

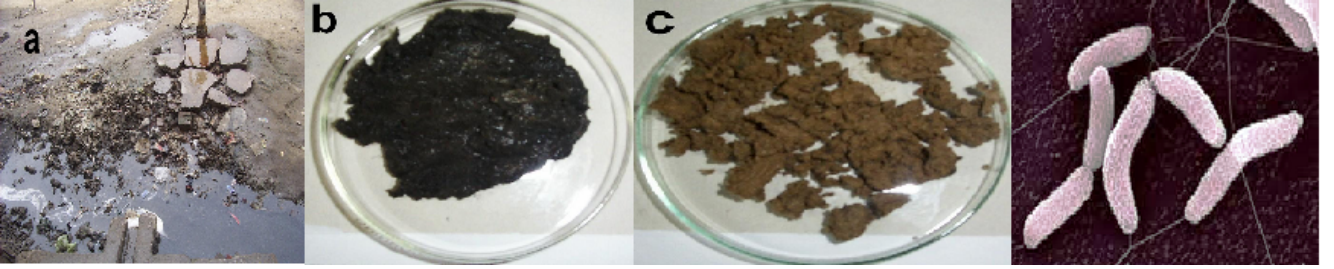
ৰাত্ৰিৰ অন্ধকাৰে নৰ্দমাৰ দুৰ্গন্ধৰ উৎস

সব্যসাচী সরকার

ইন্ডিয়ান ইন্সটিটিউট অফ ইঞ্জিনিয়ৰিং সায়েন্স এন্ড টেকনোলজি, শিবপুৰ
(প্ৰাক্তন অধ্যাপক, আই. আই. টি. , কানপুৰ)

আমরা ৰোজকাল সাধাৰণ ঘটনাৰ আড়ালে বিজ্ঞানটা কিভাবে বোঝাৰ চেষ্টা কৰি? হয় বয়োজ্যেষ্ঠ্যেদেৰ জিজ্ঞাসা কৰে কিম্বা বিজ্ঞানেৰ বইপত্ৰৰ ঘেঁটে। আজ এমন একটা ঘটনা বলবো যেটা আমরা সবাই হয়ত দেখিছ কিন্তু তাৰ কাৰণ খুঁজে বার কৰা সহজ নয়। কি কাৰণে সূৰ্যেৰ আলো না থাকলে নৰ্দমা থেকে দুৰ্গন্ধ বের হয়।

চায়েৰ দোকানেৰ টিউব ওয়েলেৰ নিত্য ব্যবহাৰে যে নৰ্দমাটা তৈৰী হয় (চিত্ৰ-a), তোৰে বা সন্ধ্যায় মেটা থেকে পচা ডিমৰ মত দুৰ্গন্ধ বেরোতে থাকে। সূৰ্যেৰ আলোতে এই দুৰ্গন্ধ কমে যায় আৰ মাৰা দুপুৰে কৰ্পুৰেৰ মত উবে যায়। ৰাত্ৰেৰ সময়ে আবার এই দুৰ্গন্ধেৰ প্ৰকোপ বেশী হতে থাকে। বাদলা দিনে সূৰ্যেৰ আলো না থাকার কলে এই দুৰ্গন্ধ বন্ধ হয় না। নৰ্দমাতে পচনশীল জৈবিক পদাৰ্থগুলিই কি এই দুৰ্গন্ধেৰ উৎস? আৰ তাদেৰ সঙ্গে দিনেৰ আলো আৰ ৰাত্ৰেৰ আৰ্ধাৰেৰ সম্পৰ্ক কি?



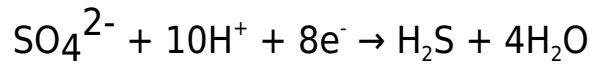
আৰ একটা কথা - মেদিন নৰ্দমাটা পৰিষ্কাৰ কৰাৰ সময় তাৰ ভিতৰেৰ কালো পচা মাটি তুলে নিয়ে নৰ্দমাটাৰ পাড়ে কেলা হুছিলো (চিত্ৰ-b)। স্কুলে যাবাৰ সময় লম্বা কৰে এই কালো পচা মাটিৰ স্তুপ নৰ্দমাটাৰ পাড়ে পড়ে থাকতে দেখলাম। কিন্তু পৰদিন স্কুল যাবাৰ সময় দেখলাম যে কালো মাটিৰ একেবাৰে উপৰেৰ অংশটা গাঢ় বাদামী হয়ে গেছে (চিত্ৰ-c)। অনেকটা কালো পাহাড়ের চূড়ার বৰফ বিকেলেৰ সূৰ্যেৰ আলো পড়লে যেমন লাগে, সেৰকম গেরুয়া মাটিৰ মত দেখতে। দিন কয়েক পরে দেখলাম যে পাড়ে তোলা কালো মাটি আমাদেৰ খেলাৰ মাঠেৰ বাদামী বঙেৰ মাটিৰ মতন হয়ে গেছে।

এৰকম কেন হয় তা জানতে গেলে আমাদেৰ পৃথিবীৰ প্ৰথম জীবেৰ উৎসেৰ সন্ধানে যেতে হবে। খুব পেছনে না গিয়ে বলি, আজ থেকে মাত্ৰ ৫৭-কোটি বছৰ আগে পৃথিবীৰ আবহাওয়া আজকেৰ তুলনায় একেবাৰেই অন্যৰকম ছিলো। পৃথিবীতে গাছপালা না থাকায় বাতাসে অক্সিজেনও ছিলো না। লাল রক্ত যুক্ত আমাদেৰ মতো কোনো প্ৰাণীৰ অস্তিত্বও ছিল না (হ্যাঁ, নীলচে সবুজ বঙেৰ রক্ত নিয়েও জীবন আছে)।

যেসব জীবাণু তখন তৈৰী হইছিলো, তারা মুক্ত অক্সিজেন না পেয়ে শক্তি সংগ্ৰহেৰ জন্য অকাৰ্বনিক (non-carbonic) যৌগগুলিৰ সাহায্যে খাবাৰেৰ জাৰণ (oxidation) কৰতো। আমরা খাবাৰ থেকে

শক্তি আহরণের সময় **oxidative phosphorylation** প্রক্রিয়ায় তৈরী ইলেকট্রনগুলি শ্বাস-প্রশ্বাসের মাহাশ্যে বাতাসের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত করে দিই। অক্সিজেন থেকে অক্সাইড আয়ন বানিয়ে, তারপর প্রোটনের সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়ে তাকে জলে পরিবর্তিত করি। অক্সিজেন না থাকার কলে আগের সেই জীবাণুগুলি খাবার থেকে শক্তি আহরণের সময় তৈরী হওয়া ইলেকট্রনগুলি সালফেট জাতীয় শ্যোগের তিতরে পাচার করে দিতো।

সালফেট আয়নের মধ্যে অবস্থিত সালফারের শ্যোজ্যতা +6। এর সাথে 8-টি ইলেকট্রন যুক্ত করে সালফারের শ্যোজ্যতাকে -2 (**sulfide**) করলে তা প্রোটনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন সালফাইড তৈরী করে। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে শ্বাস-প্রশ্বাসে যেমন জল তৈরী হয়, ঠিক সেই ভাবেই এই জীবাণুরা অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে জলের সাথে সাথে সালফেট থেকে হাইড্রোজেন সালফাইড তৈরী করে বেঁচে থাকে।



কোনো ইলেকট্রিক সার্কিটকে কার্যকরী করতে সার্কিটটিকে আৰ্থ করা প্রয়োজন। যাতে ইলেকট্রনগুলিকে কাজের শেষে শোষণ করে নেওয়া যায়। শরীরের শক্তি তৈরীর যন্ত্রটিও কাজ করা বন্ধ করে দেয় যদি না উৎপন্ন ইলেকট্রনগুলি কাজের শেষে সরিয়ে ফেলা হয়। যে ইলেকট্রনগুলির উৎপত্তি হয় নানা কাজের মধ্যে দিয়ে, সবশেষে ঐ আৰ্থ করার প্রক্রিয়ায় সেগুলির শোষণ হওয়াটা অত্যন্ত জরুরী।

এই কাজটার জন্য আমরা অক্সিজেন (**aerobic respiration**) ব্যবহার করে থাকি। আর যেসব জীবাণু পৃথিবীতে অক্সিজেন উৎপন্ন হবার আগেই এসেছিলো, তারা বিভিন্ন ধরনের শ্যোগপদার্থের ব্যবহার (**anaerobic respiration**) করে থাকে। তাই অক্সিজেনকে আমাদের শ্বাস-প্রশ্বাসের ক্রিয়াতে টার্মিনাল ইলেকট্রন অ্যাকসেপ্টর (**terminal electron acceptor**) বলা হয়। একই ভাবে সালফেট আয়নটিকে এই ধরনের জীবাণুদের টার্মিনাল ইলেকট্রন অ্যাকসেপ্টার বলা যেতে পারে। যেহেতু তা উৎপন্ন ইলেকট্রনগুলির সদগতি করতে পারে।

নর্দমাতে এই জীবাণুদের দ্বারা উৎপন্ন হাইড্রোজেন সালফাইডের দুর্গন্ধের সাথেই আমরা পরিচিত। রাত্রির অন্ধকারে যে জীবাণুরা তাদের বাঁচার প্রক্রিয়ায় দুর্গন্ধযুক্ত হাইড্রোজেন সালফাইড তৈরী করে, তাদের বৈজ্ঞানিক নাম ডীসাল্ফোভিব্রিও (**Desulfovibrio**)। এই গোটের মধ্যে অনেক ধরনের জীবাণু আছে। চিত্র-d তে ব্যাকটেরিয়ার চিত্রটি **Desulfovibrio desulfuricans G-20**-র। এদের সালফেট রিডিউসিং ব্যাকটেরিয়া (**SRB**) বলেও ডাকা হয়ে থাকে। খাবার জারণের সময় এরা এই সালফার জাতীয় শ্যোগগুলিকে উৎপন্ন ইলেকট্রনগুলি দান করে জারণ-বিজারণের প্রক্রিয়াটিকে সম্পূর্ণ করে।

সূর্যের আলোতে এরা খাবার খায় না কেন? এই জীবাণুগুলো পৃথিবীতে অক্সিজেন উৎপন্ন হবার আগেই এসেছিলো, তাই অক্সিজেনকে এরা একদম পছন্দ করে না। অক্সিজেনের উপস্থিতি এদের মৃত্যুর কারণ হতে পারে।

রাতের অন্ধকারে পৃথিবীতে সূর্যের আলো না পড়ার কলে গাছ ও শ্বাস সালোকসংশ্লেষ বন্ধ করে দেয়।

বাতাসে নতুন করে অক্সিজেন সরবরাহ করে না। গাছপালারা তখন শুধু কার্বন ডাইঅক্সাইড ত্যাগ করে মাটির কাছের বাতাসকে প্রায় অক্সিজেন-শূন্য করে দেয়। কার্বন ডাইঅক্সাইড-এর হালকা আস্তরণে ঢেকে ফেলে। সেই সময় অক্সিজেনের ভয়ে মাটির গভীরে লুকিয়ে থাকা এই জীবাণুগুলি উপরে উঠে আসে নর্দমা খাওয়া তাদের খাবার খেতে। সাধারণ জল সালফেট আয়নে ভরতি, আর জীবাণুগুলির খাদ্য কার্বনের যৌগগুলি তো মানুষের পরিত্যক্ত ও বর্জিত ভুক্তাবশেষ হিসেবে রয়েছে।

এদের খাবারের মাধ্যমে তৈরী হওয়া হাইড্রোজেন সালফাইড প্রথমে নর্দমার মাটির সঙ্গে যুক্ত বাদামী রঙের আয়রন (ferric; Fe(III)) অক্সাইডকে রিডিউস (reduce) করে সবুজ-কালো রঙের ফেরাস (Fe(II)) অক্সাইড (FeO) পরিবর্তিত করে। পরে বেসী হাইড্রোজেন সালফাইডের প্রভাবে তা কালো ফেরাস সালফাইডে (FeS) রূপান্তরিত হয়।

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	$\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$
বাদামী	সবুজাভ কালো
$\text{FeO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{O}$
সবুজাভ কালো	কালো

বাড়তি হাইড্রোজেন সালফাইড তার পচা ডিমের গন্ধ বাতাসে ছড়িয়ে দেয়। ভোরের সূর্য ওঠার সঙ্গে সঙ্গে এই খাওয়া-দাওয়া সালোকসংশ্লেষ-জাত অক্সিজেনের ফলে বিদ্রিত হয়। প্রাণের ভয়ে এই জীবাণুগুলি আবার মাটির নীচে লুকিয়ে পড়ে আর পরের সন্ধ্যার জন্য অপেক্ষা করতে থাকে।

নর্দমার মাটি কালো দেখায় ফেরাস সালফাইডের জন্যে। যখন নর্দমা থেকে মেটাকে উপরে তুলে ফেলা হয়, বাতাসের অক্সিজেনের প্রভাবে জারিত হয়ে মেটা আবার বাদামী রঙের ফেরিক অক্সাইডে (Fe_2O_3) পরিবর্তিত হয়।

আজকাল আমরা এদের জন্য কাস্ট কুডের ব্যবস্থা করে ফেলেছি: জামা-কাপড় পরিষ্কার করার ডিটারজেন্ট। টিওবওয়ালের সিমেন্ট বাঁধানো জায়গায় কাপড় কাচলে, ময়লা সহ ডিটারজেন্ট নর্দমার জীবাণুগুলির মহাতোজের খাবার হয়।

ডিটারজেন্টগুলি সাধারণত ১৩-১৪ টি অ্যালিক্যাটিক কার্বন চেন দিয়ে তৈরী হয়। তার শেষ প্রান্তে একটা সোডিয়াম যুক্ত সালফোনোট গ্রুপ ($-\text{SO}_3\text{Na}$) লাগানো থাকে যাতে ডিটারজেন্ট জলে গুলনশীল হয়। এটা কিন্তু এই জীবাণুগুলির রেডিমেড খাবার। কার্বনের অংশটা খাবার আর সালফোনোট গ্রুপের সালফারের অংশটা ইলেকট্রন রাখার পাত্রের মত ব্যবহৃত হতে থাকে।

উন্নত দেশগুলিতে কাঁচা নর্দমা (open drainage) দেখা যায় না। ঢাকা অবস্থায় নর্দমার জল শোধনাগারের মাধ্যমে পরিষ্কার করে মাঠের কৃষির কাজে ব্যবহৃত হয়। এতে মশার উপদ্রবও হয় না আর রাস্তাঘাট দেখতে পরিষ্কার মনে হয়। সন্ধ্যা বেলায় হাইড্রোজেন সালফাইডের দুর্গন্ধে আবহাওয়াও খারাপ হয় না। আমরা কি আমাদের শহর সেরকম রাখতে পারি না?

তবে হাইড্রোজেন সালফাইডের সবটাই খারাপ নয়। আমাদের শরীরে এটা খুবই কম মাত্রায় তৈরী

কৰে থাকি। এটা না থাকলে আমৰা অ্যালজহাইমাৰ (Alzheimer) ও পাৰ্কিনসন (Parkinson) নামক ম্ৰাণুৰ ৰোগে আক্ৰান্ত হতে পাৰি। এটা একেবাৰে অন্য একটা বিষয়, তাই পৰে একদিন বলা যাবে।

ছবি:

- প্ৰচ্ছদ: [The Hindu](#)
- Desulfovibrio desulfuricans G-20-ৰ ছবি: [Lawrence Berkley National Laboratory](#)