக்கும்.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO(g)$$

$$2\,NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$$

மேலும் எரிமலை வெடிப்பு, சூழலில் வாழும் நைதரசனிறக்கப் பற்றீரியாக்கள் மூலமும் $NO$, $NO_2$ உற்பத்தியாக்கப்படும்.

மேலும் காற்றின்றிய நிபந்தனைகளின் கீழ் நைதரசன் அடங்கியுள்ள சேர்வைகளை, சேர்வைகள் நுண்ணங்கிப் பிரிகைக்கு உள்ளாவதால் உற்பத்தியாகும் அமோனியா வாயு ($NH_3$) வளி மண்டலத்தில் ஒட்சியேற்றமடைவதால் அமிலத்தன்மையான வாயுநிலை நைதரசன் சேர்வை-களைத் தோற்றுவிக்கும்.

இந்தச் சகல இயற்கைச் செயன்முறைகள் காரணமாக வளிமண்டலத்துக்குக் கிடைக்கும் அமிலத் தன்மையான வாயுநிலைச் சேர்வைகளின் அளவு மிகச் சொற்பமானது. அதன் காரணமாக வளி-மண்டலத்தில் இவ்வாறான இயற்கையாக உற்பத்தியாகிய நைதரசனின் அமிலத்தன்மையுள்ள வாயுக்களின் கட்டமைப்பு மிகச் சிறிய பெறுமானமாவதோடு, அது மழைநீர் அமிலத்தன்மை யடைவதில் குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்குச் செல்வாக்குச் செலுத்துவதில்லை.

### மனிதச் செயற்பாடுகள்

நைதரசன் அடங்கியுள்ள வாயுநிலை அமிலச் சேர்வைகளை வளிமண்டலத்தில் விடுவிக்கும் பிரதானமான மனிதச் செயற்பாடு வாகனங்களைச் செலுத்துவதற்காக எரிபொருளைத் தகனஞ் செய்தலாகும். உட்தகன எஞ்சினில் (வாகன எஞ்சினில்) மிக உயர்வான அமுக்கத்தில் வளியும் திரவ எரிபொருளும் உயர் வெப்பநிலையின் கீழ் தகனமடையச் செய்யப்பட்டு சக்திகள் பெறப் படும். பொதுவான நிபந்தனைகளின் கீழ், தாக்கமுறாத ஒரு வாயுவாகிய $N_2$ வாயு இவ்வா-றான உயர் வெப்ப அமுக்க நிபந்தனைகளின் கீழ் ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் புரிந்து பிரதானமாக நைத்திரிக்கு ஒட்சைட்டைத் தோற்றுவிக்கும். அந்நைத்திரிக்கு ஒட்சைட்டு வளிமண்டலத்தில் மேலும் ஒட்சியேற்ற மடைந்து நைதரசனீரொட்சைட்டைத் தோற்றுவிக்கும்.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO(g)$$

$$2\,NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$$

மனிதச் செயற்பாடுகள் காரணமாகத் தோன்றும் அமில $NO_X$ வாயுக்கள், மழைநீர் அமிலத்-தன்மை பெறக் காரணமாகும்.

**கந்தகத்தின் ஒட்சைட்டுக்கள் வளிமண்டலத்தில் சேரும் வழிகள்**

**இயற்கையான வழிகள்**

எரிமலை வெடிப்பின்போது சாம்பரும் கந்தகவீரொட்சைட்டும் அடங்கிய வாயுக்கள் பெருமள வில் வளிமண்டலத்தில் வெளியிடப்படும். இவ்வாயுக்கள் நேரடியாக வளிமண்டலத்துடன் சேரும்.

மேலும் காற்றின்றிய நிபந்தனைகளின் கீழ் சமுத்திரங்கள் மற்றும் நீர்நிலைகளின் அடித்-தளத்தில் அடையலில் நிகழும். நுண்ணங்கித் தொழிற்பாடு காரணமாக ஐதரசன் சல்பைட்டு வாயுவை உற்பத்தி செய்யும். இவ்வளவு வளிமண்டலத்தில் ஒட்சியேற்றமடைவதால் கந்தகவீ ரொட்சைட்டைத் தோற்றுவிக்கும். எவ்வாறாயினும் எரிமலை வெடிப்பு தவிர்ந்தவிடத்து $H_2S$ வாயு வளிமண்டலத்தில் ஒட்சியேற்றமடைவதன் விளைவாக, உற்பத்தியாகும் $SO_2$ வாயு வளிமண்டல-த்தில் ஒரு குறித்த சந்தர்ப்பத்தில் $SO_2$ செறிவு மிகக் குறைந்த பெறுமானத்தையே பெறும். இதன்போது இயற்கையாக வளிமண்டலத்துடன் சேரும் கந்தகவீரொட்சைட்டு மழைநீர் அமிலத் தன்மை பெறுவதில் செய்யும் பங்களிப்பு மிகமிகக் குறைவானதாகும். (எரிமலை வெடிப்பின் பின்னர், அதுசார்ந்த சில பிரதேசங்களில் அமிலமழை பொழிந்ததாகவும் பதிவாகியுள்ளது.)

**மனிதச் செயற்பாடுகளால்**

பண்படுத்தா எண்ணெய்யைச் சுத்திகரிப்பதால் கிடைக்கும் எளிதிலாவியாகும் தன்மை குறை வான எரிபொருள் வகைகளான, டீசல், எரி எண்ணெய் போன்றவற்றில் மாசுக்களாகக் கந்தகம் அடங்கிய சேர்வைகள் காணப்படும். கந்தகம் அடங்கியுள்ள சேர்வைகளின் தகனம் காரணமாக இச்சேர்வைகள் கந்தகவீரொட்சைட்டாக மாறி வளிமண்டலத்துடன் சேரும்.

மேலும் நிலக்கரியுடன் மாசுக்களாகக் காணப்படும் மூலகநிலைக் கந்தகமும், கந்தகச் சேர்வைக-ளும் (FeS) நிலக்கரி தகனமடையும்போது ஒட்சியேற்றமடைந்து $SO_2$ ஆக வளிமண்டலத்தில் சேரும். இந்த மனிதச் செயற்பாடுகள் காரணமாக உற்பத்தியாகும் $SO_2$ ஆனது யாதேனும் குறித்த இடத்தில் மிக அதிக அளவில் வளிமண்டலத்துடன் சேரும். இதன் விளைவாக, குறித்த இடத்தைச் (உதாரணம்: நிலக்கரி மின்னுற்பத்தி நிலையம்) சூழவுள்ள வளிமண்டலத்தின் கட்டமைப்பில் அதிக அளவில் $SO_2$ காணப்படலாம். இது மனிதச் செயற்பாடுகள் காரணமாகத் தோன்றும் அமில $SO_X$ ஆனது மழைநீர் அமிலத்தன்மை பெறக் காரணமாகும்.

**அமிலச் சேர்வைகள் மழைநீரின் pH பெறுமானத்தைக் குறைக்கும் வழிகள்**

எஞ்சினில் நிகழும் தகனத்தின்போது NO வாயு உற்பத்தியாகும்.

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO(g)$$

வாகனப் புகையுடன் வெளியேறும் NO ஆனது வளிமண்டலத்தில் மேலும் ஒட்சியேற்றமடைந்து $NO_2$ ஐத் தோற்றுவிக்கும்.

$$2\,NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$$

காற்றூட்டமுள்ளபோது இந்த $NO_2$ வாயு நீருடன் சேர்ந்து தாக்கமுற்று வன்னமிலமாகிய $HNO_3$ஐ உற்பத்தி செய்யும்.

$$4\,NO_2(g) + 2\,H_2O(l) + O_2(g) \longrightarrow 4\,HNO_3(aq)$$

அத்தோடு வளியுடன் சேரும் $SO_2$ வாயுவானது மேலும் ஒட்சியேற்றமடைந்து $SO_3$ வாயுவை உற்பத்தி செய்யும்.

$$2\,SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,SO_3(g)$$

இவ்வாறு தோன்றும் $SO_3$ நீருடன் சேர்ந்து தாக்கம் புரிந்து $H_2SO_4$ ஐத் தோற்றுவிக்கும். மேலும், காற்றோட்டமுள்ளபோது $SO_2$ வாயு நீராவியுடன் தாக்கம் புரிந்து $H_2SO_4$ ஆக மாறும்.

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4\,(aq)$$

மேலே கிடைத்த $HNO_3$ , $H_2SO_4$ ஆகிய சேர்வைகள் வன்னமிலங்களாகும். அச்சேர்வைகள் நீரின் பூரணமாக அயனாக்கமடைந்து நீருடன் அதிக அளவில் $H_3O^+$ அயன்களைச் சேர்க்கும்.

$$HNO_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$
$$H_2SO_4(aq) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

இவ்வாறாக வன்னமிலங்கள் மூலம் நீருடன் சேரும் $H_3O^+$ அயன்கள் காரணமாக நீரின் pH பெறுமானமானது $CO_2$ கரைதல் காரணமாகத் தோன்றும் காபனிக் அமிலம் மூலம் குறை-வடைந்த pH பெறுமானத்திலும் குறைவான பெறுமானத்தை அடையும்.

இவ்வாறாக மழைநீருடன் வன்னமிலங்கள் சேர்வதால் pH பெறுமானம் 5.6 இலும் குறைந்த பெறுமானத்தை அடைதலானது வளி அமிலத்தன்மையடைதல் அதாவது அமிலமழை ஏற்படல் எனப்படும். இவ்வாறான நீர் அதிக அளவில் அமிலத்தன்மை பெறுவதால் பல பிரச்சினைகள் தோன்றியுள்ளன.

**நீர் அமிலத்தன்மையடைவதன் பாதிப்புக்கள்**

நீர்வாழ் அங்கிகள் நீரின் pH பெறுமான மாறலு-க்கு அதிக உணர்திறனைக் காட்டும். எனவே நீரின் pH பெறுமானம் சிறிய அளவி லேனும் குறைதல் நீர்வாழ் அங்கிகளுக்குப் பாதகமான-தாகும். இதன் விளைவாக மீன்களும் ஏனைய நீர்வாழ் அங்கிகளினதும் நடத்தைக் கோலங்கள் மாற்றமடைதல், உறுப்புக்களின் வளர்ச்சி தடைப் படுதல், முட்டைகளும் முதிர்ச்சி யடையாத அங்கிகளும் அழிதல் போன்றவை நிகழும். அதாவது உயிர்ப் பல்வகைமை பாதிக்கப்படும்.

**உரு 1.24** - நீர்வாழ் அங்கிகள் அழிதல்

மேலும் முருகைக் கற்பாறைகளை உருவாக்குவதில் பங்களிப்புச் செய்யும் முருகைப் பொலிப் புகள் போன்ற விலங்குகள் இறப்பதன் விளைவாக, முருகைக் கற்பாறைகள் தோன்றுவது தடைப்படுவதுடன் வெளிறலுக்கும் ஆளாகும்.

மேலும், காட்டுப் பிரதேசங்களில் தொடர்ந்தும் அமிலமழை பொழிவதன் விளைவாக தாவர இலைகளில் உள்ள குளோரொபில் அழிவதால் அத்தாவரங்கள் படிப்படியாக இறக்கும். காடுகளில் தாவரங்கள் மேலிருந்து கீழாகப் படிப்படியாக இறத்தலானது அமிலமழை காரணமாக தாவரங்கள் அழிவதைக் குறித்து நிற்கும் ஓர் இயல்பாகும்.

மேலும், அமிலமழை காரணமாக மண் அமிலத் தன்மையடைவதால் மண்ணில் கரையாத, மண் அமைப்புடன் இறுக்கமாகப் பிணைந்துள்ள நச்சுத் தன்மையான உலோக அயன்களும் ($Al^{3+}, Cd^{2+}, Cr^{2+}, Hg^{2+}$) மற்றும் வேறு நச்சுத் தன்மையான அயன் வகைகளும் அமிலத் தன்மை காரணமாகக் கரைந்து நீருடன் சேரும். இதன் விளைவாக நீரில் அவ்வயன்களின் செறிவு அதிகரிப்பதால் அந்நீரானது அங்கிகளதும் மனிதனதும் நுகர் வுக்குப் பொருத்தமற்ற அதாவது பாதகமான நிலையை அடையும்.

உரு 1.25 - காடு அழிதல்

உதாரணம்:-

- நீரில் $Al^{3+}, Fe^{3+}$ மற்றும் பார உலோகங்களின் செறிவு அதிகரித்தல். இவ்வாறான நீர்மய $Al^{3+}, Fe^{3+}$ உயர் செறிவு நீர்வாழ் அங்கிகளுக்குப் பெரிதும் தீங்குபயப்பனவாகும்.
- மேலும் மண்ணில் அடங்கியுள்ள நுண்போசணை மூலகங்களான $Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}$ போன்ற உலோக அயன்கள் மழைநீரின் உயர் அமிலத்தன்மையின் முன்னிலையில் விரைவாகக் கரைந்து மண்ணிலிருந்து வெளியேறுவதால் மண்ணின் வளம் குறைவடையும்.
- மேலும் உயர் அமிலத்தன்மை காரணமாக மண்ணில் உள்ள கல்சியம், மகனீசியம் மற்றும் அலுமினியம் அடங்கியுள்ள பாறைகளும் கனியங்களும் கரைந்து அதிகமதிகமாக நீருடன் சேர்வதால் நீரின் வன்மை அதிகரிக்கும்.
- அவ்வாறே, அமிலத்தன்மை காரணமாக உலோகத்தாலான நிர்மாணிப்புகளின் அரிப்பு துரிதமடைவதால் அவற்றின் பொறிமுறைச் சக்தி நலிவடைவதோடு ஆயுட்காலமும் குறைவடையும்.
- மேலும், சலவைக்கல் (மாபிள்) போன்ற கல்சியம் காபனேற்றுப் பாறைகளில் இருந்து உருவாக்கப்பட்ட சிலைகள் / சிற்பங்கள் மற்றும் ஏனைய நிர்மாணிப்புக்கள் துரிதமாக அரிப்புக்கு உள்ளாவதாகும். அவற்றில் உள்ள நுணுக்கமான செதுக்கல் வேலைப் பாடுகள் தூர்ந்து போவ தோடு அவற்றின் வரலாற்றுப் பெறுமானமும் குன்றும்.
- மேலும் சுண்ணக்கல் சேர்ந்த சாந்தையும் சீமந்தையும் பயன்படுத்தி நிர்மாணிக்கப் பட்ட வீடுகள் போன்ற கட்டடங்கள் மற்றும் நிர்மாணிப்புக்களின் வலிமை / உறுதித் தன்மை குறைவடையும். சாந்து, சீமந்து போன்றவற்றில் உள்ள கரைதிறன் குறைவான காபனேற்றுச் சேர்வைகள் அமிலமழை மற்றும் அமில வாயுக்கள் காரணமாக நன்கு கரை யுந் தன்மையுள்ள சல்பேற்று மற்றும் நைத்திரேற்றுச் சேர்வைகளாக மாற்றமடைகின்றன.

$$2CaCO_3 + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2CaSO_4.2H_2O + 2CO_2$$

**அமில மழையை இழிவாக்குவதற்கு நடத்தக்கூடிய செயற்பாடுகள்**

(1) நிலக்கரி - டீசல் வலுசக்தி உற்பத்தி நிலையங்களில் கந்தக அடக்கம் குறைவான நிலக்கரி மற்றும் டீசல் பயன்படுத்துதல்.

(2) வலுசக்தி உற்பத்தி நிலையங்களிலிருந்து வெளியேறும் $SO_2$ போன்ற அமில வாயுக்களை வெளியேற்றுவதற்காகப் பொருத்தமான முறைகளைக் கையாளல்.

(i) $SO_2$ உடன் தாக்கம் புரியக்கூடிய பதார்த்தங்களைச் சேர்த்து நிலக்கரியைத் தகனித்தல்.

($CaCO_3$ Flicilized bed combustion)

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

$$CaO(s) + SO_2(g) \longrightarrow CaSO_3(s)$$

(ii) மின்னுற்பத்தி நிலைய வெளிப்படு வாயுவில் அடங்கியுள்ள $SO_2$ இனைத் திண்ம நிலைக்கு மாற்றுதல். ($Ca(OH)_2$ உடன் தாக்கமுறச் செய்தல் மூலம் Lime slurry process)

$$Ca(OH)_2(aq) + SO_2(g) \longrightarrow CaSO_3(s) + H_2O(l)$$

(3) நிலக்கரி, டீசல் ஆகியவற்றுக்குப் பதிலாக சூழல் நேயமான எரிபொருள்களை அல்லது மாற்று வலுசக்தி மூலங்களான ஞாயிற்றுச்சக்தி, காற்றுச்சக்தி, கடலலைச்சக்தி, புவிவெப்பச் சக்தி, கருச்சக்தி போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துதல்.

## 1.13.2 பூகோள வெப்பம் உயர்தல்

இன்று புவியில் நிகழும் சகல இயற்கையான செயன்முறைகள் மற்றும் மனிதனால் செய்யப்படும் சகல இயக்கவியல் செயற்பாடுகளுக்குமான சக்தியை வழங்கும் பிரதான சக்தி முதல் சூரியன் ஆகும். சூரியனுக்கும் புவி உட்பட சகல கோள்களுக்கும் இடையே வெறுமையான வெளியே காணப் படுகின்றது. இதன் விளைவாக, சூரிய சக்தியானது கதிர்ப்பு வடிவத்திலேயே புவியை அடைகின்றது. இக்கதிர்ப்பானது பிரதானமாக, கட்புலனாகும் கதிர்ப்பு, செங்கீழ்க்கதிர்ப்பு மற்றும் கழியூதாக் கதிர்ப்பாகவே புவியை அடைகின்றது. இவ்வாறாகக் கிடைக்கும் கதிர்ப்புச் சக்தி யானது புவியில் பல்வேறு சக்திநிலை மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகி, மீண்டும் புவியிலிருந்து வெளியேறிச் செல்லும். அதாவது புவியில் சக்திச் சமனிலை காணப்படுகின்றது.

இவ்வாறாகப் புவிக்குக் கிடைக்கும் கதிர்ப்புச் சக்தியானது புவியில் பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உள்ளாவதன் விளைவாக புவியில் வெப்பம் உருவாகுவதோடு அவ்வெப்பம் காரணமாக புவி வெப்பமடைந்து யாதேனும் வெப்பநிலையை அடையும். சூரியனிலிருந்து கிடைக்கும் சக்தியானது இவ்வாறு மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகி, மீண்டும் வெளியேறிச் சென்று சமனிலையை அடைவ-தன் விளைவாக, புவி வெப்பமேறும் அளவு மாறாது காணப்படுகின்றது. இதன் விளைவாக, ஒட்டு மொத்தமாகக் கருதுகையில் புவியின் சராசரி வெப்பநிலை மாறாப் பெறுமானத்தைப் பெறுகின்றது. அப்பெறுமானம் அண்ணளவாக 15 செல்சியஸ் பாகை ($15\,^0C$) ஆகும். எவ்வா-றாயினும், புவி தனது அச்சுடன் காட்டும் 23.5 பாகைச் சாய்வு மற்றும் அகலாங்கில் அதன் அமைவு காரணமாக புவியின் வெவ்வேறு பிரதேசங்களுக்குக் கிடைக்கும் சூரிய சக்தியின்

செறிவு வேறுபாடு, பருவகால வேறுபாடு போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் புவியின் வெவ்வேறு பிரதேசங்களுக்கு வெவ்வேறு காலவீச்சுக்களில் வெப்பநிலை வெவ்வேறு பெறுமானங்களைப் பெறும்.

உதாரணம்:- மத்திய கோட்டை அண்மித்த பிரதேசங்களில் உயர்வான வெப்ப நிலை காணப்படுவதோடு, அது ஆண்டு முழுவதிலும் ஒரு சீராககக் காணப்படும். மத்திய கோட்டிலிருந்து அதிக மதிகமாக துருவப் பிரதேசங்களை நோக்கிச் செல்லும்போது பருவகால மாற்றம் பெரிதும் தீவிர மடைவதோடு ஆண்டில் வெப்பநிலை அதிக அளவில் தளம்பலுக்கு உள்ளாகும். (கோடை காலத்தில் மேலும் துருவங்களை அண்மிய பிரதேசங்களில் ஆண்டு முழுவதிலும் அதிக குளிர் நிலவும்.)

புவியின் சராசரி வெப்பநிலையாகிய 15 செல்சியஸ் பாகை ($15\,^0C$) என்பது உயிரின் இருப்புக்குச் சாதகமான நிலைமையாகும். புவியில் இந்தச் சாதகமான வெப்பநிலை காணப்படுகின்றமைக்குப் பிரதான காரணம் புவியில் நிகழும் பச்சைவீட்டு விளைவு ஆகும். புவியில் பச்சைவீட்டு விளைவின் வலிமையானது, அங்கு உயிரின் நிலவுகைக்குச் சாதகமான சிறப்பான வெப்பநிலையைப் பேணி வருவதற்குத் துணையாக அமையும்.

**பச்சைவீட்டு விளைவு**

பச்சைவீட்டு விளைவு பற்றிக் கற்க முன்னர் 'பச்சைவீடு' என்பது யாது என விளங்கிக் கொள்வோம். நாம் அனைவரும் அறிந்து வைத்துள்ளதற்கிணங்க, விவசாயப் பயிர்களைச் செய்கை பண்ணு வதற்காக, குறித்த பயிரின் வாழ்க்கைக் காலம் முழுவதிலும் யாதேனும் சிறப்பான வெப்பநிலை காணப்படுவது அவசியமாகும். நாம் புவியின் மத்திய கோட்டில் இருந்து மத்திய அகலாங்குப் பிரதேசங்களுக்குச் செல்லும்போது ஆண்டில் இந்தச் சிறப்பான வெப்ப நிலை காணப்படும் காலப் பகுதி படிப்படியாகக் குறைந்து செல்லும். துருவங்களை அண்மித்த பிரதேசங்களை நெருங்கும் போது தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சிறப்பான வெப்பநிலையைக் கொண்ட காலப்பகுதி மிகக் குறுகியதாகையால் அப்பிரதேசங்களில் பொதுவாகத் தாவரங்கள் வளர்வதில்லை. வளரும் தாவரங்கள் கூட மிகக் குறுகிய ஆயுட்காலத்தைக் கொண்டவையாகும். (உதாரணம்:- துந்திரா (Tundra) பிரதேசங்களில் வளரும் தாவரங்களின் ஆயுட்காலம் 2 - 3 வாரங்கள் மாத்திரமேயாகும்). மேலும் மலைநாட்டுப் பிரதேசங்களில் ஆண்டு முழுவதிலும் குறைந்த வெப்பநிலையே காணப் படும். (உதாரணம்:- நுவரெலியா, பண்டாரவளை போன்ற பிரதேசங்கள்).

**உரு 1.26** - பச்சைவீடொன்று

அதற்கமைய யாதேனும் பிரதேசத்தில் யாதேனும் பயிருக்குத் தேவையான சிறப்பான வெப்ப நிலை காணப்படும் காலவீச்சு அப்பயிரின் ஆயுட்காலத்தை விடக் குறைவானதாயின், குறித்த

அப்பயிரை அப்பிரதேசத்தில் செய்கை பண்ணுவது கடினமானது. எனினும், அவ்வாறான பிரதேசங்களில் பாதுகாக்கப்பட்ட மனையொன்றினுள் மேற்படி சிறப்பான வெப்பநிலை காணப்படும் கால வீச்சைப் புறத்தேயிருந்து வெப்பம் வழங்காத நிலையில் நீடித்துக் கொள்வதே பச்சை வீட்டின் மூலம் செய்யப்படுவதாகும். பச்சைவீட்டினுள்ளே நிலவும் வெப்பநிலையானது, அதற்கு வெளியே காணப்படும் வெப்பநிலையை விட 2 - 6 செல்சியஸ் பாகை உயர்வானதாகும். இதன் விளைவாக, புற வெப்பநிலை சிறப்பு வெப்பநிலையிலும் குறைவானதாயினும், பச்சைவீட்டினுள் குறித்த சிறப்பான வெப்பநிலையைப் பேணிவரலாம். இதன் விளைவாக, பச்சை வீட்டினுள் குறித்த சிறப்பான வெப்பநிலை காணப்படும் காலவீச்சைப் பொதுவான சூழலை விட 2 - 3 வார காலம் நீடித்துக் கொள்ளலாம். இது எவ்வாறு நிகழ்கின்றது என நோக்குவோம்.

### பச்சைவீட்டின் தொழிற்பாடு

பச்சைவீடு என்பது ஏறத்தாழ முற்றுமுழுதாகப் பாதுகாக்கப்பட்ட ஒரு வீடாக அமைவதுடன், அதன் கூரையும் சுவர்களும், சூரிய ஒளி ஊடுபுகவிடக்கூடியவாறாக ஒளியூடுபுகவிடும் தன்மையுள்ள பொருளொன்றினால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த ஒளியூடுபுகவிடும் தன்மையுள்ள பொருளின் ஊடாக சூரியனிலிருந்து வரும் கட்புலனாகும் மற்றும் கழியூதாக் கதிர்கள் பச்சைவீட்டினுள் புகும். பச்சைவீட்டினுள் உள்ள மண்ணினாலும் வேறு பொருள்களாலும் இக்கதிர்ப்பு உறிஞ்சப்படும். இவ்வாறு உறிஞ்சப்படும் கதிர்ப்பு, சக்தி குறைவான கழியூதா அல்லது கட்புலனாகு கதிர்ப்பாக மீளக் கதிர்க்கப்படும். இவ்வாறு மீளக் கதிர்க்கும்போது உறிஞ்சிய கதிர்ப்புச் சக்தியின் ஒரு பகுதி செங்கீழ்க் கதிர்ப்பாக மீளக் கதிர்க்கப்படும். பச்சைவீட்டின் கூரை மற்றும் சுவர்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மறைப்புப் படலம், கட்புலனாகு மற்றும் கழியூதாக் கதிர்ப்புக்கள் ஊடுபுகக்கூடிய வாறாகவும், செங்கீழ்க் கதிர்களைத் தெறிக்கச் செய்யும் வகையிலேயே தெரிவு செய்யப்படும். இவ்வாறாகச் செங்கீழ்க் கதிர்ப்புகள் அதிக நேரம் பச்சைவீட்டினுள் தெறிப்புக்கு உள்ளாகும்போது பச்சைவீட்டினுள் உள்ள $CO_2$ மற்றும் நீராவி மூலம் அக்கதிர்கள் அகத்துறிஞ்சப்பட்டு வெப்பமாக மாற்றிப் பச்சைவீட்டினுள் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கச் செய்யும். இது பச்சைவீட்டினுள் நிகழும் செயன்முறையாகும். எமது புவியில் உள்ள வளிமண்டலமும் ஓரளவுக்குப் பச்சைவீட்டின் தொழிற்பாட்டை ஒத்த செயன்முறையைக் காட்டுகின்றது. இது புவியின் பச்சைவீட்டு விளைவு எனப்படும்.

### புவியின் பச்சைவீட்டு விளைவு

சூரியனில் இருந்து புவிக்குக் கிடைக்கும் சூரியக் கதிர்ப்புப் பிரதானமாகக் கழியூதா மற்றும் கட்புலனாகும் கதிர்ப்பு வலயத்தினுள் அடங்கும். இவற்றுள் கழியூதா வலயத்தில் அடங்கும் கதிர்ப்புக்களின் பெரும்பகுதி, உயர் வளிமண்டலத்தில் உறிஞ்சப்பட்டு விடுகின்றமையால் மிகச் சிறிதளவு கதிர்ப்பே புவியை அடையும். சக்தி மிகக் குறைவான கழியூதாக் கதிர்கள் மாத்திரமே அவ்வாறாகப் புவியை அடையும். இவ்வாறாகப் புவியை அடையும் கட்புலனாகு கதிர்களும், குறைவாகச் சக்தி கொண்ட கழியூதாக் கதிர்களும் பச்சைவீட்டிற் போன்று புவி மேற்பரப்பினால் (மண்ணினால்) உறிஞ்சப்பட்டுக் குறைவான சக்தி கொண்ட கதிர்ப்புக்களாக வெளிவிடப்படும். இவ்வாறு வெளியேறும் கட்புலனாகு கதிர்கள் கணிசமான மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகாது, புவியிலிருந்து வான்வெளியைச் சென்றடையும். எனினும் வெளியேறிய செங்கீழ்க்

கதிர்ப்புகள் வளியில் உள்ள சில வாயுக்களால் உறிஞ்சப்பட இடமுண்டு. அதிஷ்டவசமாக புவியில் உள்ள பிரதான வாயுக்களான $N_2$ (78%), $O_2$ (21%), Ar (1%) ஆகிய வாயுக்களால் இந்த செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியாது. அவ்வாறாகப் புவி வளிமண்டலத்தின் 99% இற்கும் மேலாக உள்ள இப்பிரதான வாயுக்கள் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்சிக் கொள்ளுமானால், எமது இப்புவியின் வெப்பநிலை மிக உயர்வான பெறுமானத்தைப் பெற்றிருக்கும்.

**பச்சைவீட்டு வாயுக்கள்**

வளிமண்டலத்தில் உள்ள செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்சக்கூடியனவும், நீண்டகாலம் வளிமண்டலத்தில் உறுதியாகக் காணப்படுவனவுமான வாயுக்களே பச்சைவீட்டு வாயுக்கள் எனப்படுகின்றன.

எந்தவொரு மூன்று அணுக்களை அல்லது அதிலும் மேற்பட்ட அணுக்களைக் கொண்ட வாயுவினாலும் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியும். மேலும் பல்லின ஈரணு கொண்ட வாயுக்களாலும் (CO) செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியும். சம ஈரணு ($N_2$, $O_2$) மற்றும் ஓரணு (Ar) வாயுக் களுக்கும் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியாது. அதற்கமைய ஓரணு அல்லா மற்றும் சம ஈரணு அல்லாத எந்தவொரு வாயுவினாலும் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியும். எனினும் புவியினது வளிமண்டலத்தில் பச்சை வாயுவாகச் செயற்படுவதற்கெனின், அவ்வாயு பின்வரும் இயல்புகளைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

(1) செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்சும் தன்மையைக் கொண்டிருத்தல்.
(2) வளிமண்டலத்தில் நீண்டகாலம் உறுதியாக இருக்கக்கூடிய தன்மையைக் கொண்டிருத்தல்.

வளிமண்டலத்தில் உள்ள செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியுமாயினும், நிலைபேறற்ற அதாவது உறுதியற்ற அல்லது குறுகிய காலம் மாத்திரமே காணப்படக்கூடிய வாயுக்கள் பச்சைவீட்டு வாயுக்களாகக் கருதப்படுவதில்லை. மேற்படி விடயங்களின்படி புவியில் காணப்படும் பிரதான பச்சைவீட்டு வாயுக்கள் பின்வருமாறு:

(1) நீராவி ($H_2O$)
(2) காபனீரொட்சைட்டு ($CO_2$)
(3) மெதேன் ($CH_4$)
(4) நைத்திரசொட்சைட்டு ($N_2O$)
(5) ஆவியாகத்தக்க அலசன் சேர்ந்த ஐதரோக்காபன் (CFC, HFC, HCFC)

வளிமண்டலத்தில் ஓரளவுக்குக் காணப்பட்டபோதிலும் $SO_2$, $NO_2$, NO, CO போன்ற வாயுக்கள் வளிமண்டலத்தில் நிலவும் காலம் (ஆயுட்காலம்) மிகச் சிறியதாகையால் அவற்றினால் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்ச முடியுமாயினும் கூட அவை பச்சைவீட்டு வாயுக்களாகக் கருதப்படுவதில்லை. மேற்படி சகல வாயுக்களுள் அலசன்சேர் ஐதரோக்காபன்கள் தவிர்ந்த ஏனைய எல்லா வாயுக்களும் இயற்கையில் காணப்படும் வாயுக்கள் ஆகும்.

மேற்குறிப்பிட்ட பச்சைவீட்டு வாயுக்கள், புவியினால் மீளக் கதிராக்கப்படும் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்சிப் புவியில் அதிக நேரம் பற்றி வைத்திருப்பதன் காரணமாக புவி வெப்பமடையும். இவ்வாறாக வெப்பமேறுதல் சமனிலைப்படுத்தப்படுவதன் விளைவே, புவியின் சராசரி

வெப்பநிலை 15 செல்சியஸ் பாகையாக ($15\ ^0C$) பேணப்பட்டு வருகின்றமையாகும். அதாவது புவியில் காணப்படும் பச்சைவீட்டு விளைவானது, உயிரின் இருப்புக்குத் தேவையான ஒரு சாதகமான காரணி ஆகும்.

எமது ஞாயிற்றுத் தொகுதியில் உள்ள வெப்பம் மிகக் கூடிய கோள் சூரியனுக்கு கிட்டிய கோளாகிய புதன் அன்று. மாறாக, சூரியனில் இருந்து இரண்டாவதாக அமைந்துள்ள வெள்ளி வெப்பம் கூடிய கோளாகும். புதனுக்குக் கிடைக்கும் சூரிய சக்தியின் ஏறத்தாழ 25% அளவு சூரிய சக்தியே வெள்ளிக்குக் கிடைக்கின்றது. எனினும் வெள்ளி வெப்பம் கூடிய கோளாகக் காணப்படுவதற்கான காரணம் அதில் நிகழும் வலிமைமிக்க பச்சைவீட்டு விளைவாகும். வெள்ளியினது வளிமண்டலத்தின் ஏறத்தாழ 95% மான பகுதி $CO_2$ வாயுவினாலானது. இதன் விளைவாக வெள்ளி கோளின் வளிமண்டலம் மிகமிக அதிகமாகச் செங்கீழ்க் கதிர்களை உறிஞ்சிக் கொள்வதால் அங்கு வலிமையான பச்சைவீட்டு விளைவு காணப்படும். இதன் விளைவாக வெள்ளி கோள், சூரியனில் இருந்து இரண்டாவதாக அமைந்துள்ளபோதிலும் ஞாயிற்றுத் தொகுதியின் மிக வெப்பமான கோள் எனும் சிறப்பைப் பெற்றுள்ளது.

எமது புவியில் உள்ள பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் சதவீத அளவுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை - 1.5:** புவியில் உள்ள பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் சதவீதங்கள்

| **பச்சைவீட்டு வாயு** | **சதவீதம்** |
|---|---|
| நீராவி (%) | 0.001 - 0.5 |
| காபனீரொட்சைட்டு (ppm) | 415 |
| மெதேன் (ppb) | 1745 |
| நைத்திரசொட்சைட்டு (ppb) | 315 |
| ஆவிப்பறப்புள்ள அலசன்சேர் ஐதரோக்காபன் (CFC, HFC, HCFC) (ppt) | 53.3 |

எமது புவியில் பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் சதவீதம் உயருமாயின் யாது நிகழும்? இவ்வாறாக பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் சதவீதம் உயருமாயின், அப்பச்சைவீட்டு வாயுக்களால் அதிகமதிகமாக செங்கீழ்க் கதிர்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றமையால் புவியில் மேலதிக வெப்பம் உற்பத்தியாக்கப்பட்டு அவ்வெப்பம் அதிக காலவீச்சினுள் புவியில் சுற்றோட்டமாகச் செல்லும். அதிக நேரம் சுற்றோட்ட மாகச் செல்லும் இவ்வெப்பம் காரணமாக புவியின் வெப்பநிலை உயருவதே இதன் இறுதி விளைவாக அமையும்.

கைத்தொழில் விருத்தியுடன் கூடவே மனிதன் செய்யும் பல்வேறு கைத்தொழிற் செயற்பாடுகள் காரணமாகப் பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் கட்டமைப்பு படிப்படியாக அதிகரித்துச் செல்கின்றது. இது கைத்தொழிற் புரட்சியுடன் ஆரம்பித்து இரண்டாம் உலக யுத்தத்தின் பின்னர் ஏற்பட்ட கைத்தொழில் மறுமலர்ச்சியுடன் கூடவே துரிதமாக அதிகரித்தது.

**அட்டவணை - 1.6:** கைத்தொழிற்புரட்சிக்கு முன்னரும் தற்காலத்திலும் பச்சைவீட்டு வாயுக்க-ளின் கட்டமைப்பு வேறுபாடுகள்

| வாயு | 1750 இல் காணப்பட்ட பெறுமானம் (கனவளவு சதவீதம்) | தற்போதைய பெறுமானம் (கனவளவு சதவீதம்) |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 0.028 | 0.041 |
| $CH_4$ | 0.00007 | 0.00018 |
| $N_2O$ | 0.000027 | 0.0000318 |
| ஆவிப்பறப்புள்ள அயன்சேர் ஐதரோக்காபன் | 0 | 0.00000000533 |

மேற்படி அட்டவணையின்படி, சகல பிரதான பச்சைவீட்டு வாயுக்களதும் சதவீதம் மிகமிக அதிகரித்துள்ளமையைக் காண முடிகின்றது. புவியின் வளிமண்டலத்தில் உள்ள நீராவி யின் அளவு குறுகிய காலரீதியிலும் புவியியற் காரணி களுக்கு ஏற்பவும், வேறு வானிலைக் காரணிகளுக்கு அமைவாகவும் வேறுபட்ட போதிலும் நீண்டகால ரீதியில் கருதும் போது புவியின் ஒட்டுமொத்த நீராவியின் அளவு மாறாது காணப்படும். எனவே நீராவியானது பச்சை வீட்டு வாயுவாக இருந்தபோதிலும், அது கோளமய வெப்பநிலை உயருவதில் பங்களிப்புச் செய்வதில்லை. புவியின் பச்சைவீட்டு வாயுக்கள் அதிகரிப்பதன் விளைவாக புவியின் வெப்பநிலை 1750 ஆம் ஆண்டிலிருந்து 0.95 செல்சியஸ் பாகை யினால் உயர்ந்துள்ளது. இந்த அதிகரிப்பு 1950 ஆம் ஆண்டின் பின்னர் இப்பெறுமானம் 0.65 பாகை செல்சியஸ் ஆக உள்ளது. இதற்கமைய பூகோள வெப்பம் உயர்வடைதலானது, கடந்த அண்மிய சில தசாப்தங்களில் துரிதமாக உயர்ந்துள்ளது என்பதைக் காணமுடிகின்றது.

**உரு 1.27**- புவி வெப்பமடைதலின் விளைவொன்று

**பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் செறிவு அதிகரித்தமைக்குக் காரணமாகியுள்ள மனிதச் செயற்பாடுகள்**

**காபனீரொட்சைட்டு ($CO_2$)**

சக்தித் தேவைகளை ஈடுசெய்வதற்காக அதிகமதிகமாக உயிர்ச்சுவட்டு எரிபொருள்களைத் தகனித்தல், அதிகமதிகமாக நிலக்கரி மற்றும் பெற்றோல் எரிபொருள்களைத் தகனித்தல் போன்றவை காரணமாக பல மில்லியன் ஆண்டுகளாக, புவியின் உள்ளே உயிர்ப்பின்றிக் கிடந்த இந்தக் காபன் தேக்கங்கள் குறுகிய காலத்தில் தகனஞ் செய்யப்பட்டு வளிமண்டலத்-தில் $CO_2$ சேர்க்கப்பட்டது. இவ்வாறாக வளிமண்டலத்துடன் $CO_2$ சேர்க்கப்படும் வேகத்தைவிட, வளிமண்டலத்திலிருந்து $CO_2$ வெளியேற்றப்படும் வேகம் குறைவாக இருப்பதன் விளைவாக வளிமண்டலத்தில் $CO_2$ வாயு ஒன்று சேரும் நிலைமை ஏற்படும்.

மேலும், அதிகமதிகமாக இடம்பெறும் காடழிப்புக் காரணமாகத் தறித்து வீழ்த்தப்படும் மரங்களில் பல நூறு ஆண்டு காலம் பதிந்திருந்த காபன் தேக்கங்கள், நுண்ணங்கித் தாக்கங்கள் காரணமாகப் பிரிகையடைந்து, சில ஆண்டு காலத்துள் வளிமண்டலத்துடன் சேர்தலும் வளிமண்டலத்தில் $CO_2$ வாயுச் சதவீதம் அதிகமாகக் காரணமாகின்றது.

**மெதேன் ($CH_4$)**

சூழலில் ஒழுங்கின்றி உக்கும் சேதனப் பொருள்கள் ஒன்று சேர்வதால், அச்சேதனப் பொருள்கள் காற்றின்றிய பற்றீரியாக்கள் மூலம் பிரிக்கப்படுவதனால் மெதேன் வாயு உற்பத்தியாகும். நகரக் கழிவுகளைப் பாரிய குவியல்களாகக் குவித்து வைத்தலும் அதிகமாக மெதேன் உற்பத்தியாகக் காரணமாகும். மேலும் சதுப்பு நிலங்கள் மற்றும் நீர் சார்ந்த விவசாயம் (நெற் செய்கை) காரணமாகவும் சேதனப் பொருள்கள் காற்றின்றிய நிலையில் பிரிகையடைவதாலும் மெதேன் உற்பத்தியாகும்.

மேலும், மாடு, ஆடு, செம்மறி ஆடு போன்ற இரைமீட்கும் விலங்குகளின் குடல்களினுள் தாவரப் பொருள்கள் காற்றின்றிய நிபந்தனைகளின் கீழ் பற்றீரியாக்களினால் பிரிக்கப்படுவதாலும் மெதேன் உற்பத்தியாகின்றது. அதற்கமைய, இவ்வாறான விலங்குகளை வணிக நோக்கத்துக்காக அதிகமதிகமாக வளர்ப்பதும் வளிமண்டலத்துடன் அதிகமதிகமாக மெதேன் வாயு சேர்வதற்குக் காரணமாகின்றது. மேலும், பண்படுத்தா எண்ணெய் அகழ்வின்போது, அப்பண்படுத்தா எண்ணெய்ப் படிவுகளை அண்மிக் காணப்படும். இயற்கை வாயுவாகக் காணப்படும் மெதேன் வாயு வளிமண்டலத் துடன் சேர்வதாலும் வளிமண்டலத்தில் மெதேன் வாயுவின் அளவு அதிகரிக்கும்.

**நைதரசொட்சைட்டு ($N_2O$)**

நைதரசன் அடங்கியுள்ள சேர்வைகள் மீது பற்றீரியாக்களின் தொழிற்பாடு காரணமாகவே பிரதானமாக வளிமண்டலத்துடன் நைதரசொட்சைட்டுச் சேர்கின்றது. விவசாயத்தின்போது பசளையாக மண்ணுடன் சேர்க்கப்படும் நைதரசன் சேர்வைகள் மீது பற்றீரியாக்களின் தொழிற்பாடு காரணமாக $N_2O$ வாயு உற்பத்தியாகும்.

**வாயுநிலை அலசன்சேர்ந்த ஐதரோக்காபன்கள் (CFC, HFC, HCFC)**

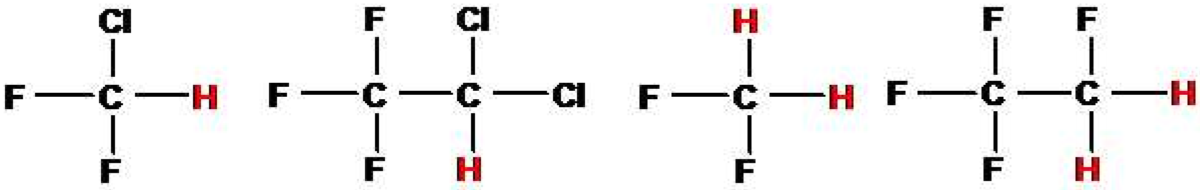
அலசன்சேர்ந்த ஐதரோக்காபன்கள், வலிமைமிக்க பச்சைவீட்டு வாயுக்களாகும். இவற்றின் வலிமை காபனீரொட்சைட்டிலும் ($CO_2$) பத்தாயிரம் (10 000) மடங்கு உயர்வானது. இதனால் அலசன் சேர்ந்த ஐதரோக்காபன்கள் வளிமண்டலத்தில் மிகச் சொற்ப அளவில் காணப்பட்ட-போதிலும், அவற்றின் உயர்வான வலிமை காரணமாகப் பூகோளம் வெப்பமேறுவதில் அவை கணிசமான பங்களிப்பைச் செய்கின்றன.

அலசன்சேர்ந்த ஐதரோக்காபன்கள் இயற்கையில் மிகமிகக் குறைவாகவே உள்ளன. பூகோள வெப்பம் உயர்வதில் பங்களிப்புச் செய்யும் அலசன்சேர் சேர்வைகள் வருமாறு:

(1) குளோரோபுளோரோ காபன் (CFC)

(2) ஐதரோகுளோரோபுளோரோ காபன் (HCFC)

(3) ஐதரோபுளோரோ காபன் (HFC)



HCFC 22 HCFC 123 HFC 32 HFC 134 a

உரு 1.28 - அலசன்சார் ஐதரோகாபன் மூலக்கூறுகள் சில

இந்த மூன்று சேர்வை வகைகளும் மனிதனால் தொகுக்கப்படும் சேர்வைகளாகும். இவை, வளிப் பதனாக்கிகளிலும் குளிரேற்றிகளிலும் குளிர்த்தும் வாயுக்களாகப் பயன்படுகின்றன. நுண்டுளை கொண்ட பிளாத்திக்கு உற்பத்தியின்போது பொங்கச் செய்யும் வாயுவாகவும், பீடைகொல்லி மற்றும் சிவிறும் வகை வாசனைத் திரவியச் சாடிகளில் சிவிறி வாயுக்களாகவும் பயன்படுகின்றன. மேற்படி உபகரணங்களைப் பழுதுபார்க்கும் சந்தர்ப்பங்களிலும் கழித்தொதுக்கும் சந்தர்ப்பங்களிலும் இவ்வாயுக்கள் வழிமண்டலத்துடன் சேரும். வளிமண்டலத்தில் இவற்றின் ஆயுட்காலம் பல நூறு ஆண்டுகளாகும்.

### பூகோள வெப்பம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் பாதகமான விளைவுகள்

- பூகோள வெப்பம் உயர்வதால், துருவங் களை அண்மித்த பிரதேசங்களில் உள்ள பனிக்கட்டுப் படைகளும் உயர மான மலைப் பிரதேசங்களில் உள்ள பனிக்கட்டி மலைகளும் (அதாவது கிளேசியர்களும்) (glaciers) உருகுவது காரணமாகவும் உயர் வெப்ப நிலை காரணமாக சமுத்திர நீர் விரிவடைவதன் விளைவாக வும் கரையோரத் தாழ்நிலப் பிரதேசங்கள் (பங்களாதேஷ் நாட்டில் கங்கை நதி - பிரம்புத்திரா நதிகளின் கழிமுகமும், வியட் நாம் நாட்டு மீக்கொன் கழிமுகமும்). சமுத்திர நீரில் மூழ்க இடமுண்டு. இதன் விளைவாக, குடியேற்றப் பகுதிகள் அற்றுப் போதல், கரையோரச் சூழற்றொகுதிகள் அழிதல், கடல் நீர் உண்ணாட்டினுள் பிரவாகித்தல் காரணமாக மண் வளம் குன்றுதல் மற்றும் பயிர்கள் அழிவுறுதல் போன்றவை நிகழும். மேலும் மாலை தீவுகளும் பசுபிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படும் சிறுசிறு தீவு நாடுகளும் ஏறத்தாழ முற்றுமுழுதாக நீரில் மூழ்குவதால் உலகத் தேசப்படத்திலிருந்து அவை நீங்கிவிட இடமுண்டு.

உரு 1.29 - துருவங்களை அண்மிய பிரதேசங்களில் உள்ள பனிக்கட்டிப் படைகள் உருகுதல்.

- பூகோள வெப்பம் உயர்வதால் கொள்ளை நோய்கள் (டெங்கு, எபோலா (Ebola) போன்றவை) அதிகமதிகமாகவும் துரிதமாகவும் பரவும்.

- ஓர் ஆண்டில் உயர் வெப்பநிலை உள்ள நாட்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தல், குளிர்ச்சியான நாட்களின் எண்ணிக்கை குறைவடைதல், வலிமையான வெப்ப அலைகள் (குறுகிய காலத்துள் யாதேனும் பிரதேசத்தில் வெப்பநிலை துரிதமாக அதிகரித்தல்) அதிகமதிகமாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் ஏற்படல்.
- சூறாவளி, தோனாடோ (Tornadoes) போன்ற நிலைமைகள் அடிக்கடி ஏற்படுதலும், அவை மிக வலிமையாக உருவெடுத்தலும்.
- பூகோளம் வெப்பம் உயர்வதன் காரணமாக ஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்களும் விலங்குகளும் அவற்றின் அடர்த்தியும் முன்னர் அவை காணப்படாத பிரதேசங்களுக்கும் இடம்பெயர்தல். (பாம்புகள், நகருயிர்கள் போன்ற சூழல் வெப்பக் குருதி நிலையுள்ள (cold blooded) விலங்குகள் பெரிதும் குளிர்ச்சியான பிரதேசங்களுக்கு இடம்பெயர்தல்)
- உலகின் சில பிரதேசங்களில் அதிக அளவில் உலர்தலும் (தெற்கு ஆசியா, மத்திய ஆபிரிக்கா) சில பிரதேசங்களுக்கு அதிக மழைவீழ்ச்சி கிடைப்பதால் அடிக்கடி திடீர் வெள்ளப்பெருக்குகள் ஏற்படுதலும்.
- நீண்டகால வறட்சி ஏற்படலும் குறுகிய காலத்தில் அதிக மழை கிடைப்பதால் திடீர் வெள்ளப் பெருக்குகள் அடிக்கடி ஏற்படலும்.

**உலகக் காலநிலைக் கோலங்கள் மாற்றமடைதல்**

உலகின் பெரும்பாலான மனிதச் செயற்பாடுகள் குறித்த பிரதேசத்தின் காலநிலையுடன் தொடர்பு பட்டவையாகக் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக விவசாயம், விலங்கு வளர்ப்பு / கால்நடை வளர்ப்பு, சுற்றுப்பயணக் கைத் தொழில், களி / வனைதற் கைத்தொழில் போன்றவை காலநிலைக் கோலங்களுடன் நெருங்கிய தொடர்பைக் கொண்டுள்ளன. உலகின் பல்வேறு பிரதேசங்களுக்குக் கிடைக்கும் சூரிய சக்தியின் அளவு வேறுபடுகின்மையி னாலேயே இக்காலநிலைக் கோலங்கள் தோன்றுகின்றன. பூகோள வெப்பமாதலால் உருவாக்கப்பட்ட பூகோளத்தின் சக்திச் சமநிலைக்கான பெயர்விலிருந்து தோன்றிய காலநிலைக்கோலமாற்றமே பிரதான பூகோளச் சூழல் பிரச்சி-னையாகும். இது எளிமையாகக் காலநிலை மாற்றங்கள் என அழைக்கப்படும். பூகோளவெப்பமாதலுடன் தொடர்பான மற்றைய அனேக சூழுல் பிரச்சினைகள் காலநிலை மாற்றங்களின் துணை (இரண்டாம் நிலை) விளைவுகள் ஆகும்.

உரிய போக காலத்தில் மழை கிடைக்காமை, போக காலம் அல்லாத காலங்களில் மழை கிடைத்தல், வறட்சியான காலப்பகுதிகள் ஏற்படல், முன்னர் சூறாவளியோ தோனாடோவோ காணப்படாத பிரதேசங்களில் அவை ஏற்படல் போன்றவையும் நிகழலாம்.

மேலும், நீண்டகால வறட்சி காணப்படுவதால் சில பிரதேசங்கள் பாலைவனமாகிப் போதல், அங்கு வாழும் மக்கள் வேறு பிரதேசங்களை நாட நேரிடுதல் போன்ற நிலைமைகளும் ஏற்படலாம்.

மேலும், காலநிலைக் கோலங்கள் மாற்றமடைவதால் மறைமுகமாக நாடுகளுக்கு இடையே அரசியல் நெருக்கடிகளும் யுத்தங்களும் ஏற்படலாம். உதாரணமாக யாதேனும் நாட்டில் மக்கள் இடம்பெயர்வதன் காரணமாக அவர்கள் அருகே அமைந்துள்ள நாடுகளுக்குப் புலம் பெயர நேரிடலாம். அவர்களுக்கு அரசியல் ரீதியில் பாதுகாப்பு வழங்குதல், நாடுகள் சிலவற்றுக்குப் பொதுவான நதிகளின் நீரின் அளவு குறைவடைவதால், அந்நீரைப் பகிர்ந்து கொள்ளல் போன்றவை தொடர்பாக அரசியல் நெருக்கடிகளும், யுத்தங்களும் ஏற்பட இடமுண்டு. உதாரணமாக யாதேனும் நாட்டு மக்கள் தாம் வாழும் இடங்களை விட்டு அயல் நாடுகளுக்குப்

புலம்பெயர்வதுண்டு. அவ்வாறானோருக்கு அரசியல் ரீதியில் புகலிடம் வழங்குதல் மற்றும் சில நாடுகளுக்குப் பொதுவாக நதிகளில் (நைல், பிரமபுத்திரா, மீக்கொங்) நீரின் அளவு குறைவடைவதால் அந்நீரைப் பகிர்ந்து கொள்வது தொடர்பான அரசியல் நெருக்கடிகள் மட்டுமன்றி யுத்தங்கள் கூட நிகழ இடமுண்டு.

பூகோள வெப்பம் உயர்வதைக் கட்டுப்படுத்துதல் என்பது ஓர் உலகப் பொதுவான பிரச்சினை யாகும். பூகோளம் வெப்பமடைவதில் குறைவான அளவு பங்களிப்புச் செய்கின்ற, அபிவிருத்தி யடைந்து வரும் மற்றும் குறைவிருத்தியடைந்துள்ள நாடுகளே பூகோள வெப்பமடைதலின் பிரதானமாகப் பாதிப்புக்கு உள்ளாகின்றன. இதன் விளைவாக வெப்பம் உயர்வதைக் கட்டுப்படுத் துவதற்காக உலகின் சகல நாடுகளும் அதற்குக் காரணமாகும். பச்சைவீட்டு வாயுக்களின் வெளியேற்றத்தை இழிவாக்கத் தேவையான நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல் வேண்டும்.

இதற்காக,

- உயிர்ச்சுவட்டு எரிபொருள் தகனிப்பை வரையறைப்படுத்தி மாற்று எரிபொருள்கள் குறித்துக் கவனஞ் செலுத்துவது இதற்கான ஒரு மாற்றுத் தீர்வு வழியாகும். மிகச் சிறந்த மாற்று வழி சூரிய சக்தியைப் பயன்படுத்துதலாகும். அத்தோடு, காற்றுச்சக்தி, கருச் சக்தி போன்ற வற்றையும் பயன்படுத்தலாம். மேலும் தற்போது காணப்படும் இயந்திரோப-கரணங்கள் பொறிகளை இற்றைப்படுத்தி (update) அவற்றின் எரிபொருள் வினைத்திறனை அதிகரிக்கலாம்.
- மேலும், எரிபொருள்களாக, உயிர்ச்சுவட்டு எரிபொருள்களுக்குப் பதிலாக மீளப் பிறப் பிக்கக் கூடிய வலு சக்தி மூலங்களாகிய எதனோல், உயிரிய டீசல் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துவது பொருத்தமானது. இவ்வாறான உயிரிய டீசலைப் பயன்படுத்துவதால் வளிமண்டலத்துடன் சேரும் தூய காபனின் அளவு பூச்சியமாகும்.
- எளிமையான வாழ்க்கைக் கோலத்தைப் பழக்கப்படுத்திக் கொள்வதன் மூலம் ஆடம்பர சுகபோக வாழ்க்கைக்குத் தேவைப்படும் அதி உயர்வான வலுசக்திக் கேள்வியை இழிவாக்கிக் கொள்ளலாம்.
- காடழித்தலை இழிவாக்கல், தாவரங்கள் நட்டு வளர்த்தல், மரத்தளபாடங்கள், விறகு, காகிதம் போன்றவற்றுக்கான மூலப்பொருள் பெறுவதற்காக காடுகளை அழிப்பதற்குப் பதிலாக துரித வளர்ச்சியுள்ள, நட்டு வளர்த்த மரங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.
- கழிவுப்பொருள்களை முறையற்ற வழிகளில் வெளியேற்றுவதற்குப் பதிலாக அவற்றை நன்கு முகாமை செய்து வெளியேற்றுவதால் வளிமண்டலத்தில் மெதேன் வாயு சேர்வதை இழிவாக்கலாம்.
- ஊன் உண்ணுவதை இயன்ற அளவுக்குக் குறைத்து ஊனற்ற உணவுகளை உண்ணப் பழக்கிக் கொள்வதால் இறைச்சிக்காக மாடு, ஆடு, செம்மறி ஆடு போன்ற பண்ணை விலங்குகள் வளர்ப்பதை இழிவாக்கலாம்.
- இரசாயனப் பசளைகளுக்குப் பதிலாகக் கூட்டெருவைப் பயன்படுத்திப் பயிர்ச்செய்கை செய்வதால் வளிமண்டலத்தில் $N_2O$ விடுவிக்கப்படுவதை இழிவாக்கலாம்.
- வளி பதனாக்கிகளையும் குளிரேற்றிகளையும் இயன்றளவு குறைவாகப் பயன்படுத்துதலும், குளிரேற்றும் வாயுக்களாகக் குளிரேற்றிகளில் பயன்படுகின்ற வலிமையான பச்சைவீட்டு வாயுக்களான CFC, HCFC போன்ற வாயுக்களுக்குப் பதிலாக வலிமை குறைவான HFO (Hydrofluoroolefines) மற்றும் ஐசோபியுட்டேன்(R600a), அமோனியா போன்ற குளிரேற்றி வாயுக்களைப் பயன்படுத்துவது பொருத்தமானது.

### 1.13.3 ஓசோன் படை தேய்வடைதல்

எமது புவியில் நிகழும் எல்லாச் செயன்முறைகளுக்கும் தேவையான சக்தியைச் சூரியனே வழங்குகின்றது. சக்தி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றுமோரிடத்துக்குச் செல்லும் மூன்று முறைகள் உள்ளன. கடத்தல், மேற்காவுகை, கதிர்ப்பு ஆகியனவே அவையாகும். இவற்றுள் கடத்தல், மேற்காவுகை ஆகிய முறைகள் மூலம் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுவதற்கு ஊடகமொன்று இருப்பது அவசியமாகும். எனினும் கதிர்ப்பு முறையில் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுவதற்கு ஊடகமொன்று தேவைப்படுவதில்லை. எமது ஞாயிற்றுத்தொகுதியில் சூரியனுக்கும் கோள்களுக்கும் இடையே வெறும் வெளியே (வெற்றிடமே) காணப்படுகின்றது. இதன் விளைவாக, சூரியனில் இருந்து புவிக்குக் கடத்தல் மேற்காவுகை ஆகிய வழிகளில் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுவதற்கான எவ்வித சாத்தியமும் கிடையாது. எனவே சூரிய சக்தியானது, அது ஊடுகடத்தப்படுவதற்கு ஊடகமெதுவும் தேவைப்படாத கதிர்ப்பு முறையிலேயே புவியை அடையும். சூரியனில் இருந்து எமது புவிக்குச் சக்தியைக் கொண்டு வரும் கதிர்ப்புகள் மின்காந்த அலைகள் எனப்படும்.

மின்காந்த அலைகள் அவற்றில் அடங்கியுள்ள சக்திக்கேற்ப வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அதற்கமைய X கதிர்கள், கழியூதாக் கதிர்கள், கட்புலனாகு கதிர்கள், செங்கீழ்க் கதிர்கள், நுண்ணலைக் கதிர்கள், வானொலி அலைக் கதிர்கள் என்றவாறு அவை வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வெவ்வேறு மின்காந்த அலை வகைகளின் இயல்புகள் கீழே அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை - 1.7:** மின்காந்த அலைகளின் இயல்புகள்

| மின்காந்த அலை | இடைஅலை நீளம் | இடை மீடிறன்/ $s^{-1}$ | இடைச்சக்தி / $kJ\ mol^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| வானொலி அலை | 1 cm | $3 \times 10^{10}$ | $1.2 \times 10^{-2}$ |
| நுண்ணலை | 1 mm | $3 \times 10^{11}$ | $1.2 \times 10^{-1}$ |
| செங்கீழ் அலை | 10 μm | $3 \times 10^{13}$ | 12 |
| கட்புலனாகு அலை | 500 nm | $6 \times 10^{14}$ | 240 |
| கழியூதா அலை | 250 nm | $1.2 \times 10^{15}$ | 479 |
| X கதிர் | 1nm | $6 \times 10^{17}$ | $1.2 \times 10^{5}$ |

இவற்றுள் X கதிர்கள், கழியூதாக் கதிர்கள் ஆகியவற்றின் சக்தி மிக உயர்வானதாகையால், அக்கதிர்களுக்கு ஆளாவதால் எமது உடலில் உள்ள உயிர் மூலக்கூறுகளில் இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழும். எனவே எமது உடலில் உள்ள தொழிற்படும் உயரிய மூலக்கூறுகளாகிய DNA, RNA மற்றும் புரத (நொதிய) மூலக்கூறுகளில் அமைப்புச் சார்ந்த மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் அவற்றின் தொழிற்பாட்டுக்குத் தடங்கல் ஏற்படுத்தப்படும். இதன் விளைவாக எமது உடலில் பல்வேறு வகையான சிக்கலான கோளாறுகள் ஏற்படும். அவ்வாறான சிக்கலான கோளாறுகள் தொடர்பாகப் பின்னர் விரிவாக நோக்கவுள்ளோம்.

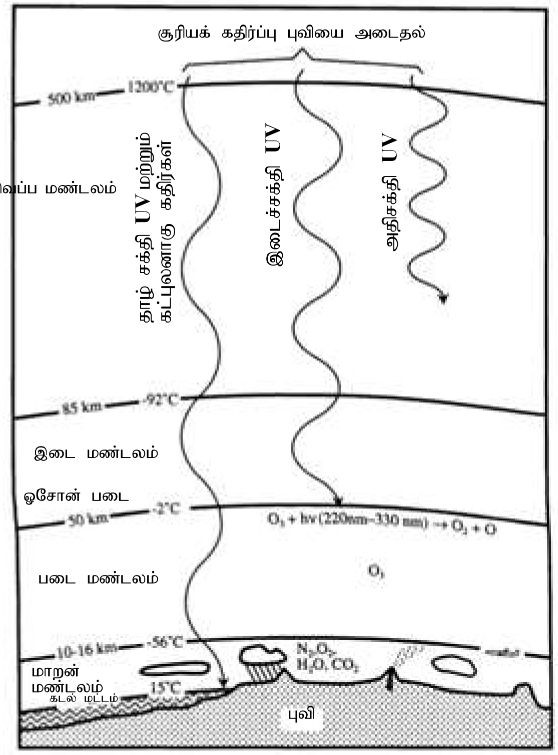
சூரியனிலிருந்து எமது புவிக்குப் பிரதானமாக கழியூதாக் கதிர்கள், கட்புலனாகு கதிர்கள் மற்றும் செங்கீழ்க் கதிர்களாகவே சக்தி கிடைக்கின்றது. இக்கதிர்களுள் கட்புலனாகு கதிர்களும் செங்கீழ்க் கதிர்களும் சக்தி குறைவானவையாதலால் அக்கதிர்களுக்கு ஆளாவதால் எமக்கும் பாதிப்புக்கள் ஏற்படமாட்டாது. மின்காந்தத் திருசியத்தில் எமது கண்களால் புலனுணர்ச்சி

பெறக் கூடிய ஒவ்வொரு வகைக் கதிர், கட்புலனாகு கதிர்களாவதோடு அவை எமக்குக் கண்பார்வை கிடைக்கத் துணையாகும். மேலும் வெதுவெதுப்பை உணர்வதன் மூலமே நாம் செங்கீழ்க் கதிர்களுக்கு உணர் திறனைக் காட்டுகின்றோம்.

புவியை அடையும் சூரியக் கதிர்களின் தன்மையும் செறிவும் கீழே படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவ்வகைப்படத்தின்படி புவியின் வளிமண்டலத்தின் மேல் எல்லையை அடையும் சூரிய சக்தியின் கணிசமான பகுதி புவி மேற்பரப்பை அடைய முன்னர் நீங்கியுள்ளது என்பதைக் காண முடிகின்றது.

மேலும், புவியின் வளிமண்டலத்தை அடையும் கழியூதா ($UV$) கதிர்களின் பெரும்பகுதி புவி மேற்பரப்பை அடைய முன்னர் நீங்கிச் சென்றுள்ளமையையும் படத்தை அவதானிக்கும்போது காணமுடிகின்றது.

இது எவ்வாறு நிகழுகின்றது. சூரியக் கதிர்கள் புவியின் வளிமண்டலத்துக்கு ஊடாக புவி மேற்பரப்பை நோக்கி வரும்போது வளிமண்டலத்தின் மேற்பகுதிப் படைகளில் உள்ள வாயு மூலக்கூறுகளால் அக்கதிர்கள் உறிஞ்சப்படுதவதன் விளைவாகவே இது நிகழுகின்றது.




**உரு 1.30** - வளிமண்டலத்தின் படையமைப்பும் அப்படைகளின் ஊடாகச் சூரியக் கதிர்ப்பு செல்லலும்

**வளிமண்டலத்தின் படையமைப்பு**

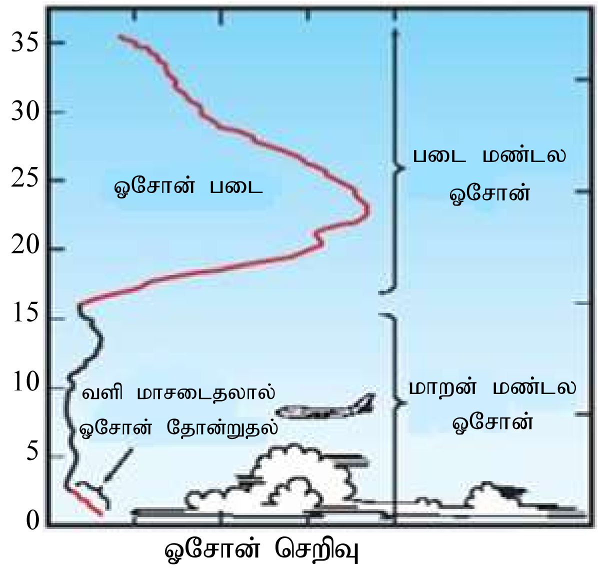
புவியின் வளிமண்டலக் கற்கையை இலகுபடுத்துவதற்காக, அது சில படைகளாக வகுத்து நோக்கப்படுகின்றது. அப்பிரதேசங்களில் வெப்பநிலை மாறலுக்கேற்ப வாயுக்களின் அடர்த்தியைக் கவனத்திற் கொண்டே இப்படைகள் பிரித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

**மாறன் மண்டலம்:-** புவிமேற்பரப்பிலிருந்து மேல் நோக்கி ஏறத்தாழ 15 கிலோமீற்றர் வரையிலான பிரதேசத்தில் பரம்பியுள்ளது. புவியினது வளிமண்டல வாயுக்களின் பெரும்பகுதி (ஏறத்தாழ 99%) இப்பிரதேசத்திலேயே உள்ளது. புவிமேற் பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைவடையும்.

**படை மண்டலம்:-** புவிமேற்பரப்பிலிருந்து 15 km இற்கும் 50 km இற்கும் இடைப்பட்ட பிரதேசமே படை மண்டலம் ஆகும். இப்படையில் வாயுச் சதவீதம் மிகக் குறைவானது. இங்கு மேலே செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்.

**இடை மண்டலம்:-** இடை மண்டலம் (மீசோ மண்டலம்) புவியிலிருந்து 50 km இலும் மேற்பட்ட பிரதேசமாகும். இதன் வாயு அடக்கம் மிகமிகக் குறைவானது. வெப்பநிலை உயர்வானது.

**ஓசோன் படை:-** படை மண்டலத்தில் அமைந்துள்ள ஓர் உப வலயமே ஓசோன் விதானம்/ ஓசோன் படை எனப்படுகிறது. இந்த விதானம் புவிமேற்பரப்பிலிருந்து 20 km தொடக்கம் 35 km வரையிலான பிரதேசத்தில் பரம்பியுள்ளது. புவியில் இயற்கையாகக் காணப்படும் ஓசோன் வாயுவின் பெரும்பகுதி (ஏறத்தாழ 95%) இப்பிரதேசத்தில் காணப்படுகின்றமையினாலேயே இது ஓசோன் படை எனப்படுகின்றது.




**உரு 1.31** - ஓசோன் விதானமும் வளிமண்டல படையமைப்பும்

இப்படை மண்டலத்தில் ஓசோன் படை வலயத்தில் ஓசோன் வாயுவின் இருப்புக்காக சூரியனில் இருந்து கிடைக்கும் கழியூதாக் கதிர்களின் பெரும்பகுதி செலவாகின்றது. இதன் விளைவாகச் சூரியனிலிருந்து வெளிப்படும் பாதகமான கழியூதாக் கதிர்களின் பெரும்பகுதி புவி மேற்பரப்பை அடைவது தவிர்க்கப்படுகிறது. மற்றுமொரு விதமாகக் கூறுவதாயின் ஓசோன் படையானது இந்த அதிக சக்தி கொண்ட கழியூதாக் கதிர்களை வடிகட்டும் ஒரு வடிகட்டி போன்று தொழிற்பட்டு அக்கதிர்களுக்கு நாம் ஆளாகாது பாதுகாப்பு வழங்குகின்றது. புவியில் உயிரின் இருப்புக்கு அத்தியாவசியமான நீர் காணப்படுதல், சிறப்பான வெப்பநிலை காணப்படுதல் ஆகிய விடயங்கள்

முக்கியத்துவம் பெறுவது போன்றே இந்தத் தோற்றப்பாடும் உயிரின் இருப்புக்குத் துணையாகும் ஒரு செயன்முறையாகும்.

### ஓசோன் படையின் தொழிற்பாடு

சூரியனிலிருந்து கிடைக்கும் அதிக சக்தி கொண்ட கழியூதாக் கதிர்கள் படை மண்டலத்தை அடையும்போது அவை ஒட்சிசன் வாயுவைப் பிரிகையடையச் செய்து சுயாதீன ஒட்சிசனை உற்பத்தி செய்யும்.

$$O_2(g) \xrightarrow{hv} O(g) + O(g) \qquad \Delta H > 0 \text{ ------------ } (1)$$

இவ்வாறு உற்பத்தியாகும் அணுநிலை ஒட்சிசன் தாக்கத்திறன் கூடியவையாதலால், மற்றுமோர் ஒட்சிசன் மூலக்கூறுடன் தாக்கம் புரிந்து ஓசோனை உற்பத்தி செய்யும்.

$$O_2(g) + O(g) \longrightarrow O_3(g) \qquad \Delta H < 0 \text{ ------------ } (2)$$

ஓசோன் வாயு ஓர் உறுதியற்ற வாயு ஆதலால் அது *UV* கதிர்களின் முன்னிலையில் பிரிகை யடைந்து $O_2$ ஆக மாறும்.

$$O_3(g) \xrightarrow{hv} O_2(g) + O(g) \qquad \Delta H > 0 \text{ ------------ } (3)$$

$$O_3(g) + O(g) \longrightarrow 2O_2(g) \qquad \Delta H < 0 \text{ ------------ } (4)$$

(1) + (2) × 2, $3O_2(g) \longrightarrow 2O_3(g)$ ; $O_3$ உருவாதல்.

(3) + (4), $2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$ ; $O_3$ உடைதல்.

ஓசோன் விதானத்தில் இவ்வாறாக ஓசோன் உடையும் மற்றும் உருவாகும் வேகங்கள் சமமாகும் போது (இயக்கச் சமனிலையை அடைந்து) மாறாத அளவு $O_3$ இப்பிரதேசத்தில் வைத்திருக்கப்படும். அதாவது ஓசோன் விதானத்தில் பின்வரும் சமனிலைத்தாக்கம் நிகழும்.

$$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$$

இச்சமனிலையைப் பேணுவதற்காக சூரியனில் இருந்து கிடைக்கும் கதிர்கள் தேவைப்படுகின்றமையால், பாதகமாக அக்கதிர்கள் புவி மேற்பரப்பை வந்தடைவது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

### ஓசோன் படை தேய்வடைதல் / பொலிவழிதல்

ஓசோன் படையில் காணப்படும் ஓசோன் மட்டத்தை அளக்கும் பணிகள் 1950 ஆம் ஆண்டு மட்டிலிருந்து வானிலை அவதானப் பலூன்களின் துணையுடன் தொடர்ச்சியாக முன்னெடுக்கப்பட்டன. அவ்வாறு அளக்கும் பணிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் 1970 களின் நடுப்பகுதி தொடக்கம் ஓசோன் விதானத்தில் ஓசோன் மட்டம் ஆண்டு தோறும் குறைவடைந்து செல்கின்றமை அவதானிக்கப்பட்டது.

பொதுவாக ஓசோன் படையின் ஓசோன் மட்டம் நாள்தோறும் மாறாது காணப்படுவதில்லை. சூழல் வெப்பநிலை மாற்றங்கள், பருவகால மாற்றங்கள் புவியியல் காரணிகள் போன்றவை காரணமாக அது ஓரளவுக்கு வேறுபடும். எனினும் 1970 இல் இருந்து வருடாந்தம் சீரான குறைவு ஏற்படல் அவதானிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக ஓசோன் மட்டம் தொடர்ச்சியாகக் குறைவடை-தலானது ஓசோன் படை தேய்வடைதல் (Ozone layer depletion) எனப்படுகின்றது. இவ்வாறாக ஓசோன் படை தேய்வடைதலானது மிகப் பாரதூரமான ஒரு சூழற் பிரச்சினையாகும்.

ஓசோன் படையின் இருப்பானது பாதகமான கழியூதாக் கதிர்கள் புவிமேற்பரப்பை வந்தடைவதைத் தடுக்கின்றது. அதாவது மேற்பிரதேசத்தில் ஓசோனின் அளவு குறைவடைவதன் விளைவாகப் பாதகமான $UV$ கதிர்கள் அதிகமதிகமாகப் புவிமேற்பரப்பை வந்தடையும். அதன் விளைவாக புவியியல் வாழ்வோர் பாதகமான இந்த $UV$ கதிர்களுக்கு ஆளாவதால் பல்வேறு சிக்கலான கோளாறுகளுக்கு ஆளாக நேரிடும்.

### ஓசோன் விதானம் தேய்வடையக் காரணமாகும் விடயங்கள்

ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதில் இயற்கைக் காரணங்கள் மட்டுமன்றி மனிதனின் செயற்பா-டுகள் சார்ந்த காரணங்களும் பங்களிக்கின்றன. அவற்றுள் இயற்கையான காரணங்கள் தற்க-ாலிகமானவை யாவதோடு, இவ்வாறு குறுகிய காலத்துள் நிகழும் தேய்வு மீண்டு இயல்பு நிலையை அடையும். வலிமையான எரிமலை வெடிப்புகள் காரணமாக வளிமண்டலத்தில் சேரும் சல்பர் அடங்கிய சேர்வைகள் ஓசோன் படையைப் பாதிக்கும். இது ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் ஓர் இயற்கைச் செயற்பாடாகும்.

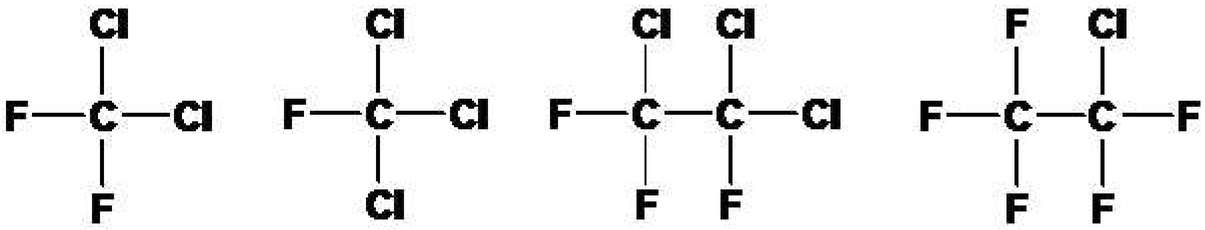
ஓசோன் படை விதானத்தில் பாரதூரமான மற்றும் மீளாத பாதிப்பு மனிதனாலேயே ஏற்படுத்-தப்படுகின்றது. மனிதனால் வளிமண்டலத்தில் சேர்க்கப்படும் எளிதிலாவியாகும் சேர்வைகள் இதற்கான காரணமாகும். அதற்கான சில உதாரணங்கள் வருமாறு:

(1) குளோரோபுளோரோகாபன் (chtorofluorocarbon)

இதுதவிர புரோமீன் அடங்கியுள்ள எளிதிலாவியாகும் சேர்வைகளும் (bromofluorocarbon) மறைமுகமாக அதாவது நேரடியாகவல்லாது ஓசோன் விதானத் தேய்வுக்குக் காரணமாகின்றது.

(2) உயரத்தே வளிமண்டலத்துக்கு அண்மையில் பயணிக்கும் விமானங்களால் வெளி யிடப்படும் நைத்திரிக் ஒட்சைட்டு (NO) வாயும் ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதில் செல்வாக்குச் செலுத்தும்.

ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதில் பங்களிப்புச் செய்யும் பிரதான சேர்வைக் கூட்டம் குளோரோ புளோரோ காபன் ஆகும். குளோரோ புளோரோ காபன் என்பது காபன் அணு ஒன்றை அல்லது இரண்டைக் கொண்ட ஐதரோக்காபன்களின் பெறுதிகளாகும். இந்த ஐதரோக் காபன்களில் உள்ள சகல H அணுக்களும் குளோரீன் மற்றும் புளோரீன் அணுக்களால் பிரதியீடு செய்யப்பட்டுள்ளன.



Freon 12 Freon 11 Freon 113 Freon 115

**உரு 1.32** - சில CFC மூலக்கூறுகளும் அவற்றின் கைத்தொழிற்பெயர்களும்

இந்த CFC சேர்வைகள் முற்று முழுதாகத் தொகுக்கப்பட்ட சேர்வைகளாகும். அதாவது அவை இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை. CFC பிரதானமாகக் கைத்தொழில் துறையில் பின்வருவன வற்றுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

(1) வளி பதனாக்கிகளிலும் குளிரேற்றிகளிலும் குளிர்ந்தும் வாயுவாகப் பயன்படுகின்றது.

(2) வாசனைத் திரவியக் கைத்தொழிலில் உயர் அமுக்கத்துக்கு உட்படுத்தும் சிவிறப்படும் (spray) வாசனைத்திரவியம் போத்தல்களில் சிவிறப் பதார்த்தமாகப் (சிவிறி காவியாகப்) பயன்படுகின்றது.

(3) பிளாத்திக்குக் கைத்தொழிலில் குறித்த உற்பத்திப் பொருள்களில் நுண்டுளைத் தன்மையை ஏற்படுத்துவதற்காகப் பொங்கு கருவியாகப் (blowing agent) பயன்படுகின்றது. (உதாரணம்:- ரெஜிபோம், தழுவணை - cussion, மெத்தை)

(4) மேலும் புரோமீன் அடங்கியுள்ள சேர்வைகள் தூமமாக்கலிலும் (bromofluorocarbon) தீயணைக்கருவிகளிலும் பயன்படும்.

### CFC உம் ஏனைய சேர்வைகளும் ஓசோன் விதானத்தை, தேய்வுறச் செய்யும் விதம்

மேற்படி எந்தச் சேர்வையாயினும் ஓசோனுடன் நேரடியாகத் தாக்கம் புரியமாட்டாது என்பதை நாம் மனதிலிருத்திக் கொள்ளல் வேண்டும். மேற்குறிப்பிட்ட CFC சேர்வைகள் மிக உறுதியான சேர்வைகளாவதோடு அவை வெப்பப் பிரிகைக்கும் உயிரிய பிரிந்தழிகைக்கும் எதிர்ப்புத் தன்மையுடையவையாகையால் ஆவியாக மாறி வளிமண்டலத்தின் மேற்பகுதிக்கு அதாவது ஓசோன் விதானம் காணப்படும் படை மண்டலத்தை அடைய முடியும். இவ்வாறாக இச்சேர் வைகள் ஓசோன் விதானப் பிரதேசத்தை அடைத்த பின்னர் கீழ் வளிமண்டலத்தில் காணக் கிடைக்காத எனினும் மேல் வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் அதிக சக்தியுள்ள கழியூதாக் கதிர்களின் தாக்கத்திற்கு ஆளாகும். இவ்வாறாக உயர் சக்தி கொண்ட கழியூதாக் கதிர்களின் தாக்கத்திற்கு ஆளாவதால் அச்சேர்வை களின் C - Cl பிணைப்பு கூட்டற் பிரிகையடைந்து $Cl^\bullet$ சுயாதீன மூலிகங்களைத் (கூட்டங்களைத்) தோற்றுவிக்கும். இந்த $Cl^\bullet$ சுயாதீன மூலிகங்கள் ஓசோனுடன் தாக்கம் புரியும். இந்த $Cl^\bullet$ சுயாதீன மூலிகங்கள் ஓசோன் உடைவுத் தாக்கத்தை ஊக்குவதன் மூலம் ஓசோன் உடைவதைத் துரிதப்படுத்தும். அதன் விளைவாக ஓசோன் உடையும் இயற்கைச் செயன்முறைக்கு மேலதிகமாக மேலுமொரு உடைவுச் செயன்முறை சேர்வதால் ஓசோன் தோன்றும் செயன்முறையிலும் பார்க்க ஓசோன் உடையும் செயன்முறையின் வேகம் அதிகரிப்பதனால் ஓசோன் விதானத்தில் உள்ள ஓசோன் தேய்வடையும். இதனைப் பின்வருமாறு சில எளிய சமன்பாடுகள் மூலம் காட்டலாம்.

$Cl^{\bullet}$ சுயாதீன மூலிகங்கள் $O_3$ உடன் தாக்கம் புரிதல்.

$$^{\bullet}Cl(g) + O_3(g) \longrightarrow O_2(g) + O\,^{\bullet}Cl \qquad ---------- (1)$$

இவ்வாறு தோன்றிய $^{\bullet}OCl$ சுயாதீன மூலிகங்கள் மூன்று அணுக்களாலான மூலக்கூறொன்றுடன் இணைந்து மீண்டும் சுயாதீன மூலிகங்களைத் தோற்றுவிக்கும்.

$$O_3(g) \longrightarrow O_2(g) + {}^{\bullet}O(g) \qquad ---------- (2)$$

$$^{\bullet}OCl(g) + {}^{\bullet}O(g) \longrightarrow O_2(g) + {}^{\bullet}Cl(g) \qquad ---------- (3)$$

(1) + (2) + (3),

$$2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$$

$Cl^{\bullet}$ சுயாதீன மூலிகமொன்றினால் $O_3$ மூலக்கூறொன்று பிரிக்கப்பட்ட பின்னர் $Cl^{\bullet}$ சுயாதீன மூலிகம் அழியாது மீளத் தோன்றியுள்ளது என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

அதாவது இந்த $Cl^{\bullet}$ சுயாதீன மூலிகம் மற்றுமொரு தாக்கத்தின் மூலம் அழிந்து செல்லும் வரையில் பெருந்தொகையான $O_3$ மூலக்கூறுகளை அது அழிக்கும். அதாவது $Cl^{\bullet}$ சுயாதீன மூலிகம் $O_3$ இனை உடைப்பதற்கான ஊக்கியாகத் தொழிற்பட்டுள்ளது.

**ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதால் ஏற்படும் பாதகமான விளைவுகள்**

சூரியனிலிருந்து வரும் பாதகமான அதிக சக்தி கொண்ட கழியூதாக் கதிர்கள், அதிக செறிவுடன் புவிமேற்பரப்பை அடைதலே ஓசோன் படை தேய்வடைவதனால் ஏற்படும் பாதகமான விளைவாகும். ஓசோன் விதானம் தேய்வடைய முன்னர் புவி மேற்பரப்பை அடைந்த *UV* கதிர்களை விட அதிகமான அளவுக்கு உயர் சக்தி கொண்ட *UV* கதிர்கள், ஓசோன் விதானம் தேய்வடைந்த பின்னர் புவியை வந்தடையும். அதன் விளைவாக புவியில் வாழும் அங்கிகள் பாதகமான உயர் சக்தி கொண்ட *UV* கதிர்களின் தாக்கத்திற்கு அதிக அளவில் ஆளாவதால், அந்த *UV* கதிர்களால் ஏற்படுத்தப்படும் தாக்கங்களுக்கு அதிக அளவில் ஆளாவர்.

அவ்வாறாக ஏற்படும் பாதகமான விளைவுகள் வருமாறு:

(1) தோலில் புற்றுநோய்கள் ஏற்படும்.

*UV* கதிர்களின் மிக உயரிய சக்தி காரணமாக அவற்றுக்கு ஆளாவதால் தோலை அண்மிய கலங்களில் உள்ள DNA போன்ற மூலக்கூறுகளில் அமைப்பு ரீதியான மாற்றங்கள் நிகழும். *UV* கதிர்களின் முன்னிலையில் இந்த பெரிய மூலக்கூறுகளில் உள்ள ஐதரசன் பிணைப்புகள் உடைந்து மீண்டும் வேறு விதமாக ஒழுங்கமைவதால் இது நிகழும். இவ்வாறாக இந்த மூலக்கூறுகளில் நிகழும் விகாரங்கள் காரணமாக, புற்றுநோய்க் கலங்கள் தோன்றி அவை தோலின் மீது துரிதமாகப் பெருகிப் பரவுவதால் புற்றுநோய் நிலைமை ஏற்படும்.

(2) கண்ணில் வெண்படலம் (புரை / கட்காசம்) தோன்றுதல்.

DNA மட்டுமன்றி புரதமும் ஐதரசன் பிணைப்புகள் மூலம் தமது அமைப்பைப் பேணி வரும். *UV* கதிர்கள் காரணமாக இப்பிணைப்புகள் உடைவதால் அப்பிரதேசங்களின் அமைப்பு மாற்றமடையும். கண்ணில் பார்வைக்குத் துணையாகும் கண் வில்லை ஒளி-ஊடு புகவிடும் தன்மையுள்ள திரவ நிலைப் புரதத்தாலானது. *UV* கதிர்கள் காரணமாக கண்வில்லைகளில் உள்ள புரதத்தின் அமைப்பு மாற்றத்துக்கு உள்ளாகி, அதன் ஒளிஊடு

புகவிடுதன்மை படிப்படியாகக் குறைவடைவதே கண்ணில் வெள்ளை படர்தல் எனப்படு கின்றது. (உதாரணமாக: நிறமற்ற முட்டை வெண்கருவை வெப்பமேற்றும் போது அது வெள்ளை நிறமாக மாறுவதற்கான காரணம், முட்டை வெண்கருவில் உள்ள அல்புமின் புரதத்தின் அமைப்பு மாற்றமடைதலாகும்.) இவ்வாறாக கண்ணில் வெள்ளை படர்தலா னது மனிதரில் மட்டுமன்றி திறந்த வெளியில் அதிக நேரம் சஞ்சரிக்கும் மாடுகள், ஆடுகள் போன்ற விலங்குகளிலும் ஏற்படும்.

(3) மேலும், மேலதிக *UV* கதிர்களின் தாக்கத்துக்கு உள்ளாவதால், தாவரங்களில் பரம்பரை யலகு விகாரங்களைக் கொண்ட தாவரங்கள் தோன்றலாம். (குறள் தாவரங்கள், இலைகள் விகாரமடைந்த தாவரங்கள் போன்றவை.)

(4) நிறப்பொருள்கள் வெளிறுவதால் உடைகளின் / துணிகளின் தரம் குறைவடைதல்.

(5) பல்பகுதியங்கள் தரமற்றுப்போதல்:- இறப்பர் மூலக்கூறுகளின் இரட்டைப்பிணைப்புடன் ஓசோன் தாக்கம் புரிந்து இறப்பர்ச் சங்கிலிகள் நீளத்தைக் குறைவடையச் செய்து இறப்பர்ப் பாவனைப் பொருள்களின் பொறிமுறை உறுதி, ஆயுட்காலம் குறைக்கும்.

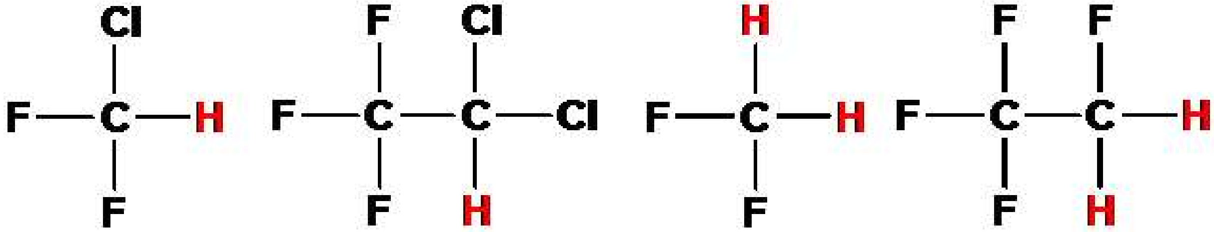
**ஓசோன் விதானத்தைப் பாதுகாப்பதற்காகக் கையாளத்தக்க செயற்பாடுகள்**

தற்காலத்தில் நிகழ்ந்து வரும் வீதத்திலேயே ஓசோன் படை / விதானம் தேய்வடைந்து செல்லுமாயின், மேலும் ஒரு சில தசாப்த காலம் கழியும்போது எமது புவி, உயிரின் இருப்புக்குப் பொருத்தமற்ற ஒரு இடமாக மாறிவிடும். மற்றுமொரு விதமாகக் கூறுவதாயின், கண்ணில் வெள்ளை படர்ந்தோரும் தோல்ப் புற்றுநோய்க்கு ஆகியோரும் பெருந்தொகையாகக் காணப்படுவர்.

எனவே ஓசோன் விதானம் தேய்வடையும் வீதத்தைக் குறைப்பதற்காக விரைவாக நடவடிக்கை எடுப்பது அவசியமாகும். ஓசோன் விதானத்தைத் தாக்கி தேய்வுறச் செய்யும் பிரதானமான காரணி CFC ஆகையால் அவ்வாயுவை உற்பத்தி செய்தலையும் மற்றும் பயன்பாட்டையும் நிறுத்துதல் வேண்டும். இதற்காக ஏற்கனவே நடவடிக்கைகள் எடுக்கப்பட்டுள்ளதோடு, மொன்ட்ரியல் இணக்கப்பாட்டின் (Montreal Convention) மூலம் CFC உற்பத்தி 1996 இல் நிறுத்தப்பட்டது. CFC பயன்படுத்தப்பட்ட கைத்தொழில் நடவடிக்கைகளுக்காகத் தற்போது வேறு மாற்று வாயுக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

CFC இற்குப் பதிலாக முதலில் பயன்படுத்தப்பட்ட மாற்று வாயு HCFC ( Hydrochloro fluro canbon - ஐதரோ குளோரோ புளோரோ காபன்) ஆகும்.

HCFC மூலக்கூறு பெருமளவுக்கு CFC மூலக்கூறை ஒத்ததாக இருப்பதோடு, குளோரீன், புளோரீன் அணுக்களுடன் ஐதரசன் அணுவொன்றும் காணப்படுவது அவற்றுக்கு இடையிலான வேறுபாடாகும்.




உரு 1.33 - (a), (b) HCFC மூலக்கூறுகள் சில. (c), (d) HFC மூலக்கூறுகள் சில.

இந்த மூலக்கூறுகளில் காணப்படும் C - H பிணைப்பு சார்பளவில் குறைவான சக்தி கொண்டவை. இச்சக்தி தாழ்வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் சக்தியிலும் குறைவானது. கீழ் வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் சூரியக் கதிர்களினால் இவை பிரிகையடையும். இதன் விளைவாக இச்சேர்வையின் கணிசமான பகுதி ஓசோன் விதானப் பிரதேசத்தை எட்ட முன்னர் பிரிகையடைந்து விடும். எனினும் உயர் எளிதிலாவியாகும் தன்மை காரணமாக இவ்வாயுவினால் படை மண்டலத்தை அடைய முடிவதோடு அவ்வாறு ஓசோன் விதானம் பிரதேசத்தை அடையுமாயின் C - Cl பிணைப்பானது உயர் சக்தி *UV* கதிர்களின் முன்னிலையில் பிரிகையடைந்து $^{\bullet}Cl$ சுயாதீன மூலகங்களை உற்பத்தி செய்து, ஓசோன் விதானத்தைத் தாக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது. ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதைத் தவிர்ப்பதற்கான மாற்று வாயுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் வாயு HFC - ஐதரோ புளோரோ காபன் ஆகும். (உதாரணம்:- HFC மூலக்கூறுகளில் சில). HFC இல் Cl அணுக்கள் கிடையாது. அதில் F, H மாத்திரமே உண்டு. H அணுக்கள் காணப்படுகின்றமையால் அதன் உறுதிநிலை குறைவடைவதோடு, (HCFC இற்போன்று) Cl அணு இல்லையாதலால் மேல் வளிமண்டலத்தில் Cl சுயாதீன மூலிகங்கள் உற்பத்தி செய்யப் படுவதில்லை. எனவே HFC யினால் ஓசோன் விதானத்துக்கு எவ் வித பாதிப்பும் ஏற்படுவதில்லை. இதன் விளைவாகத் தற்போது உலகில் வளிபதனாக்கிகளிலும் குளிரேற்றினளிலும் பயன்படுத்தப்படும் குளிர்த்தல் வாயு HFC (HFC 134a) ஆகும்.

குறிப்பு:- இந்த HFC வாயு ஓசோன் விதானத்தின் மீது எவ்வித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்தாத போதிலும் HFC, CFC, HCFC ஆகிய எல்லா வாயுக்களும் வலிமையான பச்சைவீட்டு வாயுக் களாகும். இவ்வாயுக்களின் புவி வெப்பமடைதல் ஆற்றல் (Global warming potential - GWP) காபனீரொட்சைட்டு வாயுவிலும் ஆயிரம் மடங்கு உயர்வானதாகும்.

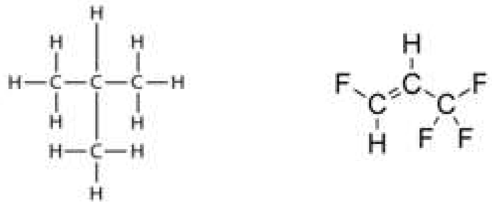
**அட்டவணை - 1.8:** பச்சைவீட்டு வாயுக்களும் அவற்றின் வலிமையும் ($CO_2$ வாயு சார்பாக)

| வாயு | GWP பெறுமானம் |
|---|---|
| $CO_2$ | 1 |
| $CH_4$ | 22 |
| $N_2O$ | 310 |
| HFC 23 | 11 700 |
| HFC 134 a | 1 300 |
| CFC 12 | 10 600 |
| HCFC 22 | 1 700 |

இதன் காரணமாக மேல் வளிமண்டலத்தில் இவ்வாயுக்கள் மிகச் சிறு செறிவுகளில்(ppt) காணப் பட்டபோதிலும் அவற்றினால் பூகோள வெப்பமடைதல் மீது கணிசமான பங்களிப்பைச் செய்ய முடியும். எனவே HFC ஆனது ஓசோன் விதானம் தேய்வடைவதைத் தவிர்ப்பதற்கான ஒரு சிறந்த மாற்று வாயுவாக இருந்தபோதிலும் அது மற்றுமோர் உலகப் பிரச்சினையாகிய பூகோளம் வெப்பமடைதல் அதிகரிப்பதில் பங்களிப்புச் செய்கின்றமையால் அதன் பயன்பாடு ஒரு கேள்விக் குறியாக மாறி யுள்ளது. இதன் விளைவாக ஓசோன் விதானத்தைத் தேய்வடையச் செய்யாத, கூடவே உலகம் வெப்பமடைவதில் மிகக் குறைந்த அளவு பங்களிப்புச் செய்கின்ற குளிர்த்தி வாயுக்களைப் பயன்படுத்துவதில் உலக மக்கள் கவனஞ் செலுத்தத் தொடங்கியுள்ளனர்.

இதற்காக ஒரு மாற்று வாயுவாக எளிதிலாவியாகும் தன்மையுள்ள ஐதரோகாபன் - (R600a) மற்றும் வளிமண்டலத்தில் உறுதியை மிகக் குறைவாக நிரம்பாத புளோரோ காபன் சேர்வை (Hydrofluroolefind) HFO - 1234 a ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதில் முனைப்புக் காட்டப்பட் டுள்ளது. எளிதிலாவியாகும் ஐதரோக்காபனுக்காக ஐசோபியுட்டேன் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது ஐசோபியுட்டேன் (R600a) வாயு என கைத்தொழில் துறையில் அழைக்கப்படுகின்றது.

மேலும், நிரம்பாத புளோரோக் காபனாக ஐதரோ புளோரோ ஒலிவீன் HFO பயன்படுத்துவது சிபார்சு செய்யப்பட்டுள்ளது. HFO ஆனது அமைப்பு ரீதியில் HFC இற்குச் சமமாவதோடு, அதில் இரட்டைப் பிணைப்பொன்று அடங்கியுள்ளது. இரட்டைப் பிணைப்புக் கொண்ட சேர்வைகள் அதிக தாக்குதிறனுள்ளவையாகையால் இந்த HFC சேர்வைகள் கீழ் வளிமண்டலத்தில் விரைவாகப் பிரிகையடைந்து வளிமண்டலத்திலிருந்து வெளியேறும். எனவே அவை பூகோளம் வெப்பமடைவதில் செலுத்தும் செல்வாக்கு மிகக் குறைவானது.



(a) (b)

**உரு 1.34** - (a) ஐசோபியுற்றேன் (R600a) (b) ஐதரோபுளோரோஒலிபீன் (HFO-1234a)

### 1.13.4 ஒளியிரசாயனப் புகார்

நீங்கள் வாகன நெரிசல்மிக்க ஒரு நகரில் வாழ்கின்ற ஒருவரா? அவ்வாறாயின் அவ்வாறான நகரங்களில் மாலைவேளைகளில் சற்று உயரமான ஒரு கட்டடத்தில் இருந்து உங்களது நகரத்தை நோட்டமிடும்போது உங்களது கட்டடங்களுக்கு மேலாக, ஊடுகாட்டும் தன்மை குறைவான கபிலநிறமான ஒரு படலத்தைக் காண்பீர்கள். கண்டி மாநகரம், கொழும்பு மாநகர புறக்கோட்டை, பொரல்லை, கடுவெலை போன்ற பிரதேசங்களில் காற்று வீசுவது குறைவான நாள்களில் இத்தோற்றப்பாட்டைக் காணலாம். இலங்கையில் இந்த நிலைமை சற்று அரிதாகவே காணப்படுகின்றபோதிலும் இந்தியாவில் புதுடில்லி, மும்பாய், கல்கத்தா, சென்னை போன்ற நகரங்களிலும் சீனாவில் சங்கெய், பீஜிங் போன்ற நகரங்களிலும் மலேசியாவில் கோலாலம்பூர் நகரிலும் இந்த நிலைமையை அதிக அளவில் காணலாம்.

இவ்வாறாகப் பிற்பகல் வேளைகளில் ஒளி ஊடுபுகவிடும் தன்மை குறைவாகவும் கரு நிறப்படலம் தோன்றுவதற்கான காரணம் யாது? இப்படலம் தோன்றுவதற்குக் காரணமாகும் சிக்கலான ஒளி இரசாயனச் செயன்முறை, ''ஒளியிரசாயனப் புகார்'' என அழைக்கப்படுகின்றது. சூரியக் கதிர்களின் முன்னிலையில் சூழல் மாசாக்கிக் கருவிகள் சில ஒன்றுடனொன்று தாக்கம் புரிவதால் தோன்றும் இரசாயனப் பொருள்கள், நுண்ணிய துணிக்கைகள் மற்றும் நீர்ச் சிறுதுணிக்கைகளால் சூரியக் கதிர்கள் சிதறடிக்கப்படுவதால் (scattering) நிகழும். வளிமண்டலத்தின் ஒளியூடுபுகவிடும்தன்மை குறைவடைதலே ''ஒளியிரசாயனப் புகார்'' எனப்படுகின்றது.

#### ஒளியிரசாயனப் புகார் தோன்றக் காரணமாகும் இரசாயன மாசாக்கிகளும் அவற்றின் மூலமுதல்களும்

ஒளியிரசாயனப் புகார் தோன்றுவதில் இரண்டு வகையான இரசாயன மாசாக்கி வகைகள் பங்களிப்புச் செய்யும். நைத்திரிக்கொட்சைட்டு வாயு (NO), எளிதிலாவியாகும் ஐதரோக்காபன்

(தகனத்துக்குள்ளாகாத எரிபொருள்) ஆகியனவே அவையாகும். இவற்றோடு சூரிய ஒளியுமான 15 °C வெப்பநிலை இருப்பதும் அவசியமாகும்.

ஒளியிரசாயனப் புகார் தோன்றக் காரணமாகும் இரசாயனப் பொருள்கள் NO, $CH_3(CH_2)nCH_3$ (n = 1- 4) ஆகியனவாகும்.

இந்த இரண்டு இரசாயனப் பொருள்களும் ஏறத்தாழ முற்றுமுழுதாக வாகனப் போக்குவரத்துக் காரணமாகவே வளியுடன் சேர்கின்றன. ஐதரோக்காபன் என்பது திரவ பெற்றோலிய எரிபொருள்களின் பிரதானமான ஒரு கூறாகும். வாகனப் போக்குவரத்து ஏறத்தாழ முற்றுமுழுதாக திரவ பெற்றோலிய எரிபொருள்களிலேயே தங்கியுள்ளது. வாகனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் இந்த எரிபொருள்கள் வெவ்வேறு வழிகளில் தகனமடையாத எரிபொருளாகச் சூழலுடன் சேரும். குறிப்பாக 'கசோலின்' எரிபொருள்களின் உயர் ஆவிப்பறப்புக் காரணமாக, வாகனத்தின் எரி பொருள் தொட்டியிலிருந்து ஆவியாகி, வளிமண்டலத்தையடைந்து சூழலுடன் எளிதிலாவியாகும் ஐதரோக் காபன்களைச் சேரக்கும்.

மேலும் காபன்சேர் கருவியின் (carburettor) ஊடாகவும் கணிசமான அளவு ஐதரோக்காபன் ஆவியாகிச் செல்லும். எனினும், வாகனத்தின் வெளிப்படுத்துத் (exhaust) தொகுதியின் ஊடா கவே சூழலுடன் அதிக அளவு ஐதரோக்காபன் சேரும். வாகன எஞ்சினின் உள்ளே எரி பொருள் உயர் அமுக்கத்திலும் உயர் வெப்பநிலையிலும் தகனமடைந்த போதிலும் எஞ்சினின் ஆடுதண்டினுள் (முசலத்தினுள்) புகும் எல்லா எரிபொருள் மூலக்கூறுகளும் முற்றுமுழுதாகத் தகனத்துக்கு உள்ளாவதில்லை. குறிப்பாக முசல அறையின் வெளிப்புறச் சுவருக்கு அருகே உள்ள ஐதரோக்காபன் மூலக்கூறுகள் தகனமடைவதில்லை. இவ்வாறாகத் தகனமடையாத ஐதரோக்காபன் மூலக்கூறுகள் வெளிப்படு வாயுவுடன் சேர்ந்து வெளிப்படுத்து தொகுதியின் ஊடாக வளிமண்டலத்துடன் சேரும்.

எரிபொருளையும் வளியையும் சிறப்பான விகிதத்தில் கலந்து உயர் அமுக்கத்தின் கீழ் எரிபற்றச் செய்வதன் மூலமே வாகன எஞ்சினில் எரிபொருள் தகனமுறச் செய்யப்படும். இதன்போது தகனம் காரணமாக வெளியேறும் வெப்பம் காரணமாக எஞ்சினின் உள்ளே உயர் வெப்பநிலை மற்றும் உயர் அமுக்க நிபந்தனை உருவாகும். பொதுவான நிபந்தனைகளின் கீழ் தொழிற்படாத ஒரு வாயுவாகக் கருதப்படும் நைதரசன், மேற்படி உயர் வெப்ப - அமுக்க நிபந்தனைகளின் கீழ் ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் புரிந்து நைத்திரிக்கொட்சைட்டை உற்பத்தி செய்யும். இவ்வாறு உற்பத்தியாகும் நைத்திரிக்கொட்சைட்டு வாயு, வாகனத்தின் வெளிப்படுத்து தொகுதியின் ஊடாக வளிமண்டலத்துடன் சேரும். அதற்கமைய ஒளியிரசாயனப் புகாருக்குக் காரணமாகும். மாசாக்கு கருவிகள் இரண்டும் வாகனப் போக்குவரத்து காரணமாகவே வளிமண்டலத்தில் நகர்ப் பிரதேசங்களில் ஒளியிரசாயனப் புகாரை அதிகளவில் காணலாம்.

**ஒளியிரசாயனப் புகாரினது இரசாயனம்**

ஒளியிரசாயனப் புகார் உருவாதலானது வளிமண்டலத்தில் சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் நிகழும் மிகச் சிக்கலான ஓர் இரசாயனத் தாக்க வலையமைப்பாகும். எனினும், கற்றாய்வை இலகுபடுத்துவதற்காக, ஒளியிரசாயனப் புகார் தோன்றுவதில் இடம்பெறும் இரசாயனத் தாக்கங் களைப் பின்வருமாறு மிக எளிமையான வகையில் காட்டலாம்.

உட்டகன எஞ்சினில் இருந்து வெளிப்படும் NO வாயு வளிமண்டலத்தில் மேலும் ஒட்சியேற்றமடைந்து $NO_2$ வாயுவைத் தோற்றுவிக்கும். இந்த $NO_2$ வாயு சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் பிரிகையடைந்து அணு நிலை ஒட்சிசனை உற்பத்தி செய்யும்.

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

$$NO_2(g) \xrightarrow{hv} NO(g) + O(g)$$

இந்த அணு நிலை ஒட்சிசனானது மூலக்கூற்று ஒட்சிசன் $O_2$ உடன் சேர்ந்து ஒளியிரசாயனப் புகாரின் பிரதானமான ஒரு மாசாக்கியான ஓசோனை உற்பத்தி செய்யும்.

$$^{\bullet}O(g) + O_2(g) \longrightarrow O_3(g)$$

$^{\bullet}OH$ சுயாதீன மூலிகம் தோன்றுதல்: $O(g) + H_2O(g) \longrightarrow {}^{\bullet}OH(g)$

இவற்றோடு மேலே உற்பத்தியாகிய $^{\bullet}OH$ சுயாதீன மூலிகங்களும் அணுநிலை ஒட்சிசன் மூலம் தோன்றும் ஓசோனும் எளிதிலாவியாகும் தன்மையுள்ள ஐதரோக்காபன்களுடன் தாக்கம் புரிந்து அற்கைல் மற்றும் பேரொட்சி அற்கைல் சுயாதீன மூலிகங்களைத் தோற்றுவிக்கும். இந்த அற்கைல் $(R^{\bullet})$ மற்றும் பேரொட்சி அற்கைல் $(ROO^{\bullet})$ சுயாதீன மூலிகங்கள் $NO_2$ மற்றும் $O_2$ உடன் தாக்கம் புரிந்து எளிதிலாவியாகக் கூடிய குறுகிய சங்கிலி அல்டிகைட்டு பேரொட்சி அசற்றைல் நைத்திரேற்று(PAN), பேரொட்சி பென்சயில் நைத்திரேற்று (PBN) போன்ற பாதகமான விளைவுகள் தோன்றும். மேலும், மேலே உற்பத்தியாகிய அல்கைட்டு பல்பகுதியா-க்கமடைந்து வளியில் தொங்கல் நிலைச் சிறு துணிக்கைகள் தோன்றும். இத்துணிக்கைகள் மீது தூசு, நீராவி போன்றவை படிவதால் அளவிற் பெரிய துணிக்கைகள் தோன்றவதோடு அத்துணிக்கைகள் மூலம் சூரிய ஒளி சிதறடிக்கப்படுவதால் (scattering) கீழ் வளிமண்டலத்-தின் ஒளி ஊடுபுகவிடும் தன்மை குறைவடைவதன் விளைவாக திரைப்படலமொன்று போன்று காட்சியளிக்கும். ஒளி யிரசாயனப் புகார் என்பது வெறுங்கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒரேயொரு வளி மாசடைதல் சந்தர்ப்பமாகும்.

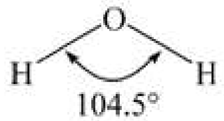
### ஒளியிரசாயனப் புகாரின் பாதகமான விளைவுகள்

- ஒளியிரசாயனப் புகாரின் பிரதானமான ஒரு விளைவாக ஓசோன் உற்பத்தியாக்கப்படு கின்றது. ஓசோன் ஒரு நச்சு வாயு ஆகும். ஓசோனை உட்சுவாசிப்பதால் சுவாசக் கோளாறுகள், சுவாசப் பாதையில் சீதப்படை அழிவுறுதல், இருமல் போன்ற நிலைமைகள் ஏற்படும்.
- மேலும், ஓசோன் ஆனது, உறுதியற்ற, உயரிய தாக்கத் திறனுள்ள ஒரு வாயுவாகையால் ஓசோன் முன்னிலையில் தாவரங்களில் குறிப்பாக இளம் இலைகளில் பச்சையவுருமணிகள் அழிவதால் இலைகள் மீது மஞ்சள் நிறப் பொட்டுக்கள் தோன்றும். இதன் விளைவாக தாவரங்களில் உணவு உற்பத்தி பாதிக்கப்படுவதால் வளர்ச்சிக் குறைபாடுகள் ஏற்படுவ-தோடு உணவு உற்பத்தியும் குறைடையும். விவசாயப் பயிர்களில் விளைச்சல் குறை-வடைய இது ஏதுவாகும்.
- மேலும், ஓசோன் ஆனது இறப்பர் மூலக்கூறுகளில் இரட்டைப் பிணைப்புக்களை உடைக்கும் (ஓசோன் உடைப்பு). அதன் விளைவாக இறப்பர் மூலக்கூற்றுச் சங்கிலிகள் இறுகுவதால் இறப்பரால் செய்த பாவனைப் பொருள்களின் பொறிமுறைச் சக்தி குறைவடையும். அதன் விளைவாக இறப்பரின் மீளியல்பு குறைவடைதல், வாகன டயர்களில் வெடிப்பு ஏற்படல் போன்றவை நிகழும்.

- PAN, PBN மற்றும் குறுஞ்சங்கிலி அல்கைட்டுக்கள் நச்சுத்தன்மையுள்ள சேர்வைகளாவதோடு அவை புற்றுநோய்களையும் பரம்பரையலகு விகாரங்களையும் ஏற்படுத்தவல்லவையுமாகும்.
- ஒளியிரசாயனப் புகார் காரணமாக தோன்றும் எளிதிலாவியாகக்கூடிய பல அல்டிகைட்டுக்கள் உள்ளன. அவற்றை உட்சுவாசிப்பதால் சுவாசக் குழயழற்சி போன்ற கோளாறுகளைக் கொண்டோரின் நோய் நிலைமை உக்கிரமடையும். மேலும் இச்சேர்வைகளை உட்சுவாசிப்ப தால் ஒவ்வாமை இயல்புகளும் தோன்றும்.
- ஒளியிரசாயனப் புகார் காரணமாகத் தோன்றும் பேரொட்சி அசற்றைல் சேர்வைகள் (PAN, PBN) புற்றுநோய்க்காளாவதோடு, அவை பரம்பரையலகு விகாரங்களையும் ஏற்படுத்த வல்லவை. மேலும் இச்சேர்வைகள் உடலின் தொழிற்படு புரதங்கள் மற்றும் நொதியங்களில் இரசாயன ரீதியான மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதன் விளைவாக அந்நொதியங்களின் தொழிற் பாட்டையும் பாதிக்கக்கூடியவையாகும்.
- ஓசோன் காரணமாக நிறப்பொருள் வெளிறும். எனவே துணிமணிகள், ஆடைகளின் தரம் குன்றும்.

## 1.14 கைத்தொழில்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படுபவை காரணமாக நிகழும் நீர் மாசடைதலின் இரசாயனம்.

நீர் என்பது புவியில் உயிரின் இருப்புக்கு அத்தியாவசியமான ஒரு காரணியாகும். அதற்கான காரணம் அது உயிரிரசாயனத் தாக்கங்களில் பங்குகொள்வதும், அத்தாக்கங்களுக்குத் தேவையான கரைப்பானாகச் செயற்படுவதுமாகும். மேலும், இயற்கைச் சூழலில் நிகழும் தாக்கங்களிலும் அது கரைப்பானாகத் தொழிற்படுகிறது. நீர் மூலக்கூறு கொண்டுள்ள வியத்தகு இயல்புகள் காரணமாகவே அது இவ்வாறாக உயிரிரசாயன மற்றும் சூழல் தாக்கங்களில் கரைப்பானாகத் தொழிற்படுகின்றது. நீர் மூலக்கூறின் கேத்திரகணித வடிவத்தை நோக்குகையில் அது ஒரு கோண வடிவத்தைப் பெறுகின்றமையை அறிய முடிகின்றது (உரு: 1.34).




**உரு: 1.34** நீர் மூலக்கூறின் கேத்திரகணித வடிவம்

நீர் மூலக்கூறின் HOH கோணத்தின் பெறுமானம் $104.5^0$ ஆகும். நீர் மூலக்கூறை H, O ஆக்கியுள்ள அணுக்களின் மின்மறைத்தன்மை வேறுபாடு காரணமாக நீர் மூலக்கூறின் O–H பிணைப்பு முனைவுடையது. இந்த முனைவு O–H பிணைப்புச் சோடியானது வெளியில் கோண வடிவில் அமைகின்றமையால், நீர் மூலக்கூறுக்கு விளையுள் முனைவுத்தன்மை கிடைக்கின்றது. இம்முனைவுத்தன்மை டெபஸ் (debye) அலகு 1.85 (1.85 D) வரையிலானது. அதன் காரணமாக, நீர் மூலக்கூறானது வலிமையான முனைவுத்தன்மையுள்ள மூலக்கூறு ஆகும் எனக் கருதலாம். நீர் மூலக்கூறின் இந்த வலிமையான முனைவுத்தன்மை காரணமாக மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே வலிமையான ஐதரசன் பிணைப்புக்கள் தோன்றுகின்றமையால், பெருமளவு நீரானது (Bulk Water) அறைவெப்பநிலையில் திரவமாகக் காணப்படுகின்றது. அதாவது நீரானது வலிமை மிக்க முனைவுத்தன்மையுள்ள ஒரு திரவமாகும். நீரின் இந்த வலிமையான முனைவுத்

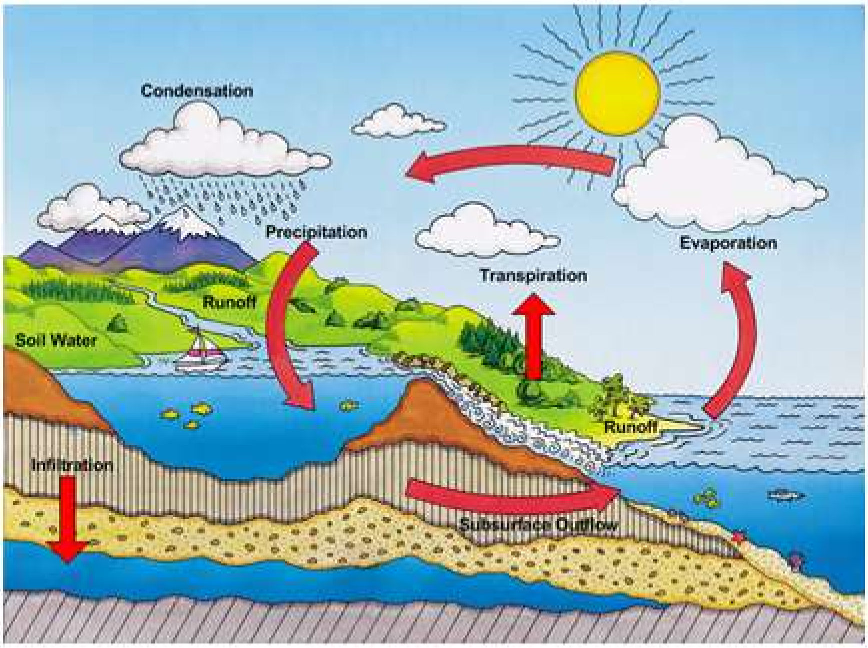
தன்மை காரணமாக நீரில் பெரும்பாலான முனைவுச் சேர்வைகள் கரையும். அதாவது நீரானது முனைவுச் சேர்வைகளுக்கான நல்லதொரு கரைப்பான் ஆகும். எமது சூழலில் உள்ள பெரும்பாலான இயற்கைச் சேர்வைகள் முனைவுத் தன்மையுடையவையாகும். மேலும் உயிரிரசாயனச் செயன்முறையில் பங்களிப்புச் செய்யும் பெரும்பாலான சேர்வைகளும் முனைவுத்தன்மை கொண்டவையாகும். இதன் காரணமாக நீரானது உயிரிரசாயன மற்றும் சூழல் செயன் முறைகளில் ஒரு கரைப்பானாகத் தொழிற்படுகிறது. இதன் காரணமாக சூழல் இரசாயனவியலில் நீரானது சூழலின் முனைவுத்தன்மையுள்ள கரைப்பான் என அழைக்கப்படுகின்றது.

நீரானது இவ்வாறாக முனைவுச் சேர்வைகளுக்கான ஒரு நல்ல கரைப்பானாகத் தொழிற்படுவதில் பிரதிகூலங்களும் உள்ளன. அதாவது பல்வேறு பாதகமான அயன், முனைவுச் சேர்வைகள் நீரில் நன்கு கரைவதால் நீர் துரிதமாக மாசடையும். இவ்வாறாகப் பல்வேறு சேர்வைகள் நீரில் கரைவதால் அந்நீரானது யாதேனும் குறித்த வேலைக்குப் பொருத்தமற்ற நிலையை அடைதலே நீர் மாசடைதல் எனப்படுகின்றது. நீர் மாசடைதலானது நீரைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் வேலைக்கு அமைய வேறுபடும். உதாரணமாக, குடிநீராகப் பயன்படுத்த முடியாதவாறு மாசடைந்துள்ள நீரானது விவசாயப் பயிர்ச்செய்கையின் நீர்ப்பாசனத்தின் தேவைக்காக மாசடையாத நீர் கருதக்கூடிய சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளன. மேலும் கைத்தொழில் ரீதியில் உணவு தயாரிப்பதற்குப் பொருத்தமற்றவாறு நுண்ணங்கிகளால் மாசடைந்துள்ள நீரானது, கொதிநீராவி பெறுவதற்குப் பொருத்தமானதாகும்.

நீரானது வலிமைமிக்க ஒரு முனைவுக் கரைப்பானாக இருந்தபோதிலும் முனைவுத்தன்மையற்ற சேர்வைகளும் நீரில் சொற்ப அளவுகளில் கரையும். இவ்வாறான சில முனைவுத்தன்மையற்ற சேர்வைகள் அதிக நச்சுத்தன்மையுடையவையாவதோடு, மிகச் சொற்ப அளவில் அதாவது சுவட்டளவில் கரைந்துள்ள நிலையிலும் அதன் நச்சுத்தன்மையானது இழிவுப் பாதக மட்டத்திலும் உயர்வானதாகக் காணப்படலாம். உதாரணமாக, வலிமைமிக்க ஒரு புற்றுநோயாக்கிக் காரணியாகிய பென்சீனின் நீரில் கரையும் திறன் ஏறத்தாழ மில்லியனுக்கு 1780 (1780 ppm) பகுதிகள் ஆகும். எனினும் குடிநீரின் பரமானப் பெறுமானங்களின்படி, நீரில் பென்சீன் அடங்கியிருக்கத்தக்க உச்ச அளவு பில்லியனுக்கு ஐந்து (5 ppb) பகுதிகள் ஆவதோடு, பென்சீனின் நீரில் கரையும் திறனானது இவ்விழிவுப் பெறுமானத்திலும் 350 000 தடவைகள் உயர்வானதாகும். அதற்கமைய, முனைவுத்தன்மையுள்ள சேர்வைகளைப் போன்றே முனைவுத் தன்மையற்ற சேர்வைகளும் நீரில் கரைவதாலும் நீர் மாசடைகின்றது என நாம் முடிபு செய்யலாம். மேலும், முற்றுமுழுதாக முனைவுத்தன்மையற்ற ஒரு மூலக்கூறாகிய ஒட்சிசனும் சொற்ப அளவில் (8 ppm) நீரில் கரையும். இவ்வாறாக மிகச் சொற்ப அளவில் நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனானது நீரில் வாழும் சகல அங்கிகளதும் உயிர்த் தொழிற்பாடுகளுக்கு இன்றியமையாத ஒரு காரணி ஆகும். அதாவது இவ்வாறாகச் சொற்ப அளவில் நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசன் காரணமாகவே நீர்வாழ் அங்கிகளின் சகல உயிர்த் தொழிற்பாடுகளும் நிகழுகின்றன.

### 1.14.1 நீர் வட்டமும் நீர் மாசடைதலும்

சூழலில் நீர் வட்டத்தைக் காட்டும் விளக்கப்படமொன்று உரு: 1.35 இல் தரப்பட்டுள்ளது. நீர் வட்டத்தில் நீரானது சூழலில் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு இடையே பரிமாற்றமடைகிறது. நீர் வட்டத்தின் சகல கட்டங்களிலும் நீர் மாசடைவுக்கு உள்ளாகும். நீர் வட்டத்தில் உள்ள மிகக் குறைந்த அளவு மாசடைந்த நீர் வளிமண்டல நீர் (முகில், நீராவி, மென் மூடுபனி, வெள்ளுறை பனி, மழை நீர்) ஆகும். புவியில் உள்ள நில நீர் ஆவியாதல் மூலமே வளிமண்டலத்துக்கு நீர் கிடைக்கின்றது. நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான முனைவுத்தன்மையுள்ள சேர்வைகளின் (உப்புக்கள் போன்றவற்றின்) கொதிநிலைப் பெறுமானம் உயர்வானதாகையால், ஆவியாகிச் செல்லும் நீருடன் அச்சேர்வைகள் வளிமண்டலத்தை அடைவதில்லை. இதன் காரணமாக ஆவியாதல் மூலம் வளிமண்டலத்துடன் சேரும் நீர், மிகச் சுத்தமான மற்றும் இழிவு மாசடைவுக்கு உள்ளான நீர் ஆகும். எவ்வாறாயினும் ஆவிப்பறப்புள்ள முனைவுச் சேர்வைகள் ($H_2S$, $NH_3$, $NO_2$) நீரில் கரையும். மேலும் ஒளியிரசாயச் செயன்முறைகள் காரணமாக வளிமண்டலத்தில் உற்பத்தியாகும் பல்வேறு இரசாயனச் சேர்வைகளும் ($NO_2$, $SO_2$, $H_2SO_4$, $HNO_3$, $NH_4NO_3$ போன்ற) வளிமண்டல நீரில் கரையும். மேலும் வளிமண்டலத்தில் உள்ள மிகச் சிறிய தொங்கல் நிலையில் உள்ள (தூசு, மகரந்த மணிகள், பற்றீரியா போன்ற) துணிக்கைகளும் வளிமண்டல நீருடன் சேர்வதால் அந்நீர் மாசடையும்.




**உரு: 1.35** நீர் வட்டம் (நீர்ச்சக்கரம்)

இவ்வளிமண்டல நீரானது படிவு வீழ்ச்சி (Precipitation) வழியே மழை, மழைப்பனி, வெள்ளுறை பனி, மென் மூடுபனி மற்றும் பனிக்கட்டி மழையாக (Hale) புவி மேற்பரப்பை அடையும். இவ்வாறாகப் புவிமேற்பரப்பை அடையும் நீரின் ஒரு பகுதி புவிமேற்பரப்பின் வழியே ஓடி வழிவதால் மேலும் மாசடைவுக்கு உள்ளாகும். கனியுப்புப் பொருள்கள் பிரிகையடைவதால் தோன்றும் உப்புக்கள் (பார உலோக உப்புக்கள்) மண்ணில் உள்ள பல்வேறு உப்பு வகைகள், மனிதனால் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுச் சூழலுடன் சேர்க்கப்படும். பல்வேறு இரசாயனப் பொருள்கள்

(பசளை, கைத்தொழில் இரசாயனப் பொருள்கள், விவசாய இரசாயனப் பொருள்கள், ......) போன்றவை நீரில் கரைவதால் நீர் மேலும் மாசடைவுக்கு உள்ளாகும். அவ்வாறாக மேற்கு-றிப்பிட்ட படிவுவீழ்ச்சி மூலம் புவி மேற்பரப்பை அடைந்த நீரின் ஒரு பகுதி புவியின் பாறைப் படைகளுக்கு ஊடாக புவியின் உட்பகுதியை அடையும் (Ground Water). இவ்வாறாக நீரா-னது மண்ணின் கனியப் படைகளுக்கும் பாறைப் படைகளுக்கும் ஊடாகச் செல்லும்போது அப்படைகள் அரிப்புக்கு உள்ளாவதாலும் பல்வேறு கனிய உப்புக்கள் மண்ணுடன் சேர்வதால் புவியின் உள்ளே உள்ள நீரும் மாசடையும்.

### 1.14.2 நீரின் தரப்பரமானங்கள் (Water Quality Parameters)

நாம் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டது போன்று, முனைவுள்ள மற்றும் முனைவற்ற பெரும்பாலான பொருள்கள் நீரில் வெவ்வேறு அளவுகளில் கரையும். சில பொருள்கள் (NaCl) அதிக அளவில் கரைந்துள்ளபோதிலும் தீங்கானவையல்ல. எனினும், வேறு சில பொருள்கள் (பார உலோ-கங்கள்) மிகச் சொற்ப அளவில் கரைந்துள்ள நிலையிலும் அதிக நச்சுத்தன்மையானவை. இதற்கான காரணம், பயன்படுத்தும் கருமத்துக்கு நீரின் பொருத்தப்பாட்டை அளந்தறிவதற் காக நீரில் கரைந்துள்ள மற்றும் கரையாத நிலையில் நீரில் உள்ள பொருள்களுக்கான உச்ச இழிவு மட்டம் அல்லது வீச்சு தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளது. இவை நீரின் தரப்பரமானங்களாகும். உதாரணம்: குடிநீரின் இரசாயனப் பரமானங்கள் மற்றும் கழிவு நீரை வெளியேற்றலுக்கான பரமானங்கள் என வெவ்வேறு பரமானங்கள் பல்வேறு நாடுகளாலும் சர்வதேச நிறுவனங்க-ளாலும் வெளியிடப் பட்டுள்ளன. இப்பரமானங்கள் குறித்த வீச்சுக்களை அதாவது எல்லைகளை விஞ்சிச் செல்வதால் அந்நீர் குறித்த வேலைக்குப் பொருத்தமானதல்ல எனக் கருதப்படும்.

பின்வரும் அட்டவணையில் இலங்கைக் கட்டளைகள் பணியகத்தினால் வெளியிடப்பட்டுள்ளது.

**அட்டவணை - 1.9:** இலங்கையில் வீடுகளில் பயன்படுத்துவதற்குப் பொருத்தமான நீரில் அடங்கியிருக்கத்தக்கவற்றின் உயர்வு / இழிவு அளவு அல்லது வீச்சு தரப்பட்டுள்ளது.

| பரமானங்கள் | அலகு | உச்சப் பெறுமானம் / வீச்சு |
|---|---|---|
| நிறம் | Hazen Units | 15 |
| கலங்கல் தன்மை | NTU | 2 |
| pH பெறுமானம் | | 6.5 - 8.5 |
| இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி (COD) | mg / l | 10 |
| மொத்த கரைந்த நிலை திண்மங்கள் | mg / l | 500 |
| நீரின் வன்மை ($CaCO_3$ நிலையில்) | mg / l | 250 |
| மொத்த பொசுபேற்று ($PO_4^{3-}$ நிலையில்) | mg / l | 2.0 |
| ஆசனிக்கு ($As^{3+}$ நிலையில்) | mg / l | 0.01 |
| கட்மியம் ($Cd^{2+}$ நிலையில்) | mg / l | 0.003 |
| ஈயம் ($Pb^{2+}$ நிலையில்) | mg / l | 0.01 |
| இரசம் ($Hg^0$ மற்றும் $Hg^{2+}$ நிலையில்) | mg / l | 0.001 |

### 1.14.3 கழிவு நீரின் தரப்பரமானங்கள் (Parameters)

இனி நாம் நீரின் தரப்பரமானங்கள் சிலவற்றைச் சுருக்கமாக நோக்குவோம்.

- **pH பெறுமானம்**

pH எனும் இரண்டு ஆங்கில எழுத்துக்களால் குறிக்கப்படுவது ஐதரசன் அழுத்தம் (Potential of Hydrogen) என்பதாகும். pH அளவிடை (pH Scale) என்பது கரைசலின் அமிலத்தன்மையை அல்லது மூலத்தன்மையைக் கூறுவதற்குப் பயன்படும் அளவுத்திட்டமாகும். கரைசலொன்றின் ஐதரசன் அயன் செறிவை (mol $dm^{-3}$) மறை மடக்கைப் பெறுமானமாகக் காட்டுமிடத்து இது pH பெறுமானம் எனப்படும்.

கரைசலொன்றின் **pH** பெறுமானத்தை அவதானிப்பதற்கேற்ற சில முறைகள் உள்ளன.

(1) நியமிப்பு மூலம் அல்லது பிறிதொரு முறை மூலம்: கரைசலின் $H^+$ செறிவைத் துணிந்து, அதன் மறை மடக்கைப் பெறுமானத்தைப் பெறுவதன் மூலம் மிகத் திருத்தமாக pH பெறுமானத்தைத் தீர்மானிக்கலாம்.

(2) **pH** காட்டியைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம்: அதாவது கரைசலின் $H^+$ அயன் செறிவுப்படி நிறம் மாற்றமடையும் தாள்களைப் பயன்படுத்துதல். இதற்காக உரிய pH தாளைக் கரைசலில் நனைத்து, அத்தாள் பெறும் நிறத்தை நியமான pH நிற அளவுத்திட்டத்துடன் ஒப்பிடுவதன் மூலம் பருமட்டான pH பெறுமானத்தைப் பெறலாம்.

(3) **pH** மானியைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம்: இதன்போது நீரின் $H^+$அயன் செறிவுடன் அழுத்தம் வேறுபடக்கூடிய விசேடமான மின்வாயொன்றின் அழுத்தத்தை (கண்ணாடி மின்வாயின்) நியமமான மின்வாயொன்றின் (Ag / AgCl மின்வாயொன்றின்) அழுத்தத்துக்குச் சார்பாக அளந்து அதன் மூலமும் வெவ்வேறு நீர்க்கரைசல்களின் pH பெறுமானத்தைத் துணியலாம்.

நாம் அன்றாடம் பயன்படுத்தும் சில நீர்க்கரைசல்களின் பெறுமானங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இலங்கையில் குடிநீரின் சிறப்பாக pH வீச்சு 6.5 - 8.5 எனத் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளது.

**உரு 1.36** அன்றாட வாழ்வில் பயன்படும் நீர்க்கரைசல்கள் சிலவற்றின் pH பெறுமானங்கள்

- **கடத்தாறு (Conductivity)**

நீர்க்கரைசலொன்றின் கடத்தாறு என்பது அந்நீர்மய ஊடகத்தின் ஊடாக மின்கடத்தப்படும் ஆற்றலைக் குறிக்கும் ஓர் அளவீடாகும். இதற்காக நீரில் சுயாதீன அயன்கள் காணப்படுதல் வேண்டும். தூயநீரின் கடத்தாறு மிகக் குறைவானது. நீரானது தானாகப் பிரிகையடைதல் மூலம் தோன்றிய மிகச் சொற்ப அளவான $OH^-$ மற்றும் $H^+$ அயன்களே தூயநீரில் காணப்படும். ($1\times10^{-7}$ mol $dm^{-3}$). நீரின் கடத்தலுக்குப் பிரதான காரணமாக அமைவது அதில் கரைந்துள்ள உப்புக்களின் அளவாகும். உப்புக்கள் நீரில் கரைவதால், அவ்வுப்புக்கள் குறித்த கற்றயன்களாகவும் அனயன்களாகவும் வேறாகிய நீரேற்றமடைந்த அயன்களாகக் காணப்படும். இந்த அயன்களால் நீரில் அங்குமிங்குமாகச் செல்ல முடியுமாதலால் அழுத்த வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்பட்டவுடன் அவை மின்வாய்களை நோக்கிச் செல்வதால் கடத்தாறு தோன்றும். நீரில் கரையும் அசேதன உப்புக்கள், நீரில் அயன்களாகக் கூட்டப்பிரிகையடையக்கூடிய சேதன உப்புக்களும் சேர்வைகளும் (சேதன அமிலங்கள், மூலங்கள் போன்றவை) நீரின் கடத்தாறு மீது பங்களிப்புச் செய்யும். நீரில் நன்கு கரையக்கூடிய, எனினும் அயன்களாகக் கூட்டப்பிரிகையடையாத குளுக்கோசு, சுக்குரோசு போன்ற சேதனச் சேர்வைகளால் நீரின் கடத்தாறு மீது ஏற்படுத்தப்படும் செல்வாக்கு மிகச் சொற்ப அளவானது. கடத்தாறை அளப்பதற்காகக் கடத்தாறு மானி (Conductivity Cell) பயன்படுத்தப்படும். கடத்தாறை அளக்கும் அலகு சென்ரிமீற்றருக்கு சிமன்ஸ் (S $cm^{-1}$) ஆகும். எனினும் நாம் அறிந்துள்ள பெரும்பாலான நீர்க்கரைசல்களில் இப்பெறுமானம் மிக மிகச் சிறிய தாகையால் சென்ரிமீற்றருக்கு மைக்கிரோ சிமன்ஸ் ($\mu$ S $cm^{-1}$) இலேயே கடத்தாறு பொதுவாகப் பதிவு செய்யப்படும்.

நாம் அறிந்து வைத்துள்ள சில நீர்க்கரைசல்களின் கடத்தாறுப் பெறுமானங்கள் கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை - 1.10:** நாளாந்த வாழ்வில் பயன்படுத்தும் சில நீர்க்கரைசல்களின் கடத்தாறுப் பெறுமானங்கள்

| கரைசல் | கடத்தாறு / $\mu$ S $cm^{-1}$ |
|---|---|
| அயன்கள் நீக்கப்பட்ட நீர் | 0.1 - 5 |
| காய்ச்சி வடித்த நீர் | 1 - 10 |
| குடிநீர் | 50 - 1 000 |
| பால் | 1 000 |
| 0.01 M KCl கரைசல் | 1 410 |
| **கடத்தாறு நியமக் கரைசல்** | |
| நிலக்கீழ் நீர் | 100 - 8 000 |
| கடல் நீர் | 2 000 - 60 000 |
| ஆப்பிள் சாறு | 10 000 |
| செறிந்த அமிலங்கள் | 60 000 - 900 000 |

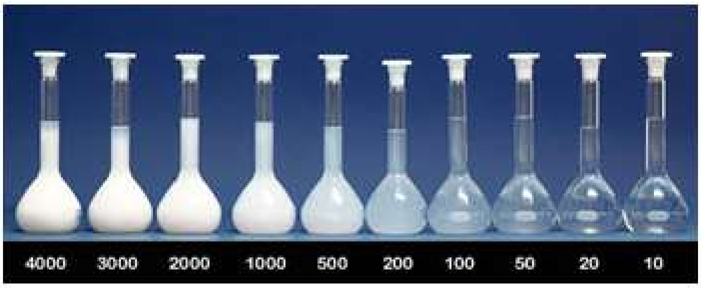
- **கலங்கல் தன்மை (Turbidity)**

சுத்தமான நீர் முற்றுமுழுதாக ஒளியை ஊடுபுகவிடக்கூடியதாகும். அதாவது நீரின் ஊடாக, எவ்வித தடங்கலுமின்றி ஒளி செல்லும். எனினும் நீருடன் பல்வேறு பொருள்கள் சேர்வதால் அதன் ஒளி ஊடுபுகவிடும் தன்மை குறைவடையும். நீர் தெளிவற்ற தன்மையைப் பெறும்.

இவ்வாறாக நீரின் ஒளியை ஊடுபுகவிடும் தன்மை குறைவடைந்து காணப்படுதலே அந்நீரின் கலங்கல் தன்மை எனப்படுகிறது. நீரில் கரையாத தொங்கல் நிலைத் துணிக்கைகள் அதாவது புவியீர்ப்பு மூலம் படியாத சிறிய துணிக்கைகள் காணப்படுவதனாலேயே கலங்கல் தன்மை ஏற்படுகிறது. இச்சிறிய துணிக்கைகள் காணப்படுவதால் நீரின் ஊடாகச் செல்லும் ஒளி சிதறும் (Scattering). அதன் விளைவாக அந்நீர் மாதிரி முகில் போன்று அல்லது திரை போன்று காட்சியளிக்கும். இவ்வாறாக தொங்கல் நிலைத் துணிக்கைகள் காணப்படுதலானது நீர் மாசடைதலின் கட்புலனாகத்தக்க ஒரு சந்தர்ப்பமாகும்.

மேலும், நீரில் மிகச் சிறிய கூழ்த் துணிக்கைகள் காணப்படுதலும், அதன் கலங்கல் தன்மைக்குக் காரணமாகும். நீரின் கலங்கல் தன்மைக்கு ஏதுவாகும் தொங்கல் நிலைத் துணிக்கைகளாக, நுண்ணிய களித் துணிக்கைகள், மிகச் சிறிய சேதன மற்றும் அசேதனத் துணிக்கைகள், நுண்ணிய தனிக்கல அங்கிகளின் சமுதாயங்கள், மிகச் சிறிய பல்பகுதியத் துணிக்கைகள் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

நீரின் கலங்கல் தன்மையை அளப்பதற்காக ஒளிக்கற்றையொன்று நீரின் ஊடாக எந்த அளவு சிதறுகின்றது (scatter) அல்லது ஊடு செல்கின்றது (transmittance) என்பது அளக்கப்படும். இதன்போது கரைசலில் ஒளி சிதறும் அளவு அறியப்பட்ட கலங்கல் தன்மை கொண்ட ஒரு கரைசலுடன் குறித்த நீர்மாதிரியின் ஒளி சிதறும் அளவு ஒப்பிடப்பட்டு, அதன் கலங்கல் தன்மை அளக்கப்படும். கலங்கல் தன்மையை அளக்கும் அலகு NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ஆகும். நியமமான கலங்கல் தன்மையுள்ள சில கரைசல்களின் பெறுமானங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.




**உரு: 1.37** நியமமான கலங்கல் தன்மையுள்ள கரைசல் தொடரொன்றின் NTU பெறுமானங்கள்

குறித்த பல் வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்களுடன் இணைவதால் தோன்றும் கொழுப்பமிலத்தின் பல் வலுவளவு உலோகக் கற்றயன் உப்பினது நீரில் கரையுந் திறன் குறைவானதாகையால் வீழ்படிவுக்கு உள்ளாகும். இந்த வீழ்படிவின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியிலும் குறைவானதாகையால், சவர்க்கார நுரை (Soap Scum) ஆக நீரில் மிதக்கும். இந்த எல்லா பல் வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்களும் நீங்கிச் செல்லும் வரை சவர்க்காரத்தின் துப்புரவாக்கும் திறன் அதற்குக் கிடைக்கமாட்டாது. மேலும் பல் வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்கள் தலைமயிரின் மேற்பரப்பில் இயல்பாகவே காணப்படும் மறை (–) ஏற்றங்களுடன் இணைந்து அவ்வேற்றங்களை நடுநிலையாக்கும். அப்போது முன்னர் மேற்பரப்புக் கற்றயன்கள் காரணமாக தள்ளப்பட்ட தலைமயிர்கள் ஏற்றங்கள் இல்லாமையால் மீண்டும் ஒன்றுடனொன்று சேர்ந்து ஒட்டும் தன்மையை ஏற்படுத்தும்.

- **நீரின் வன்மை**

நீங்கள் இலங்கையின் உலர் வலயத்தில் வாழும் ஒருவரா? அல்லது உலர் வலயக் கிணற்று நீரை அல்லது வேறு இயற்கை மூலங்களிலிருந்து பெற்ற நீரைப் பருகியுள்ளீர்களா? நீங்கள் அவ்வாறு பருகிய நீரின் சுவை பற்றி எண்ணிப் பாருங்கள். அந்நீர் ஒருவித சவர்க்காரத் தன்மையைக் கொண்டிருந்தமை உங்களுக்கு நினைவிருக்கக்கூடும். மேலும், அந்நீரில் நீராடிய பின்னர் உங்களது தலைமுடி ஒட்டும் தன்மையையும் கரட்டுத் தன்மையையும் நீங்கள் அவதானிக் கக்கூடும். இந்த நிலைமைகள் ஏற்படக் காரணம் என்ன? சவர்க்காரத் தன்மையான சுவைக்கும் தலைமயிர்களில் ஒட்டும் தன்மைக்கும் காரணமாக அமைவது நீரின் வன்மையாகும்.

'நீரின் சவர்க்காரத்தை வீழ்படிவாக்கும் கொள்ளளவு' என்பதே நீரின் வன்மைக்கான வரைவிலக்கணமாகும். நீரின் வன்மைக்குக் காரணமாகும் இரசாயனச் சேர்வை நீரில் கரைந்த நிலையில் உள்ள பல் வலுவளவு கொண்ட உலோகக் கற்றயன்களாகும். அதாவது $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$, $Al^{3+}$ அல்லது வேறு யாதேனும் பல்வலுவளவுள்ள உலோகக் கற்றயன்களின் ஒட்டுமொத்தச் செறிவு ஆகும். இயற்கையில் காணப்படும் நீரில் பரவலாக அடங்கியிருக்கும் பல் வலுவளவுள்ள உலோகக் கற்றயன்கள் $Ca^{2+}$ உம் $Mg^{2+}$ உம் ஆகும். எனவே இயற்கையான நீரின் வன்மை மீது ஏறத்தாழ முற்றுமுழுதாகப் பங்களிப்புச் செய்பவை $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ ஆகிய உலோகக் கற்றயன்கள் ஆகும். எனினும் மிக அரிதாக $Mn^{2+}$, $Fe^{2+}$, $Al^{3+}$ போன்ற அயன்களும் நீரின் வன்மையில் பங்களிப்புச் செய்யும் சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளன. சவர்க்காரம் என்பது கொழுப்பமிலங்களின் சோடியம் அல்லது பொற்றாசியம் உப்புக்களாகும். இந்த உப்புக்களின் காபொட்சிலிக்குக் கூட்டம் உரிய பல்வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்களுடன் இணைவதால் தோன்றும் கொழுப் பமிலத்தின் பல்வலுவளவு உலோகக் கற்றயன் உப்பின் நீரின் கரையும் திறன் குறைவான தாகையால் அது வீழ்படியும். இவ்வீழ்வடிவின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியை விடக் குறைவான தாகையால் அது சவர்க்கார மாசு நுரையாக (soap scum) நீரில் மிதக்கும். எனவே சவர்க்காரத்தின் கழுவல் செலவானது இந்த சகல பல்வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்களும் நீங்கும் வரையில் நிகழுவதில்லை. மேலும் இந்த பல்வலுவளவு உலோகக் கற்றயன்கள் தலைமயிர் மேற்பரப்பில் இயல்பாகவே காணப்படும் ஏற்றங்களுடன் இணைத்து அவ்வேற்றங்களை நடுநிலைப்படுத்தும். அப்போது முன்னர் மேற்பரப்பு ஏற்றங்கள் காரணமாகத் தள்ளப்பட்ட தலைமயிர்கள், ஏற்றங்கள் அற்றுப் போவதால் மீண்டும் ஒன்றுடனொன்று சேர்த்து ஒட்டுத்தன்மையை ஏற்படுத்தும்.

நீரில் அடங்கியுள்ள வேறு அனயன்களுக்கும் ($Cl^-$, $SO_4^{2-}$) நீரின் நிலையுள்ள வன்மைக்கும் எவ்வித தொடர்பும் கிடையாது. நீரின் வன்மையைக் குறிப்பிடும் அலகு மில்லியனுக்கு கல்சியம் காபனேற்றுப் பகுதிகள் (ppm $CaCO_3$)ஆகும். நீரின் வன்மை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது (பருமட்டான பாகுபாடு).

**அட்டவணை - 1.11:** நீரின் கடினத்தன்மை மட்டம்

| கல்சியம் காபனேற்று / mg $L^{-1}$ | நீரின் வன்மை |
|---|---|
| 0 - 50 | மென்னீர் |
| 50 - 100 | நடுத்தர மென்னீர் |
| 100 - 200 | மிதமான வன்னீர் |
| 200 - 300 | நடுத்தர வன்னீர் |
| 300 - 400 | வன்னீர் |
| 450+ | அதிக வன்னீர் |

- **தற்காலிக வன்மை (நிலையில் வன்மை) (Temporary Hardness)**

நீரில் மேற்படி பல்வலுவளவுள்ள உலோகக் கற்றயன்களுடன் அம் மொத்தச் செறிவிலும் கூடுதலான செறிவில் இருகாபனேற்று அயன்களும் காபனேற்று அயன்களும் காணப்படும் நிலையே தற்காலிக வன்மை எனப்படுகின்றது. நீரைக் கொதிக்க வைப்பதால் அவ்வன்மையை நீக்க முடிவதனாலேயே இது தற்காலிக வன்மை எனப்படுகின்றது. நீரைக் கொதிக்க வைக்கும் போது உலோகக் கற்றயன்கள் அவற்றின் காபனேற்றாக வீழ்படியும்.

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \xrightarrow{\Delta} CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Mg^{2+} + 2HCO_3^- \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 + CO_2 + H_2O$$

- **நிலையுள்ள வன்மை (நிலையான வன்மை) (Permanent Hardness)**

குறித்த பல் வலுவளவுள்ள உலோகக் கற்றயன்களின் மொத்தச் செறிவிலும் மிகக் குறைவாகக் காபனேற்று அல்லது இருகாபனேற்று அயன்கள் காணப்படும் நிலையே நிலையுள்ள வன்மை எனப்படுகிறது.

இங்கு காபனேற்று–இருகாபனேற்று அயன்களின் சமவலுச் செறிவுக்கு(Equivalent Concentration) மேலதிகமாகக் காணப்படும் உலோக அயன் செறிவை, வெப்பமேற்றுவதன் மூலம் வீழ்படியச் செய்ய முடியாதாகையால் இது நிலையுள்ள வன்மை எனப்படுகிறது. புறத்தேயிருந்து நீரில் கரையும் தன்மையுள்ள காபனேற்றுச் சேர்வைகள் ($Na_2CO_3$) சேர்ப்பதால் இவ்வன்மையை நீக்கலாம். $Ca^{2+} + 2Cl^- + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2Na^+ + 2Cl^-$

- **நீரின் இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி (Chemical Oxygen Demand)**

நீரின் இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி என்பது நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சியேற்றக்கூடிய பதார்த்தங்களை ஒட்சியேற்றுவதற்குத் தேவையான ஒட்சிசனின் அளவு ஆகும். நீரில் பரவலாகக் காணப்படும் ஒட்சியேற்றக்கூடிய சேர்வைகளான சேதனச் சேர்வைகளாகும். இவை வெவ்வேறு ஒட்சியேற்ற நிலைகளில் காணப்படுவதோடு, இறுதியில் அவற்றைக் காபனீரொட்சைட்டாக (அல்லது காபனேற்றாக) ஒட்சியேற்றலாம். குளுக்கோசு, புரற்றோசு போன்ற வெல்ல வகைகள், கொழுப் பமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள், மாப்பொருள், புரதங்கள் போன்றவை இதில் அடங்கும்.

மேலும் அசேதனச் சேர்வைகளாக $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$ போன்ற அயன்களும் நீரின் இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வியில் பங்களிப்புச் செய்யும். நீரின் இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி நியமிப்பு மூலம் துணியப்படும். வலிமைமிக்க ஒட்சியேற்றியாகிய அமில பொற்றாசிய மிருகுரோமேற்றுக் கரைசலின் அறியப்பட்ட ஓர் அளவுடன், காய்ச்சி வடித்து மீதியாக உள்ள இருகுரோமேற்று அயன்களின் அளவை நியமமான $Fe^+$அயன் கரைசலொன்றின் மூலம் நியமிப்புச் செய்து நீரின் COD பெறுமானம் துணியப்படும்.

**உரு: 1.38** நியமிப்பு மூலம் நீரின் COD மட்டத்தைத் துணிதல்.

பெரும்பாலும் கைத்தொழில்கள் மூலம் வெளியேற்றப்படும் கழிவுநீரிலேயே நீரின் COD மட்டம் அளக்கப்படும். அதற்கான காரணம் COD மட்டம் உயர்வான கழிவு நீர் நிலைகளைச் சென்றடைவதால் அந்நீர் மாசடைவுக்கு உள்ளாகின்றமையாகும்.

இலங்கையில் மத்திய சுற்றாடல் அதிகார சபையினால் குறித்துரைக்கப்படுவது வெவ்வேறு சூழல்களில் விடுவிக்கக்கூடிய கழிவு நீரின் COD மட்டம் பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

**அட்டவணை - 1.12:** இலங்கை மத்திய சுற்றாடல் அதிகார சபையினால் வெளியிடப்பட்டுள்ள கழிவு நீரின் உச்ச COD மட்டங்கள்.

| வெளியேற்றும் பொருள் | உச்ச COD பெறுமானம்/ mg $L^{-1}$ |
|---|---|
| மேற்பரப்பு நீரில் வெளியேற்றப்படும் கழிவு நீர் | 250 |
| நீர்ப்பாசன நீரில் வெளியேற்றப்படும் கழிவு நீர் | 400 |
| சமுத்திர நீரில் வெளியேற்றப்படும் கழிவு நீர் | 250 |
| இறப்பர் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கழிவு நீர் | 400 |
| புடைவைத் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கழிவு நீர் | 250 |

- **நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசன் மட்டம் (Dissolved Oxygen)**

நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசன் மட்டம் (Dissolved Oxygen) ஆனது நீரின் அலகுக் கனவளவில் உள்ள மூலக்கூறு ஒட்சிசன் ($O_2$) அளவு ஆகும் என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டலத்தில் 21 சதவீதமளவு காணப்படும் ஒட்சிசன் வாயு நேரடியாக நீரில் கரைதல், நீரில் வாழும் ஒளித்தொகுப்பு நடத்தும் ஆற்றலுள்ள நீர்த்தாவரங்கள் மற்றும் ஏனைய அங்கிகளாலும் (அல்கா, சயனோ பற்றீரியா) சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஒட்சிசன் நீரில் கரைதல் ஆகியனவே நீரில் கரைந்த நிலை ஒட்சிசனுக்குக் காரணமாகின்றன. நீர் மூலக்கூறுகள் முனைவுத்தன்மையுடையவையாகையாலும் ஒட்சிசன் மூலக்கூறுகள் முனைவுத்தன்மையற்றவை யாகையினாலும் ஒட்சிசனின் நீரில் கரையும் திறன் மிகச் சிறியதொரு பெறுமானமாகும். உதாரணமாக கடல் மட்டத்தில் வளிமண்டலத்தின் ஒட்சிசன் வாயுவின் பகுதியமுக்கத்தைக் கருதுகையில், 21 $^0$C வெப்பநிலையிலும் 1 atm வளிமண்டல அமுக்கத்திலும் நீரில் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் ஏறத்தாழ 9 mg $l^{-1}$ (9 ppm) ஆகும். நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசன் மட்டமானது, நீரில் நிகழும் பல்வேறு இரசாயன மற்றும் உயிர்ச் செயன்முறைகள் காரணமாகக் குறைவடையும். உதாரணமாக, நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசன் மட்டம் 5 ppm இலும் குறைவடையும் போது, நீரில் வாழும் அங்கிகள் அழுத்தத்துக்கு(Stress) உள்ளாகும். அந்நீரில் வாழும் மீன்கள், இவ்வாறான அழுத்தத்துக்கு உள்ளாகிய சந்தர்ப்பங்களில் நீர் மேற்பரப்புக்கு வந்து வாயை வளிமண்டலத்தில் திறந்து வைத்திருத்தலை அவதானிக்கலாம். அப்பெறுமானம் 1 - 2 ppm வரை குறைவடையுமாயின், அந்நீரில் வாழும் மீன்கள் இறக்கத் தொடங்கும். சில காலப்பகுதிகளில் நாட்டின் வெவ்வேறு பிரதேசங்களில் நீர்நிலைகளில் ஏககாலத்தில் ஆயிரக்கணக்கான மீன்கள் இவ்வாறாக இறந்தமை பற்றிய செய்திகளை அறிகின்றோம். நீரில் கரைந்த நிலையில் உள்ள ஒட்சிசன் மட்டம் மிகத் தாழ்வான பெறுமானத்தை அடைவதே இந்நிலைமைக்குக் காரணமாகும்.

நீரில் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் மிகக் குறைவடையுமாயின் (0 ppm) அந்நீரில் காற்றின்றிய நிலை தோன்றும். ஆழமாக நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதியில் இவ்வாறான காற்றின்றிய நிலை காணப்படும்.

நீரில் கரைந்த நிலையில் உள்ள ஒட்சிசன் மட்டத்தைத் துணிவதற்குப் பயன்படும் சில முறைகள் உள்ளன.

(1) கரைந்த நிலை ஒட்சிசனுக்கு உணர்தன்மையைக் காட்டும் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மானியொன்றினைப் பயன்படுத்தி நேரடியாக அறிந்து கொள்ளல். (pH மானி போன்ற)

(2) நியமிப்பு மூலம் (வின்க்லர் முறை - Winkler Method) இம்முறையில் பின் நியமிப்பு (Back titration) மூலம் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் துணியப்படும்.

இதற்காக முதலில் கரைந்த நிலை ஒட்சிசனை மங்கனீசு ஐதரொட்சைட்டுடன் ($Mn(OH)_2$) தாக்கமுறச் செய்து வீழ்படியச் செய்யப்படும்.

$$2Mn(OH_2)_2 + O_2 \xrightarrow{\text{நீரில்}} 2MnO_2 + H_2O \text{ ------------------ (1)}$$

$$\underset{}{} \quad 1\text{ mol} \qquad\qquad 2\text{ mol}$$

இவ்வாறு தோன்றும் மங்கனீசுச் சிக்கலானது அமில ஊடகத்தில் அயடைட்டுடன் தாக்கமுறச் செய்யப்படும்.

$$MnO_2 + 4H^+ + 2I^- \longrightarrow Mn^{2+} + I_2 + 3H_2O \text{ ---------- (2)}$$

$$1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad\qquad 1\text{ mol}$$

இதன்போது வெளியேறும் $I_2$ ஆனது, நியம தயோசல்பேற்றுக் கரைசலொன்றுடன் நியமிக்கப்படும்.

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \text{ --------------------------- (3)}$$

$$1\text{ mol} \quad 2\text{ mol}$$

இதன்போது ஓர் மூல் ஒட்சிசனுக்காக நான்கு மூல் தயோசல்பேற்று செலவாகும். ஆய்வுகூடத்தில் வெவ்வேறு நீர்மாதிரிகளின் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டத்தை இம்முறையின் மூலம் துணியலாம்.

(1), (2), (3) ஆகியவற்றின்படி,

$$O_2 \equiv MnO_2 \equiv I_2 \equiv S_2O_3^{2-}$$

$$1\text{ mol} : 2\text{ mol} : 2\text{ mol} : 4\text{ mol}$$

- **நீரின் நற்போசணை (Eutrophication)**

போசணைப் பதார்த்தங்கள் நீருடன் சேர்வதால் அந்நீரில் அதிக அளவு அல்கா வளர்ச்சியடைதலே நற்போசணை எனப்படுகின்றது.

இவ்வாறாக அல்காக்கள் அதிக அளவில் வளர்ச்சியடைவதால், நீர் மேற்பரப்பில் தடித்த சமுதாயப் படையாகக் காணப்படும். இதன் காரணமாக சூரிய ஒளி அந்நீர் நிலையின் கீழ்ப் படைகளுக்குச் செல்வதில்லையாதலால், அவ்வாறான கீழ்ப் படைகளில் ஒளித்தொகுப்பு நிகழாமையினாலும், ஒட்சிசன் அந்நீரில் கரையாமையினாலும் கீழ்ப்படைகளில் கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் குறைவடைவதால் நீரில் வாழும் தாவரங்களும் விலங்குகளும் இறக்கும். இவ்வாறு இறக்கும் தாவரங்களும் விலங்குகளும் காற்றுவாழ் பற்றீரியாக்களால் பிரிகையடையும் போது கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் மேலும் குறைவடைவதால் காற்றின்றிய

நிலைமை தோன்றும். இந்த காற்றின்றிய நிபந்தனைகளின் கீழ் $H_2S$ போன்ற வாயுக்கள் உற்பத்தியாவதால் நீர்நிலையை அண்டிய பிரதேசங்கள் அதிக துர்மணத்தைப் பெறும். இதுவும் நற்போசணை ஒரு விளைவாகும். அல்கா வளர்ச்சிக்குப் பல்வேறு போசணைப் பதார்த்தங்கள் தேவையாயினும், பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் எல்லைப்படு போசணைக் கூறு பொசுபேற்று ($PO_4^{3-}$) அயன்கள் ஆகும். மேலும் நைத்திரேற்று அயன்களும் ($NO_3^-$) சில வேலைகளில் எல்லைப்படு போசணைக் கூறாக அமைய இடமுண்டு. இந்த இரண்டு போசணைக் கூறுகளும் எல்லைப்படுவதால் நீர் நிலைகளில் அல்கா வளர்ச்சி இயற்கையாகவே கட்டுப்படுத்தப்படும். எனினும், மனிதனின் பல்வேறு செயற்பாடுகள் விவசாயம், கைத்தொழிற் கழிவுகளை அகற்றல், வீட்டில் பயன்படும் சுத்தமாக்கிகள் (Cleaning Products) போன்றவை காரணமாகப் பிரதானமாக நீர்நிலைகளில் $PO_4^{3-}$அயன்கள் சேரும். அதன் விளைவாகக் குறித்த போசணைகளின் எல் லைப்படுதன்மை நீங்குவதால் துரிதமாக அல்காக்கள் பெருக்கமடையும். இதுவே நற்போசணை ஆகும். உதாரணமாக, அல்கா வளர்ச்சியைத் தடுப்பதற்கெனின் குறித்த நீரின் $PO_4^{3-}$ மட்டத்தை 0.05 ppm மட்டம் வரை குறைவான மட்டத்தில் பேணி வரவேண்டும். எனினும், பெரும்பாலான நகர்ப்புறக் கழிவுப் பொருள்களில் பொசுபேற்று மட்டம் 25 ppm அளவுக்கு உயர்வாக பெறுமானத்தில் காணப்படுகிறது.

**உரு: 1.39** நற்போசணை காரணமாக மீன்கள் இறத்தல்

**நீரில் பார உலோக அயன்கள் அடங்கியிருத்தல்.**

பார உலோக அயன் என்பதைத் தீர்மானிப்பதற்கு மிகச் சரியான ஒரு வரைவிலக்கணம் இல்லாதபோதிலும், அதற்காகப் பின்வரும் வரைவிலக்கணங்கள் புழக்கத்தில் உள்ளன.

(1) உலோகவியலில் பார உலோகம் என்பது 5 g $cm^{-3}$ இலும் மேற்பட்ட அடர்த்தியுள்ள அல்லது 5 இலும் மேற்பட்ட தொடர்படர்த்தி (சாரடர்த்தி) யுள்ள உலோகங்கள் ஆகும்.

(2) பௌதிகவியலில் அணுவெண் 20 இலும் மேற்பட்ட உலோகங்களே பார உலோகங்களாகும் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

(3) இரசாயனவியலில் சல்பைட்டு ($S^{2-}$) மற்றும் ஐதரொட்சைட்டு ($OH^-$) அயன்களுடன் கரையாத வீழ்படிவைத் தரும் கற்றயன்களை உற்பத்தி செய்யும் உலோகங்களும் என வரையறுக்கப்படுகின்றது.

இப்பார உலோக அயன்கள் சில சந்தர்ப்பங்களில் எமக்கு இன்றியமையாத நுண்போசணைகளாகும். ($Zn^{2+}$, $Fe^{2+}$) கூடவே பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் பாதகமான, நச்சுத் தன்மையுடையவையாகும். ($Hg^{2+}$, $Cd^{2+}$, $Pb^{2+}$) மேலும், சில சந்தர்ப்பங்களில் குறைந்த செறிவில்

அத்தியாவசியமாக ஒரு மூலகமாகவும், உயர் செறிவில் பாதகமான மூலகமாகவும் ($Cu^{2+}$) நடத்தையைக் காட்டும். அத்தோடு சில பார உலோக அயன்கள், எந்த (V) உயிர்த் தொழிற்பாட்டிலும் பங்களிப்புச் செய்வதில்லை. பார உலோகங்கள் நீரிலும், நீர்நிலைகளின் அடியில் அடையலா கவும் (Sediment) காணப்படும்.

புவியோட்டில் பாறைகளாகவும் கனியங்களாகவும் அவற்றால் மாசுக்களாகவும் காணப்படும். பார உலோகங்கள் வானிலையாலழிவதால் நீருடனும் மண்ணுடனும் சேரும். பார உலோகங்கள் இயற்கையான நீரில் நீரேற்றமடைந்த அயன்களாகவும் சிக்கல் சேர்வைகளாகவும் காணப்படும். நீரில் காணப்படும் நச்சுத்தன்மையுள்ள பார உலோகங்கள் சிலவற்றின் மூலங்களும் அவற்றின் செல்வாக்குகளும் கீழ் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை - 1.13:** நீரில் அடங்கியுள்ள நச்சுத்தன்மையால் பார உலோகங்கள் சிலவற்றின் மூலங்களும் அவ்வுலோகங்களின் செல்வாக்குகளும்.

| பார உலோகம் | நீருடன் சேரும் மூலம் | செல்வாக்கு |
|---|---|---|
| As ($As_2O_3$) வடிவத்தில் | • கைத்தொழில் கழிவு நீர், பொசுபேற்றுப் பசளைகளில் மாசுக்களாக, நிலக்கீழ் நீர், பங்கசு கொல்லி, இலத்திரனியல் கூறுகள். | • புற்றுநோயாக்கி<br>• ஆசனிக்கோசியா நோயாக்கி. |
| Cd ($Cd^{2+}$) | • கைத்தொழில்களில் வெளியேற்றப்படுபவை, சுரங்கக் கழிவுகள், உலோக சுத்திகரிப்புக் கழிவுகள், மீள மின்னேற்றக்கூடிய மின்கல வடுக்குகள். | • நொதியங்களின் தொழிற்பாடு தடைப்படல்.<br>• உயர் குருதி அமுக்கம்<br>• சிறுநீரகக் கோளாறுகள் |
| Pb ($Pb^{2+}$) | • கைத்தொழில் கழிவுகள், சுரங்கக் கழிவுகள், ஈயம் சேர்ந்த கசோலின் (பெற்றோல்), ஈயம் சேர்ந்த பூச்சு வகை, உலோகக் குழாய்ப் பற்றாசு பிடி பதார்த்தங்கள். | • சிறுநீரகம்தொழிலிழத்தல், இனப்பெருக்கக் கோளாறு, பிள்ளைகளின் உள்ளம் மெல்ல விருத்தியடைதல், குருதிச்சோகை, ஈமோகுளோபின் நிரோதிப்பு |
| Hg (Hg, $Hg^{2+}$) | • கைத்தொழில் கழிவுகள், வெவ்வேறு கனியங்களில் சுவட்டளவில் காணப்படல், நிலக்கரி தகனம், இரசயம் அடங்கிய சாதனங்கள். (CFL குமிழ்கள், வெப்பமானிகள், பெற்றி சாதனங்கள்) | • மூளை பாதிக்கப்படல்.<br>• நித்திரையின்மை<br>• சிறுநீரகக் கோளாறுகள்<br>• மினமாட்டா நோய் (Minamata) |

(Arsenicosis) ஆசனிக்கோசியா நோய்

(Menameta) மினமாட்டா நோய்

**உரு 1.40** நச்சுத்தன்மையுள்ள பார உலோகங்களின் பாதிப்பு

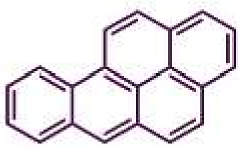
- **கரைந்த நிலை சேதனச் சேர்வைகள் (Dissolved Organic Compounds)**

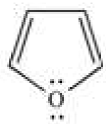
நச்சுத் தன்மையற்ற எனினும் உயிரிரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி (BOD) அல்லது இரசாயன ஒட்சிசன் கேள்வி (COD) மீது பங்களிப்புச் செய்யும் சேதனச் சேர்வைகளே கரைந்த நிலைச் சேதனச் சேர்வைகளாகும். இவ்வகையில் வெல்ல வகைகள், காபோவைதரேற்று, இலிப்பிட்டு, கொழுப்புக்கள், கொழுப்பமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள், புரதம், கரைந்த நிலை ஐதரோக் காபன்கள், தாவர முதனிலை மற்றும் இரண்டாம் நிலை அனுசேபச் சேர்வைகள், அனுசேப கழிவுப் பொருள்கள் போன்றவை அடங்கும். நீரில் இச்சேர்வைகள் உள்ளபோது பற்றீரியா-க்களினால் அவை பிரிக்கப்பட்டு, நீரின் ஒட்சிசன் கேள்வி அதிகரிப்பதோடு கரைந்த நிலை ஒட்சிசன் மட்டம் (DO) குறைவடையும். எனவே நீர்நிலையில் உயிர்ச் செயன்முறைகளுக்குத் தடங்கல் ஏற்படும்.

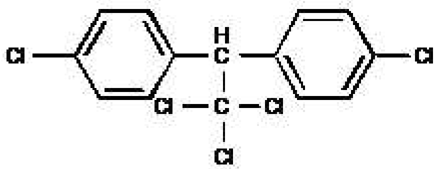
- **நச்சுத்தன்மையுள்ள / அபாயகரமான (Toxic or Hazardous) சேதனச் சேர்வைகள்**

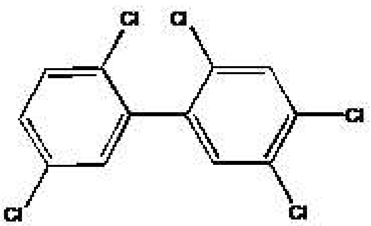
இச்சேதனச் சேர்வைகள் மிகச் சொற்ப அளவிலேனும் நீரில் அடங்கியிருப்பின், அந்நீர் பயன்பாட் டுக்குப் பொருத்தமானதல்ல. பெரும்பாலும் உறுதியாக நீண்டகாலம் இருக்கக்கூடிய சேதனச் சேர்வைகளே (Persistent Organic Compounds) இவ்வகையில் அடங்கும். சில வகைப் பீடை கொல்லிகள், கைத்தொழில்சார்ந்த இரசாயனப் பொருள்கள், அலசனேற்றப்பட்ட சேதனச் சேர்வை கள், டயொட்சீன்கள், பியுரான், பொலிக்குளோரினேட்டட் பைபீனைல்கள் (polychlorinated biphenyls - PCB), பொலிஅரோமற்றிக்கு ஐதரோக்காபன் (polyaromatic hydrocarbon - PAH), நீர்த் தொற்றுநீக்கல் பக்க விளைவுகள் (disinfection by products) போன்றவை இக்கூட்டத்தில் அடங்கும்.

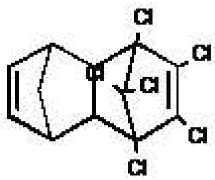
நீரில் சுவட்டளவில் அடங்கியிருக்கும் அதிக நச்சுத்தன்மையுள்ள / அபாயகரமான சில சேதனச் சேர்வைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

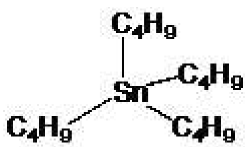

**Benzo(a)pyrene(PAH)**

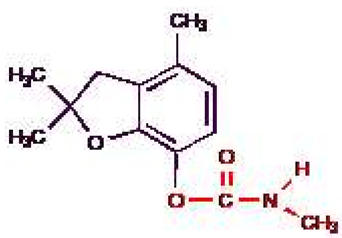

**Furan**


**DDT**

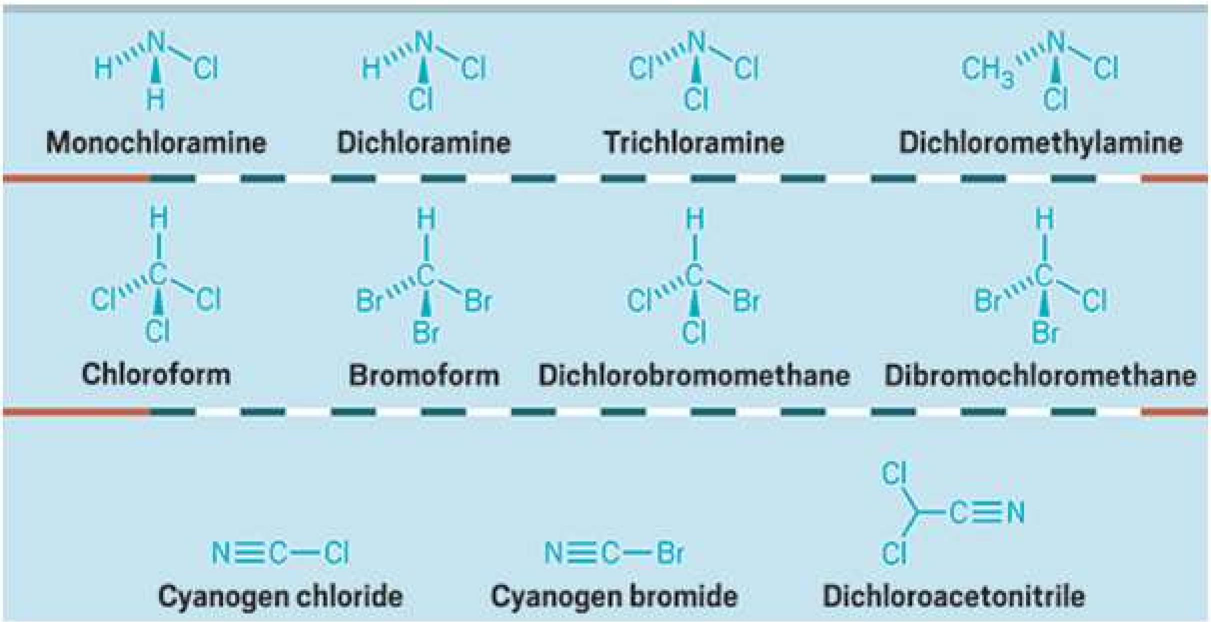

**2, 2’, 4, 5, 5’ - pentachlorobiphenyl**


**Aldrin**


**Tetra-n-bulylin**


**Carbofuran**

நீர்த் தொற்றுநீக்கல், பக்க விளைவுகள் என்பன நீரைத் தொற்றுநீக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் குளோரீன் ($Cl_2$) அல்லது ஐப்போக்குளோரைட்டு உப்புக்கள் ($NaOCl$, $Ca(OCl)_2$ காரணமாக நீரில் தோன்றும் $OCl^-$ ஆனது நீரில் கரைந்த நிலையில் உள்ள சில சேதனச் சேர்வைகளுடன் தாக்கம் புரிவதால் தோன்றும் குளோரீன் அடங்கிய சேர்வைகளாகும். இச் சேர்வைகள் நச்சுத் தன்மையுடையவை. நீர்த் தொற்றுநீக்கலில் பக்கவிளைவுகளாகக் கிடைக்கும் சில சேர்வைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.




- **பிளாத்திக்குக் கூட்டற் பொருள்கள் (Plastic Additives)**

இன்றைய உலகில் பிளாத்திக்குடன் தொடர்புபடாத எந்தவொரு நுகர்வுப் பண்டமும் கிடையாது எனக் கூறலாம். உணவுப் பொருள்கள் கூட பல பிளாத்திக்குப் பொருள்களுடன் தொடர்புபட்டவையாகும். பிளாத்திக்கு சார்ந்த நுகர்வுப் பண்டங்களை உற்பத்தி செய்வதற்காக சில வகைப் பல்பகுதியங்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை ஏற்கனவே நீங்கள் அறிந்துள்ளீர்கள். எனினும், இந்தப் பல்பகுதியங்களைப் பயன்படுத்தல் பிளாத்திக்கு நுகர்வுப் பண்டங்கள் உற்பத்தி செய்யும்போது அவற்றுடன் பல்வேறு கூட்டற் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. உற்பத்தியை இலகுபடுத்துதல், கிரயத்தை (செயலை)க் குறைத்தல், பல்வேறு பொறிமுறை இயல்புகளையும் பயன்பாட்டுக்குச் சாதகமான இயல்புகளையும் ஏற்படுத்துதல், நுகர்வோரைக் கவர்ந்தீர்த்தல் போன்றவற்றுக்கான இக்கூட்டற் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இக்கூட்டற் பொருள்கள் பொதுவாக இரசாயனப் பொருள்களாவதோடு, தவறான பயன்பாடு மற்றும் பயன்பாட்டின் பின்னர் மண்ணில் அல்லது நீரில் இடுதல் காரணமாக, அக்கூட்டற் பொருள்கள் மந்த கதியில் அப்பிளாத்திக்குகளும் நுகர்வுப் பொருளிலிருந்து கசியக்கூடியனவாகும். இவற்றுள் சில கூட்டற் பொருள்கள் ஆபத்தானவையாகும். புற்றுநோயாக்கித் தன்மை கொண்டவை, ஓமோன் தொகுதியைப் பாதிப்பவை, உடலின் சில சுரப்பிகளை (சிறுநீரகம் போன்ற)ப் பாதிப்பவை என இக்கூட்டற் பொருள்கள் ஆபத்துக்களைக் குறிப்பிடலாம். மேலும் பல்பகுதியத் தொகுப்பின் போது பயன்படுத்தப் படும் அபாயகரமான ஊக்கிப் பதார்த்தங்கள், ஒருபகுதிய மாசுக்கள் போன்றவை சுவட்டளவில் (Traces) இறுதிப் பிளாத்திக்கு நுகர்வுப் பண்டத்தில் அடங்கியிருப்பதோடு அவை வெளிக்கசியவும் இடமுண்டு. மேலும் பிளாத்திக்கு நுகர்வுப் பண்ட உற்பத்தியின் போது பொறிமுறை இயல்புகள் மற்றும் பயன்பாட்டுச் சௌகரியத்துக்காகவும் பல்வேறு கூட்டற் பொருள்கள் சேர்க்கப்படும். இவ்வாறான பதார்த்தங்களும் எமது உடலில் சேர இடமுண்டு. மேலும்

பிளாத்திக்கு நுகர்வுப் பண்டங்களின் தவறான பயன்பாடு காரணமாகவும் அபாயகரமான கூட்டற் பதார்த்தங்கள் உடலில் சேரும். குடிநீரிப் போத்தல்களில் அடைக்கப்பட்டுள்ள நீரை நுகர்த்த பின்னர் அப்போத்தல்களை தேங்காயெண்ணெய் போன்றவற்றை இட்டு வைக்கப் பயன்படுத்துவதன் விளைவாக நீரில் கரையாத் தன்மையுள்ள சில கூட்டற் பொருள்கள் பிளாத்திக்குப் பொருளில் கசிந்து முனைவாக்க மற்ற தேங்காயெண்ணெய் போன்ற திரவங்களை அடைந்து, பின் எமது உடலை அடைய இடமுண்டு.

பிளாத்திக்குக் கூட்டற் பொருள்களாகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில இரசாயனப் பொருள்களின் பயன்பாடுகளும் அவற்றின் அபாயகரமான தன்மையும் கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

**அட்டவணை -1.14:** பிளாத்திக்குக் கூட்டற் பொருள்களாகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் இரசாயனப் பொருள்கள் சிலவற்றின் பயன்பாடும் அவற்றின் ஆபாயகரத் தன்மையும்

| | | |
|---|---|---|
| • தலேற்று (pthalates)<br>• டைஒக்ரைல் தலேற்று (Dioctyl pthalate)<br>• டைமெதயில் தலேற்று (Dimethyl pthalate)<br>• டைஎதயில்எட்சைல் தலேற்று (Di (2-ethylhexyl phthalate) | • நெகிழ் பிளாத்திக்கு (நன்கு வளையும் தன்மையுடைய) வகை உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தல். | • அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியில் ஓமோன்கள் சுரத்தலைக் குறைத்தல்.<br>• புற்றுநோயாக்கி |
| • லெட் நிறப்பொருள்கள்<br>• $PbCrO_4$ (மஞ்சள் - yellow)<br>• $Pb_3O_4$ (சிவப்பு / செம்மஞ்சள் - red - orange)<br>• $PbCO_3$ (வெள்ளை - white) | • பிரகாசமான நிறங்களைக் கொண்ட பிளாத்திக்கு உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தல். | • மையநரம்புத் தொகுதியைப் பாதித்தல்.<br>• பிள்ளைகளின் உள வளர்ச்சி குன்றுதல்.<br>• சிறுநீரகங்கள் பாதிக்கப்படல்.<br>• புற்றுநோயாக்கி<br>• வளர்ச்சி தாமதமாதல்.<br>• அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியில் ஓமோன்கள் சுரத்தலைக் குறைத்தல். |
| • புரோமீன் அடங்கிய தீயணை சேர்வைகள்<br>• டெக்சாபுரோமோடைபீனைல் ஈதர் (Decabromodiphenyl ether)<br>___டெக்ராபுரோமோபிசுபீனோல் A (Tetrabromobisphenol A) | • பிளாத்திக்கு உறைகள்,<br>• மின் வடக் காவலி,<br>• பிளாத்திக்கு கவசங்களில் மற்றும் நில விரிப்புக்களில் தீயணை இயல்பை ஏற்படுத்துவதாக | • இலிப்பிட்டு நாட்ட உயிரிழை யங்களில் ஒன்று சேர்வதால் நரம்புத் தொழிற்பாட்டைப் பாதித்தல்.<br>• அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியில் ஓமோன்கள் சுரத்தலைக் குறைத்தல். |
| • பிசுபீனோல் A (Bisphenol A) | • பொலிகாபனேற்றுப் பிளாத்திக்குப் பொருள்கள் (பாடசாலைப் பிள்ளைகளின் நீர்ப் போத்தல்கள், குழந்தைகளின் புட்டிகள் உற்பத்தியில் ஒருபகுதிய மாகப் பயன்படுத்தல்)<br>• PVC உற்பத்தியில் ஓட்சியேற்ற வெதிரியாகப் பயன்படல்.<br>• உலோகப் பேணிகளில் உட்புறத்தே அரிப்பு எதிர்ப்புப் படையாகப் பயன்படுத்தல். (உதாரணம்: மீன் பேணி) | • அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியில் ஓமோன் மட்டத்தைக் குறைத்தல்.<br>• ஈத்திரன் ஓமோன் போன்று செயற்பட்டு ஈத்திரனின் தொழிற்பாட்டுக்குத் தடங்கல் ஏற்படுத்தல்.<br>• சிறுபிள்ளைகளின் உறுப்பு விருத்தியில் தடங்கல் ஏற்படுத்தல். |

| கூட்டற் பொருள்கள் | பண்புகள் | பாதிப்புக்கள் |
|---|---|---|
| • பிளாத்திக்கு உற்பத்தியில் மாசுக்களாக மீதியாகியுள்ள ஒருபகுதிய மற்றும் ஊக்கிச் சேர்வைகள்.<br>• ஒருபகுதியமாக இத்தைரீன் வைனைல் குளோரைட்டு பிசுபீனோல் A.<br>• ஊக்கியாக சுவட்டளவில் அடங்கியுள்ள Cr, Pb, Cd கொண்ட சேர்வைகள். | • பல்பகுதிய உற்பத்திக்காகப் பயன்படும்.<br>• பல்பகுதிய ரெசின் உற்பத்தியை ஊக்கல். | • அதிக நச்சுத்தன்மையுடையது.<br>• புற்றுநோயாக்கி.<br>• பரம்பரையலகு விகாரமாக்கி (ஒருபகுதிய)<br>• ஊக்கி மாசுக்கள் நரம்புகளை அழித்தல்.<br>• புற்றுநோயாக்கி |
| • சேதன வெள்ளீயச் சேர்வைகள்<br>- டைபியுற்றைல் வெள்ளீயச் சேர்வைகள்.<br>- திரைபியுற்றைல் வெள்ளீயச் சேர்வைகள். | • PVC யில் உறுதிப்படுத்தியாக பொலியுத்தேன் (Polyurethane) உற்பத்திக்கான ஊக்கியாக. | • புற்றுநோயாக்கி<br>• பரம்பரையலகு விகாரமாக்கி |
| • பல்அரோமற்றிக்கு ஐதரோக்காபன்கள் பைரின் (Pyrene), பென்சோபைரின் (benzopyrene) | • பிளாத்திக்கு நிரப்பிப் பொருளாக<br>• பிளாத்திக்கு உற்பத்திச் செயன் முறையை இலகுபடுத்துவதற்காக மசகுப்பொருளாகப் பயன்படுத்தல். | • சில சேர்வைகள் வலிமைமிக்க புற்றுநோயாக்கிகளாகும். |

## Reference

Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry, PRODUCTION OF AMMONIA.

Bhatti, A. S., Dollimore, D., Dyer, A. "MAGNESIA FROM SEAWATER - A REVIEW." Clay Minerals, 1984.

Bordbar, H., Yousefi, A. A., Abedini, H. Production of titanium tetrachloride (TiCl4) from titanium ores: A review, Polyolefins Journal, Volume 4, No. 2, 2017.

Longman, G. I. Introduction to Inorganic Chemistry, London: Longman,1985.

Chang, R. Chemistry: 10th Edition, New York: McGraw Hill, 2010.

Connell, Des W. Basic Concepts of Environmental Chemistry: 2nd edition, CRC Press, 2005.

Douglas K. Louie Handbook of Sulphuric Acid Manufacturing, DKL Engineering, Inc. 2005.

Drinking Water Standards by Sri Lanka Standards Institute.

Eaton, Andrew D., Clesceri, Lenore S., Greenberg, Arnold E., Standard Methods for the Examination of Water and Waste water: 22nd edition, American Public Health Association (APHA), 1998.

Fried J. R. Polymer Science and Technology, Prentice-Hall of India Private Limited, 2014.

Friedrich H. E., Mordike B. L. Magnesium Technology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

King M., Moats M., Davenport W. Sulfuric Acid Manufacture: Analysis, Control and Optimization, Elsevier, 2013.

Knothe G. Biodiesel Handbook, AOCS press, 2010.

Lakshmanan S., Murugesanb T. The chlor-alkali process: Work in Progress, Clean Technologies and Environmental Policy, 2013

Manahan, Stanley E. Environmental Chemistry: 7th edition, CRC Press, 2000.

NIIR Board of Consultants and Engineers, The Complete Technology Book on Soaps (2nd Revised Edition), Asia Pasific Business Press Inc.

Prout, N. M., Moorhouse, J. S. (Eds.) Modern Chlor-Alkali Technology, Volume 4, Springer, 1990

Shriver D.F., Atkins P.W., Langford C.H. Inorganic Chemistry, Oxford University press, ELBS, 1990.

Soaps, Detergents and Disinfectants Technology Handbook, NPCS Board of Consultants and Engineer, 2007.

Report of Intergovernmental Panel for Climate Changes 2007.
1534/18 Extraordinary Gazette of Sri Lanka published by Central Environmenta