

ভারতবর্ষের মাটির জৈব এবং অজৈব কার্বন

তাপস ভট্টাচার্য, দিলীপ কুমার পাল, পি. চন্দ্রন,
সঞ্জয় কুমার রায় এবং চম্পা মণ্ডল

ভূপৃষ্ঠের তাপবন্ধির কারণে সমুদ্রের জনস্ফীতি, অসময়ের বৃষ্টি অথবা বরার কথা আমরা জানি। আমরা এও জানি যে পৃথিবীর উপরিভাগের ওজোনস্তরের ক্রমহ্রাসমান ঘটনার সাথে এ সমস্ত আপাত-প্রাকৃতিক দুর্ঘটনার একটা যোগাযোগ আছে (১)। জীবাশ্ম-জনিত জ্বালানীর জন্য বায়ুস্তরে কার্বন এবং কার্বনের অন্যান্য যৌগপদার্থ ক্রমশই বৃদ্ধি পাচ্ছে, একথাও আমরা বিভিন্ন পত্রপত্রিকায় পড়ে থাকি।

সাম্প্রতিক পরিসংখ্যান থেকে জানা যায় যে পৃথিবীর মাটির মোট কার্বন ষ্টক ২২২৭ পেটাগ্রাম (এক পেটাগ্রাম = 10^{15} গ্রাম) যার মধ্যে জৈব এবং অজৈব কার্বনের ভাগ যথাক্রমে ১৫০৫ এবং ৭২২ পেটাগ্রাম। মাটিতে জৈব কার্বনষ্টকের পরিমাণ আবহাওয়ার (atmosphere) এবং টেরেস্ট্রিয়াল (Terrestrial) কার্বনষ্টকের দুই এবং তিনগুণ। পৃথিবীর অন্যতম প্রধান এবং গুরুত্বপূর্ণ প্রাকৃতিক সম্পদ মাটি। মাটির সাথে কার্বন এবং কার্বনযৌগের কি সম্পর্ক? মাটিতে জৈব এবং অজৈব কার্বন কতটা থাকে? এ বিষয়ে ভারতবর্ষের মাটির গবেষণালব্ধ ফল কি? এ সম্পর্কে কিছু বলার উদ্দেশ্যেই এ প্রবন্ধের আশ্বাসনা।

ভৌগোলিক অবস্থানের পরিপ্রেক্ষিতে ভারতবর্ষের মাটির স্বাভাবিক উর্বরতা নির্ভর করে জৈব কার্বনের পরিমাণের উপর। মাটির জৈব কার্বন গভীরতার সাথে ক্রমশঃ কমে যায়। জৈব পদার্থের পচন, মূলনিঃসৃত জৈব অ্যাসিড মাটির উপরিভাগেই বেশী পাওয়া যায়। সাম্প্রতিক বৈজ্ঞানিক সমীক্ষা অনুযায়ী (২) ভারতবর্ষের মাটিতে সাকুল্যে ৯.৫ পেটাগ্রাম জৈব কার্বন প্রথম ৩০ সেন্টিমিটার মাটির গভীরতায় পাওয়া গেছে (সারণী ১)। সারা পৃথিবীর মাটির জৈব কার্বনষ্টকের তুলনায় এই পরিমাণ কেবলমাত্র ১.৩%। এটা প্রমাণ করে যে ভারতের মাটিতে

জৈবকার্বনষ্টক খুবই কম। যদি ভারতবর্ষের সমস্ত মাটিকে ৫ ভাগে ভাগ করা যায় তবে দেখা যাবে যে লাল মাটি (Alfisol এবং Ultisol), পলিমাটি (Entisol এবং Inceptisol) এবং কালো মাটিতেই (Vertisol) সর্বাধিক জৈব কার্বনের ষ্টক আছে (চিত্র ১)। এখানে মনে রাখতে হবে যে কার্বনষ্টক গণনা করতে কার্বনের পরিমাণ (%), মাটির ঘনত্ব (Density), মাটির গভীরতা (Depth) এবং মাটির বর্গক্ষেত্রের (Area) প্রয়োজন হয়। যে মাটিতে কার্বনের পরিমাণ বেশী, তার তুলনামূলক বর্গক্ষেত্র যদি কম হয় তবে কার্বনষ্টক কম হবে। ঠিক এই কারণেই বাদামী মাটিতে (Brown forest soil—Mollisol) সর্বাধিক জৈব কার্বন থাকা সত্ত্বেও কার্বনষ্টক কম পাওয়া যায় (চিত্র ১)। সেক্ষেত্রে কার্বনষ্টক প্রতি বর্গক্ষেত্রে মাপা হলে সেটা বেশী যুক্তিযুক্তি এবং বিজ্ঞানসম্মত হবে।

জৈব কার্বন মাটির প্রায় সমস্ত গুণকে ধরে রাখতে সাহায্য করে। জৈব কার্বনের প্রত্যক্ষ এবং পরোক্ষ প্রভাবে মাটিতে ফসলের উৎপাদন নির্ভর করে। বৈজ্ঞানিকরা দেখেছেন যে মাটিতে জৈব কার্বনের মাত্রা তথা ষ্টক জলবায়ুর (climate) সাথে পরিবর্তিত হয়। সাম্প্রতিক গবেষণায় দেখা গেছে যে শুষ্ক এবং নাতিশুল্ক জলবায়ু অঞ্চলে (Arid এবং Semi-arid) জৈব কার্বনষ্টক মোট জৈব কার্বনের ৩০ শতাংশ (সারণী ২)। বার্ষিক ১১০০ মিলিমিটার বৃষ্টিপাতকে Threshold limit হিসেবে ধরা হলে মোট জৈব কার্বনের ৬৬ শতাংশ ভারতবর্ষের শুষ্ক, নাতিশুল্ক এবং মৃদু আর্দ্র জলবায়ু অঞ্চলে পাওয়া যাবে (সারণী ২)। মৃত্তিকাবিজ্ঞানীরা রাসায়নিক প্রয়োগশালাতে দেখিয়েছেন যে উল্লিখিত তিন প্রকার জলবায়ু অঞ্চলে জৈব কার্বনের মাত্রা কম হয়। আপাতদৃষ্টিতে শুষ্ক অঞ্চলের কার্বনষ্টক বেশী হলেও উল্লেখনীয় যে প্রতি

১০ লক্ষ হেক্টরে কার্বনষ্টক এই জলবায়ু অঞ্চলগুলিতে খুবই কম (০.০১৯-০.০২৪) (সারণী ২)। বার্ষিক বৃষ্টিপাত যে অঞ্চলে ১১০০ মিলিমিটারের বেশী সেখানে কার্বনষ্টকের মাত্রা যথেষ্ট বেশী (০.০৬) (সারণী ২)। সুতরাং জৈব কার্বনষ্টকের সঠিক পরিমাপ প্রতি বর্গক্ষেত্রে নিরূপিত হলে সেটা মাটির স্বাস্থ্য এবং জৈব কার্বন ও জলবায়ু অঞ্চলের সম্পর্ক স্থাপনে অধিক উপযোগী হবে (২)।

উদ্ভিদ, মৃত্তিকা, আবহাওয়াবিদ এবং কার্বনগবেষনায়রত অন্যান্য গবেষকরা অদ্যাবধি জৈব কার্বনের উপরই বেশী গুরুত্ব দিয়েছেন। সাম্প্রতিক রিপোর্টে (৩, ৪) জানা গিয়েছে যে মাটির অজৈব কার্বনযৌগ মাটিতে কিভাবে তৈরী হয় এবং মাটির উর্বরতা শক্তিকে হ্রাস করে এ বিষয়ে সার্যাত প্রবন্ধ সহজ এবং সরলভাবে সম্প্রতি ব্যাখ্যা করা হয়েছে (৩, ৪)। মাটির জৈব এবং অজৈব কার্বনের ওতপ্রোতভাবে জড়িত থাকা এবং কার্বনচক্রের আধুনিক ব্যাখ্যা তথা অজৈব কার্বন এবং মাটির অবক্ষয় (Degradation) বৈজ্ঞানিকদের নতুনভাবে ভাবিয়ে তুলেছে (৪)। এর ফলস্বরূপ হিসেবে ভবিষ্যতে পশ্চাত্যদেশে উদ্ভাবিত কার্বন মডেলগুলো পরিবর্তিত হবার সম্ভাবনা প্রবল।

মাটির অজৈব কার্বন, জৈব কার্বনের মতই জলবায়ুর দ্বারা প্রভাবিত হয়। ভারতের মাটিতে অজৈব কার্বনের ষ্টক ৪.১৪ পেটাগ্রাম (সারণী ২)। শুষ্ক এবং আর্দ্র জলবায়ুতে মাটির অজৈব কার্বনষ্টক লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে শুষ্ক জলবায়ুতে মাটির মধ্যে অজৈব কার্বন বেশী পাওয়া যায় (সারণী ২)। লক্ষণীয় বিষয় এই যে প্রতি বর্গক্ষেত্রে অজৈব কার্বনষ্টকের মাত্রাও শুষ্ক জলবায়ুতে অনেক বেশী। বৈজ্ঞানিকরা মাটিতে অজৈব কার্বনের উৎপত্তি, ষ্টক এবং জলবায়ুর সাথে মাটির অন্যান্য গুণাবলীর সম্পর্ক স্থাপন করেছেন

এবং বলেছে যে জঙ্গলের বিনাশ, অযথা জমি (মাটি) খালি রাখা (Fallow land) মাটিতে অজৈব কার্বনের মাত্রা বাড়িয়ে দেবে এবং মাটিকে অনুর্বর ও ক্ষেত্রবিশেষে বন্ধ করে দিতে পারে। মাটির জৈব কার্বন কৃষক তথা দেশবাসীর কাছে আর্শীর্বাদস্বরূপ এবং অজৈব কার্বন অভিশাপ।

পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি (Global warming), অস্তিত্ব, অনাবৃষ্টির প্রকোপ ভারতবর্ষের মত উপমহাদেশে সমস্যা হয়ে দাঁড়াবে (৫)। পরিস্থিতির মোকাবিলায় গুরু জলবায়ু অঞ্চলে জৈব কার্বনের মাত্রা বৃদ্ধির প্রচেষ্টা প্রথম এবং প্রধান পদক্ষেপ হওয়া উচিত। উষ্ণ জমির রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় সংশোধন (Chemical amendments), পুষ্টি জমিতে বৃক্ষরোপণ, অধিক পরিমাণে জৈব সার প্রয়োগ ইত্যাদি বহুবিধ উপায় অবলম্বন করলে মাটিতে জৈব কার্বনের মাত্রা বাড়বে এবং অজৈব কার্বনের পরিমাণও কম হবে। জৈব কার্বনের মাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য, মাটির এবং জলবায়ু অঞ্চলের জৈব এবং অজৈব কার্বনের ষ্টক থেকে পাওয়া যাবে। যেহেতু কার্বনের ষ্টক চিহ্নিত মাটির (Benchmark soils) ভিত্তিতে করা হয়ে থাকে সেক্ষেত্রে এই

পদ্ধতিতে সময়ানুমারী মাটির স্বাস্থ্য ও পরীক্ষা করা সম্ভব হবে (Periodic monitoring of soil health)।

কৃতজ্ঞতা

বিষয় নির্বাচনে সহায়তা, পাণ্ডুলিপি পুনর্নির্মাণ এবং পরিমার্জনের জন্য ডক্টর কৃষ্ণেন্দু দাসকে (বৈজ্ঞানিক, রাষ্ট্রীয় মৃত্তিকা পর্যবেক্ষণ এবং ভূমি উপযোগ নিয়োগন সংস্থা, কোলকাতা) আমাদের আন্তরিক ধন্যবাদ।

নির্দেশিকা

১। লোয়া, ডব্লিউ, এম., প্রেপিতজার, কুর্ট, এস., কারবার্জ, এন. জে., কিংগ, (জে. এস., এবং গ্লাউনা, সি. পি. (২০০৩) রিডাকশন অফ সয়েল কার্বন ফর্মেশন বাই ট্রোপোস্ফেরিক ওজোন আণ্ডার ইনক্রিজড কার্বন-ডাই-অক্সাইড লেভেলস। নেচার ৪২৫ : ৭০৫-৭০৭।

২। ভট্টাচার্য্য, টি., পাল, ডি. কে., ভেলাউদম, এম., চন্দ্রন, পি. এ্যাণ্ড মণ্ডল, সি (২০০১)। টোটাল কার্বন ষ্টক ইন ইন্ডিয়ান সয়েলস : ইস্যুস, প্রায়রিটিস এ্যাণ্ড ম্যানেজমেন্ট, ইন ল্যাণ্ড রিসোর্স ম্যানেজমেন্ট ফর ফুড অ্যাণ্ড এনভাইরনমেন্টাল সিকিউরিটি, সয়েল কনসার্ভেশন সোসায়টি অফ ইন্ডিয়া,

নিউদিল্লী, পৃষ্ঠা ১-৪৬।

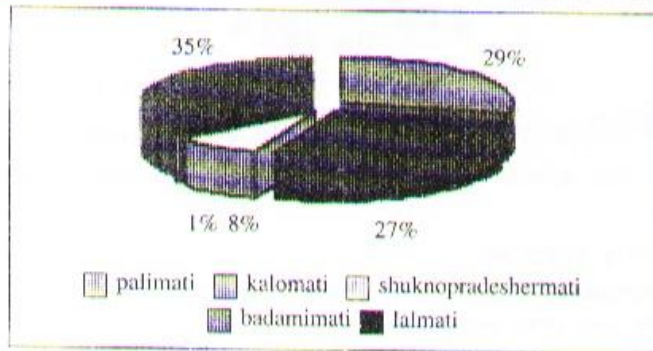
৩। পাল, ডি. কে., নাগোগ, জি. এস., ডিভিভেল, এস., আহজা, আর, এল., ভট্টাচার্য্য, টি. (২০০১)। সেকেণ্ডারী ক্যালসিয়াম কার্বনেট ইন সয়েলস অফ এরিড এ্যাণ্ড সেমি এরিড রিজিয়নস অফ ইন্ডিয়া। ইন "গ্লোবাল ক্লাইমেট চেঞ্জ এ্যাণ্ড পেডোজেনিক কার্বনেটস" (এডিটরস আর, মাল, জে. এম. কিম্বলে, এইচ, ইম্ফচরণ, বি. এ., স্টুয়ার্ট) পাবলিশড বাই লিডস পাবলিশার্স, বোকা র্যাটন, এফ. এল. পৃষ্ঠা ১৪৯-১৮৫।

৪। ভট্টাচার্য্য, টি., পাল, ডি. কে., চন্দ্রন, পি., শ্রীমতি, মণ্ডল, সি., রে, এস., কে., ওপ্তা, আর, কে. এ্যাণ্ড গজভিয়ে, কে. এস. (২০০৪)। ম্যানেজিং সয়েল কার্বন ষ্টকস ইন দি ইন্ডোগ্যানজেটিক প্লেইনস, ইন্ডিয়া, রাইস-ছইট কমার্টিয়াম ফর দি ইন্ডো-গ্যাণ্ডোটিক প্লেইনস, নিউ দিল্লী ১১০০১২, ইন্ডিয়া, পৃষ্ঠা ৩৭।

৫। গ্যান্ডগিল, এস. (১৯৯৫)। ক্লাইমেটিক চেঞ্জ এ্যাণ্ড এগ্রিকালচার এ্যান্ড ইন্ডিয়ান পারসপেকটিভ। কারেন্ট সাইন্স, ৬৯ : ৬৪৯-৬৫৯।

● সারণী ১ : মাটিতে জৈব এবং অজৈব কার্বন ষ্টক (০-৩০ সেন্টিমিটার মাটির গভীরতায়) পেটাগ্রাম

কার্বন	পলি মাটি	কালো মাটি	শুকনো প্রদেশের মাটি	বাদামী মাটি	লাল মাটি	মোট কার্বন
জৈব	২.৭৯	২.৫৬	০.৭৫	০.১২	৩.৩৩	৯.৫৫
অজৈব	১.৫২	১.০৮	১.৩৯	০.০০	০.১৫	৪.১৪
মোট কার্বন	৪.৩০	৩.৬৪	২.১১	০.১২	৩.৪৮	১৩.৬৯



চিত্র ১ : বিভিন্ন মাটিতে জৈব কার্বন ষ্টকের আনুপাতিক হার।

● সারণী ২ : বিভিন্ন জলবায়ু অঞ্চলে মাটির জৈব এবং অজৈব কার্বনস্টক (০-৩০ সেন্টিমিটার মাটির গভীরতায়) (পেটাগ্রাম)

জলবায়ু অঞ্চল	বৃষ্টিপাত (বার্ষিক, মিলিমিটার)	বর্গক্ষেত্র (১০ লক্ষ হেক্টর)	জৈব কার্বন	অজৈব কার্বন	মোট কার্বন	পেটাগ্রাম প্রতি লক্ষ হেক্টরে	
						জৈব কার্বনস্টক	অজৈব কার্বনস্টক
শুষ্ক অঞ্চল	< ৫৫০	৫২ (১৫.৮) *	১.০ (১০) **	১.৭ (৪২) ***	২.৩ (২০) ***	০.০১৯	০.০৩৩
মৃদু শুষ্ক অঞ্চল	৫৫০-১০০০	১১৬.৪ (৩৫.৪)	২.৮ (৩০)	২.০ (৪৭)	৪.৮ (৩৫)	০.০২৫	০.০১৬
মৃদু আর্দ্র অঞ্চল	১০০০-১১০০	১০৫.০ (৩১.৯)	২.৪ (২৬)	০.৩৩ (৮)	২.৭৩ (২০)	০.০২৪	০.০০৩
আর্দ্র অঞ্চল	> ১১০০	৩৪.৯ (১০.৬)	২.০ (২১)	০.০৪ (১)	২.০৪ (১৫)	০.০৬০	০.০০১
উপকূল অঞ্চল	—	২০.৪ (৬.২)	১.৩ (১৩)	০.০৭ (২)	১.৩৭ (১০)	০.০৬৩	০.০০৩

* বঙ্গবীর পরিসংখ্যান ভৌগোলিক অংশের শতাংশ।

** বঙ্গবীর পরিসংখ্যান মোট জৈব কার্বনস্টকের শতাংশ।

*** বঙ্গবীর পরিসংখ্যান মোট অজৈব কার্বনস্টকের শতাংশ।

**** বঙ্গবীর পরিসংখ্যান মোট কার্বনের শতাংশ।

জাতীয় বিজ্ঞান দিবস

২৮শে ফেব্রুয়ারী, ২০০৬

■ পরিচালনায় ■

দ্য সায়েন্স অ্যাসোসিয়েশন অফ বেঙ্গল

■ সহযোগিতায় ■

সেন্ট্রাল গ্লাস অ্যান্ড সিরামিক রিসার্চ ইনস্টিটিউট, যাদবপুর

ঃঃ বিজ্ঞপ্তি ::ঃ

ডঃ জ্ঞানচন্দ্র ঘোষ জাতীয় বিজ্ঞান পুরস্কার (প্রবীণ বিজ্ঞানী ও গবেষক) ও ডঃ গোপাল চন্দ্র ভট্টাচার্য (বিজ্ঞান লেখক ও বিজ্ঞান প্রসারক) আবেদন করুন। এ ছাড়া জাতীয় বিজ্ঞান দিবসের ৫টি উল্লেখযোগ্য পুরস্কারের জন্য আগামী ১০ই ফেব্রুয়ারী পর্যন্ত দরখাস্ত করুন।

ডঃ শুভব্রত রায়চৌধুরী

(সেক্রেটারী, দ্য সায়েন্স অ্যাসোসিয়েশন অফ বেঙ্গল)

১০৪ ডায়মন্ড হারবার রোড, কলকাতা-৭০০ ০০৮

(ফোন : ৯৩৩০৮৬২৫১১)