1.13 অর্থনৈতিক দূরত্ব ও পরিবহন ব্যয় (Economic distance and Transport costs)

1.13.1 অর্থনৈতিক দূরত্বের ধারণা *(Concept of Economic Distance)*

পরিবহনের ক্ষেত্রে দূরত্বের ধারণা একান্ত জরুরী। দূরত্ব বলতে দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দেশকে বোঝায়। অর্থাৎ distance is a space or interval between two things। আবার, দূরত্ব হল যে-কোনো দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুর (fixed points) মধ্যবর্তী আপেক্ষিক অবস্থান (relative position)। দূরত্বকে সম্পর্কের (relationship) দৃষ্টিকোণ থেকেও দেখা যায়। সেক্ষেত্রে দূরত্ব (distance) হল দুটি বস্তুর মধ্যে এক বিশেষ ধরনের সম্পর্ক বা সম্বন্ধ, যাকে পরিমাপ করা যায় এবং প্রকাশ করা যায়। এই সম্পর্ক অর্থনৈতিক, সময়ভিত্তিক, জ্যামিতিক ইত্যাদি নানা রকমের হতে পারে। প্রসঙ্গত যে ভৌগোলিক দূরত্বের সঙ্গে পণ্য-পরিসেবা, উৎপাদন, বিনিময়, ভোগ, সিদ্ধান্তগ্রহণ, পছন্দ (choice) ও মুনাফার মতো বিষয়গুলি জড়িত তাকে অর্থনৈতিক দূরত্ব (Economic distance) বলে।

1.13.1.1 *বিভিন্ন ধরনের দূরত্ব (Types of Distance)*

(1) চরম দূরত্ব বা সুনিশ্চিত দূরত্ব (Absolute distance) : আলোচ্য দূরত্ব হল দুটি নির্দিষ্ট স্থানের মধ্যবর্তী পরিমাপযোগ্য দূরত্ব, যাকে যে-কোনো দূরত্ববোধক এককের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়, যেমন কিলোমিটার-মিটার-সেন্টিমিটার এককে মাপা দূরত্ব অথবা মাইল-গজ-ফুট-ইঞ্চির ভিত্তিতে পরিমাপ করা দূরত্ব। কোনো ব্যাপক প্রাকৃতিক বিপর্যয় ছাড়া চরম দূরত্বকে পরিবর্তন করা যায় না।

(2) আপেক্ষিক দূরত্ব (Relative distance) : আলোচ্য দূরত্বের ধারণা পরিবতর্নযোগ্য। যখন কোন দুটি নির্দিষ্ট স্থানের মধ্যবর্তী দূরত্বকে ব্যয় বা খরচ (cost), সময় (time), সুবিধা (convenience) প্রভৃতি চলক (variable) বা গুণগত চলকের (attribute) সাহায্যে প্রকাশ করা হয়, তখন তাকে আপেক্ষিক দূরত্ব বলে। যেমন—

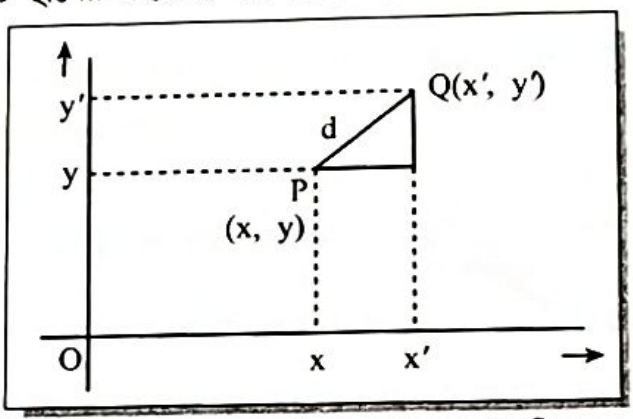
(a) ব্যয়ভিত্তিক দূরত্ব বা কস্ট ডিসট্যান্স (Cost distance) : কোনো দেশ বা অঞ্চলে প্রচলিত মুদ্রা (currency), পরিবহনের মাধ্যম (mode), পরিবহনযোগ্য পণ্য বা যাত্রীদের পরিমাণ ও সংখ্যা, পণ্যের চরিত্র, গন্তব্যের অবস্থান ইত্যাদির দ্বারা নির্ধারিত দূরত্ব অতিক্রম করার জন্য খরচকে ব্যয়ভিত্তিক দূরত্ব বা কস্ট ডিসট্যান্স বলে। যেমন, ট্রেনপথে কোনো দুটি স্থানের মধ্যে ব্যয়ভিত্তিক দূরত্ব 1000 টাকা, কিন্তু আকাশপথে ওই দূরত্ব হল 8000 টাকা।

(b) সময় দূরত্ব বা টাইম ডিসট্যান্স (Time distance) : দুটি স্থানের মধ্যবর্তী দূরত্ব অতিক্রম করার জন্য যে সময় লাগে তাকে সময় দূরত্ব বা টাইম ডিসট্যান্স বলে। এক্ষেত্রে পরিবহন পথের সুগমতা (accessibility), পরিবহনযোগ্যতা (transportability), পরিবহন মাধ্যমের (mode) বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি বিষয়ের উপর সময় দূরত্বের পরিমাপ নির্ভর করে। যেমন— ট্রেনপথে কোন দুটি স্থানের মধ্যে সময় দূরত্ব 2 দিন, কিন্তু আকাশপথে 2 ঘণ্টা।

(c) স্বাচ্ছন্দ্য দূরত্ব বা কনভিনিয়েন্স ডিসট্যান্স (Convenience distance) : সুযোগ, সুবিধা বা আয়াসহীনভাবে কোনো দূরত্ব অতিক্রম করার সহজতা বা সাবলীলতাকে স্বাচ্ছন্দ্য দূরত্ব বা কনভিনিয়েন্স ডিসট্যান্স বলে। যাত্রী ও মাল পরিবহনের কাজ কোথায় কতটা সহজ, সেটি প্রকাশ করার জন্য স্বাচ্ছন্দ্য দূরত্ব বা কনভিনিয়েন্স ডিসট্যান্সের সাহায্য নেওয়া হয়। আলোচ্য স্বাচ্ছন্দ্যের মাত্রা অনুসারে কোনো জায়গায় জমির দাম বাড়ে বা কমে, শিল্প স্থাপিত হয়, শিল্প সমাবেশ ঘটে, ভ্রমণার্থী বা ট্যুরিস্টের সংখ্যা কমে বা বাড়ে ইত্যাদি।

(3) জ্যামিতিক দূরত্ব (Geometric distance) : দুটি নির্দিষ্ট স্থানের মধ্যবর্তী পরিসরের জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে নির্ধারিত দূরত্বকে জ্যামিতিক দূরত্ব বলে। জ্যামিতিক দূরত্ব নানা ধরনের হতে পারে। যেমন—

(a) সরলরৈখিক দূরত্ব বা ন্যূনতম দূরত্ব (Straight-line distance or Minimum distance) : দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব যখন সরলরেখাকে অনুসরণ করে তখন ওই দূরত্বকে সরলরৈখিক দূরত্ব বা স্ট্রেট লাইন ডিসট্যান্স বলে। এটি সর্বদা দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব।



চিত্র 1.6 : P ও Q বিন্দুর মধ্যে সরলরৈখিক দূরত্ব (d) বা ইউক্লিডিয় দূরত্ব

ইউক্লিডিয় জ্যামিতি অনুসারে সরলরৈখিক দূরত্বের পরিমাপ করা যায়। ধরা যাক্, একটি দ্বিমাত্রিক সমতলে P ও Q দুটি সুনির্দিষ্ট বিন্দু। P বিন্দুর স্থানাঙ্ক (x, y) এবং Q বিন্দুর স্থানাঙ্ক (x', y')। তাহলে P ও Q বিন্দুর মধ্যে সরলরৈখিক দূরত্ব ($d \geq 0$) নির্ধারণের সমীকরণ হবে

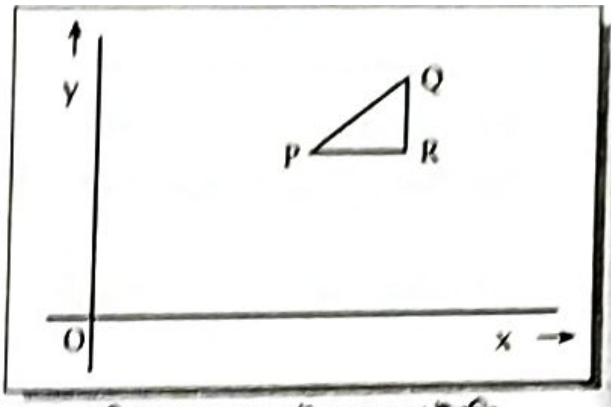
$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}$$

অথবা, $$d = \left[(x - x')^2 + (y - y')^2 \right]^{1/2}$$

(b) ম্যানহাটন দূরত্ব বা ট্যাক্সিক্যাব দূরত্ব (Manhattan distance or Taxicab distance) : আলোচ্য দূরত্বটি একটি বিশেষ ধরনের জ্যামিতিক দূরত্ব। একটি দ্বিমাত্রিক সমতলে P ও Q দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব একটি সমকোণী ত্রিভুজ PQR-এর অতিভুজের দৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে নির্ধারিত হয়।

সমীকরণ অনুসারে $PQ = \sqrt{PR^2 + QR^2}$

কিন্তু P বিন্দু থেকে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে হলে অতিভুজ PQ বরাবরই যে যেতে হবে, তার কোন বাধ্যবাধকতা নেই। যানবাহন চলাচলের সাপেক্ষে P থেকে Q-তে যাওয়ার জন্য R কে ঘুরেও Q তে পৌঁছান যেতে পারে। সেক্ষেত্রে, $PQ = PR + QR$।



চিত্র 1.7 : ম্যানহাটিন দূরত্ব বা ট্যাক্সিক্যাব দূরত্ব (PR + RQ)

সুতরাং একটি সমকোণী ত্রিভুজের সাপেক্ষে অতিভুজের প্রান্ত দ্বয়ে অবস্থিত দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব যখন ওই ত্রিভুজের ভূমি ও লম্বের দৈর্ঘ্যের যোগফলের ভিত্তিতে নির্ধারিত হয়, তখন পরিবহন বিজ্ঞানে সেই দৈর্ঘ্যকে **ম্যানহাটিন দূরত্ব** বা **ট্যাক্সিক্যাব দূরত্ব** বলে। আলোচ্য দূরত্বের দৈর্ঘ্য অতিভুজের দৈর্ঘ্যের তুলনায় সর্বদা বেশি। ম্যানহাটিন বা ট্যাক্সিক্যাব দূরত্ব পৃথিবীর যে-কোনো বড় শহরের যানবাহনকে জ্যাম-জট এড়াবার জন্য অতিক্রম করতে হয়। নগর প্রশাসন এবং ট্রাফিক পুলিশ কর্তৃপক্ষ বহুক্ষেত্রেই যানবাহন চলাচলে গতি আনার জন্য ম্যানহাটিন দূরত্ব বা ট্যাক্সিক্যাব দূরত্ব (ওয়ান-ওয়ে পথ) লাগু করেন।

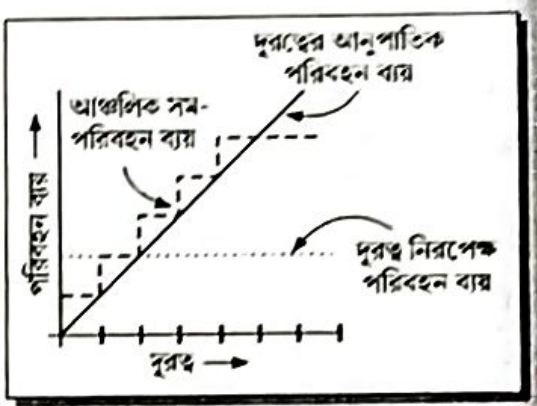
1.13.2 পরিবহন ব্যয় *(Transport cost)*

■ **পরিবহন ব্যয় ও সরবরাহ ব্যয় :** মাল পরিবহনের জন্য যানবাহনের ভাড়া বাবদ প্রত্যক্ষ খরচকে **"পরিবহন ব্যয়"** বা **"ফ্রেট কস্ট" (freight cost)** বা **"ট্রান্সপোর্ট কস্ট" (transport cost)** বলে। তবে শুধুমাত্র যানবাহন ভাড়া করলেই মালপত্র স্থানান্তর করা যায় না। কুলিভাড়া, প্যাকিং খরচ (packing), বিমা, নিয়মিত শ্রমিকের মজুরি ইত্যাদি খাতেও পরিবহন বাবদ আরও কিছু খরচ হয়। সম্পদশাস্ত্রের পরিভাষায় পরিবহন ব্যয় ও অন্যান্য আনুষঙ্গিক খরচ মিলে, মোট পরিবহন ব্যয়কে সরবরাহ ব্যয় বা ট্রান্সফার কস্ট (transfer cost) বলে [তথ্যসূত্র : Smith, D.M., (1971). Industrial Location; An Economic Geographical Analysis]।

সরবরাহ ব্যয় (transfer cost) = পরিবহন ব্যয় (transport cost) + মজুরি + বিমা + প্যাকিং খরচ + ...

1.13.2.1 বিভিন্ন ধরনের পরিবহন ব্যয়-কাঠামো (Types of structure of freight rates) : পরিবহন ব্যয় কাঠামো তিন প্রকার, যেমন — (1) দূরত্বের আনুপাতিক পরিবহন ব্যয় (mileage rate বা line-haul cost); (2) আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয় (blanket rate) এবং (3) দূরত্ব-নিরপেক্ষ পরিবহন ব্যয় (postage stamp rate)।

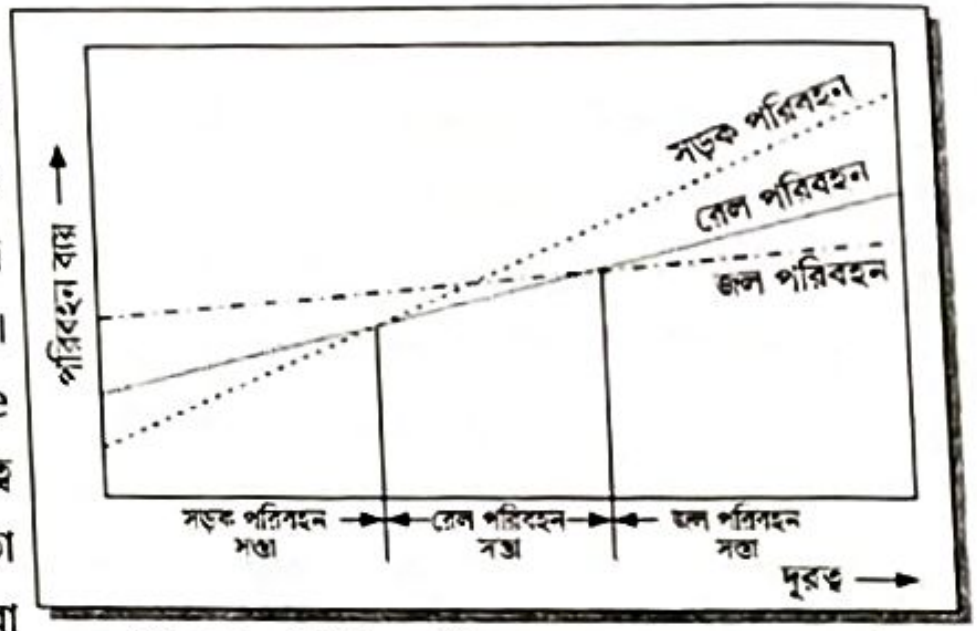
(1) দূরত্বের আনুপাতিক পরিবহন ব্যয় : পরিবহন ব্যয় যেখানে দূরত্বের অনুপাতে বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ দূরত্ব ও পরিবহন খরচ যেখানে সমানুপাতিক সেই ব্যয়, দূরত্বের আনুপাতিক পরিবহন ব্যয় বা **"লাইন-হল কস্ট"** (line-haul cost) বা **"মাইলেজ রেট"** (mileage rate) নামে পরিচিত (চিত্র 1.8)। এই জাতীয় পরিবহন ব্যয় কাঠামো শ্রমশিল্পকে যে-কোনো জায়গায় বিক্ষিপ্তভাবে গড়ে উঠতে দেয় না।



চিত্র 1.8 : বিভিন্ন ধরনের পরিবহন ব্যয়-কাঠামো

(2) আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয় : পরিবহন ব্যয়-কাঠামো যেখানে কোনো নির্দিষ্ট অঞ্চলের মধ্যে সর্বত্র সমান, যেখানে ওই অঞ্চলের সীমানার মধ্যে পরিবহন

পণ্যের উপর দূরত্বের কোনো প্রভাব নেই, সে-জাতীয় পরিবহন খরচকে **"আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয়"** বা **"ব্লাংকেট রেট"** (blanket rate) বলে (চিত্র 1.8)। অর্থাৎ কম্বল যতদূর ঢাকা দেওয়া থাকে, তারমধ্যে সব জায়গা যেমন সমানভাবে গরম হয় কিন্তু কম্বলের বাইরের অংশে গরমের মাত্রা বদলে যায়, ঠিক তেমনই কোনো বিশেষ অঞ্চলে পরিবহন খরচ যখন যে-কোনো জায়গাতেই সমান থাকে, সম্পদশাস্ত্রের পরিভাষায় তাকে আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয়-কাঠামো বলে। শিল্পের অবস্থানের উপর এই পরিবহন ব্যয়-কাঠামোর প্রভাব যথেষ্ট। কারণ পরিবহন ব্যয়ের উপর নির্দিষ্ট গণ্ডির মধ্যে দূরত্বের কোনো প্রভাব না থাকায়, শিল্প ওই প্রদত্ত অঞ্চলের মধ্যে যে-কোনো জায়গায় গড়ে উঠতে পারে। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, কোনো অঞ্চলে শিল্পায়নের প্রভাবকে সম্প্রসারিত করার উদ্দেশ্যে সরকার বা আঞ্চলিক প্রশাসন পরিবহন ক্ষেত্রে ভরতুকি দিয়ে, এ-ধরনের পরিবহন ব্যয়-কাঠামো গড়ে তুলতে পারে।



চিত্র 1.9 : বিভিন্ন পরিবহন ব্যয়ের মধ্যে সম্পর্ক

(3) দূরত্ব-নিরপেক্ষ পরিবহন ব্যয় : দূরত্ব-নিরপেক্ষ পরিবহন ব্যয় হল আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয়-কাঠামোর সম্প্রসারিত রূপ। এক্ষেত্রে পরিবহন ব্যয় কোনো দেশের সর্বত্র বা কোনো বিশাল অঞ্চল জুড়ে সব জায়গায় সমান (চিত্র 1.9)। এ ধরনের পরিবহন ব্যয়-কাঠামোকে ডাক খরচের (postage stamp) সঙ্গে তুলনা করা হয়। কারণ কোনো দেশের মধ্যে দূরত্ব অনুসারে ডাক খরচের কোনো তারতম্য হয় না। অর্থাৎ কলকাতা ও কাশ্মীর বা কলকাতা ও কৃষ্ণনগরের মধ্যে পোস্টকার্ড বা ইনল্যান্ড লেটার কার্ড-এর খরচ সমান। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, আঞ্চলিক সমপরিবহন ব্যয়-কাঠামোর মাধ্যমে যেমন কোনো ছোটো অঞ্চলের মধ্যে শিল্পক্ষেত্রকে সম্প্রসারিত করার সুযোগ পাওয়া যায়, তেমনি সমগ্র দেশ বা কোনো বিরাট অঞ্চলের মধ্যে শিল্পায়নের গতিকে বাড়াতে হলে, অনেক সময় দূরত্ব-নিরপেক্ষ পরিবহন ব্যয় ব্যবস্থা প্রবর্তন করা হয়ে থাকে।

9.2.12 পরিবহন খরচের নিয়ন্ত্রক
(Determining Factors of Transport Cost)

(1) **মাধ্যম ঃ** পরিবহন খরচ পরিবহন মাধ্যম (medium) অনুসারে আলাদা। অতি অল্প দূরত্বের জন্য সড়কপথ সবচেয়ে সস্তা। আবার খুব দূরে, যেমন এক মহাদেশ থেকে অন্য মহাদেশে, মাল পাঠাতে হলে সমুদ্রপথে খরচ সবচেয়ে কম। মাঝামাঝি দূরত্বে অনেকটা মাল (goods) বা ভারী মাল (heavy goods) পাঠানো রেলপথে তুলনামূলকভাবে সস্ত হয়। বিমানে মাল পরিবহনের খরচ সবচেয়ে বেশি।

(2) **প্রাথমিক ব্যয় ঃ** সড়ক পরিবহনের প্রাথমিক ব্যয় (initial cost) স্বল্প দূরত্বের জন্য রেল পরিবহন, জল পরিবহন ও বিমান পরিবহনের তুলনায় কম হয়। তাই স্বল্প দূরত্বে অল্প মাল পাঠাতে হলে সড়ক পরিবহন সস্তা পড়ে।

(3) **দূরত্বের প্রভাব ঃ** দূরত্ব (distance) অনুসারে পরিবহন ব্যয় নির্ধারিত হয়। দূরত্ব বাড়লে পরিবহন খরচ বাড়ে। তবে দূরত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে পরিবহন ব্যয় বৃদ্ধির হার এক না-ও হতে পারে। দূরত্ব অনুসারে পরিবহন ব্যয় তিনপ্রকার, যথা — (i) দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে পরিবহন ব্যয় বৃদ্ধি পাওয়ার ওপর নির্ভরশীল পরিবহন ব্যয়কে **লাইন-হল কস্ট** (Line Haul Cost) বলে। (ii) দূরত্ব বৃদ্ধি পেলেও পরিবহন ব্যয় কোনো একটি নির্দিষ্ট অঞ্চলের মধ্যে যে-কোনো দূরত্বে সমান থাকতে পারে। এই পরিবহন ব্যয়কে **ব্ল্যাংকেট রেট** (Blanket Rate) বলে। তবে এক্ষেত্রে পরিবহন ব্যয় এক অঞ্চল থেকে অন্য অঞ্চলে বদলে যায়। (iii) দূরত্ব বৃদ্ধি পেলেও পরিবহন ব্যয় যখন দেশের সর্বত্র বা কেটা বিশাল এলাকা জুড়ে সব জায়গায় সমান থাকে — বাড়ে না বা কমে না — সেই দূরত্ব নিরপেক্ষ পরিবহন ব্যয়কে **পোস্টেজ স্ট্যাম্প রেট** (Postage Stamp Rate) বলে।

(4) **প্রতিযোগিতার প্রভাব ঃ** যে অঞ্চলে মাল পরিবহনকারী ব্যক্তি বা সংস্থার সংখ্যা বেশি, সেখানে পরিবহনকারী একচেটিয়া বাজারের সুযোগ পায় না। ফলে প্রতিযোগিতামূলক বাজারে এক পরিবহনকারী ব্যক্তি বা সংস্থার (haulier) থেকে অন্য পরিবহনকারীর মধ্যে একই দূরত্ব এবং একই পরিমাণের জিনিস (goods) পরিবহন করার জন্য পরিবহন ব্যয় আলাদা হয়। কারণ সবাই অল্প লাভে মালটি পরিবহন করতে চায়।

(5) **পরিবহন মাধ্যমের প্রাচুর্য ঃ** কোনো জায়গায় বিভিন্ন মাধ্যমে মাল পরিবহনের সুযোগ থাকলে পরিবহন ব্যয় কম রাখার জন্য সংগঠকের কাছে বিভিন্ন "অপশান" (option) বা "চয়েস" (choice) থাকে। সেক্ষেত্রে পরিবহন খরচ প্রতিযোগিতামূলক (competitive) হয়।

(6) **সরকারি নীতি ও কর / সেস / টোল প্রভৃতির প্রভাব ঃ** কোনো অঞ্চলের পরিবহন ব্যয় সরকারি অনুকূল বা প্রতিকূল নীতির জন্য সরাসরি প্রভাবিত হয়। USA-তে পিট্‌সবার্গ অঞ্চলে শিল্পায়নের জন্য এক সময়ে সরকারি ভর্তুকির ব্যবস্থা ছিল, যা **পিট্‌সবার্গ প্লাস** (Pittsburg Plus) নামে পরিচিত। ভারতেও সামরিক দিক থেকে গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্রে মাল পরিবহনের জন্য ভর্তুকির ব্যবস্থা আছে। এছাড়া নানা ধরনের পরিবহন কর (tax), সেস (Cess), টোল (toll) খরচ পরিবহন ব্যয় বৃদ্ধি করে।

(7) **পণ্যের প্রকৃতি ও প্যাকেজিং খরচ ঃ** পণ্যের প্রকৃতি পরিবহন ব্যয়কে সরাসরি প্রভাবিত করে। পচনশীল (perishable) ও ভঙ্গুর (fragile) দ্রব্য, যন্ত্রপাতি, বিশালাকার যন্ত্র প্রভৃতি পণ্য, যার জন্য বিশেষ ধরনের প্যাকেজিং (packaging) বা বিশেষ ধরনের গাড়ি বা বহু চাকার গাড়ি লাগে, সেগুলির পরিবহন খরচ বেশি। সাধারণত ফল, দুধ, কাচের জিনিস ইত্যাদির পরিবহন ব্যয় বেশি পড়ে।

(8) **ট্রান্সপোর্ট ব্যয় ও ট্রান্সফার ব্যয় ঃ** পরিবহন ব্যয় যখন শুধু মাল পরিবহনের জন্য খরচের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে, তখন সেই পরিবহন ব্যয় হল **ট্রান্সপোর্ট ব্যয় বা ট্রান্সপোর্ট কস্ট** (Transport Cost)। ট্রান্সপোর্ট খরচের মধ্যে প্যাকেজিং খরচ, মাল ওঠানো নামানোর খরচ ইত্যাদি ধরা হয় না।

বিপরীতভাবে ট্রান্সপোর্ট খরচসহ পরিবহনের অন্যান্য খরচ, যেমন — বিমা (insurance) খরচ, কন্টেনার ভাড়া বাবদ খরচ, মাল ওঠানো-নামানোর খরচ (material handling cost), প্যাকেজিং খরচ প্রভৃতির মোট খরচ হল সামগ্রিক পরিবহন ব্যয় বা **ট্রান্সফার ব্যয়** (Transfer Cost)। ট্রান্সপোর্ট ব্যয়-এর তুলনায় ট্রান্সফার ব্যয় সব সময় বেশি হয়।

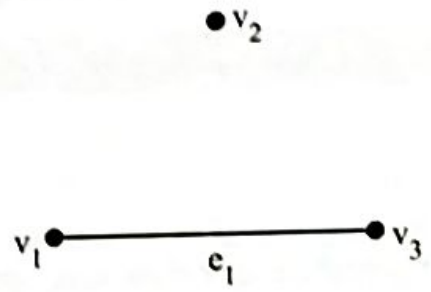
(9) **ভূপ্রকৃতির প্রভাব ঃ** পাহাড়ি বন্ধুর ভূপ্রকৃতি পরিবহনের খরচ বৃদ্ধি করে।

(10) **ব্রেক-অব-বাল্ক প্রভাব ঃ** এক পরিবহন মাধ্যম থেকে মাল নামিয়ে অন্য পরিবহন মাধ্যমে সেই মাল (goods) "লোড" (load) করে যখন কোনো পণ্যকে পরিবহন করতে হয়, তখন পরিবহন ব্যয় বৃদ্ধি পায়। যেমন, দার্জিলিং অঞ্চলে উৎপাদিত চা লন্ডনের বাজারে পাঠাতে হলে কলকাতা হল ব্রেক-অব-বাল্ক (break-of-bulk) স্থান। কারণ কলকাতা থেকে হয় বিমানে বা জলপথে দার্জিলিং চা-কে লন্ডনে পাঠানো হয়।

(11) **পরিবহনে সংযুক্তি ও সুগমতার প্রভাব ঃ** সংযুক্তি (connectivity) এবং সুগমতা (Accessibility) পরিবহন ব্যয়কে নিয়ন্ত্রণ করে (9.2.2 থেকে 9.2.5 দ্রষ্টব্য। পরিবহন ক্ষেত্রে যেখানে সংযুক্তি বেশি, যেখানে পরিবহন ব্যবস্থা সুগম সেখানে পরিবহন ব্যয় অপেক্ষাকৃত কম।

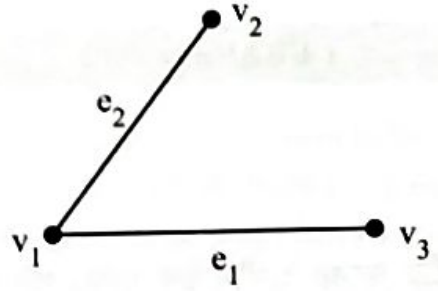
9.2.2 সংযুক্তি বা কানেকটিভিটি-র ধারণা *(Concept of Connectivity)*

কোনো জালিকা বা নেটওয়ার্কে (network)-র গ্রন্থি অর্থাৎ নোডগুলির (node) পরস্পরের সঙ্গে জোড় লাগা বা সংস্পর্শে আসার মাত্রাকে (degree) কানেকটিভিটি (connectivity) বা সংযুক্তি বলা হয়। এক্ষেত্রে গ্রন্থি বা নোড হল জালিকার অন্তর্গত ছেদ বিন্দু (intersection) বা শীর্ষবিন্দু (vertex) বা কোনো জনবসতি, [ভার্টিসেস (বহুবচন) ভার্টেক্স (একবচন) = শীর্ষবিন্দু]। বস্তুত সংযোগ অর্থাৎ এজ (edge) এবং গ্রন্থি বা নোড (node)-এর অনুপাত যে জালিকায় যত বেশি, সেখানে সংযুক্তি বা কানেকটিভিটির মাত্রাও তত বেশি। কোনো অঞ্চলের পরিবহন জালিকার (transport network)-এর সাপেক্ষে কানেকটিভিটি যত বেশি হবে, অর্থনৈতিক উন্নয়নের হারও সেখানে বেশি হওয়ার সম্ভাবনা। সংশ্লিষ্ট চিত্রে গ্রন্থি বা নোড বা ভার্টিসেস (v) সঙ্গে সংযোগ বা এজ (edge বা e)-এর সম্পর্ক দেখান হল (চিত্র 9.1, 9.2 ও 9.3)।



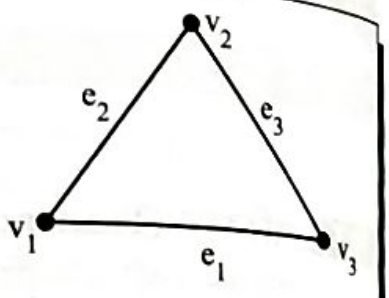
চিত্র 9.1 : *নোড* $(v_1, v_2, v_3) = 3$*টি*
এজ $(e_1) = 1$*টি*

[বাস্তব পরিস্থিতি : তিনটি জনবসতির মধ্যে দুটি (v_1, v_2), একটি মাত্র পথের (e_1) দ্বারা যুক্ত। এক্ষেত্রে কানেকটিভিটি বা সংযুক্তি নিম্নমানের।]



চিত্র 9.2 : *নোড* $(v_1, v_2, v_3) = 3$*টি*
এজ $(e_1, e_2) = 2$*টি*

[বাস্তব পরিস্থিতি : তিনটি জনবসতির দুটি মাত্র (e_1, e_2) পথের দ্বারা যুক্ত। এক্ষেত্রে কানেকটিভিটি মধ্যম মানের।]



চিত্র 9.3 : *নোড* $(v_1, v_2, v_3) = 3$*টি*
এজ $(e_1, e_2, e_3) = 3$*টি*

[বাস্তব পরিস্থিতি : তিনটি জনবসতির সব কটিই তিনটি পথের দ্বারা যুক্ত। এক্ষেত্রে কানেকটিভিটি সর্বোচ্চ মানের।]

একটি দ্বিমাত্রিক সমতলে বিভিন্ন সংখ্যায় এবং অবস্থানে থাকা নোড বা গ্রন্থিগুলির সাপেক্ষে সর্বোচ্চ সংযুক্তি (maximal connectivity)-র পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্র হল —

$$e = 3(v - 2)$$

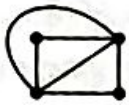
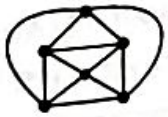
যেখানে, e = এজ (edge); v = নোড বা ভার্টিসেস (vertices)

উদাহরণ— (i) একটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ সংযুক্তি হবে $e = 3(3 - 2)$ অর্থাৎ $e = 3$।

(ii) একটি চতুর্ভুজের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ সংযুক্তি হবে $e = 3(4 - 2)$ অর্থাৎ $e = 6$।

(iii) একটি পঞ্চভুজের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ সংযুক্তি হবে $e = 3(5 - 2)$ অর্থাৎ $e = 9$।

সংশ্লিষ্ট চিত্রে বিভিন্ন সংখ্যক ভার্টিসেস, এজেস (edges) এবং তাদের সর্বোচ্চ সংযুক্তির একটি কাল্পনিক রূপ দেখান হল [তথ্যসূত্র : Taffe, E.J., and H. L. Gauthier, 1973, Geography of Transportation, Prentice-Hall.]

ভার্টিসেস (vertices) [গ্রন্থিসমূহের সংখ্যা]	3	4	5	6	7
এজ (edge)-এর সর্বোচ্চ সংখ্যা অর্থাৎ সর্বোচ্চ সংযুক্তির পরিমাণ	3	6	9	12	15
সম্ভাব্য জ্যামিতিক রূপ					

9.2.3 বিভিন্ন ধরনের সংযুক্তি বা কানেকটিভিটি *(Different Types of Connectivity)*

(1) আলফা ইনডেক্স (Alpha index বা α index) : কোন পরিবহন নেটওয়ার্কে প্রকৃতপক্ষে যতগুলি গমনপথ বা সার্কিট (circuit) রয়েছে এবং ওই নেটওয়ার্কের নোডগুলির সাপেক্ষে সর্বোচ্চ যতগুলি গমনপথ তৈরি করা সম্ভব—এই দুয়ের অনুপাতকে **আলফা ইনডেক্স** বলে। আলফা ইনডেক্স-এর মান 0 থেকে 100-র মধ্যে হতে পারে, যেখানে শূন্য (0) মানে কোন গমনপথ বা সার্কিট (circuit) নেই এবং 100 মানে নেটওয়ার্কে সর্বোচ্চ গমনপথ রয়েছে। সমীকরণ অনুসারে,

$$\text{আলফা ইনডেক্স} = \frac{e - v + 1}{2v - 5}$$ [যেখানে, e = এজ, v = ভার্টিসেস বা নোডের সংখ্যা]

(2) বিটা ইনডেক্স (Beta index বা β index) : কোন পরিবহন নেটওয়ার্কে মোট প্রাপ্ত এজ (edge) এবং মোট প্রাপ্ত ভার্টিসেস অর্থাৎ নোডসমূহের সংখ্যার অনুপাতকে **বিটা ইনডেক্স** বলে। বিটার মান যত বেশি, সংশ্লিষ্ট নেটওয়ার্কে সংযুক্তি বা কানেকটিভিটির মাত্রাও তত বেশি। পরিবহন ব্যবস্থা যত উন্নত হয়, পরিবহন পথের সংখ্যা অর্থাৎ গমনপথের সংখ্যা যত বাড়ে, বিটা (β)-র মান তত বৃদ্ধি পায়। সূত্র অনুসারে,

$$\text{বিটা ইনডেক্স} = \frac{\sum e}{\sum v}$$ [যেখানে, e = এজ, v = ভার্টিসেস বা নোডের সংখ্যা]

(3) গামা ইনডেক্স (Gamma index বা γ index) : কোন পরিবহন নেটওয়ার্কে যতগুলি এজ (edge) রয়েছে এবং ওই নেটওয়ার্কে যতগুলি এজ তৈরি করা সম্ভব, এই দুয়ের অনুপাতকে **গামা ইনডেক্স** বলে। গামা ইনডেক্স-এর মান 0 (শূন্য) থেকে 1.0-এর মধ্যে হতে পারে, যেখানে 0 (শূন্য) মানে নোডগুলির মধ্যে কোন সংযোগ নেই এবং 1.0 মানে নোডগুলি পরস্পর সর্বোচ্চ সংযুক্ত। গামা ইনডেক্স-এর সূত্রটিকে দু'ভাবে লেখা যেতে পারে। যেমন—

(a) $\text{গামা ইনডেক্স} = \frac{e}{e_{max}} = \frac{e}{3(v-2)}$

[যেখানে, e = এজ, v = ভার্টিসেস বা নোডের সংখ্যা, e_{max} = e-এর সর্বোচ্চ সংখ্যা], অথবা

(b) $\text{গামা ইনডেক্স} = \frac{e}{\frac{1}{2}v(v-1)}$ [যেখানে, e = এজ, v = ভার্টিসেস বা নোডের সংখ্যা]

9.2.4 সংযুক্তি বা কানেকটিভিটির ভৌগোলিক গুরুত্ব *(Geographical Significance of Connectivity)*

(1) দূরত্বকে (distance) অতিক্রম করার জন্য দরকার নির্দিষ্ট স্থানগুলির মধ্যে সংযোগ বৃদ্ধি, যার অন্যতম সূচক হল সংযুক্তি বা কানেকটিভিটি।

(2) জনবসতিগুলির মধ্যে (যাকে পরিবহন নেটওয়ার্কের পরিভাষায় নোড্স বা ভার্টিসেস বলে তাদের মধ্যে) সংযোগ বৃদ্ধি পেলে অর্থনৈতিক কাজকর্মের ব্যাপ্তি বাড়ে। নতুন শিল্প গড়ে ওঠে। শিল্প সমাবেশের কাজ ত্বরান্বিত হয়। পরিবহন ক্ষেত্র সম্প্রসারিত হয়।

(3) কানেকটিভিটি-র প্রসার ঘটলে ব্যবসা বাণিজ্য বাড়ে। যে কারণে SEZগুলি গড়ে তোলার ক্ষেত্রে অন্যতম বিবেচনার বিষয় হল পশ্চাদ্‌ভূমির সঙ্গে (hinterland) SEZ এর সংযোগ (connection বা circuit) বৃদ্ধি করা।

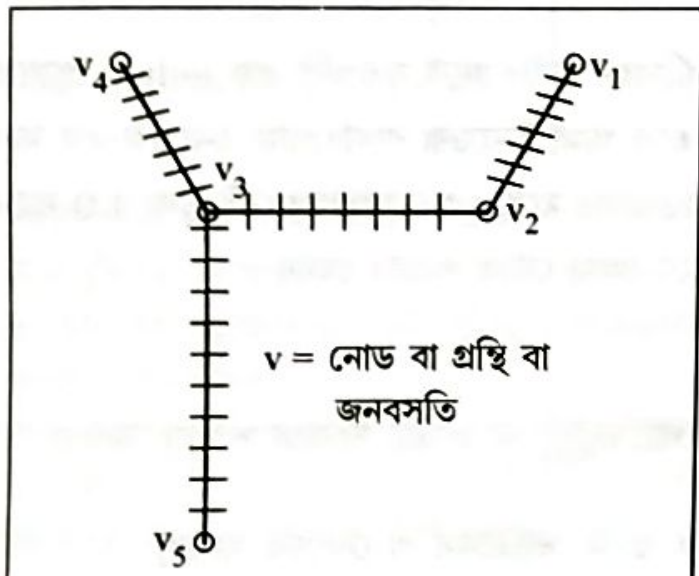
(4) কানেকটিভিটি বৃদ্ধি করার মাধ্যমে পরিকাঠামোগত উন্নয়ন (infrastructural development) ঘটান যায়। এই কাজে যে টাকা বিনিয়োগ করা হয়, তার মাধ্যমে জনগণের আয় বৃদ্ধি পায়, কর্মসংস্থানের সুযোগ বাড়ে।

(5) কানেকটিভিটি পরিবহনের দক্ষতা বাড়ায় এবং একাধিক ম্যানহাটন (Manhattan) দূরত্বাংশ (distance segment) অর্থাৎ ট্যাক্সিক্যাব (taxicab) সার্কিট তৈরি হয়।

9.2.5 সুগমতা বা অ্যাকসেসিবিলিটি-র ধারণা *(Concept of Accessibility)*

কোনো অঞ্চল বা এলাকা থেকে অন্য কোনো অঞ্চল বা এলাকায় পরিবহন, যোগাযোগ এবং অন্যান্য আদানপ্রদানের ব্যাপারে গন্তব্যে পৌঁছানোর সহজ অবস্থা (ease)-কে সুগমতা বা অ্যাকসেসিবিলিটি বলে। অর্থাৎ accessibility is the ease of approach to one location from other locations। সুগমতা বা অ্যাকসেসিবিলিটি পরিমাপের সূচকগুলি হল— (i) দুটি নির্দিষ্ট স্থানের মধ্যবর্তী দূরত্ব অতিক্রম করার জন্য যতটা পথ পেরতে হয়েছে—পথের সেই দৈর্ঘ্য (distance travelled), (ii) ওই পথ অতিক্রম করার জন্য সময় (time) ও (iii) খরচের পরিমাণ (cost)। বিভিন্ন স্থানের মধ্যে সুগমতা বা অ্যাকসেসিবিলিটি অনুসারে সবচেয়ে ভাল অবস্থান কোন্‌টি—এই প্রশ্নের উত্তর খোঁজার জন্য একটি পরিবহন নেটওয়ার্ক বা জালিকাকে ম্যাট্রিক্স (matrix)-এর মাধ্যমে বিশ্লেষণ করা হয়। এই ম্যাট্রিক্সকে **অ্যাকসেসিবিলিটি ম্যাট্রিক্স** (accessibility matrix) বলে। সংশ্লিষ্ট চিত্রের ভিত্তিতে একটি অ্যাকসেসিবিলিটি ম্যাট্রিক্স উদাহরণ হিসেবে তুলে ধরা হল।

সংশ্লিষ্ট চিত্র (চিত্র 9.4) এবং অ্যাকসেসিবিলিটি ম্যাট্রিক্স (চিত্র 9.5) অনুসারে v_3 নোড বা জনবসতির অবস্থান অন্যান্য জনবসতি (v_1, v_2, v_4, v_5)-এর তুলনায় সবচেয়ে ভাল। কারণ v_3 থেকে v_2, v_4 ও v_5 জনপদে রেলপথে যাওয়া যায়। এতগুলি জনবসতির সঙ্গে যোগাযোগের সুযোগ উদাহরণ অনুসারে আর কোনো জনবসতির নেই।



চিত্র 9.4 : v_1.....v_5 এই পাঁচটি জনপদের মধ্যে রেলপথে সংযোগের নকশা

নোড বা গ্রন্থি বা জনবসতি	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	সারির যোগফল
v_1	0	1	0	0	0	= 1
v_2	1	0	1	0	0	= 2
v_3	0	1	0	1	1	= 3 ← [সবচেয়ে ভাল অবস্থান]
v_4	0	0	1	0	0	= 1
v_5	0	0	1	0	0	= 1

চিত্র 9.5 : v_1.....v_5-এর প্রদত্ত অবস্থার ভিত্তিতে নির্ণীত অ্যাকসেসিবিলিটি ম্যাট্রিক্স