

# ‘উষ্ণায়ন’- কার্বন এমিশন : একটি গাণিতিক সমাধান



ডঃ অর্পিতা পাল  
অধ্যাপিকা  
গণিত বিভাগ  
আশুতোষ কলেজ

একবিংশ শতাব্দীতে পরিবেশের একটি জ্বলন্ত সমস্যা হল 'উষ্ণায়ন'। 'উষ্ণায়ন' এর ফলে পরিবেশ ও প্রকৃতি হারাচ্ছে তার স্বাভাবিক ভারসাম্য। মেরু প্রদেশে ও গ্রীনল্যান্ডের বরফের চাদর পাতলা হয়ে আসা, গলন্ত হিমবাহ, ওজোন আচ্ছাদন স্তরে ছিদ্র সৃষ্টি হওয়া, অতি মাত্রায় অ্যাসিড বৃষ্টি এবং সমুদ্রস্তরের ক্রম বর্ধমানতা বিশ্ব জুড়ে সমস্ত শাখার বিজ্ঞানী দের কপালে দ্রাকুটির কারণ হয়ে উঠেছে। এই উষ্ণায়নকে নিয়ন্ত্রণ করার উপায় বের করার চেষ্টা অবিলম্বে শুরু করা দরকার। এই প্রয়োজনীয়তা বুঝে বিশ্বজুড়ে বিভিন্ন শাখার বিজ্ঞানীরা একজোট হয়ে উষ্ণায়ন এর সমাধান খুঁজে চলেছেন বিগত কয়েক দশক ধরে। পৃথিবীব্যাপী এই কর্মকাণ্ডে গণিতজ্ঞ রাও পিছিয়ে নেই। শুভ বুদ্ধি সম্পন্ন মানব প্রজাতি আজ বুঝতে পেরেছে যে এই ভাবে পরিবেশ এর বিনাশ হতে থাকলে একদিন এই পৃথিবী আর মানুষের বসবাসযোগ্য থাকবে না। পৃথিবীর বুকে মানব প্রজাতির ভবিষ্যৎ প্রজন্ম কে টিকে থাকতে হলে এই উষ্ণায়ন কে নিয়ন্ত্রণে আনতেই হবে।



কি এই উষ্ণায়ন ? উষ্ণায়ন এর অর্থ হলো পার্থিব পৃষ্ঠতলের নিরবিচ্ছিন্ন উষ্ণতা বৃদ্ধি বা এক কথায় ক্রমবর্ধমান বৈশ্বিক উষ্ণতা। পৃথিবীর আদি লগ্নে তার পৃষ্ঠতলের উষ্ণতা যা ছিল আজকের দিনে সেটা তার অন্তত কয়েকশ'গুন হয়ে দাঁড়িয়েছে। ফলে আসা শতক এর বৈশ্বিক উষ্ণতার একটা পরিসংখ্যান তালিকাভুক্ত করে এই তথ্যের সত্যতা যাচাই করা সহজেই সম্ভব। National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ২০২০ সালে তাদের যে বার্ষিক জলবায়ু রিপোর্ট প্রকাশ করেছে

তাতে একটি নিতান্ত আশঙ্কা মূলক তথ্য উঠে এসেছে। এই রিপোর্ট অনুযায়ী ১৮৮০ সাল থেকে পৃথিবীর স্থলভাগ এবং জলভাগের মিলিত উষ্ণতা গড়ে শতকরা ০.১৩ ডিগ্রী ফারেনহাইট করে বৃদ্ধি পেয়েছে প্রতি দশকে। এই তথ্য ও পরিসংখ্যান কে সামনে রেখে খুব সহজ গাণিতিক হিসেবে আমরা গণনা করে ফেলতে পারি পৃথিবী তলের উষ্ণতা বৃদ্ধির হার। আমাদের কাছে ১৮৮০ সালের উষ্ণতার পরিমাপ জানা থাকলে আমরা সহজেই একবিংশ শতকের উষ্ণতার পরিমাপ করে ফেলতে পারবো।

পাঠকের অবগতির জন্য নিচের তালিকাটি পেশ করা হলো। এই তালিকাটিতে বিভিন্ন দশকের উষ্ণতা বৃদ্ধির পরিসংখ্যান দেওয়া আছে।

Decade	°C	°F
1880s	13.73	56.71
1890s	13.75	56.74
1900s	13.74	56.73
1910s	13.72	56.70
1920s	13.83	56.89
1930s	13.96	57.12
1940s	14.04	57.26
1950s	13.98	57.16
1960s	13.99	57.18
1970s	14.00	57.20
1980s	14.18	57.52
1990s	14.31	57.76
2000s	14.51	58.12

উপরের তালিকা থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি যে পৃথিবী পৃষ্ঠ তলের উষ্ণতা ১৮৮০ সালের তুলনায় বৃদ্ধি

পেয়েছে প্রায় ১.৪১ ডিগ্রী ফারেনহাইট। আপাত দৃষ্টিতে যেটা সামান্য মনে হলেও এটি আসলে একটি অত্যন্ত উদ্বেগের কারণ। এইভাবে যদি উষ্ণতা ক্রমশ বৃদ্ধি পেতে থাকে তাহলে জলবায়ু ও পরিবেশ-প্রকৃতি তার স্বাভাবিক ভারসাম্য হারিয়ে ফেলবে এবং অচিরেই সুজলা সুফলা পৃথিবী রুক্ষ মরুপ্রান্তরে পরিণত হবে। যদি আমরা উষ্ণায়ন এর কারণ গুলোকে বিশ্লেষণ করার চেষ্টা করি তাহলে দেখতে পাবো যে ‘কার্বন এমিশন’ বা ‘কার্বন পদচিহ্ন’ (Carbon Footprint) হলো একটি অন্যতম বিশেষ কারণ এই পৃথিবী ব্যাপী উষ্ণায়ন এর। Carbon Footprint হলো প্রতিবছর বিভিন্ন ব্যক্তি বা প্রতিষ্ঠান তাদের দৈনন্দিন ও উৎপাদনশীল কাজের মাধ্যমে যে পরিমাণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড সহ অন্যান্য গ্রিন হাউজ গ্যাস প্রকৃতিতে নির্গমন করে, তার মোট পরিমাণ। আরো সহজ করে বলতে হলে, মানুষের বিভিন্ন কর্মকাণ্ডের ফলে প্রতিবছর যে পরিমাণ গ্রিনহাউজ গ্যাস পরিবেশে মুক্ত হয় তার মোট পরিমাণ। Carbon Footprint সম্পর্কে ধারণা থাকা গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি জলবায়ু পরিবর্তনের সাথে সরাসরি যুক্ত। বায়ুমণ্ডলে গ্রিনহাউস গ্যাস (কার্বন-ডাই-অক্সাইড, মিথেন, নাইট্রিক অক্সাইড, CFC ইত্যাদি) এর পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বিশ্বব্যাপী তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। যার ফলে জলবায়ুর পরিবর্তন, সমুদ্রপৃষ্ঠের উচ্চতা বৃদ্ধি এবং অন্যান্য পরিবেশগত চ্যালেঞ্জ দেখা দিচ্ছে। Carbon Footprint হ্রাস করে, আমরা জলবায়ু পরিবর্তনের প্রভাবগুলি প্রশমিত করতে এবং ভবিষ্যৎ প্রজন্মের জন্য গ্রহটিকে রক্ষা করতে সহায়তা করতে পারি।

এই গবেষণামূলক লেখার মূল বস্তু হলো এই ‘কার্বন এমিশন’ বা Carbon Footprint।

কার্বন এমিশন বলতে আসলে আমরা কি বুঝি? সহজ ভাবে বলতে গেলে এটি একটি প্রক্রিয়া যেটির দ্বারা পরিবেশ তথা বায়ু মাধ্যম এর কার্বন ডাই অক্সাইডের ঘনত্ব প্রবল ভাবে বৃদ্ধি পায়। বিগত কয়েক শতক ধরে মানব প্রজাতির বিভিন্ন কর্মকান্ড যেমন জৈব তেল এর ব্যবহার, কয়লা তথা খনিজ জাত গ্যাস এর অত্যধিক

ব্যবহার, বেপরোয়া বন নিধন ইত্যাদির কারণে কার্বন এমিশন ক্রমশ একটি কঠিন সংকট হয়ে দেখা দিয়েছে। পরিবেশ এর ভারসাম্য রক্ষার নিরিখে বিজ্ঞানের অগ্রগতির অন্যতম বড় অভিসম্পাত হলো এই কার্বন এমিশন। বিভিন্ন রাসায়নিক কারখানা থেকে নির্গত বিষাক্ত ধোঁয়া, জৈবিক জীবাশ্ম অভিজাত পেট্রোলিয়াম পণ্য, জীবাশ্ম জাত তৈল এর অনিয়ন্ত্রিত ব্যবহার, বিভিন্ন অটোমোবাইল নির্গত ধোঁয়া এবং গ্রীন হাউস জাত গ্যাস এই সব এর মিলিত প্রভাবে কার্বন এমিশন হয়ে উঠেছে লাগাম ছাড়া।

এই প্রক্রিয়ায় গেম থিওরির প্রয়োগ অব্যর্থ বলে প্রমাণিত হয়েছে। বিভিন্ন গাণিতিক কৌশল যেমন ক্যালকুলাস এর প্রয়োগের দ্বারা সঠিক ফলাফল প্রাপ্ত হওয়া যায়।

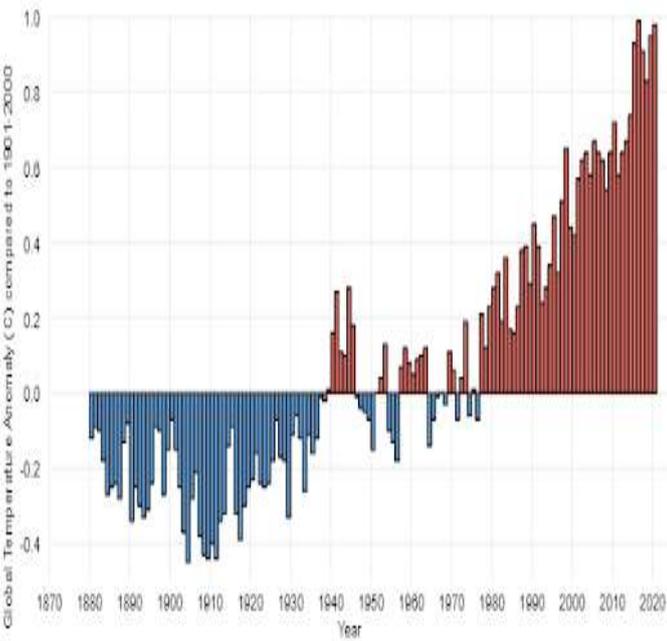
World Wildlife Fund (WWF) অনুসারে, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে প্রতিবছর এক একজন ব্যক্তির Carbon Footprint গড় প্রায় ১৬ মেট্রিক টন, যেখানে বিশ্বব্যাপী গড় প্রতিবছর প্রায় ৪ মেট্রিক টন।

অন্যান্য অঞ্চলের তুলনায় সাব-সাহারান আফ্রিকার ব্যক্তিদের কার্বন পদচিহ্ন তুলনামূলক ভাবে কম। কিন্তু জাতিসংঘের মতে, আফ্রিকা জলবায়ু পরিবর্তনের দ্বারা সবচেয়ে ক্ষতিগ্রস্ত অঞ্চলগুলির একটি।

ভুটান বিশ্বের একমাত্র কার্বন নেগেটিভ দেশ। এর অর্থ হলো ভুটান যে পরিমাণ গ্রিন হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরি করে, তার থেকে বেশি এটি শোষণ করে।

দেশ বিদেশের বিভিন্ন নামি দামি বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় প্রকাশিত গাণিতিক প্রবন্ধ ঘেঁটে দেখা যায় যে কার্বন এমিশন কে নিয়ন্ত্রণ করার ক্ষেত্রে সরকার এর ভূমিকা অত্যন্ত উপযোগী। বিশ্বের যেকোনো দেশের শাসক বর্গ যদি মনে করেন যে তারা কঠিন ভাবে এই বিষয়টিকে মোকাবিলা করবেন তাহলে অভিপ্রেত ফল পাওয়া অসম্ভব নয়। সর্বোপরি মানুষকে হতে হবে সচেতন। জৈবিক গ্যাস এবং তেল এর অপ্ৰয়োজনীয় কে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে। রসায়ন জাত দ্রব্যের ব্যবহার কমিয়ে জৈব জাত দ্রব্যের ব্যবহার বৃদ্ধি করতে হবে অবিলম্বে। পাঁচটি 'R' কে মন্ত্রের মতো মনে রাখতে হবে। এই পাঁচটি 'R' হলো

1. Reuse (পুনর্ব্যবহার করা)
2. Recycle (অন্য রূপে ব্যবহার করা)
3. Renew (পুনরায় নতুন করে ব্যবহার করা)
4. Reduce (অপ্ৰয়োজনীয় জিনিস এর ব্যবহার হ্রাস করা)
5. Refuse (পরিবেশ এর পক্ষে ক্ষতিকর জিনিস এর ব্যবহার কে বর্জন করা)



### History of global surface temperature since 1880

গণিতজ্ঞদের অপটিমাইজেশন এর একটি অন্যতম পরীক্ষা নিরীক্ষার জায়গায় রয়েছে এই 'কার্বন এমিশন' এর বিষয়টি। গ্রীন সাপ্লাই চেইন ম্যানেজমেন্ট এর খুব উপযোগী একটি বিষয় বস্তু হলো এ কার্বন এমিশন। কার্বন এমিশন কে নিয়ন্ত্রণে আনার বিবিধ কৌশল নিয়ে গবেষণা করা হয় এই শাখায়। মূল লক্ষ্য থাকে কি করে একযোগে কার্বন এমিশন কে যথাসম্ভব কম করে সাপ্লাই চেইন এর লভ্যাংশকে যথাসম্ভব বাড়ানো যায় সেই অপটিমাইজেশন স্ট্র্যাটেজি নির্ধারণ করা।

কার্বন ফুটপ্রিন্ট ব্যক্তিগত পর্যায়ের বিভিন্ন কাজের মাধ্যমেও কমানো যেতে পারে। এমন অনেক উপায়ের মধ্যে রয়েছে:

- জ্বালানি ব্যবহার করে এমন যন্ত্র ব্যবহার কমিয়ে দিতে হবে।
- পাবলিক ট্রান্সপোর্ট এর ব্যবহার অতিরিক্ত যানবাহন কমিয়ে দিতে পারে, যার ফলে কমে আসবে গ্রিনহাউস গ্যাস নির্গমনের পরিমাণ।
- নবায়নযোগ্য শক্তির উৎসগুলি ব্যবহার করে, যেমন সৌর বা বায়ু শক্তি, শক্তি উৎপাদন থেকে গ্রিনহাউস গ্যাস নির্গমন কমানো যেতে পারে।
- CFC ব্যবহার করে এমন সামগ্রী ব্যবহার কমিয়ে আনা।

এক একটি দেশ জলবায়ু পরিবর্তন এবং কার্বন নিঃসরণ রোধে একেক রকম পদক্ষেপ গ্রহণ করছে। ভারতের ক্ষেত্রে এনার্জির প্রয়োজনীয়তা বিপুল। ইউরোপীয় দেশগুলি এই ক্ষেত্রে পরিবর্তন আনার বিষয়ে সাফল্যের খোঁজ পেলেও ভারত সেই ক্ষেত্রে অনেকটাই পিছিয়ে। প্রসঙ্গত, আজ থেকে তিন বছর আগে পর্যন্ত, হাইড্রোজেন এবং বিশেষত সবুজ হাইড্রোজেন যে বিশ্বের জন্য ডিকার্বোনাইজেশন সরবরাহ করছে সেই বিষয়ে দেশে গুরুত্ব সহকারে খুব কমই কথা বলা হয়েছিল। তারপর 2050 -এর পরের প্রযুক্তি হিসাবে তা পরিকল্পনা করা হয়। তবে তা এটি দ্রুত অগ্রসর হয়েছে এবং প্রথমে 2040 সালে এগিয়ে আনার পর 2030 এবং এখন বাণিজ্যিক স্কেলিং এর জন্য 2025 সালে এগিয়ে আনা হয়েছে। ওয়াকিবহাল মহলের মতে, বর্তমানে জলবায়ু পরিবর্তনের বাস্তব ঝুঁকি প্রায় অসম্ভব আকার ধারণ করেছে। তা রোধ করতে

এলোমেলো এবং সমন্বয়হীন ক্রিয়াকলাপ অনুসরণ, প্রতিশ্রুতি দিয়েও তা পূরণ করার ক্ষেত্রে অক্ষমতা, প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ করার ক্ষেত্রে নিষ্ক্রিয়তা এহেন বিষয়গুলি চিন্তার কারণ হয়ে উঠছে। অর্থাৎ, পদক্ষেপের কথা চিন্তা করা হচ্ছে, কিন্তু তা আদৌ কার্যকর হচ্ছে কি? সেই ক্ষেত্রেই উঠছে প্রশ্ন। এমনকী কার্বন নিঃসরণ বন্ধ করার পদক্ষেপটিও অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। তবে এই বিষয়টি ছাড়াও আরও একাধিক সমস্যা রয়েছে। সেগুলির সমাধান বের করা আবশ্যিক। জলবায়ু পরিবর্তন রোধে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে সক্ষম পুনর্নবীকরণ যোগ্য শক্তি। যখন আমরা পুনর্নবীকরণযোগ্য উপায়ের মাধ্যমে জলবায়ু পরিবর্তনের সঙ্গে মোকাবিলা করার চেষ্টা করি, তখন আমাদের অবশ্যই নিজেদের কাজের ফলে জীববৈচিত্র্যের উপর পড়া প্রভাব সম্পর্কে সচেতন হতে হবে। জীববৈচিত্র্যের ক্ষেত্রে প্রতিকূলতার কারণে আমাদের কৃষি ব্যবস্থা আবহাওয়ার মতোই ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছে। তাই নিজেদের সতর্কতাও অবলম্বন করতে হবে।

এছাড়াও জল অপচয় বন্ধ এবং বিদ্যুতের অপব্যবহার বন্ধ করতে হবে। সচেতন ভাবে সিদ্ধান্ত নিতে হবে। সাধারণ নাগরিক হিসেবে আমাদের এই কার্বন এমিশন বন্ধ করার জন্য সচেতন হতে হবে। সাম্প্রতিক কালে বায়ু মাধ্যমে পরিবহনের সময় যাত্রীদেরকে 'carbon offset scheme' এ ভর্তুকি দেয়ার পছন্দ তালিকা দেয়া হয়। সকল সচেতন নাগরিক এর উচিত এই পরিকল্পনা তে সামান্য হলেও দান করা। এইভাবে নিজেদের ওপর আস্থা রেখে ছোট ছোট পদক্ষেপ গ্রহণের দ্বারাই আমরা এই কার্বন এমিশন এর মতো কঠিন এক সমস্যার মোকাবিলা করতে পারবো। মনে রাখতে হবে এ আমাদের কঠিন অঙ্গীকার আগামী প্রজন্মের কাছে।

কেবল পরিবেশ দিবস বা বিশ্বপরিবেশ দিবস পালন করলেই হবে না। সকলকে পরিবেশ সম্পর্কে শিক্ষা দিতে হবে। পরিবেশ কীভাবে রক্ষার করতে হবে তা বুঝিয়ে বলতে হবে। সকলের মধ্যে পরিবেশ সচেতনতা সঞ্চারিত করতে হবে। সবাইকে প্রতিজ্ঞা করতে হবে পরবর্তী প্রজন্মের জন্যে ঐ পৃথিবীকে বাসযোগ্য করে রাখতেই হবে। মানুষের খেয়াল খুশি মতে আচরণ করা আর চলবে না। “খেয়াল খুশিতে কাটি অরণ্য/রচিয়া অমরাবতী”—এসব আর না করে কাটার আগে পাঁচটি গাছ পুঁতে বড় করতে হবে। মনে রাখতে হবে একটি গাছ অনেক প্রাণ। তাই আজকের স্লোগান “গাছ লাগান, প্রাণ বাঁচান”। কবি বলেছেন—“অন্ন চাই, প্রাণ চাই, চাই মুক্ত বায়ু।”

সবশেষে কবির কথায় শেষ হোক এই লেখা -----

' এসেছে নতুন শিশু, তাকে ছেড়ে দিতে হবে স্থান ;  
জীর্ন পৃথিবীতে ব্যর্থ, মৃত আর ধ্বংসস্তূপ-পিঠে  
চলে যেতে হবে আমাদের।  
চলে যাব - তবু আজ যতক্ষন দেহে আছে প্রাণ  
প্রাণপনে পৃথিবীর সরাব জঞ্জাল,  
এ বিশ্বকে এ শিশুর বাসযোগ্য করে যাব আমি -  
নবজাতকের কাছে এ আমার দৃঢ় অঙ্গীকার।  
অবশেষে সব কাজ সেরে,  
আমার দেহের রক্তে নতুন শিশুকে  
করে যাব আশীর্বাদ,  
তারপর হব ইতিহাস। '

#### Reference:

- 1.Ahlgren S, Björklund A, Ekman A, Karlsson H, Berlin J, Börjesson P, Strid I (2015) Review of methodological choices in LCA of biorefinery systems- key issues and recommendations. *Biofuels, Bioprod Biorefin* 9(5):606–619
- 2.Andersson D (2020) A novel approach to calculate individuals' carbon footprints using financial transaction data – App development and design. *J Cleaner Prod* 256:120396
- 3.BSI (2008) Publicly available specification 2050. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institute
- 4.Baker LA, Hartzheim PM, Hobbie SE, King JY, Nelson KC (2007) Effect of consumption choices on fluxes of carbon, nitrogen and phosphorus through households. *Urban Ecosyst* 10(2):97–117
- 5.de Bikuña KS, Hamelin L, Hauschild MZ, Pilegaard K, Ibrom A (2018) A comparison of land use change accounting methods: seeking common grounds for key modeling choices in biofuel assessments. *J Cleaner Prod* 177:52–61
- 6.Birnik A (2013) An evidence-based assessment of online carbon calculators. *Int J Greenhouse Gas Control* 17:280–293

arpita.paul@asutoshcollege.in

\*\*\*\*\*

