

■ Green House Effect (গ্রীন হাউস এফেক্ট)

পৃথিবীকে একটি কৃষ্ণ বস্তু (Black Body) হিসাবে ধরা হয়। কারণ প্রতিনিয়ত সূর্য থেকে যে পরিমাণ আলোক রশ্মি (Spectrum) পৃথিবীতে এসে পৌছায় এবং বায়ুমণ্ডলসহ পৃথিবীকে উষ্ণ করে, ঠিক তার সমপরিমাণ উষ্ণতা পৃথিবী ছেড়ে দিয়ে পুনরায় শীতল হতে পারে। তবে পৃথিবীর বিভিন্ন উপাদান (গঠনকারী উপাদান) ও বায়ুমণ্ডল সব সময় কিছু পরিমাণ উষ্ণতাকে তাপ ধারণ ক্ষমতা অনুযায়ী ধরেও রাখে। উক্ত উপাদান গুলোর তাপ ধারণ ক্ষমতার অতিরিক্ত পরিমাণ তাপ প্রতি নিয়ত বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে মহাকাশে ফিরে যায়। মানবিক কার্যাবলীর ফলে বায়ুমণ্ডলের গুণগতমান হ্রাস পাচ্ছে ও পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল অতিরিক্ত তাপমাত্রা ধারণ করতে বাধ্য হচ্ছে।

■ গ্রীন হাউসের ধারণা (Concept of Green House)

শীতপ্রধান দেশগুলোতে সজ্ঞি উৎপাদন করার জন্য কাঁচের এক প্রকার ঘর নির্মাণ করা হয়। ঘরের দেওয়ালের কাঁচের গুলোর পুরুত্ব এমন রাখা হয় যাতে ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যুক্ত আগত সূর্যালোক কাঁচের দেওয়াল ভেদ করে ভিতরে

প্রবেশ করতে পারে এবং প্রতিফলিত দীর্ঘ তরঙ্গ যুক্ত আলোক রশ্মি কাঁচের দেওয়াল ভেদ করে পুনরায় ঘরের বাইরে যেতে না পারে। ফল স্বরূপ কাঁচের ঘরের উষ্ণতা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কাঁচের ঘরের মধ্যেকার সজ্জি শুলোকে স্বাভাবিকভাবে বেঁচে থাকতে ও বৃদ্ধি পেতে যত পরিমাণ উষ্ণতার প্রয়োজন হয় সেই পরিমাণ উষ্ণতাকে স্থির রেখে অতিরিক্ত উষ্ণতা ভালভযুক্ত নলের সাহায্যে বাইরে বের করে দেওয়া হয়। এই ধরনের কাঁচের ঘরের বায়ুস্তরকে সর্বদা স্বচ্ছ (স্বাভাবিক শুণাবলী সম্পন্ন) রাখা হয়। ধরে নেওয়া যাক উক্ত কাঁচের ঘরের থেকে অতিরিক্ত উষ্ণতা নিষ্কাশনের ভালভযুক্ত নল যদি না ব্যবহার করা হয় তাহলে নিরবিচ্ছিন্ন ভাবে আগত সূর্যালোক কাঁচের ঘরটিকে ক্রমশ উষ্ণ করে তুলবে ও কাঁচের ঘরের মধ্যস্থিত সবুজ উদ্ভিদ সমূহ অতিরিক্ত উষ্ণতার কারণে মারা যাবে। এরূপ ঘটনা গ্রীন হাউস এফেক্ট (Green House Effect) নামে পরিচিত।

জীবের আবাসস্থল পৃথিবীকে অনুরূপ ভাবে গ্রীন হাউস হিসাবে তুলনা করা হয়। সূর্য থেকে আগত আলোক রশ্মি বায়ুমণ্ডল ভেদ করে আসার সময় কিছু পরিমাণ তাপমাত্রা বায়ুমণ্ডল দ্বারা আবদ্ধ হয় ও বাকী অংশ ভূ-পৃষ্ঠে আপত্তি হয়ে ভূ-পৃষ্ঠ সহ নিম্ন বায়ুমণ্ডলীয় স্তরকে উষ্ণ করে। প্রাকৃতিক ভাবে বিভিন্ন বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাস অতিরিক্ত পরিমাণ তাপের ফলে আণবিক বিভাজন ঘটায়, আবার মানবিক ক্রিয়াকলাপ বায়ুমণ্ডলে অতিরিক্ত পরিমাণ তাপ ধারণকারী গ্যাসীয় CO_2 কণার সংযোজন ঘটাচ্ছে। ফলস্বরূপ বায়ুমণ্ডলের অভ্যন্তরীণ উষ্ণতা দিনে দিনে বৃদ্ধি পাচ্ছে। অর্থাৎ উষ্ণতা বৃদ্ধির কারণে পৃথিবী জীবের বসবাসের প্রতিকূল হয়ে যাচ্ছে। বিজ্ঞানীদের মতানুযায়ী এরূপ উষ্ণতা বৃদ্ধি গ্রীন হাউস এফেক্ট (Green House Effect) নামে পরিচিত।

■ গ্রীন হাউস গ্যাস (Green House Gases, GHGs)

বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত বিভিন্ন গ্যাসীয় উপাদান সামান্য মাত্রার উষ্ণতা ধারণে সক্ষম। বিশেষ করে সমমণ্ডলের (Homosphere) অন্তর্গত বিভিন্ন গ্যাসীয় উপাদান সমসত্ত্ব স্তর গঠন করায় বিকীর্ণ সূর্যালোক অল্প পরিমাণ উষ্ণতা ধারনে সক্ষম। তবে কিছু ধরনের গ্যাসীয় উপাদান রয়েছে যাদের তাপধারণ ক্ষমতা অনেক বেশি। যেমন বায়ুমণ্ডলীয় জলীয় বাষ্প (H_2O) 12-15 মাইক্রোমিটার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যুক্ত আলোক রশ্মি শোষণ করতে পারে। ফলে বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়। এছাড়া অন্যান্য অনেক গ্যাসীয় উপাদান রয়েছে যারা গ্রীন হাউস গ্যাস হিসাবে বায়ুস্তরকে উষ্ণ করে।

সারণী : 14.1 গ্রীন হাউস গ্যাসসমূহ (Green House Gases, GHG)

ক্রম	গ্যাস সমূহ	শতাংশ হার (গ্রীন হাউস এফেক্ট এ অবদান)
1.	জলীয় বাষ্প (H_2O)	36 - 70 %
2.	কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2)	9 - 26 %
3.	মিথেন (CH_4)	4 - 9 %
4.	ওজোন (O_3)	3 - 7 %
5.	হ্যালোকার্বন (HFCs)	2 - 7 %
6.	নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O)	2 - 8 %

Source : IPCC, 2014, (বিশ্বব্যাপী বিভিন্ন গ্রীন হাউস গ্যাসের উৎপাদন)

■ মানবিক কার্যকলাপ ও গ্রীন হাউস এফেক্ট :

অস্ট্রাদশ শতকের পর থেকে শিল্প বিপ্লবের ফলাফল বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন গ্রীন হাউস গ্যাস গুলোর পরিমাণকে ক্রমশ বৃদ্ধি করে চলেছে। বিশেষ করে শিল্পকলকারখানা থেকে নির্গত বিষাক্ত গ্যাস, ভূমির ব্যবহারের বিবর্তন প্রভৃতি গ্রীন হাউস গ্যাস গুলোর মাত্রাকে বৃদ্ধি করে চলেছে।

গ্রীন হাউস গ্যাস গুলোর উপর প্রভাব বিস্তারকারী মানবিক কার্যবলীগুলো হল—

- i) জীবাশ্ম জুলানীর অতিরিক্ত ব্যবহার।
- ii) অতিরিক্ত পরিমাণ অরণ্য ধ্বংস।
- iii) ক্যালসিয়াম অক্সাইড থেকে সিমেন্ট উৎপাদন।
- iv) গৃহপালিত পশুর মল থেকে মিথেন উৎপাদন।
- v) কৃষিক্ষেত্র থেকে মিথেন সৃষ্টি।
- vi) অতিরিক্ত রাসায়নিক সার ব্যবহারের ফলে নাইট্রাস অক্সাইড উৎপাদন।
- vii) শিল্প কেন্দ্র ও গৃহস্থালী থেকে CFCs উৎপাদন প্রভৃতি।

সারণী : 14.2 অর্থনৈতিক ক্ষেত্রগুলো থেকে নির্গত গ্রীন হাউস গ্যাসের শতাংশ পরিমাণ (IPCC, 2014)

উৎপাদন ক্ষেত্র (Sectors)	উৎপাদনের শতাংশ মান (Emission %)
Industry	21
Electricity and Heat Production	25
Agriculture Forestry and other Landuse	24
Transportation	14
Buildings	6
Other Energy	10

i) জীবাশ্ম জুলানীর অতিরিক্ত ব্যবহার : United Nations Environment Programme (UNEP), 2014. সমীক্ষা অনুযায়ী মোট গ্রীনহাউস গ্যাস উৎপাদনের প্রায় তিনি চতুর্থাংশ জীবাশ্ম জুলানীকে পুড়িয়ে ফেলার জন্য সৃষ্টি হচ্ছে। অনুরূপ ভাবে জীবাশ্ম জুলানী প্রচুর ব্যবহারের ফলে মিথেন (CH_4) গ্যাসের উপাদান ও তৎপর্যপূর্ণ ভাবে বৃদ্ধি পাচ্ছে। UNEP এর সমীক্ষা অনুযায়ী বার্ষিক মিথেন উৎপাদন মোট গ্রীনহাউস গ্যাস উৎপাদনের প্রায় একের পক্ষমাংশ পরিমাণ। সারা পৃথিবীব্যাপী কলকারখানা, যানবাহন, যোগাযোগ, গৃহস্থালী, শক্তি উৎপাদন প্রভৃতি কার্যকলাপ গ্রীন হাউস গ্যাস গুলোর মাত্রাকে বৃদ্ধি করে চলেছে।

জীবাশ্ম জুলানীর ব্যবহার গুরুত্বপূর্ণ ভাবে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2), হাইড্রোকার্বন (HCs), কার্বন মনোঅক্সাইড (CO) প্রভৃতিকে চরম মাত্রায় পৌঁছে দিচ্ছে। প্রচলিত জীবাশ্ম জুলানী গুলোর মধ্যে কয়লা, খনিজতেল অপরিহার্য শক্তির আধার হওয়ার যান্ত্রিক সভ্যতার গুরুত্বপূর্ণ দিক গুলোর শক্তি সরবরাহ এগুলো থেকে হয়। বায়ুমণ্ডলীয় গবেষণার সিদ্ধান্ত অনুযায়ী বায়ুমণ্ডলে কার্বনডাই অক্সাইড (CO_2), হাইড্রোকার্বন (HCs) কণা, কার্বন মনোঅক্সাইড (CO), নাইট্রোজেন ডাই অক্সাইড, নাইট্রোজেন অক্সাইড (N_2O), সালফার ডাই অক্সাইড (SO_2) প্রভৃতি অতিরিক্ত মাত্রায় তাপ, ধারণ করার

ফলে বায়ুমণ্ডলীয় স্তর উষ্ণ হচ্ছে আবার অপরদিকে নিম্নবায়ুমণ্ডলীয় স্তরে অ্যারোসল এর মাত্রাবৃদ্ধি বায়ুস্তরকে ঠাণ্ডা পর্যায়ে নিয়ে আসে। বিশেষ করে সালফার থেকে সৃষ্টি ক্ষুদ্র ভাসমান অ্যারোসল এরূপ শীতলতা সৃষ্টির জন্য দায়ী।

সারণী : 14.3 বিভিন্ন ধরনের গ্রীনহাউস গ্যাসের উৎপাদন

উৎপন্ন গ্যাস (Gases)	উৎপাদনের শতাংশ পরিমাণ (Emission %)
Carbon di-oxide (CO_2) (Fossil fuel and industry)	65
Methane (CH_4)	16
Nitrous oxide (N_2O)	6
Fluorinated gases (F-Gases)	2
Carbon dioxide (CO_2) (Forestry and other land use)	11

ii) অতিরিক্ত পরিমাণ অরণ্য ধ্বংস : গ্রীনহাউস গ্যাস উৎপাদনে দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ মানবিক কার্যবলী হল অরণ্যচ্ছেদন ও অরন্য ধ্বংস। সভ্যতার বিকাশের সঙ্গে সঙ্গে বিপুল পরিমাণ জনসংখ্যার খাদ্য চাহিদা পূরণের জন্য মানুষ কৃষি জমির বিস্তার ঘটাচ্ছে। এছাড়া কলকারখানা স্থাপন, রাস্তাঘাট নির্মান, বিনোদনস্থল সৃষ্টি, আবাসন প্রকল্প প্রভৃতিকে সমৃদ্ধ করার জন্য অরণ্য অঞ্চলের হ্রাস ঘটাচ্ছে। ফলে বায়ুমণ্ডল থেকে যে পরিমাণে কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) উৎপন্ন দ্বারা শোষিত হত সেই পরিমাণ শোষন হচ্ছে না। ফলস্বরূপ বায়ুমণ্ডলে কার্বনডাই-অক্সাইডের মাত্রা বৃদ্ধি পাচ্ছে।

বিজ্ঞানী মহলের সমীক্ষক অনুযায়ী বিশ্বব্যাপী মোট হিসাব নিরীক্ষণ করলে দেখা যায় যে প্রতি বছর প্রায় 600 মিলিয়ন থেকে 2.6 বিলিয়ন টন কার্বন-ডাই অক্সাইড প্রতি বছর উৎপাদিত হচ্ছে অরন্য ধ্বংসের কারণে। অরণ্য ধ্বংসের কারণে বায়ুমণ্ডলের দূষণ ছাড়াও মৃত্তিকাঙ্ক্ষয়, মাটিতে জৈব পদার্থের পরিমাণ হ্রাস, মাটির জল ধারণ ক্ষমতা হ্রাস, জৈব বৈচিত্রের হ্রাস প্রভৃতি ঘটছে।

সারণী : 14.4 Regional Forest Cover and Forest Cover Change.

Region	Land area (million hec)	Total Forest 2000		Charge - 1990-2000	
		Million hec	%	Million hec/year	%
Africa	3008	650	17	-5.3	-0.8
Asia	3167	542	14	-0.4	-0.1
Oceania	849	201	5	-0.1	N.S.
Europe	2276	1040	27	0.9	0.1
North & Central America	2099	539	14	-0.6	-0.1
South America	1784	874	23	-3.6	-0.4
Total	13183				

Source : FAO, 2001

iii) ক্যালসিয়াম অক্সাইড থেকে সিমেন্ট উৎপাদন : গৃহনির্মান, শিল্পকেন্দ্র স্থাপন, রাস্তাঘাট নির্মান প্রভৃতি কাজে সিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। সিমেন্ট উৎপাদনের ক্ষেত্রে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশগুলো থেকে প্রচুর পরিমাণ সিমেন্ট উৎপাদন করার ফলে বায়ুমণ্ডলের নিম্নস্তরে ক্যালসিয়াম অক্সাইডের মাত্রা বৃদ্ধি পায়। ক্যালসিয়াম অক্সাইড প্রধানত বায়ুমণ্ডলীয় অন্যান্য গ্যাসের অনুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে বিষাক্ত উপাদান সৃষ্টি করে। উক্ত উপাদানগুলো অতিরিক্ত সূর্যালোককে আবদ্ধ করে গ্রীনহাউস এফেক্ট ঘটায়।

iv) গৃহপালিত পশুর মল থেকে মিথেন উৎপাদন : গ্রিন হাউস গ্যাসগুলোর মধ্যে দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ গ্যাস হল মিথেন। বায়ুমণ্ডলের বিপর্যয় ঘটানোর ক্ষেত্রে এই গ্যাসের অবদান প্রায় দ্বিতীয় স্থান অধিকার করে। গৃহপালিত পশু যেমন—গরু, ছাগল, মহিষ, গাঢ়া, শুয়োর, ভেড়া, ঘোড়া প্রভৃতির মল থেকে প্রচুর পরিমাণ মিথেন বায়ুমণ্ডলে মিশতে থাকে। এছাড়া বিভিন্ন পশুপালিত ফার্মগুলো থেকেও প্রচুর পরিমাণ মিথেন সৃষ্টি হয়। বিশেষ করে ফার্মে পালন করা গবাদী পশুকে যে ধরণের খাদ্য খাওয়ানো হয় তাতে গবাদী পশুগুলোর পৌষ্টিক তন্ত্রে ব্যকটেরিয়ায় প্রক্রিয়া হ্রাস পায়, ফলে পশুগুলোর অন্ত্রে 'Enteric Fermentation' প্রক্রিয়া শুরু হয় ও গবাদী দ্বারা নিষ্কৃত মল ব্যকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয় না। উন্মুক্ত প্রাকৃতিক পরিবেশে অবিয়োজিত পশুমল মিথেন গ্যাস সৃষ্টিতে সহায়তা করে। IPPC রিপোর্ট অনুযায়ী বার্ষিক মোট মিথেন উৎপাদনের প্রায় এক চতুর্থাংশ পরিমাণ মিথেন গ্যাস গবাদীপশুর মল থেকেই সৃষ্টি হয়। পরিসংখ্যান অনুযায়ী এর পরিমাণ প্রায় 100 মিলিয়ান টন প্রতি বছর।

v) কৃষি ক্ষেত্র থেকে উৎপাদিত মিথেন : বিস্তৃত জলাভূমি ও কৃষিক্ষেত্র গুলো থেকে প্রচুর পরিমাণে মিথেন গ্যাস সৃষ্টি হয়। যা বায়ুমণ্ডলে মিশে বায়ুমণ্ডলীয় বিপর্যয় ঘটাতে সহায়তা করে। প্রায় 90% ধান চাষের জমি গুলো থেকে বার্ষিক গড় মিথেন সৃষ্টির এক পঞ্চমাংশ মিথেন সৃষ্টি হয়ে থাকে। সেচ সেবিত কৃষি ক্ষেত্র গুলোতে মৃত্তিকার মধ্যস্থিত ক্ষুদ্র অনুজীব গুলো জৈব পদার্থকে বিয়োজিত করেও মিথেন গ্যাস সৃষ্টি করে। অনুজীব গুলোর দ্বারা অবাত (Anaerobic) বিয়োজন প্রক্রিয়ায় পরিচালিত হওয়ায় মিথেন সৃষ্টি দ্বরাবিত হয়।

vi) কৃষিতে রাসায়নিক সারের ব্যবহার ও নাইট্রাস অক্সাইড উৎপাদন : কৃষিক্ষেত্রে রাসায়নিক সার ব্যবহার করা হয় মৃত্তিকার উর্বরতার বৃদ্ধি ঘটানোর জন্য। প্রধানত নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাশিয়াম মিশ্রিত রাসায়নিক সার কৃষি ক্ষেত্রে বেশি ব্যবহার করা হয়। রাসায়নিক সারে নাইট্রোজেন থাকলে তা মৃত্তিকার স্তরে নাইট্রিফিকেশান প্রক্রিয়ার বৃদ্ধি ঘটায়। অন্ন সময়ের মধ্যে নাইট্রিফিকেশান প্রক্রিয়া পরিচালিত হওয়ায় মৃত্তিকাস্থিত গ্রাম নেগেটিভ ব্যকটেরিয়াগুলো নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে ও বেশিরভাগ ক্ষেত্রে মারা যায়। ফলস্বরূপ ডিনাইট্রিফিকেশান প্রক্রিয়া ব্যতৃত হয়ে যায় এবং মৃত্তিকাস্থিত নাইট্রোজেন সরাসরি নাইট্রাস অক্সাইডে পরিণত হয়। রাসায়নিক সারের অতিরিক্ত ব্যবহার অত্যন্ত ক্ষতিকর নাইট্রাস অক্সাইড এর মাত্রাকে বৃদ্ধি করে বায়ুমণ্ডলের দীর্ঘমেয়াদী বিপর্যয় সৃষ্টি করছে।

vii) শিল্পকেন্দ্র ও গৃহস্থালী থেকে CFCs উৎপাদন : আধুনিক সভ্যতার অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে শিল্পকেন্দ্রের পরিমাণও ক্রমশ বৃদ্ধি পেয়েছে। রং, রাসায়নিক, তেল, পালিশ দ্রব্য, সুগন্ধি প্রভৃতি উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে ক্লোরোফুরো কার্বন (CFCs) এর মাত্রাও বৃদ্ধি পেয়েছে। এছাড়া গৃহস্থালীতে ব্যবহৃত নানান উপাদান থেকেও ক্লোরোফুরো কার্বন সৃষ্টি হচ্ছে। খাদ্য প্রক্রিয়াকরন ও বিভিন্ন শিল্পজাত উপাদানকে ঠাণ্ডা রাখার জন্য ব্যবহৃত মেসিন কিংবা ঘরে ব্যবহৃত এয়ার কন্ডিশনার ও প্রচুর পরিমাণে (CFCs) সৃষ্টি করে চলেছে। ফলে বায়ুমণ্ডলে দূষক পদার্থের মাত্রা বাড়ছে। ফল স্বরূপ বায়ুমণ্ডলের ওজন স্তরের ভাঙ্গনমাত্রা বৃদ্ধি পাচ্ছে।