



NETAJI SUBHAS OPEN UNIVERSITY

STUDY MATERIAL

PG EDUCATION

**PAPER - IV (Beng)
MODULES : 1 & 2**

**POST GRADUATE
EDUCATION**

7511

ME

STUDY MATERIAL
PG EDUCATION

PAPER - IV (PHYSICS)
MODULE 1 & 2

POST GRADUATE
EDUCATION

প্রাক্কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতকোত্তর শ্রেণির জন্য যে পাঠ্যক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমত কোনো বিষয়ে উচ্চশিক্ষা গ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এক্ষেত্রে ব্যক্তিগতভাবে তাঁদের গ্রহণ ক্ষমতা আগে থেকেই অনুমান না করে নিয়ে নিয়ত মূল্যায়নের মধ্য দিচ্ছে সেটা স্থির করাই যুক্তিযুক্ত। সেই অনুযায়ী একাধিক বিষয়ে সাম্মানিক পাঠ-উপকরণ রচিত হয়েছে ও হচ্ছে—যার মূল কাঠামো স্থিরীকৃত হয়েছে একটি সুচিন্তিত পাঠক্রমের ভিত্তিতে। সেইসঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যোতব্য বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূরসম্প্রচারী শিক্ষাদানের স্বীকৃত পদ্ধতি অনুসরণ করেই এইসব পাঠ-উপকরণ লেখার কাজ চলছে। বিভিন্ন বিষয়ের অভিজ্ঞ পণ্ডিতমণ্ডলীর সাহায্য এ কাজে অপরিহার্য এবং যাদের নিরলস পরিশ্রমে লেখা, সম্পাদনা তথা বিন্যাসকর্ম সুসম্পন্ন হচ্ছে তাঁরা সকলেই ধন্যবাদের পাত্র। আসলে, এঁরা সকলেই অলক্ষ্য থেকে দূর-সম্প্রচারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন; যখনই কোন শিক্ষার্থী এই পাঠ্যবস্তুনিচয়ের সাহায্য নেবেন, তখনই তিনি কার্যত একাধিক শিক্ষামণ্ডলীর পরোক্ষ অধ্যাপনার তাবৎ সুবিধা পেয়ে যাচ্ছেন।

এইসব পাঠ উপকরণের চর্চা ও অনুশীলনে যতটা মনোনিবেশ করবেন কোনও শিক্ষার্থী, বিষয়ের গভীরে যাওয়া তাঁর পক্ষে ততই সহজ হবে। বিষয়বস্তু যাতে নিজের চেষ্টায় অধিগত হয়, পাঠ-উপকরণের ভাষা ও উপস্থাপনা তার উপযোগী করার দিকে সর্বসত্তরে নজর রাখা হয়েছে। এর পর যেখানে যতটুকু অস্পষ্টতা দেখা দেবে, বিশ্ববিদ্যালয়ের বিভিন্ন পাঠকেন্দ্রে নিযুক্ত শিক্ষা-সহায়কগণের পরামর্শে তার নিরসন অবশ্যই হতে পারবে। তার ওপর প্রতি পর্যায়ের শেষে প্রদত্ত অনুশীলনী ও অতিরিক্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য গ্রন্থ-নির্দেশ শিক্ষার্থীর গ্রহণ ক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশকিছু প্রয়াসই এখনও পরীক্ষামূলক — অনেক ক্ষেত্রে একেবারে প্রথম পদক্ষেপ। স্বভাবতই ত্রুটি-বিচ্যুতি কিছু কিছু থাকতে পারে, যা অবশ্যই সংশোধন ও পরিমার্জনার অপেক্ষা রাখে। সাধারণভাবে আশা করা যায়, ব্যাপকতর ব্যবহারের মধ্য দিয়ে পাঠ-উপকরণগুলি সর্বত্র সমাদৃত হবে।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার
উপাচার্য

প্রথম পুনর্মুদ্রণ : জুলাই, 2019

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations of the Distance
Education Bureau of The University Grants Commission

পরিচিতি

বিষয় : শিক্ষা

স্নাতকোত্তর স্তর

পাঠক্রম : পর্যায়

PG Education : 04 : 1 & 2

পর্যায় — 1

একক 1 - 5

রচনা

অধ্যাপক প্রণব কুমার চক্রবর্তী

সম্পাদনা

অধ্যাপক নৃসিংহ কুমার ভট্টাচার্য

পর্যায় — 2

একক 6 - 10

রচনা

ড. অরুণ কুমার চ্যাটার্জী

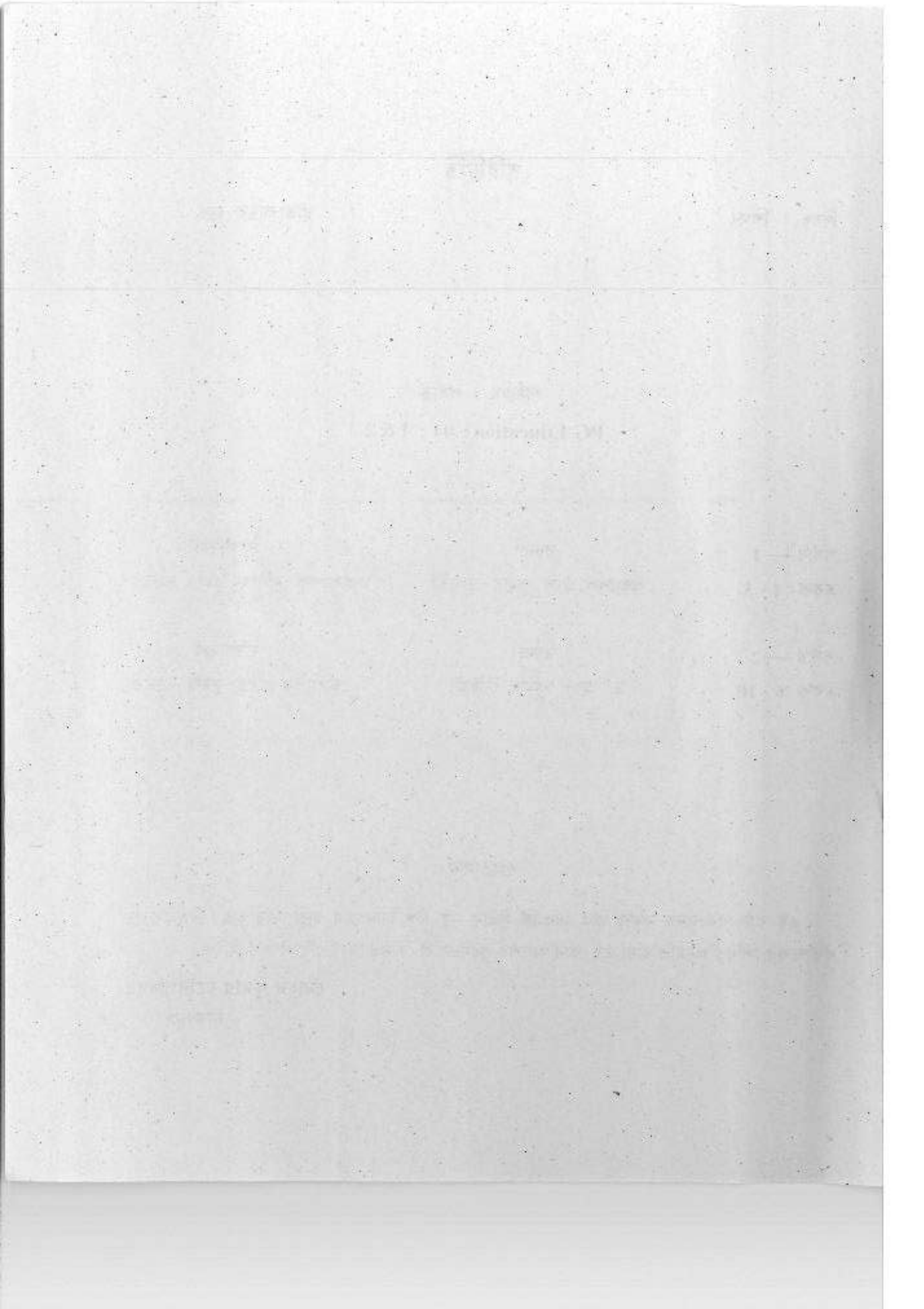
সম্পাদনা

অধ্যাপক প্রণব কুমার চক্রবর্তী

প্রস্তাবনা

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোন অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনভাবে উদ্ভূতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

মোহন কুমার চট্টোপাধ্যায়
নিবন্ধক





নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

PG Education : 04

(স্নাতকোত্তর পাঠক্রম)

পর্যায়

1

একক 1 (ক)	<input type="checkbox"/> শিক্ষা গবেষণার ধারণা ও প্রকারভেদ	7-30
1 (খ)	<input type="checkbox"/> গবেষণার চল : অর্থ ও প্রকারভেদ	31-42
একক 2	<input type="checkbox"/> নমুনা ও নমুনা সংগ্রহ	43-61
একক 3 (ক)	<input type="checkbox"/> গবেষণার সমস্যা নিরূপণ	62-76
3 (খ)	<input type="checkbox"/> গবেষণার ছক	77-112
একক 4	<input type="checkbox"/> উপাত্ত সংগ্রহের হাতিয়ার	113-144
একক 5	<input type="checkbox"/> উপাত্ত বিশ্লেষণ ও গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধকরণ	145-163

পর্যায়

2

একক 6	<input type="checkbox"/> তথ্যের রাশিবিজ্ঞান সম্মত পরিচর্যা ও প্রয়োজনীয়তা	164-203
একক 7	<input type="checkbox"/> সম্পর্ক ও রিগ্রেশন সমীকরণ	204-233
একক 8	<input type="checkbox"/> প্রকল্প পরীক্ষা	234-248
একক 9	<input type="checkbox"/> প্রকল্প পরীক্ষা : পূর্ণক নিরপেক্ষ পদ্ধতি	249-260
একক 10	<input type="checkbox"/> স্কেলিং	261-286



भारत सरकार के अधीन

एन. टी. एन. ए. सी.

एन. टी. एन. ए. सी.

পর্যায়—১

শিক্ষা গবেষণার রীতি পদ্ধতি

একক ১ (ক) □ শিক্ষা গবেষণার ধারণা ও প্রকারভেদ (Concept of Educational Research & its Types)

গঠন (Structure)

- ১.১ সূচনা
- ১.২ উদ্দেশ্য
- ১.৩ বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা
 - ১.৩.১ বৈজ্ঞানিক গবেষণা ধারণা
 - ১.৩.২ বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য
 - ১.৩.৩ বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃতি
 - ১.৩.৪ শিক্ষা গবেষণা ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা
- ১.৪ শিক্ষা গবেষণার প্রকারভেদ
 - ১.৪.১ মৌলিক গবেষণা
 - ১.৪.২ ফলিত গবেষণা
 - ১.৪.৩ কার্যকরী গবেষণা
 - ১.৪.৪ শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণা
 - ১.৪.৫ শিক্ষা দর্শনের গবেষণা
 - ১.৪.৬ গোষ্ঠীগত গবেষণা
 - ১.৪.৭ গুণগত ও পরিমাণগত গবেষণা
 - ১.৪.৮ ব্যক্তিমুখী ও দলমুখী গবেষণা
- ১.৫ সারসংক্ষেপ
- ১.৬ প্রণাবলী

১.১ সূচনা (Introduction)

গবেষণা সভ্যতার অগ্রগতির চালিকা শক্তি। প্রস্তর যুগের মানুষ পাথরের অস্ত্রকে তীক্ষ্ণধার করার উদ্দেশ্যে নিরন্তর চেষ্টা চালিয়ে গেছে। তাতেও সন্তুষ্ট না হয়ে এক সময়ে লোহা আবিষ্কার করেছে,

আগুনকে নিয়ন্ত্রণে এনে নিজের কাজে লাগিয়েছে, গতির নেশায় চাকা আবিষ্কার করেছে। এই যে ক্রমাগত নতুন আবিষ্কারের চেষ্টা তার একদিকে যেমন ছিল নিজের স্বাচ্ছন্দ্য বাড়ানোর চেষ্টা, অন্যদিকে ছিল প্রাকৃতিক রহস্য উন্মোচনের অদম্য কৌতূহল। এই দুটিই পরস্পরের পরিপূরক কারণ প্রকৃতির রহস্য জানা গেলে তাকে স্বাচ্ছন্দ্য বৃদ্ধির কাজে লাগানো সহজ হয়। এদিক থেকে দেখতে গেলে বৈজ্ঞানিক গবেষণার সূত্রপাত মানুষেরই সমসাময়িক।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য প্রাকৃতিক সত্যকে উদ্ঘাটিত করা। কিন্তু বিজ্ঞানের দৃষ্টিতে চরম সত্য বলে কিছু নেই। আজকের সত্য পরবর্তী গবেষণায় পরিবর্তিত হতে পারে, এমন কি ভুলও প্রমাণিত হতে পারে। তাই বিজ্ঞান গবেষণা এক অন্তর্হীন ধারাবাহিক প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে প্রকৃতির অন্তর্নিহিত এক কাল্পনিক চূড়ান্ত সত্যকে জানার নিরলস চেষ্টা করে চলেন বিজ্ঞানীরা। বৈজ্ঞানিক গবেষণার মতো শিক্ষাও মানুষের সমসাময়িক। সুদূর অতীত থেকেই মানুষ চেষ্টা করে যাচ্ছে শিক্ষাকে ফলপ্রসূ, গতিশীল এবং জীবনমুখী করে তাকে ক্রমাগত উন্নত প্রক্রিয়ায় পরিণত করতে। স্বাভাবিক-ভাবেই শিক্ষা গবেষণা ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা হাত ধরে চলে। কারণ, শিক্ষার উন্নতি বৈজ্ঞানিক গবেষণার উন্নতির সোপান আবার বৈজ্ঞানিক গবেষণা শিক্ষা গবেষণাকে করে ক্রটিমুক্ত। এই প্রসঙ্গটিই শিক্ষা গবেষণা সংক্রান্ত বর্তমান এককের আলোচ্য বিষয়বস্তু।

১.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ বৈজ্ঞানিক গবেষণার সংজ্ঞা লিখতে পারবেন।
- ★ বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য ও প্রকৃতি সম্বন্ধ অবহিত হবেন।
- ★ শিক্ষা গবেষণার সঙ্গে বৈজ্ঞানিক গবেষণার তুলনা ও সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবেন।
- ★ শিক্ষা গবেষণার নানা প্রকারভেদ সম্বন্ধ জানতে পারবেন।

১.৩ বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা (Science and Scientific Research)

বিজ্ঞান কয়েকটি মৌলিক ধারণার উপর ভিত্তি করে দাঁড়িয়ে আছে। এক, সমস্ত প্রাকৃতিক ঘটনা এক বা একাধিক সুশৃঙ্খল নিয়মের অধীন। মূলত এই নিয়মগুলি সরল কিন্তু তার বহিঃপ্রকাশ বা প্রকৃতিতে তার প্রয়োগ এমনভাবে ঘটে যে আপাতদৃষ্টিতে তা ধরা পড়ে না। আবার কখনও কখনও এই নিয়মগুলি সহজেই চোখে পড়ে। নিয়মগুলি দুর্লভ হলেও বা কখনও তার বহিঃপ্রকাশের মধ্যে

জটিলতা থাকলেও একথা মনে করার কোনো কারণ নেই যে প্রকৃতি নিয়ম ছাড়াই কোনো ঘটনা ঘটে পারে।

দুই, বিজ্ঞানের দৃষ্টিতে প্রাকৃতিক নিয়মের বা প্রাকৃতিক ঘটনাবলীর সুশৃঙ্খল বিন্যাসের প্রথম ও প্রধান শর্ত হল, প্রকৃতিতে কারণ ছাড়া কোনো কার্য হয় না। প্রকৃতিতে যাই ঘটুক না কেন যুক্তিসঙ্গত কারণের সাহায্যে তা ব্যাখ্যা করা সম্ভব। বিজ্ঞানী হারাল্ডি তাঁর একটি প্রবন্ধে বলেছিলেন—“দৈব ঘটনা ও দুর্ঘটনা অজ্ঞতার নামান্তর মাত্র” (Chance and accidents are the aliases of ignorance)। অর্থাৎ তিনি বলতে চেয়েছিলেন যে, যতক্ষণ পর্যন্ত আমরা কারণ জানতে না পারছি ততক্ষণ পর্যন্ত ঘটনাটি আমাদের চোখে দৈবাৎ বা আকস্মিক ঘটনা বলে মনে হয়। অনেক সময়ই তাৎক্ষণিকভাবে কারণ জানা যায় না বা বহু সময়ের ব্যবধানে দুটি ঘটনা কার্যকারণ সম্পর্কে আবদ্ধ হতে পারে। এই সব কারণেই বৈজ্ঞানিকদের কাজ দুর্লভ হয়ে পড়ে। কিন্তু শেষ পর্যন্ত সব কিছুই কারণ নির্ণয় করে এই সত্যই প্রতিষ্ঠিত করা যায় যে জগতে কারণ ছাড়া কোনো কিছুই ঘটে না।

তিন, কারণ জানা থাকলে, অর্থাৎ কার্য এবং কারণের মধ্যকার সম্পর্কটি স্পষ্টভাবে জানা থাকলে প্রাকৃতিক ঘটনার যুক্তিসঙ্গত পূর্বানুমান (Prediction) করা সম্ভব। যে-কোনো মানুষই অনুমান করতে পারে সূর্যাস্ত হলে অন্ধকার হবে এবং সূর্যোদয়ের ফলে দিনের আলো দেখা যাবে। উদয়-অস্ত, আলো-অন্ধকার প্রকৃতির অমোঘ নিয়মে বাঁধা। কিন্তু আগামীকাল ঝড় হবে কিনা তা অনেকগুলি তথ্যের জটিল বিশ্লেষণ সাপেক্ষ। যা একমাত্র বিশেষজ্ঞ বিজ্ঞানীরাই করতে পারেন। তবুও এই অনুমান প্রায় নির্ভুলভাবে করা সম্ভব।

চার, প্রাকৃতিক ঘটনার পারস্পরিক সম্পর্ক অনেক সময়ই জটিল। একটি ঘটনা অনেকগুলি ঘটনার জটিল সমন্বয়ের ফলে ঘটতে পারে। মানুষের আচরণের প্রায় সব ক্ষেত্রেই কার্যকারণ সম্পর্ক জটিল। কিন্তু যত জটিলই হোক না কেন তা শেষ পর্যন্ত বিশ্লেষণ করা সম্ভব এবং সম্পর্কের নিয়মটি আবিষ্কার করা সম্ভব।

পাঁচ, সমস্ত প্রাকৃতিক ঘটনা না হলেও, অনেক প্রাকৃতিক ঘটনা নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব। মহাকাশে গ্রহ-নক্ষত্রের গতিবিধি সুশৃঙ্খল নিয়মের অধীন। নির্ভুলভাবে তার পূর্বানুমান সম্ভব। কিন্তু এই গতিবিধি নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। কিন্তু একটি কৃত্রিম উপগ্রহের গতিবিধি নিয়ন্ত্রণ করা যায়। তাপ বিকিরণ একটি স্বাভাবিক প্রাকৃতিক ঘটনা। উত্তপ্ত বস্তু তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হয়। উপযুক্ত প্রতিরোধকের সাহায্যে তাপ বিকিরণ নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

ছয়, যা কিছু প্রাকৃতিকভাবে সৃষ্ট তার সবকিছুই প্রাকৃতিক নিয়মের অধীন। অর্থাৎ এই শর্তানুযায়ী যেহেতু মানুষও প্রকৃতির অংশ, সেহেতু মানুষও প্রাকৃতিক নিয়মে আবদ্ধ। সুতরাং মানুষের শারীরিক

ও মানসিক বৈশিষ্ট্য, তার আচরণ ও শিক্ষা সবই সুশৃঙ্খল নিয়মের অধীন। এই নিয়ম ও কার্যকারণ শৃঙ্খল অনুসন্ধান করা সম্ভব। মানুষের আচরণের পূর্বানুমান ও নিয়ন্ত্রণও সম্ভব।

ওয়াকার (P.M.B. Walker) সম্পাদিত চেম্বার্স সায়েন্স ও টেকনোলজি ডিকশনারিতে (Chambers Science and Technology Dictionary) বিজ্ঞানের যে সংজ্ঞা দেওয়া হয়েছে তা নিম্নরূপ—

“সুনিশ্চিতভাবে লব্ধ জ্ঞানের সুশৃঙ্খল বিন্যাস এবং সেই জ্ঞান অর্জন করার ও পরীক্ষা করার পদ্ধতিই হল বিজ্ঞান। (Science is the organized assembly of knowledge acquired objectively and the methods of acquiring and experimenting with that knowledge)।”

অর্থাৎ এই সংজ্ঞানুযায়ী বিজ্ঞান একাধারে সুনিশ্চিতভাবে অর্থাৎ নৈর্ব্যক্তিকভাবে লব্ধ জ্ঞান, সেই জ্ঞান অর্জন করার পদ্ধতি এবং জ্ঞান ও পদ্ধতির সত্যতা, যথার্থতা ইত্যাদি পরীক্ষামূলকভাবে যাচাই করার পদ্ধতি। সুতরাং বিজ্ঞানের উদ্দেশ্য হল তিনটি। যথা, (১) নতুন তথ্য বা জ্ঞান সুনিশ্চিতভাবে আহরণ করা, (২) বর্তমান তথ্য, জ্ঞান ও তত্ত্বের সত্যতা যাচাই করা ও যাচাই করার পদ্ধতি নির্ণয় করা, এবং পদ্ধতির উপযুক্ততা, যথার্থতা ও নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা বা বিচার করা।

১.৩.১. বৈজ্ঞানিক গবেষণার ধারণা (Concept of Scientific Research) :

গবেষণা কথাটির ইংরেজি প্রতিশব্দ Research কথাটির দ্বিতীয় অংশের অর্থ সন্ধান বা অনুসন্ধান। সমগ্র কথাটির আক্ষরিক অর্থ পুনরায় অনুসন্ধান। অর্থাৎ বৈজ্ঞানিক গবেষণা কথাটির অর্থ এবং বিজ্ঞান শব্দের তাৎপর্য প্রায় একই। কিন্তু এখানে অনুসন্ধান কথাটি সাধারণ অর্থে ব্যবহার হয়নি। বৈজ্ঞানিক গবেষণার ধারণা কিছুটা বিজ্ঞানের সংজ্ঞার মাধ্যমে দেওয়া হয়েছে। সেখানে বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের যে চিত্র পাওয়া যাচ্ছে তা সংক্ষেপে নিম্নরূপ।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণার বিষয়বস্তু ও উদ্দেশ্য খুবই সুনির্দিষ্ট। গবেষক গবেষণা শুরুর পূর্বেই স্থির নিশ্চিত থাকেন তিনি কী অনুসন্ধান করতে চান এবং কী উদ্দেশ্যে। একজন মনোবিজ্ঞানী শিশুর সামাজিক বিকাশ সম্বন্ধে গবেষণা করবেন বা একজন শিক্ষাবিদ শিক্ষার্থীদের স্মৃতিশক্তি সম্বন্ধে গবেষণা করবেন, এগুলি গবেষণার উপযোগী সুনির্দিষ্ট বিষয় নয়। কিন্তু যদি তাঁরা জানতে চান শিশুর আত্মপরিচয় গঠনের ক্ষেত্রে পিতার প্রভাব কী বা সংগঠিত বিষয়বস্তু অপেক্ষা বিচ্ছিন্ন বিষয় মনে রাখা কঠিন কেন, তবে গবেষণার বিষয়বস্তু প্রাথমিকভাবে নির্দিষ্ট হল। তারপর, গবেষণার বিষয়বস্তু আরও সুস্পষ্ট করার জন্য একটি মাত্র প্রশ্নে তাঁর উদ্দেশ্য সীমায়িত করে নিলেন যে তুলনামূলকভাবে

মাতৃপিতৃহীন ও পিতামাতার সান্নিধ্যে বড় হওয়া ছেলেমেয়েদের মধ্যে কাদের আত্মপরিচয়ের সঙ্কট বেশি ?

● গবেষণার পদ্ধতির ক্ষেত্রেও গবেষক পূর্বপরিকল্পিত পন্থা অবলম্বন করে থাকেন। বৈজ্ঞানিক গবেষণার বিষয়বস্তু স্থির করার সঙ্গে সঙ্গেই গবেষককে স্থির করে নিতে হবে তিনি কী পদ্ধতি অবলম্বন করবেন এবং সেই পদ্ধতি ক্রটিমুক্ত কি না। সেই সঙ্গে এটাও দেখতে হবে সেই পদ্ধতি তিনি নিজে বা অন্য গবেষকরা বার বার ব্যবহার করতে পারবেন কি না। যে পদ্ধতি বার বার প্রয়োগ করা যায় না বা যে গবেষণা বার বার করা যায় না তা বৈজ্ঞানিক গবেষণার অনুপযুক্ত।

● অনুসন্ধান চলাকালীন অনুসন্ধানের বিষয়টির সঙ্গে সম্পর্কহীন কোনো কিছু অনুসন্ধানকে বা তার ফলাফলকে প্রভাবিত করতে পারে কিনা তাও বৈজ্ঞানিক গবেষণার বিচার্য বিষয়। যদি সেরকম কোনো সম্ভাবনা থাকে তবে তার জন্য কী ধরনের সতর্কতা অবলম্বন করা দরকার বা কীভাবে তা নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব সেটা অনুসন্ধান শুরু করার পূর্বেই স্থির করে নিতে হবে।

● অনুসন্ধানকারী গবেষক বিজ্ঞানী তাঁর ব্যক্তিগত ইচ্ছা অনিচ্ছা, পছন্দ অপছন্দকে কখনওই অনুসন্ধানের ক্ষেত্রে বা সিদ্ধান্ত গ্রহণে কোনো প্রকার প্রভাব বিস্তার করতে দেন না। সেজন্য তিনি খোলা মনে নৈর্ব্যক্তিক দৃষ্টিভঙ্গিতে অনুসন্ধান কার্য-সম্পন্ন করে চলেন। এমনকি গবেষণার ফলাফল যদি তাঁর প্রত্যাশার সম্পূর্ণ বিপরীত হয়, তবুও তাঁকে অবিচলিত সত্যনিষ্ঠায় মেনে নিতে হয়। এই কারণেই বিজ্ঞানী তাঁর গবেষণা সম্বন্ধে এক ধরনের নিরাসক্ত নিস্পৃহ মনোভাব নিয়ে সত্যের অনুসন্ধান চালিয়ে যান।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণার বিষয়বস্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রে পরিমাপযোগ্য ও ব্যক্তিনিরপেক্ষ। গবেষণার ফলাফল পরিমাপের সাহায্যে প্রাপ্ত সংখ্যামান দ্বারা প্রকাশ করা হলে, স্বাভাবিকভাবেই তা হবে ব্যক্তিনিরপেক্ষ। অর্থাৎ পরিমাপ, পরিমাপ যোগ্যতা ও পরিমাণ বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রায় আবশ্যিক শর্ত।

অতএব বৈজ্ঞানিক গবেষণা তখনই বৈজ্ঞানিক যখন তা বিশেষ উদ্দেশ্যে সুনির্দিষ্ট বিষয়বস্তু বা সমস্যা সম্বন্ধে পূর্বনির্ধারিত পদ্ধতি অবলম্বন করে সম্পূর্ণ নৈর্ব্যক্তিক দৃষ্টিভঙ্গিতে পরিমাপভিত্তিক নতুন জ্ঞান, তথ্য বা সত্যের সতর্ক অনুসন্ধান।

১.৩.২. বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য (Objectives of Scientific Research)

বৈজ্ঞানিক গবেষণার মূল উদ্দেশ্য নতুন তথ্য বা জ্ঞানের অন্বেষণ, এক সত্য থেকে আর এক সত্যে উপনীত হওয়ার নিরন্তর প্রয়াস। কিন্তু এই উদ্দেশ্য শুধুমাত্র বৈজ্ঞানিক গবেষণার একচেটিয়া নয়।

জ্ঞানচর্চার অন্যান্য ক্ষেত্রেও গবেষকদের উদ্দেশ্য একই। যেমন, দার্শনিকরাও জাগতিক সত্যের পিছনে যে চরম সত্য আছে তারই অনুসন্ধান করেন। ইতিহাস গবেষকরাও অতীতের ঘটনাবলী, নানা ঐতিহাসিক উপাদান ও প্রমাণলব্ধ তথ্য বিশ্লেষণ করে মানুষ ও তার সভ্যতার চূড়ান্ত রহস্যকে উদ্ঘাটন করতে চান। সুতরাং বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃত উদ্দেশ্য সম্বন্ধে আরও একটু বিস্তারিত জানা প্রয়োজন।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য হল আপাত বিচ্ছিন্ন বা সম্পর্কহীন বিষয় বা ঘটনাবলীর মধ্যে যোগসূত্র বা সম্পর্ক নির্ণয় করা। এই সম্পর্ক কার্যকারণ সম্পর্ক হিসাবে প্রতিষ্ঠিত করাও তার অন্যতম উদ্দেশ্য। ভৌত জগতে কার্যকারণ সম্পর্ক অনেক বেশি স্পষ্ট কিন্তু সমাজ বা মানবিক ক্ষেত্রে কার্যকারণ সম্পর্ক তত স্পষ্ট নয়। যেমন, দারিদ্র্য ও নিরক্ষরতার মধ্যে সম্পর্ক বিচার করতে চেয়ে দেখা যায়, যেখানে দারিদ্র্য বেশি সেখানে নিরক্ষরতাও বেশি। অর্থাৎ জনগণের মধ্যে দরিদ্রের সংখ্যা এবং নিরক্ষরের সংখ্যা গণনা করলে দেখা যায়, উভয়ের মধ্যে একটা ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক বিদ্যমান। কেননা স্বচ্ছল মানুষের মধ্যে নিরক্ষর নেই বললেই চলে। কিন্তু দারিদ্র্য নিরক্ষরতার কারণ না নিরক্ষরতা দারিদ্র্যের কারণ—তা নির্ণয় করা সহজ নয়। দরিদ্র পরিবারের পক্ষে শিক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় অর্থ যোগান ও পরিবেশ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। আবার শিক্ষা না থাকায় তাদের পক্ষে দারিদ্র্যমুক্ত হওয়াও সম্ভব হয় না।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার সঙ্গে সংশ্লিষ্ট যে সমস্ত ধারণা (concept) তার সর্বজনগ্রাহ্য সুনির্দিষ্ট সংজ্ঞা নির্ণয় করাও বৈজ্ঞানিক গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য। কারণ এতে গবেষণার মূল উদ্দেশ্য ও বিষয়বস্তু আরও সুস্পষ্ট হয়ে ওঠে এবং গবেষণার মাধ্যমেই সংজ্ঞার যথার্থতা প্রতিপন্ন হয়। যেমন, পূর্বেই উদাহরণে দুটি ধারণা ব্যবহার করা হয়েছে—দারিদ্র্য ও নিরক্ষরতা। দারিদ্র্য কাকে বলে বা কী এবং নিরক্ষরতার সংজ্ঞা কী, তা স্থিরভাবে না বললে গবেষকের পক্ষে কে দরিদ্র আর কে নিরক্ষর তা স্থির করা সম্ভব নয়। আর তার পক্ষে গণনা কার্যও সম্ভব নয়। এখন যদি দেখা যায় গণনা করার সময় নির্দিষ্ট সংজ্ঞা অনুযায়ী দরিদ্র ও সম্পন্ন মানুষ চিহ্নিত করা সঠিকভাবে সম্ভব হচ্ছে না, তখন সংজ্ঞাটি নতুন করে স্থির করে নেওয়া দরকার হয়ে পড়ে।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য হল গবেষণার জন্য প্রয়োজনীয় নতুন নতুন পদ্ধতি তথা পরিমাপ পদ্ধতির উদ্ভাবন। মানুষ পরিমাপের সূচনা করেছিল গণনার মধ্যে দিয়ে। তারপর তিনটি মৌলিক পরিমাপ: সময়, দৈর্ঘ্য ও বস্তুর ভর বা ওজন প্রাথমিকভাবে মানব সভ্যতার প্রয়োজন মিটিয়েছে। কিন্তু পরবর্তীকালে এই সব পরিমাপের পরিবর্তন ও সমন্বয় ঘটিয়ে আরও অনেক পরিমাপের একক সৃষ্টি করা হয়েছে। শুধু তাই নয়, পরিমাপের জন্য নানা ধরনের যন্ত্রপাতিও বিজ্ঞানীদেরই সৃষ্টি। যা খালি চোখে দেখা যায় না, তাকে দেখার জন্য যেমন অণুবীক্ষণ যন্ত্র নির্মিত

হয়েছে, তেমনি ক্ষুদ্র ও অদৃশ্য প্রাণীর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করার জন্য নতুন একক সৃষ্টি করে, অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যেই তার দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা সম্ভব হয়েছে। এইসঙ্গে পদ্ধতির ও যন্ত্রের ক্রমাগত উন্নতিসাধন বৈজ্ঞানিক গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য। বিজ্ঞান কখনই আত্মসন্তুষ্ট নয়।

বৈজ্ঞানিক গবেষণা পরিণতিলাভ করে যখন গবেষণার পুঞ্জীভূত ফলাফল এমন একটি সাধারণ নিয়ম বা সূত্রের জন্ম দেয় যাকে এক কথায় বলা হয় তত্ত্ব (Theory)। কার্লিঙ্গার বলেছেন—“তত্ত্ব হল কতকগুলি পরস্পর সম্পর্কিত ধারণা ও প্রস্তাবনার সমন্বয়ে প্রতিষ্ঠিত এমন একটি বক্তব্য যার মাধ্যমে কোনো এক শ্রেণির ঘটনার অন্তর্নিহিত কারণ ও তাৎপর্য ব্যাখ্যা করা যায় এবং যে বক্তব্য একমাত্র গবেষণার মাধ্যমেই সত্য প্রমাণিত হয় বা পরিবর্তিত হয়।” (Theory is a statement constructed in combination of some inter-related concepts and postulates by which the cause and the underlying significance of a set of phenomena can be explained, and the statement which can either be proved true or changed only by research)।

সবশেষে, বৈজ্ঞানিক গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য হল পূর্বানুমান (Prediction) এবং নিয়ন্ত্রণ (Control)। যদিও দর্শনশাস্ত্রের ক্ষেত্রেও অনুমান একটি অন্যতম বিষয়, কিন্তু তা শুধুমাত্র যুক্তিনির্ভর। বৈজ্ঞানিক অনুমান যুক্তি ও পরীক্ষালব্ধ অভিজ্ঞতার উপর প্রতিষ্ঠিত। সুতরাং তা নিয়ে বিতর্কের অবকাশ কম। দার্শনিকরা নিয়ন্ত্রণে আস্থাবান নন। তাঁরা প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতালব্ধ জ্ঞানকে পূর্ণ মর্যাদা দিতে প্রস্তুত নন। কিন্তু বিজ্ঞান গবেষণায় দুইটি বা তারও বেশি পরস্পর সম্পর্কিত ধারণার মধ্যে একটির সুনির্দিষ্ট হারে ক্রমাগত পরিবর্তন ঘটিয়ে সম্পর্কিত অন্য বিষয়গুলির পরিবর্তন নিয়ন্ত্রণ করা হয়। বৈজ্ঞানিক গবেষণার ভিত্তি হল নিয়ন্ত্রণ এবং নিয়ন্ত্রিত অবস্থায় পর্যবেক্ষণ। ভিন্ন অর্থে নিয়ন্ত্রণ হল দুটি বিষয়ের মধ্যকার প্রতিষ্ঠিত সম্পর্কের ভিত্তিতে কোনো অবস্থার বাস্তবিক পরিবর্তন। যেমন, কোনো কাজের বা প্রচেষ্টার ফল সন্তোষজনক হলে, কাজটি বার বার করার প্রবণতা দেখা যায়। সুতরাং শিক্ষার্থীদের শিখনের প্রচেষ্টাকে উৎসাহিত করলে, প্রচেষ্টা আরও বাড়বে। এখানে প্রচেষ্টাকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য উৎসাহ (পুরস্কার) ও প্রচেষ্টার সম্পর্কটিকে কাজে লাগানো হচ্ছে।

১.৩.৩. বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃতি :

বৈজ্ঞানিক গবেষণার অর্থ, উদ্দেশ্য ও প্রকৃতি তথা বৈশিষ্ট্য এমনভাবে পরস্পরের সঙ্গে জড়িয়ে আছে যে একটি থেকে অপরটিকে আলাদা করে দেখা কঠিন কাজ। পূর্ববর্তী আলোচনায় সেজন্যই বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃতি সম্বন্ধে একটা ধারণা ইতিমধ্যেই তৈরি হয়ে গেছে বলে আশা করা যায়। তা সত্ত্বেও আরও কয়েকটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা প্রয়োজন। না হলে বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃতি সঠিকভাবে বোঝা যাবে না।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণায় যে সমস্ত ধারণার (concept) মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা হয়, তার সবই পরিবর্তনশীল বা তাদের নিজেদের মধ্যেই পরিমাণগত পার্থক্য সৃষ্টি হওয়া সম্ভব ও স্বাভাবিক। পরিবর্তনশীল না হলে ধারণাগুলির পরিমাপ করার প্রয়োজন হয় না এবং পরস্পরের সম্পর্ক নির্ণয় করার প্রয়োজনও হয় না। যেমন, সমস্ত মানুষের উচ্চতা ও ওজন যদি অপরিবর্তিত বা সমান হত তবে একজন মানুষের ওজন ও উচ্চতা জানা থাকলে সমস্ত মানুষের ওজন ও উচ্চতা জানা হয়ে যেত। ওজন ও উচ্চতার সম্পর্ক নিয়ে আর বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রয়োজন হত না। বিজ্ঞানের ভাষায় পরিমাণের অপরিবর্তনীয়তাকে বলা যেতে পারে ধ্রুবক (constant)। দুইটি ধ্রুবকের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের প্রশ্নটি অবাস্তব। কিন্তু দুইটি পরিবর্তনশীল ধারণার মধ্যকার সম্পর্ক যদি অপরিবর্তনীয় হয় তবে তা অতি অবশ্যই বৈজ্ঞানিক গবেষণার বিষয়। তাপের পরিমাণ ও তাপ প্রদানের ফলে কোনো ধাতুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ এমনভাবে সম্পর্কিত যে উভয়ের অনুপাত একটি ধ্রুবক যা বৈজ্ঞানিক গবেষণার মাধ্যমেই নির্ণয় করা হয়েছে।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণা পুনরাবৃত্তিরযোগ্য (Repeatable)। অর্থাৎ একই গবেষণা, একই পরীক্ষা নিরীক্ষা বার বার সম্পন্ন করা যায়। গবেষণাকে বার বার পরীক্ষা করে যদি একই ফল লাভ করেন তার ফলাফল সম্বন্ধে বা তাঁর সিদ্ধান্ত সম্বন্ধে স্থির নিশ্চিত হতে পারেন। শুধু তাই নয় একই পদ্ধতি অবলম্বন করে অন্য বৈজ্ঞানিকরাও তাঁর গবেষণার সত্যতা যাচাই করে নিতে পারেন। সেক্ষেত্রে অন্য বৈজ্ঞানিকরাও যদি একই ফল লাভ করেন তবেই তাঁরা গবেষণার সত্যতা বা যাথার্থতা মেনে নেবেন। বিজ্ঞান ও বিজ্ঞানী অত্যন্ত খুঁতখুঁতে স্বভাবের (sceptic)। যুক্তি, তথ্য ও পরীক্ষার পুনরাবৃত্তির মাধ্যমে সম্পূর্ণ সন্তুষ্টি না হওয়া পর্যন্ত কোনো সিদ্ধান্তের সত্যতা কেউ মেনে নেবেন না। তবে একটা কথা এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন। শিক্ষা গবেষণায় বা মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণায় অনেক সময়ই একই মানুষের উপর একই পরীক্ষা বার বার করা যায় না। সেক্ষেত্রে পরীক্ষার পুনরাবৃত্তি করা হয় বহু মানুষের উপর প্রয়োগ করে।

● পূর্বেই একথা বলা হয়েছে যে বৈজ্ঞানিক গবেষণা ও তার ফলাফল যাচাই না করে অন্যরা তার স্বীকৃতি দেন না। সেজন্য বৈজ্ঞানিক গবেষণা এমন হওয়া দরকার যা যাচাই করার যোগ্য (Verifiable)। বলা বাছল্য গবেষণা পুনরাবৃত্তির যোগ্য হলেই যাচাই করার যোগ্য হবে। যাচাই করার মধ্যে দিয়েই অবিশ্বাসপ্রবণ বৈজ্ঞানিক অন্যের সিদ্ধান্তকে মেনে নেন। এমনকি বিজ্ঞানীরা নিজের গবেষণাকেও অবিশ্বাসপ্রবণতার দৃষ্টিতে দেখেন বলেই তিনি নিপুণ থেকে নিপুণতর হয়ে ওঠেন, গবেষণার পদ্ধতি উন্নততর হয় এবং ফলাফল আরও গ্রহণযোগ্য হয়ে ওঠে। যাচাই করার বিষয়টি গবেষণার প্রতিটি স্তরের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। গবেষণার পদ্ধতি, উপাদান ও উপকরণ, যন্ত্রপাতি, ফলাফল

সবই যাচাই করার যোগ্য। শুধু তাই নয় যাচাই করার প্রক্রিয়াটি উভমুখী। অর্থাৎ গবেষকের পন্থা অনুসরণ করে একই ফললাভ করা যেমন যাচাই করার একটি প্রক্রিয়া, তেমনি গবেষণার ফলাফলকে সত্যি ধরে নিয়ে বিপরীত প্রক্রিয়ার সাহায্যে সত্যতা যাচাই করা একটি স্বাভাবিক নিয়ম। যেমন, আমরা সবাই স্কুলে পড়েছি যে এক সময় মানুষ মনে করত জল একটি মৌলিক পদার্থ। তারপর জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ করে দেখা গেল জলের দুই ভাগ হাইড্রোজেন ও এক ভাগ অক্সিজেন। কিন্তু বিজ্ঞানীরা তাতেও সন্দেহ নন। বিজ্ঞানী ক্যাভেন্ডিশ দুই ভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন একত্র করে তড়িতের সাহায্যে জল উৎপন্ন করে দেখালেন সত্যিই জল নির্দিষ্ট অনুপাতে দুই গ্যাসীয় পদার্থের মিলনে উৎপন্ন যৌগ।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণা ধারাবাহিক ও সুশৃঙ্খল কার্যক্রমের ফসল। অনেক সময় আকস্মিকভাবে প্রাথমিক সূত্র পাওয়া গেলেও বৈজ্ঞানিক গবেষণা সেখানেই থেমে থাকে না। দীর্ঘ ধারাবাহিক সুশৃঙ্খল কাজের মধ্যে দিয়ে প্রাথমিকভাবে পাওয়া সূত্রকেও বৈজ্ঞানিক সত্য হিসাবে প্রতিষ্ঠিত করতে হয়। কিছুটা আকস্মিকভাবে টীকা (vaccine) আবিষ্কারের সূত্র পেয়েছিলেন লুই পাস্তুর। কিন্তু তার কার্যকারিতা ও টীকা তত্ত্বের প্রতিষ্ঠার পিছনে ছিল তাঁর অক্লান্ত ধারাবাহিক গবেষণা। কিছুটা অনবধানতার মধ্যে দিয়ে মনোবিশ্লেষণ (Psycho analysis) নামক চিকিৎসা পদ্ধতির আবিষ্কার হয়েছিল। কিন্তু তাকে একটি পদ্ধতি হিসাবে ক্রটীমুক্ত করে প্রতিষ্ঠিত করার পিছনে ছিল ফ্রয়েডের অক্লান্ত গবেষণা।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণা অন্তর্দীর্ঘ। এক গবেষণা থেকে নতুন গবেষণার ধারা তৈরি হয়। এক পদ্ধতি থেকে নতুন পদ্ধতি তৈরি হয়। এইভাবেই বিজ্ঞানের ক্রমাগত অগ্রগতি ও প্রসার হয়। এক্ষেত্রে দেশ বা কালের গণ্ডী কোনো বাধা হয় না। আধুনিক জিন বিজ্ঞানের (Genetics) জনক মেন্ডেল (Mendel) যখন বংশগতির প্রাথমিক সূত্রগুলি আবিষ্কার করেছিলেন, তার প্রায় ৩৬ বছর পরে সারা পৃথিবীতে তাঁর গবেষণা স্বীকৃতি পায় ও বিপুল প্রসার লাভ করে। প্রাচীন বলে মেন্ডেলের গবেষণাকে বাতিল করা হয়নি। বরং আধুনিক যুগের মানুষ জিন রহস্যের অন্তঃপুরে পৌঁছে গেছে। জিন বিজ্ঞানকে ছাড়িয়ে দিয়েছে চিকিৎসা থেকে শুরু করে জৈব প্রযুক্তিসহ বিজ্ঞানের অজস্র শাখা প্রশাখায়। ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষের দুই দশকে এবিংহামস (Ebbinghams) স্মৃতিশক্তির গবেষণা করতে গিয়ে যেসব পদ্ধতি আবিষ্কার করেছিলেন, তার মূল্য এখনও এতটুকুও কমেনি।

● বৈজ্ঞানিক গবেষণা নৈর্ব্যক্তিক (objective) হলেও বিজ্ঞানীর প্রতিভা, অন্তর্দৃষ্টি, সৃজনশীলতা, বুদ্ধি, কল্পনা প্রভৃতি ব্যক্তিগত গুণাবলির উপর অনেকটা নির্ভরশীল। শুধুমাত্র বিজ্ঞান শিক্ষাই মানুষকে গবেষণায় সাফল্য এনে দেয় না। একটি স্বাভাবিক প্রাকৃতিক ঘটনার ভিতরে যে অন্তর্নিহিত সত্য থাকে বিজ্ঞানী তাঁর ব্যক্তিগত বৈশিষ্ট্য দিয়েই প্রাথমিকভাবে তার রহস্য উন্মোচন করেন। পরে পরীক্ষাগারে

শুধু তাঁর প্রাথমিক উপলক্ষিত বৈজ্ঞানিক রূপান্তর ঘটে। সেজন্য বিজ্ঞান গবেষণায় ব্যক্তি নির্ভরতার (subjectivity) গুরুত্বও কম নয়। সকলেই গাছ থেকে আপেল পড়তে দেখেন অথবা মন্দিরে বা গির্জায় ঘণ্টাকে ক্রমাগত দুলাতে দেখেন। কিন্তু তা থেকে মৌলিক বৈজ্ঞানিক সত্যের সন্ধান দিতে পেরেছিলেন নিউটন ও গ্যালিলিও। এক্ষেত্রে বয়স, অভিজ্ঞতা শিক্ষার ধারা কোনো কিছুই বাধা হয়ে দাঁড়ায়নি। নিউটন অভিকর্ষের সূত্র আবিষ্কার করেছিলেন ২৪ বছর বয়সে এবং গ্যালিলিও দোলকের সূত্র আবিষ্কার করেছিলেন মাত্র ১৮ বছর বয়সে।

১.৩.৪. শিক্ষা গবেষণা ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা :

শিক্ষা সংক্রান্ত গবেষণার প্রসঙ্গ উল্লেখ করার পূর্ব পর্যন্ত অধিকাংশ উদাহরণ দেওয়া হয়েছে ভৌতবিজ্ঞানের সাধারণ জ্ঞান থেকে। প্রশ্ন হল বৈজ্ঞানিক গবেষণার উদ্দেশ্য ও প্রকৃতি কি শিক্ষা গবেষণার ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য? অথবা অন্যভাবে বলতে গেলে শিক্ষা গবেষণা কি বৈজ্ঞানিক গবেষণা? প্রশ্নটির উত্তর এক কথায় দেওয়া না গেলেও প্রাথমিক সিদ্ধান্ত হিসাবে একথা বলতে দ্বিধা নেই যে শিক্ষা গবেষণাও মূলত বৈজ্ঞানিক গবেষণার নীতি রীতি ও পদ্ধতি অবলম্বন করে করা হয়। গবেষণার রীতি পদ্ধতির সমগ্র পাঠ সম্পূর্ণ করার পর এই সিদ্ধান্ত প্রত্যেকের মনেই প্রতিষ্ঠিত হবে। কিন্তু বর্তমান অংশে এর স্বপক্ষে কয়েকটি যুক্তি ও সেই সঙ্গে ভৌত বৈজ্ঞানিক গবেষণার সঙ্গে শিক্ষা গবেষণার কয়েকটি পার্থক্যের কথা বলা প্রয়োজন।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার মূল শর্ত মেনে নিয়ে শিক্ষা গবেষণার ক্ষেত্রেও নিয়ন্ত্রিত পর্যবেক্ষণের মধ্যে দিয়ে দুইটি পরিবর্তনশীল ধারণার পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয়ের চেষ্টা করা হয়। শিক্ষণীয় বিষয়ের পরিমাণ ও বিস্মৃতির হার এই দুইয়ের সম্পর্ক নির্ণয় করতে গেলে, শিক্ষণীয় বিষয়ের তালিকা নির্দিষ্ট নিয়মে বাড়িয়ে, নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে কতটা বিস্মৃতি ঘটেছে তার মান নির্ণয় করে নিতে হয়। এখানে লক্ষণীয়, তালিকা ক্রমাগত দীর্ঘতর করা হচ্ছে কিন্তু একটা নির্দিষ্ট হারে অথচ যে সময়ের ব্যবধানে বিস্মৃতির মান নির্ণয় করা হচ্ছে তা রাখা হচ্ছে অপরিবর্তিত।

বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য নিয়ন্ত্রণ পূর্বানুমান শিক্ষা গবেষণার ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। কারণ, পূর্বেই উদাহরণ অনুযায়ী শিক্ষণীয় বিষয়ের পরিমাণ ও বিস্মৃতির হার জানা থাকলে, শিক্ষার্থীরা একবারে কতটা শিখবে তা স্থির করে দিয়ে, তার বিস্মরণের হার নিয়ন্ত্রণ করা যেতে পারে। আবার উপযুক্ত ক্ষেত্রে বিস্মরণ বেশি হবে বা কম হবে কিনা তার ভবিষ্যদ্বাণীও যথেষ্ট প্রত্যয়ের সঙ্গে করা যাবে।

যে-কোনো বৈজ্ঞানিক গবেষণাতেই পরিমাপের একটা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা থাকে। কারণ পরিমাপের মাধ্যমেই সুনির্দিষ্ট তথ্য পাওয়া যায় এবং সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়। শিক্ষা গবেষণাও এর ব্যতিক্রম

নয়। শিক্ষা গবেষণার তথ্য ও সিদ্ধান্তও বহুাংশে পরিমাপ নির্ভর। শুধু তাই নয় ভৌতবস্তুর পরিমাপের জন্য যে সব পদ্ধতি প্রচলিত আছে তার যেমন একটা গাণিতিক ভিত্তি আছে, শিক্ষা গবেষণার পরিমাপের ক্ষেত্রেও স্বতন্ত্র একটি গাণিতিক যুক্তি আছে। সেই অর্থেও শিক্ষা গবেষণার ভিত্তিও যথেষ্ট বৈজ্ঞানিক।

প্রতিটি বিজ্ঞানেরই কিছু কিছু নিজস্ব পদ্ধতি ও উপকরণ আছে যা সেই বিষয়ের গবেষণার ক্ষেত্রে অপরিহার্য। শিক্ষা গবেষণার বেলাতেও তার নিজস্ব পদ্ধতি ও উপকরণ অবশ্য ব্যবহার্য। শিক্ষা গবেষণার বেলাতেও তার নিজস্ব পদ্ধতি উপকরণ অবশ্য ব্যবহার্য। যদিও এর অনেকটাই মনোবিজ্ঞান নির্ভর, তবুও অনেক ক্ষেত্রে শিক্ষাবিজ্ঞান মনোবিজ্ঞানের পদ্ধতিগুলি তার নিজের মতো করে পরিবর্তিত করে নিয়েছে।

শিক্ষাবিজ্ঞানের গবেষণাও সুশৃঙ্খল যুক্তিনির্ভর ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। বলা বাহুল্য যে কোনো শিক্ষা গবেষণার পিছনে দীর্ঘ পরিকল্পনা, নির্মোহ নৈর্ব্যক্তিক দৃষ্টিভঙ্গি, সত্যনিষ্ঠা ও যুক্তি নির্ভরতা কাজ করে। সেদিক থেকে শিক্ষা গবেষণা ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা অভিন্ন।

শিক্ষা গবেষণার মধ্যে মৌলিক বৈজ্ঞানিক গবেষণার সমস্ত বৈশিষ্ট্য বর্তমান থাকলেও এর কয়েকটি নিজস্ব সমস্যাও আছে যা অন্যান্য সমস্ত আচরণভিত্তিক বিজ্ঞান (Behavioural science) ও সমাজ বিজ্ঞানের (Social science) মতই শিক্ষা গবেষণাকে ভৌত বৈজ্ঞানিক গবেষণা থেকে পৃথক করেছে।

প্রথমত, শিক্ষা গবেষণার পরিমাপ পদ্ধতি ভৌত পরিমাপ পদ্ধতি অপেক্ষা ভিন্ন। এই পার্থক্যগুলি যথাস্থানে পরে আলোচনা করা হবে। কিন্তু এর ফলে শিক্ষা গবেষণার পরিমাপ লব্ধ তথ্যগুলির বিশ্লেষণ পদ্ধতিও স্বতন্ত্র এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ সম্ভাব্যতা (Probability) তত্ত্বের উপর নির্ভরশীল।

দ্বিতীয়ত, শিক্ষা গবেষণার প্রকরণ বহু বিচিত্র। যেহেতু শিক্ষা বিজ্ঞান একটি বহুমুখী ও বিষয়ের সমন্বিত রূপ সেহেতু শিক্ষা গবেষণায় ইতিহাস, দর্শনশাস্ত্র, সমাজতত্ত্ব, মনোপরিমাপ (Psychometry) বিদ্যা প্রভৃতি বিষয়ের গবেষণা পদ্ধতির সমন্বয় ঘটেছে। গবেষণার বিষয়বস্তু অনুযায়ী উপযুক্ত পদ্ধতি নির্বাচন, সেজন্য শিক্ষা গবেষণার অপরিহার্য অঙ্গ।

তৃতীয়ত, গুণগত গবেষণা পদ্ধতি (Qualitative Research Method) অর্থাৎ যে গবেষণায় পরিমাপ অপেক্ষা অপরিমেয় তথ্য বিশ্লেষণ করে নির্ভরযোগ্য সিদ্ধান্ত গ্রহণ সম্ভব সেই ধরনের গবেষণাও শিক্ষা গবেষণায় পরিমাপ নির্ভর (Quantitative Research) গবেষণার সঙ্গে সমান মর্যাদার আসনে প্রতিষ্ঠিত।

চতুর্থত, মনোবিজ্ঞানের মতোই শিক্ষাগবেষণার প্রধান বিষয়বস্তু মানুষ। কিন্তু সমস্যা এই যে প্রতিটি মানুষ অন্য মানুষ থেকে কোনো না কোনোভাবে পৃথক। তাদের মধ্যে সাদৃশ্য যতটা আছে বৈসাদৃশ্য তার থেকে কম নয়। এই অবস্থায় এমন কোনো তত্ত্ব নিরূপণ করা কঠিন যা সমস্ত মানুষের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য বা সর্বজনগ্রাহ্য। এজন্য মানুষ সম্বন্ধে, তার আচরণ সম্বন্ধে ও পরিপার্শ্বিকের সঙ্গে তার সম্পর্কের সম্বন্ধে গভীর অন্তর্দৃষ্টি ছাড়া গবেষণার ফলাফলে একটি তত্ত্বে প্রতিষ্ঠিত করা কঠিন হয়ে পড়ে।

পঞ্চমত, একথা পূর্বেই বলা হয়েছে যে মানুষের আচরণ সবসময় ইচ্ছামতো পুনরাবৃত্তি করা যায় না। একজন মানুষকে তার নাম জিজ্ঞাসা করলে তিনি বলবেন। দ্বিতীয়বার একই প্রশ্ন করলে বিরক্ত হবেন এটাই স্বাভাবিক। যে বস্তু দেখে প্রথমে কৌতূহল হয়, পরে আর কোনো কৌতূহল থাকে না। সুতরাং পুনরাবৃত্তি করতে হলে ভিন্ন ভিন্ন মানুষের উপর পরীক্ষা করা প্রয়োজন হয়ে পড়ে। তখন পূর্বোক্ত ব্যক্তিগত বৈষম্যের প্রমাণটি বড় হয়ে দেখা দেয়।

ষষ্ঠত, মানুষের আচরণ এত কিছু বিষয়ের উপর নির্ভরশীল যে সবকিছু ভৌত বিজ্ঞানের পর্যায়ে নিয়ন্ত্রণ করা প্রায় অসম্ভব। সেজন্য এমন সমস্ত গবেষণার পদ্ধতি নির্ণয় করা হয়েছে যাতে সবকিছু নিয়ন্ত্রণ না করেও সঠিক গবেষণা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়। ভৌত বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে (আবহাওয়া বিজ্ঞান জাতীয় কিছু কিছু বিষয় ব্যতীত) এই প্রয়োজন খুবই কম।

সবশেষে উল্লেখ করতে হয়, নৈতিকতার (Ethics) প্রসঙ্গটি। গবেষণার প্রয়োজনে ভৌতবস্তুর যথেষ্ট ব্যবহারে কোনো বাধা নেই অবশ্যই মানুষের ক্ষতি না করে। কিন্তু পরীক্ষা নিরীক্ষার জন্য মানুষকে যথেষ্ট ব্যবহার করা নীতিগত দিক থেকে সম্ভব নয়। মাতৃস্নেহ বা মাতৃস্থানীয়ের স্নেহ বঞ্চিত হলে শিশুর ভবিষ্যৎ শিক্ষা ক্ষতিগ্রস্ত হয় কি না এই বিষয়টি পরীক্ষা করার জন্য সত্যি সত্যিই কোনো শিশুকে আমরা স্নেহ বঞ্চিত করতে পারি না। এই কারণে অনেক ক্ষেত্রে শুধু আকস্মিকভাবে পাওয়া সুযোগ কাজে লাগাতে হয়। এ ছাড়াও অনিচ্ছুক মানুষকে গবেষণার কাজে ব্যবহার করা যায় না। গবেষণায় ব্যবহৃত মানুষের পরিপূর্ণ সহযোগিতা ছাড়া শিক্ষা গবেষণা ও মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণা সফল হতে পারে না। সুতরাং শুধুমাত্র স্বেচ্ছা প্রণোদিত মানুষরাই গবেষণার জন্য ব্যবহৃত হন। প্রয়োজন থাকলেও অনিচ্ছুক ব্যক্তিকে গবেষণায় টেনে আনা বিড়ম্বনা মাত্র।

শিক্ষা গবেষণা গবেষণাগার যেমন ব্যবহৃত হয়, তেমনি গবেষণাগারের বিস্তার ঘটে শ্রেণিকক্ষে, বিদ্যালয়ে এমনকি বিদ্যালয়ের বাইরেও। সেদিক থেকেও ভৌতবিজ্ঞান গবেষণার সঙ্গে এর কিছুটা পার্থক্য আছে।

১.৪ শিক্ষা গবেষণার প্রকারভেদ (Types of Educational Research)

শিক্ষা গবেষণার সঙ্গে ভৌতবিজ্ঞান গবেষণার তুলনামূলক আলোচনার সূত্রে এমন ইঙ্গিত পাওয়া গেছে যে শিক্ষা গবেষণার অনেক প্রকারভেদ আছে। কিন্তু সামগ্রিকভাবে গবেষণার প্রকৃতি ও বিষয়বস্তু অনুযায়ী সমস্ত গবেষণারই কয়েকটি প্রধান প্রকারভেদ স্বীকৃতি পেয়েছে। প্রধানত তিন প্রকার গবেষণার কথা উল্লেখ করা হয়ে থাকে। যথা, মৌলিক গবেষণা, ফলিত গবেষণা ও কার্যকরী গবেষণা। যদিও এই তিন প্রকার গবেষণার মধ্যে সূক্ষ্ম বিভেদরেখা টেনে দেওয়া অসম্ভব তবুও আলোচনার সুবিধার্থে এই শ্রেণিবিভাগ মেনে নেওয়া হয়।

১.৪.১. মৌলিক গবেষণা (Fundamental Research)

প্রত্যেক গবেষকই চান তাঁর গবেষণার তাত্ত্বিক ভিত্তিটা যেন সুদৃঢ় হয়। কিন্তু যদি গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য হয় নতুন তত্ত্ব নির্ণয় বা পুরোনো তত্ত্বের যাচাই করা অথবা পরিবর্তন সাধন, তখন সেই গবেষণাকে বলা হয় মৌলিক গবেষণা। মৌলিক গবেষণায় বিষয়বস্তুর সঙ্গে সম্পূর্ণ প্রথাসম্মত গবেষণার রীতি পদ্ধতি কঠোরভাবে অনুসরণ করা হয়। গবেষণার বিষয়বস্তু নিরূপণ; উদ্দেশ্য স্থির করা, প্রয়োজনীয় ধারণাগুলির তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক সংজ্ঞা স্থির করা, চলগুলির শ্রেণিবিভাগ ও নিয়ন্ত্রণ, গবেষণাপাত্রের নমুনা দল সংগ্রহ, উপযুক্ত পরিমাপ পদ্ধতি ও যন্ত্র ব্যবহার করা, সঠিক বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা দান ইত্যাদি প্রতিটি ক্ষেত্রেই সতর্কভাবে ভুলভ্রান্তির সমস্ত সম্ভাবনা যথাসম্ভব পরিহার করে মৌলিক গবেষণার পরিকল্পনা করা হয়। এর কারণ মৌলিক গবেষণার ফলাফল ও তত্ত্ব যে-কোনো বিষয়ের জ্ঞানকে সমৃদ্ধ করে সবচেয়ে বেশি।

এ কথা ঠিক পরিকল্পিত মৌলিক গবেষণা ছাড়াও কখনও কখনও সাধারণভাবে শুরু হয়েছে কোনো কোনো গবেষণা শেষ পর্যন্ত মৌলিক গবেষণার বৈশিষ্ট্য অর্জন করতে পারে। শিক্ষাবিজ্ঞানে মৌলিক গবেষণা অপেক্ষাকৃত কম। আধুনিক প্রজ্ঞামূলক শিক্ষাবিদরা (Cognitive Educationists) শ্রেণিকক্ষের পঠনপাঠন বিষয়ে কিছু কিছু মৌলিক গবেষণা করেছেন। কিন্তু মনোবিজ্ঞানে অনেক মৌলিক গবেষণা হয়েছে এবং হয়ে থাকে। এইসব গবেষণার ফল শিক্ষার তত্ত্ব ও প্রয়োগকে সমৃদ্ধ করেছে সবচেয়ে বেশি।

মৌলিক গবেষণার অনেকটাই সম্পন্ন হয় গবেষণাগারে (Laboratory) কারণ গবেষণার উপযোগী নিয়ন্ত্রিত পরিবেশ সৃষ্টি গবেষণাগারেই অপেক্ষাকৃত সহজ। মৌলিক গবেষক গবেষণার আনন্দে কাজ করেন, তাঁর গবেষণা কোথায় কোন্ কাজে লাগবে তা নিয়ে তাঁর কোনো সচেতন ভাবনা থাকে না।

অনেক মৌলিক গবেষণাই পরবর্তী গবেষকদের হাতে কার্যকর রূপ পেয়েছে। থর্নডাইকের শিখন সংক্রান্ত গবেষণায় ফলাফলের তত্ত্ব, স্কিনারের প্রবলন (Reinforcement) তত্ত্ব কিংবা ব্রশারের শিক্ষণ (Teaching) বিষয়ক তত্ত্ব মৌলিক গবেষণার পর্যায়ভুক্ত।

প্রায়ই দেখা যায় মৌলিক গবেষণার ক্ষেত্রটি প্রকৃত প্রয়োগক্ষেত্র থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন পরিবেশ, পরিস্থিতি ও বিষয়বস্তুর উপর নির্ভরশীল। পরমাণুর গঠন সংক্রান্ত গবেষণা হয়েছিল ভিন্নতর মৌলিক কারণে। কিন্তু শেষ পর্যন্ত ইলেকট্রনিক গবেষণার ক্ষেত্রে তার প্রয়োগ ও বিপুল বিস্তার ঘটেছিল। স্কিনারের তত্ত্ব ইতর প্রাণীদের উপর গবেষণা করে প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল কিন্তু পরবর্তীকালে তার তত্ত্ব মনোবিজ্ঞানের সীমানা ছাড়িয়ে অন্যান্য বিজ্ঞানকেও প্রভাবিত করেছে। ডারউইনের তত্ত্ব মানুষের দৃষ্টিভঙ্গিতে আমূল পরিবর্তন এনেছিল। এইরকম আরও অজস্র উদাহরণ আছে।

মৌলিক গবেষণা সর্বক্ষেত্রেই যে তত্ত্বমুখী হবে তা ঠিক নয়। অনেক সময়ই মৌলিক গবেষণার মাধ্যমে নতুন নির্ভরযোগ্য গবেষণা পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়েছে যা পরবর্তীকালে অনেক নতুন গবেষণার পথ খুলে দিয়েছে। প্রায় ১১৫ বছর পূর্বে স্মৃতি ও বিস্মৃতি বিষয়ক গবেষণা করতে গিয়ে মনোবিজ্ঞানী এবিনহাস্ (Ebbinghaus) যে সমস্ত পদ্ধতির উদ্ভাবন করেছিলেন তার গুরুত্ব এখনও অনস্বীকার্য। ১৫০ বছর পূর্বে মেডেল চল নিয়ন্ত্রণের যে পদ্ধতি প্রয়োগ করেছিলেন বৈজ্ঞানিক গবেষণার নীতি হিসাবে তা চিরকাল গ্রাহ্য হয়ে থাকবে।

যদিও বিজ্ঞানীরা নিজেরা কখনওই মৌলিক গবেষক, ফলিত গবেষক এভাবে শ্রেণিবিভক্ত হতে চান না তবুও কোন কোন গবেষক মূলত মৌলিক চিন্তারই উদ্ভাবক। তাঁরা সমসাময়িক কাল থেকে অনেকটাই অনগ্রসর থাকায় অনেক গবেষণার স্বীকৃতি পেতে দেরি হয়। মেডেল তার জীবনকালের মধ্যে স্বীকৃতি পাননি, মাইকেল ফ্যারাডেকে এক সময় উপহাসের শিকার হতে হয়েছিল, একথা সবাই জানে, অবশ্য বর্তমান পৃথিবীতে সামগ্রিকভাবে বিজ্ঞান গবেষণার যে বিপুল বিস্তার ঘটেছে এবং যোগাযোগ ব্যবস্থার যে অভাবনীয় উন্নতি ঘটেছে তাতে স্বীকৃতির প্রশংসা তত গুরুত্বপূর্ণ নয়। কিন্তু সত্যিই যদি এমন কোনো গবেষণায় কোনো বিজ্ঞানী নিজেকে নিয়োজিত করেন যা সমস্ত বিজ্ঞানীর ধারণার বাইরে তবে তাঁর ক্ষেত্রে কী ঘটবে তা বলা দুরূহ।

পূর্ববর্তী অংশে যেখানে বিজ্ঞান গবেষণায় ব্যক্তিমুখিতার (Subjectivity) কথা বলা হয়েছিল, যে সমস্ত ব্যক্তিগত বৈশিষ্ট্যের কথা বলা হয়েছিল, মৌলিক গবেষকদের ক্ষেত্রে তার প্রায় সবটাই প্রযোজ্য।

১.৪.২. ফলিত গবেষণা (Applied Research) :

ফলিত গবেষণার উদ্দেশ্য হল মৌলিক গবেষণার মাধ্যমে প্রাপ্ত জ্ঞান বা তত্ত্বের বাস্তবিক

প্রয়োগ। প্রয়োগ তত্ত্ব অবরোহী সিদ্ধান্তের (Deductive conclusion) ক্ষেত্রে হতে পারে বা অন্যকোনো প্রাকৃতিক বা সামাজিক বিষয়কে ব্যাখ্যা করার প্রয়োজনেও হতে পারে। মূল কথা হল তত্ত্বকে মানুষের কল্যাণে প্রয়োগ করার গবেষণাই হল ফলিত গবেষণা। এই অর্থে শিক্ষা গবেষণার অধিকাংশই হল ফলিত গবেষণা। মনোবিজ্ঞান তথা শিক্ষা মনোবিজ্ঞানের মৌলিক গবেষণালব্ধ তত্ত্ব ও তথ্যগুলি শিক্ষার উন্নয়নের স্বার্থে শ্রেণিকক্ষে বা অন্যত্র পঠনপাঠনের কাজে প্রয়োগ করে নতুন তথ্য সৃষ্টি করা শিক্ষা গবেষণাগার অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য। শিক্ষণের যতগুলি মডেল (Teaching models) আজ পর্যন্ত সৃষ্টি হয়েছে তার সবগুলির পিছনে আছে মনোবিজ্ঞানের কোনো না কোনো গবেষণার অবদান।

মৌলিক গবেষণা যদি হয় প্রকল্পোত্তর অবরোহী (Hypothetic's-deductive) প্রকৃতির তবে ফলিত গবেষণা প্রকল্পোত্তর অবরোহী ও কার্যোত্তর অনুসন্ধানী (Ex-post facto) এই দুই প্রকারই হতে পারে। প্রকল্পোত্তর অবরোহী কথাটির অর্থ প্রথমে প্রকল্প অর্থাৎ যুক্তিনির্ভর আনুমানিক সম্পর্ক স্থির করা ও পরে অবরোহী যুক্তির সাহায্যে তার সত্যতা নির্ণয়ের উপযোগী পরিস্থিতি তৈরি করা। আর কার্যোত্তর অনুসন্ধান কথাটির অর্থ হল ঘটনা অর্থাৎ কার্যটি ঘটে যাওয়ার পর উপস্থিত তত্ত্ব ও অন্যান্য তথ্যের মাধ্যমে তার ব্যাখ্যা দেওয়ার চেষ্টা করা। মৌলিক গবেষণায় প্রকল্প নির্ধারণের বিষয়টি গবেষকের বৈজ্ঞানিক সৃজনশীলতার উপর বহুলাংশে নির্ভর করে। ফলিত গবেষণার ক্ষেত্রে প্রকল্পের উৎস কোনো পূর্ববর্তী মৌলিক গবেষণা। অন্যত্র ফলিত গবেষণা কোনো কার্যকে যথাযথভাবে পর্যবেক্ষণ ও গবেষণার মাধ্যমে তার কারণের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট করতে চেষ্টা করে। গিলফোর্ডের বুদ্ধি বিষয়ক তত্ত্বকে মৌলিক গবেষণা বলা যায় কারণ এক্ষেত্রে প্রকল্পোত্তর অবরোহী যুক্তি তাঁর তত্ত্বের মূল ভিত্তি। কিন্তু থার্সটোনের তত্ত্ব কার্যোত্তর অনুসন্ধানী প্রকৃতির কারণ তিনি প্রথমে নানাভাবে বুদ্ধির পরিমাপ করে উৎপাদক বিশ্লেষণ (Factor Analysis) নামক মৌলিক পদ্ধতির সাহায্যে তাঁর তত্ত্বকে প্রতিষ্ঠিত করেছেন।

ফলিত গবেষণাতেও গবেষণার পদ্ধতি ও সোপানগুলি নিষ্ঠার সঙ্গে অনুসরণ করা হয়। সেদিক থেকে দেখতে গেলে ফলিত গবেষণা ও মৌলিক গবেষণার মধ্যে পার্থক্যটা খুব স্পষ্ট নয়। আবার বহুক্ষেত্রে দেখা যায় ফলিত গবেষণা হিসাবে শুরু হলেও শেষ পর্যন্ত তা মৌলিক গবেষণায় পর্যবসিত হয়েছে। কারণ কোনো তত্ত্বের প্রয়োগ করতে গিয়ে হয়ত আবিষ্কৃত হল তত্ত্বটির কোনো অসম্পূর্ণতা বা অসঙ্গতি। ফলে জন্ম নিল নতুন একটি তত্ত্ব বা নতুন একটি নতুন তাত্ত্বিক গবেষণা।

ফলিত গবেষণা বিজ্ঞানের একটি বিশেষ উদ্দেশ্য পূরণ করে। বিজ্ঞানকে সাধারণ মানুষের কাছে লাগিয়ে তাকে মানুষের কাছে গ্রহণযোগ্য করে তোলে ফলিত গবেষণা। এতে সাধারণ মানুষের সঙ্গে বিজ্ঞানী ও বৈজ্ঞানিক তত্ত্বের দূরত্ব কমে। শিক্ষা গবেষণায় ফলিত গবেষকরা অনেক সময়ই সাধারণ

মানুষের উপযোগী ভাষায় নানা সূত্র বা তত্ত্বকে নির্দেশনার আকারে উপস্থাপনা করেন। এর ফলে সাধারণ মানুষ তো উপকৃত হয়ই বিজ্ঞান গবেষণার জন্য প্রয়োজনীয় সামাজিক সমর্থনও মেলে। ফলিত গবেষণার মধ্যে দিয়ে বৈজ্ঞানিক তত্ত্বের সত্যতা প্রমাণের জন্য প্রয়োজনীয় অভিজ্ঞতা সমৃদ্ধ তথ্য ও উপাত্ত (data) পাওয়া যায়। সেদিক থেকে দেখতে গেলে মৌলিক গবেষণা ও ফলিত গবেষণা পরস্পর বিরোধী নয় বরং পরস্পরের পরিপূরক।

১.৪.৩. কার্যকরী গবেষণা (Action Research) :

কার্যকরী গবেষণা মৌলিক বা ফলিত গবেষণার মতো এতটা নিপুণ পদ্ধতি নির্ভর নয়। কার্যকরী গবেষণার সূত্রপাত হয় কোন উপস্থিত সমস্যার সমাধান নির্ণয় করার প্রচেষ্টার মাধ্যমে। এর উদ্দেশ্য উক্ত সমস্যার আশু কিন্তু উপযুক্ত সমাধান। অনেকের মতে কার্যকরী গবেষণা ফলিত গবেষণারই অপেক্ষাকৃত সরল রূপ। উভয়ের মধ্যে সত্যিকারের পার্থক্য কিছু নেই। একথা ঠিক যে সমস্যা সমাধানের জন্যও কোন উপযুক্ত তত্ত্বের প্রয়োগ ঘটতে পারে। কিন্তু এই প্রয়োগ ততটুকুই যতটুকু প্রয়োজন সমস্যাটির সমাধানকল্পে। সমস্যার সমাধান হয়ে গেলে তত্ত্বটির সত্যতা-অসত্যতা বা সম্পূর্ণতা-অসম্পূর্ণতা নিয়ে আর কোনো প্রশ্ন ওঠে না।

বিংশ শতাব্দীর শুরুতেই ফ্রান্সের বিদ্যালয় শিক্ষা অধিকর্তা (D.P.I.) একশ্রেণির ছাত্রছাত্রীর পশ্চাৎপদতার কারণ অনুসন্ধান করতে উদ্যোগী হন। তাঁর সমস্যা হল ওই ছাত্রছাত্রীরা কিছুতেই স্কুলের পড়াশোনায় অন্য ছাত্রছাত্রীদের সমান তালে শিখতে পারছে না। এই অনুসন্ধানের ভার তিনি দেন ফ্রান্সের বিখ্যাত মনোবিজ্ঞানী বিনের (Alfred Binet) উপর। পরবর্তী ইতিহাস সকলেরই জানা। এই সমস্যার সমাধান করতে গিয়ে আবিষ্কৃত হল বুদ্ধি পরিমাপ করার পদ্ধতি বা বুদ্ধির অভীক্ষা। এই গবেষণার ক্ষেত্রে কিন্তু মৌলিক, ফলিত এবং কার্যকরী গবেষণার ভেদাভেদ একাকার হয়ে গেছে। এই জন্যই প্রথমেই বলা হয়েছিল যে তিন প্রকার গবেষণার মধ্যে কোনো সূক্ষ্ম ভেদরেখা টানা যায় না।

কার্যকরী গবেষণার একটি বৈশিষ্ট্য হল, এর উদ্দেশ্য শুধুমাত্র যে একমুখী তাই নয়, অনেকটা সঙ্কীর্ণও। চিকিৎসাকেন্দ্রে (Clinic) পরামর্শদাতা কোনো সমস্যামূলক আচরণকারী শিশুর জন্য যখন প্রতিকারের পন্থা খোঁজেন, তখন তিনি সবসময়ই যে তত্ত্বের ভিত্তিতে চিন্তাভাবনা শুরু করেন, এমন নাও হতে পারে। প্রায়ই দেখা যায় তাঁর পূর্ববর্তী অভিজ্ঞতার ভাণ্ডার থেকে কোন কোনগুলি একত্রিত করলে বর্তমান সমস্যাটির ক্ষেত্রে কার্যকর হতে পারে তিনি সেইভাবেই চিন্তা করেন। অর্থাৎ তাঁর উদ্দেশ্য শুধু মাত্র অভিজ্ঞতালব্ধ তথ্যের একটি কার্যকর সমন্বয় ঘটানোর মধ্যেই সীমাবদ্ধ। তাদের পিছনে যে তাত্ত্বিক ভিত্তি আছে তাই নিয়ে চিন্তা করা তাঁর কাছে অপ্রয়োজনীয়।

কার্যকরী গবেষণার পরিকল্পনা তাৎক্ষণিক। বহুক্ষেত্রেই পরীক্ষা নিরীক্ষা বা পূর্বপ্রস্তুতির সময় কম। তথ্য সংগ্রহ উপস্থিত সমস্যার উৎসের মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকে এবং তা অত্যন্ত দ্রুততার সঙ্গে সম্পন্ন করা হয়। শ্রেণিকক্ষে কোন একটি বিশেষ ছাত্রের অতিরিক্ত চঞ্চলতার কারণ নির্ণয় করা ও তাকে প্রশমিত করার ব্যবস্থা করা বা একদল ছাত্রের আপাত অযৌক্তিক অবাধ্যতা দূর করা এরকম অনেক সমস্যার বেলাতেই কার্যকরী গবেষণা দরকার হয়। প্রতিক্ষেত্রেই দ্রুত কারণ অনুসন্ধান, সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও সিদ্ধান্তের প্রয়োগ করা দরকার হয়। এখানে পরীক্ষা নিরীক্ষা বলতে সিদ্ধান্তটি প্রয়োগ করে দেখা যে তা কতখানি কার্যকর হচ্ছে, সেটুকুই বোঝানো হচ্ছে। হয় কোন নিয়ন্ত্রিত পরীক্ষণ পদ্ধতিরও প্রয়োগ করা হচ্ছে না। গবেষণাগার হিসাবে ব্যবহার করা হচ্ছে শ্রেণিকক্ষকেই।

কার্যকরী গবেষণার ফলাফল সবসময় সর্বজনীন হয় না। অর্থাৎ গবেষণার ফলাফলের সামান্যীকরণ (Generalization) করা হয় না। একটি ছাত্রের চঞ্চলতার কারণ ও নিরসন করার পদ্ধতি অন্য সব ছাত্রছাত্রীর বেলায় প্রযোজ্য হবেই তা জোর দিয়ে বলা যায় না। গবেষক সে চেষ্টাও করেন না।

এই তিন প্রকার গবেষণা ছাড়াও আরও কয়েক প্রকার গবেষণা শিক্ষার ক্ষেত্রে প্রয়োজন। সেগুলি নীচে উল্লেখ করা হল।

১.৪.৪. শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণা (Historical Research in Education) :

মানব সভ্যতার ইতিহাসের মতো শিক্ষার ইতিহাসও প্রাচীন ও বহুবিচিত্র। সভ্যতার অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষারও নানা বিবর্তন ঘটেছে। সেই ইতিহাস আধুনিক শিক্ষার গতিপ্রকৃতি অনুধাবন করার জন্য জানা প্রয়োজন বলেই শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণা একটি গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করে আছে। কিন্তু ইতিহাস গবেষণাকে শিক্ষা গবেষণার বা সাধারণভাবে বৈজ্ঞানিক গবেষণার মতো মৌলিক, ফলিত বা কার্যকরী গবেষণায় বিভক্ত করা অবাস্তব। কারণ ইতিহাস গবেষণার রীতিপদ্ধতি মেনেই শিক্ষার ইতিহাস সংক্রান্ত গবেষণা করতে হয়।

ইতিহাস গবেষণায় কালবিভাগ ও কাল নির্ণয় একান্ত আবশ্যিক। প্রাচীন যুগ, মধ্যযুগ, আধুনিক যুগ এই কথাগুলি শিক্ষার ইতিহাসের বেলাতেও সমানভাবে প্রযোজ্য। বিভিন্ন যুগের ইতিহাসের উপাদান, তথ্য ও তথ্যের উৎস, তাদের বিচার বিশ্লেষণ শিক্ষার ইতিহাস রচনার ক্ষেত্রেও প্রয়োজন। প্রশ্ন হল, তাহলে স্বতন্ত্রভাবে শিক্ষার ইতিহাস গবেষণার প্রয়োজন কী ?

লক্ষ্য করে দেখা গেছে সমস্ত যুগেই সমসাময়িক রাজনীতি, অর্থনীতি, সমাজ ইত্যাদি শিক্ষার গতিপ্রকৃতিকে বহুলাংশে নিয়ন্ত্রিত করেছে। কিন্তু রাজনীতি, সামাজিক পরিস্থিতি ইত্যাদি সম্বন্ধে ঐতিহাসিকরা গবেষণা করলেও দীর্ঘকাল যাবৎ প্রত্যক্ষভাবে শিক্ষার বিষয়টি থেকেছে কিছুটা প্রচ্ছন্ন বা

গৌণ। পরবর্তীকালে শিক্ষাবিদরা যখন অনুসন্ধান করে দেখেছেন যে প্রত্যেক যুগেই শিক্ষা একটি প্রধান বিষয় হওয়া সত্ত্বেও তাকে যথেষ্ট গুরুত্ব সহকারে আলোকিত করার চেষ্টা হয়নি, তখনই শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণা ও তার রীতি পদ্ধতি অনেকটা স্থান দখল করে নিয়েছে।

ঐতিহাসিক গবেষণার তথ্য বিভিন্ন প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ উৎস থেকে সংগ্রহ করা হয়। মূল ঐতিহাসিক গবেষণা যেমন অনেক তথ্যের আকর, তেমনি প্রাচীন ও মধ্যযুগীয় সাহিত্য, ধর্মগ্রন্থ, পুরাতাত্ত্বিক নিদর্শন, মুদ্রা প্রভৃতি আধুনিক যুগের নানা গ্রন্থ, দলিল, সরকারি নির্দেশনামা ইত্যাদি অসংখ্য উৎস শিক্ষার ইতিহাস রচনায় তথ্য সরবরাহ করে। বলা বাহুল্য এই কাজ কঠিন। প্রাচীন উপাদানগুলি থেকে প্রকৃত তথ্য বাছাই করার ভিত্তি কী হবে, কোন জীবনীকার রাজা বা নবাব বাদশাদের সম্বন্ধে লিখতে যে কতখানি প্রকৃত তথ্য দিয়েছেন, কতটাই বা চাটুকারিতা করেছেন, বিদেশি পর্যটকরা যে বিবরণ দিয়েছেন তার পাঠোদ্ধার, প্রাচীন শিলালিপির পাঠোদ্ধার ইত্যাদি প্রশ্ন ও কাজের মধ্যে শিক্ষার ইতিহাস রচনার যথার্থতা নির্ভর করে। এই কারণেই শিক্ষার ইতিহাস আলাদা গবেষণার বিষয় এবং তার রীতি পদ্ধতিও জানা প্রয়োজন গবেষকদের।

আধুনিককালের ইতিহাস রচনা অপেক্ষাকৃত সহজ মনে হলেও প্রকৃতপক্ষে তা নয়। আধুনিক ইতিহাসের উপাদান যদিও গবেষকের আয়ত্তের বাইরে নয়, তবুও তার বিচার বিশ্লেষণ সংক্রান্ত রীতিনীতিগুলি সহজসাধ্য নয়। তার কারণ আধুনিক যুগের রাজনৈতিক, সামাজিক ও অর্থনৈতিক জটিলতা অনেক বেশি। এমনকি এক দেশের শিক্ষার ইতিহাস রচনা করতে গেলে অন্য দেশের ইতিহাস চর্চা, তার প্রভাব ও প্রকরণের আলোচনা আবশ্যিক হয়ে দাঁড়ায়। একটি সরকারি নির্দেশনামায় যতটুকু তথ্য থাকে তার চেয়ে অনেক বেশি তথ্য থাকে যে প্রেক্ষাপটে নির্দেশনামাটি জারি করা হয়েছিল তার মধ্যে। সেটুকু বাদ দিলে শিক্ষার প্রকৃত ইতিহাস অসম্পূর্ণ।

শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণায় কিছু কিছু গবেষক দক্ষতার পরিচয় রাখলেও এর নীতি ও রীতি পদ্ধতি নিয়ে স্বতন্ত্র আলোচনা বেশি চোখে পড়ে না। কারণ শিক্ষার ইতিহাস এখনও মূলত বিবরণাত্মক রয়ে গেছে। আমাদের দেশের শিক্ষার ইতিহাসে এই দুর্বলতা বেশি প্রকট। শিক্ষাকে একটি সামাজিক, রাজনৈতিক ও অর্থনৈতিক প্রেক্ষাপট থেকে পূর্ণাঙ্গ বিশ্লেষণ করার প্রবণতা এখনও কম।

১.৪.৫. শিক্ষা দর্শনের গবেষণা (Research in Educational Philosophy) :

শিক্ষার গুরুত্বপূর্ণ দার্শনিক ভিত্তি আছে। শিক্ষার বৃহত্তর উদ্দেশ্য ও নির্দিষ্ট লক্ষ্যগুলি স্থির করার ক্ষেত্রে দর্শনই আমাদের দিক নির্দেশক। আর শিক্ষার সংজ্ঞা (Concept), উদ্দেশ্য (Aims) ও লক্ষ্যকে (Objectives) ঘিরেই আবর্তিত হয় শিক্ষার পাঠক্রম, মূল্যায়ন প্রভৃতি উপাদানগুলি। সেই

कारणेई शिक्षा दर्शनेर गवेयणां शिक्षार गतिप्रकृति निर्धारण एवंग तार याथार्थ विचारेर जन्य अवश्य प्रयोजनीय विषय।

शिक्षार दर्शन दुईभावे शिक्षा चिन्ताके प्रभावित करेहे। एकदिक थेके दर्शनेर मौलिक भावधारांशुलि, येमन, आदर्शवाद (Idealism), प्रकृतिवाद (Naturalism), वास्तववाद (Realism), प्रयोगवाद (Pragmatism) इत्यादि प्रत्यक्ष ओ परोक्षभावे शिक्षा-चिन्ताके प्रभावित करे। अन्यदिके एक एकजन शिक्षा चिन्ताविद ईई भावधारांशुलिंर आलोकेई तौंदेर निजेदेर शिक्षा दर्शन स्तत्र करे नियेहेन। तौंरा शुधु दार्शनिक हिंसावेई निजेदेर प्रतिष्ठित करेननि, तौंदेर दर्शनके वास्तुवे प्रयोग करे परीक्षा निरीक्षार माध्यमे एकटि चिन्ताधाराके प्रतिष्ठित करे गेहेन। पाश्चात्य देशे रूशो (Rousseau), फ्रयबेल (Froebel), डीउई (Dewey), प्रमुख एवंग आमदेर देशे रवीन्द्रनाथ, गान्धिजि प्रमुख एर उदाहरण।

दार्शनिक गवेयणार रीति पद्धति पूर्वोज्ञ वैज्ञानिक गवेयणार वा ऐतिहासिक गवेयणार पद्धति थेके स्तत्र। सेई कारणेई दार्शनिक गवेयणार प्रसङ्गटि आलादाभावे उल्लेख करा प्रयोजन। शिक्षार दर्शने दार्शनिक भावधारांर प्रभाव अनेक स्फेरेई परोक्ष। सेजन्य गवेयणार उद्देश्य सरासरी दार्शनिक भावधारांर विचार करा नय, शिक्षाय तार प्रभाव निर्णय करा एवंग प्रभावेर यौक्तिकता विचार करा। वर्तमान शिक्षाय पाश्चात्य दर्शन छाडाओ भारतीय दर्शनेर प्रभाव नियेओ गवेयणा हये थाके। सेस्फेरेओ गवेयणार पद्धति एकई। अर्थां गवेयकरा कोन एकटि दार्शनिक मतवाद अनुयायी शिक्षार लक्ष्य, शिक्षार उपादानंशुलि, शिक्षार संज्ञा, शिक्षकेर भूमिका इत्यादि विषयंशुलि विचार करेन, अवश्यई युक्तिर विहिते।

दार्शनिक मतवादेर सत्यता-असत्यतार प्रश्नटि अवासुंर। एक एकटि दार्शनिक मतवाद एक एकटि दृष्टिभङ्गि यार साहाये जागतिक घटनाबलिंर एकटि युक्तिसम्मत व्याख्या देओया हय। शिक्षा ईई जागतिक घटनाबलिंर एकटि अंश मात्र एवंग तदनुयायी शिक्षार स्वरूपटि अनुधावन करार जन्य दार्शनिक युक्तिंशुलिंर प्रयोग करई हल शिक्षा दर्शनेर गवेयणार मूल उद्देश्य।

व्यक्तिमुखी दार्शनिक गवेयणाय, येमन, स्वामी विवेकानन्द, रूशो, हारबार्ट, रवीन्द्रनाथ गान्धिजि, डीउई वा आरओ अनेकेर विषये गवेयणा गवेयकेर उद्देश्य साधारणत कयेकटि प्रश्नेर उत्तर खोजार मध्ये निवद्ध थाके। संक्षेपे तार उल्लेख करा हल।

- व्यक्तिर दार्शनिक चिन्तार व्यक्तिगत उत्स की? अर्थां तौंर जीवन शिक्षादीक्षा, तौंर उपर अन्य मानुंवेर प्रभाव, समसामयिक घटनाबलिंर प्रभाव इत्यादि।

- ব্যক্তির দার্শনিক চিন্তার ভিত্তি কী? অর্থাৎ তিনি মূলক কোন দার্শনিক ভাবধারা তথা মতবাদের অনুসারী এবং কেন?
- ব্যক্তির শিক্ষাচিন্তার প্রত্যক্ষ অনুসন্ধান, যা তাঁর লেখায়, বক্তৃতায় বা অন্য নিদর্শনে ছড়িয়ে আছে।
- যদি পরীক্ষা-নিরীক্ষার জন্য তিনি তাঁর চিন্তাকে বাস্তবে প্রয়োগ করে থাকেন তবে তাঁর কার্যক্রমের মধ্যে শিক্ষাচিন্তার প্রতিফলন কীভাবে ঘটেছে এবং তার ফলাফল কী হয়েছে?
- সমসাময়িককালে তাঁর দার্শনিক চিন্তা ও প্রয়োগের তাৎপর্য ও প্রাসঙ্গিকতা কী?

ইতিহাস গবেষকের মতোই দর্শনের গবেষকও মূল আকর গ্রন্থ ছাড়াও গৌণ উৎস, যেমন, অন্য গবেষকের মতামত, বিশ্লেষণ ইত্যাদি, থেকেও তাঁর প্রয়োজনীয় যুক্তিতথ্য আহরণ করেন।

১.৪.৬. গোষ্ঠীগত গবেষণা (Ethnographic Research) :

এই গবেষণার রীতিপদ্ধতি প্রধানত সমাজতত্ত্ব (Sociology) ভিত্তিক। শিক্ষার ক্ষেত্রে সমাজের ভূমিকা অনৈস্বীকার্য। শিক্ষার সমাজতত্ত্ব (Sociology of Education) বা শিক্ষামূলক সমাজতত্ত্ব (Educational Sociology) নামক শিক্ষা বিজ্ঞানের শাখা এই ভূমিকারই স্বীকৃতি। যখন একদল মানুষ তাদের নিজস্ব জীবনশৈলী (Life style), কৃষ্টি (Culture), ধ্যানধারণা, সংস্কার, রীতিনীতি সবকিছুকে সামগ্রিকভাবে অপরিবর্তনীয় মনে করে এবং তাদের আত্মপরিচয়ের (Identity) অপরিহার্য অঙ্গ বলে মনে করে তখন তাদের গোষ্ঠীবদ্ধ গবেষণা বর্তমানে করা হয়। গোষ্ঠীর (Ethnic group) অন্য বৈশিষ্ট্য যাইহোক মূলত এই কারণেই গোষ্ঠীভুক্ত মানুষ তার সমাজ থেকে নিজেকে অভিন্ন বলে মনে করেন।

শিক্ষার ক্ষেত্রে গোষ্ঠীবদ্ধতার ভূমিকা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ একথা বলাই বাহুল্য। গোষ্ঠীগত গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য এই ভূমিকার স্বরূপটি বোঝা এবং সেই অনুযায়ী শিক্ষার গতিপ্রকৃতি ও পরিকল্পনা স্থির করা। প্রকৃতপক্ষে গোষ্ঠীগত গবেষণা কোন স্বতন্ত্র গবেষণা পদ্ধতি নয়। গবেষণার যেসব রীতিপদ্ধতি পরবর্তী এককগুলিতে একে একে আলোচনা করা হবে, সেগুলিই গোষ্ঠীগত গবেষণার ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা হয়ে থাকে।

১.৪.৭. গুণগত ও পরিমাণগত গবেষণা (Qualitative and Quantitative Research) :

গবেষণার এই শ্রেণিবিভাগও কোনো প্রকৃত শ্রেণিবিভাগ নয়। কারণ কোনো গবেষণাই সম্পূর্ণ পরিমাপমূলক গবেষণা নয়। পরিমাপকে ব্যাখ্যা করার জন্য গুণগত বিশ্লেষণ অবশ্য প্রয়োজন। প্রধানত যদি কোনো গবেষণার কাজে কোনো পরিমাপভিত্তিক তথ্য ব্যবহার না করে যুক্তি প্রমাণের মাধ্যমে

সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়ার প্রচেষ্টা করা হয় তবে তাকে গুণগত গবেষণা বলা হয়। সেই অর্থে দার্শনিক গবেষণা বা ঐতিহাসিক গবেষণাও গুণগত গবেষণা। তবে সাধারণভাবে সমাজ বিজ্ঞানের নানা শাখায়, শিক্ষায়, মনোবিজ্ঞানে যে গবেষণার উদ্দেশ্য বর্ণনাত্মক ও বিশ্লেষণাত্মক এবং যেক্ষেত্রে পরিমাপ পদ্ধতির প্রয়োগ সম্ভব নয় বা নির্ভরযোগ্য নয়, সেক্ষেত্রে গুণগত গবেষণা পদ্ধতিই উপযুক্ত। পরিমাপগত গবেষণা, বলাবাহুল্য সর্বাংশে পরিমাপ নির্ভর। উভয়প্রকার গবেষণারই যেসব সুবিধা অসুবিধা আছে তা যথাস্থানে উল্লেখ করা হবে।

১.৪.৮. ব্যক্তিমুখী ও দলমুখী গবেষণা (Idiographic and Nomothetic Research) :

এই শ্রেণিবিভাগ একান্ত নীতিগত প্রশ্নের উপর নির্ভরশীল। যদি একদল মানুষ বা সমগ্র মানব সমাজ সম্বন্ধে একটি সাধারণ সূত্র বা তত্ত্ব নির্ণয় করতে চাই তবে মানুষে মানুষে যে ব্যক্তিগত বৈষম্য আছে তাকে অস্বীকার করে মানুষের মধ্যে যে সব ক্ষেত্রে সাদৃশ্য আছে সেগুলিকেই গ্রহণ করতে হয়। অধিকাংশ গবেষণাতেই ভৌত বিজ্ঞানকে সামনে রেখে এমন একটি সামান্যীকৃত সূত্র (Generalized law) নির্ণয়ের চেষ্টা হয় যা সব মানুষের বেলাতে খাটবেই একথা জোর দিয়ে বলা যায় না। কারণ এই জাতীয় গবেষণা নমুনা (sample) নির্ভর। এদেরই বলা হয় দলমুখী (Nomothetic) গবেষণা। যেমন, যদি মনে করা হয় আচরণের ফলাফল সন্তোষজনক হলে, সেই আচরণটি স্থায়ীভাবে শেখা হয়ে যায়। কিন্তু সমস্ত মানুষের ক্ষেত্রে এবং সমস্ত আচরণের বেলায় কি কথাটি ঠিক? যদি এমন কোনো আচরণ থাকে যা একবার সন্তুষ্টি বিধানের পর আর দ্বিতীয়বার করার প্রয়োজন বা আগ্রহ হয় না। তার বেলায় কি এই নীতিটি প্রযোজ্য?

বিপরীত ধরনের গবেষণার নীতি যাঁরা অনুসরণ করেন তাঁরা বলেন, কোন সর্বজন প্রযোজ্য সূত্রের প্রয়োজন মানুষের বেলাতে খাটে না। প্রতিটি মানুষ এক এবং একক। একজনের সঙ্গে আর একজনকে অভিন্ন মনে করার দরকার নেই। একজন ব্যক্তিকে ভালোভাবে জানাটাই হল শিক্ষা বা মনোবিজ্ঞান গবেষণার উদ্দেশ্য। সুতরাং মানুষের স্থায়ী ব্যক্তিত্ব (Personality) আছে কি নেই, একজন মানুষ আর একজন মানুষের সমান অন্তর্মুখী (Introvert) কিনা তা জানার প্রশ্ন অবাস্তব। কোনো একটা মুহূর্তে মানুষ যে আচরণ করে তাকে বিশ্লেষণ করাই হল আসল কাজ। সুতরাং অন্য ছাত্রছাত্রীরা কী পারে বা পারে না তা শিক্ষকের পক্ষে কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তে জানা অপ্রয়োজনীয়। তিনি দেখুন তাঁর উদ্দিষ্ট ছাত্র বা ছাত্রীর শেখা সম্পন্ন হয়েছে কিনা।

শিক্ষা গবেষণায় সামগ্রিকভাবে দলগত দিকটির প্রাধান্য থাকলেও ব্যক্তিমুখী নীতিকে অগ্রাহ্য করা হয়নি। সেজন্য উভয় প্রকার গবেষণাই শিক্ষা গবেষণার রীতি পদ্ধতিতে স্থান পেয়েছে।

১.৫ সারসংক্ষেপ (Summing Up)

এই এককটিতে শিক্ষা গবেষণার ধারণা ও প্রকারভেদের সংক্ষিপ্ত রূপরেখা দেওয়া হয়েছে। প্রথমে বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা কী সে প্রসঙ্গে বলা হয়েছে যে বিজ্ঞান কার্যকারণ সম্পর্কের ভিত্তিতে প্রাকৃতিক সত্যকে জানার চেষ্টা করে। এই জানার মধ্য দিয়ে অনেক কিছু নিয়ন্ত্রণ ও পূর্বানুমান করা সম্ভব হয়। বৈজ্ঞানিক গবেষণা একটি সুশৃঙ্খল উদ্দেশ্যমুখী কার্যপরম্পরা যার মধ্যে দিয়ে বিজ্ঞানী তাঁর উদ্দিষ্ট লক্ষ্যে পৌঁছাতে চেষ্টা করেন। বৈজ্ঞানিক গবেষণা, নৈর্ব্যক্তিক, পুনরাবৃত্তিযোগ্য এবং যাচাই করার যোগ্য। বৈজ্ঞানিক গবেষণা নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে আপাতবিচ্ছিন্ন দুই বা ততোধিক বিষয়ের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের চেষ্টা করে। বিজ্ঞান বা বৈজ্ঞানিক গবেষণায় চূড়ান্ত সত্য বলে কিছু নেই।

শিক্ষা গবেষণার মধ্যে বৈজ্ঞানিক গবেষণার সবকয়টি বৈশিষ্ট্য ও শর্ত বর্তমান। সেজন্য শিক্ষা গবেষণাও বৈজ্ঞানিক গবেষণা। কিন্তু তা সত্ত্বেও শিক্ষা গবেষণা সম্পূর্ণরূপে ভৌত বিজ্ঞান গবেষণার সমকক্ষ নয়। কারণ শিক্ষায় পরিমাপ পদ্ধতি ভৌত পরিমাপের অনুরূপ নয় এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ করার প্রক্রিয়া বহুলাংশে সম্ভাব্যতার নীতির উপর নির্ভরশীল। মানুষের আচরণ ভৌতবস্তুর আচরণ অপেক্ষা জটিল এবং ব্যক্তিগত বৈষম্য শিক্ষা গবেষণার ফলাফল সামান্যীকরণের ক্ষেত্রে একটি প্রধান অন্তরায়। এ ছাড়াও নৈতিকতার প্রশ্নটিও শিক্ষা গবেষণার ক্ষেত্রে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

শিক্ষা গবেষণার তথা সামগ্রিকভাবে গবেষণার প্রকারভেদ সম্বন্ধে প্রধানত তিন প্রকার গবেষণার কথা বলা হয়েছে। মৌলিক গবেষণা, ফলিত গবেষণা ও কার্যকরী গবেষণা—এই তিন প্রকার গবেষণার মধ্যে কোনো সূক্ষ্ম বিভাজন রেখা টানা যায় না। মৌলিক গবেষণার উদ্দেশ্য নতুন তত্ত্ব নির্ণয়, পুরানো তত্ত্বের পরিবর্তন, পরিমার্জন বা নতুন পদ্ধতির উদ্ভাবন। ফলিত গবেষণার উদ্দেশ্য মৌলিক গবেষণালব্ধ নীতির প্রয়োগ করে নীতির কার্যকারিতা পরীক্ষা ও সেই সঙ্গে মানব কল্যাণ। কার্যকরী গবেষণার উদ্দেশ্য উপস্থিত কোনো সমস্যা সমাধানের জন্য কাজ করা। সমস্যাটির সমাধান হলে কার্যকরী গবেষণার সমাপ্তি ঘটে। এছাড়াও শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণা ও শিক্ষা দর্শনের গবেষণার মূলনীতিগুলি আলোচনা করা হয়েছে। উল্লেখ করা হয়েছে গুণগত গবেষণা ও পরিমাণগত গবেষণা কথা এবং ব্যক্তিমুখী ও দলমুখী গবেষণার প্রসঙ্গও।

১.৬ প্রশ্নাবলি (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। বিজ্ঞানের একটি সংজ্ঞা দিন।
- ২। পূর্বানুমান কথাটির অর্থ কী ?
- ৩। বিজ্ঞানের তিনটি উদ্দেশ্য কী কী ?
- ৪। বিজ্ঞান গবেষণায় ধারণাগুলির সংজ্ঞা নির্ণয় করা প্রয়োজন কেন ?
- ৫। ধ্রুবক কথাটির অর্থ কী ?
- ৬। বিজ্ঞান গবেষণা পুনরাবৃত্তিযোগ্য হওয়া প্রয়োজন কেন ?
- ৭। গুণগত গবেষণা কী ?
- ৮। পরিমাণগত গবেষণা কী ?
- ৯। মৌলিক গবেষণা কেন করা হয় ?
- ১০। ফলিত গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য কী ?
- ১১। কার্যকরী গবেষণা কাকে বলে ?
- ১২। শিক্ষায় ইতিহাস গবেষণা কোন্ দিক দিয়ে স্বাতন্ত্র্য ?
- ১৩। ব্যক্তিমুখী ও দলমুখী গবেষণার প্রধান পার্থক্য কী ?
- ১৪। গোষ্ঠী বলতে কী বোঝায় ?
- ১৫। গোষ্ঠীগত গবেষণার প্রয়োজন কী ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। বিজ্ঞান গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্যগুলি উল্লেখ করুন।
- ২। বিজ্ঞান গবেষণার প্রকৃতি সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
- ৩। শিক্ষা গবেষণাকে বৈজ্ঞানিক গবেষণা বলা যায় কি ?
- ৪। ভৌত বিজ্ঞান ও শিক্ষা গবেষণা কোন্ কোন্ দিক দিয়ে পৃথক ?
- ৫। মৌলিক গবেষণা কাকে বলে ? উদাহরণ দিন।
- ৬। শিক্ষায় ফলিত গবেষণার উদাহরণসহ আলোচনা করুন।

- ৭। কার্যকরী গবেষণা অন্য দুই প্রকার গবেষণা অপেক্ষা স্বতন্ত্র কেন ?
- ৮। তিন প্রকার গবেষণার মধ্যে প্রকৃত ভেদরেখা অস্পষ্ট কেন ?
- ৯। শিক্ষায় ঐতিহাসিক গবেষণার প্রকৃতি ও উদ্দেশ্য সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
- ১০। শিক্ষা দর্শনের গবেষণা কয় প্রকার ও কী কী ?
- ১১। গোষ্ঠীগত গবেষণা কাকে বলে ?
- ১২। ব্যক্তিমুখী ও দলমুখী গবেষণার পার্থক্য কী ? নিজস্ব উদাহরণ দিন।

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক গবেষণার স্বরূপ আলোচনা করুন।
- ২। শিক্ষাগবেষণা ও বৈজ্ঞানিক গবেষণার তুলনামূলক আলোচনা করুন। প্রয়োজনমতো নিজস্ব উদাহরণ দিন।
- ৩। শিক্ষা গবেষণার প্রধান তিনটি প্রকারভেদ কী কী ? এদের উদ্দেশ্য বিস্তারিত ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। শিক্ষা গবেষণার ঐতিহাসিক ও দর্শন বিষয়ক গবেষণার প্রকরণ সম্বন্ধে নিজস্ব উদাহরণসহ আলোচনা করুন।
- ৫। শিক্ষা গবেষণার বিভিন্ন প্রকারভেদ সম্বন্ধে সংক্ষেপে বিবরণ দিন।

একক ১ : (খ) □ গবেষণার চল : অর্থ ও প্রকারভেদ
(Research Variables : Meaning and Types)

গঠন (Structure)

- ১.৭ সূচনা
- ১.৮ উদ্দেশ্য
- ১.৯ চল-এর সংজ্ঞা
- ১.১০ চল-এর প্রকারভেদ
 - ১.১০.১ স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল
 - ১.১০.২ মধ্যবর্তী চল
 - ১.১০.৩ অসংলগ্ন চল
 - ১.১০.৪ ধারাবাহিক ও শ্রেণিবিভক্ত চল
 - ১.১০.৫ নিয়ন্ত্রিত চল
- ১.১১ সারসংক্ষেপ
- ১.১২ প্রণাবলী

১.৭ সূচনা (Introduction)

বৈজ্ঞানিক গবেষণা ও পরে শিক্ষা গবেষণার উদ্দেশ্য ও বৈশিষ্ট্য প্রসঙ্গে বার বার বলা হয়েছে যে গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য হল দুইটি ঘটনা, বিষয় ইত্যাদির পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয় এবং এই সম্পর্কের ভিত্তিতে নিয়ন্ত্রণ ও পূর্বানুমান করার কথা। সঠিকভাবে উল্লেখ করতে হলে বলতে হয় সম্পর্ক নির্ণয়ের প্রয়োজন নির্ভর করে পরিবর্তনশীলতার উপর। একথাও বলা হয়েছে যে যা অপরিবর্তিত থাকে, যা ধ্রুবক তার সঙ্গে অন্যকিছুর সম্পর্ক নির্ণয়ের প্রশ্ন আসে না যদি না ওই ধ্রুবক শর্তাধীন হয়। যাইহোক, যাদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা বৈজ্ঞানিক তথা শিক্ষা গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য তাদের গবেষণার ভাষায় বলা হয় চল (Variable)। চল-এর প্রকৃতি সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা না থাকলে গবেষণার কাজ শুরু করা যায় না। সেজন্য বর্তমান অংশে চল সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া হবে।

১.৮ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই উপএককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ চল-এর সংজ্ঞা বলতে পারবেন।
- ★ চল-এর প্রকারভেদ সম্বন্ধে অবহিত হবেন।
- ★ স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল-এর পার্থক্য নির্ণয় করতে পারবেন।
- ★ মধ্যবর্তী, ধারাবাহিক, শ্রেণিবিভক্ত ও অসংলগ্ন চলের ভূমিকা সম্বন্ধে বলতে পারবেন।
- ★ গবেষণায় নিয়ন্ত্রিত চল কাকে বলে বলতে পারবেন।

১.৯ চল-এর সংজ্ঞা (Concept of Variable)

কোন অবস্থা (condition), বৈশিষ্ট্য (Attribute) বা গুণ (Quality) যা পরিবর্তিত হয় এবং যে পরিবর্তনের পিছনে সুশৃঙ্খল কার্য-কারণ সম্পর্ক থাকে অর্থাৎ যার পরিবর্তনশীলতা অন্য কোন অবস্থা, বৈশিষ্ট্য বা পরিবর্তনের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট, গবেষণার ভাষায় তাকেই বলে চল (variable)। এই অবস্থা, গুণ বা বৈশিষ্ট্য ভৌত জগতের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট হতে পারে। ব্যক্তি, দল বা সমাজের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হতে পারে। এমনকি প্রতিষ্ঠান বা কোন বিমূর্ত ধারণার ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য হতে পারে। কয়েকটি প্রশ্নের মাধ্যমে চল সম্বন্ধে ধারণাটি পরিস্ফুট হবে।

- ▲ একটি নির্দিষ্ট শব্দতালিকা মুখস্থ করতে কতটা সময় লাগে ?
- ▲ বিদ্যালয়ে শিক্ষকের সংখ্যা বাড়লে কি ছাত্রদের শিক্ষার মান বাড়বে ?
- ▲ ছবি আঁকার দক্ষতার সঙ্গে কি বুদ্ধির সম্পর্ক আছে ?
- ▲ উদ্বেগ বেশি হলে কি পরীক্ষার নম্বর বাড়বে ?

প্রথম প্রশ্নে প্রাথমিকভাবে তালিকায় শব্দ সংখ্যা স্থির কিন্তু মুখস্থ করার জন্য প্রয়োজনীয় সময় ব্যক্তিভেদে কম বা বেশি হতে পারে। আবার দরকার মতো তালিকায় শব্দের সংখ্যা ক্রমাগত নির্দিষ্ট হারে কমানো বা বাড়ানো যেতে পারে। আশা করা যায় তার সঙ্গে সঙ্গে মুখস্থ করার সময়ও কমবে বা বাড়বে। সুতরাং তালিকায় শব্দ সংখ্যা একটি চল তার সঙ্গে সম্পর্কিত সময় একটি চল। এর মধ্যে সময়, ভৌত চল। দ্বিতীয় প্রশ্নে শিক্ষকের সংখ্যা বিদ্যালয়ের একটি বৈশিষ্ট্য কিন্তু শিক্ষার মান ছাত্রছাত্রীদের অর্জিত বৈশিষ্ট্য। প্রাথমিকভাবে প্রশ্নটির অন্তর্নিহিত অর্থ হল, শিক্ষকের সংখ্যা যদি ক্রমাগত বাড়ানো যায় তবে শিক্ষার মানও ক্রমাগত বাড়বে। এখানে চল দুটি দুই উৎস থেকে

নেওয়া হয়েছে। তৃতীয় প্রশ্নে ছবি আঁকার দক্ষতা একটি চল কারণ এক একজন মানুষের দক্ষতা ভিন্ন রকম আবার বুদ্ধির দিক থেকেও মানুষে মানুষে পার্থক্য আছে। সুতরাং প্রশ্নটির অন্তর্নিহিত অর্থ হল যার বুদ্ধি যত বেশি, সে কি ছবি আঁকায় ততই দক্ষ? এখানে বুদ্ধি ও দক্ষতা একই ব্যক্তির বৈশিষ্ট্য। শেষ প্রশ্নটির দুটি চল উদ্বেগ ও পরীক্ষার নথর। এক্ষেত্রেও চল দুটি একই ব্যক্তির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট। প্রতিটি প্রশ্নেই এমন ইঙ্গিত আছে যে চল দুটি কোনো না কোনোভাবে সম্পর্কিত।

চলের প্রাথমিক সংজ্ঞায় বলা হয়েছে, চল পরিবর্তনশীল (variable)। উপরের প্রশ্নগুলির ক্ষেত্রে প্রতিটি চলই পরিবর্তনশীল। বিদ্যালয় শিক্ষকের সংখ্যা এককভাবে বিচার করা যায় না। শিক্ষকের সংখ্যার কম-বেশি নির্ভর করে ছাত্র সংখ্যার উপর। অর্থাৎ ছাত্র-শিক্ষক অনুপাতই আসল কথা। কোন একটি বিদ্যালয়ে ছাত্র শিক্ষক অনুপাত অপরিবর্তনশীল থাকে যদি ছাত্রসংখ্যা না বাড়ে বা শিক্ষকের সংখ্যা না কমে বা বাড়ে। কিন্তু ছাত্র-শিক্ষক অনুপাত সমস্ত বিদ্যালয়ে সমান নয়, অতএব পরিবর্তনশীল। আর শিক্ষার মানও (ধরা যাক পরীক্ষার ফলাফল শিক্ষার মান নির্ণায়ক সূচক) বিদ্যালয়ে বিদ্যালয়ে পৃথক। এইভাবে দেখা যাবে প্রতিটি প্রশ্নের প্রতিটি চলই পরিবর্তনশীল।

শুধুমাত্র পরিবর্তনশীলতাই নয়। যদি চলগুলির পরিবর্তনশীলতা পরিমাপযোগ্য না হয় এবং যদি চলগুলি পরিবর্তন সুশৃঙ্খল না হয় তবে চল হিসাবে তাদের কোনো মূল্য থাকে না। কারণ চলগুলি পরিমাপযোগ্য হলে, পরিবর্তনের হার গতিপ্রকৃতি জানা সম্ভব হয়। অনেকে এক্ষেত্রেই পরিবর্তনের হার ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। পূর্বের উদাহরণে মুখস্থ করা জন্য নির্দিষ্ট শব্দ তালিকায় শব্দের সংখ্যা একটি বা দুটি হারে নিয়মিত বাড়ানো যায়। অর্থাৎ ইচ্ছামতো পরিবর্তনের হার নিয়ন্ত্রিত করা যায়। আবার একজন ব্যক্তির বুদ্ধি বা চিত্রাঙ্কনের দক্ষতা ইচ্ছামত বাড়ানো বা কমানো যায় না কিন্তু অনেক মানুষের বুদ্ধি ও চিত্রাঙ্কনের দক্ষতা পরিমাপ করলে তাদের মধ্যকার পরিবর্তনের মান জানা সম্ভব।

মনোবৈজ্ঞানিক বা শিক্ষাগবেষণায় সবসময় সমস্ত চলকে সরাসরি নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। কিন্তু ভৌত জগতে অনেক বেশি সংখ্যক চলকে নিয়ন্ত্রণ করে গবেষণা সম্পন্ন করা হয়। যে সব বৈশিষ্ট্য স্বাভাবিক নিয়মে পরিবর্তিত হয় (যেমন, শিশুর বিকাশ ও বুদ্ধির সঙ্গে যুক্ত চলগুলি) এবং সেই পরিবর্তনের গতি ও হার লক্ষ্য করলে বা পরিমাপ করলে, অন্য চলের সঙ্গে তার সম্পর্ক নির্ণয় করা যায়, সে সব বৈশিষ্ট্যকে চল হিসাবে গণ্য করায় কোনো বাধা নেই। সেই জন্যই নিয়ন্ত্রণযোগ্যতা চলগুলির অন্যতম শর্ত হিসাবে উল্লেখ করা হয়।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে গবেষণার মূল প্রশ্নটির উত্তর লাভ করার জন্য প্রশ্নের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট দুই বা ততোধিক ধারণা, অবস্থা, বা বৈশিষ্ট্য যেগুলি পরিবর্তনশীল, পরিমাপযোগ্য ও নিয়ন্ত্রণযোগ্য, সেগুলিকেই চল বলা হয়।

১.১০ চল-এর প্রকারভেদ (Types of Variables)

চল-এর সংজ্ঞা থেকে ধরে নেওয়া যায় যে গবেষণার কার্যক্রম আবর্তিত হয় চলকে ঘিরে। মানুষের আচরণের ক্ষেত্রে, একই আচরণের সঙ্গে যুক্ত অনেক গুণ বা বৈশিষ্ট্য প্রায় দুর্ভেদ্য জটিলতা সৃষ্টি করে। ছাত্রছাত্রীরা কী শেখে, কেন শেখে, কেমনভাবে শেখে এরকম প্রতিটি প্রশ্নের উত্তর দিতে গেলে দেখা যাবে অসংখ্য প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ চল শেখা নামক আচরণকে নিয়ন্ত্রণ করে। কিন্তু এইসব চল শিখনকে এক রকমভাবে প্রভাবিত করে না অর্থাৎ শিখনের ক্ষেত্রে সমস্ত চলের ভূমিকা একরকম নয়। সেই কারণে গবেষণার পরিকল্পনা করার সময় গবেষণার বিষয়ের সঙ্গে যুক্ত চলগুলির তালিকা যেমন প্রয়োজন তেমনি জানা দরকার কোন্টির সম্ভাব্য ভূমিকা কী? চল-এর প্রকারভেদ সম্বন্ধে জানলে, প্রাথমিকভাবে কোন একটি গবেষণার বিষয়ে চল-এর ভূমিকা সম্বন্ধে জানা সম্ভব হবে।

১.১০.১. স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল (Independent and Dependent Variable)

যদি স্বাভাবিক প্রাকৃতিক নিয়মে দুইটি চলের মধ্যে এমন সম্পর্ক বিদ্যমান থাকে যে একটি চলকে ক্রমাগত পরিবর্তন করলে তার প্রভাবে অপর চলটিও পরিবর্তিত হয়, তবে প্রথম চলটিকে বলা হয় স্বতন্ত্র চল (Independent variable) আর দ্বিতীয়টিকে বলা হয় নির্ভরশীল চল। কোনো বস্তুকে তাপ দিলে বস্তুটি প্রসারিত হয়। তাপ যত বাড়ানো হয় প্রসারণের পরিমাণও তত বাড়ে। যদি তাপ ও প্রসারণের পরিমাণ এই দুই চলের মধ্যে সম্পর্ক এরকম হয়, তবে তাপ হল স্বতন্ত্র চল এবং প্রসারণের পরিমাণ হল নির্ভরশীল চল। পূর্ববর্তী অংশে যে সব উদাহরণ দেওয়া হয়েছিল, তার মধ্যে উদ্বেগ ও পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরের মধ্যে যদি সম্পর্ক এমন হয় যে উদ্বেগ যত বাড়ে পরীক্ষার নম্বর তত কমে, তবে উদ্বেগ ও পরীক্ষায় সাফল্যের মান এই দুই চলের মধ্যে প্রথমটি স্বতন্ত্র ও দ্বিতীয়টি নির্ভরশীল চল। কারণ উদ্বেগের প্রভাবে পরীক্ষায় সাফল্যের মান পরিবর্তিত হয়। বলা বাহুল্য এই পরিবর্তন দ্বিমুখী। উদ্বেগ বাড়লে যেমন সাফল্যের মান কমে, তেমনি উদ্বেগ কমলে সাফল্যের মান বাড়বে। আবার ছাত্র-শিক্ষকের অনুপাত ক্রমাগত বাড়ালে বা কমলে যদি ছাত্রছাত্রীদের পরীক্ষার ফলাফলের মান বাড়ে বা কমে তবে ছাত্র-শিক্ষক অনুপাত স্বতন্ত্র চল, এবং পরীক্ষার ফলাফলের মান নির্ভরশীল চল হিসাবে গণ্য হবে। এই কাল্পনিক উদাহরণগুলিতে যেভাবে স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের বর্ণনা দেওয়া হল সে অনুযায়ী এদের নিম্নলিখিত সংজ্ঞা স্থির করা যেতে পারে।

যে চল নিজে পরিবর্তিত হয়ে অপর কোনো চলকে নির্দিষ্ট হারে বা গতিতে পরিবর্তিত করে তাকে বলে স্বতন্ত্র চল। আর যে চল অন্য চলের প্রভাবে পরিবর্তিত হয় তাকে বলে নির্ভরশীল চল।

বাস্তবিক গবেষণায় স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল সম্বন্ধে আরও কয়েকটি বিষয়ের বিবেচনা করা প্রয়োজন হয়।

প্রথমত, কোনো গবেষণার জ্ঞাতব্য বিষয় বা সমস্যায় যে একটি মাত্র স্বতন্ত্র এবং একটি নির্ভরশীল চল থাকবে তার কোনো অর্থ নেই। অনেক সময়ই একাধিক স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল থাকতে পারে। যেমন, শ্রেণিকক্ষে কোন শিক্ষকের কার্যকারিতা (Effectiveness) হয়ত নির্ভর করে শিক্ষকের বিষয়বস্তুর জ্ঞান, তাঁর প্রেৰণা (Motivation), তাঁর কাজের সন্তুষ্টি (Job satisfaction), বুদ্ধি ইত্যাদির উপর। এক্ষেত্রে একটিমাত্র নির্ভরশীল চল, শিক্ষকের কার্যকারিতা অনেকগুলি স্বতন্ত্র চলের উপর নির্ভরশীল।

দ্বিতীয়ত, কোন্ চলগুলি স্বতন্ত্র বা কোন্ চলগুলি নির্ভরশীল চল হবে তা স্থির করেন গবেষণক এবং গবেষণার শুরুতেই পরিকল্পনা রচনার সময়েই সেটি স্থির করে নিতে হয়। অর্থাৎ নির্দিষ্টভাবে স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল স্থির করা গবেষণার পরিকল্পনা রচনারই অঙ্গ এবং গবেষণার সাফল্যও তার উপর নির্ভর করে।

তৃতীয়ত, বৈজ্ঞানিক গবেষণা প্রসঙ্গে আলোচনার সময় বলা হয়েছিল যে বৈজ্ঞানিক গবেষণার অন্যতম উদ্দেশ্য হল কার্যকারণ সম্পর্ক নির্ণয়। এই সম্পর্ক প্রকৃতপক্ষে স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের মধ্যকার সম্পর্ক। প্রাথমিকভাবে নির্ভরশীল চলকে কার্য এবং স্বতন্ত্র চলকে কারণ বলা যায়। যদি গবেষণার শেষে সুস্পষ্টভাবে প্রমাণিত হয় যে স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চল নির্বাচন ঠিকই হয়েছিল, তবে, এদের মধ্যকার কার্যকারণ সম্পর্কও প্রতিষ্ঠিত হয়। অবশ্যই কার্যকারণ সম্পর্ক এইভাবে নির্ণয় করা হলেও তা আরও কিছু শর্ত নির্ভর।

চতুর্থত, স্বতন্ত্র চল বা নির্ভরশীল চল কোনো ভিন্ন শ্রেণির চল নয়। গবেষণার প্রয়োজনে, একই চল স্বতন্ত্র বা নির্ভরশীল হিসাবে গণ্য হতে পারে। উদ্বেগের হ্রাসবৃদ্ধির উপর পরীক্ষার সাফল্যের মান কমে বা বাড়ে—এই দৃষ্টিভঙ্গি নিয়ে গবেষক যেমন গবেষণা করতে পারেন, তেমনই অপর একজন গবেষক মনে করতে পারেন পরীক্ষায় ব্যর্থ হওয়ার দরুন উদ্বেগ বাড়ে আর সফল হলে উদ্বেগ কমে। অর্থাৎ তিনি উদ্বেগকে নির্ভরশীল এবং পরীক্ষায় সাফল্যকে স্বতন্ত্র চল হিসাবে ধরে নিয়ে গবেষণা শুরু করছেন।

কোন কোন গবেষণার তাত্ত্বিক স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলকে একযোগে নাম দিয়েছেন, গবেষণাভুক্ত চল (Research variable)। কারণ গবেষণা চলাকালীন, গবেষকদের সমস্ত মনোযোগ নির্বিষ্ট থাকে এই চলগুলির উপর। তিনি এদেরই পরিবর্তনের দিকে দৃষ্টি রাখেন, এদেরই পরিমাপ

করেন এবং এদের মধ্যকার সম্পর্ক প্রকৃতিটি বুঝে নিতে চান। অন্যান্য প্রকার চল সম্বন্ধে আলোচনা করলে এই বিষয়টি আরও ভালোভাবে বোঝা যাবে।

১.১০.২. মধ্যবর্তী চল (Intervening Variable)

মানুষের আচরণ জটিল। শিক্ষার্থীদের শিখন সংক্রান্ত আচরণও যথেষ্ট জটিল। প্রায়ই দেখা যায় একটি স্বতন্ত্র চল ও একটি নির্ভরশীল চলের মধ্যকার সম্পর্কটি সরল ও প্রত্যক্ষ সম্পর্ক নয়। সম্পর্কটি নির্ণীত হচ্ছে অন্য এক বা একাধিক চলের মাধ্যমে। একটি সহজ উদাহরণ মধ্যবর্তী চলের ধারণা নিতে সাহায্য করবে। প্রচলিত বিশ্বাস এবং সাধারণ অভিজ্ঞতা বলে যে বুদ্ধির উপর ছাত্রছাত্রীদের সাফল্য নির্ভর করে। অর্থাৎ শিক্ষার্থীর বুদ্ধি যত বেশি হবে সাফল্যের মানও তত বেশি হবে। এক্ষেত্রে বুদ্ধি হল স্বতন্ত্র চল আর সাফল্যের মান হল নির্ভরশীল চল। কিন্তু প্রশ্ন হল সত্যিই কি সম্পর্কটি এতই সহজ এবং প্রত্যক্ষ? বিশ্লেষণ করলে দেখা যাবে এর মাঝখানে আরও অনেক প্রশ্ন এসে পড়ে। শিক্ষার্থীরা কতটা পরিশ্রম করে, পাঠ্য বিষয়গুলি সম্বন্ধে তাদের আগ্রহ আছে কিনা, তাদের মধ্যে সাফল্যের আকাঙ্ক্ষা কতটা ইত্যাদি অনেক কিছুই সাফল্যের মান স্থির করে দেয়। যেমন, দুইটি কাল্পনিক ছাত্রের কথা ধরা যাক।

ছাত্র ১ : অধিক বুদ্ধি → আগ্রহ কম → সাফল্যের আকাঙ্ক্ষা কম → সাধারণ সাফল্য

ছাত্র ২ : সাধারণ বুদ্ধি → আগ্রহ বেশি → সাফল্যের আকাঙ্ক্ষা বেশি → ভালো সাফল্য

বুদ্ধি ও সাফল্যের মধ্যে সরাসরি সম্পর্ক থাকলে প্রথম ছাত্রটির সাফল্য বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু তা হয়নি। এই সমস্ত চল যা দুটি প্রান্তিক চল (Terminal variable) অর্থাৎ স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের মধ্যকার সম্পর্ককে প্রভাবিত করে তাদের বলা হয় মধ্যবর্তী চল (Intervening variable)।

সম্ভাব্য মধ্যবর্তী চলের প্রভাব সম্বন্ধে সচেতন না থাকলে গবেষণার শেষে গবেষক যে সিদ্ধান্তে উপনীত হবেন, তা ভুল হতে পারে। যেমন, বুদ্ধি ও সাফল্যের ক্ষেত্রে শুধুমাত্র বুদ্ধিকেই সাফল্যের কারণ হিসাবে সিদ্ধান্ত করলে, তা ভুল হবে এবং শুধু তাই নয়, শিক্ষক, শিক্ষার্থী, অভিভাবক সকলেই ভুল পথে পরিচালিত হবেন।

মধ্যবর্তী চলগুলির প্রভাব কীভাবে এড়ানো যায় তার বিচার করাও গবেষণারই অঙ্গ। গবেষক সম্ভাব্য মধ্যবর্তী চলের তালিকা প্রস্তুত করে প্রথমেই স্থির করে নেবেন কোন চলকে কীভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যাবে। বৈজ্ঞানিক গবেষণা প্রসঙ্গে বার বার নিয়ন্ত্রণের কথাটি উল্লেখ করা হয়েছে। নিয়ন্ত্রণের অন্যতম ক্ষেত্র হল মধ্যবর্তী চলের প্রভাব এড়ানোর প্রসঙ্গটি।

১.১০.৩. অসংলগ্ন চল (Extraneous Variable) :

মধ্যবর্তী চলকে বলা যায় দুই প্রান্তীয় চলের সংযোগসেতু। মধ্যবর্তী চলগুলি যেমন স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত হতে পারে তেমনি একাধিক মধ্যবর্তী চল থাকলে তারা নিজেদের মধ্যে সম্পর্কযুক্ত হয়ে পারস্পরিক প্রভাবের জটিলতা বৃদ্ধি করে। রাশিবিজ্ঞানের ভাষায়, মধ্যবর্তী চলগুলি স্বতন্ত্র বা নির্ভরশীল চলের সঙ্গে তাৎপর্যপূর্ণ সহগতি সম্পন্ন (Significantly correlated) আবার নিজেদের মধ্যেও সহগতি সম্পন্ন হয়ে থাকে। কিন্তু অসংলগ্ন চল বলতে এমন কতকগুলি বৈশিষ্ট্যকে বোঝায় যারা স্বতন্ত্র চল বা নির্ভরশীল চলের সঙ্গে সহগতি সম্পন্ন না হয়েও উভয়ের মধ্যকার প্রকৃত সম্পর্ক নির্ণয়ে বাধা হয়ে দাঁড়ায়। অর্থাৎ সরাসরি সম্পর্কিত না হলেও এদের প্রভাবে গবেষণার সিদ্ধান্ত পরিবর্তিত হতে পারে বা বিপথে চালিত হতে পারে। সুতরাং গবেষক যদি প্রথম থেকেই এদের সম্বন্ধে সচেতন না থাকেন তবে গবেষণা কার্য ব্যাহত হওয়ার সম্ভাবনা প্রবল।

উদাহরণ হিসাবে ধরা যাক গবেষণায় বিষয়বস্তু হল তিনটি শিক্ষণ পদ্ধতির (Teaching method) মধ্যে কোনটি শ্রেষ্ঠ তা নির্ণয় করা। এমন পরিস্থিতিতে সাধারণত যে পন্থা অবলম্বন করা হয়, তা হল তিনটি ভিন্ন ভিন্ন সমকক্ষ দলকে তিনটি ভিন্ন পদ্ধতিতে পড়ানো হল। তারপর একযোগে পরীক্ষা করে দেখা হল কোন দলটি ভালো ফল করেছে। বলাবাহুল্য যে দল সবচেয়ে ভালো ফল করবে সেই দলে ব্যবহৃত পদ্ধতিটিই শ্রেষ্ঠ হিসাবে গণ্য হবে।

একথা ঠিক যে শিক্ষণ পদ্ধতির উপর শিক্ষার্থীর সাফল্য বহুলাংশে নির্ভর করে কিন্তু সেই সঙ্গে এমন অনেক বিষয় আছে যা সাফল্যের নির্ধারক না হয়েও সাফল্যের তারতম্য ঘটাতে পারে। যেমন, উপরোক্ত উদাহরণের বেলায়, ছাত্ররা ক্লাসের পর বাড়িতে কি অতিরিক্ত পাঠ গ্রহণ করেছিল? তিনটি দল কি সমান মনোযোগী ছিল? অথবা তিনটি দলের শিক্ষকেরা কি সমান উৎসাহী ও দক্ষ ছিলেন? কোন বিশেষ পদ্ধতির প্রতি গবেষকদের পক্ষপাতিত্ব ছিল কি? বাড়িতে পড়ার তারতম্য, ক্লাসে ছাত্রদের মনোযোগ, বা শিক্ষকের উৎসাহ এর কোনটাই পদ্ধতির গুণাগুণের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট নয় আবার এরা নিজেরাও পরস্পর সংশ্লিষ্ট নয়, অথচ এদের যে কোনো একটির প্রভাবে প্রকৃত শ্রেষ্ঠ পদ্ধতি বলে প্রমাণিত নাও হতে পারে।

এখন গবেষক যদি ঠিক করেন যে পাঠ শেষ হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে পরীক্ষা নেওয়া হবে তবে বাড়িতে পড়ার প্রভাব কাটিয়ে ওঠা যাবে। সেই সঙ্গে এই কথাটি শুরুতে ঘোষণা করে দিয়ে এমন পরিস্থিতির সৃষ্টি করলেন যে সমস্ত ছাত্র পরীক্ষার তাগিদে মনোযোগ দিতে বাধ্য হয়। এইভাবে প্রতিটি অবাস্তিত প্রভাব বিস্তারকারী চল সম্বন্ধে সতর্ক থেকে তাদের নিয়ন্ত্রণ করে গবেষক তাঁর সমস্যাটির সঠিক উত্তর পেতে চেষ্টা করেন।

মধ্যবর্তী চলের মতো অসংলগ্ন চলের প্রভাব পরিহার করার জন্য যে ধরনের নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজন হয় সে বিষয়ে গবেষণার ছক সম্বন্ধীয় পরবর্তী একটি এককে আলোচনা করা হবে। আপাতত জানা প্রয়োজন যে মনোবিজ্ঞান ও শিক্ষাবিজ্ঞানের গবেষণায় এত অসংখ্য মধ্যবর্তী ও অসংলগ্ন চলের উপস্থিতি সম্ভব যে গবেষকদের পক্ষে আগাগোড়া সতর্ক পরিকল্পনা না করে গবেষণার সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ অসম্ভব।

১.১০.৪. ধারাবাহিক ও শ্রেণিবিভক্ত চল (Continuous and Categorized Variable)

পরিমাপযোগ্যতার ভিত্তিতে চলকে দুই শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। যথা, ধারাবাহিক (Continuous) ও শ্রেণিবিভক্ত (Categorized) চল। ধারাবাহিক চল ও শ্রেণিবিভক্ত চল সম্বন্ধে সঠিক ধারণা লাভ করার জন্য আগে জানা প্রয়োজন পরিমাপ সূচক সংখ্যা ও স্কেলকে কত রকমভাবে ব্যবহার করা হয়। স্কেল শব্দটির অর্থ যার সঙ্গে তুলনামূলক বিচারে অন্য একটি পরিমাপযোগ্য বস্তুর পরিমাণ স্থির করা হয়।

সংখ্যার সবচেয়ে নিকট ব্যবহার হয় নাম বা পরিচয়জ্ঞাপক উদ্দেশ্যে (Nominal scale)। যেমন, কোন রাস্তায় বাড়ির নম্বর হিসাবে ব্যবহৃত সংখ্যাটি শুধুমাত্র বাড়িটির পরিচয় নির্দেশ করেছে। পাশের বাড়ির নম্বর, পাশের বাড়ির পরিচয়। এর সঙ্গে পরিমাপের কোনো সম্বন্ধ নেই। সেইজন্যই একে স্কেল হিসাবে নিকট বলা হয়েছে। এর থেকে উন্নততর স্কেল হল কিছুসংখ্যক ক্রমিক অবস্থানের পরিচায়ক মাত্র। যেমন, পরীক্ষায় প্রথম স্থানাধিকারী, দ্বিতীয় স্থানাধিকারী, তৃতীয় স্থানাধিকারী ছাত্র। এখানে প্রথম স্থানাধিকারী দ্বিতীয় স্থানাধিকারী ছাত্র অপেক্ষা বেশি নম্বর পেয়েছে, এবং দ্বিতীয় স্থানাধিকারী তৃতীয় স্থানাধিকারী ছাত্রের চেয়ে বেশি নম্বর পেয়েছে তা নিশ্চিত। কিন্তু এই দুই পার্থক্য কত বা সমান কিনা তার কোনো স্থিরতা নেই। এমনকি প্রতি বছর প্রতি পরীক্ষায় তা পরিবর্তিত হতে পারে। এই জাতীয় সংখ্যার সমাহারকে বলা হয় ক্রমবাচক স্কেল (Ordinal scale)।

যদি পরিমাপ করার পর সংখ্যাগুলি এমনভাবে অবস্থান করে যে তা একটি বিশেষ গুণ বা বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী কিছু মানুষ বা বস্তুর ক্রমিক অবস্থান চিহ্নিত করে এবং সেই অবস্থানের মধ্যকার পার্থক্যও যথেষ্ট তাৎপর্যপূর্ণ তবে তাকে বলা হয় আন্তর স্কেল (Interval scale)। যেমন, যদি কয়েকজন মানুষের বুদ্ধ্যঙ্ক যথাক্রমে ১০০, ১১০ এবং ১২৫ হয় তবে তাদের ক্রমিক অবস্থান শুধুমাত্র বুদ্ধি নামক বৈশিষ্ট্যের দরুন, অন্য কোনোভাবে নয়। আবার, প্রথম ব্যক্তির থেকে দ্বিতীয় ব্যক্তির বুদ্ধি যত বেশি, দ্বিতীয় ব্যক্তির তুলনায় তৃতীয় ব্যক্তির বুদ্ধি যে তারও বেশি তা বলার অপেক্ষা রাখে না। কিন্তু তবুও একথা বলা যাবে না যে দ্বিতীয় ব্যক্তির বুদ্ধি প্রথম ব্যক্তির থেকে শতকরা দশভাগ বেশি, বা তৃতীয় ব্যক্তির বুদ্ধি শতকরা ২৫ ভাগ বেশি। এই ধরনের সংখ্যার সমাহারকেই বলে আন্তর স্কেল।

কিন্তু যদি দুই জন মানুষের বয়স যথাক্রমে ৩০ ও ৬০ হয়, তবে অনায়াসে বলা যায় দ্বিতীয় জনের বয়স প্রথম জনের তুলনায় দ্বিগুণই বেশি বা প্রথম জনের বয়স দ্বিতীয় জনের তুলনায় অর্ধেক। যখন পরিমাপ সূচক সংখ্যাগুলি কোন বিশেষ গুণ বা বৈশিষ্ট্যকে এমনভাবে প্রকাশ করে যে দুইটি পরিমাপকে পরস্পরের ভগ্নাংশ বা গুণিতক হিসাবে প্রকাশ করা যায়, তখন তাকে বলা হয় অনুপাত স্কেল (Ratio scale)। শিক্ষা ও মনোবিজ্ঞানে প্রকৃত অনুপাত স্কেলের ব্যবহারের সুযোগ খুবই সীমিত কিন্তু অধিকাংশ ভৌত পরিমাপই অনুপাত স্কেলের মাধ্যমে করা হয়।

স্কেল সম্বন্ধে উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে ধারাবাহিক ও শ্রেণিবিভক্ত চলের প্রকৃতি সহজে অনুধাবন করা যাবে। যে সব চল শুধুমাত্র পরিচয়জ্ঞাপক (Nominal) এবং ক্রমবাচক (Ordinal) স্কেলের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় সেগুলি হল শ্রেণিবিভক্ত চল। যেমন, পুরুষ-নারী, গ্রাম-শহর, উচ্চবিন্দু-মধ্যবিন্দু-নিম্নবিন্দু, মেধাবী-নিম্ন মেধাসম্পন্ন ইত্যাদি। শ্রেণিবিভক্ত চলের প্রধানতম বৈশিষ্ট্য হল, কোনো একটি ব্যক্তি বা বস্তু একশ্রেণিভুক্ত হলে, অপর শ্রেণিভুক্ত হতে পারবে না। যে মেধাবী হিসাবে গণ্য হয়েছে, তাকে একই সঙ্গে অপর শ্রেণিতে ফেলা যাবে না। গবেষণার প্রয়োজনে প্রায়ই পরীক্ষা পাত্রের শ্রেণিবিভাগ করা প্রয়োজন হয়। যেমন, লিঙ্গ অনুযায়ী, নারী অথবা পুরুষ, বাসস্থান অনুযায়ী গ্রামীণ অথবা শহরবাসী, উপার্জন অনুযায়ী উচ্চ আয় অথবা নিম্ন আয় বিশিষ্ট ইত্যাদি।

আন্তর স্কেল ও অনুপাত স্কেল ব্যবহার করা যায় এমন সমস্ত চলকে ধারাবাহিক চল বলা হয়। যদিও আন্তর স্কেলের ক্ষেত্রে অনুপাত স্কেলের সমস্ত গুণ প্রযোজ্য নয়, তা সত্ত্বেও কিছুটা কৃত্রিমভাবে হলেও তাদের ধারাবাহিক চল হিসাবেই গ্রহণ করা হয়। যেমন, বুদ্ধি, ব্যক্তিত্ব, আগ্রহ ইত্যাদি। বয়স একটি প্রকৃত ধারাবাহিক চল কারণ যে কোনো দুটি বয়সের মধ্যে (যেমন ১০ ও ২১ বছর) অসংখ্য মানুষের বয়স অবস্থান করতে পারে এবং তাদের প্রত্যেকের বয়স সমান না হতেও পারে। কিন্তু ১০০ এবং ১০১-এর মধ্যবর্তী বুদ্ধ্যাক্ষ বিশিষ্ট মানুষ একটি অবাস্তব কল্পনা।

অনেক সময়ই ধারাবাহিক চলকে কৃত্রিমভাবে শ্রেণিবিভক্ত করে ভাগ করে নেওয়া হয়। যেমন, পরীক্ষার নম্বরের ভিত্তিতে একদল ছাত্রছাত্রীকে উচ্চ মেধাবী ও নিম্ন মেধাবী এই দুই শ্রেণিতে ভাগ করে নেওয়া হল। আবার বিপরীতক্রমে কোনো কোনো ক্রমবাচক স্কেলের উপযোগী চলকে ধারাবাহিক করে রূপান্তরিত করে নেওয়া হয়। যেমন, একটি প্রশ্নের উত্তর এমন পাঁচটি শ্রেণিতে ভাগ করে নেওয়া হল যে তারা ক্রমিকভাবে বিন্যস্ত—সম্পূর্ণ ঠিক—ঠিক—মাঝামাঝি—ঠিক নয়—একেবারেই ঠিক নয়। কিন্তু ধারাবাহিক করে রূপান্তরিত করার জন্য ক্রমগুলিকে সংখ্যা মান হিসাবে প্রকাশ করা হল, ৫—৪—৩—২—১ এইভাবে। সুতরাং মনোবিজ্ঞানে ও শিক্ষা গবেষণায় কোন্ চলটি ধারাবাহিক ও কোন্ চলটি শ্রেণিবিভক্ত হবে তা নির্ভর করে গবেষণার পরিকল্পনার উপর।

১.১০.৫. নিয়ন্ত্রিত চল (Control Variable) :

নিয়ন্ত্রিত চল কোনো পৃথক ধরনের চল নয়। গবেষণার প্রয়োজনে মধ্যবর্তী চলগুলিকে অপরিবর্তিত অবস্থায় রেখে নির্ভরশীল ও স্বতন্ত্র চলের মধ্যকার সম্পর্ক নির্ণয়ের চেষ্টা করা হয়। প্রধান পরীক্ষণমূলক গবেষণায় খুব সুচিন্তিত ও কঠোরভাবে মধ্যবর্তী চলগুলিকে অপরিবর্তিত রাখার প্রয়োজন হয়। একেই বলে চলের নিয়ন্ত্রণ এবং যাদের নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে তাদের বলা হয় নিয়ন্ত্রিত চল। এই সংজ্ঞা অনুযায়ী যে দুটি চলের নিয়ন্ত্রণ না করে সম্পর্ক নির্ণয়ের কাজে ব্যবহার করা হচ্ছে, তাদের বলা হয় গবেষণাভুক্ত চল (Research Variable)। কিন্তু গবেষণার অনেক পদ্ধতির মধ্যে কোন কোন পদ্ধতিতে মধ্যবর্তী চলকেও নিয়ন্ত্রণ না করে গবেষণাভুক্ত চল হিসাবে ব্যবহার করা হয়। পরে রাশিবিজ্ঞানের বিশেষ পদ্ধতি প্রয়োগ করে ওইসব মধ্যবর্তী চলের প্রভাব পরিহার করা হয়। বলাবাহুল্য সমস্ত চলই গবেষণার যোগ্য নয়।

সবশেষে গবেষণার চল প্রসঙ্গে একটি কথা বলা প্রয়োজন। গবেষণার পরিকল্পনা করার সময় উপযুক্ত চল নির্বাচনের মতোই চলের সংজ্ঞা নির্ণয় করাও অতি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সাধারণত দুই প্রকার সংজ্ঞা বিচার করা হয়। এক ধরনের সংজ্ঞা হল চলের অর্থ ও বৈশিষ্ট্যবোধক (Nominal definition)। এই ধরনের সংজ্ঞার উদ্দেশ্য হল চলটির সেই সমস্ত গুণ ও বৈশিষ্ট্যকে সংজ্ঞার ভাষায় ব্যবহার করা যা চলটিকে অন্য সব চল থেকে পৃথক করে। অপর এক প্রকার সংজ্ঞাকে পরিমাপবোধক বা ব্যবহারিক সংজ্ঞা (Operational definition) বলা হয়। এই সংজ্ঞায় স্পষ্ট ইঙ্গিত থাকে যে যদি গবেষণাকে চলটি পরিমাপ বা পর্যবেক্ষণ করতে চান তবে তিনি কী কী বিষয়, আচরণ বা বৈশিষ্ট্য পরিমাপ বা পর্যবেক্ষণ করবেন। গবেষণার কাজে উভয় প্রকার সংজ্ঞারই প্রয়োজনীয়তা আছে।

১.১১ সারসংক্ষেপ

যে সমস্ত গুণ, অবস্থা বা বৈশিষ্ট্য সুনির্দিষ্ট নিয়মে পরিবর্তিত হয় এবং যে পরিবর্তনের কারণ নির্ণয় করা যায়, সেই অবস্থা, গুণ বা বৈশিষ্ট্যকে বলা হয় চল। চলগুলির পরিবর্তন পরিমাপযোগ্য ও সুশৃঙ্খল হওয়াও চলের অন্যতম শর্ত। সেজন্য চলকে ইচ্ছামতো কমিয়ে, বাড়িয়ে বা অপরিবর্তিত রেখে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে চলকে ইচ্ছামতো কমানো বাড়ানো না গেলেও কৃত্রিমভাবে অনুরূপ পরিস্থিতি সৃষ্টি করা সম্ভব।

গবেষণার প্রয়োজনে চলগুলিকে নানারকম ভাবে শ্রেণিবিভাগ করা হয়। দুইটি চলের মধ্যে একটি পরিবর্তিত হলে তার প্রভাবে যদি অপর একটি চলের মধ্যেও পরিবর্তন হয় তবে প্রথমটিকে

স্বতন্ত্র চল এবং দ্বিতীয়টিকে নির্ভরশীল চল বলে। একই চল গবেষকের উদ্দেশ্য ও পরিকল্পনা অনুযায়ী স্বতন্ত্র বা নির্ভরশীল চল হিসাবে গণ্য হতে পারে। এই দুই প্রকার চলকে একত্রে কখনও কখনও গবেষণাভুক্ত চল বলা হয়।

যে সমস্ত চল স্বতন্ত্র চল বা নির্ভরশীল চলের সঙ্গে তাৎপর্যপূর্ণ সহগতি সম্পন্ন আবার নিজেদের মধ্যেও পরস্পর তাৎপর্যপূর্ণ সহগতি সম্পন্ন তাদের গবেষণার অন্তর্ভুক্ত না করলেও স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের মধ্যকার সম্পর্কটিকে প্রভাবিত করে গবেষককে ভুল পথে পরিচালিত করতে পারে এই ধরনের চলকে মধ্যবর্তী চল বলা হয়। মধ্যবর্তী চলের নিয়ন্ত্রণ করা না হলে গবেষণার প্রকৃত ফলাফল বিকৃত হতে পারে। আর এক ধরনের চল যেগুলি স্বতন্ত্র বা নির্ভরশীল চলের সঙ্গে সম্পর্কিত না হয়েও গবেষণার ফলাফল প্রভাবিত করতে পারে এদের বলা হয় অসংলগ্ন চল। অসংলগ্ন চল সম্বন্ধেও গবেষকের সতর্ক থাকা প্রয়োজন।

চার প্রকার পরিমাপক স্কেল, পরিচয়জ্ঞাপক, ক্রমবাচক, আন্তর ও অনুপাত, চলগুলিকে চার রকমভাবে পরিমাপ করে। এদের মধ্যে প্রথম দুটির প্রয়োগ হয় শ্রেণিবিন্যাস্ত চলের ক্ষেত্রে আর দ্বিতীয় দুটি ধারাবাহিক চলের ক্ষেত্রে। শ্রেণিবিন্যাস্ত চলের ক্ষেত্রে চলটির অন্তর্গত কোনো ব্যক্তি বা বৈশিষ্ট্যকে শুধুমাত্র দুই বা ততোধিক শ্রেণিতে ভাগ করে নেওয়া যায়। আর ধারাবাহিক চলকে সংখ্যামান দ্বারা প্রকাশ করে প্রকৃত পরিমাপলব্ধ মান হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

এছাড়াও, গবেষণার প্রয়োজনে, বিশেষত পরীক্ষণমূলক গবেষণায় যে সমস্ত চলকে প্রয়োজনমতো পরিবর্তিত করে অপর চলের উপর তার প্রভাব পর্যবেক্ষণ করা হয় তাকে বলে নিয়ন্ত্রিত চল। চলের নির্বাচন যেমন গবেষণার অপরিহার্য অঙ্গ, তেমনি, তার সংজ্ঞা নির্ণয় করাও আবশ্যিক। এর মধ্যে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ হল চলের ব্যবহারিক সংজ্ঞা নিরূপণ করা। ব্যবহারিক সংজ্ঞাতে সুস্পষ্টভাবে ইঙ্গিত দেওয়া থাকে কী পর্যবেক্ষণ করতে হবে বা কী কী বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করতে হবে।

১.১২ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। চলের সংজ্ঞা দিন।
- ২। স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের সম্পর্ক কী?
- ৩। একটি স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের উদাহরণ দিন।
- ৪। গবেষণার চল কাকে বলে?

- ৫। মধ্যবর্তী চলার কাজ কী ?
- ৬। ধারাবাহিক চল কাকে বলে ?
- ৭। শ্রেণিবিভক্ত চলার দুইটি উদাহরণ দিন।
- ৮। নিম্নলিখিত শব্দগুলির অর্থ কী ?
(ক) পরিচয়জ্ঞাপক স্কেল (খ) ক্রমবাচক স্কেল (গ) আন্তর স্কেল
- ৯। মানুষের বয়স কী ধরনের স্কেল ?
- ১০। নিয়ন্ত্রিত চলার সংজ্ঞা দিন।

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। চলার সংজ্ঞা ও গুরুত্ব উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ২। স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলার তুলনামূলক আলোচনা করুন।
- ৩। শিক্ষা গবেষণায় মধ্যবর্তী চলার ভূমিকা কী ?
- ৪। অসংলগ্ন চলার সঙ্গে মধ্যবর্তী চলার প্রধান পার্থক্য কী ?
- ৫। ধারাবাহিক ও শ্রেণিবিভক্ত চল কোন ধরনের স্কেল দিয়ে পরিমাপ করা হয় ?
- ৬। নিয়ন্ত্রিত চল ও গবেষণায় চলার পার্থক্য কী ?

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। চলার সংজ্ঞা ও গুরুত্ব উল্লেখ করে চলার স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল এই দুই শ্রেণিতে ভাগ করার তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন।
- ২। শিক্ষা গবেষণায় ব্যবহৃত চলার শ্রেণিবিভাগ কীভাবে করা হয় ? উদাহরণসহ সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
- ৩। চল কত প্রকার কী কী ? গবেষণায় চলার প্রয়োজনীয়তা কী ? প্রত্যেক প্রকার চলার সংক্ষিপ্ত পরিচয় দিন।

একক ২ □ নমুনা ও নমুনা সংগ্রহ
(Sample and Sampling)

গঠন (Structure)

- ২.১ সচনা
- ২.২ উদ্দেশ্য
- ২.৩ জনগোষ্ঠী ও নমুনার ধারণা
 - ২.৩.১ জনগোষ্ঠীর ধারণা
 - ২.৩.২ নমুনার ধারণা
- ২.৪ স্বাভাবিক সম্ভাবনার ধারণা
 - ২.৪.১ স্বাভাবিক সম্ভাবনার নমুনা
 - ২.৪.২ সম্ভাবনারহিত নমুনা
 - ২.৪.৩ উত্তম নমুনার বৈশিষ্ট্য
- ২.৫ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.১ স্বাভাবিক সম্ভাবনার নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.১.১ স্তর বিভক্ত যথেষ্ট নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.১.২ নিয়মাবদ্ধ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.২ সম্ভাবনারহিত নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.২.১ তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.২.২ উদ্দেশ্যসাধক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.২.৩ গুচ্ছদল নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
 - ২.৫.২.৪ পক্ষপাতমূলক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
- ২.৬ বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি
- ২.৭ নমুনাদলের আকৃতি
- ২.৮ সারসংক্ষেপ
- ২.৯ প্রশ্নাবলী

২.১ সূচনা (Introduction)

শিক্ষাগবেষণার ধারণা, পকারভেদ ইত্যাদি আলোচনা করতে যেয়ে যে সমস্ত উদাহরণ দেওয়া হয়েছে তাতে ছাত্রছাত্রী, শিক্ষক বা অনুরূপ ব্যক্তিদের কথা বার বার উল্লেখ করা হয়েছে। চল সম্বন্ধে আলোচনা করতে গিয়ে বার বার বলা হয়েছে 'ব্যক্তির' গুণ বা বৈশিষ্ট্যের কথা। এইসব আলোচনায় একটা বিষয় স্পষ্ট হয়ে ওঠে যে মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণায় বা শিক্ষাগবেষণার মূল লক্ষ্যবস্তু হল মানুষ ও তার আচরণের অসংখ্য বৈশিষ্ট্য। এই আচরণগুলি ও তাদের পিছনে যে কারণ নিহিত আছে, তাকে বৈজ্ঞানিক কার্যকারণ সূত্রে ব্যাখ্যা করাই হল গবেষণার উদ্দেশ্য। যেহেতু মানুষে মানুষে অনেক বিষয়ে সাদৃশ্য থাকলেও বৈষম্যও প্রচুর, সুতরাং কোনো পর্যবেক্ষণ বা পরীক্ষণ লক্ষ্য তথ্য একটি মানুষের ক্ষেত্রে সঠিক হলেও তা যে সমস্ত মানুষের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নাও হতে পারে, একথা প্রায় স্বতঃসিদ্ধ। সেজন্য একই পর্যবেক্ষণ বা পরীক্ষণ বহু মানুষের বেলায় করা সম্ভব হলে, তার উপর ভিত্তি করে গৃহীত সিদ্ধান্ত অনেকটা সাধারণ সত্য বলে মেনে নেওয়া যেতে পারে। কিন্তু প্রশ্ন হল, কত মানুষের ক্ষেত্রে এই পর্যবেক্ষণ হওয়া দরকার? অথবা কোন কোন শর্তে কিছু নির্বাচিত মানুষের উপর নেওয়া সিদ্ধান্ত সর্বসাধারণের জন্য গৃহীত সত্য বলে স্বীকার করা যাবে। আর অনেক মানুষের মধ্যে থেকে কিছু মানুষকে নির্বাচন করা হবে কি ভাবে। এইসব প্রশ্নের উত্তর পাওয়ার জন্য আমাদের জানা দরকার জনগোষ্ঠী ও নমুনা নামক গবেষণার একটি অত্যাবশ্যকীয় অঙ্গকে। প্রকৃতপক্ষে নমুনাভিত্তিক গবেষণা ও সিদ্ধান্তগ্রহণ অধিকাংশ বিজ্ঞানেরই একটি স্বীকৃত সর্বজনগ্রাহ্য পদ্ধতি। এর গাণিতিক ভিত্তিও রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে ইতিমধ্যেই সুদৃঢ়ভাবে প্রতিষ্ঠিত।

নমুনা সংগ্রহের নীতি ও পদ্ধতি শুধুমাত্র যে মানুষের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য এমন নয়। আচরণ, গুণ বা বৈশিষ্ট্যের ক্ষেত্রেও তা সমান তাৎপর্যপূর্ণ। মানুষের বুদ্ধির বহিঃপ্রকাশ ঘটে অসংখ্য আচরণের মাধ্যমে। বুদ্ধি পর্যালোচনা করার সময় বা পরিমাপ করার সময় তার সবকয়টিই পর্যবেক্ষণ করার দরকার নেই। তার কিছু নমুনা বাছাই করে নিলেই বুদ্ধি সম্বন্ধে জানা যায়। আবার এইসব নির্বাচিত আচরণ সমস্ত মানুষের বেলায় দেখা যায় কিনা তা জানার জন্য সত্যি সত্যিই সমস্ত মানুষকে পর্যবেক্ষণ করার দরকার হয় না। একটি উপযুক্ত নমুনা দল বাছাই করে নিলেই হয়। এই প্রসঙ্গটিই বর্তমান এককের পাঠ্যবিষয়।

২.২ উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ জনগোষ্ঠী ও নমুনার সংজ্ঞা দিতে পারবেন।
- ★ নমুনার প্রকৃতি ও উত্তম নমুনার বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক সম্ভাবনার ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক সম্ভাবনাভিত্তিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির বর্ণনা ও প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক সম্ভাবনাভিত্তিক নমুনা দলের প্রকারভেদ ও তাদের বৈশিষ্ট্য বলতে পারবেন।
- ★ সম্ভাবনারহিত নমুনা ও নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারবেন।

২.৩ জনগোষ্ঠী ও নমুনার ধারণা (Concept of Population and Sample)

যে কোনো শিক্ষাবিষয়ক গবেষণার শুরুতেই যেমন চল নির্বাচন করা, তাদের সংজ্ঞা ও প্রকৃতি বিচার করা হয়, তেমনি বিচার করা হয় চলগুলি যে সমস্ত গুণ বা বৈশিষ্ট্যের পরিচায়ক সেগুলি কোন কোনো মানুষের মধ্যে পর্যবেক্ষণ করা যাবে। কারণ সমস্ত বৈশিষ্ট্য সবরকম মানুষের মধ্যে আশা করা যায় না। যে আচরণ শিশুদের পক্ষে স্বাভাবিক, কিশোর-কিশোরীদের ক্ষেত্রে সেই আচরণ আশা করা যায় না। আবার যা কিশোর-কিশোরীদের পক্ষে স্বাভাবিক তা বড়দের মধ্যে দেখা যায় না। সুতরাং, প্রত্যাশিত আচরণের উৎস হিসাবে যে বৃহত্তর মানুষের দলকে চিহ্নিত করা হয় তার থেকেই একটি ক্ষুদ্রতর অংশকে নির্বাচন করার প্রক্রিয়াটি ভালো করে বুঝতে হলে জনগোষ্ঠী ও নমুনার ধারণা পরিষ্কার হওয়া প্রয়োজন।

২.৩.১ জনগোষ্ঠীর ধারণা (Concept of Population)

জনগোষ্ঠী কথাটির অর্থ জনতা নয়। গবেষণার জন্য নির্বাচিত বিষয় বা প্রশ্নের সঙ্গে যুক্ত চলগুলি মানুষের যে অংশের মধ্যে স্বাভাবিকভাবে পর্যবেক্ষণযোগ্য, সেই অংশটিকেই বলা হয় জনগোষ্ঠী।

(The variables associated with the question selected for research can be observed typically in a set of people which forms the population.)

যখন গবেষণার জন্য নির্বাচিত প্রশ্ন হল যাদের সাফল্যের প্রেষণা বেশি, পরীক্ষার জন্য তাদের উদ্বেগ কি বেশি? অন্যভাবে, যখন গবেষণার উদ্দেশ্য হল সাফল্যের প্রেষণা (Achievement

motivation) ও উদ্বেগের (Anxiety) মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় তখন স্বাভাবিকভাবেই সেই সব মানুষের কথাই মনে আসে যাদের পরীক্ষা দিতে হয়—অর্থাৎ ছাত্রছাত্রীরা এবং তাদের মধ্যেও যাদের পরীক্ষা আসন্ন। সুতরাং যে ছাত্রছাত্রীরা অবিলম্বে পরীক্ষায় বসবে তারাই হল এরকম একটি গবেষণার জনগোষ্ঠী।

জনগোষ্ঠীর কোনো একটি মাত্র আকার নেই। বৈশিষ্ট্য ও গবেষণার বিষয়বস্তু অনুযায়ী একই ব্যক্তি একাধিক জনগোষ্ঠীর অংশীভূত হতে পারে। আবার জনগোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত ব্যক্তির সংখ্যা প্রকৃতপক্ষে অনন্ত (Infinite)। যেমন, পূর্বোক্ত উদাহরণে, যে ছাত্রছাত্রীদের পরীক্ষা আসন্ন তারা কোনো একটি বিশেষ ভৌগোলিক সীমার মধ্যে আবদ্ধ নয়। কারণ পৃথিবীর সমস্ত দেশেই পরীক্ষার্থী ছাত্রছাত্রী আছে এবং পরীক্ষার জন্য উদ্বেগও আছে। আবার এই জনগোষ্ঠী কোনো বিশেষ কালের গণ্ডিতেও আবদ্ধ নয়। কারণ চিরকালই পরীক্ষা ও পরীক্ষার উদ্বেগ আছে ও থাকবে। এই জন্যই বলা হয়েছে জনগোষ্ঠীর সংজ্ঞা সুনির্দিষ্ট হলেও, তার আকৃতি অসীম।

এই কারণেই সমগ্র জনগোষ্ঠীকে নিয়ে গবেষণার কাজ করা যায় না। একমাত্র অনেকগুলি বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে নির্বাচিত জনগোষ্ঠীকে যদি সীমায়িত করে নেওয়া হয়, তখনই সমগ্র জনগোষ্ঠীর আচরণ বা বৈশিষ্ট্য পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব। যেমন, কারাগারে বন্দি শিশু অপরাধীদের শিক্ষার প্রগতি পর্যবেক্ষণ। এখানে যারা কারাগারে বন্দি আছে তাদের সংখ্যা অনেক কিন্তু শিশু অপরাধীর সংখ্যা খুবই কম। তাদের শিক্ষার প্রগতি কথার অর্থ বর্তমানে তারা যে শিক্ষাগ্রহণ করছে তারই প্রগতি পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব। সুতরাং এদের সকলকেই পর্যবেক্ষণ করা সহজ।

রাশিবিজ্ঞানের নিয়ম অনুযায়ী জনগোষ্ঠীর বৈশিষ্ট্যের মানকে বলা হয় প্যারামিটার (Parameter)। সাধারণত এই মান অনির্দিষ্ট কিন্তু নমুনাদলের বৈশিষ্ট্যের মান (Statistic) নির্দিষ্ট। স্ট্যাটিস্টিক গবেষককে প্যারামিটার সম্বন্ধে ধারণা পেতে সাহায্য করে। এই কারণেই নমুনা সম্বন্ধে জানা দরকার।

২.৩.২ নমুনার ধারণা (Concept of Sample)

পূর্বেই বলা হয়েছে জনগোষ্ঠীর আকৃতি অসীম। সেজন্য গবেষক তার নির্ধারিত জনগোষ্ঠীর একটি ক্ষুদ্রতর অংশকে বিশেষ পদ্ধতিতে এমনভাবে বেছে নেন যার বৈশিষ্ট্যের মান জনগোষ্ঠীর বৈশিষ্ট্যের মানের খুব কাছাকাছি। এই ক্ষুদ্রতর অংশটিকে বলা হয় নমুনা (Sample)। নমুনাভুক্ত মানুষের দলটিকে বলা হয় নমুনাদল (Sample group) আর যে পদ্ধতিতে জনগোষ্ঠী থেকে নমুনাদল নির্বাচন করা হয়, তাকে বলা হয় নমুনা সংগ্রহ (Sampling)। সুতরাং নমুনার সংজ্ঞা হল, জনগোষ্ঠীর এমন একটি ক্ষুদ্রতর অংশ, যার নির্বাচিত বৈশিষ্ট্য জনগোষ্ঠীর অনুরূপ বৈশিষ্ট্যের প্রতিনিধিত্ব করতে পারে।

(Sample may be defined as a smaller proportion of the population, the selected characteristics of which represents those of the population.)

জনগোষ্ঠী প্রসঙ্গে যে উদাহরণ দেওয়া হয়েছে, সেখানে গবেষক কিছু সংখ্যক পরীক্ষার্থী ছাত্রছাত্রী বেছে নিয়ে তাদের উদ্বেগ ও সাফল্যের প্রেষণা পরিমাপ করে যদি উভয়ের মধ্যে সংগত কোনো সম্পর্ক খুঁজে পান এবং যদি তাঁর বাছাই করার পদ্ধতি এমন হয়ে যাকে যে ওই ক্ষুদ্রতর অংশটির উদ্বেগের মান ও সাফল্যের প্রেষণার মান খুবই কাছাকাছি, তবে তাকে বলা হয় পূর্বোক্ত জনগোষ্ঠীর নমুনা।

সহজ ভাষায় নমুনাগুলোর ক্ষেত্রে যে সিদ্ধান্ত গবেষক গবেষণান্তে নিয়ে থাকেন, তাকে সামান্যীকরণের (Generalization) মাধ্যমে একটি সূত্র বা নীতি হিসাবে তখনই গৃহীত হবে যখন নমুনা সংগ্রহ প্রক্রিয়াটি যথেষ্ট বিজ্ঞানসম্মত হয়েছে। এই কারণে নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি গবেষকের জানা একান্ত আবশ্যিক। নমুনা সংগ্রহের অনেকগুলি পদ্ধতি আছে। এদের প্রধানত দুইভাগে ভাগ করা হয়, যথা, স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Probability Sampling) এবং স্বাভাবিক সম্ভাবনারহিত নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Non-probability Sampling)। এই পদ্ধতিগুলি সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনার পূর্বে স্বাভাবিক সম্ভাবনার ধারণাটি জানা প্রয়োজন।

২.৪ স্বাভাবিক সম্ভাবনার ধারণা (Concept of Probability)

স্বাভাবিক সম্ভাবনার বিষয়টি বিজ্ঞানের একটি স্বীকৃত ও নির্ভরযোগ্য হাতিয়ার। বিজ্ঞানীরা অনেক আগেই লক্ষ্য করেছেন যে, প্রাকৃতিক ঘটনাবলী ও গণিতের মধ্যে একটা আকৃতিগত সাদৃশ্য (Isomorphism) আছে। ফলে প্রাকৃতিক ঘটনাবলী ও কার্যকারণ ব্যাখ্যার জন্য ও সঠিক নির্ভরযোগ্য সিদ্ধান্ত নেওয়ার জন্য গাণিতিক মডেলকে কাজে লাগিয়ে তাঁরা অভাবিত সাফল্য লাভ করেছেন। এমনই একটি মডেল হল স্বাভাবিক সম্ভাবনার মডেল। সম্ভাবনার ধারণা দুইটি অন্য ধারণার উপর নির্ভরশীল, একটি হল যথেষ্টগুণ (Randomness) এবং অপরটি হল সম্ভাবনা (Chance)।

যথেষ্টগুণ (Randomness) কথাটির অর্থ হল কোন পূর্ব নির্ধারিত শর্ত ছাড়াই একাধিক ঘটনার বারবার পুনরাবৃত্তি হওয়ার সম্ভাবনা। আর সম্ভাবনা (Chance) কোন ঘটনা ঘটবে কি ঘটবে না তার অনুপাত। এই দুইটি ধারণার মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক বিদ্যমান। কোন একদিন বৃষ্টি হবে কি না এর মধ্যে অনুপাত হচ্ছে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা। যদি এই অনুপাত হয় ১ : ১, তবে বৃষ্টি হওয়া বা না হওয়ার সম্ভাবনা সমান। সুতরাং যথেষ্টভাবে যদি কয়েকটি দিন স্থির করা যায় এবং কোনো

পূর্বশর্ত না দেওয়া যায় তবে প্রতিদিনই বৃষ্টির সম্ভাবনা ১ : ১। এই সম্ভাবনাই হল স্বাভাবিক সম্ভাবনা কেননা বৃষ্টি হওয়া বা না হওয়ার মধ্যে আর কোনো বিকল্প নেই।

স্বাভাবিক সম্ভাবনা ও যথেষ্টগুণ সবচেয়ে ভালোভাবে ব্যাখ্যা করা যায় মুদ্রানিক্ষেপ (Tossing a coin) বা লুডোর ছক নিিক্ষেপের (Throwing a dice) সাহায্যে। যদি একটি মুদ্রা নিিক্ষেপ করা হয় তবে হেড বা টেল উপরের দিকে থাকার সম্ভাবনা কতটা। বলা বাহুল্য এই সম্ভাবনা ১ : ১ বা $\frac{1}{2}$ ভাগ কার দুইটি সম্ভাবনার মধ্যে যে কোন একটি। এই হিসাবে লুডোর ছক নিিক্ষেপ করলে কোন একটি সংখ্যা (মানে করা যাক ছয়) উপরে থাকার সম্ভাবনা $\frac{1}{6}$, কারণ এখানে ছয়টি তলের যে কোন একটি তল উপরে থাকবে।

এখন যদি দুইটি মুদ্রা একযোগে নিিক্ষেপ করা হয় এবং যদি কোনো পূর্বশর্ত ছাড়াই যথেষ্টভাবে দুইটি মুদ্রা নির্বাচন করা হয়ে থাকে তা হলে তিনটি ঘটনার সম্ভাবনা। দুইটি মুদ্রাতেই হেড, দুইটি মুদ্রাতেই টেল এবং একটিতে হেড ও একটিতে টেল। একবার মাত্র দুইটি মুদ্রা একযোগে নিিক্ষেপ করলে এই তিনটি সম্ভাবনার যে কোনো একটি ঘটতে পারে। কিন্তু যদি বারবার দুইটি মুদ্রা একযোগে নিিক্ষেপ করা হয়, তবে তিন প্রকার ঘটনার সম্ভাবনা কত? পরীক্ষা করে দেখা গেছে, মুদ্রানিক্ষেপের স্বাভাবিক সম্ভাবনা নিম্নরূপ :

মুদ্রার সংখ্যা	নিিক্ষেপের সংখ্যা	স্বাভাবিক সম্ভাবনা
১	২	হেড-১, টেল-১
২	৪	সব হেড-১, একটি হেড ও একটি টেল-২ সব টেল-১
৩	৮	সব হেড-১, দুই হেড এক টেল-৩, এক টেল দুই হেড-৩, সব টেল-১
৪	১৬	সব হেড-১, তিন হেড এক টেল-৪, দুই হেড দুই টেল-৬, এক হেড তিন টেল-৪, সব টেল-১

এইভাবে যে কোনো সংখ্যক মুদ্রানিক্ষেপের সম্ভাব্য ফলাফল নির্দিষ্টভাবে যে গাণিতিক নিয়মটি মেনে চলে তাকে দ্বিপদ বন্টন (Binomial distribution) বলে। এই বন্টনটির লেখচিত্র অঙ্কন করলে যে চিত্রটি পাওয়া যায়, তাকে বলে স্বাভাবিক সম্ভাবনার লেখ (Normal Probability Curve)।

স্বাভাবিক সম্ভাবনার প্রধান শর্ত হল যথেষ্টভাবে নির্বাচিত মুদ্রাগুলি আপক্ষপাত (Unbiased) হওয়া চাই। অর্থাৎ গঠনগত দিক থেকে কোন একটি বিশেষ তলের বারবার উপরে থাকার ঝোঁক যেন

না থাকে। আবার পক্ষপাতহীনতা নির্ভর করে মুদ্রা নির্বাচন যথেষ্ট হয়েছে কি না তার উপর। যদি অসংখ্য বার একটি, দুটি বা তিনটি মুদ্রা নিক্ষেপ করা যায় তবে হেড ও টেলের উপরে দেওয়া অনুপাত (১ : ২ : ১/১ : ৩ : ৩/১ : ৪ : ৬ : ৪ : ১ ইত্যাদি) নির্ভুলভাবে প্রমাণিত হতে দেখা যায়। এই হল স্বাভাবিক সম্ভাবনার মূল কথা। অর্থাৎ যেখানে চূড়ান্ত (Extreme) ঘটনার সম্ভাবনা (যেমন সব কয়টি হেড বা সবকয়টি টেল) সব সময়ই নির্দিষ্ট মান অনুযায়ী কম। কিন্তু প্রতিক্ষেত্রেই মাঝামাঝি ঘটনা (হেড ও টেলের মিশ্র দান) সুনির্দিষ্ট অনুপাতে বেশি।

এখন স্বাভাবিক সম্ভাবনার প্রধান শর্ত যে আপক্ষপাত একথা আগেই বলা হয়েছে এবং একথাও বলা হয়েছে যে পক্ষপাত দোষ এড়ানোর জন্য মুদ্রা নির্বাচন যথেষ্ট (Random) হওয়া দরকার। তার অর্থ অনেক মুদ্রার মধ্যে কোনটি কোনটি নির্বাচিত হবে তার কোনো পূর্বশর্ত থাকবে না। প্রত্যেকটিরই নির্বাচিত হওয়ার সম্ভাবনা থাকবে সমান। এই প্রক্রিয়াটিকে বলা হয় যথেষ্টায়ন (Randomization)।

২.৪.১ স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা (Probability Sample)

স্বাভাবিক বন্টনের যে বৈশিষ্ট্যের কথা বলা হয়েছে সেই বৈশিষ্ট্য তখনই কার্যকর হবে যখন জনগোষ্ঠীর মধ্যে থেকে নমুনাদল সংগ্রহ করা হবে পক্ষপাতহীনভাবে। শিক্ষাগবেষণায় এই নীতির প্রয়োগ অনিবার্য। কারণ যদি যথেষ্টভাবে একদল মানুষ নির্বাচন করা যায়, তবে দেখা যাবে তাদের বহু শারীরিক ও মানসিক বৈশিষ্ট্যই স্বাভাবিক বন্টনের নীতি মেনে চলে। এটাই প্রাকৃতিক নিয়ম, এমন কি বংশগতির ক্ষেত্রেও একই নিয়ম। উচ্চতা, ওজন, বুদ্ধি, অন্যান্য মানসিক সক্ষমতা ইত্যাদি বহুক্ষেত্রেই দেখা যায় অধিকাংশ মানুষের অবস্থান মাঝামাঝি। চূড়ান্ত বুদ্ধিমান বা চূড়ান্ত বুদ্ধিহীন মানুষের সংখ্যা খুব কম।

সুতরাং গবেষণার প্রয়োজনে কোন জনগোষ্ঠী থেকে এক বা একাধিক নমুনাদল যদি এমনভাবে সংগ্রহ করা হয় যে জনগোষ্ঠীর প্রত্যেকটি একক ব্যক্তির নমুনাদলে স্থান পাওয়া ও না পাওয়ার সম্ভাবনা সমান, এবং নমুনাদলে সদস্য সংখ্যা এমন হয় যে জনগোষ্ঠীতে কোনো একটি চলার বন্টন স্বাভাবিক হলে, নমুনাদলেও ওই একই চলার বন্টন স্বাভাবিক হবে, তবে ওই নমুনাদলকে স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা বলা হবে।

(If a sample is so drawn from the population that each individual member of the population have equal probability of being chosen and that if the distribution of an attribute in the population is normal, correspondingly it will be distributed normally in the sample also, it is called a probability sample.)

২.৪.২ সম্ভাবনারহিত নমুনা (Non probability Sample)

এমন কিছু কিছু পরিস্থিতি আছে যেক্ষেত্রে আদর্শ স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা সংগ্রহ করা দুর্লভ বা গবেষণার সমস্যাটি এমনই প্রকৃতির যে স্বাভাবিক সম্ভাবনার প্রসঙ্গটি কার্যকর নয়। সেক্ষেত্রে যে ধরনের নমুনা সংগ্রহ করা হয়, তাকে বলে সম্ভাবনারহিত নমুনা (Non-probability sample)। যেমন, যেসব ছাত্রছাত্রী শিখন অক্ষম (Learning disabled) তাদের মনোযোগ পর্যবেক্ষণ করতে গেলে যে জনগোষ্ঠী থেকে নমুনা চয়ন করতে হবে। অর্থাৎ শিখন অক্ষম ছাত্রছাত্রীদের মধ্যে থেকে, তাদের ক্ষেত্রে স্বাভাবিক বস্তুনের নীতি কার্যকর নয়। কারণ শুধুমাত্র যেসব শিক্ষণ অক্ষম ছাত্রছাত্রী হিসাবে চিহ্নিত হয়ে আছে, তাদেরই নমুনা হিসাবে নির্বাচন করা যাবে, অন্যদের নয়।

২.৪.৩ উত্তম নমুনার বৈশিষ্ট্য (Characteristics of good sample)

গবেষণার সাফল্য নির্ভর করে সঠিক পদ্ধতিতে উপযুক্ত নমুনা সংগ্রহের উপর। বিশেষত গবেষণার উদ্দেশ্য যদি মৌলিক হয়, যদি গবেষক গবেষণান্তে একটি সাধারণ নীতি বা সূত্র উদ্ভাবন করতে চান, তবে তাকে উত্তম নমুনা সংগ্রহের প্রতি যত্নবান হতে হবে। উত্তম নমুনার কয়েকটি বৈশিষ্ট্য এখানে উল্লেখ করা হল।

- ফলিত গবেষণা বা কার্যকর গবেষণাতে স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা অপেক্ষা সম্ভাবনারহিত নমুনা বেশি ব্যবহৃত হয়। মৌলিক গবেষণায় স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা অধিকতর উত্তম বলে বিবেচিত হয়।
- উত্তম নমুনা প্রকৃত জনগোষ্ঠীর একটি ক্ষুদ্র সংস্করণ মাত্র। জনগোষ্ঠীর সমস্ত বৈশিষ্ট্য নমুনাদলের মধ্যেও বিদ্যমান।
- উত্তম নমুনা সংখ্যার দিক থেকে ব্যবহারযোগ্য ও কার্যকর। অতিরিক্ত বড় নমুনাদল বা অতিরিক্ত ছোট নমুনাদল প্রায়ই সমস্যার কারণ হয়ে দাঁড়ায়। অতিরিক্ত বড় নমুনাদল থেকে প্রাপ্ত তথ্য প্রায়ই প্রক্রিয়াকরণের বেলায় সমস্যা সৃষ্টি করে। অতিরিক্ত সময় ব্যয় হয়।
- উত্তম নমুনাদল সবসময়ই অর্থ, সময় ও শ্রম সাশ্রয়কর।
- রাশিবিজ্ঞানের শর্ত অনুযায়ী যদি জনগোষ্ঠী থেকে কোন চল পরিমাপ করার জন্য অনেকগুলি নমুনা সংগ্রহ করা হয় এবং প্রতিটি দলের গড় আলাদাভাবে নির্ণয় করা হয়, তবে গড়গুলির বিষমতার পরিমাণ স্বাভাবিক বস্তুনের নীতি অনুযায়ী, জনগোষ্ঠীর বিষমতার সূচক হবে। যে নমুনাদলে গড় জনগোষ্ঠীর গড়ের কাছাকাছি, সেইটাই উত্তম নমুনাদল।

২.৫ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Sampling Techniques)

নমুনা যে ধরনেরই হোক, প্রত্যেক প্রকার নমুনার বেলাতেই জনগোষ্ঠী থেকে এক-একটি ব্যক্তিকে চয়ন করার জন্য বিশেষ বিশেষ পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। এই পদ্ধতির উপরই নির্ভর করে নমুনাটিকে সঠিকভাবে গঠিত কি না এবং গবেষণার ফলাফল নির্ভরযোগ্য হবে কি না।

২.৫.১ স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Probability Sampling Techniques)

স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনার বৈশিষ্ট্য ও চয়ন পদ্ধতির মূল নীতি ইতিমধ্যেই বলা হয়েছে। যথেষ্টগুণের ভিত্তিতে নির্বাচন করার দরুন এই জাতীয় নমুনা দলে জনগোষ্ঠীর যে কোনো ব্যক্তিরই নির্বাচিত হওয়া বা না হওয়ার সম্ভাবনা সমান। এই কারণে অনেক সময় স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনাটিকে যথেষ্ট নমুনা (Random Sample) বলা হয়।

এই পদ্ধতিতে কোন একক ব্যক্তিকে নমুনা দলে অন্তর্ভুক্ত করার জন্য গবেষককে পক্ষপাতহীন হতে হবে। কোনরকম পূর্বশর্তই তার নির্বাচন প্রক্রিয়াকে প্রভাবিত করতে পারবে না। এমনকি নিজের অজান্তেও যদি কোনো পক্ষপাতিত্ব দেখা দেয়, গবেষক তা এড়ানোর জন্য বিশেষভাবে নির্মিত একটি সংখ্যা সারণির সাহায্য নিয়ে থাকেন। একে বলে যথেষ্ট সংখ্যা সারণি (Random Number Table)। এই সংখ্যা সারণি এমনভাবে নির্মিত যে বিশেষ পদ্ধতিতে পাশাপাশি, উপর-নীচে বা কোনাকুনি অবস্থিত সংখ্যাগুলি বেছে নিয়ে জনগোষ্ঠী থেকে ওই ক্রমিক সংখ্যা অনুযায়ী ব্যক্তি নির্বাচন করলে তা পক্ষপাতহীন হবে। এছাড়াও, লটারির মাধ্যমে, লুডোর ছক ব্যবহার করে, রুলেট মেশিনের সাহায্যে এবং বর্তমানে কম্পিউটার প্রোগ্রামের মাধ্যমে আপক্ষপাত নমুনা সংগ্রহ করা যায়। বাস্তবিক ক্ষেত্রে, বিশুদ্ধ যথেষ্ট নমুনা দলের ব্যবহার শিক্ষাগবেষণায় খুবই সীমিত। এর একটা কারণ শিক্ষাগবেষণায় প্রকৃত জনগোষ্ঠীর আকৃতি ও ভৌগোলিক বিস্তার খুব বড়। তাছাড়াও এই পদ্ধতিতে নমুনা চয়ন করতে হলে জনগোষ্ঠীর প্রতিটি একক ব্যক্তির তালিকা বা চিহ্ন থাকা একান্ত আবশ্যিক, যেমন, স্কুলে ছাত্রছাত্রীদের ক্রমিক সংখ্যা। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এ রকম কোনো তালিকা না থাকায় বিশুদ্ধ যথেষ্ট নমুনা সংগ্রহ করা দুর্ভব। এই পদ্ধতির আরও কয়েকটি রকমফের আছে।

২.৫.১.১ স্তরবিভক্ত যথেষ্ট নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Stratified Random Sampling Technique)

অনেক সময়ই দেখা যায় যে, নির্বাচিত জনগোষ্ঠী যথেষ্ট সমসত্ত্ব (Homogenous) নয়। সমসত্ত্ব কথাটির অর্থ হল জনগোষ্ঠীর প্রত্যেকটি ব্যক্তি যদি যে বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে জনগোষ্ঠীকে চিহ্নিত করা হয়েছে তা ছাড়াও অন্য সমস্ত দিক দিয়েও সম্পূর্ণ অভিন্ন। অন্যভাবে বলতে গেলে, জনগোষ্ঠীর যে

কোনো অংশ থেকে নমুনা দল নির্বাচন করলে প্রতিটি নমুনা দলের প্রকৃতি যদি একই হয় তবে ঐ জনগোষ্ঠীকে সমসত্ত্ব বলা যাবে। মনে করা যাক, কোন গবেষণার জনগোষ্ঠী হল পশ্চিমবঙ্গে পাঠরত সমস্ত অষ্টমশ্রেণির শিক্ষার্থীরা। এখন পশ্চিমবঙ্গের উত্তরাঞ্চল বা দক্ষিণাঞ্চল, যে কোন স্থান থেকে অষ্টমশ্রেণির ছাত্রছাত্রীদের নির্বাচন করলে তাদের বয়স আশা করা যায় সামান্য কমবেশি ১৪ বৎসর হবে। সুতরাং বয়সের দিক থেকে ওই জনগোষ্ঠী সমসত্ত্ব।

অধিকাংশ ক্ষেত্রেই একদিক থেকে সমসত্ত্ব হলেও অন্যদিক থেকে নির্বাচিত জনগোষ্ঠীকে নানা স্তর বা শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। উপরোক্ত উদাহরণে বয়সের ভিত্তিতে সমসত্ত্ব হলেও, স্ত্রী-পুরুষ (অর্থাৎ ছেলে-মেয়ে), গ্রামবাসী-শহরবাসী, ধনী-নির্ধন ইত্যাদি নানাভাবে নির্বাচিত জনগোষ্ঠী শ্রেণিবিভক্ত হতে পারে। এখন যদি গবেষণার অন্তর্ভুক্ত চলগুলি এমন হয় যে, তাতে শ্রেণিগত পার্থক্য থাকা সম্ভব তবে এমনভাবে নমুনা চয়ন করা কর্তব্য যে প্রতিটি শ্রেণির সমান প্রতিনিধিত্ব বজায় থাকে। এই পদ্ধতিকেই বলা হয় শ্রেণিবিভক্ত যথেষ্ট নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি।

এই পদ্ধতি অনুযায়ী গবেষক প্রথমে স্থির করেন কোন শ্রেণিতে তাঁর নির্বাচিত জনগোষ্ঠীকে বিভক্ত করা সম্ভব এবং কিসের ভিত্তিতে। তারপর তিনি বিচার করে দেখেন তাঁর নির্বাচিত চলগুলির উপর কোন কোন শ্রেণির প্রভাব থাকতে পারে। এবার প্রতিটি শ্রেণি থেকে তিনি একটি করে যথেষ্ট নমুনা দল চয়ন করেন। অর্থাৎ প্রতিটি স্তর বা শ্রেণি থেকেই পূর্বোক্ত পদ্ধতিতে নমুনা দল সংগ্রহ করেন। যে ধারণা বা অনুমানের উপর ভিত্তি করে গবেষক এইভাবে নমুনা দল সংগ্রহ করেন তা হল, প্রতিটি উপদলের মধ্যে সমসত্ত্বতা বজায় থাকবে কিন্তু উপদলগুলি সামগ্রিকভাবে পরস্পর অসমসত্ত্ব হবে। সেজন্য গবেষণাস্ত্রে এই বিষয়টি তাঁকে রাশিবিজ্ঞানের উপযুক্ত পদ্ধতি প্রয়োগ করে পরীক্ষা করে নিতে হয়।

শ্রেণিবিভক্ত যথেষ্ট নমুনা দল সংগ্রহ পদ্ধতির ব্যবহার শিক্ষাগবেষণায় ব্যাপক। অধিকাংশ গবেষণাতেই দেখা যায় জনগোষ্ঠী যথেষ্ট তাৎপর্যপূর্ণভাবে নানা শ্রেণি বা স্তরে বিভক্ত। আবার অনেক সময় গবেষণার বিষয়বস্তুর প্রয়োজনেও জনগোষ্ঠীর মধ্যে কৃত্রিমভাবে স্তরভেদ সৃষ্টি করে নেওয়া হয়। যেমন, মুখস্থ করার সঙ্গে স্থানিক প্রত্যক্ষণের (Spatial perception) সম্পর্ক আছে কি না এই প্রশ্নে যে কোন জনগোষ্ঠীই নির্বাচিত হোক না কেন, তাতে স্ত্রী-পুরুষ এই দুই শ্রেণির মানুষই থাকবে আশা করা যায়। এখন পূর্বলব্ধ তথ্য অনুযায়ী মুখস্থ ক্ষমতা ও স্থানিক প্রত্যক্ষণ উভয় ক্ষেত্রেই লিঙ্গের প্রভাব থাকার সম্ভাবনা প্রবল। সুতরাং নমুনা দল চয়নের সময় স্ত্রী ও পুরুষ উভয় প্রকার মানুষের সমান প্রতিনিধিত্ব থাকা দরকার। অন্য ক্ষেত্রে মেধাবী ছাত্রছাত্রীরা অধিক মুখস্থ ক্ষমতাসম্পন্ন কি না, তা

যাচাই করার জন্য গবেষক তাঁর জনগোষ্ঠীকে কৃত্রিমভাবে খুব বেশি মেধাবী ও খুব কম মেধাবী এইভাবে দুইটি শ্রেণিতে ভাগ করে তাদের মধ্যে থেকে নমুনাদল চয়ন করতে পারেন। আবার অনেক সময় স্তর বা শ্রেণিগুলির মধ্যকার সম্ভাব্য পার্থক্য অজ্ঞাত থাকায়, শ্রেণিবিভক্ত যথেষ্ট নমুনাদল চয়ন, ওই সম্ভাব্য পার্থক্য এড়ানোর কাজে সহায়তা করে।

২.৫.১.২ নিয়মাবদ্ধ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Systematic Sampling Technique)

যদি কোন বিশেষ শর্তে বা বিশেষ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে জনগোষ্ঠীর প্রতিটি ব্যক্তির মধ্যে একটি সুশৃঙ্খল বিন্যাস থাকে বা জনগোষ্ঠীকে বিন্যস্ত করে নেওয়া সম্ভব হয় তখন পূর্বনির্ধারিত একটি নিয়ম অনুসরণ করে নমুনা চয়ন করার পদ্ধতিকে বলা হয় নিয়মাবদ্ধ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি। একক ব্যক্তি নির্বাচনের নিয়ম প্রধানত নির্ভর করে জনগোষ্ঠীতে অন্তর্ভুক্ত ব্যক্তির সংখ্যা ও নমুনাদলের আকৃতি। যেমন, কোন একদল ছাত্রকে যদি এমনভাবে সাজানো সম্ভব হয় যে সবচেয়ে ভালো ছাত্রের ক্রমিক নম্বর ১, তারপর দ্বিতীয় ভালো ছাত্রের ক্রমিক নম্বর ২, ইত্যাদি তবে নিয়মাবদ্ধ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি অনুযায়ী গবেষক স্থির করে নিতে পারেন, প্রথম ছাত্রের পর প্রতি পঞ্চম ছাত্রকে নির্বাচন করা হবে। অর্থাৎ, ১, ৫, ১০, ১৫ নং ছাত্রকে নমুনাদলে অন্তর্ভুক্ত করা হবে। প্রয়োজনীয় ছাত্রসংখ্যার উপর নির্ভর করবে এই অন্তর কত হবে সেকথা পূর্বেই বলা হয়েছে।

নিয়মাবদ্ধ নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি যথেষ্ট আপক্ষপাত গুণবিশিষ্ট, কারণ যে শর্তে জনগোষ্ঠীর প্রতিটি একক ব্যক্তিকে বিন্যস্ত করা হয় তা ছাড়া আর সমস্ত বিষয়েই যথেষ্টতা (Randomness) বজায় রাখা হয়। এই পদ্ধতি স্তরবিভক্ত নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির সঙ্গে যুক্ত করলে, জনগোষ্ঠীর প্রতিটি স্তরেই স্বতন্ত্রভাবে নিয়মাবদ্ধ পদ্ধতির প্রয়োগ করে নমুনা চয়ন করা যায়। কিন্তু যদি আগে থেকেই স্থির করা থাকে কোন শ্রেণি থেকে কতজনকে নমুনাদলের অন্তর্ভুক্ত করা হবে, তবে তাকে বলা হয় কোটা নমুনা চয়ন পদ্ধতি (Quota sampling)। যেমন, কোন গবেষক উচ্চবিত্ত, মধ্যবিত্ত ও নিম্নবিত্ত এই তিন শ্রেণির ছাত্রছাত্রীদের মধ্যে তথ্যসংগ্রহের আগ্রহ (Interest in Information Seeking) সম্বন্ধে তুলনামূলক গবেষণা করতে চান। তিনি যুক্তিসহকারে স্থির করলেন, যেহেতু তিন শ্রেণির মধ্যে প্রথমটিতে জনসংখ্যা কম, সেহেতু উচ্চবিত্ত শ্রেণি থেকে ১০০ জন এবং মধ্য ও নিম্নবিত্ত শ্রেণির প্রতিটি থেকে ২০০ জন ছাত্রছাত্রীকে নির্বাচিত করবেন। এবার বিদ্যালয়ের ছাত্রছাত্রীদের মধ্য থেকে নিয়মাবদ্ধ পদ্ধতিতে তিনটি শ্রেণিতে নির্বাচন শুরু করে যখনই কোনো একটি শ্রেণির জন্য নির্দিষ্ট সংখ্যা (Quota) পূর্ণ হয়ে যাবে তখনই তিনি ওই শ্রেণির জন্য ছাত্রছাত্রী নির্বাচন বন্ধ করে দেবেন। এটাই কোটা পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য।

বাস্তব ক্ষেত্রে অনেক সময়ই গবেষকরা নিজেদের অজ্ঞাতে কোটা পদ্ধতির প্রয়োগ করেন। তাঁরা গবেষণার শুরুতেই জনগোষ্ঠীর শ্রেণিবিভাজন করে কোন শ্রেণি থেকে কতজনকে নমুনাদলের অন্তর্ভুক্ত করে নিয়ে থাকেন এবং নমুনা সংগ্রহ প্রক্রিয়া শুরু করার পর যখনই নির্দিষ্ট সংখ্যা পূরণ হয়ে যায় তখনই ওই শ্রেণির নমুনা সংগ্রহ বন্ধ করে দেন।

এই পদ্ধতির আর একটি রকমফের হল আনুপাতিক নমুনা সংগ্রহ (Proportionate Sampling)। এই পদ্ধতির বহুল প্রয়োগ ঘটে সমীক্ষা গবেষণায় (Survey Research)। যদি জনগোষ্ঠী সীমায়িত হয় অর্থাৎ জনগোষ্ঠীর অন্তর্গত ব্যক্তিদের সংখ্যা পূর্ব থেকেই জানা থাকে, তবে গবেষক ওই সংখ্যার কত অংশকে নমুনাদলের জন্য নির্বাচিত করবেন তা স্থির করে তারপর সংগ্রহের কাজ শুরু করেন। বৃহৎ জনগোষ্ঠীর শতকরা দশভাগ নির্বাচন করা মতামত সমীক্ষার ক্ষেত্রে একটি প্রচলিত প্রথা। যেমন, প্রাথমিক স্তরে প্রথাগত পরীক্ষা থাকা উচিত কিনা এ সম্বন্ধে অভিভাবকদের মতামত সংগ্রহ করতে গিয়ে কোনো অঞ্চলে প্রাথমিক বিদ্যালয়ে পাঠরত ছাত্রছাত্রীদের যত অভিভাবক আছেন, তার মধ্যে শতকরা দশজনের মতামত সংগ্রহ করে তার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যেতে পারে। বলা বাহুল্য, জনগোষ্ঠী থেকে এই এক-দশমাংশের নির্বাচন সম্পূর্ণভাবেই যথেষ্টতার ভিত্তিতে হওয়া উচিত।

২.৫.২ সম্ভাবনারহিত নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Non-Probability Sampling Techniques)

একথা পূর্বেই বলা হয়েছে যে, গবেষণার সময় অনেকক্ষেত্রেই যথেষ্টায়ন (Randomisation) সম্ভব হয় না। বিশেষত কার্যকরী (Action) গবেষণার সমস্যা ও নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি অনেক সময়ই এমন হয় যে, স্বাভাবিক সম্ভাবনার শর্ত মানা যায় না। যথেষ্টায়ন না হওয়াতে এই জাতীয় নমুনাদলের মাধ্যমে যে উপাত্ত (Data) সংগৃহীত হয় তা স্বাভাবিক বস্তুনের বৈশিষ্ট্য বর্ণিত। এই ধরনের কয়েকটি নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি নীচে দেওয়া হল।

২.৫.২.১ তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Situational Sampling Technique)

অনেক গবেষণাকার্য যথেষ্ট পূর্বপরিকল্পিত হওয়ার সুযোগ থাকে না এবং গবেষণার প্রধানতম উদ্দেশ্য সমীক্ষামূলক। এরকম পরিস্থিতিতে হাতের কাছে যে নমুনাদল পাওয়া যায়, তাদের নিকট থেকেই উপাত্ত (Data) সংগ্রহ করা হয়। এরকম নমুনাদলকে বলে তাৎক্ষণিক নমুনাদল (Situational Sample) আর নমুনা সংগ্রহের পদ্ধতিকে বলে তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Situational Sampling Technique)। ভোটের পর বুথ ফেরৎ জনমত সমীক্ষার ভিত্তিতে ভোটের ফলাফল সম্বন্ধে যে পূর্বানুমান করা হয়, তা হল তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহের উৎকৃষ্ট নিদর্শন। কারণ, দিনের একটা বিশেষ সময়ে যাঁরা ভোট দিয়ে ফিরছেন এবং তাঁদের মধ্যে যাঁরা তাঁদের মতামত প্রকাশ করতে দ্বিধা

বোধ করেন না, একমাত্র তাঁদের মতামতের উপর ভিত্তি করে এই সমীক্ষা করা হয়। লক্ষ্য করার বিষয়, সমস্ত ভোটাধিকারী এই সমীক্ষার জনগোষ্ঠীর সদস্য কিন্তু দৈবাৎ কোন একটি সময়ে যারা ভোট দিতে গেছেন তাঁরাই নমুনাদলের অন্তর্ভুক্ত হতে পারছেন। তাৎক্ষণিক নমুনাদলের আকৃতি (দলে অন্তর্ভুক্ত সদস্যসংখ্যা) প্রায়ই খুব ছোট হয় এবং তার ভিত্তিতে পাওয়া ফলাফল প্রায়ই প্রকৃত ফলাফলের সঙ্গে মেলে না, অন্ততপক্ষে নির্ভুলভাবে মেলে না।

শিক্ষাগবেষণায় তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির কিছু কিছু ব্যবহার আছে। যেমন, স্কুলের গেটে ছেলেমেয়েদের পৌছাতে আসা অভিভাবকদের যদি নমুনা হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তবে সেটি হবে তাৎক্ষণিক নমুনাদল। কিংবা কোনো সভাসমিতিতে উপস্থিত শিক্ষক-শিক্ষিকাদের কাছ থেকে যদি কোনো গবেষণার উপাত্ত সংগ্রহ করা হয়, তবে সেটিও হবে তাৎক্ষণিক নমুনাদল। এই জাতীয় নমুনাদল যদিও আকস্মিক (Accidental), তবুও এদের ব্যবহার করা হয় প্রধানত দ্রুত গবেষণা কার্য সম্পন্ন করার জন্য।

তাৎক্ষণিক গবেষণার ভিত্তিতে সংগৃহীত তথ্য ও সিদ্ধান্ত প্রকৃত সিদ্ধান্ত সম্বন্ধে একটি ধারণা দিতে পারে মাত্র কিন্তু কখনও প্রকৃত ঘটনার নির্ভুল সমাহার হয় না। পূর্বে উদাহরণে কোনো শিক্ষক সমিতির সভায় উপস্থিত শিক্ষক-শিক্ষিকারা সম-মতাবলম্বী হবেন এটাই স্বাভাবিক। কাজেই তাঁদের মতামত একপেশে হওয়ার সম্ভাবনা প্রবল। অর্থাৎ এককথায় তাৎক্ষণিক নমুনাদল সম্পূর্ণ পক্ষপাতহীন নয়।

২.৫.২.২ উদ্দেশ্যসাধক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Purposive Sampling Technique)

যখন জনগোষ্ঠীর সংজ্ঞা স্থির না করে এবং কি পদ্ধতিতে নমুনাদল চয়ন করা হবে সে সম্বন্ধে কোনো পূর্ব পরিকল্পনা না করে গবেষক শুধুমাত্র বিচার করে দেখেন কি ধরনের নমুনাদল সংগ্রহ করলে বা কোন কোন ব্যক্তিকে নমুনাদলের অন্তর্ভুক্ত করলে গবেষণার উদ্দেশ্য সিদ্ধ হবে এবং সেই অনুযায়ী নমুনাদল সংগ্রহ করেন, তখন তাঁর নমুনাদলকে উদ্দেশ্যসাধক নমুনাদল (Purposive Sample) ও পদ্ধতিকে উদ্দেশ্যসাধক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Purposive Sampling Technique) বলা হয়। যেমন, কোনো গবেষক জানতে চান নিরক্ষরতার হার ও দারিদ্র্যের মধ্যে সম্পর্ক কী? উদ্দেশ্যে জনগোষ্ঠীভিত্তিক কোনো প্রকল্প (Hypothesis) রচনা না করে এবং গবেষণার পরিকল্পনার প্রতি বিশেষ মনোযোগ না দিয়ে তাঁর নিজস্ব ধারণা অনুযায়ী উচ্চবর্ণ-নিম্নবর্ণ, ধনী-দরিদ্র, স্ত্রী-পুরুষ, গ্রামবাসী-শহরবাসী ইত্যাদি নানা শ্রেণির মানুষের নিকট থেকে উপাত্ত সংগ্রহ করলেন। কারণ তাঁর উদ্দেশ্য দারিদ্র্য ও নিরক্ষরতার সম্পর্ক নির্ণয়, অর্থাৎ সম্পর্ক আছে প্রমাণ করা। সুতরাং তাঁর ধারণা এইভাবেই গবেষণার উদ্দেশ্য সিদ্ধ হবে।

উদ্দেশ্যসাধক নমুনাগুলির প্রয়োগ প্রকৃত গবেষণায় খুব কমই হয় বা হলেও সেই গবেষণার ফলাফলের গুরুত্ব বড় একটা তাৎপর্যপূর্ণ হয় না। কিন্তু কার্যকরী গবেষণায় কখনও কখনও এই জাতীয় নমুনাগুলি সংগৃহীত ও ব্যবহৃত হয়। সর্বশিক্ষা অভিযানে অংশগ্রহণকারী শিক্ষকদের জন্য নির্দেশিকা সম্বলিত পুস্তক কতটা উপযুক্ত হয়েছে তা জানার জন্য একটি কার্যকরী গবেষণার পরিকল্পনা করা হল। এই উদ্দেশ্যে কিছু সংখ্যক অংশগ্রহণকারী শিক্ষক-শিক্ষিকার মতামত নেওয়া হল। এতে মূল উদ্দেশ্যটি সিদ্ধ হল কিন্তু গবেষণার রীতিপদ্ধতির বিচারে যথেষ্ট গ্রহণযোগ্য হল না।

২.৫.২.৩ গুচ্ছদল নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Cluster Sampling Technique)

অনেক সময় গবেষণার প্রয়োজনে নির্বাচিত জনগোষ্ঠীর মধ্যে আগে থেকেই যদি কিছু কিছু ব্যক্তি দলবদ্ধ হয়ে থাকেন, এবং নমুনাগুলি এমনভাবে সংগ্রহ করতে হবে যে একটি দল বা গুচ্ছকে নির্বাচিত করলে, তার সকলকেই নমুনাগুলি অন্তর্ভুক্ত করতে হবে, বাদ দিলে সবাইকেই বাদ দিতে হবে। তবে সেই নমুনাগুলিকে বলে গুচ্ছদল নমুনা (Cluster Sample) ও এই পদ্ধতিকে বলে গুচ্ছদল নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Cluster Sampling Technique)। গুচ্ছভিত্তিক নমুনা সংগ্রহ করার দরুন গবেষক গুচ্ছের অন্তর্ভুক্ত প্রতিটি ব্যক্তির একক বৈশিষ্ট্য বা ব্যক্তিগত বৈষম্যকে গুরুত্ব দেন না। যে চলগুলি তার গবেষণার সমস্যার অন্তর্ভুক্ত তাদের ক্ষেত্রে সমগ্র গুচ্ছটির একটি সম্ভাব্যমান (ভূমিত্তিক ভিত্তিক মান বা Modal Value) আছে ধরে নিয়ে তিনি সমগ্র গুচ্ছটিতে একটি একক হিসাবে গ্রহণ করেন। যদি কোন গবেষণার নির্বাচিত জনগোষ্ঠী হয় চতুর্থাংশে পাঠরত ছাত্রছাত্রীরা, তবে প্রতিটি বিদ্যালয়ে চতুর্থাংশে পাঠরত ছাত্রছাত্রীরা এক-একটি গুচ্ছ। গবেষক ধরে নিচ্ছেন, এক-একটি গুচ্ছের অন্তর্গত ছাত্রছাত্রীরা অধিকাংশ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে সমসত্ত্ব (Homogeneous)। কিন্তু নমুনাগুলি চয়নের সময় একটি বিদ্যালয়ের চতুর্থাংশে পাঠরত সমস্ত ছাত্রছাত্রীকেই নিতে হবে না হলে ওই বিদ্যালয়টিকেই বাদ দিতে হবে।

গুচ্ছদল নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতিতে অনেক সহজে নমুনা দল গঠন করা যায়। কিন্তু এতে অপচয়ের সম্ভাবনা বেশি থাকে। অনেক সময় গবেষক গুচ্ছদল নির্বাচন করে গুচ্ছের অন্তর্গত সমস্ত ব্যক্তির সম্বন্ধেই উপাত্ত সংগ্রহ করেন, তারপর অপ্রয়োজনীয় ব্যক্তিদের বাদ দিয়ে চূড়ান্ত নমুনা দলে তাঁর যতজন প্রয়োজন ততজনকে নির্বাচিত করে নেন। এর ফলে নমুনাগুলির পক্ষপাতহীনতা ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

গুচ্ছদল নমুনা স্বাভাবিক সম্ভাবনায়ুক্ত ও স্বাভাবিক সম্ভাবনারহিত এই দুই প্রকারই হতে পারে। উদ্দিষ্ট নমুনাগুলি যদি যথেষ্ট বড় হয় এবং জনগোষ্ঠী থেকে অনেকগুলি গুচ্ছ নমুনাগুলির অন্তর্ভুক্ত হয় তবে ওই নমুনাগুলি ও তার চয়নপদ্ধতি স্বাভাবিক সম্ভাবনার শর্তপূরণ করতে পারে। কিন্তু যদি মাত্র

দুটি বা তিনটি গুচ্ছ নির্বাচিত হয় এই উদ্দেশ্যে যে একটি গুচ্ছের সঙ্গে অপরগুচ্ছের তুলনা করা, তবে নমুনা হিসাবে এটি স্বাভাবিক সম্ভাবনারহিত বলে গণ্য হবে। যেমন, দুটি বিদ্যালয়ের মাধ্যমিক পরীক্ষায় সাফল্যের তুলনামূলক বিচার।

২.৫.২.৪ পক্ষপাতমূলক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Biased Sampling Technique)

সম্ভাবনারহিত নমুনাগুলির মধ্যে সবচেয়ে নিকটস্থ হল পক্ষপাতমূলক নমুনাগুলি ও তার সংগ্রহ পদ্ধতি। যখন গবেষক তাঁর গবেষণার আগাম ফলাফল সম্বন্ধে একটি পক্ষপাতমূলক আগাম সিদ্ধান্ত নিয়ে গবেষণার কাজ শুরু করেন এবং এমনভাবে গবেষণার কাজ পরিকল্পনা করেন; যাতে তাঁর সিদ্ধান্ত সঠিক বলে গণ্য হয়, তখন তিনি এমনভাবে নমুনাগুলি চয়ন করেন যা তাঁর সিদ্ধান্তের সহায়ক হবে। এই ধরনের নমুনাগুলিকে বলা হয় পক্ষপাতমূলক নমুনাগুলি (Biased Sample) এবং তার পদ্ধতি হল পক্ষপাতমূলক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Biased Sampling Technique)। যেমন, কোনো একজন গবেষকের ধারণা যে প্রাথমিক স্তরে ইংরেজি না পড়লে ভালো ইংরেজি শেখা যায় না, অর্থাৎ তাঁর মতে ভালো ইংরেজি শেখার একমাত্র শর্ত হল, প্রাথমিক স্তর থেকে ইংরেজি পড়া। এখন তাঁর ধারণাকে গবেষণার মাধ্যমে প্রতিষ্ঠিত করার উদ্দেশ্যে তিনি এমন দুটি নমুনাগুলি সংগ্রহ করলেন, যার একটিতে আছে সাধারণ মানের ছাত্রছাত্রীরা যারা মাধ্যমিক স্তরে যোগ্য শিক্ষকের কাছে ইংরেজি শেখার সুযোগ পায়নি বা অন্য কারণে সাহায্য পায়নি। এরা প্রাথমিক স্তরে ইংরেজি পড়েনি এবং গবেষক জানেন যে, এরা ভালো ইংরেজি জানে না। দ্বিতীয় নমুনাগুলি তিনি এমনভাবে নির্বাচন করলেন, যারা প্রাথমিক স্তরে ইংরেজি পড়েছে, ভালো স্কুলে ভালো টিউটর ও মা-বাবার সহায়তা, উৎসাহ সবই পেয়েছে। এরা অনেকেই ইংরেজি মাধ্যমে পড়েছে এবং ভালো ইংরেজি জানে। এই দুই দলের ইংরেজি পরীক্ষা নিয়ে এবং তুলনা করে তিনি প্রমাণ করতে চাইলেন, প্রাথমিক স্তরে ইংরেজি না পড়লে ভালো ইংরেজি শেখা যায় না। এই হল পক্ষপাতমূলক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির উদাহরণ।

২.৬ বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Multistage Sampling Technique)

এটি কোনো স্বতন্ত্র নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি নয়। বলা চলে, বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি হল একাধিক পদ্ধতির সমন্বয় বা বিশেষ বিশেষ পদ্ধতির সম্প্রসারণ (Extension)। যখন জনগোষ্ঠীর আকৃতি বিশাল ও অজ্ঞাত এবং তার বিস্তারও ব্যাপক, তখন স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনাগুলি সংগ্রহ পদ্ধতিগুলির প্রয়োগ দুর্বল হয়ে দাঁড়ায়। কারণ সমস্ত গবেষণাই নির্দিষ্ট সময়ে সীমিত ব্যয়ে সম্পন্ন করতে হয়। সুতরাং নমুনাগুলির আকৃতি বিশাল হওয়া বাঞ্ছনীয় নয়। অথচ যথাযথ পদ্ধতি মেনে একটি

পক্ষপাতহীন যথেষ্টতা সম্পন্ন নমুনাদল সংগ্রহ না করলে গবেষণার ফলাফল নির্ভরযোগ্য হবে না। এইরকম পরিস্থিতিতে বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতিই সর্বোৎকৃষ্ট।

এই পদ্ধতিতে নমুনা সংগ্রহের কাজটিকে কয়েকটি স্তরে ভাগ করে নেওয়া হয় এবং সেই অনুযায়ী ধাপে ধাপে নমুনাদলের জন্য ব্যক্তি নির্বাচনের পর্যায়ে এসে নমুনা চয়ন শেষ হয়। যেমন, প্রথম স্তর হল ভৌগোলিক বিস্তারকে কয়েকটি অঞ্চলে ভাগ করা (যথা, উত্তর, দক্ষিণ, পূর্ব, পশ্চিম বা অনুরূপ কোন সুবিধাজনক ভাগ)। দ্বিতীয় স্তরে প্রতিটি অঞ্চল থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক জেলাকে বেছে নেওয়া (যথা, প্রতি অঞ্চল থেকে একটি করে জেলা)। তৃতীয় পর্যায়ে প্রতিটি নির্বাচিত জেলা থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক ব্লককে বেছে নেওয়া (যথা, প্রতি জেলা থেকে তিনটি করে ব্লক বেছে নেওয়া)। এইভাবে ধাপে ধাপে ব্লক থেকে পঞ্চায়েৎ এলাকা, পঞ্চায়েৎ এলাকা থেকে প্রতিষ্ঠান (বিদ্যালয়) নির্বাচন এবং বিদ্যালয় থেকে শিক্ষক-শিক্ষিকা বা ছাত্রছাত্রী নির্বাচন। এইভাবে স্তরে স্তরে যে নমুনা সংগ্রহ করা হয়, তাকে বলে বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি (Multistage Sampling Technique)।

বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির প্রতিটি স্তরে নির্বাচনের নীতি আলাদাভাবে স্থির করা হলেও তা গবেষণার মূল প্রশ্ন ও চলগুলির সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়া প্রয়োজন। যে কোন একটি স্তরে পক্ষপাত দোষ ঘটলে, সমগ্র প্রক্রিয়াটিই ক্রটিপূর্ণ হয়ে পড়ে। বিশেষত স্বাভাবিক সম্ভাবনার প্রয়োগ যেহেতু একেবারে শেষ পর্যায়ে ব্যক্তি নির্বাচনের ক্ষেত্রেই সম্ভব, সেহেতু পূর্ববর্তী স্তরগুলিতে সম্ভাবনারহিত নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির সূচু প্রয়োগ হওয়া বাঞ্ছনীয়। একথা মনে রাখা দরকার, পূর্বে উদাহরণে আঞ্চলিকতার ভিত্তিতে স্তরভাগ করা হলেও আরও নানা প্রকার বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে। সমস্তটাই নির্ভর করে গবেষকের পরিকল্পনা ও দক্ষতার উপর।

২.৭ নমুনাদলের আকৃতি (Sample Size)

গবেষকরা গবেষণার কাজে নমুনা সংগ্রহের পরিকল্পনা করতে যেয়ে, একটি প্রশ্নের সম্মুখীন প্রায়ই হন, তা হল একটি নমুনাদলে কত সংখ্যক ব্যক্তির অন্তর্ভুক্ত হওয়া প্রয়োজন—অর্থাৎ নমুনাদলের আকৃতি কত বড় হওয়া প্রয়োজন। পূর্বে একবার বলা হয়েছে, গবেষণার নমুনাদল বাস্তবিক কারণে অতিরিক্ত বড় হলে সমস্যার সৃষ্টি হয়। আসল প্রশ্নটি হল গবেষণার নমুনাদল ন্যূনতম কত হলে তা জনগোষ্ঠীর প্রতিনিধিত্ব করতে পারে?

প্রকৃতপক্ষে নমুনাদলের আকৃতি সম্বন্ধে কোন সুস্পষ্ট নির্দেশ দেওয়া সম্ভব নয়। গবেষণার উদ্দেশ্য, চলের সংখ্যা, উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি, গবেষণার ছক ইত্যাদি অনেক বিষয়ের উপর ভিত্তি করে গবেষক তাঁর নমুনাদলের আকৃতি স্থির করেন। নমুনাদলের আকৃতি যথেষ্ট বড় হলে, এবং

জনগোষ্ঠীতে নির্বাচিত চলগুলি স্বাভাবিক বন্টনের শর্ত মেনে চললে, উপাত্ত বিশ্লেষণের যেসব পদ্ধতি প্রয়োগ করা যায়, নমুনাগুলির আকৃতি খুব ছোট হলে এবং অধিকাংশ চল শ্রেণিবিভক্ত হলে ভিন্ন ধরনের কৌশল অবলম্বন করতে হয়। নন প্যারামেট্রিক (Non parametric) বিশ্লেষণ পদ্ধতির প্রয়োগ হয় ছোট নমুনাগুলির ক্ষেত্রে। অনেক রাশিবিজ্ঞানীর মতে, নমুনাগুলির আকৃতি ৩০ বা তার কম হলে, তাকে ছোট নমুনা (Small Sample) নামে অভিহিত করতে হবে এবং নন প্যারামেট্রিক পদ্ধতি প্রয়োগ করে উপাত্ত বিশ্লেষণ করতে হবে। কিন্তু বাস্তবিক ক্ষেত্রে এর অসংখ্য ব্যতিক্রম আছে।

একক পরীক্ষণপাত্র বিশিষ্ট গবেষণার ছক (Single Sample Research Design) বাদ দিলে, এক-এক প্রকার গবেষণার ছকের জন্য এক-এক প্রকার নমুনাগুলি সংগৃহীত হয়। সাধারণত সমীক্ষা গবেষণার ছকে সবচেয়ে বড় আকৃতির নমুনাগুলি ব্যবহার করা হয়। কারণ নমুনাগুলি যত বড় হবে, সমীক্ষার ভ্রান্তি তত কম হবে এবং ফলাফল তত বেশি নির্ভরযোগ্য হবে। অধিকাংশ গবেষণায় যখন ধারাবাহিক পরিমাপযোগ্য চল ব্যবহার করা হয় তখন নমুনাগুলির আকৃতিও যথাসম্ভব বড় রাখা হয়। স্তরবিভক্ত নমুনাগুলি বা উৎপাদকীয় গবেষণার ছকে নমুনাগুলির আকৃতি নির্ভর করে জনগোষ্ঠীতে কতগুলি স্তর বা শ্রেণি আছে তার উপর। কারণ প্রতি স্তরের জন্য নির্বাচিত নমুনাগুলি মোটামুটি বড় হওয়া প্রয়োজন।

২.৮ সারসংক্ষেপ

যে সমস্ত মানুষকে গবেষণার পাত্র হিসাবে নির্বাচন করা হয়, তা সমগ্র জনসাধারণের অংশ হলেও বিশেষ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে চিহ্নিত একটি বৃহৎদল। এই দলকে বলা হয় গবেষণার জনগোষ্ঠী। অধিকাংশ গবেষণাই সমগ্র জনগোষ্ঠীর উপর করা হয় না। বিশেষ নিয়মে জনগোষ্ঠীর একটি ক্ষুদ্রতর অংশকে বেছে নেওয়া হয়, যাকে বলা হয় নমুনাগুলি। নমুনাগুলিতে একক ব্যক্তিকে অন্তর্ভুক্ত করার পদ্ধতিকে বলা হয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি। নমুনাগুলি ও তার সংগ্রহ পদ্ধতি প্রধানত দুই প্রকার। স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনাগুলি ও সম্ভাবনারহিত নমুনাগুলি। প্রথমটির শর্ত হল নির্বাচিত দলের ক্ষেত্রে কোনো চল পরিমাপ করা হলে প্রাপ্ত স্কের স্বাভাবিক বন্টনের নীতি মেনে চলে এবং জনগোষ্ঠীর কোনো একক ব্যক্তির নির্বাচিত হওয়া বা না হওয়ার সম্ভাবনা সমান। এই শর্তটিকে বলা হয় যথেষ্টতা। শিক্ষাগবেষণায় প্রকৃত যথেষ্টতা গুণবিশিষ্ট নমুনার ব্যবহার খুবই কম।

এই প্রকার নমুনার আরও দুটি রকমের আছে, একটি হল স্তরবিভক্ত নমুনাগুলি ও অপরটি নিয়মাবদ্ধ নমুনাগুলি। এর প্রথমটি প্রয়োগ করা হয় যখন নির্বাচিত জনগোষ্ঠী নানা প্রকার স্তরে বিভক্ত থাকে এবং প্রতিটি স্তর থেকেই যথেষ্টতা বজায় রেখে নমুনাগুলি চয়ন করা হয়। দ্বিতীয়টি প্রয়োগ

করা হয় যখন জনগোষ্ঠীর অন্তর্গত ব্যক্তিদের কোন বিশেষ শর্তে ক্রমবিন্যাস করা সম্ভব হয় এবং ক্রমবিন্যাস্ত জনগোষ্ঠী থেকে একটি নির্দিষ্ট অন্তর বজায় রেখে এক-এক গণ্য ব্যক্তিকে নমুনা দলের জন্য নির্বাচন করা হয়।

সম্ভাবনারহিত নমুনা দলের বেলায় যথেষ্টতা বা স্বাভাবিক সম্ভাবনার শর্ত বজায় থাকে না। বহু কার্যকরী গবেষণায় এই জাতীয় নমুনা দলের প্রয়োজন হয়। কোন কোন গবেষণায় উপস্থিত যে ব্যক্তির সম্ভাবনা তাদের নিয়েই নমুনা দল গঠিত হয়। একে বলা হয় তাৎক্ষণিক নমুনা দল ও তাৎক্ষণিক নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি। এছাড়া গুচ্ছদল নমুনা, উদ্দেশ্যসাধক নমুনা ও পক্ষপাতমূলক নমুনা কোনো কোনো গবেষণায় ব্যবহৃত হয়।

নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতির মধ্যে সময়সীমা ঘটিয়ে বহুস্তরীয় নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি শিক্ষাগবেষণায় ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে পরিকল্পিতভাবে নমুনা সংগ্রহের কাজটিকে কয়েকটি স্তরে ভাগ করে ধাপে ধাপে প্রকৃত নমুনা দল সংগ্রহ করা হয়। প্রতিটি ধাপেই স্বতন্ত্র নীতি অনুযায়ী নমুনা সংগ্রহ করায় কোনো বাধা নেই। নমুনা দলের আকৃতি কত বড় হবে তা নির্ভর করে গবেষণার ছক, জনগোষ্ঠীর প্রকৃতি ও উদ্দেশ্য, উপাত্ত বিশ্লেষণের পরিকল্পনা ইত্যাদি অনেকগুলি বিষয়ের উপর। সম্ভাবনারহিত ছোট নমুনা দলের বেলায় নন-প্যারামেট্রিক পদ্ধতিতে উপাত্ত বিশ্লেষণ করা হয়। কোনো কোনো লেখকের মতে, নমুনা দলের আকৃতি ৩০ বা তার কম হলে, তাকে ছোটদল বলে গণ্য করতে হবে। কিন্তু এর ব্যতিক্রম আছে।

২.৯ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। জনগোষ্ঠী কাকে বলে ?
- ২। জনগোষ্ঠী ও নমুনা দলের মধ্যে সম্পর্ক কী ?
- ৩। নমুনা ও নমুনা চয়নের মধ্যে পার্থক্য কী ?
- ৪। স্বাভাবিক সম্ভাবনা কাকে বলে ?
- ৫। যথেষ্টগুণ কী ?
- ৬। স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা কাকে বলে ?
- ৭। যথেষ্ট নমুনা দল কী ?
- ৮। একটি ক্লাসের সমস্ত শিক্ষার্থীকে নমুনা দল হিসাবে গ্রহণ করলে, তাকে কোন ধরনের নমুনা দল বলা হবে ?

- ৯। নিয়মাবদ্ধ নমুনা দল কী ?
- ১০। তাৎক্ষণিক নমুনা দলের একটি উদাহরণ দিন।
- ১১। উদ্দেশ্যসাধক নমুনা দল কখন ব্যবহৃত হয় ?
- ১২। নিকৃষ্টতম নমুনা দল গঠনের পদ্ধতি কোনটি ?
- ১৩। নমুনা দলের আকৃতি বলতে কি বোঝায় ?
- ১৪। বহুস্তরীয় নমুনা দল গঠন পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য কী ?
- ১৫। একই নমুনা দলের মধ্যে একাধিক উপদল থাকলে, কোন পদ্ধতিতে দল গঠন করতে হবে ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। জনগোষ্ঠী কাকে বলে ? জনগোষ্ঠীকে কীভাবে চিহ্নিত করা বা নির্দিষ্ট করা হয় ?
- ২। গবেষণায় নমুনা দলের ব্যবহার করা হয় কেন ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৩। স্বাভাবিক সম্ভাবনার ধারণাটি ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। নমুনা দল গঠনের ক্ষেত্রে যথেষ্ট সচেতনতার ভূমিকা কী ?
- ৫। স্তরবিভক্ত যথেষ্ট নমুনা দলের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।
- ৬। সম্ভাবনারহিত নমুনা দল কাকে বলে ? এরকম নমুনা দল গঠন কি অবাঞ্ছিত ?
- ৭। বহুস্তরীয় নমুনা দল গঠনের পদ্ধতি বর্ণনা করুন।
- ৮। গুচ্ছ দল নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি কাকে বলে ও কীভাবে এইজাতীয় নমুনা সংগ্রহ করা হয় ?
- ৯। স্বাভাবিক সম্ভাবনা ও সম্ভাবনারহিত নমুনা দলের বৈশিষ্ট্য তুলনা করুন।
- ১০। নিয়মাবদ্ধ নমুনা দল সংগ্রহের পদ্ধতি বর্ণনা করুন।

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। গবেষণায় জনগোষ্ঠী ও নমুনা দলের প্রয়োজনীয়তা উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করুন।
- ২। স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা দল কত প্রকার ? উদাহরণসহ প্রত্যেকটির পরিচয় দিন।
- ৩। সম্ভাবনারহিত নমুনা দলের বিভিন্ন প্রকার ও বৈশিষ্ট্যের পরিচয় দিন।
- ৪। শিক্ষার্থীদের বুদ্ধির বিকাশ সংক্রান্ত কোন গবেষণায় কীভাবে জনগোষ্ঠী স্থির করা যেতে পারে এবং কীভাবে উপযুক্ত নমুনা দল সংগ্রহ করা যেতে পারে ?
- ৫। শিক্ষাগবেষণায় ব্যবহৃত বিভিন্ন নমুনা দল সংগ্রহের পদ্ধতিগুলির অতিসংক্ষিপ্ত পরিচয় দিন।

একক ৩ গবেষণার সমস্যা নিরূপণ এবং গবেষণার ছক
(Formulation of Research Problem and Research Design)

৩ (ক) গবেষণার সমস্যা নিরূপণ
(Formulation of Research Problem)

গঠন (Structure)

- ৩.১ সূচনা
- ৩.২ উদ্দেশ্য
- ৩.৩ গবেষণার সমস্যা
 - ৩.৩.১ সমস্যার উৎস
 - ৩.৩.২ সমস্যার নিরূপণের পদ্ধতি
 - ৩.৩.৩ গবেষণার সমস্যার বৈশিষ্ট্য
- ৩.৪ প্রকল্প
 - ৩.৪.১ প্রকল্পের অর্থ
 - ৩.৪.২ গবেষণায় প্রকল্পের স্থান
 - ৩.৪.৩ প্রকল্পের বৈশিষ্ট্য
 - ৩.৪.৪ প্রকল্পের প্রকারভেদ
- ৩.৫ সারসংক্ষেপ
- ৩.৬ প্রস্তাবলী

৩.১ সূচনা (Introduction)

গবেষণার প্রকৃতি, উদ্দেশ্য, বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি এবং গবেষণার চল সম্বন্ধে ধারণা লাভ করার পর স্বাভাবিক ভাবেই যে প্রশ্নটি আমাদের মনে আসে সেটি হল, গবেষণার বিষয়বস্তু কীভাবে ঠিক হয়? গবেষণা একটি সমস্যা সমাধানমূলক (Problem Solving) কাজ। কিন্তু এই সমস্যা গবেষক নিজেই চিহ্নিত করেন বা নিজেই সৃষ্টি করেন, নিজেই তার সমাধানের পথ নির্দিষ্ট করেন, নিজেই সমাধান করেন এবং সমাধানের গুণগত মান যাচাই করে তাকে প্রতিষ্ঠিত করেন। সুতরাং গবেষণার সমস্যা

নিরূপণ কীভাবে করা হয় সে সম্বন্ধে যে কোন গবেষকেরই স্বচ্ছ ধারণা থাকা প্রয়োজন। বর্তমান পাঠ্য এককের প্রথম অংশের বিষয়বস্তু এটাই।

৩.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করার পর শিক্ষার্থীরা—

- ★ গবেষণার সমস্যার উৎসগুলি চিহ্নিত করতে পারবেন।
- ★ গবেষণার সমস্যা নিরূপণের পদ্ধতি সম্বন্ধে অবহিত হবেন।
- ★ প্রকল্প কাকে বলে বলতে পারবেন।
- ★ গবেষণায় প্রকল্পের স্থান ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ★ প্রকল্পের প্রকারভেদ সম্বন্ধে অবহিত হবে না।

৩.৩ গবেষণার সমস্যা (Research Problem)

একটি গবেষণা যেখানে শেষ হয় আর একটি গবেষণা সেখান থেকেই শুরু হয়। গবেষণা একটি নিরবচ্ছিন্ন দৌড়ের মতো, কখনই শেষ হয় না। এদিক থেকে দেখতে গেলে অসংখ্য গবেষণার বিষয়বস্তু সবসময়ই উপস্থিত। ইচ্ছুক গবেষকের কাজ তাকে চিহ্নিত করে নিয়ে কাজ শুরু করা। সহজ কথায় গবেষণার প্রথম ধাপ হল গবেষণার সমস্যা চিহ্নিত করা। কিন্তু তার অর্থ এই নয় যে গবেষক শুধু স্থির করে নেন, তিনি কোন বিষয়ে গবেষণা করবেন। কারণ এটিই গবেষণার প্রথম ধাপ হওয়ায় সঠিক সমস্যা নিরূপণের উপর গবেষণার প্রতি সাফল্য ও পরিণতি নির্ভর করে। এজন্য জানা প্রয়োজন, গবেষণার সমস্যার উৎস ও নিরূপণ করার পদ্ধতি কি এবং গবেষণাযোগ্য সমস্যার বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী?

৩.৩.১ গবেষণার সমস্যার উৎস (Sources of Research Problem)

গবেষণার বিষয়বস্তু বা সমস্যা গবেষকের সাধারণজ্ঞান বা প্রচলিত ধারণা থেকে স্থির করা যায় না। যদিও কিছু কিছু ক্ষেত্রে ওইগুলি প্রাথমিক সূত্র হিসাবে সাহায্য করতে পারে। গবেষণার বিষয়বস্তু স্থির করার জন্য দীর্ঘ পরিশ্রম সাপেক্ষ অনুসন্ধান ও গভীর অন্তর্দৃষ্টির প্রয়োজন হয়। যে সমস্ত সূত্র থেকে গবেষণার সমস্যা স্থির করা হয় তাই হল সমস্যার উৎস।

প্রথমত কোনো তাত্ত্বিক ধারণা থেকে গবেষণার সমস্যা স্থির করা যেতে পারে। যে কোনো গবেষণায় যদি একটি নতুন তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত হয়েছে বলে দাবি করা হয়, অন্য গবেষকরা তত্ত্বটির সত্যতা

যাচাই করার জন্য গবেষণার পরিকল্পনা গ্রহণ করতে পারেন। একশ বছর আগে থর্নডাইক দাবি করেন প্রাণীরা বার বার প্রচেষ্টা ও ভুল সংশোধনের মাধ্যমে নতুন আচরণ আয়ত্ত করে। তাঁর তত্ত্বের সত্যতা যাচাই করার জন্য গেস্টাল্ট (Gestalt) মনোবিজ্ঞানী কোয়েলার (Kohler) ভিন্ন পদ্ধতিতে প্রাণীদের উপর গবেষণা করে শিখন তত্ত্বের নতুন ব্যাখ্যা দেন।

দ্বিতীয়ত, শুধুমাত্র তত্ত্বের সত্যতা যাচাই করা নয়, যদি তত্ত্বের মধ্যকার কোন অসংগতি বা অসম্পূর্ণতা অন্য গবেষক লক্ষ্য করেন তবে সেই অসংগতি দূর করে তত্ত্বটিকে পূর্ণাঙ্গ করার লক্ষ্যেও একজন গবেষক গবেষণা শুরু করতে পারেন। তত্ত্বের বাস্তবিক প্রয়োগ করতে গিয়েও নতুন গবেষণার সূত্রপাত হয়।

তৃতীয়ত, পূর্ববর্তী গবেষণা পরবর্তী গবেষণার পথ খুলে দেয়। একথা আগেই বলা হয়েছে যে গবেষণা এক নিরবচ্ছিন্ন অনুসন্ধান প্রক্রিয়া। পূর্ববর্তী গবেষণার ফলাফল ভিন্ন পরিস্থিতিতে যাচাই করে দেখা, পূর্ববর্তী গবেষণার পদ্ধতিগত ত্রুটি সংশোধন, অথবা, পূর্ববর্তী গবেষণায় যে সমস্ত চলগুলি গবেষণার অন্তর্ভুক্ত করা হয়নি সেগুলিকে একত্রিত করে নতুন গবেষণার পরিকল্পনা করা যে কোন বিষয়ের গবেষণায় খুবই স্বাভাবিক ঘটনা। অর্থাৎ এক কথায় পূর্ববর্তী গবেষণার বিবরণ নতুন সমস্যা নিরূপণের একটি প্রধান উৎস।

চতুর্থত, যেসব প্রাকৃতিক, সামাজিক বা ব্যক্তিগত ঘটনার কোনো ব্যাখ্যা এখনও পর্যন্ত দেওয়া সম্ভব হয়নি বা যেসব বিষয় পূর্ববর্তী গবেষকদের দৃষ্টি এড়িয়ে গেছে সব বিষয় সম্বন্ধে কোনো অনুসন্ধিৎসু গবেষক নতুন গবেষক গবেষণা করতে উৎসাহিত হতে পারেন। ১৯৫০ সালের পূর্বে সৃজনশীলতা (Creativity) সম্বন্ধে মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণা বিশেষ কিছু হয়নি। কারণ মনোবিজ্ঞানীরা মনে করতেন সৃজনশীলতার সংজ্ঞা দেওয়া বা পরিমাপ করা যায় না। কিন্তু গিলফোর্ড (J. P. Guilford) ওই বছর আমেরিকান সাইকোলজিক্যাল এ্যাসোসিয়েশনের বার্ষিক সভায় সৃজনশীলতার বিষয়ে যে ভাষণ দিয়েছিলেন তার ফলে পরবর্তী কুড়ি বছরে সৃজনশীলতা মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণার একটি প্রধান বিষয় হয়েছিল।

এছাড়াও কোনো বাস্তব সমস্যা সমাধানের চেষ্টা থেকেও নতুন গবেষণার সূত্রপাত হতে পারে। কারণ কোনো গবেষণাই শেষ পর্যন্ত মানব জীবন থেকে বিচ্ছিন্ন নয়।

৩.৩.২ গবেষণার সমস্যা নিরূপণের পদ্ধতি (Methods of the Formulation of Research Problem)

গবেষণার সমস্যা নিরূপণের যে বাঁধাধরা কোনো পদ্ধতি আছে তা নয়। আবার গবেষণার সমস্যা

নিরূপণ যথাযথ না হলে গবেষণার জন্য সমস্ত সময়, অর্থ ও শ্রম এসবই বৃথা। পূর্ববর্তী অংশে গবেষণার সমস্যার উৎস হিসাবে যে কয়েকটি বিষয়ের উল্লেখ করা হয়েছে সে সম্বন্ধে তথ্য আহরণ না করতে পারলে গবেষণার কাজ শুরু করা কঠিন। এজন্য কয়েকটি ধাপে গবেষণার সমস্যা স্থির করা হয়ে থাকে।

প্রথম পর্যায়ে গবেষক তাঁর নিজের পছন্দ, আগ্রহ, বিষয় সম্বন্ধে তাঁর নিজস্ব জ্ঞান ইত্যাদির ভিত্তিতে শিক্ষা বিজ্ঞান বা মনোবিজ্ঞানের একটি অপেক্ষাকৃত বৃহত্তর ক্ষেত্রকে বেছে নেন। এই পর্যায়টি এই কারণেই গুরুত্বপূর্ণ যে সামগ্রিকভাবে শিক্ষাবিজ্ঞান বা মনোবিজ্ঞান এতই বিপুলায়তন যে একজন গবেষকের পক্ষে তার সমস্ত তথ্যের এক ভগ্নাংশও আয়ত্ত করা সম্ভব নয়।

দ্বিতীয় পর্যায়ে ওই বৃহত্তর ক্ষেত্রটি সম্বন্ধে একজন গবেষকের দৃষ্টিভঙ্গিতে সামগ্রিকভাবে পড়াশোনা করে তার মধ্যে থেকে একটি ক্ষুদ্রতর অংশকে গবেষণার জন্য বেছে নেওয়া হয়। যেমন, যার ইতিহাসে আগ্রহ, তিনি প্রথমে স্থির করলেন শিক্ষার ইতিহাস বিষয়ক কোনো গবেষণা করবেন। তারপর শিক্ষার ইতিহাস পড়তে পড়তে তিনি স্থির করলে জাতীয় শিক্ষা আন্দোলন প্রসঙ্গটি তাঁর গবেষণা প্রধান আগ্রহের বিষয় হবে।

তৃতীয় পর্যায়ে, গবেষণার ক্ষেত্রটি সম্বন্ধে পূর্ববর্তী গবেষকদের যত পুস্তক, প্রবন্ধ ইত্যাদি আছে, বা অন্যান্য সম্ভাব্য সমস্ত উৎস থেকে যতদূর সম্ভব তথ্য আহরণ করে, তাঁর গবেষণার সমস্যাটিকে সুস্পষ্ট ভাষায় ব্যক্ত করবেন।

চতুর্থ পর্যায়ে, বহু গবেষণার ক্ষেত্রে কিছুটা প্রাথমিক অনুসন্ধান (Pilot Study) করে সমস্যা খুঁটিনাটি ভুল ত্রুটি সংশোধন করে চূড়ান্তরূপ দেওয়া হয়। সেইসঙ্গে আরও তথ্য আহরণ করে দেখা হয় ইতিমধ্যেই অন্য গবেষকেরা সমস্যাটির নির্ভরযোগ্য সমাধান করে ফেলেছেন কিনা বা সমস্যাটির সমসাময়িক প্রাসঙ্গিকতা আছে কিনা।

গবেষণার সমস্যা নিরূপণের এই ধাপগুলি নিছকই ইঙ্গিতমাত্র। এই ধাপ অনুসরণ না করেও গবেষক তাঁর গবেষণার সমস্যা স্থির করতে পারেন। নবীন গবেষক ও প্রবীণ অভিজ্ঞ গবেষকের সমস্যা নিরূপণের পদ্ধতি এক নয়। অনেক ক্ষেত্রেই গবেষক সম্পূর্ণ বিপরীত প্রক্রিয়ায় তাঁর সমস্যা স্থির করেন। যেমন, কোনো একটি বিশেষ গবেষণার বিবরণ পড়তে পড়তে প্রাথমিক চিন্তার উদয় হতে পারে। তারপর অবরোধী যুক্তির (Deductive Reasoning) মাধ্যমে তিনি সমস্যাটির বিভিন্ন দিকগুলি নিজেই পর্যালোচনা করে দেখে শেষে বিষয়টি সম্বন্ধে পূর্ণাঙ্গ তথ্য আহরণ করা শুরু করতে পারেন। তখন গবেষণার উপযোগী সমস্যা স্থির করার কাজ চূড়ান্ত হল।

শিক্ষা ও মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণায় যে সমস্ত সূত্র থেকে পূর্ববর্তী গবেষণার সম্পূর্ণ তথ্য পাওয়া যায়, যে সূত্রগুলি প্রত্যেক গবেষকই বাধ্যতামূলক ভাবে খুঁটিয়ে দেখেন, তার তালিকা নীচে দেওয়া হল।

- সদ্য প্রকাশিত বইপত্র, গবেষণা পত্রিকা (Research Journal) বা অনুরূপ প্রকাশনা।
- মনোবিজ্ঞান ও শিক্ষাগবেষণার সংক্ষিপ্ত বিবরণী প্রকাশিত হয় এমন পত্রিকা (Psychological Abstract, Survey of Educational Research ইত্যাদি)।
- কোন একটি নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে সমস্ত গবেষণার একত্রিত বাৎসরিক পর্যালোচনা (Annual Review of Psychology, Review of Educational Research)।
- পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে পি. এইচ. ডি ডিগ্রীর জন্য স্বীকৃতি গবেষণার সারসংক্ষেপ প্রকাশিত হয় এমন পত্রিকা (Dissertation Abstract International)।
- এছাড়াও বর্তমানে অন্তর্জাল (Internet) যোগাযোগের মাধ্যমে বা ওয়েবসাইটের (Website) সাহায্যে পৃথিবীর নানা প্রান্তের গবেষণার খবরাখবর সংগ্রহ।

৩.৩.৩ গবেষণার সমস্যার বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Research Problem)

গবেষণার সমস্যা নিরূপণের সময় দেখা উচিত গবেষণার প্রগতি ও সমাপ্তি যথাযথভাবে পরিকল্পনা মারফিক হয়। সেজন্য গবেষকের জানা দরকার একটি ভালো গবেষণার সমস্যার বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী এবং সমস্যা নিরূপণের সময় আর কোন কোন বিষয় বিচার্য।

প্রথমত, গবেষণার সমস্যাটি একটি স্পষ্ট বাক্যবন্ধ (Statement) আকারে প্রকাশ করা দরকার। এই বাক্যবন্ধটিতে প্রধান প্রধান স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলগুলির উল্লেখ থাকে এবং গবেষণার গতি কোন দিকে যাবে সে সম্বন্ধে ইঙ্গিত থাকে। যদি কোনো গবেষণার সমস্যা অতিবৃহৎ অসংবদ্ধ বাক্যবন্ধ আকারে প্রকাশ করা হয় তবে তাকে ভালো গবেষণার সমস্যা বলা যাবে না। এই কথাই অর্থ হল গবেষণার সমস্যা সুস্পষ্ট হলে তাকে সুস্পষ্টভাবে প্রকাশ করা যাবে। অস্পষ্ট হলে তা উত্তম গবেষণার সমস্যা নয়।

দ্বিতীয়ত, গবেষণার সমস্যায় যে চলগুলি অন্তর্ভুক্ত হয়েছে সেগুলির পরিচয় জ্ঞাপক এবং ব্যবহারিক সংজ্ঞা দেওয়া যাবে কিনা। যদি চলগুলিকে যথাযথ সংজ্ঞায়িত না করা যায়, তবে গবেষণায় সফল হওয়ার সম্ভাবনা কম। সেজন্য দেখা দরকার পূর্ববর্তী গবেষণায় বা তাত্ত্বিক লেখায় চলগুলিকে সংজ্ঞা দেওয়া হয়েছিল কিনা। যেমন, কোন চলের নাম যদি হয় 'পারিবারিক সম্পর্ক' (Family

Relation) তবে তার সংজ্ঞা খুব স্পষ্ট নাও হতে পারে কারণ পরিবারের আকৃতি সব ক্ষেত্রে সমান নয়। কিন্তু যদি বলা হয় মাতা-সন্তান সম্পর্ক (Mother-child relation) তবে চলটির সংজ্ঞা দেওয়া কঠিন নয় এবং বহু গবেষণাতেই চলটিকে ব্যবহার ও পরিমাপ করা হয়েছে।

তৃতীয়ত, গবেষণার সমস্যাটি গবেষণার যোগ্য হওয়া প্রয়োজন। বহু গবেষণার সমস্যা বাস্তবে রূপায়িত করা সম্ভব নয়। এমন কি গবেষণার বিষয়বস্তু যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ হলেও নয়। যেমন, মাতৃস্নেহ বঞ্চিত হলে শিক্ষায় ব্যাখ্যা ঘটবে কিনা এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়ায় জন্য যে গবেষণার প্রয়োজন, তা বাস্তবায়িত করা সম্ভব নয়। কারণ গবেষণার প্রয়োজনে আমরা কোনো শিশুকে মাতৃস্নেহ বঞ্চিত করতে পারি না। এমন কি শৈশবে মাতৃহারা যে সব শিশু আছে তারা মাতৃস্থানীয় কারও না কারও স্নেহে মানুষ হয় সম্পূর্ণ স্নেহবঞ্চিত হয়ে নয়।

চতুর্থত, এই প্রসঙ্গে নৈতিকতার কথাও এসে পড়ে। পূর্বোক্ত উদাহরণে পরীক্ষামূলক ভাবে কোনো শিশুকে স্নেহবঞ্চিত করা, এমন কি অল্পকালের জন্য হলেও, অনৈতিক (unethical)। যেসব বিষয় একান্ত ব্যক্তিগত, যে গবেষণায় কোন ব্যক্তি অংশগ্রহণে অসম্মত হবেন, যা সামাজিক ভাবে অবাঞ্ছিত বা বিতর্কিত এরকম কোন গবেষণার সমস্যাকে ভালো গবেষণার সমস্যা হিসাবে মেনে নেওয়া কঠিন।

পঞ্চমত, নৈতিকতার প্রসঙ্গ ছাড়াও, অনেক বিষয়বস্তু গবেষণার উপযুক্ত নয়। যে সমস্ত গবেষণার জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য বা উপাত্ত সংগ্রহ করা সম্ভব নয় বা খুব অপ্রতুল তথ্য পাওয়া যাবে। সেইসব সমস্যার বিষয়ে গবেষণা শেষ করা দুর্লভ, কখনও কখনও অসম্ভব। যেমন, তীব্র শোকগ্রস্ত অবস্থায় মানুষের সমস্যা সমাধান করায় সক্ষমতা কীভাবে কাজ করে এমন একটি বিষয় গবেষণার জন্য নির্বাচিত হলে, কোন উপাত্ত পাওয়া সম্ভব নয়। কারণ কে কখন শোকগ্রস্ত হবেন তার কোনো ঠিক নেই বা শোকগ্রস্ত হলেও তাকে পরীক্ষা নিরীক্ষার কাজে যুক্ত করা যাবে না। অনুরূপভাবে শিক্ষার্থীদের উপর মানসিক স্বাস্থ্যহীন শিক্ষকের প্রভাব, বিদ্যালয়ে দৈহিকশক্তির তাৎক্ষণিক প্রতিক্রিয়া ইত্যাদি অনেক বিষয়ই গবেষণার অনুপযুক্ত।

ষষ্ঠত, যে গবেষণার চলগুলিকে উপযুক্ত প্রকল্পের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায় না, তা উত্তম গবেষণার সমস্যা হিসাবে পরিগণিত হয় না। চলগুলির মধ্যে সম্ভাব্য সম্পর্ক পূর্ব থেকেই গবেষকের চিন্তায় মুখ্যস্থান অধিকার করে থাকে। প্রকল্প ছাড়া গবেষণার পরিকল্পনা কোন বিজ্ঞানেই সম্ভব নয়। সুতরাং গবেষণার সমস্যা নিরূপণের সময় প্রকল্পের কথাও গুরুত্ব সহকারে চিন্তা করা দরকার।

এছাড়াও বাস্তবিক দৃষ্টিভঙ্গি থেকে গবেষণার সমস্যা নিরূপণের সময় ও তাকে লিখিত রূপদানের সময় আরও দুই একটি বিষয় বিশেষভাবে বিবেচ্য। গবেষণার জন্য কতটা সময় ও অর্থব্যয় করা যাবে,

তার সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে গবেষণার সমস্যা নির্ধারণ করা বাঞ্ছনীয়। না হলে গবেষণাকার্য অসম্পূর্ণ থাকবে এবং সমস্ত প্রয়াস অপচয়ে পর্যবসিত হবে। যেমন, শৈশবে প্রাক প্রাথমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষিকাদের শাসন প্রণালী কৈশোরের পরীক্ষাভীতির সঙ্গে সম্পর্কিত কি না—এমন একটি সমস্যা সম্বন্ধে গবেষণার জন্য প্রথম পর্যায়ে উপাত্ত সংগ্রহ করতে হবে ৩-৪ বছর বয়স। আবার ১৪-১৫ বছর বয়সে পরিমাপ করতে হবে পরীক্ষাজনিত উদ্বেগ (Test Anxiety)। এই কাজ প্রায় অসম্ভব, বিশেষত ব্যক্তিগত উদ্যোগে সম্ভব নয়। ৩-৪ বছর বয়সে যারা একটি প্রাক প্রাথমিক বিদ্যালয়ে একত্রে আছে, ১০-১১ বৎসর পরে তারা কে কোথায় থাকবে জানা নেই। জানা থাকলেও একজন গবেষকের পক্ষে তার গবেষণার ফলাফল জানার জন্য ১০-১১ বৎসর অপেক্ষা করা অসম্ভব।

গবেষকের শিক্ষাগত যোগ্যতা ব্যক্তিগত সক্ষমতা ও দক্ষতা কত খানি সেটাও বিচার্য বিষয়। কোনো গবেষকের পক্ষে পীড়ন (Stress) বা শিখনের শরীরবৃত্তীয় ভিত্তি (Physiological basis) গবেষণার বিষয়বস্তু হতে পারে না। যেমন, শিখনের নির্দিষ্ট লক্ষ্যমাত্রা পূরণে ব্যর্থ হলে শিক্ষার্থীর যে পীড়ন হয় তার ফলে তার শরীরবৃত্তীয় পরিবর্তন কতটা হয় তা শিক্ষকের পক্ষে জানা অত্যন্ত জরুরি কিন্তু তা সত্ত্বেও, শরীরবৃত্তীয় প্রতিক্রিয়া যথা, সাময়িক রক্তচাপ বৃদ্ধি, রক্তে শর্করার পরিমাণের পরিবর্তন, কর্টিসল নামক হরমোনের নিঃসরণ ইত্যাদি কেবলমাত্র দক্ষ বিশেষজ্ঞের পক্ষেই উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ও আয়োজনের সাহায্যে জানা সম্ভব। এতে শিক্ষাগবেষকের প্রায় কিছুই করণীয় নেই।

গবেষণার সমস্যা নির্ধারিত হওয়ার পর সমস্যাটিকে আরও সুস্পষ্ট রূপ দেওয়ার জন্য প্রয়োজন হল প্রকল্প গঠন।

৩.৪ প্রকল্প (Hypothesis)

যে কোনো বিজ্ঞানে গবেষণা করার অর্থ অন্ধভাবে দুই বা ততোধিক চলের মধ্যে সম্পর্ক নিয়ম করা নয়। চলগুলির মধ্যে একটি যুক্তিপূর্ণ, তাৎপর্যময় সম্পর্ক প্রাথমিকভাবে স্থির করে তবেই গবেষণার সমস্যাটিকে চূড়ান্ত রূপ দেওয়া উচিত। এই কারণেই গবেষণার সমস্যার বৈশিষ্ট্য আলোচনা করতে যেয়ে প্রকল্পের কথাটি উল্লেখ করা হয়েছিল। এজন্য একজন গবেষকের জানা প্রয়োজন প্রকল্প কী ও তার বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী?

৩.৪.১ প্রকল্পের অর্থ (Meaning of Hypothesis)

ইংরেজি Hypothesis কথাটির প্রথম অংশ, অর্থাৎ Hypo-কথাটির অর্থ কম বা উন আর দ্বিতীয় অংশ thesis কথাটির অর্থ তত্ত্ব বা যুক্তি ও তথ্য নির্ভর প্রতিষ্ঠিত সত্য। এই দিক থেকে দেখতে গেলে Hypothesis কথাটির অর্থ উনসত্য অর্থাৎ যার সত্য বা তত্ত্ব হিসাবে প্রতিষ্ঠিত হওয়ার

সম্ভাবনা কম হলেও আছে অথচ যা পতিষ্ঠিত হওয়ার অপেক্ষায় আছে। শিক্ষাগবেষণার মূল কাঠামো নির্মিত হয় উপযুক্ত প্রকল্প রচনার উপর নির্ভর করে। এখানে প্রকল্প হল এমন একটি বিবৃতিমূলক বাক্য যার মধ্যে দিয়ে দুই বা ততোধিক চলার মধ্যকার সম্ভাব্য সম্পর্ক প্রকাশ করা হয়। গবেষণার সমস্যা যে বাক্যবদ্ধ হিসাবে প্রকাশ করা হয়, প্রকল্পের বিবৃতি তার থেকে ভিন্ন। প্রকল্পসূচক বিবৃতিতে অনেক স্পষ্টভাবে একমুখী বা দ্বিমুখী সম্পর্কের কথা বলা হয়। উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা সহজ হবে।

১। সাফল্যের প্রেয়ণা (Achievement motivation) ও উদ্বেগের (Anxiety) মধ্যে সম্পর্ক কী? এটি হল গবেষকের প্রাথমিক প্রশ্ন (Research question)।

২। সাফল্যের প্রেয়ণা ও উদ্বেগের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়। এই বিবৃতিটি হল গবেষণার সমস্যা (Problem)।

এই সমস্যার ভিত্তিতে কি ধরনের প্রকল্প রচনা করা হবে তা নির্ভর করে গবেষকের যুক্তি ও পূর্বতন গবেষণালব্ধ তথ্যের উপর। যেমন,

প্রকল্প এক, যার সাফল্যের প্রেয়ণা বেশি, তার উদ্বেগও বেশি।

প্রকল্প দুই, উদ্বেগ যত বাড়ে সাফল্যের প্রেয়ণা তত কমে।

লক্ষ্যণীয় বিষয়, একই চলয়ুগলের মধ্যে সম্পূর্ণ বিপরীত সম্পর্ক বিশিষ্ট দুইটি প্রকল্প রচনা করা হয়েছে। গবেষকের দৃষ্টিভঙ্গি থেকে যুক্তি দিয়ে বিচার করলে দেখা যাবে আপাতদৃষ্টিতে দুইটি প্রকল্পই যুক্তিপূর্ণ এবং সঠিক হওয়ার সম্ভাবনা। একমাত্র গবেষণার শেষে লব্ধ ফলাফলের ভিত্তিতেই সিদ্ধান্ত নেওয়া সম্ভব কোন প্রকল্পটি ঠিক আর কোনটি ভুল।

প্রথম প্রকল্পটিতে গবেষক অনুমান করেছেন, সাফল্য লাভের আকাঙ্ক্ষা যার মধ্যে যত বেশি, ব্যর্থ হওয়ার আশঙ্কা ও তার মধ্যে ক্রমাগত বাড়ে। সুতরাং সাফল্য লাভের জন্য উদ্বেগও বাড়ে। অর্থাৎ প্রথম প্রকল্পটি স্থির করা হয়েছে সাফল্য লাভের প্রেয়ণাকে স্বতন্ত্রচল এবং উদ্বেগকে নির্ভরশীল চল হিসাবে ধরে নিয়ে। ব্যর্থতার আশঙ্কা এখানে একটি অবশ্যগত মধ্যবর্তী চল। দ্বিতীয় প্রকল্পটিতে উদ্বেগকে স্বতন্ত্রচল এবং সাফল্যলাভের প্রেয়ণাকে নির্ভরশীল চল হিসাবে গণ্য করা হয়েছে। এখানে গবেষকের যুক্তি হল, যারা উদ্বেগ প্রবণ তারা তাদের সাফল্যের লক্ষ্যমাত্রা কম করে ধার্য করে আর যারা কম উদ্বেগ প্রবণ তারা তাদের সাফল্যের লক্ষ্যমাত্রা স্থির করে মাঝমাঝি। ফলে তারা সাফল্যের প্রেয়ণা বেশি করে লাভ করে।

এখানেই গবেষণায় প্রকল্পের গুরুত্ব। প্রকল্প গবেষণার দিক নির্দেশ করে। প্রকল্পহীন গবেষণার হাল ছাড়া নৌকার মতো।

৩.৪.২ গবেষণায় প্রকল্পের স্থান (Place of Hypothesis in Research)

পূর্ববর্তী অংশে প্রকল্পের গুরুত্ব সম্বন্ধে প্রাথমিকভাবে উল্লেখ করা হয়েছে। কিন্তু গবেষণার কাজে প্রকল্পের স্থান এমনই অনন্য যে শুধু মাত্র দিকনির্দেশক বলাটাই যথেষ্ট নয়।

প্রকল্প গবেষণায় গবেষকের যুক্তি, চিন্তা ও দৃষ্টিভঙ্গির একটি সংহত রূপ। ফলে শুধুমাত্র গবেষকের বিচার্য প্রকল্পগুলি পরীক্ষা করেই সমস্ত গবেষণাটির গতিপ্রকৃতি সম্বন্ধে আভাস পাওয়া যায়। এই হিসাবে প্রকল্পকে গবেষণার হৃৎপিণ্ড বলা চলে।

কার্লিংগার (Kerlinger) বলেছেন প্রকল্প হল বিজ্ঞানীদের আবিষ্কৃত সবচেয়ে শক্তিশালী হাতিয়ার যার সাহায্যে তাদের গবেষণা নির্ভরযোগ্য এবং বিশ্বাসযোগ্য হয়ে ওঠে। এই মন্তব্য করার কারণ হল, প্রকল্পের সত্যতা বা অসত্যতা যাচাই করার মধ্যে দিয়ে গবেষক যে সিদ্ধান্ত নিয়ে থাকেন, তা এতটাই গাণিতিক ও বৈজ্ঞানিক যুক্তি নির্ভর যে যতদিন পর্যন্ত বিকল্প কোন প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করা হয় ততদিন পর্যন্ত পূর্বোক্ত সিদ্ধান্ত অপ্রান্ত হিসাবে গ্রহণ করতে কোন দ্বিধা থাকে না। অর্থাৎ শুধু যে এক প্রকল্পকে অন্য প্রকল্প দিয়েই পরিবর্তন করা যায় তাই নয়, একই ধরনের বিষয়ে গবেষণার প্রকল্প সব সময়ই পূর্ববর্তী গবেষণার প্রকল্পকে ভিত্তি করে গড়ে ওঠে।

প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করার জন্য যে সমস্ত রাশিবিজ্ঞান সম্মত পদ্ধতি আছে, তার উদ্ভাবন, প্রয়োগ ও পরিবর্তন প্রকল্পের যুক্তি ও রাশিবিজ্ঞানের যুক্তির সমন্বয়ের ফলে নির্মিত হয়েছে। সেদিক থেকে সঠিক প্রকল্প রচনার পথ ধরেই রাশিবিজ্ঞানের পদ্ধতিগুলির নির্বাচন ও প্রয়োগ ঘটে গবেষণায়। আবার যেসব গবেষণায় পরিমাপের ব্যবহার নেই, অর্থাৎ যেসব গবেষণায় গুণগত (Qualitative) বিশ্লেষণই সিদ্ধান্তগ্রহণের উপায়, সেইধরনের গবেষণাতেও যে অবরোধী যুক্তির সাহায্যে প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করা হয়, তার বিস্তার ঘটে প্রকল্পে উল্লিখিত উন সিদ্ধান্তের উপর ভিত্তি করেই।

এই সব কারণে প্রকল্পের স্থান গবেষণায় সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রকল্পই গবেষণার চালিকা শক্তি।

৩.৪.৩ প্রকল্পের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Hypothesis)

গবেষণার জন্য রচিত প্রকল্পের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য নীচে উল্লেখ করা হল।

- প্রকল্পের ভাষা সহজ, সুস্পষ্ট ও সংক্ষিপ্ত হওয়া প্রয়োজন। প্রয়োজনের বেশি একটি কথাও প্রকল্পের বিবৃতিতে থাকা বাঞ্ছনীয় নয়।

- গবেষণার সমস্যার মতো যে সমস্ত চলের সম্পর্ক প্রকল্পের মাধ্যমে বিবৃত হয়েছে, তার প্রত্যেকটির একটি ব্যবহারযোগ্য বা পরিমাপযোগ্য সংজ্ঞা থাকা চাই। যে চলের ব্যবহারিক সংজ্ঞা নেই তার পরিমাপে ভ্রান্তি থাকার সম্ভাবনা প্রবল, আর পরিমাপ ভুল হলে প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষার কাজটি বিপক্ষে চালিত হয়ে গবেষককে ভুল সিদ্ধান্ত নিতে বাধ্য করবে। চলগুলির মধ্যে যে ধরনের সম্পর্কের কথা বলা হয়েছে, উপযুক্ত পদ্ধতি অবলম্বন করে সেই সম্পর্কের সত্যতা যাচাই করার পথ থাকা চাই। অর্থাৎ এক কথায়, প্রকল্পটি হবে যাচাই করার যোগ্য (Testable)। পূর্বে উদাহরণের বেলায় যদি প্রথম প্রকল্পটি সত্য প্রমাণিত হয় তবে গবেষক সিদ্ধান্ত নিতে পারবেন যে উচ্চাকাঙ্ক্ষী মানুষরা বেশি উদ্বেগে ভোগেন। আর যদি প্রকল্প খারিজ হয়ে যায় তবে গবেষক সিদ্ধান্ত নেবেন উচ্চাকাঙ্ক্ষী মানুষরা বেশি উদ্বেগে ভোগেন কি না তার স্থিরতা নেই, অর্থাৎ উভয়ের মধ্যে কোনো সম্পর্ক নেই। কিন্তু দ্বিতীয় প্রকল্পটির ক্ষেত্রে যদি প্রকল্প সত্য প্রমাণিত হয় তবে তার সিদ্ধান্ত হবে উদ্বেগপ্রবণ মানুষ উচ্চাকাঙ্ক্ষী নয় এবং কম উদ্বেগপ্রবণ মানুষ অপেক্ষাকৃত বেশি উচ্চাকাঙ্ক্ষী। অবশ্য, প্রকল্প খারিজ হলে একইভাবে দুই চলের মধ্যে সম্পর্কহীনতার সত্যই প্রতিষ্ঠিত হবে। কিন্তু প্রকল্প দুটি সত্যই হোক না খারিজই হোক দুটি প্রকল্পই যাচাই করার যোগ্য। কারণ উদ্বেগ ও সাফল্যের প্রেষণা উভয়েরই ব্যবহারিক সংজ্ঞা আছে। উভয়ই পরিমাপযোগ্য এবং দুটি প্রকল্পের ক্ষেত্রেই উপযুক্ত রাশিবিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতি প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করার জন্য নির্দিষ্ট আছে।
- প্রকল্পের অন্তর্গত চলগুলির মধ্যকার সম্পর্কের প্রকৃতি স্পষ্টভাবে উল্লেখ থাকা চাই। সাফল্যলাভের প্রেষণা ও উদ্বেগের মধ্যে সম্পর্ক আছে, এটি প্রকল্প হিসাবে খুব জোরালো নয়। কিন্তু একটি বাড়লে অপরটি কমবে এমন কথা প্রকল্পে থাকলে তা একটি জোরালো পরীক্ষণযোগ্য প্রকল্প হিসাবে বিবেচিত হবে। তেমনি, 'ক' দলের সঙ্গে 'খ' দলের পার্থক্য আছে—প্রকল্প হিসাবে দুর্বল। কিন্তু 'ক' দলের গড় 'খ' দলের গড় অপেক্ষা তাৎপর্যপূর্ণভাবে (Significantly) বেশি। এই প্রকল্প অনেক বেশি পরীক্ষণযোগ্য।
- উপরোক্ত বৈশিষ্ট্যের আর একটি গুরুত্ব হল, এটি প্রকল্প রচনার একটি গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ। অর্থাৎ প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করা হবে কীভাবে, প্রকল্পের মাধ্যমেই তার ইঙ্গিত দেওয়া প্রয়োজন যেমন, প্রথম প্রকল্পটিতে একদল মানুষের সাফল্যের প্রেষণা ও উদ্বেগ পরিমাপ করে যদি দেখা যায় যার প্রেষণা যত বেশি, তার উদ্বেগও তত বেশি। তবে উভয়ের মধ্যে ধনাত্মক সহগতি (Positive Correlation) নির্ণয় করে বলা যাবে চল দুটির

মধ্যেকার সম্পর্ক কতটা। সহগতি সহগাঙ্ক (Coefficient of Correlation) যথেষ্ট তাৎপর্যপূর্ণ হলে প্রকল্পটির সত্যতা গৃহীত হবে নতুবা প্রকল্পটি খারিজ হয়ে যাবে। দ্বিতীয়টির ক্ষেত্রে উদ্বেগ ও সাফল্যের প্রেষণা পরিমাপ করে কম উদ্বেগ বিশিষ্ট ও বেশি উদ্বেগ বিশিষ্ট এরকম দুটি দলে ভাগ করে নিয়ে যদি দেখা যায় কম উদ্বেগ সম্পন্নদের সাফল্যের প্রেষণার গড় বেশি উদ্বেগসম্পন্ন দলের গড় অপেক্ষা বেশি, তবে প্রকল্পটির সত্যতা গৃহীত হবে। কিন্তু এই যে সত্যতা যাচাই করার পদ্ধতি তার প্রচ্ছন্ন ইঙ্গিত প্রকল্পের মধ্যেই নিহিত ছিল।

- প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করার প্রসঙ্গে আর একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হল, প্রকল্পের প্রকারভেদ।

৩.৪.৪ প্রকল্পের প্রকারভেদ (Types of Hypothesis)

প্রকল্পের নানা প্রকারভেদ আছে। প্রাথমিকভাবে প্রকল্পকে দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। গবেষণার শুরুতে গবেষক একটি ইতিবাচক বিবৃতির মাধ্যমে প্রকল্পটি প্রকাশ করেন যাতে ধরে নেওয়া হয় সংশ্লিষ্ট চলগুলির মধ্যে ইতিবাচক সম্পর্ক আছে। যেমন,

১। ছেলে ও মেয়েদের মধ্যে স্থানিক প্রত্যক্ষণে (Space perception) পার্থক্য আছে (লিঙ্গ ও স্থানিক প্রত্যক্ষণের সম্পর্ক আছে)।

২। গ্রামের মানুষ শহরের মানুষ অপেক্ষা বেশি পরিবেশ সচেতন (আবাস অঞ্চ ও পরিবেশ সচেতনতার মধ্যে সম্পর্ক আছে)

৩। পিতামাতার শিক্ষাগত যোগ্যতার সঙ্গে সন্তানের সাফল্যের সম্পর্ক আছে।

এখানে প্রথম প্রকল্পটিতে লিঙ্গ (Gender) ও স্থানিক প্রত্যক্ষণ পরস্পর সম্পর্কিত বলে অনুমান করা হয়েছে। কিন্তু কোনদলের স্থানিক প্রত্যক্ষণ উন্নত তা বলা হয়নি। দ্বিতীয় প্রকল্পটিতে পরিষ্কারভাবে বলা হয়েছে। যদি পরিবেশ সচেতনতার পরিমাপ করা হয় তবে গ্রামের মানুষের গড় শহরের মানুষের গড় অপেক্ষা বেশি হতে। প্রথম দুটি চলার মধ্যে সম্পর্কের কথাটি উহ্য থাকলেও। তৃতীয়টিতে সরাসরি সম্পর্কের কথা বলা হয়েছে এমনভাবে যে দুটি ভিন্ন দলের (পিতামাতা ও তাদের সন্তান) ভিন্ন চলার মধ্যে (শিক্ষাগত যোগ্যতা ও সাফল্য) সম্পর্ক আছে। কিন্তু সম্পর্কের প্রকৃতি সন্দেহে এখানে কিছুই বলা হয়নি সেজন্য তৃতীয় প্রকল্পটি অপেক্ষাকৃত দুর্বল। তা সত্ত্বেও তিনিটি প্রকল্পের ক্ষেত্রেই উল্লিখিত বিবৃতি সত্য প্রমাণিত হলে, প্রকল্পের ভাষায় যা বলা হয়েছে তা সত্য হিসাবে গৃহীত হবে। এই ধরনের প্রকল্পকে বলা হয় বিকল্প প্রকল্প (Alternative Hypothesis)।

কিন্তু রাশিবিজ্ঞানে প্রকল্প পরীক্ষার জন্য যে সমস্ত স্বীকৃত পদ্ধতি আছে তার উৎস হল পরীক্ষণমূলক গবেষণা (Experimental Research)। এইসব পদ্ধতি যে গাণিতিক যুক্তির উপর প্রতিষ্ঠিত তার শর্ত অনুযায়ী প্রকল্প গঠন করার সময় মনে করা হয় যে দুটি দল বা দুটি ভিন্ন ভিন্ন পরিস্থিতির প্রভাব, দুটি ভিন্ন প্রক্রিয়া ইত্যাদির মধ্যে প্রকৃতই কোনো পার্থক্য নেই। সেক্ষেত্রে গবেষক প্রকল্প রচনার সময় নেতিবাচক বিবৃতির মাধ্যমে দুই চলের মধ্যকার সম্পর্ককে বিবৃত করেন। একে বলা হয় নেতিপ্রকল্প (Null Hypothesis)। রাশিবিজ্ঞানে প্রকল্প পরীক্ষার জন্য যে সব পদ্ধতি আছে সে সম্বন্ধে পরবর্তী একটি পাঠ্যবিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা আছে। আপাতত জানা প্রয়োজন যে নেতিপ্রকল্প পরীক্ষার জন্য এইসব পদ্ধতির শেষে লক্ষ্য যদি তাৎপর্যপূর্ণ হয় (Significant) তবে নেতিপ্রকল্প খারিজ করে দেওয়া হয় আর তাৎপর্যপূর্ণ না হলে নেতিপ্রকল্প গ্রহণ করা হয়। এই নীতি অনুযায়ী পূর্ববর্তী উদাহরণগুলিকে নেতিপ্রকল্প আকারে প্রকাশ করলে নিম্নলিখিতভাবে লিখতে হবে।

১। ছেলে ও মেয়েদের মধ্যে স্থানিক প্রত্যক্ষণে পার্থক্য নেই।

২। গ্রামের মানুষ শহরের মানুষ অপেক্ষা বেশি পরিবেশ সচেতন নয়।

৩। পিতামাতার শিক্ষাগত যোগ্যতার সঙ্গে সন্তানের সাফল্যের সম্পর্ক নেই।

প্রতিক্ষেত্রেই নেতি প্রকল্প খারিজ হওয়ার অর্থ পার্থক্য আছে বা সম্পর্ক আছে এবং নেতিপ্রকল্প গৃহীত হলে, নেতি প্রকল্পের বিবৃতিটিই সিদ্ধান্ত হিসাবে গৃহীত হয়। পরবর্তী পর্যায়ে যখন গবেষণার ছক সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে। তখন দেখা যাবে, নেতিপ্রকল্প পরীক্ষণমূলক ছক বা অবপরীক্ষণমূলক ছকের ক্ষেত্রে রচিত হয়। আর সহগতি ভিত্তিক ছকের বেলায় বিকল্প প্রকল্প গৃহীত হয়।

প্রকল্প যে ভাষাতেই লেখা হোক না কেন উভয়প্রকার প্রকল্প রচনার সময়ই আরোহ (Inductive) ও অবরোহ (Deductive) এই দুই প্রকার যুক্তির সাহায্য নেওয়া হয়। যখন অভিজ্ঞতা থেকে, নানা আপাত বিচ্ছিন্ন ঘটনা বা বিভিন্ন তথ্য থেকে দেখা যায় অনেক ক্ষেত্রেই ছেলেরা স্থানিক প্রত্যক্ষণে বেশি দক্ষ বা উন্নত তখন এইসব তথ্য ও অভিজ্ঞতা একত্রিত করে প্রাথমিক সম্ভাব্য সত্য হিসাবে উপযুক্ত প্রকল্প রচনা করা যেতে পারে। এরকম প্রকল্পকে বলা হয় আরোহ প্রকল্প (Inductive Hypothesis)।

আবার থর্নডাইকে শিখন সংক্রান্ত সূত্রে বলা হয়েছে, যদি প্রতিক্রিয়ার ফল সন্তোষজনক হয় তবে উদ্দীপক ও প্রতিক্রিয়ার বন্ধন দৃঢ় হবে অর্থাৎ শিখন স্থায়ী হবে। যদি এই সিদ্ধান্ত ঠিক হয় তবে শিখন আনন্দদায়ক হলে, শিখন স্থায়ী হবে। কারণ আনন্দ সন্তোষেরই নামান্তর। এখন যেহেতু শিক্ষণীয় বিষয়ের সঙ্গে নিজের অভিজ্ঞতার মিল খুঁজে পেলে শিক্ষার্থী আনন্দিত হয় সুতরাং যে শিক্ষণ পদ্ধতিতে

শিক্ষার্থী নিজের অভিজ্ঞতাকে কাজে লাগাতে পারে, গতানুগতিক বহুতাধর্মী শিক্ষণ পদ্ধতি অপেক্ষা সেই পদ্ধতিতে শিখন বেশি স্থায়ী হবে। শেষে, বিবৃতিটিকে প্রকল্প হিসাবে মেনে নিলে এই প্রকল্পটি যে যুক্তি পরম্পরার মাধ্যমে থর্নডাইকের সূত্রের অবরোহী সিদ্ধান্ত তা সহজেই মেনে নিতে হয়। অর্থাৎ প্রকল্পটি কোন স্বীকৃত তত্ত্বের অবরোহী সিদ্ধান্ত প্রকল্প হিসাবে গঠিত হয়েছে। এই জাতীয় প্রকল্পকে বলা হয় অবরোহী প্রকল্প (Deductive Hypothesis)।

প্রকৃত বৈজ্ঞানিক গবেষণায় অবরোহী যুক্তির সাহায্যে গঠিত প্রকল্পের গুরুত্ব অপরিসীম। কারণ এই ধরনের প্রকল্পের সত্যতার মধ্যে একটি তত্ত্বের পরোক্ষ প্রমাণ নিহিত থাকে এবং এর সাহায্যে নতুন তত্ত্বের সম্ভাবনা উন্মুক্ত হয়। এইজন্য যে কোন বৈজ্ঞানিক সত্যের উভয়মুখী পরীক্ষণ সবচেয়ে গ্রহণযোগ্য ও নিশ্চিত প্রমাণ হিসাবে গণ্য হয়। উভয়মুখী পরীক্ষণ কথাটির অর্থ হল, প্রকল্প রচনার প্রাথমিক ভিত্তি আরোহ পদ্ধতি হলে এবং প্রকল্পটির সত্যতা প্রমাণিত হলে গবেষণার কাজ সেখানেই শেষ নয়। প্রথম প্রকল্পটি সত্য প্রমাণিত হওয়ায় যে তত্ত্বটি পাওয়া গেল সেটিকে অস্থায়ীতত্ত্ব (Tentative theory) হিসাবে গ্রহণ করা হয়। তারপর ওই তত্ত্বটিকে সঠিক ধরে নিয়ে অবরোহ যুক্তির সাহায্যে নতুন প্রকল্প রচনা করে প্রত্যক্ষভাবে তার সত্যতা যাচাই করে যদি এবারও প্রকল্পটি সত্য বলে গৃহীত হয় তবে অস্থায়ী তত্ত্বটি নিঃসন্দেহে প্রমাণিত প্রকৃত তত্ত্ব হিসাবে প্রতিষ্ঠিত হল। সুতরাং বৈজ্ঞানিক গবেষণায় আরোহী ও অবরোহী প্রকল্প উভয়েরই প্রয়োজন।

৩.৫ সারসংক্ষেপ (Summing Up)

যে বিষয়ের উপর গবেষণা করা স্থির হয় তাকে একটি বাক্যবদ্ধ হিসাবে প্রকাশ করে গবেষণার কাজ শুরু করা হয়। এইটাই গবেষণার সমস্যা যা প্রকৃতপক্ষে গবেষকের জ্ঞাতব্য প্রশ্নের বিবৃত রূপ। গবেষণার সূত্রপাত অর্থাৎ গবেষণার সমস্যার উৎস কোনো পূর্ব প্রতিষ্ঠিত তত্ত্ব থেকে হতে পারে। তত্ত্বের সত্যতা যাচাই করা, অসঙ্গতি দূর করা বা নতুন ব্যাখ্যা দেওয়া এইসব উদ্দেশ্যে নতুন গবেষণা শুরু হতে পারে। আবার সরাসরি তত্ত্বের দিকে দৃষ্টিপাত শুধুমাত্র পূর্ববর্তী গবেষকরা যে জায়গায় গবেষণা শেষ করেছেন সেখান থেকেও নতুন গবেষণা শুরু করা হয়। তাদের সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই, পদ্ধতিগত অসঙ্গতি বা অসম্পূর্ণতা দূর করা এই প্রচেষ্টা থেকে নতুন গবেষণার সমস্যা নিরূপণ হতে পারে। এছাড়াও যে সব প্রাকৃতিক, সামাজিক বা ব্যক্তিগত ঘটনার ব্যাখ্যা পাওয়া যায় নি সেগুলিও গবেষণার বিষয় হতে পারে।

গবেষণার সমস্যা নির্ধারণের জন্য একটি বৃহত্তর ক্ষেত্র থেকে অনুসন্ধান শুরু করে ধাপে ধাপে সুনির্দিষ্ট গবেষণার সমস্যার উপনীত হওয়া যায় এবং অনেকসময় গবেষণার সমস্যাটিকে যথাযোগ্য

পদ্ধতিতে গবেষণা করা যাবে কি না তা বিচার করে দেখার জন্য ছোট করে প্রাথমিক অনুসন্ধান করা হয়। অনেক সময় সম্পূর্ণ বিপরীত প্রক্রিয়ায়, অর্থাৎ সরাসরি গবেষণার সমস্যা দিয়েই গবেষণার পরিকল্পনা করা শুরু হয়। নানা সূত্র থেকে গবেষণার সমস্যা সংক্রান্ত তথ্য পাওয়া যায়। তারমধ্যে আছে, বিশেষ বিষয়ে প্রকাশিত বই, গবেষণা পত্রিকা, নানা প্রতিবেদন, অন্তর্জালসূত্র ইত্যাদি।

গবেষণার সমস্যার অনেকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে। সমস্যা সহজিত বাক্যবন্ধটির স্পষ্টতা, সমস্যায় অন্তর্ভুক্ত চলগুলির ব্যবহারিক সংজ্ঞা থাকা, সমস্যাটির গবেষণাযোগ্যতা ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য থাকা বাঞ্ছনীয়। অনৈতিক সমস্যা গবেষণার যোগ্য নয়। চলগুলিকে প্রকল্পের মাধ্যমে প্রকাশ করার সুযোগ থাক দরকার এবং এছাড়াও কিছু কিছু বাস্তবিক বৈশিষ্ট্য ও গবেষণার সমস্যার থাকা দরকার।

যেকোন গবেষণার চালিকা শক্তি হল তার প্রকল্প। প্রকল্প হল প্রমাণ সপেক্ষে দুই বা ততোধিক চলের মধ্যকার যুক্তিপূর্ণ সম্পর্কের আভাস সহজিত বিকৃতি। গবেষণার কেন্দ্রবিন্দু হল প্রকল্প এবং প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করার মধ্যে দিয়ে গবেষণার চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। প্রকল্পের ভাষা সহজ ও সুস্পষ্ট হয়ে থাকে। প্রকল্পে উল্লিখিত চলগুলির সম্পর্ক পরীক্ষণযোগ্য ও সুনির্দিষ্ট হওয়া দরকার। দুই প্রকার প্রকল্প গঠন করা যেতে পারে। চলগুলির মধ্যে সম্পর্ক আছে ধরে নিয়ে যে ইতিবাচক বিবৃতি তৈরি হয়, তাকে বলে বিকল্প প্রকল্প এবং সম্পর্ক নেই ধরে নিয়ে যে নেতিবাচক বিবৃতি গঠন করা হয় তাকে বলে নেতিপ্রকল্প। পরীক্ষণমূলক গবেষণায় প্রকল্পের সত্যতা যাচাই করার জন্য রাশিবিজ্ঞানে যে সমস্ত পদ্ধতি আছে তার শর্ত অনুযায়ী নেতিপ্রকল্প গঠন করা হয়।

এছাড়া আরোহী ও অবরোহী প্রকল্প গঠন করা হয় এবং প্রকল্প রচনার পদ্ধতিগত দিক দিয়ে বিচার করলে আরোহী ও অবরোহী উভয় প্রকার প্রকল্পেরই প্রয়োজন আছে।

৩.৬ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার সমস্যা কথাটির অর্থ কী?
- ২। প্রাথমিক অনুসন্ধান কেন করা হয়?
- ৩। গবেষণার প্রাথমিক তথ্যসূত্রের দুইটির নাম করুন।
- ৪। গবেষণার সমস্যার সঙ্গে নৈতিকতার সম্পর্ক কী?
- ৫। প্রকল্প কথাটির অর্থ কী?
- ৬। নেতি প্রকল্প কাকে বলে?

- ৭। গবেষণায় প্রকল্প গঠন না করলে ক্ষতি কী ?
- ৮। প্রকল্প খারিজ হওয়ার অর্থ কী ?
- ৯। বিকল্প প্রকল্প কখন গঠন করা হয় ?
- ১০। অবরোধী প্রকল্প কী ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার সমস্যাগুলির উৎস আলোচনা করুন।
- ২। পূর্ববর্তী গবেষণা সম্বন্ধে জানার জন্য কোন কোন সূত্র সাহায্য করতে পারে ?
- ৩। সংক্ষেপে গবেষণার সমস্যার বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করুন।
- ৪। উদাহরণসহ প্রকল্প কথাটির অর্থ ব্যাখ্যা করুন।
- ৫। নেতি প্রকল্প ও বিকল্প প্রকল্পের তুলনামূলক আলোচনা করুন।

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার সমস্যা কাকে বলে ? গবেষণার সমস্যার উৎস ও প্রকৃতি সম্বন্ধে উদাহরণসহ আলোচনা করুন।
- ২। গবেষণার পদ্ধতি নিরূপণের পদ্ধতি আলোচনা করুন। একটি সমস্যা চিহ্নিত করে দেখান কীভাবে আপনি সমস্যাটি চিহ্নিত করলেন ?
- ৩। প্রকল্প কাকে বলে ? শিক্ষা গবেষণায় প্রকল্পের গুরুত্ব আলোচনা করুন।
- ৪। প্রকল্পের শ্রেণিবিভাগ সম্বন্ধে উদাহরণসহ আলোচনা করুন। উত্তম প্রকল্পের বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী ?

৩ (খ) □ গবেষণার ছক (Research Design)

গঠন (Structure)

- ৩.৭ সূচনা
- ৩.৮ উদ্দেশ্য
- ৩.৯ গবেষণার ছক
 - ৩.৯.১ গবেষণার ছকের গুরুত্ব
 - ৩.৯.২ গবেষণার ছকের প্রকারভেদ
- ৩.১০ বিবরণাত্মক গবেষণার ছক—সমীক্ষা গবেষণা
 - ৩.১০.১ সমীক্ষা গবেষণার বৈশিষ্ট্য
 - ৩.১০.২ কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা
 - ৩.১০.৩ মানানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা
 - ৩.১০.৪ সমীক্ষা গবেষণা সুবিধা ও গুরুত্ব
- ৩.১১ সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক
- ৩.১২ পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক
 - ৩.১২.১ পরীক্ষণমূলক গবেষণার মূলনীতি
 - ৩.১২.২ একদলীয় পূর্বপরীক্ষা ও উত্তরপরীক্ষামূলক ছক (A-B-A-B)
 - ৩.১২.৩ দুই দলবিশিষ্ট গবেষণার ছক
 - ৩.১২.৪ প্রকৃত পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক
- ৩.১৩ একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত ছক
 - ৩.১৩.১ পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছক
 - ৩.১৩.২ ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক
 - ৩.১৩.৩ বহুভিত্তি রেখায়ুক্ত ছক
- ৩.১৪ অবপরীক্ষণমূলক ছক
 - ৩.১৪.১ অসমতুলনীয় দলের ছক
 - ৩.১৪.২ সরল, কালানুক্রমিক ছক

৩.১৫ ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক ছক

৩.১৬ উৎপাদকীয় ছক

৩.১৭ সারসংক্ষেপ

৩.১৮ প্রশ্নাবলী

৩.৭ সূচনা (Introduction)

বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রকৃতি, গবেষণার সমস্যা নিরূপণের পদ্ধতি এবং গবেষণার চল সম্বন্ধে সাধারণভাবে ধারণালাভ করার পর গবেষণার পরিকল্পনা অর্থাৎ শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত কার্যপ্রণালী পূর্ব থেকেই স্থির করে নেওয়া প্রয়োজনীয়তা ও পদ্ধতি সম্বন্ধে জানা দরকার। পরিকল্পনা রচনার দক্ষতার উপর গবেষকের সাফল্য অসাফল্য অনেকাংশে নির্ভরশীল। গবেষণার ছক সম্বন্ধে আলোচনা করার প্রকৃত লক্ষ্য পরিকল্পনা রচনার পদ্ধতি ও গুরুত্ব সম্বন্ধে গবেষককে অবহিত করা।

৩.৮ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করার পর শিক্ষার্থীরা—

- ★ গবেষণার ছকের সংজ্ঞা ও গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ★ ছকের শ্রেণিবিভাগ করতে পারবেন।
- ★ সমীক্ষা গবেষণার প্রকৃতি ও প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবেন।
- ★ সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছকের সংজ্ঞা ও পদ্ধতি বলতে পারবেন।
- ★ পরীক্ষণমূলক ছকের বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ বলতে পারবেন।
- ★ একক পরীক্ষণপাত্র যুক্ত ছক সম্বন্ধে বিশদ বিবরণ দিতে পারবেন।
- ★ উৎপাদনকীয় ছক ও অন্যান্য ছকের সংক্ষিপ্ত ধারণা দিতে পারবেন।

৩.৯ গবেষণার ছক (Research Design)

গবেষণার ছক (Research Design) কথাটির অর্থ গবেষণার পরিকল্পনা সম্বলিত নক্সা। একটি বাড়ি বা একটি সেতু নির্মাণের পূর্বে যেমন একটি নক্সা (Blue Print) প্রয়োজন হয়, গবেষণার কাজ সঠিক ও সার্থকভাবে সম্পন্ন করার জন্যও তেমনি দরকার হয় একটি নিখুঁত নক্সার। প্রকৃতপক্ষে গবেষণার ছক কথাটির অর্থ আরও গভীর। গবেষণার ছক গবেষকের বা অনুসন্ধিৎসু ব্যক্তির কাছে অনেকগুলি বার্তা পৌঁছে দেয়। এই একটি কথার মধ্যে নিহিত আছে গবেষকের উদ্দেশ্য, প্রস্তাবিত

পদ্ধতি, প্রকল্প ও নমুনাদলের প্রকৃতি সম্বন্ধে আভাস। এমন কি তিনি কীভাবে উপাত্ত বিশ্লেষণ করবেন। কিসের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নেবেন তারও ইঙ্গিত মেলে গবেষণার ছক কোন ধরনের তার মধ্যে।

৩.৯.১ গবেষণার ছকের গুরুত্ব (Importance of Rescasch Design)

কর্লিঙ্গার (Kerlinger) বলেছেন, গবেষণার ছক হল প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষার জন্য এবং সংশ্লিষ্ট চলগুলির নিয়ন্ত্রণের জন্য নির্ধারিত পরিকল্পনা ও কৌশল।

(Research design is the plan and strategy fixed for the testing of hypothesis and control of the related variables).

প্রাথমিকভাবে গবেষণার ছক তিনটি কারণে গুরুত্বপূর্ণ। প্রথম কারণ গবেষণার ছক সমগ্র গবেষণা কার্যটির গতিবিধি নিয়ন্ত্রণের একটি নির্ভরযোগ্য পরিকল্পনা। এই পরিকল্পনা ছাড়া গবেষণা সার্থকভাবে পরিচালিত করা অসম্ভব। দ্বিতীয় কারণ এই পরিকল্পনায় কীভাবে প্রকল্প পরীক্ষা করা হবে তার কৌশল নির্দেশ করে এবং তৃতীয় কারণ হল প্রকল্প পরীক্ষা করার জন্য প্রকল্পে উল্লিখিত চলগুলি কীভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হবে সে সম্বন্ধে নির্দেশ।

যদিও প্রকল্প পরীক্ষা করার প্রসঙ্গটি বিশেষ ধরনের গবেষণার ছকের ক্ষেত্রে অত্যাৱশ্যক তবুও সমস্ত প্রকার গবেষণাতেই বিষয়টি প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করে আছে। তাছাড়াও বৃহত্তর অর্থে গবেষণার ছক ও গবেষণার সম্পূর্ণ পরিকল্পনা, অর্থাৎ সমস্যা নির্ধারণ থেকে শুরু করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ পর্যন্ত পৌঁছানোর পথ নির্দেশ। এর কারণ প্রকল্প গঠন এমন একটি কাজ যা গবেষণার কাজটি সঙ্গে পূর্বাপর ওতপ্রোত ভাবে জড়িয়ে আছে।

প্রথম প্রসঙ্গ হল প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষা করা। সত্যাসত্যের বিচারে প্রকল্প, হয় সত্য না হলে মিথ্যা এই দুই মেরুর যে কোন একটিতে অবস্থান করে। সে জন্য গবেষক তার রচিত প্রকল্পের সত্যাসত্য জানার জন্য যা কিছু প্রয়োজন তা করবেন, এটাই স্বাভাবিক। গবেষণার ছক গবেষকের সেই উদ্দেশ্য সাধনের পথ বলে দেয়।

দ্বিতীয় প্রসঙ্গ হল চলগুলির নিয়ন্ত্রণ কৌশল। স্বতন্ত্র চল, নির্ভরশীল চল, মধ্যবর্তী বা অসংলগ্ন চল যাই হোক না কেন, প্রত্যেকটির নিয়ন্ত্রণ কৌশল স্বতন্ত্র। প্রকল্পে মধ্যবর্তী বা অসংলগ্ন চলগুলির উল্লেখ থাকে না, যাকে শুধু স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের কথা। কিন্তু এই চলগুলির নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়াটি সামগ্রিকভাবে অন্যচলগুলির নিয়ন্ত্রণ থেকে বিচ্ছিন্ন নয়। সুতরাং সেইদিক থেকেও গবেষণার ছক সামগ্রিক গবেষণা পরিকল্পনারই নামান্তর।

৩.৯.২ গবেষণার ছকের প্রকারভেদ (Types of Research Design)

গবেষণার ছক সংগত কারণেই এক প্রকার হতে পারে না। গবেষণার বিষয়বস্তু, গবেষকের উদ্দেশ্য, চলগুলির প্রকৃতি, নমুনা দলের প্রকৃতি ইত্যাদি বিষয়ের উপর নির্ভর করে গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয়। সুতরাং এদের প্রকারভেদ অনুযায়ী গবেষণার ছকেরও প্রকারভেদ ঘটে। আবার এক এক প্রকার প্রধান গবেষণার ছক গবেষকের প্রয়োজন অনুযায়ী ভিন্ন ভিন্ন রূপে গঠন করা হয়। প্রকৃতপক্ষে গবেষণার রীতিপদ্ধতি সম্পর্কিত পুস্তকগুলিতে এ সম্বন্ধে খুব কমই পরস্পর মিল পাওয়া যায়। এখানে প্রধান প্রধান প্রকারভেদ সম্বন্ধে উল্লেখ করা হল। পরবর্তী পাঠ্যাংশগুলিতে এ সম্বন্ধে বিশদ বিবরণ আলোচনা করা হবে।

বিবরণাত্মক ছক (Descriptive Design)—এই ধরনের গবেষণার ছক তখনই নির্মাণ করা হয় যখন গবেষকের উদ্দেশ্য কোন এক জনগোষ্ঠীর একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী অবস্থায় আছে তার বিবরণ সংগ্রহ করা। একে বলা হয় সমীক্ষা গবেষণা (Survey Research)। যেমন, সংরক্ষণ নীতি সম্বন্ধে জনমত সমীক্ষা।

সহগতিভিত্তিক ছক (Correlational Design)—যখন গবেষকের প্রধান উদ্দেশ্য নির্ভরশীল চলের উপর স্বতন্ত্রচলের প্রভাব নির্ণয় করা অপেক্ষাও উভয়ের মধ্যকার সম্পর্কের পরিমাপ করা এবং সম্পর্কের দিক নির্দেশ করা, তখন সহগতিভিত্তিক গবেষণা সবচেয়ে উপযোগী। এমন কি কোনটি নির্ভরশীল এবং কোনটি স্বতন্ত্র চল সে সম্বন্ধে কোন স্পষ্ট জ্ঞান না থাকলে সহগতিভিত্তিক গবেষণা চলার প্রকৃতি নির্ণয়ে সাহায্য করে।

পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক (Experimental Research Design)—পরীক্ষণমূলক গবেষণার তিনটি শর্ত। নমুনাদলের যথোচ্ছায়ণ (Randomization of sample) ও স্বাভাবিক সম্ভাবনা (Probability) সম্বন্ধে পূর্বেই প্রাথমিক ধারণা দেওয়া হয়েছে। তৃতীয় শর্ত চলগুলির যথোপযুক্ত নিয়ন্ত্রণ। যখন নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে দুইটি চলার একটির উপর আর একটি চলার প্রভাব পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন হয় তখন পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছকই সর্বোৎকৃষ্ট। পরীক্ষণমূলক ছকের অনেক রকমফের আছে, যা পরবর্তী পর্যায়ে আলোচনা করা হবে।

একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত ছক (Single Subject Research Design)—বহু গবেষণা এমন বিষয়ে উপর সম্পন্ন হয় যে তার জন্য নির্ধারিত জনগোষ্ঠী ক্ষুদ্রতম, অর্থাৎ একজন মাত্র পরীক্ষণ পাত্র। বিশেষভাবে শিক্ষার ক্ষেত্রে যারা ব্যতিক্রমী (exceptional) তাদের মধ্যে এমন অনেক ব্যক্তি আছে যার দ্বিতীয় কোনো তুলনা নেই। এই পরিস্থিতিতে একজন মাত্র পরীক্ষণ পাত্রকে নিয়ে যে গবেষণার ছক তৈরি হয় তাকেই বলে একক পরীক্ষণ পাত্র সম্বলিত গবেষণার ছক।

ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক ছক (Ex-post facts Design)—এই জাতীয় গবেষণার ছক প্রকৃতপক্ষে কোনো বিশেষ ধরনের গবেষণার ছক নয়। অনেক গবেষণায় কোনো ঘটনা ঘটে যাওয়ার পর বা যা অতীতে বর্তমানে আছে তাকে বিশ্লেষণ করার জন্য গবেষণার পরিকল্পনা করা হয়। এই জাতীয় গবেষণার ছককে একযোগে ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণাত্মক গবেষণা বলা হয়। কারণ এক্ষেত্রে গবেষকের পক্ষে শুধু তথ্য আহরণ ও তার বিশ্লেষণ করা ছাড়া আর কিছু করার থাকে না। কোনো নিয়ন্ত্রণ করার সুযোগও নেই।

অবপরীক্ষণমূলক ছক (Quasi-experimental Design)—গবেষণাগারের বাইরে, সামাজিক পরিবেশে বা শ্রেণিকক্ষে পরীক্ষণমূলক গবেষণার জন্য যে কঠোর নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয় তা করা সম্ভব হয় না। এই পরিস্থিতিতে যে ধরনের পরীক্ষণমূলক গবেষণার পরিকল্পনা করা হয়, তাকে বলে অবপরীক্ষণমূলক ছক।

উৎপাদকীয় ছক (Factorial Design)—শিক্ষা গবেষণায় বহুল ব্যবহৃত এই ছকের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল, এই গবেষণায় অন্তর্ভুক্ত চলগুলির মধ্যে একটি ছাড়া বাকি সবগুলিই শ্রেণি বিভক্ত। শ্রেণিবিভক্ত চলের সঙ্গে ধারাবাহিক চলের সম্পর্ক নির্ণয় করার উপযোগী এই ছকটি সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য। উপরোক্ত ছকগুলি সম্বন্ধে বিশদ ভাবে জানা প্রত্যেক শিক্ষা গবেষকের পক্ষেই অবশ্য প্রয়োজন।

৩.১০ বিবরণাত্মক গবেষণার ছক—সমীক্ষা গবেষণা (Descriptive Research Design—Survey Research)

সমীক্ষা গবেষণার প্রধানতম বৈশিষ্ট্য হল, এই ধরনের গবেষণায় বিপুল পরিমাণ কিন্তু প্রায়শই একমুখী তথ্য আহরণ করা হয়। কোন একটি নির্দিষ্ট প্রসঙ্গ, মতামত সামাজিক সমস্যা বা অনুরূপ কোনো বিষয়ে জানার জন্য একটি নির্দিষ্ট ভৌগোলিক অঞ্চলের জনগোষ্ঠীর নিকট থেকে যে তথ্য (Information) বা উপাত্ত (data) সংগ্রহ করা হয় তাকেই বলে সমীক্ষা। আমাদের দেশে দশ বছর অন্তর যে আদমসুমারি হয়, তা প্রকৃতপক্ষে একটি ব্যাপক সমীক্ষা। এরকম সমীক্ষার আরও নমুনা দেওয়া যেতে পারে। যেমন,

- ১। পশ্চিমবঙ্গে সর্বশিক্ষা অভিযানের আওতায় শিক্ষাপ্রাপ্ত ছাত্রছাত্রীর সংখ্যা সম্বন্ধে সমীক্ষা।
- ২। মাধ্যমিক পাঠক্রম সম্বন্ধে মতামত সমীক্ষা।
- ৩। বিদ্যালয়ে পাঠাগারের সুযোগ সুবিধা সংক্রান্ত সমীক্ষা।

এই উদাহরণগুলির মধ্যে প্রথমটির ক্ষেত্রে উদ্দেশ্য এতই সীমাবদ্ধ যে উদ্দিষ্ট তথ্য একটি চূড়ান্ত সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করা হবে। পশ্চিমবঙ্গের ভৌগোলিক সীমার মধ্যে যত ছাত্রছাত্রী সর্বাধিক অভিযান নামক পরিকল্পনার মাধ্যমে শিক্ষা পেয়েছে তার সংখ্যা নির্ণয় করা। বলা বাহুল্য উল্লেখ করা না থাকলেও এই তথ্যে একটি নির্দিষ্ট সময়সীমা পর্যন্ত সংখ্যা সংগ্রহ করা হবে। দ্বিতীয় উদাহরণটিতে উদ্দেশ্য অনেকটা অস্পষ্ট। কারণ মতামত শুধু পাঠক্রমের ভালো মন্দ বা পক্ষে-বিপক্ষে থাকা সম্বন্ধে হবে তার কোনো অর্থ নেই। পাঠক্রমে কি থাকা উচিত কি থাকা উচিত নয়। সে সম্বন্ধেও মতামত থাকতে পারে। তৃতীয় উদাহরণ এই দুই সমীক্ষার মাঝমাঝি। অর্থাৎ এই উদাহরণগুলির মাধ্যমে বোঝা যাচ্ছে সমীক্ষার বিষয়বস্তু বিস্তৃত ও সংকীর্ণ দূরকমই হতে পারে। এছাড়াও সমীক্ষা গবেষণার আরও কয়েকটি বৈশিষ্ট্য আছে।

৩.১০.১ সমীক্ষা গবেষণার বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Survey Research)

- একটি রাজ্য, দেশ বা অঞ্চল যাই হোক না কেন সমীক্ষার একটি ভৌগোলিক সীমা নির্দিষ্ট থাকে। ওই ভৌগোলিক সীমার মধ্যে বসবাসকারী মানুষই সমীক্ষায় অংশগ্রহণ করেন।
- ভৌগোলিক সীমার মধ্যে বসবাসকারী মানুষ জনগোষ্ঠীর অন্তর্গত হলেও, কার্যত সমস্ত মানুষের নিকট থেকে সরাসরি তথ্য সংগ্রহ করা হয় না। নমুনাদলের ভূমিকা সমীক্ষা গবেষণা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। যে বিষয়ে সমীক্ষা করা হয়, ধরে নেওয়া হয় সেই বিষয়ে সমগ্র জনগোষ্ঠীর সকলেরই সমীক্ষায় অংশগ্রহণ করার যোগ্যতা আছে। যথেষ্টায়িত (Randomized) নমুনা দলের নিকট থেকে পাওয়া সমীক্ষার ফলাফল সমগ্র জনগোষ্ঠীর ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। এই জন্য সমীক্ষা গবেষণা সবসময়ই প্রস্থচ্ছেদ মূলক (Cross-sectional)।
- ভৌগোলিক সীমার মতো সমীক্ষা গবেষণার সময়সীমাও বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। অনেক বিষয় আছে যা সময়ের সঙ্গে সঙ্গে জনগোষ্ঠীতে পরিবর্তন হয়ে যায়। বর্তমানে সংরক্ষণ সম্বন্ধে কোন জনগোষ্ঠীর যে মতামত তা ভবিষ্যতে পরিবর্তিত হয়ে যেতে পারে।
- সমীক্ষা গবেষণায় চলগুলি যথারীতি সমীক্ষা শুরুর পূর্বেই স্থির করে নেওয়া হয় এবং তাদের ব্যবহারিক সংজ্ঞাও নির্ধারণ করা হয়। কিন্তু সাধারণত চলগুলির পরিমাপ করার জন্য কোনো জটিল অভীক্ষার ব্যবহার করা হয় না। সাক্ষাৎকার, (Interview) লিখিত সাক্ষাৎকারিকা (Interview Schedule), প্রশ্নোত্তরিকা (Questionnaire) ইত্যাদি ব্যবহার করে তথ্য সংগ্রহ করা হয়।

- সমীক্ষা গবেষণায় সমস্ত তথ্যই গণনা (Counting) ও কোন তথ্যের পৌনঃপুনিকতা (Frequency) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সাধারণ বর্ণনাত্মক পরিসংখ্যা, যেমন, শতকরা হিসাব, গড়, মধ্যমা, ভূমিষ্টক, লেখচিত্র—ফ্রিকোয়েন্সি বহুভুজ (Frequency Polygon) হিস্টোগ্রাম, পাই চিত্র (Pie diagram) বারচিত্র (Bar diagram) ইত্যাদির মাধ্যমে তথ্যকে প্রকাশ ও সংরক্ষণ করা হয়।
- অন্যান্য গবেষণার মতো সমীক্ষা গবেষণায় প্রথমেই প্রকল্প রচনা করা অত্যাবশ্যিক নয়। সমীক্ষায় ব্যবহৃত চলগুলি প্রকৃত অবস্থা কোন জনগোষ্ঠীতে কেমন, তা আগে থেকে অনুমান করা যায় না। তাছাড়াও যেহেতু সমীক্ষা গবেষণা মূলত বর্ণনাত্মক সেহেতু এখানে যৌক্তিক সিদ্ধান্ত (Inference) তত গুরুত্বপূর্ণ নয়। সিদ্ধান্ত যদিও বর্ণনাত্মক প্রকৃতিরই হয় তা সত্ত্বেও কখনও কখনও জনগোষ্ঠীর দুই বা ততোধিক অংশের তুলনামূলক বিচার অনেক সমীক্ষাতে করা হয়। যেমন, পূর্বোক্ত উদাহরণে কোন জনগোষ্ঠীতে পাঠক্রম সম্বন্ধে শিক্ষক ও অশিক্ষক অংশের মতামতের তুলনামূলক বিচার সমীক্ষার উদ্দেশ্য হিসাবে গৃহীত হতে পারে।
- সমীক্ষা গবেষণায় মধ্যবর্তী বা অসংলগ্ন চলের নিয়ন্ত্রণের প্রসঙ্গটি প্রায় অবাস্তব। কারণ, সরাসরি তথ্য আহরণ করার ফলে, এবং তথ্যের পরিমাণ খুব সীমাবদ্ধ থাকার ফলে। কোন ব্যক্তি কেন একটি বিশেষ তথ্য বা মতামত দিচ্ছেন, তা জানা সমীক্ষকের উদ্দেশ্য নয়। অর্থাৎ বর্ণনাত্মক গবেষণায় কার্যকারণ সম্পর্ক নির্ণয়ের চেষ্টা গৌণ। অবশ্য বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে গবেষক প্রয়োজনীয় তথ্য আহরণ করে তার ভিত্তিতে কোন কিছুর কারণ নির্ণয় করার চেষ্টা করতে পারে। যেমন, গ্রামাঞ্চলে মেয়েদের মধ্যে স্কুল ছুটের সংখ্যা বেশি কিনা তা জানতে হলে সমীক্ষা করা দরকার। ছেলে ও মেয়েদের মধ্যে কোন ক্ষেত্রে স্কুল ছুটের সংখ্যা বেশি। সেই সঙ্গে গবেষক চেষ্টা করতে পারেন কেন মেয়েদের মধ্যে স্কুলছুটের সংখ্যা বেশি সমীক্ষায় পাওয়া অন্যান্য তথ্য থেকে তার ব্যাখ্যা দিতে।
- সমীক্ষা গবেষণায় নমুনাগুলির আকৃতি সাধারণত অন্যান্য প্রকার গবেষণার নমুনাগুলি থেকে অনেকটা বড় হয়। কারণ দল যত বড় হবে ততই যথেষ্টায়নের শর্তগুলি ভালোভাবে পূরণ হবে। তা ছাড়াও যেহেতু নিয়ন্ত্রণহীন অবস্থায় সমীক্ষা করা হয় সেহেতু অংশগ্রহণকারী কিছু ব্যক্তির ইচ্ছাপূর্বক তথ্যগোপন করার বা পরিবর্তন করার সম্ভাবনা থাকে। বড় নমুনাগুলি হলে এই সমস্যা অনেকটা এড়ানো যায়।

সমীক্ষা গবেষণার যে সাধারণ ধারণা বৈশিষ্ট্যগুলির মাধ্যমে দেওয়া হয় তার মধ্যে নানা পরিবর্তন ঘটিয়ে গবেষকরা নতুন নতুন সমীক্ষা পদ্ধতির উদ্ভাবন করেন। কোনো কোনো সমীক্ষা গবেষণা যথেষ্ট জটিল ও তার পদ্ধতিও জটিল। সেগুলি আলোচনার সুযোগ এখানে নেই। শুধুমাত্র দুই ধরনের সমীক্ষার কথা এখানে উল্লেখ করা দরকার। যথা, কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা (Time Series Survey Research) ও মানানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা (Normative Survey Research)।

৩.১০.২ কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা (Time Series Survey Research)

সমীক্ষা গবেষণার বৈশিষ্ট্যের মধ্যে সময়সীমার কথা উল্লেখ করা হয়েছিল। অর্থাৎ সমীক্ষা কোনো সময়ে করা হচ্ছে তার উপর ফলাফলের তাৎপর্য অনেকটা নির্ভর করে। এমন কি দিনের কোন সময়ে সমীক্ষা করা হয়েছে তাও অনেক সময় তাৎপর্যপূর্ণ হয়ে উঠতে পারে। বেলা দশটার সময় কতজন অফিসে উপস্থিত আছেন তার ভিত্তিতে যদি উপস্থিতির হার সম্বন্ধে মন্তব্য করা হয় তা ভ্রান্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে যদি উপস্থিতির চূড়ান্ত সময় হয় সাড়ে দশটা। কিন্তু এখন অনেক সমীক্ষার বিষয় আছে যাতে উদ্দিষ্ট ঘটনা কোনো সঙ্কীর্ণ সময় সীমায় মধ্যে ঘটে না, দীর্ঘ সময় ধরে ধীরে ধীরে ঘটতে থাকে। কোন কোন পরিবর্তন ধীরে ধীরে ঘটে এবং সময়ের সঙ্গে সঙ্গে পরিবর্তনের হারও পরিবর্তিত হতে থাকে। এরকম ক্ষেত্রে সমীক্ষা কোন একটি বিশেষ ক্ষুদ্র সময়সীমার মধ্যে সমীক্ষাকে আবদ্ধ রাখলে ঘটনার প্রকৃত চিত্রটি পাওয়া যাবে না। সুতরাং যে গবেষণায় দীর্ঘসময় ধরে সমীক্ষা করে কোন ঘটনা গতিপ্রকৃতি অনুধাবন করার চেষ্টা করা হয় তাকে বলা হয় কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা। একটি উদাহরণ দিয়ে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা যেতে পারে।

মনে করা যাক, সমীক্ষার উদ্দেশ্য নীচের প্রশ্নটির উত্তর পাওয়া।

পাশ-ফেল প্রথা তুলে দেওয়ার ফলে প্রাথমিক স্তরে স্কুল ছুটের সংখ্যা কমেছে কি?

স্বাভাবিকভাবেই বলা যায়, ব্যাপক সমীক্ষা না করলে এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়া যাবে না। কিন্তু এই সমীক্ষা পূর্ববর্তী উদাহরণগুলির মত একই ধরনের সমীক্ষা নয়। অর্থাৎ কোনো একটি সময়ে বিশেষ একটি অঞ্চলে গণনা কার্য সম্পন্ন করলেই এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়া যাবে না। কারণ, এখানে পাশ ফেল প্রথা তুলে দেওয়ার পূর্ববর্তী সময় থেকে পরবর্তী অনেকটা সময়কে বোঝাচ্ছে, যে সময়ে ধীরে ধীরে স্কুল ছুটের সংখ্যা কমানোর প্রত্যাশা করা যায়। আরও স্পষ্ট করে বললে সমীক্ষার সময়কাল অতীত থেকে বর্তমান পর্যন্ত অনেকগুলি বছরকে বোঝাচ্ছে। তাছাড়া উল্লিখিত প্রশ্নটির মধ্যে যে প্রশ্নের ইঙ্গিত পাওয়া যাচ্ছে সে অনুযায়ী পাশফেল প্রথার সঙ্গে স্কুল ছুটের সম্পর্কের কথা বলা হয়েছে। এতে আশা করা হয়েছে যে পূর্ববর্তী সময় থেকে পরবর্তী কালে স্কুল ছুটের সংখ্যায় তাৎপর্যপূর্ণ হ্রাস লক্ষ্য করা যাবে না সময়ের সঙ্গে ধাপে ধাপে সংখ্যাটা কমবে। সুতরাং এই সমীক্ষায় সময়ও একটি চল এবং প্রতিবছরের সমীক্ষা পূর্ববর্তী বছরের সমীক্ষার সঙ্গে

তুলনীয়। এই ধরনের সমীক্ষা গবেষণা যাতে সময় একটি অন্যতম চল এবং একটি সময়ের সমীক্ষায় প্রাপ্ত তথ্য পূর্ববর্তী সময়ের সমীক্ষার সঙ্গে ক্রমিকভাবে তুলনীয়, তাকে বলে কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা।

এখানে সমস্যার জটিলতার আরও একটি দিক আছে। সেটি হল, জনসংখ্যা বৃদ্ধি ও শিক্ষা চেতনার বিকাশ, সুযোগ সুবিধা বৃদ্ধি, আর্থিক উন্নতি প্রভৃতি নানা কারণে প্রতি বৎসর প্রাথমিক বিদ্যালয়ে ভর্তির সংখ্যা বাড়ে। ফলে প্রতি বছর স্কুল ছুটের সংখ্যাও কিছু কিছু বাড়তে পারে। যদি মোট সংখ্যার তুলনা করা হয় তাহলে হয়ত দেখা যাবে স্কুল ছুটের সংখ্যা অপরিবর্তিত আছে। সুতরাং হ্রাস বৃদ্ধির হিসাবটি জটিল এবং তার জন্য স্বতন্ত্র পদ্ধতি দরকার। এছাড়াও মানুষের স্থানান্তরে যাওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পাওয়ায় এবং প্রয়োজনের তাগিদে বহু ছাত্র-ছাত্রীকেই এক বিদ্যালয় ছেড়ে অন্য বিদ্যালয়ে ভর্তি হতে হয়। এই ধরনের সমস্যা অধিকাংশ কালানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণার অপরিহার্য বৈশিষ্ট্য। এইসব জটিলতা বিচার করে এই ধরনের গবেষণার প্রকরণগত কৌশল অবলম্বন করা হয় তাতে অত্যাধুনিক জটিল পরিসংখ্যান পদ্ধতি প্রয়োগ করা স্বাভাবিক ঘটনা। কালানুক্রমিক সমীক্ষা শিক্ষা গবেষণায় ব্যবহৃত একটি শক্তিশালী ও অত্যাবশ্যক গবেষণার ছক। শিশুবিকাশ বিজ্ঞানে (Child Development) যে কালানুক্রমিক গবেষণার (Longitudinal Study) কথা বলা হয়, তার মূল ছকটি কালানুক্রমিক সমীক্ষার ছক। এই ধরনের গবেষণার আরও উদাহরণ—

১। শিক্ষার্থীদের সাফল্যের গতি সম্বন্ধে সমীক্ষা (Survey of the course of achievement of Learners)

২। স্বাধীনতা পরবর্তীকালে মাধ্যমিক শিক্ষার বিস্তার।

৩। কম্পিউটার শিক্ষার প্রসারের ফলে শিক্ষার পদ্ধতিগত পরিবর্তন সমীক্ষা।

৩.১০.৩ মানানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা (Normative Survey Reseach)

কোন সমীক্ষা গবেষণায় সরাসরি উপস্থিত অবস্থার বিবরণ প্রস্তুত না করে যদি পূর্ব নির্ধারিত মান (Norm of standard) এর ভিত্তিতে সমীক্ষার তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ করা হয় তবে তাকে মানানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণা বলা হয়। উপরোক্ত মান কোন বিশেষজ্ঞদল স্থির করে দিতে পারেন বা পূর্ববর্তী সমীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে নির্ধারিত হতে পারে। দারিদ্র্যসীমার নীচে অবস্থানকারী মানুষের সংখ্যা কত? এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়ার জন্য দারিদ্র্যসীমা নামক একটি মান স্থির করা হয়েছে। যারা ওই মানের উপরে অর্থাৎ যাদের আয় ও অন্যান্য অবস্থা ওই মান অতিক্রম করেছে তাঁরা দরিদ্র নন। যাদের আয় ওই মানের নীচে তাঁরাই দরিদ্র। সুতরাং সমীক্ষার ভিত্তি হল দারিদ্র্যসীমা সূচক মান।

শিক্ষাগবেষণায় এই জাতীয় গবেষণার ছক ব্যবহারের সুযোগ আছে। সাক্ষরতা অভিযানে কতটা লিখতে পড়তে শিখলে তাকে সাক্ষর বলা হবে তার একটা মান আছে। এই মান স্থির করেছেন বিশেষজ্ঞরা। পড়া, লেখা ও গণিতের জন্য নির্দিষ্ট শিক্ষণীয় বিষয় ও তার প্রয়োগের ক্ষেত্রে এই মান স্থির করে দেয় করা কার্যকরী সাক্ষরতা (Functional literacy) অর্জন করতে পেরেছে। এই মানকে নাম দেওয়া হয়েছে ন্যূনতম শিখনের স্তর (Minimum Learning Level বা MLL)। এখন কার্যকরী করতে হলে MLL অনুযায়ী শিক্ষার্থী নির্বাচন করতে হবে।

৩.১০.৪ সমীক্ষা গবেষণার সুবিধা ও গুরুত্ব (Advantages and Importance of Survey Research)

অন্যান্য গবেষণার ছক অপেক্ষা সমীক্ষা গবেষণার কিছু অতিরিক্ত সুবিধা আছে। সংক্ষেপে সুবিধাগুলি নীচে দেওয়া হল।

- সমীক্ষা গবেষণার সবচেয়ে বড় সুবিধা এর নমনীয়তা (Flexibility) অন্যান্য সমস্ত গবেষণায় কিছু কিছু শর্ত কঠোরভাবে মেনে চলতে হয়। বিশেষত পরীক্ষণমূলক গবেষণায় এইসব শর্ত খুবই ঋজু। সমীক্ষা গবেষণার চল নির্বাচন। উপাত্ত সংগ্রহ, উপাত্ত বিশ্লেষণ ইত্যাদি সে তুলনায় যথেষ্ট নমনীয়।
- সমীক্ষা গবেষণায় যে বিষয় যে অবস্থায় আছে সত্যতা ও নির্মোহ ভাবে তার বিবরণ দিলেই গবেষণার প্রধান উদ্দেশ্য সফল হয়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে বিবরণের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করা গৌণ বিষয়।
- সমীক্ষা গবেষণায় অল্প সময়ে অনেক বেশি পরিমাণ উপাত্ত সংগ্রহ করা যায়। প্রাথমিকভাবে গুণগত (Qualitative) উপাত্ত সংগ্রহ করে তাকে পরিমাণগত (Quantitative) ভাবে প্রকাশ করা বা বিপরীতক্রমে পরিমাণগত উপাত্ত থেকে গুণবাচক সিদ্ধান্তে আসার ক্ষেত্রে এই জাতীয় গবেষণা যথেষ্ট নমনীয়।
- সমীক্ষা গবেষণার তথ্যসংগ্রহ সবসময়ই প্রত্যক্ষভাবে করা হয় না। মুদ্রিত প্রশ্নোত্তরিকা ডাক যোগে পাঠিয়ে (Postal Survey) বা টেলিফোন সমীক্ষার মাধ্যমেও তথ্যসংগ্রহ করা যায়। যদিও ডাকযোগে সমীক্ষায় অনেক প্রশ্নোত্তরিকা ফেরত আসে না, অর্থাৎ অপচয় বেশি, তা সত্ত্বেও সরল সমীক্ষায় এদের কার্যকারিতা কম নয়।
- সমীক্ষার পরিকল্পনা ও প্রস্তুতি কার হয়ে গেলে, সমীক্ষার জন্য খুব দক্ষ গবেষকের প্রয়োজন হয় না। সাধারণভাবে প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত কর্মীরাই তথ্য সংগ্রহের কাজ

করতে পারে। এর ফলে ব্যয় কম হয় এবং বহু সংখ্যক ব্যক্তির কাছে পৌঁছানো সম্ভব হয়।

- সমীক্ষা লব্ধ তথ্য নির্ভরযোগ্যতার দিক থেকে অন্য গবেষণা থেকে কোন অংশে কম নয়, এর কারণ বড় আকৃতির নমুনা দল যথেষ্টভাবে সমীক্ষার কাজে অংশগ্রহণ করে। সেইজন্য দেশের অর্থনৈতিক শিক্ষাসংক্রান্ত, সামাজিক সমস্যা সংক্রান্ত বহু গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্তই নেওয়া হয়ে থাকে সমীক্ষা লব্ধ বিবরণকে নির্ভরযোগ্য মনে করে। জাতীয় নমুনা সমীক্ষা (National Sample Survey) প্রাক্ বাজেট অর্থনৈতিক সমীক্ষা (Pre-budget Economic Survey) ইত্যাদি এর উদাহরণ।

তবে শিক্ষা গবেষণায় বা অন্যান্য সমাজ বিজ্ঞানে সমীক্ষার ভিত্তিতে যে বিবরণ প্রস্তুত করা হয় তাতে ভ্রান্তির পরিমাণ অন্যধরনের গবেষণা অপেক্ষা কিছু বেশি বা অন্যভাবে বলতে গেলে, গবেষক যতটা ভ্রান্তি (Error) উপেক্ষা করবেন বলে মনে করেন, সমীক্ষা গবেষণায় তার মান কিছুটা বেশি। কিন্তু তা সত্ত্বেও, সমীক্ষা গবেষণার গুরুত্ব অপরিসীম। পূর্বেই বলা হয়েছে বহু গুরুত্বপূর্ণ কার্যকর সিদ্ধান্ত সমীক্ষালব্ধ তথ্যের ভিত্তিতেই নেওয়া হয়। সমীক্ষা গবেষণা যথেষ্ট নমনীয় হওয়ার দরুন, যে সব বিষয়ে অন্য গবেষণার ছক দুরূহ বা অচল, সে সব বিষয়ে সমীক্ষা গবেষণা অনায়াসে সম্পন্ন করা যায়। যেহেতু এই ধরনের গবেষণায় উপাত্ত থেকে সরাসরি বিবরণ প্রস্তুত করা হয় সেহেতু সাধারণ মানুষের পক্ষে বিবরণ অনুধাবন করা ও মতামত দেওয়া অনেক সহজ হয়। ফলে গবেষক ও সাধারণ মানুষের মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করার ক্ষেত্রে সমীক্ষা গবেষণা বেশ কার্যকর। বাস্তবিক পক্ষে শিক্ষাগবেষণায় যত ছক ব্যবহার করা হয়, তার অনেকগুলিই প্রকারান্তরে সমীক্ষা গবেষণা।

৩.১১ সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক (Correlational Research Design)

এই ধরনের গবেষণার ছক সম্বন্ধে আলোচনার পূর্বে জানা দরকার সহগতি কথাটির অর্থ কী— সহগতি কথার প্রাথমিক অর্থ হল সম্পর্ক বা সম্পর্কের মান। যদি দুটি চল্লের মধ্যকার সম্পর্ক এমন হয় যে একটির মান বাড়লে অপর চল্লটির মানও নির্দিষ্ট হারে বাড়ে না কমে হবে চল দুটি পরস্পর সহগতিসম্পন্ন (Correlated) বলে গণ্য হবে। কার্ল পিয়ার্সন (Carl Pearson) সহগতির ধারণা ও তার নির্ণয় পদ্ধতির উদ্গাতা। যে সংখ্যা মান বা সূচক চল দুটির মধ্যকার সহগতির পরিমাণ নির্দেশ করে তাকে বলা হয় সহগাঙ্ক (Coefficient of Correlation)। দুটি চল্লের মধ্যে চূড়ান্ত পর্যায়ে দুই প্রকার সহগাঙ্ক হতে পারে। একই দলের মানুষের ক্ষেত্রে বা একই প্রাকৃতিক উৎস থেকে যদি দুইটি চল্লের

পরিমাপ লব্ধ স্কোর পাওয়া যায় তবে প্রথম চূড়ান্ত সম্ভাবনা হল, একটি চলার মানের ক্রমানুসারে প্রতি ব্যক্তির যে অবস্থান অপর চলার ক্ষেত্রেও একই ক্রমিক অবস্থান থাকবে। যেমন,

প্রথম চূড়ান্ত সম্ভাবনা			দ্বিতীয় চূড়ান্ত সম্ভাবনা		
ব্যক্তি	প্রথম চল	দ্বিতীয় চল	ব্যক্তি	প্রথম চল	দ্বিতীয় চল
১	প্রথম	প্রথম	১	শততম	প্রথম
২	ষষ্ঠ	ষষ্ঠ	২	৯৯তম	দ্বিতীয়
৩	চতুর্থ	চতুর্থ	৩	৯৮তম	তৃতীয়
ঃ	ঃ	ঃ	ঃ	ঃ	ঃ
৯৯	শততম	১তম	৯৯	দ্বিতীয়	৯৯তম
১০০	১তম	১০০তম	১০০	প্রথম	শততম

এখানে একই সহপরিবর্তন (Covariation) থাকায় সহগাঙ্কের মান $+ 1.00$ হবে। আর দ্বিতীয় চূড়ান্ত সম্ভাবনা হল সম্পূর্ণ বিপরীত অর্থাৎ একটি চলার ক্ষেত্রে যে প্রথম, অপর চলার ক্ষেত্রে তার অবস্থান শেষে। এক্ষেত্রে সহগাঙ্কের মান $- 1.00$ । এর মাঝামাঝি অবস্থান হল একটি চলার মানের পরিবর্তন কোনোভাবেই অপরচলের মানের পরিবর্তনের সঙ্গে সম্পর্কিত নয়। সে ক্ষেত্রে সহগাঙ্কের মান শূন্য।

সহগতির ধারণা গবেষকদের কাছে প্রায় স্বর্ণধনির মতো। মানুষের অসংখ্য সক্ষমতা, প্রবণতা, গুণ বা বৈশিষ্ট্যের প্রায় সবকয়টিই কোনও না কোনভাবে অন্য সক্ষমতা ইত্যাদির সঙ্গে সহগতি সম্পন্ন। কিন্তু এই সহগতির সহগাঙ্ক কখনই $+ 1.00$ বা $- 1.00$ নয়। যেমন, একদল ছাত্রছাত্রীর গণিত ও বিজ্ঞানের জ্ঞান (পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরের ভিত্তিতে), বুদ্ধি ও সৃজনশীলতা (উভয়ই মনোবৈজ্ঞানিক অভীক্ষা দ্বারা পরিমাপ করা), আগ্রহ ও শ্রেয়ণা ইত্যাদি চলগুলির মধ্যে সহগাঙ্ক নির্ণয় করলে তা ইতিবাচক (+) কিন্তু ১ এর কম কিন্তু শূন্যের বেশি একটি সংখ্যা হবে। আবার, টি ভি দেখার সময় ও পরীক্ষার ফল উদ্বেগ ও সাফল্য এইধরনের চলগুলির একটি বাড়লে অপরটি কমে। কিন্তু সহগাঙ্কের মান নেতিবাচক (-) হওয়া সত্ত্বেও তা সবসময়ই শূন্য থেকে কম কিন্তু $- 1$ থেকে বেশি হতে দেখা যায়। সুতরাং সহগতির প্রধান দুটি শর্ত হল, (১) উভয় চলই পরিমাপযোগ্য ধারাবাহিক প্রকৃতির হওয়া চাই (শ্রেণিবিভক্ত চল হলে ভিন্ন পদ্ধতিতে সহগতি নির্ণয় করা হয়) এবং (২) উভয় চলই একই নমুনা দলের বৈশিষ্ট্যসূচক হওয়া চাই। এই সম্বন্ধে রাশিবিজ্ঞান সংক্রান্ত পাঠে আরও পরিষ্কারভাবে জানার সুযোগ থাকল।

যদি কোন গবেষণায় নির্বাচিত চলগুলির সবই ধারাবাহিক (Continuous) প্রকৃতির হয়, এবং যদি একই নমুনাদলের ক্ষেত্রে ওই চলগুলি পরিমাপ করা হয় এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়ার জন্য যে চলগুলির মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক কি ধরনের, তবে সংশ্লিষ্ট গবেষণার ছককে সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক বলা হয়। মনে রাখতে হবে এখানে গবেষণার যে উদ্দেশ্য তাতে কোন বিশেষ নমুনাদল বা জনগোষ্ঠীর বৈশিষ্ট্য নির্ণয়ের প্রয়াস নেই। চলগুলির মধ্যে যে স্বাভাবিক সহগতিমূলক সম্পর্ক বিদ্যমান সেটি নির্ণয় করাই উদ্দেশ্য।

সহগতিমূলক গবেষণার ছক যে সমস্ত প্রশ্নের উত্তর দিতে পারে সেগুলি অনুধাবন করলে সহগতিমূলক গবেষণার ছকের প্রকৃতি সম্বন্ধে ধারণা লাভ করা সহজ হবে।

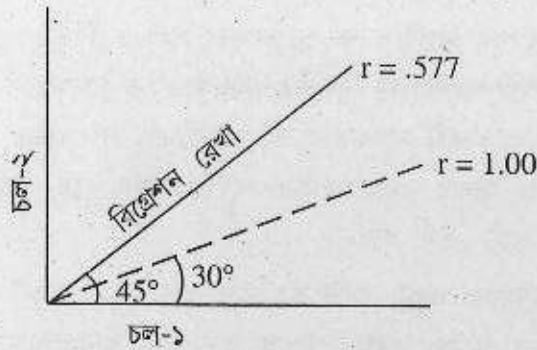
প্রথম প্রশ্নটি খুবই সরল। কোন সমধর্মবিশিষ্ট মানসিক গুণ। সক্ষমতা অথবা ধারণার সঙ্গে অন্য ধারণার সরাসরি সম্পর্ক কি? তার কি পরস্পর অনুরূপ, যা ইতিবাচক সহগাঙ্ক দ্বারা প্রকাশ করা যায়। অথবা তারা কি পরস্পর বিপরীত যা নেতিবাচক সহগাঙ্ক বিশিষ্ট? গাণিতিক সক্ষমতা, ভাষাবোধ, অবরোধহুঙ্কি এগুলি কি সমধর্মী না বিপরীত ধর্মী মানসিক সক্ষমতা? এই জাতীয় প্রশ্নের উত্তর লাভ করার জন্য গবেষক প্রত্যেকটি সক্ষমতার স্বতন্ত্র পরিমাপ লব্দ স্কোর, অন্য সক্ষমতার স্কোরের সঙ্গে কিভাবে সম্পর্কিত তা জানার জন্য শুধুমাত্র সহগাঙ্ক নির্ণয় করে, রাশিবিজ্ঞানের নীতি অনুযায়ী তার তাৎপর্য বিচার করে কাজ শেষ করেন।

এই প্রশ্নটির আরও একটু জটিলতর রূপ হল কোন একটি মানসিক সক্ষমতা বা ধারণার (Concept) অসুনিহিত গঠনের প্রকৃতি সম্বন্ধে অনুসন্ধান কার। আমাদের মানসিক সক্ষমতাগুলি কি এক একটি পূর্ণাঙ্গ (মৌলিক) সক্ষমতা না কি সেগুলি অনেকগুলি উপাদানের সমন্বয়ে, গঠিত (যৌগিক)। বুদ্ধি মৌলিক না যৌগিক এই প্রশ্নে স্পিয়ারম্যান (Spearman) যে গবেষণা করেছিলেন সেই গবেষণার ছক সহগতিভিত্তিক। অনেকগুলি মানসিক সক্ষমতার পরিমাপ করে, তাদের মধ্যকার সহগাঙ্কগুলি নির্ণয় করেই তিনি ক্ষান্ত থাকেন নি। তাঁর উদ্ভাবিত পদ্ধতি উপাদান বিশ্লেষণ (Factor Analysis) প্রয়োগ করে তিনি সিদ্ধান্ত করেন বুদ্ধি একটি যৌগিক মানসিক সক্ষমতা যার উপাদান দুই প্রকার g এবং s । সাধারণ ও বিশেষ সক্ষমতা। পরবর্তীকালে উপাদান বিশ্লেষণ পদ্ধতির অনেক উন্নতি ঘটেছে, বুদ্ধির উপাদান সম্বন্ধে ভিন্ন ভিন্ন তত্ত্বের সৃষ্টি হয়েছে কিন্তু গবেষণার মূল ছক যা স্পিয়ারম্যান উদ্ভাবন করেছিলেন তা অপরিবর্তিত আছে।

সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক আর একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়ে আলোকপাত করতে পারে। যদি একটি গুণ বা সক্ষমতা, অন্য এক বা একাধিক গুণ বা মানের উপর নির্ভরশীল হয়, অর্থাৎ গবেষণার ভাষায় একটি চল যদি অন্য এক বা একাধিক চলের উপর নির্ভরশীল হয়, তবে

নির্ভরশীল চলটিকে পরিমাপ না করেও, শুধুমাত্র স্বতন্ত্র চলগুলির সাহায্যে ওই নির্ভরশীল চলটির মান পূর্বানুমান (Prediction) করা যাবে কিনা। এই উদ্দেশ্যে গবেষণার যে ছক ব্যবহার করা হয় তার নাম রিগ্রেশনালমূলক ছক (Regression Design) এবং উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতির নাম রিগ্রেশন বিশ্লেষণ (Regression Analysis)। যখন একটিমাত্র নির্ভরশীল চল সম্বন্ধে একটি মাত্র স্বতন্ত্র চলের সাহায্যে পূর্বানুমান করা হয় তখন তাকে বলা হয় সরল একমুখী রিগ্রেশন (Simple Linear Regression)। আর যখন স্বতন্ত্র চল একাধিক এবং নির্ভরশীল চল এক বা একাধিক তখন তাকে বলা হয় বহুমুখী রিগ্রেশন (Multiple Regression)।

প্রকৃত পক্ষে সহগতি ধারণাটিই পূর্বানুমানের ইঙ্গিতবাহী ও সহায়ক। নীচের চিত্রটিতে সহজভাবে এই বক্তব্যটি তুলে ধরা হল। স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের মধ্যে যে গাণিতিক সম্পর্ক পাওয়া যায়



$r =$ চল ১ ও ২ এর মধ্যে সহগাঙ্ক

তাকে একটি সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয় একে বলা হয় রিগ্রেশন সমীকরণ (Regression Equation)। এই সমীকরণের সাধারণ রূপটি হল :

$$Y' = x_1b_1 + x_2b_2 + x_3b_3 + \dots + x_nb_n + c$$

এখানে, y' = নির্ভরশীল চলের আনুমানিক মান, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n = n$ সংখ্যক স্বতন্ত্র চলের প্রাপ্ত মান, $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n =$ প্রতিটি স্বতন্ত্রচলের রিগ্রেশনগাঙ্ক (Regression Coefficient) এবং $c =$ ধ্রুবক।

সহগতিভিত্তিক ছকের আরও দুটি বিষয় উল্লেখ করা প্রয়োজন। এই ধরনের গবেষণায় সরাসরি একটি নির্ভরশীল চলের সঙ্গে একযোগে অনেকগুলি স্বতন্ত্রচলের সহগাঙ্ক নির্ণয় করে সামগ্রিক ভাবে স্বতন্ত্রচলগুলি নির্ভরশীল চলের সঙ্গে কতটা সম্পর্কিত তা স্থির করা যায়। একে বলা হয় বহুমুখী সহগতি (Multiple Correlation) এবং প্রাপ্ত সহগাঙ্ককে বলা হয় বহুমুখী সহগাঙ্ক (Coefficient of

Multiple Correlation)। একে R চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এছাড়া কখনও কখনও আংশিক সহগতি (Partial Correlation) নামক পদ্ধতির সাহায্যে দুই প্রান্তীয় চল অর্থাৎ একটি স্বতন্ত্র ও একটি নির্ভরশীল চলের মধ্যবর্তী চলের (Intervening Variable) প্রভাব ওই দুই প্রান্তীয় চলের সম্পর্ক থেকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এর ফলে গবেষক জানতে পারেন মধ্যবর্তী চলের প্রভাবমুক্ত হলে, স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের মধ্যে প্রকৃত সম্পর্ক কেমন।

সহগতি নির্ণয়ের অনেকগুলি পদ্ধতি আছে যে সম্বন্ধে রাশিবিজ্ঞান সংক্রান্ত পাঠে বিশদভাবে জানা যাবে। সেজন্য বিভিন্ন ধরনের চলের ক্ষেত্রে সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক নির্মাণ করা সহজ এবং এক প্রয়োগ শিক্ষা গবেষণায় ব্যাপক। এতে অপচয় কম হয় এবং উপাত্ত সংগ্রহের সময় গবেষক খুব বেশি নিয়ন্ত্রণ না করেই তা সংগ্রহ করতে পারেন।

সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছকের প্রধান অসুবিধা হল, নমুনাদল যদি উল্লিখিত চল বা তাদের সঙ্গে সম্পর্কিত মধ্যবর্তী চলের পরিপ্রেক্ষিতে অসমসত্ত্ব (Heterogeneous) হয় বা নমুনাদল যথেষ্ট যথোচ্ছ্যিত না হওয়ার দরুন দল থেকে পাওয়া ক্ষেত্রগুলির বন্টন স্বাভাবিক বন্টন থেকে অনেকটা বিচ্যুত হয় তবে এই ছকের সাহায্যে ঠিকমত ফলাফল পাওয়া যায় না। সেজন্য নমুনাদল ও চলগুলির প্রকৃতি, জনগোষ্ঠীতে ওই চলগুলির বন্টন (Distribution) সম্বন্ধে সঠিক ধারণা নিয়ে তারপর সহগতিমূলক গবেষণার ছক নির্মাণ করা উচিত। এছাড়াও যদি অনেকগুলি চল একযোগে পরিমাপ করতে হয় তবে গবেষণার নমুনা দলটিকে অনেক অভীক্ষা একসঙ্গে দিয়ে পরিমাপ করা প্রয়োজন হয়। একাধিক দিন ধরে দলের সদস্যদের পরীক্ষা করার দরুন কিছুটা অপচয় ঘটে।

এই সব অসুবিধা সত্ত্বেও তুলনামূলকভাবে সুবিধা এতই বেশি যে সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক শিক্ষাগবেষকদের একটি প্রধান হাতিয়ার।

৩.১২ পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক (Experimental Research Design)

শিক্ষা ও মনোবৈজ্ঞানিক গবেষণার যতটা বিজ্ঞানের মর্যাদা পেয়েছে তার কৃতিত্ব অনেকাংশে প্রাপ্য পরীক্ষণমূলক গবেষণা পদ্ধতির। শুরু থেকেই মনোবিজ্ঞানে পরীক্ষণমূলক গবেষণা একটি বিশিষ্ট স্থান অধিকার করে আছে। পরবর্তীকালে শিক্ষাত্রেও পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক ব্যবহৃত হওয়ায় শিক্ষাবিজ্ঞান উপকৃত হয়েছে।

৩.১২.১ পরীক্ষণমূলক গবেষণার মূলনীতি (Principles of Experimental Research)

গবেষণার রীতিপদ্ধতি পাঠের শুরুতেই বিজ্ঞান ও বিজ্ঞান গবেষণার যে সমস্ত বৈশিষ্ট্যের কথা

বলা হয়েছে তার উৎস হল পরীক্ষণমূলক গবেষণার নীতিগুলি। আবার চল সম্বন্ধে আলোচনার সময়ও পরীক্ষণমূলক গবেষণার নীতি সম্বন্ধে উল্লেখ করা হয়েছে। যে গবেষণায় দুইটি চলার মধ্যে একটি চলকে কৃত্রিম উপায়ে বা প্রত্যক্ষ উদ্দেশ্য নিয়ে সুনির্দিষ্ট ক্রমানুসারে পরিবর্তন ঘটিয়ে অপর চলটির উপর তার প্রভাব অর্থাৎ অপর চলটির পরিবর্তনের গতি পর্যবেক্ষণ ও পরিমাপ করা হয় এবং এই উদ্দেশ্যে সমস্ত অসংলগ্ন চলকে কঠোরভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে বলে পরীক্ষণমূলক গবেষণা। এই গবেষণার জন্য ব্যবহৃত ছককে বলা হয় পরীক্ষণমূলক গবেষণায় ছক (Experimental Research Design)। বলা বাহুল্য যে চলটি পরিকল্পিত পদ্ধতিতে পরিবর্তন করা হচ্ছে সেটি হল স্বতন্ত্র চল এবং যে চলার উপর তার প্রভাব পর্যবেক্ষণ করা হচ্ছে সেটি হল নির্ভরশীল চল।

পরীক্ষণমূলক গবেষণার উদ্দেশ্য দুইটি চলার মধ্যে কার্যকারণ সম্পর্ক নির্ণয়। যদিও প্রত্যক্ষভাবে সবসময় একটি চলকে অপর চলার কারণ হিসাবে চিহ্নিত করা হয় না, কিন্তু স্বতন্ত্র চলার নিয়ন্ত্রণ প্রচেষ্টার অন্তর্নিহিত তাৎপর্য তাই। যেমন, কোনো গবেষক জানবেন স্মৃতিতে কোন বিষয় সংরক্ষণ করতে হলে কোন উপাদানটি (চল) সবচেয়ে সহায়ক। এই প্রসঙ্গে ক্রেগ ও টুলভিং (Craig and Tulving) এর বিখ্যাত পরীক্ষণটি প্রাধান্যযোগ্য। তাঁরা ৬০ জন মানুষকে যথেষ্টভাবে ছয়টি দলে ভাগ করলেন। তার পর তাদের সামনে পর্দায় এক সেকেন্ড করে মোট ৬০টি শব্দ দেখালেন। প্রত্যেকটি শব্দ এক সেকেন্ডের জন্য পর্দায় দেখে পরীক্ষণ পাত্ররা একটি মুদ্রিত প্রশ্নের উত্তর দেবেন, যা তাদের কাছে আগে থেকেই দেওয়া আছে। প্রশ্নগুলি তিন রকম। এই ধরনের প্রশ্নে জানতে চাওয়া হচ্ছে পর্দায় দেখা শব্দটির সঙ্গে অন্য একটি শব্দের (প্রশ্নে মুদ্রিত) মিল আছে কিনা। দ্বিতীয় ধরনের প্রশ্নে জানতে চাওয়া হয়েছে শব্দটি কি ধরনের টাইপ দিয়ে লেখা হয়েছে। তৃতীয় ধরনের প্রশ্নের জিজ্ঞাস্য শব্দটি কোন শ্রেণিভুক্ত। প্রত্যেক পরীক্ষণ পাত্রের কাছে সমান সংখ্যক তিন ধরনের প্রশ্নের উত্তর চাওয়া হয়েছে। প্রতিটি প্রশ্নের দুই রকম উত্তর হ্যাঁ অথবা না।

এরপর সকলকেই একটি মুদ্রিত শব্দ তালিকা দেওয়া হল যাতে মোট ১২০টা শব্দের মধ্যে ওই ৬০টি শব্দ মেশানো আছে। পরীক্ষার ফল থেকে তাঁর সিদ্ধান্ত করলেন, হ্যাঁ উত্তর দিতে হয়েছে এমন শব্দগুলি না উত্তরের থেকে বেশি সংরক্ষিত হয়েছে। সবচেয়ে কম সংরক্ষিত হয়েছে সেই শব্দগুলি যাদের ছাপার অক্ষরের টাইপ বিচার করতে বলা হয়েছিল। আর সবচেয়ে বেশি সংরক্ষিত হয়েছে যখন শব্দগুলিকে শ্রেণিবিভাগ করতে হয়েছিল। এর ব্যাখ্যা হিসাবে গবেষকরা বলেছেন নেতিবাচক দৃষ্টিকোণ থেকে শিখলে কম মনে থাকবে, ইতিবাচক দৃষ্টিকোণ থেকে শিখলে বেশি মনে থাকবে। যে শিখনে বিষয়টি গভীরভাবে বিচার ও পূর্ব অভিজ্ঞতায় সঙ্গে সমন্বয় করতে হবে (যেমন, শ্রেণীবিভাগ) তা স্থায়ী হবে।

পরীক্ষণমূলক গবেষণার উপরোক্ত উদাহরণ ও সংজ্ঞার ভিত্তিতে এর মূল নীতিগুলি नीচে দেওয়া হল।

- পরীক্ষণমূলক গবেষণায় নির্ভরশীল ও স্বতন্ত্র চল প্রথম থেকেই স্থির করে নিতে হবে। যদি একাধিক স্বতন্ত্র চল থাকে তবে আদর্শ পরীক্ষণমূলক গবেষণায় অন্যসবগুলিকে অপরিবর্তিত রেখে শুধুমাত্র একটি চলকেই পরিবর্তন করতে হবে। ক্রেগ ও টুলভিং-এর পরীক্ষায় এই নীতি মানা হয়েছে জটিল পরীক্ষণমূলক ছকের মাধ্যমে।
- স্বতন্ত্র চলের পরিবর্তনের মধ্যে একটি ধারবাহিকতা থাকবে। প্রকৃত পরীক্ষণের সময় সেগুলি পরপর বা যথেষ্টভাবে পরীক্ষণপাত্রকে দেওয়া হতে পারে। যেমন, যদি গবেষক জানতে চান অর্থহীন শব্দ তালিকার দৈর্ঘ্য স্মৃতিকে কীভাবে প্রভাবিত করে, তবে শব্দ তালিকা ৬, ৮, ১০, ১২ এইভাবে ক্রমাগত বাড়িয়ে কেন ক্ষেত্রে কত সময়ে মুখস্থ হচ্ছে তা পরিমাপ করতে পারেন। তিনি পরপর তালিকার দৈর্ঘ্য না বাড়িয়ে যথেষ্টভাবে তা প্রয়োগ করতেও পারেন। যে চলকে অনুরূপভাবে পরিবর্তন করা যায় না তা পরীক্ষণের উপযোগী নয়।
- স্বতন্ত্র চল বা পরীক্ষণমূলক চলের (Experimental variable) পরিবর্তন এমন হওয়া দরকার যা পরিমাপযোগ্য ও পর্যবেক্ষণযোগ্য। রাগ বেশি হলে রক্তচাপ আনুপাতিক হারে বাড়ে কিনা তা পরীক্ষণের যোগ্য নয়। কারণ রক্তচাপ (নির্ভরশীল চল) পরিমাপযোগ্য কিন্তু রাগ (স্বতন্ত্র চল ইচ্ছামত নির্দিষ্ট হারে কমানো বাড়ানো যায় না, রাগের পরিমাণ পরিমাপ করাও যায় না।
- পরীক্ষণমূলক চলের প্রকল্প এমনভাবে গঠিত হবে যে স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের সম্পর্ক স্পষ্ট করে বলা থাকবে। সম্ভব হলে স্বতন্ত্রচলের মান হ্রাস বৃদ্ধি হলে, নির্ভরশীল চলের হ্রাস বা বৃদ্ধি কি হবে তা স্থির করে নিতে হবে। সাধারণত পরীক্ষণমূলক গবেষণায় নেতিপ্রকল্প গ্রহণ করা হয় এবং প্রকল্পের ভাষা নির্ভর করে কোন ধরনের পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয়েছে তার উপর।
- পরীক্ষণাগারে (Laboratory) পরীক্ষণমূলক গবেষণার সবচেয়ে উপযুক্ত স্থান। কিন্তু প্রয়োজন মতো পরীক্ষণাগারের বাইরেও পরীক্ষণ কার্য হতে পারে। শিক্ষাগবেষণায় অনেক সময়ই শ্রেণিকক্ষকেই পরীক্ষণাগার হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
- যখন নমুনাদলের উপর পরীক্ষণকার্য করা হয়, তখন নমুনাদল চয়নের জন্য যথেষ্টায়নের শর্ত পালন করা আবশ্যিক।

একটি সহজ উদাহরণ :

গবেষণার সমস্যা : শিখনের ক্ষেত্রে প্রকৃত সাফল্যের উপর শিখনের লক্ষ্যমাত্রা নির্ধারণের প্রভাব নির্ণয়।

(ব্যাখ্যা—অধিকাংশ শিক্ষার্থীই নিজের জন্য সাফল্যের একটি লক্ষ্যমাত্রা স্থির করে নেয়। তারপর সেই লক্ষ্য অর্জনের জন্য চেষ্টা করে। সফল হলে আরও উচ্চতর লক্ষ্য স্থির করে। বিফল হলে তার প্রতিক্রিয়া এক একজন মানুষের ক্ষেত্রে এক এক রকম হয়। কিন্তু সাধারণভাবে জীবনে সাফল্য লাভের লক্ষ্য বা পরীক্ষায় সাফল্যের লক্ষ্য পরীক্ষণমূলক গবেষণার বিষয় নয়। কারণ সে ক্ষেত্রে চলগুলির নিয়ন্ত্রণ প্রায় অসম্ভব।)

- বিবন্ধ প্রকল্প : সাফল্যের লক্ষ্যমাত্রা যতই বৃদ্ধি পাবে সাফল্য ততই বেশি হবে।
- নেতি প্রকল্প : যে দল সাফল্যের লক্ষ্যমাত্রা বেশি স্থির করেছে তাদের সঙ্গে যে দল সাফল্যের কম লক্ষ্য মাত্রা স্থির করেছে তাদের সাফল্যের হারের তাৎপর্যপূর্ণ পার্থক্য হবে না।
- পরীক্ষণ পাত্র : একদল স্নাতকোত্তর শ্রেণির ছাত্রছাত্রী (ছাত্রের সংখ্যা = ছাত্রীর সংখ্যা) যথোচ্ছভাবে দুইটি দলে বিভক্ত। একদলকে বলা হয়েছে, তারা সর্বোচ্চ কতগুলি শব্দ একবার দেখে মনে রাখতে পারবে তা খাতায় লিখে রাখতে। অপরদলকে বলা হয়েছে কমপক্ষে কতগুলি শব্দ তারা মনে রাখতে পারবে তা খাতায় লিখে রাখতে। নির্দেশটি এমনভাবে দেওয়া হয়েছে যে একদল তাদের লক্ষ্যমাত্রা যতদূর সম্ভব বেশি রাখবে, অপরদল রাখবে তুলনামূলকভাবে কম।
- শিখনের বিষয়বস্তু : তিন অক্ষরযুক্ত অর্থহীন শব্দ তালিকা
- পরীক্ষণের স্থান : পরীক্ষণাগার
- যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক : একটি পর্দাসহ প্রোজেক্টর যার সাহায্যে একটি নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে একটি করে শব্দ পর্দায় দেখানো হবে। পরীক্ষণ পাত্রের স্মৃতি পরীক্ষার জন্য শব্দ তালিকা যার মধ্যে মেশানো থাকবে পর্দায় দেখা শব্দগুলিও।
- পরীক্ষণ পদ্ধতি : পরীক্ষণ পাত্রদের একে একে অর্থহীন শব্দগুলি দেখানো হল। এবার প্রত্যেক পরীক্ষণপাত্রকে একটি করে মুদ্রিত তালিকা দিয়ে তাতে পর্দায় দেখা শব্দগুলি চিহ্নিত করতে বলা হবে। এবার যারা তাদের

লক্ষ্যমাত্রা বেশি রেখেছে তাদের প্রত্যেকের সঠিক চিহ্নিত শব্দের সংখ্যা ও দ্বিতীয় দলের প্রত্যেকের সঠিক চিহ্নিত শব্দ সংখ্যা গণনা করে উভয় দলের গড় তুলনা করে দেখা হল :

এই বিবরণ থেকে দেখা যাচ্ছে অনেকগুলি অসংলগ্ন ও মধ্যবর্তী চল নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে। যথা, পরীক্ষণ পাত্রের বয়স, শিক্ষাগত যোগ্যতা, বুদ্ধি ইত্যাদি পরীক্ষণের জন্য নির্বাচিত শব্দের প্রকৃতি ও তালিকার দৈর্ঘ্য। পর্দায় শব্দগুলি উপস্থিত করার পদ্ধতি ও সময় কাল ইত্যাদি সমস্ত পরীক্ষণ পাত্রের বেলাতেই একই। শুধুমাত্র সাফল্যের লক্ষ্যমাত্রা আলাদাভাবে স্থির করা হয়েছে। সুতরাং এতে পরীক্ষণমূলক গবেষণার সব নীতিগুলিই অনুসৃত হয়েছে।

কিন্তু সমস্ত গবেষণার বিষয়বস্তু, চলগুলির প্রকৃতি ও অন্যান্য অবস্থা একপ্রকার নয়। ফলে পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছকে নানা রূপান্তর ঘটেছে। এরকম কয়েকটি পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক নীচে দেওয়া হল।

৩.১২.২ একদলীয় পূর্ব-পরীক্ষা উত্তর পরীক্ষামূলক গবেষণার ছক (Single Group Pre-test Post-test Research Design) ও A—B—A—B ছক

নাম অনুযায়ী, এই ধরনের গবেষণার ছক একটি মাত্র নমুনা দলের উপর পরীক্ষণ ভিত্তি করে নির্মিত। এরকম ছক দুইভাবে নির্মাণ করা হয়। প্রথমটিকে বলা হয় পূর্ব পরীক্ষা ও উত্তর পরীক্ষামূলক ছক (Pre-test Post-test Design) এবং দ্বিতীয় প্রকার ছককে বলা হয় A—B—A—B ছক।

একটি যথেষ্ট নির্বাচিত নমুনাদলের উপর কোন বিশেষ পরিচর্যার (Treatment) ফলাফল পর্যবেক্ষণ করার উদ্দেশ্যে একদলীয় পূর্ব-পরীক্ষা উত্তর পরীক্ষামূলক ছক ব্যবহার করা হয়। এখানে পরিচর্যা প্রভাব পর্যবেক্ষণ করাই প্রধান উদ্দেশ্য। পূর্ব পরীক্ষা কথাটির অর্থ ওই বিশেষ পরিচর্যা শুরু করার পূর্বে প্রাথমিক যে পরীক্ষা দলটির উপর করা হয় তাই আর উত্তর পরীক্ষা হল পরিচর্যার শেষে আর একবার পরীক্ষা করে দেখা যে কতটা পরিবর্তন পাওয়া গেল।

কোনো একটি শিক্ষণ পদ্ধতির গুণ বিচার করার উদ্দেশ্যে গবেষক যথেষ্ট নির্বাচিত একটি দলকে প্রাথমিকভাবে পরীক্ষা করে দেখলেন ছাত্রছাত্রীরা ভাষাজ্ঞান কতটা আয়ত্ত করেছে। এরপর একটি নির্দিষ্ট সময় ধরে তাদের উপর নতুন পদ্ধতি অবলম্বন করে ভাষা শিক্ষা দেওয়া হল এবং শেষে আবার ভাষাজ্ঞানের পরীক্ষা নিয়ে দেখা হল ভাষাজ্ঞানের ক্ষেত্রে তাৎপর্যপূর্ণ উন্নতি হয়েছে কি না। এই পদ্ধতি সাধারণ ভাবে খুব কার্যকর নয় এইজন্য যে এর কিছুটা অসম্পূর্ণতা আছে।

প্রথমত, এতে কোনো তুল্যদল (Matching group) না থাকায় উন্নতির তাৎপর্য সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় না। অপর কোনো সমতুল দলের ক্ষেত্রে যদি ওই প্রক্রিয়াটি প্রয়োগ না করে উন্নতির পরিমাপ করা হয়, তবে প্রক্রিয়াটি প্রয়োগ করা ও না করার পার্থক্য নির্ণয় করা সহজ হয়। কিন্তু তা অন্য ধরনের গবেষণার ছকের বিষয়বস্তু।

দ্বিতীয়ত, যেহেতু নমুনা দল একটিই সেহেতু যথেষ্টমানের প্রসঙ্গটি এখানে খুব গুরুত্বপূর্ণ নয়, যা পরীক্ষণমূলক গবেষণার অন্যতম শর্ত। এই কারণে একদলীয় গবেষণার ছক শুধুমাত্র পূর্ব-পরীক্ষা উত্তর পরীক্ষা ভিত্তিক না করে A—B—A—B পদ্ধতিতে অনেক কার্যকর ভাবে প্রয়োগ করা হয়। এই ছকের প্রয়োগ উপরোক্ত উদাহরণের ক্ষেত্রে যেভাবে করা হবে তার চারটি ধাপ আছে।

প্রথম ধাপে পূর্ব পরীক্ষা করে দেখা হল ভাষাজ্ঞান কতটা বর্তমান অবস্থায় আছে তারপর গতানুগতিক পদ্ধতিতে ভাষা শিক্ষা দেওয়া হল একটি নির্দিষ্ট সময় যাবৎ (মনে করা যাক দুই সপ্তাহ) এবং আবার পরীক্ষা করে দেখা হল প্রথম অবস্থা থেকে কতটা উন্নতি হয়েছে (A)।

দ্বিতীয় ধাপে এই পর্যায় থেকে বিশেষভাবে পরিকল্পিত উন্নত পদ্ধতিতে (মনে করা যাক ইংরেজি ভাষা শিক্ষার Functional Communication পদ্ধতি) একই সময় যাবৎ ভাষাশিক্ষা দিয়ে আবার পরীক্ষা নিয়ে দেখা হল ভাষার দক্ষতা কতটা উন্নত হয়েছে (B)। প্রথম ধাপে (A) যতটা উন্নতি হয়েছিল দ্বিতীয় ধাপে (B) যদি তাৎপর্যপূর্ণভাবে ভাষাজ্ঞানের উন্নতি বেশি হয়ে থাকে তবে নতুন পদ্ধতিকে উন্নত পদ্ধতি বলে গণ্য করা হবে। কিন্তু এখানেই শেষ সিদ্ধান্ত নয়।

তৃতীয় ধাপে গবেষক নিশ্চিত হওয়ার জন্য আবার গতানুগতিক পদ্ধতিতে ফিরে গিয়ে (A) দুই সপ্তাহ যাবৎ ভাষা শিক্ষা দেওয়ার পর আবার পরীক্ষা নিয়ে দেখলেন উন্নতির হার পূর্বের মতো কমে গেছে। গবেষক নতুন পদ্ধতির উৎকর্ষ সম্বন্ধে নিশ্চিত হলেন।

চতুর্থ ধাপে নতুন পদ্ধতির ক্রমাগত প্রয়োগ ও পরীক্ষা স্বাভাবিকভাবে চলতে থাকল (B)।

৩.১২.৩ দুই স্বতন্ত্র দল বিশিষ্ট গবেষণার ছক (Research Design with two Independent Groups)

এককদল বিশিষ্ট গবেষণার ছক সম্বন্ধে বলতে যেয়ে, তুল্যদলের (Matching or Equivalent Group) এর কথা বলা হয়েছিল। যে ধরনের গবেষণার ছকে জনগোষ্ঠীর একটি অংশকে যথেষ্টতার শর্তে দুই দলে ভাগ করে নেওয়া হয় এবং একটি দলের ক্ষেত্রে কোনো বিশেষ প্রক্রিয়া প্রয়োগ করা হয় অথচ অপর দলে ক্ষেত্রে কোন বিশেষ পরিচর্যা (Treatment) দান করা হয় না বা প্রচলিত পরিচর্যা দান করা হয় তখন প্রথমটিকে পরীক্ষণদল (Experimental Group) এবং দ্বিতীয় দলকে নিয়ন্ত্রিত দল (Control Group) বলা হয়। দুই স্বতন্ত্রদলের গঠন এমনভাবে হওয়া প্রয়োজন যে নির্ধারিত

প্রক্রিয়ার প্রয়োগে যে পরিবর্তন হতে পারে তা ছাড়া আর সব দিক দিয়েই তারা সমতুল্য তবে দল হিসাবে পরীক্ষণ দল এবং নিয়ন্ত্রিত দল তুল্যদল (Matching Group) হিসাবে গণ্য হবে। দুইটি স্বতন্ত্রদল এই জাতীয় গবেষণার ছকে ব্যবহার করা হয় বলে এই ধরনের গবেষণার ছককে বলা হয় দুই স্বতন্ত্রদলের গবেষণার ছক (Research Design with two Independent Groups) আবার অন্য দিক থেকে এদের তুল্যদল গবেষণার ছক (Matching Group Research Design) অথবা নিয়ন্ত্রিত দল পরীক্ষণ দলের ছক (Control Group Experimental Group Design) এই নামও দেওয়া হয়।

যেহেতু পরীক্ষণমূলক দলকে স্বতন্ত্রচলের শর্ত অনুযায়ী বিশেষ পরিচর্যা দান করা হয় সেহেতু দল নির্বাচনের ক্ষেত্রে কয়েকটি বিষয় স্মরণ রাখা দরকার।

- পরীক্ষণমূলক ও নিয়ন্ত্রিত দল নির্বাচনের সময় যে চলাটি নির্ভরশীল তার মান অনুযায়ী উভয় দলের একে অপরের সমকথা হওয়া প্রয়োজন। পূর্ববর্তী উদাহরণের ক্ষেত্রে ভাষাজ্ঞান হল নির্ভরশীল চল, যা বিশেষ পরিচর্যার (নতুন পদ্ধতি) প্রভাবে ভিন্নভাবে পরিবর্তিত হতে পারে, এবং সেজন্য ভাষাজ্ঞানের দিক থেকে উভয় দলের সমকক্ষ হওয়া প্রয়োজন।
- প্রত্যক্ষভাবে ভাষাজ্ঞান ছাড়াও অন্যান্য যে সমস্ত অবস্থা বা বৈশিষ্ট্য (Condition or Attributes) ভাষা আয়ত্ত করার উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে, সেগুলি বিচার করেও উভয় দলকে সমতুল্য রাখা প্রয়োজন। যেমন, দলে গড় বয়স, বুদ্ধি, শিক্ষাগত যোগ্যতা ইত্যাদি। দলের সমতা রক্ষার উদ্দেশ্য এই নয় যে দলের প্রত্যেকের বয়স, বুদ্ধি ইত্যাদি সমান হবে। ওইসব বৈশিষ্ট্যের দলগত গড় (Group mean) ও সম্যকবিচ্যুতি খুব কাছাকাছি থাকা প্রয়োজন।
- পরীক্ষণমূলক ও নিয়ন্ত্রিত দলের সদস্য সংখ্যা সমান হলে পরবর্তী পর্যায়ে উপাত্ত বিশ্লেষণের কাজ সহজ হয়, যদিও সমান থাকা আবশ্যিক নয়। কিন্তু উভয়দলের সদস্যসংখ্যা এমন হওয়া বাঞ্ছনীয় নয় যে একটি ছোট নমুনা দল (Small sample group) ও অপরটি বৃহৎ নমুনা দল (Large Sample group) হিসাবে গণ্য হয়।
- যদি কোন গবেষণার প্রকল্পে একাধিক স্বতন্ত্র চল থাকে তবে প্রতিটি স্বতন্ত্র দলের জন্য একটি পৃথক তুল্যদল গঠন করা হয়। কোন কোন গবেষণার পদ্ধতিতে এই জাতীয় বহুতুল্য দলের ভিত্তিতে যে গবেষণার ছক তৈরি করা হয় তাকে বলা হয় বহুদলীয় গবেষণার ছক (Research Design with Multiple Group)। যেমন, যদি পরিচর্যার সংখ্যা একটি না হয়ে তিনটি হয় (মনে করা যাক তিনটি ভিন্ন ভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতি) তবে তিনটি পরীক্ষণমূলক দল ও একটি নিয়ন্ত্রিত দল নিয়ে গবেষণার ছকটি নির্মিত হবে। এক একটি দলকে এক একটি শিক্ষণ পদ্ধতির সাহায্যে পড়ানো হলে, তাদের সাফল্যের

তুলনামূলক বিচার করাই এই গবেষণার উদ্দেশ্য। বলা বাহুল্য পরীক্ষণদলের সংখ্যা যাই হোক না কেন, নিয়ন্ত্রিত দল রাখা হয় একটিই।

আর একটি প্রসঙ্গ এখানে উল্লেখ করা দরকার। তুল্যদলের সদস্য কিভাবে চয়ন করা হবে, অর্থাৎ জনগোষ্ঠীর কোন ব্যক্তি কোন দলের অন্তর্ভুক্ত হলে দলগুলি পরস্পর সমতুল হবে, তার দুটি প্রধান নীতি আছে। তার একটি হল যথেষ্টায়ন ভিত্তিক (Randomization based) আর অপরটি অভিজ্ঞতা (Empirical) ভিত্তিক।

ক্রেগ ও টুলভিং এর গবেষণার কথা পূর্বেই বলা হয়েছে। সেখানে ৬০ জন ব্যক্তিকে ছয়টি তুল্য উপদলে ভাগ করা হয়েছিল যথেষ্টভাবে। অর্থাৎ এমনভাবে দলগঠন করা হয়েছিল যে প্রত্যেক ব্যক্তিরই ছয়টি দলের যে কোন একটি দলে যাওয়ার সম্ভাবনা ছিল সমান $\left(\text{Probability} = \frac{1}{6} \right)$ । এই পদ্ধতিতে নমুনা দল সংগ্রহের নীতি অনুযায়ী দল গঠন করলে তা তুল্যদল হিসাবে স্বীকৃত। এরকম ক্ষেত্রে নির্ভরশীল চল. বা সহযোগী প্রভাব বিস্তারকারী অন্যান্য চলের ব্যক্তিগত মান নিয়ে গবেষক চিন্তা করেন না।

অভিজ্ঞতাভিত্তিক দলগঠন তখনই সম্ভব যখন গবেষক জনগোষ্ঠীর প্রতিটি ব্যক্তির সমস্ত বৈশিষ্ট্য বা অবস্থা সম্বন্ধে আগে থেকেই জানেন। সমস্ত তথ্য জানা থাকলে তিনি প্রথমে একটি নিয়ন্ত্রিত দল গঠন করেন। তারপর ওই দলের প্রতিটি সদস্যের সম্বন্ধে সমস্ত তথ্য একত্রিত করেন এবং জনগোষ্ঠী থেকে ওইসব বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে সমকক্ষ মানুষদের বেছে নিয়ে উপযুক্ত দলে অন্তর্ভুক্ত করেন। এই পদ্ধতি সময় ও পরিশ্রম সাপেক্ষ কিন্তু পদ্ধতি হিসাবে গ্রহণযোগ্য। বলা বাহুল্য এইভাবে সমতুল দলগঠনের মধ্যে দিয়ে গবেষণার ক্ষেত্রে স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল চলের মধ্যবর্তী চলগুলিকে বা অনেক অসংলগ্ন চলকেও নিয়ন্ত্রিত করা হয়।

৩.১২.৪ প্রকৃত পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক (Formal Experimental Research Design)

পরীক্ষণমূলক গবেষণার মূল নীতি সম্বন্ধে পূর্বেই বলা হয়েছে। যে গবেষণার ছকে পরীক্ষণমূলক গবেষণার নীতি কঠোরভাবে মেনে নিয়ে উপযুক্ত প্রকল্প রচনা ও তার পরীক্ষার (Testing of hypothesis) মধ্যে দিয়ে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয় তাকে আমরা প্রকৃত পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক বলতে পারি। এখানে তিন প্রকার প্রকৃত পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছকের কথা উল্লেখ করা হবে তার প্রথমটি হল সম্পূর্ণ যথেষ্টায়িত ছক (Completely Randomized Design)।

ইতিমধ্যেই যথেষ্টগুণ বা যথেষ্টায়ণ প্রসঙ্গে বলা হয়েছে। আবার রাশিবিজ্ঞানের প্রকল্প পরীক্ষণ সম্পর্কিত পাঠে এই বিষয়ে আলোচনা করা হবে। এখানে সুবিধার্থে বিষয়টি সংক্ষেপে পুনরুল্লেখ করা

হল। যথেষ্ট কথাটির অর্থ 'যা খুশি তাই' নয়। যথেষ্ট বা Random শব্দটি এখানে যে অর্থে প্রযুক্ত হয়েছে তা হল আপক্ষপাত বা পক্ষপাতহীনতা। যখন কোনো দলগঠনের সময় বা কোনো বড় দলকে কয়েকটি উপদলে বিভক্ত করার সময় এমনভাবে নির্বাচন করা হয় বা ভাগ করা হয় যে একজন ব্যক্তির দলে বা কোন একটি উপদলের অন্তর্ভুক্ত হওয়ার সম্ভাবনা সমান তখন এই নির্বাচনকে বলা হয় যথেষ্ট নির্বাচন (Random Selection)। সুতরাং সেই অর্থে সম্পূর্ণ যথেষ্ট নির্বাচিত হকের সংজ্ঞা হল, যে ধরনের গবেষণার হকে স্বীকৃত পদ্ধতি অনুযায়ী প্রতিটি পরিচর্যার (এক একটি স্বতন্ত্রচলের জন্য) জন্য একটি করে উপদল যথেষ্ট তার শর্ত অনুযায়ী নির্বাচন করা হয়, তাকে সম্পূর্ণ যথেষ্ট নির্বাচিত হক বলা হয়। মনে রাখা দরকার উপদলে ভাগ করার সময় মূলদলের গঠন যদি খুব বেশি অসমসত্ত্ব হয় এবং প্রতিটি উপদলের আকৃতি যদি খুব ছোট হয়, তবে যথেষ্টতার শর্ত প্রতিপালিত হলেও দলগুলি সমতুল নাও হতে পারে।

যথেষ্ট নির্বাচিত হক দুই প্রকার হতে পারে, যথা, যথেষ্টায়িত দল (Randomized Group) ও যথেষ্টায়িত ব্লক (Randomized Block)। শিক্ষা গবেষণায় এই দুইয়ের পার্থক্য ততটা তাৎপর্যপূর্ণ নয়। উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা যেতে পারে।

মনে করা যাক, শিক্ষক এমন একটি শিক্ষণ-পদ্ধতি নির্বাচন করলেন যাতে দলগতভাবে পারস্পরিক সহযোগিতার মাধ্যমে শিখলে এককভাবে শিক্ষাগ্রহণের চেয়ে অনেক ভালো ফল লাভের আশা করা যায়। স্থির হল একটি ক্লাসের চল্লিশজন ছাত্রকে মোট চারটি দলে ভাগ করা হবে। এর মধ্যে দুইটি দল নিয়ন্ত্রিত দল হিসাবে থাকবে। বাকি দুইটি দলের একটি দলগতভাবে শিক্ষা গ্রহণ করবে, অপরটি এককভাবে। অর্থাৎ মূল দল দুটি, তারা আবার দুটি উপদলে বিভক্ত হবে। কোন ছাত্র কোন দলে যাবে তা স্থির হবে যথেষ্টতার সূত্র অনুযায়ী, এটি যথেষ্টায়িত ব্লক সম্বলিত হক কারণ এখানে শিক্ষক জানে না নির্ভরশীল চলটি কোন ছাত্রের ক্ষেত্রে কি অবস্থায় আছে। এছাড়াও, প্রকৃত পরিচর্যা একটাই—অর্থাৎ দলগত শিক্ষাগ্রহণ। শুধুদলের আকৃতি ছোট রাখার জন্যই উপদল বিভাজন। সুতরাং এক একটি উপদল এক একটি ব্লক।

অপর একটি ক্ষেত্রে মনে করা যাক, পাঁচজন প্রশিক্ষক (Trainer) স্বতন্ত্রভাবে পাঁচটি উপদলকে প্রশিক্ষণ দেবেন একই বিষয়ে। এক্ষেত্রেও দলবিভাজনে যথেষ্টায়নের শর্ত মানা হয়েছে। কিন্তু প্রত্যেক দলের ক্ষেত্রে পরিচর্যা আলাদা, কারণ প্রশিক্ষক আলাদা। প্রশিক্ষণ শেষে পরীক্ষা নিলে জানা যাবে কোন দল সবচেয়ে ভালো প্রশিক্ষণ পেয়েছে বা কোন প্রশিক্ষকের শিক্ষণ সবচেয়ে ফলপ্রসূ হয়েছে। এইটিই হল যথেষ্টায়িতদলের হক।

প্রথম উদাহরণটিতে ধরে নেওয়া হয়েছে পরীক্ষণমূলক ও নিয়ন্ত্রিত দলের ব্রকগুলি সামগ্রিকভাবে উক্ত শিক্ষণের বিষয়ে সমসত্ত্ব (Homogeneous) কিন্তু একদলের ব্রক দুটি অপর দলের ব্রকের তুলনায় অসমসত্ত্ব (Heterogeneous)। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে এক দলের সদস্যরা পরস্পর প্রশিক্ষণের বিষয়ে সমসত্ত্ব কিন্তু দলগুলি পরস্পর অসমসত্ত্ব।

দুই দলের ফলাফল তুলনার জন্য দলগত গড়ের পার্থক্য t -পরীক্ষার (t -test) এর মাধ্যমে বিচার করে তাৎপর্য নির্ণয় করা দরকার। আর সামগ্রিকভাবে দলগত পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য সর্বোৎকৃষ্ট পদ্ধতি হল বিষমতার বিশ্লেষণ (Analysis of Variance)।

৩.১৩ একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত ছক (Single Subject Research Design)

যদিও মনোবৈজ্ঞানিক ও শিক্ষাবিজ্ঞানের গবেষণায় অধিকাংশ সময়ই এক বা একাধিক দল পরীক্ষণ পাত্র হিসাবে ব্যবহৃত হয় তবুও এমন অনেক বিষয় ও পরিস্থিতি আছে যেখানে একজন মাত্র পরীক্ষণ পাত্রই পাওয়া যাবে। বিশেষ শিক্ষার (Special Education) ক্ষেত্রে এমন অনেক প্রতিবন্ধী শিক্ষার্থী আছে যাদের বয়স, প্রতিবন্ধীতার প্রকার ও পরিমাণ, অন্যান্য সহযোগী বৈশিষ্ট্য ইত্যাদির পরিপ্রেক্ষিতে আর দ্বিতীয় কেউ নেই যাকে তার দলভুক্ত করা যাবে। এরকম ক্ষেত্রে একজনমাত্র পরীক্ষণ পাত্রকে নিয়েই গবেষণার ছক নির্মাণ করতে হবে। শিক্ষা গবেষণায় স্বাভাবিক শিক্ষার্থীদের মধ্যেও এক একজন থাকতে পারে যে সবদিক দিয়েই অনন্য। আবার তাত্ত্বিক দিক থেকে যাঁরা মনে করেন, মনোবিজ্ঞানের কাজ ব্যক্তিকে বোঝা দলকে নয় (Idiographic perspective), তাঁরাও একক পরীক্ষণপাত্র নিয়ে গবেষণা করার পক্ষপাতী। এইসব কারণে যদি কোন গবেষণার ছক এমনভাবে তৈরি করা হয় যে তাতে একজন মাত্র পরীক্ষণপাত্র থাকবে, তবে সেই ছককে বলা হয় একক পরীক্ষণ পাত্র সম্বলিত ছক (Single Subject Research Design)। এই ধরনের ছক প্রধানত দুই প্রকার— পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছক (Repeated Observation Design) ও ভিত্তিরেখাযুক্ত ছক (Baseline Design)। ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক আবার দুই প্রকার—একক ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক (Single Baseline Design) ও বহুভিত্তিরেখা যুক্ত ছক (Multiple Baseline Design)।

৩.১৩.১ পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছক (Repeated Observation Design)

একই পরীক্ষণপাত্রকে একই উদ্দীপকের সাহায্যে বারবার উদ্দীপিত করে তার প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করার নাম পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণ। পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণ সাধারণত সরল ও যান্ত্রিক আচরণের ক্ষেত্রে বেশি কার্যকর হয়। কারণ জটিল আচরণের ক্ষেত্রে একই আচরণের পুনরুৎপত্তি ঘটানো কঠিন। অর্থবিহীন শব্দ তালিকার (Nonsense Syllables) সাহায্যে স্মৃতি সংক্রান্ত পরীক্ষা

নিরীক্ষা শতাধিক বৎসর কাল ধরে হয়ে আসছে। এইসব পরীক্ষা একবার মাত্র সম্পন্ন করে সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায় না। সেজন্য একাধিক শব্দ তালিকার সাহায্যে বারবার পর্যবেক্ষণ করে স্মৃতির বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলির পরিমাপ করা হয়। অনুরূপভাবে সংখ্যাসারি, অক্ষরসারি ইত্যাদির সাহায্যে যখন উপস্থিত স্মৃতি পরিসর (Immediate Memory Span) বা ক্ষণস্থায়ী স্মৃতি (Short Term Memory) পরিমাপ করা হয় তখনও একাধিক সংখ্যাসারি ও অক্ষরসারির সাহায্যে বার বার পর্যবেক্ষণ করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। এই জাতীয় গবেষণার ছককেই বলা হয় পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছক।

পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছকের ব্যবহার পরীক্ষণমূলক মনোবিজ্ঞানে খুবই প্রচলিত। কোন ব্যক্তির প্রতিক্রিয়া কাল, অর্থাৎ উদ্দীপকের প্রত্যক্ষণ ও তার প্রতিক্রিয়া করার মধ্যবর্তী সময়ের ব্যবধান, মানুষের আচরণ ও মানসিক প্রক্রিয়াগুলির ক্ষেত্রে নানা কারণে তাৎপর্যপূর্ণ। উদ্দীপকের ধরনের উপর এই সময় কাল নির্ভর করে। দৃষ্টি প্রত্যক্ষণ (Visual Perception) ও শ্রবণ প্রত্যক্ষণ (Auditory Perception) এর ক্ষেত্রে প্রতিক্রিয়া কালের (Reaction Time) উল্লেখযোগ্য পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। আবার উদ্দীপকের জটিলতা যত বৃদ্ধি পায় প্রতিক্রিয়ায় সময়ও সেই অনুপাতে বৃদ্ধি পায়। প্রতিক্রিয়াকালের ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত বৈষম্যও কিছুটা আছে। এইসব গবেষণার ছক অতি আবশ্যিক ভাবে পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ছক। অর্থাৎ একই উদ্দীপক বা কোনো কোনো ক্ষেত্রে উদ্দীপকের মধ্যে সামান্য তারতম্য ঘটিয়ে গবেষক অনেক বার পরীক্ষণ পাত্রের প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ ও নথিবদ্ধ করেন।

এই ছকের সাহায্যে অল্প সময়ে, অল্প ব্যয়ে একই আয়োজনে অনেক উপাত্ত সংগ্রহ করা যায়। কিন্তু একমাত্র পরীক্ষণাগারেই এই ছক সঠিকভাবে ব্যবহার করা যায়। অন্যত্র এক প্রয়োগ খুবই সীমিত। এই ছকের প্রধান অসুবিধা হল একই যান্ত্রিক বা পরীক্ষণ-পাত্রের কাছে প্রায় উদ্দেশ্যহীন প্রতিক্রিয়া বার বার করতে করতে একঘেয়েমিজনিত ক্রান্তি (Fatigue) পরীক্ষার ফলাফলে কিছুটা প্রভাব বিস্তার করে। কিন্তু অনেক পর্যবেক্ষণ নথিবদ্ধ করায় এই প্রভাব অনেকটাই প্রশমিত হয়ে যায়। সেজন্য পৌনঃপুনিক গবেষণার ছক একটি নির্ভরযোগ্য গবেষণার পদ্ধতি হিসাবে মনোবিজ্ঞানে ও শিক্ষায় স্বীকৃত।

৩.১৩.২ ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক (Baseline Design)

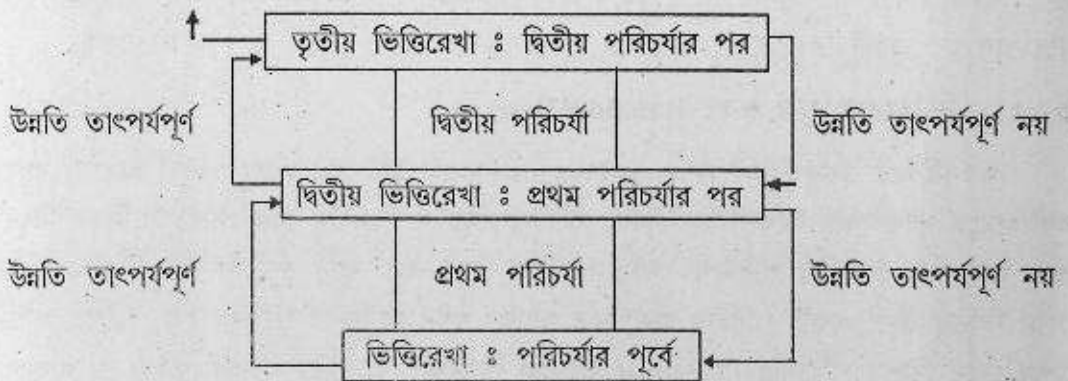
পূর্বপরীক্ষার উত্তরপরীক্ষা (Pretest-Post test) সম্বন্ধে ইতিপূর্বে ধারণা দেওয়া হয়েছে যেখানে বলা হয়েছে পূর্বপরীক্ষার উদ্দেশ্য হল কোনো পরিচর্যাদানের পূর্বে যেখান থেকে পরিচর্যাজনিত পরিবর্তন শুরু হবে সেই আস্থাটির পরিমাপ করা। অন্যদিক থেকে বলা যায়, পূর্ব পরীক্ষা স্থির করে দেয় কোন ভিত্তির উপর একটি পরিচর্যা শুরু হতে যাচ্ছে। যখন গবেষণার উদ্দেশ্য হল পরীক্ষণ পাত্রের উপর কোন বিশেষ পরিচর্যার (Treatment) প্রভাব পর্যবেক্ষণ বা পরিমাপ করা তখন যে গবেষণার

ছক ব্যবহার করা হয় তাকেই বলা হয় ভিত্তিরেখা যুক্ত গবেষণার ছক। বলা বাছল্য পরিচর্যা শুরুর পূর্বের অবস্থাই হল ভিত্তিরেখা।

এই জাতীয় গবেষণার প্রথম কাজ হল ভিত্তিরেখা নির্ণয়। মনে করা যাক, একজন ছাত্র পাটিগণিতে দুর্বল। সে কতটা দুর্বল এবং তার প্রধান দুর্বল করা জায়গাগুলি কী কী তা স্থির করার জন্য ছাত্রটিকে নিদানমূলক অভীক্ষা (Diagnostic test) এর সাহায্যে পরীক্ষা করে দেখা গেল ছাত্রটির অবরোহ যুক্তিবোধ (Deductive Reasoning) ঠিকমত বিকাশ হয়নি। অবরোহ যুক্তির উন্নতি হলে, পাটিগণিতের শিক্ষাতেও উন্নতি হবে। তার পাটিগণিত শিক্ষা যতটা হয়েছে এবং অবরোহ যুক্তির বিকাশ যে পর্যায়ে আছে সেটিই হল পরিচর্যা দানের ভিত্তিরেখা। অর্থাৎ ভিত্তিরেখা শুধুমাত্র একটি অবস্থার বিবরণ নয়। ভিত্তিরেখা স্থির হলে পরিচর্যার প্রকৃতি ও মানও স্থির করা সম্ভব হয়।

ভিত্তিরেখার বিচার করে গবেষক পরিচর্যার পরিকল্পনা তৈরি করেন। অর্থাৎ ওই ছাত্রের অবরোহযুক্তির দুর্বলতা দূর করার জন্য কোন কোন পদক্ষেপ নেওয়া বাঞ্ছনীয় তা স্থির করেন। এই পরিকল্পনাও কয়েকটি ধাপে স্থির করা হয়। পরিচর্যা শুরু করে প্রথম ধাপটি শেষ হলে, আর একবার মূল্যায়ন করা হয় এবং যদি দেখা যায় বাঞ্ছিত পরিবর্তন হয়েছে তবে পরিবর্তিত অবস্থাটি হবে পরবর্তী পর্যায়ের পরিচর্যা দানের ভিত্তিরেখা। যদি বাঞ্ছিত পরিবর্তন না হয়ে থাকে তবে আবার প্রথম ধাপ থেকে নতুন পদ্ধতিতে পরিচর্যা শুরু করা হয়।

এই গবেষণাতেও প্রকল্প রচনার গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা আছে। গবেষক যে পরিচর্যার পরিকল্পনা করেন, তার ভিত্তিতে প্রকল্প গঠনের মূল কথা হল পরিচর্যার ফলে প্রথম ভিত্তিরেখার সঙ্গে দ্বিতীয় ভিত্তিরেখার তাৎপর্যপূর্ণ উন্নতি ঘটবে। সুতরাং উন্নতির পরিমাণ তাৎপর্যপূর্ণ হলে তবেই প্রকল্প খারিজ (নেতিপ্রকল্প হলে) বা গৃহীত হবে। এবং তার উপর নির্ভর করবে পরবর্তী পর্যায়ের পরিচর্যা দান করা হবে কি না। একটি চিত্রের সাহায্যে বিষয়টির ব্যাখ্যা দেওয়া হল।



৩.১৩.৩ বহুভিত্তিরেখা যুক্ত ছক (Multiple Baseline Design)

যখন একটি মাত্র পরিচর্যার মাধ্যমে একমুখী পরিবর্তনের উদ্দেশ্যে গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয় তখন তাকে বলা হয় একক ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক (Single Baseline Design)। উপরোক্ত বিবরণ প্রকৃত পক্ষে একক ভিত্তিরেখা যুক্ত ছকের বর্ণনা। কিন্তু বাস্তব পরিস্থিতিতে একটি একটি করে আচরণের পরিবর্তনের জন্য একে একে পরিচর্যা দান দীর্ঘ সময় সাপেক্ষ। বিশেষত যদি পরস্পর সম্পর্কিত আচরণের উন্নয়ন ঘটানো আবশ্যিক হয় সেক্ষেত্রে একযোগে একাধিক আচরণ নিয়ন্ত্রণ করা জরুরি হয়ে পড়ে। এরকম ক্ষেত্রে প্রতিটি পরিবর্তনীয় আচরণের জন্য স্বতন্ত্র ভিত্তিরেখা নির্ণয় করে তারপর গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয়। সুতরাং যখন কোন পরস্পর সম্পর্কিত আচরণের পরিবর্তন ঘটানোর উদ্দেশ্যে একাধিক ভিত্তিরেখা অনুযায়ী একাধিক পরিচর্যার প্রভাব পর্যবেক্ষণ করার জন্য গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয় তাকে বলে বহুভিত্তিরেখা যুক্ত গবেষণার ছক (Multiple Baseline Design)।

পূর্বোক্ত উদাহরণে উল্লিখিত ছাত্রটির পাটীগণিতে দুর্বলতা ও তার কারণ হিসাবে অবরোধ যুক্তির বিকাশ প্রসঙ্গটি বলা হয়েছিল। গবেষক যদি শুধু তার অবরোধ যুক্তির উন্নয়ন ঘটানোর জন্য পরিকল্পনা গ্রহণ করেন তবে একক ভিত্তিরেখাযুক্ত যে ছকের কথা বলা হয়েছে, সেটি প্রযোজ্য। কিন্তু যদি মনে হয় একযোগে অবরোধযুক্তি, পাটীগণিতের ধারণার উন্নতি ও স্থানিক প্রত্যক্ষণের (Spatial Perception) উন্নতি এই তিনটি একযোগে না ঘটলে ছাত্রটি সহজে তার ত্রুটি কাটিয়ে উঠতে পারবে না, তবে তিনটি ভিন্ন ভিন্ন ভিত্তিরেখা নির্ণয় করে কাজ শুরু করতে হবে।

তিনটি স্বতন্ত্র ভিত্তিরেখা নির্ণয় করে গবেষক তিনটি স্বতন্ত্র পরিচর্যার পরিকল্পনা অথবা তিনটির জন্য একটি সংহত পরিচর্যার (Integrated Treatment) পরিকল্পনা গ্রহণ করে একই পদ্ধতিতে তার প্রয়োগ ও মূল্যায়ন করতে পারেন।

প্রকল্প পরীক্ষার ক্ষেত্রে সাধারণত তিনটি ভিত্তিরেখার জন্য তিনটি প্রকল্প গঠন করা হয়। তবে একক ভিত্তিরেখা যুক্ত গবেষণার ছকে উপাত্ত বিশ্লেষণ ও প্রকল্প পরীক্ষা যতটা সরল সে তুলনায় বহুভিত্তিরেখা যুক্ত গবেষণায় ওই কাজ কিছুটা জটিল। উল্লিখিত পরিচর্যার ভিত্তি যদি কঠোরভাবে স্কিনারের তত্ত্ব অবলম্বন করে স্থির করা হয়, অর্থাৎ আচরণ পরিবর্তনের কৌশল (Behaviour Modification Techniques) এমনভাবে প্রয়োগ করা হয় যে একটি আচরণের জন্য একটি মাত্র প্রবলক (Reinforcer) ব্যবহার করে আচরণ পরিবর্তন করা হয় তবে একক ভিত্তিযুক্ত ছক উপযুক্ত। কিন্তু গবেষক তার নিজের বুদ্ধি, অভিজ্ঞতা ও প্রয়োজন অনুযায়ী একযোগে একাধিক আচরণের পরিবর্তন করতে চাইলে বহুভিত্তিযুক্ত গবেষণার ছক গঠন করাই বাঞ্ছনীয়।

একক পরীক্ষণপাত্র সহজলিত গবেষণার ছককে পরীক্ষণমূলক ছকের অন্তর্ভুক্ত করার স্বপক্ষে কয়েকটি যুক্তি আছে।

প্রথমত, একজন মাত্র পরীক্ষণপাত্র হওয়ায় সমস্ত মধ্যবর্তী ও অসংলগ্ন চল স্বাভাবিকভাবেই নিয়ন্ত্রিত হয়ে যায়।

দ্বিতীয়ত, পরিচর্যার পদ্ধতি যাই হোক না কেন সেটি স্বতন্ত্র চল হিসাবে কাজ করে এবং যে আচরণের পরিবর্তন ঘটে তাকে নির্ভরশীল চল হিসাবে গ্রহণ করায় কোনো বাধা নেই।

তৃতীয়ত, উপযুক্ত নেতিপ্রকল্প গঠন ও তার সত্যতা পরীক্ষা যথাযথভাবে করা হয়।

একক পরীক্ষণপাত্রযুক্ত গবেষণার ছক বর্তমানে একটি নির্ভরযোগ্য সুবিধাজনক ও অবশ্য প্রয়োজনীয় গবেষণায় ছক হিসাবে সমস্ত বিজ্ঞানে স্বীকৃত। চিকিৎসা মনোবিজ্ঞান, (Clinical Psychology) বিশেষ শিক্ষা (Special Education) প্রভৃতি শাখায় গবেষণার ক্ষেত্রে এই গবেষণার ছক অপরিহার্য ও বহুল ব্যবহৃত।

৩.১৪ অবপরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক (Quasi Experimental Research Design)

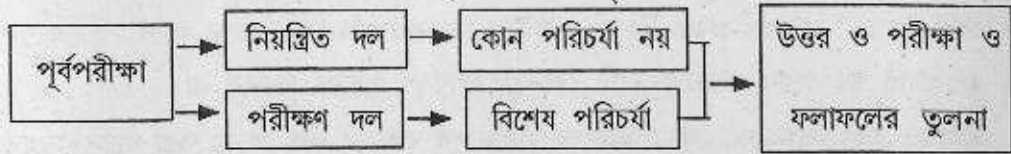
সমস্ত সমাজ বিজ্ঞানে, মনোবিজ্ঞান ও শিক্ষা গবেষণায় এমন অনেক সমস্যা আছে যে বিষয়ে গবেষণা করার সময় পরীক্ষণমূলক গবেষণার সমস্ত শর্ত কঠোরভাবে মানা সম্ভব হয় না। এইসব সমস্যার ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট চলগুলিকে স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না, এমন কি চলগুলির একটিকে অপরটি থেকে বিচ্ছিন্নও করা যায় না। আবার নমুনা দল চয়ন করার সময় যথেষ্ট গুণের শর্তও মানা সম্ভব হয় না। এসব ক্ষেত্রে গবেষণার ছকে কিছু কিছু পরিবর্তন করা হয়। এইসব পরিবর্তনের ফলে গৃহীত গবেষণার ছকগুলি আপাতদৃষ্টিতে পরীক্ষণমূলক ছকের অনুরূপ কিন্তু সম্পূর্ণ পরীক্ষণমূলক ছক নয়। এই ধরনের গবেষণার ছককে বলা হয় অবপরীক্ষণমূলক ছক (Quasi Experimental Design)।

পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক আলোচনার সময় যে এক দলীয় গবেষণার ছকের কথা বলা হয়েছে, যার প্রকারভেদ হিসাবে পূর্বপরীক্ষা উত্তর পরীক্ষা যুক্ত ছক ও A—B—A—B ছকের কথা বলা হয়েছে, সেই ছকগুলিকে কোন কোন লেখক অবপরীক্ষণমূলক ছক হিসাবে বর্ণনা করেছেন। কিন্তু যদি ওই জাতীয় গবেষণায় পরীক্ষণমূলক গবেষণার শর্ত যথাযথভাবে মানা হয় তবে তাদের ওই শ্রেণিভুক্ত করায় কোনো বাধা নেই। না হলে অবশ্য এদের অবপরীক্ষণমূলক ছক হিসাবে দেখা যেতে পারে। এছাড়াও অবপরীক্ষণমূলক গবেষণার ছকের কিছু কিছু রকমফের আছে। এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য,

অসমতুলনীয় দলের ছক (Non-equivalent Group Design), সরল কালানুক্রমিক ছক (Simple Time Series Design) ও ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক ছক (Ex-post-facto Design)।

৩.১৪.১ অসমতুলনীয় দলের ছক (Non-equivalent Group Design)

এই গবেষণার ছক তুল্যদল (Matching Group) সম্বলিত ছকের বিপরীত। এখানে এখন দুইটি দলকে নিয়ে গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয় যে দল দুটি তুলনীয় হওয়া অপেক্ষা অসমতুলনীয় হওয়ার সম্ভাবনা বেশি। বিদ্যালয়ের কোন একটি ক্লাসে যত ছাত্র পড়ে তাদের যদি একটি দল হিসাবে ধরে অনুরূপ আর একটি বিদ্যালয়ের একই ক্লাসের ছাত্রদের আর একটি দলকে নিয়ে যদি কোন গবেষণার ছক তৈরি করা হয় তবে গবেষকের পক্ষে ওই দল দুটির তুল্যতা সম্বন্ধে কোনো ধারণা থাকার সম্ভাবনা নেই। অন্যভাবে, এখানে দলগঠনের ক্ষেত্রে গবেষকের কোনো ভূমিকাই নেই। ফলে যদি একটি দলকে কোনো পরিচর্যা দেওয়া হয় এবং অপরদলটিকে ভিন্ন পরিচর্যা দেওয়া হয় বা আদৌ কোনো পরিচর্যা না দেওয়া হয় তবে অসমতুল্যদল দুটির একটিকে নিয়ন্ত্রিতদল এবং অপরটিকে পরীক্ষণ দল হিসাবে ব্যবহার করা হবে। কারণ, গবেষকের পক্ষে ক্লাসের ছাত্র বাছাই করা বা কাউকে বাদ দেওয়া সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে পরীক্ষণের পরিকল্পনাটি নিম্নরূপ।



বলাবাহুল্য এই জাতীয় গবেষণার ছকে ভ্রান্তির সম্ভাবনা অধিক বা যতটা ভ্রান্তি হওয়ার সম্ভাবনা গবেষকের কাছে তার গুরুত্ব তাৎপর্যপূর্ণ নয়।

৩.১৪.২ সরল কালানুক্রমিক ছক (Simple Time Series Design)

সমীক্ষা গবেষণায় যে কালানুক্রমিক সমীক্ষার কথা বলা হয়েছে সরল কালানুক্রমিক ছক তারই ভিন্নতর রূপ। সরল কালানুক্রমিক গবেষণার ছক দীর্ঘ সময়কাল যাবত ধারাবাহিক পর্যবেক্ষণের উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়। যদি কোন গবেষণার ছক এমনভাবে গঠিত হয় যে স্বল্প সময়ের একটি নির্দিষ্ট ব্যবধানকে একটি চল হিসাবে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে, তবে এবং পরিচর্যার ফল সময়ের ব্যবধানের সঙ্গে যুক্ত তবে ওই গবেষণার ছককে সরল কালানুক্রমিক ছক বলা হয়।

একটি ক্লাসের ছাত্রদের কোনো একটি জটিল চিত্রাঙ্কণের কৌশল আয়ত্ত করার জন্য উপযুক্ত সময়সীমা (Optimum time limit) কতটা, এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়ার জন্য একটি গবেষণার ছক

তৈরি করা হল। প্রথমে শিক্ষক চিত্রাঙ্কণের কৌশল দেখিয়ে দিলেন (Modelling) তারপর প্রতি পাঁচ মিনিট অন্তর প্রত্যেক ছাত্রের থেকে প্রতিক্রিয়া (Feedback) পাওয়ার ব্যবস্থা করা হল যে অঙ্কন কতটা ঠিক ও কতটা সম্পূর্ণ হয়েছে। মনে রাখতে হবে, এখানে অঙ্কণের গুণগত মান ও সময়সীমা উভয়ই বিচার্য বিষয়। এই উদ্দেশ্যে অঙ্কণ কৌশলকে পাঁচটি পর্যায়ে ভাগ করে নেওয়া হল, অর্থাৎ ওই পাঁচটি পর্যায়ে সঠিকভাবে সম্পন্ন হলে অঙ্কণটি শেষ হবে। চিত্রের আকারে বিষয়টি দেখানো হল।

নির্দিষ্ট ধাপ বা স্তর	১ম	২য়	৩য়	৪র্থ	৫ম	সম্পূর্ণ চিত্র
সময়সীমা	৫ মিঃ	৫ মিঃ	৫ মিঃ	৫ মিঃ	৫ মিঃ	২৫ মিঃ
		↔	↔	↔	↔	প্রত্যাশিত মোট সময়
প্রতি সঙ্কেত	প্রথম	দ্বিতীয়	তৃতীয়	চতুর্থ	পঞ্চম	

এখানে বিপরীতমুখী তীর চিহ্ন দিয়ে বোঝানো হয়েছে যদি সংশ্লিষ্ট ধাপটি আয়ত্ত না হয়ে থাকে তবে আবার তার পুনরাবৃত্তি করা আর সম্ভোষজনক হলে পরবর্তী ধাপে অগ্রসর হওয়া। অতএব, চিত্রটি সম্পূর্ণ করার ন্যূনতম সময় হল পঁচিশ মিনিট কিন্তু যদি পুনরাবৃত্তি করার প্রয়োজন হয় তবে সময় বেশি লাগবে। এক্ষেত্রে প্রকল্প হিসাবে একটি নেতিপ্রকল্প গঠন করা যেতে পারে—চিত্রাঙ্কণের ধার্য সময় ও দলের গড় প্রকৃত সময়ের মধ্যে কোন তাৎপর্যপূর্ণ পার্থক্য থাকবে না।

যেহেতু এই উদাহরণের ক্ষেত্রে ছাত্রদের চিত্রাঙ্কণের দক্ষতার কথা বিচার করা হয়নি সেহেতু এই গবেষণার ছক অবপরীক্ষণমূলক ছকের অন্যতম। সামগ্রিকভাবে শিক্ষা গবেষণায় পরীক্ষণমূলক ছক অপেক্ষা অবপরীক্ষণমূলক ছকের ব্যবহার বেশি। উন্নত ধরনের বিশ্লেষণ পদ্ধতির সাহায্যে চলগুলির নিয়ন্ত্রণহীনতা জনিত ত্রুটি অনেকটাই এড়ানো সম্ভব।

৩.১৫ ভূতপূর্বসত্য বিশ্লেষণমূলক ছক (Ex-post-facts Design)

চ্যাপিন ও গ্রিনউড (Chapin and Green wood) এই ধরনের ছকের কথা প্রথম উল্লেখ করেন। তাঁরা এই ছককে অবপরীক্ষণমূলক ছকের অন্তর্ভুক্ত করেছেন। পরবর্তীকালে গবেষণার এই ছক যে অর্থে ব্যবহৃত হয়েছে তা কার্লিন্সরের ভাষায় নিম্নলিখিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক ছক ও গবেষণা একধরনের সুবিন্যস্ত ও তথ্য নির্ভর গবেষণাকার্য যাতে গবেষক প্রত্যক্ষভাবে স্বতন্ত্র চল নিয়ন্ত্রণের চেষ্টা করেন না কারণ তার পরিবর্তনের প্রকাশ ইতিমধ্যেই ঘটে গেছে (ভূতপূর্ব) বা প্রকৃতি অনুযায়ী এইসব চল নিয়ন্ত্রণযোগ্য নয়। গবেষক

চলগুলির মধ্যকার সম্পর্কটি যুক্তির মাধ্যমে বুঝে নিতে চান এবং সুনির্দিষ্টভাবে কোনটি স্বতন্ত্র চল ও কোনটি নির্ভরশীল চল তা পূর্বাঙ্কেই স্থির করে নিতে চান না।

(Ex-post-facts design and research is a kind of organized data based research in which the researcher does not want to control the independent variables directly because the variation of such variables has already been occurred or by nature they are not controllable. The researcher prefer to understand the relation among the variables logically and does not like to mark categorically the independent and dependent variables beforehand.)

মনে করা যাক, কোনো গবেষক শিক্ষায় আগ্রহের সঙ্গে বিদ্যালয়ে উপস্থিতির সম্পর্ক নির্ণয় করতে চান। তিনি উপযুক্ত আগ্রহ অভীক্ষা প্রয়োগ করে প্রথমে শিক্ষার্থীদের আগ্রহের পরিমাপ করে নিলেন। তারপর ওই ছাত্রদের এমনভাবে দুটি দলে ভাগ করলেন যে একটি দলের উপস্থিতি খুবই নিয়মিত এবং অপর দলের উপস্থিতি অনিয়মিত। এখন যদি অনিয়মিত দলের গড় আগ্রহের মান নিয়মিত দলের গড়ের চেয়ে তাৎপর্যপূর্ণভাবে কম হয় তবে তিনি সিদ্ধান্ত নিতে পারবেন যে আগ্রহের উপর কিছুটা হলেও বিদ্যালয়ে উপস্থিতির সম্পর্ক আছে।

এই ছকটিতে আগ্রহের নিয়ন্ত্রণ করার ক্ষেত্রে গবেষকের কোনো ভূমিকা নেই। যা আগ্রহ সৃষ্টি হওয়ার কথা তা আগে থেকেই হয়ে আছে। গবেষক তাদের পরিমাপ করেছেন মাত্র। আবার সম্পর্কের ক্ষেত্রে তিনি পূর্বেই স্থির করেননি, কোনটি স্বতন্ত্র চল বা কোনটি নির্ভরশীল চল। কারণ এখানে দ্বিতীয় একটি সম্ভাবনাও যুক্তিগ্রাহ্য। সেটি এই যে যারা বিদ্যালয়ে নিয়মিত যায় তাদের শিক্ষায় আগ্রহ জন্মে, অনিয়মিতদের নয়। অর্থাৎ আগ্রহকে স্বতন্ত্রচলের পরিবর্তে নির্ভরশীল চল হিসাবেও বিচার করা চলে।

শিক্ষা গবেষণায় এই ছকের প্রয়োগ অনেক। কারণ গবেষকের পক্ষে ছক নির্মাণ করা অপেক্ষাকৃত সহজ এবং শিক্ষা গবেষণায় নির্বাচিত অনেক চলই পূর্বোক্ত উদাহরণের (আগ্রহ ও উপস্থিতির হার) অনুরূপ।

৩.১৬ উৎপাদকীয় ছক (Factorial Design)

শিক্ষা গবেষণার বহু চল যেমন সরাসরি নিয়ন্ত্রণ করা যায় না তেমনি সমস্ত চলকে ধারাবাহিক চল (Continuous Variable) হিসাবে প্রকাশ করা যায় না কিন্তু শ্রেণি বিভক্ত চল হিসাবে প্রকাশ করা যায়। যদি কোন গবেষণার ছক এমনভাবে গঠন করা যায় যার নির্ভরশীল চলটি ধারাবাহিক কিন্তু

স্বতন্ত্রচলগুলি সবই শ্রেণিবিভক্ত তবে সংশ্লিষ্ট গবেষণার ছকটিকে বলা হবে উৎপাদকীয় ছক (Factorial Research Design)।

এই জাতীয় গবেষণার ছক যথেষ্ট নমনীয় (Flexible) হওয়ায় অনেক সময় স্বতন্ত্রচল প্রকৃত ধারাবাহিক হলেও তাকে কৃত্রিমভাবে শ্রেণিবিভক্ত চলে রূপান্তরিত করে নেওয়া হয়। উদাহরণের সাহায্যে এই গবেষণার ছকের বৈশিষ্ট্য বোঝানো হল।

গবেষণার সমস্যা : পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরের সঙ্গে শিক্ষার্থীর লিঙ্গ, আবাসস্থল ও শিক্ষার প্রতি প্রতিনিয়াসের (Attitude towards education) প্রভাব।

নির্ভরশীল চল : পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বর (ধারাবাহিক চল)

স্বতন্ত্র চল : লিঙ্গ (ছেলে ও মেয়ে এই দুই শ্রেণি বিভক্ত), আবাসস্থল (গ্রাম ও শহর এই দুই শ্রেণি বিভক্ত), শিক্ষার প্রতি প্রতিনিয়াস (মূলত ধারাবাহিক কিন্তু ইতিবাচক প্রতিনিয়াস ও নেতিবাচক প্রতিনিয়াস এই দুই দলে বিভক্ত)।

নমুনা দল : স্বতন্ত্র চল অনুযায়ী প্রতিটি শ্রেণি থেকে সমান সংখ্যক নমুনা সংগ্রহ করা হয়। অর্থাৎ মোট আটটি শ্রেণি থেকে নমুনা দল সংগ্রহ করা হবে। অথবা প্রথমে নমুনা দল সংগ্রহকে করে আটটি শ্রেণিতে ভাগ করে নেওয়া হবে। যেমন,

উপদল-১ : শহরের ছাত্রী ইতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-২ : শহরের ছাত্রী নেতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৩ : শহরের ছাত্র ইতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৪ : শহরের ছাত্র নেতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৫ : গ্রামের ছাত্রী ইতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৬ : গ্রামের ছাত্রী নেতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৭ : গ্রামের ছাত্র ইতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

উপদল-৮ : গ্রামের ছাত্র নেতিবাচক প্রতিনিয়াস বিশিষ্ট

প্রকল্প : দুই প্রকার প্রকল্প উৎপাদকীয় ছকে গঠন করা হয়। প্রথম প্রকার প্রকল্প প্রত্যেকটি স্বতন্ত্রচলের প্রভাবে সামগ্রিকভাবে দলগত পার্থক্যের তাৎপর্য বিচারের জন্য আর দ্বিতীয় প্রকার চল দুই বা ততোধিক স্বতন্ত্র চলের যৌথ

প্রভাবে দলগত পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য। প্রথম প্রকার পার্থক্যকে বলা হয় মূল প্রভাব (Main effect) আর দ্বিতীয় প্রকার পার্থক্যকে বলা হয় মিথস্ক্রিয়াজনিত প্রভাব (Interaction effect)।

উপাত্ত বিশ্লেষণ : আটটি দলের প্রত্যেক সদস্যের পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বর, এক্ষেত্রে নির্ভরশীল চল। রাশি বিজ্ঞানের যে শিক্ষালী পদ্ধতি উৎপাদকীয় ছকের উপাত্ত বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয় তাকে বলে বিষমতার বিশ্লেষণ (Analysis of Variance)।

উৎপাদকীয় গবেষণার ছক শিক্ষাগবেষণায় সম্ভবত সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। যেহেতু এই ছকে সমসংখ্যক দল নির্বাচন করা হয় সেহেতু অনেক মধ্যবর্তী চল ও অসংলগ্ন চল স্বাভাবিকভাবেই নিয়ন্ত্রিত হয়ে যায়। একটা কথা মনে রাখা দরকার, এই উদাহরণে যদিও তিনটি স্বতন্ত্র চল রাখা হয়েছে। উৎপাদকীয় ছকে শ্রেণিবিভক্ত চলের সংখ্যা ইচ্ছামতো কম বা বেশি হতে পারে। উপাত্ত বিশ্লেষণের সময় বিষমতার বিশ্লেষণের পদ্ধতি মূলনীতি বজায় রেখে স্বতন্ত্রচলের সংখ্যা অনুযায়ী পরিবর্তন করে নেওয়া হয় এবং আলাদা নাম দেওয়া হয়। যেমন

একটি মাত্র স্বতন্ত্র চল—একমুখী বিষমতার বিশ্লেষণ (One-way Analysis of Variance)

দুটি স্বতন্ত্র চল—দ্বিমুখী বিষমতার বিশ্লেষণ (Two-way Analysis of Variance)

তিনটি স্বতন্ত্র চল—ত্রিমুখী বিষমতার বিশ্লেষণ (Three-way Analysis of variance) ইত্যাদি।

আবার উদাহরণে প্রতিটি স্বতন্ত্রচলকে দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে। কিন্তু প্রয়োজন মতো স্বতন্ত্রচলকে যে কোন সংখ্যক শ্রেণিতে ভাগ করা যায় তাতে দলের সংখ্যা সেই অনুযায়ী বৃদ্ধি পাবে। শুধু সমস্যা এই যে দলের সংখ্যা যত বৃদ্ধি পাবে মূল নমুনাগুলির সদস্য সংখ্যা ততই বেশি হওয়া প্রয়োজন। নতুবা উপদলে ভাগ করার সময় যথেষ্ট সংখ্যক সদস্য না থাকলে বিশ্লেষণের কাজ কিছুটা ব্যাহত হয়। তবুও যথেষ্ট সুবিধা ও নমনীয়তা থাকার দরুন এবং উপাত্ত বিশ্লেষণের শিক্ষালী পদ্ধতি থাকার দরুন গবেষকদের মধ্যে উৎপাদকীয় ছক খুবই জনপ্রিয়।

৩.১৭ সারসংক্ষেপ (Summing Up)

গবেষণার ছক কথাটির অর্থ গবেষণার উদ্দেশ্যে পরিকল্পনার রু-প্রিন্ট। এর মাধ্যমে গবেষণার পরিকল্পনা সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত অথচ সম্পূর্ণ ধারণা পাওয়া যায়। প্রকল্প রচনা চলগুলির নিয়ন্ত্রণ কৌশল ও প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষার পদ্ধতি সম্বন্ধে ধারণা পাওয়া যায় গবেষণার ছক থেকে। গবেষণার

ছককে অনেক রকম ভাবে শ্রেণিবিভাগ করা যায়। এখানে সাতটি প্রধান প্রকারভেদের কথা বলা হয়েছে। এইগুলি হল, বিবরণাত্মক, সহগতিভিত্তিক, একক পরীক্ষণপত্র সম্বলিত, পরীক্ষণমূলক, ভূ তপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক, অবপরীক্ষণমূলক ও উৎপাদকীয় গবেষণার ছক।

বিবরণাত্মক গবেষণার ছক প্রধানত সমীক্ষামূলক। ওই গবেষণায় কোন কিছু যে অবস্থায় আছে তার বিবরণ প্রচুর উপাত্ত সংগ্রহ করার মাধ্যমে তৈরি করা। এই গবেষণার কয়েকটি নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে। সমীক্ষা গবেষণা কোনো ভৌগোলিক সীমার মধ্যে বড় নমুনাদলের ভিত্তিতে, গণনা নির্ভর তথ্য আহরণের প্রক্রিয়া। এতে চল নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয় না এবং বিবরণ অধিকাংশ সময়ই একমুখী। সমীক্ষা কালানুক্রমিক ও মানানুক্রমিক এই দুই প্রকার হতে পারে কালানুক্রমিক সমীক্ষায় কোনো ঘটনার সময়কালের ব্যাপ্তি একটি চল হিসাবে গণ্য আর মানানুক্রমিক সমীক্ষার অর্থ পূর্ব নির্দিষ্ট কোনো মানের ভিত্তিতে সমীক্ষার নমুনাদল নির্বাচন করে তথ্য সংগ্রহ করা। সমীক্ষা গবেষণার অনেকগুলি সুবিধার মধ্যে প্রধান হল, এর নমনীয়তা। বহু শিক্ষা সংক্রান্ত, অর্থনীতি ও সামাজিক বিষয়ে যে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় তা সমীক্ষাভিত্তিক।

দুইটি চলার মধ্যে সম্পর্কের মান জানা যায় সহগতির মাধ্যমে। দুই বা ততোধিক ধারাবাহিক চলার মধ্যে যে সম্পর্ক আছে তার প্রকৃতিকে জানার জন্য যে গবেষণায় ছক ব্যবহার করা হয় তাকে বলে সহগতিভিত্তিক গবেষণার ছক। এই উদ্দেশ্যে যে সব ছক ব্যবহার করা হয় তার মধ্যে প্রধান হল সরল রৈখিক রিগ্রেশন ও বহুমুখী রিগ্রেশন। এই জাতীয় গবেষণা এক বা একাধিক চলার ভিত্তিতে একটি নির্ভরশীল চলার সম্বন্ধে পূর্বানুমান করতে সাহায্য করে। আর একটি সহগতিভিত্তিক গবেষণায় বহুমুখী সহগতক নির্ণয় করা হয়।

পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক প্রধান দুটি ধারণার উপর নির্ভরশীল। তার একটি হল যথেষ্টাচল এবং অপরটি হল চলার নিয়ন্ত্রণ। এই গবেষণার মূলনীতি হল সমস্ত অসংলগ্ন ও মধ্যবর্তী চল নিয়ন্ত্রণ করে একটি চলকে (স্বতন্ত্রচল) ক্রমাগত পরিবর্তন করে অপর চলার (নির্ভরশীল চল) উপর তার প্রভাব পর্যবেক্ষণ করা। পরীক্ষণমূলক গবেষণায় নেতি প্রকল্প গঠন ও তার সত্যতা পরীক্ষা সিদ্ধান্ত গ্রহণের একমাত্র সোপান। পরীক্ষণমূলক ছকের মধ্যে, একদলীয় পূর্ব পরীক্ষা উত্তর পরীক্ষামূলক ছক, A—B—A—B ছক, দুই স্বতন্ত্রদল বিশিষ্ট ছক ইত্যাদি প্রধান।

গবেষণায় যখন বড় নমুনাদলের পরিবর্তে একজন মাত্র পরীক্ষাপাত্র ব্যবহার করা হয় তখন তাকে একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত ছক বলা হয়। এই ছক, পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণমূলক ও ভিত্তিরেখায়ুক্ত হতে পারে। ভিত্তিরেখা যুক্ত ছক আবার একক ভিত্তিরেখা ও বহু ভিত্তিরেখা যুক্ত হয়ে থাকে। যখন গবেষণার প্রকৃতি এমন যে চলগুলির নিয়ন্ত্রণ করা যায় না তখন গবেষণায়

অবপরীক্ষণমূলক ছক ব্যবহার করা হয়। এখানে অসমতুলনীয় দত্ত ও সরল কালানুক্রমিক অবপরীক্ষণমূলক ছকের কথা বলা হয়েছে।

শিক্ষা গবেষণায় সবচেয়ে বেশি যে ছক ব্যবহার করা হয় তার নাম উৎপাদকীয় ছক। যখন নির্ভরশীল চল ধারবাহিক কিন্তু স্বতন্ত্র চল সবই শ্রেণিবিভক্ত বা কৃত্রিম উপায়ে শ্রেণিবিভক্ত, তখন উৎপাদকীয় ছক নির্মাণ করা হয়। এক্ষেত্রেও পরীক্ষণমূলক গবেষণার মতোই নেতি প্রকল্প গঠন ও তার সত্যতা পরীক্ষা করা হয়। এছাড়াও দুই বা ততোধিক স্বতন্ত্র চলের যুগ্ম প্রভাব সম্বন্ধে প্রকল্প গঠন করা হয়।

৩.১৮ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার ছক ক্যাটির অর্থ কী ?
- ২। সমীক্ষা গবেষণা কী ?
- ৩। সমীক্ষা গবেষণায় স্থানের তাৎপর্য কী ?
- ৪। সহগতি কাকে বলে ?
- ৫। সমীক্ষা গবেষণা কত প্রকার ? তাদের নাম উল্লেখ করুন।
- ৬। রিগ্রেশনের উদ্দেশ্য কী ?
- ৭। সহগাঙ্কের চূড়ান্ত মান কত ?
- ৮। পূর্বপরীক্ষা ক্যাটির অর্থ কী ?
- ৯। কখন একক পরীক্ষণ পাত্র নিয়ে গবেষণা করা হয় ?
- ১০। ভিত্তিরেখা কাকে বলে ?
- ১১। অবপরীক্ষণমূলক ছক কখন ব্যবহার করা হয় ?
- ১২। ভূতপূর্ব সত্য বিশ্লেষণমূলক ছকের নির্ভরশীল চল ও স্বতন্ত্র চলের প্রসঙ্গে গবেষকের ভূমিকা কী ?
- ১৩। গ্রাম ও শহরের মহিলা ও পুরুষদের স্বাস্থ্য চেতনা সম্বন্ধে গবেষণার জন্য কোন গবেষণার ছক উপযুক্ত ?
- ১৪। পৌনঃপুনিক পর্যবেক্ষণ কখন দরকার হয় ?
- ১৫। তুল্যদল কাকে বলে ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। সমীক্ষা গবেষণার সুবিধাগুলি কী কী ?
- ২। প্রকৃত পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক শিক্ষা বিজ্ঞানে বেশি ব্যবহৃত হয় না কেন ?
- ৩। ভিত্তিরেখায়ুক্ত ছকের বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন।
- ৪। সরল কালানুক্রমিক ছক সম্বন্ধে উদাহরণসহ আপনার ধারণা ব্যক্ত করুন।
- ৫। A—B—A—B গবেষণার ছকের নাম এরকম হল কেন ?
- ৬। ভূতপূর্ব সত্যবিশ্লেষণমূলক ছক উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৭। উৎপাদকীয় ছক কেন শিক্ষাগবেষণায় বেশি ব্যবহৃত হয় ?
- ৮। তুল্যদলের জন্য কিভাবে দলের সদস্য নির্বাচন করা হয় ?
- ৯। মানানুক্রমিক সমীক্ষা গবেষণার উদাহরণসহ বিবরণ দিন।
- ১০। একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত গবেষণার ছকের একটি উদাহরণ দিয়ে এই গবেষণার বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন।

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার ছকের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করুন। গবেষণার ছকের প্রকারভেদ সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা দিন।
- ২। সমীক্ষা গবেষণার বৈশিষ্ট্য ও গুরুত্ব আলোচনা করুন। সমীক্ষা গবেষণা কত প্রকার। প্রত্যেকটি একটি করে উদাহরণ দিন।
- ৩। পরীক্ষণমূলক গবেষণার মূলনীতি কী ? বিভিন্ন ধরনের পরীক্ষণমূলক গবেষণার প্রাথমিক পরিচয় দিন।
- ৪। উৎপাদকীয় ছকের বিশদ বিবরণ দিন ও এর সুবিধা ও অসুবিধা সম্বন্ধে আপনার সূচিস্থিত মতামত দিন।
- ৫। একক পরীক্ষণপাত্র সম্বলিত গবেষণার ছক সম্বন্ধে উদাহরণসহ বিশদ বিবরণ দিন এবং উপযুক্ত উদাহরণের সাহায্যে এর প্রয়োগ সম্বন্ধে আলোচনা করুন।

একক ৪ □ উপাত্ত সংগ্রহের হাতিয়ার (Tools of Data Collection)

গঠন (Structure)

- ৪.১ সচনা
- ৪.২ উদ্দেশ্য
- ৪.৩ উত্তম গবেষণার হাতিয়ারের বৈশিষ্ট্য
 - ৪.৩.১ নির্ভরযোগ্যতা ও তার নির্ণয়ের পদ্ধতি
 - ৪.৩.১.১ পুনঃ পরীক্ষণ পদ্ধতি
 - ৪.৩.১.২ সমান্তরাল অভীক্ষা পদ্ধতি
 - ৪.৩.১.৩ অর্ধবিভাজন পদ্ধতি
 - ৪.৩.১.৪ যৌক্তিক তুলনীয়তার পদ্ধতি
 - ৪.৩.২ বিশ্বাসযোগ্যতা ও তার প্রকারভেদ
 - ৪.৩.২.১ বিষয়গত বিশ্বাসযোগ্যতা
 - ৪.৩.২.২ নিম্নিত্তিভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা
 - ৪.৩.২.৩ উৎপাদকীয় বিশ্বাসযোগ্যতা
 - ৪.৩.২.৪ সহ অভীক্ষাভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা
 - ৪.৩.২.৫ বহির্লক্ষণের সাহায্যে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয়
 - ৪.৩.২.৬ অনুগমন
 - ৪.৩.৩ নৈর্ব্যক্তিকতা
 - ৪.৩.৩.১ অভীক্ষার ব্যবহারবিধি
 - ৪.৩.৩.২ নম্বর দানের পদ্ধতি
 - ৪.৩.৩.৩ তুল্যমান ও ব্যাখ্যা দান
- ৪.৪ গবেষণার হাতিয়ারের প্রকারভেদ
- ৪.৫ সাক্ষাৎকারিকা
 - ৪.৫.১ অসংগঠিত সাক্ষাৎকার
 - ৪.৫.২ সংগঠিত সাক্ষাৎকার
- ৪.৬ প্রমোত্তরিকা
 - ৪.৬.১ উত্তরাবদ্ধ ও মুক্ত প্রমোত্তরিকা

- 8.9 আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা
 - 8.9.1 রচনাত্মক অভীক্ষা
 - 8.9.2 নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষা
 - 8.9.3 সাফল্যসূচক অভীক্ষা
- 8.৮ বুদ্ধি অভীক্ষা ও বিশেষ প্রবণতার অভীক্ষা
- 8.৯ ব্যক্তিত্ব অভীক্ষা
 - 8.৯.1 ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী অভীক্ষা
 - 8.৯.2 প্রতিফলন অভীক্ষা
 - 8.৯.3 রেটিং স্কেল
- 8.১০ আশ্রহ উন্মোচনী
- 8.১১ গবেষণার অন্যান্য হাতিয়ার
 - 8.১১.1 ব্যক্তিগত বিবরণী
 - 8.১১.2 সমস্যার বিবরণী ও ইতিহাস
- 8.১২ সারসংক্ষেপ
- 8.১৩ প্রণাবলী

8.1 সূচনা (Introduction)

গবেষণার কাজ জটিল, সময় ও ধৈর্যসাপেক্ষ। কিন্তু এই জটিলতা অনেকটাই সহজে এড়ানো যায়, যদি গবেষণার নিখুঁত পরিকল্পনা তৈরি করে কাজে অগ্রসর হওয়া যায়। গবেষণার সমস্যা নিরূপণ, চল নির্বাচন, প্রকল্প গঠন ও গবেষণার ছক নির্মাণের পাশাপাশি আর একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হল, চলগুলির পরিমাপ করার জন্য উপযুক্ত ক্রটিহীন গবেষণার হাতিয়ার নির্বাচন কর। গবেষণার হাতিয়ার প্রত্যক্ষভাবে গবেষকের হাতে যে উপাত্ত (Data) তুলে দেয় তার সাহায্যেই প্রকল্প পরীক্ষা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। সুতরাং গবেষণার হাতিয়ার ক্রটিপূর্ণ হলে, বা সঠিকভাবে নির্বাচিত হলে গবেষণার ছক যতই নিখুঁত হোক সংগৃহীত উপাত্ত হবে ক্রটিযুক্ত। মনোবিজ্ঞান ও শিক্ষাগবেষণায় সমস্যার যেমন অসংখ্য বৈচিত্র্য আছে তেমনি নানা বিচিত্র ধরনের চল নির্বাচিত হয় গবেষণার জন্য। এদের সম্বন্ধে

উপাত্ত সংগ্রহের জন্য আছে নানা ধরনের হাতিয়ার। বর্তমান পাঠ্যাংশে খুব সংক্ষেপে এই সব হাতিয়ার সম্বন্ধে পরিচয় দেওয়া হবে। অনেক সূত্র থেকে গবেষক তার প্রয়োজনীয় হাতিয়ার সম্বন্ধে সমস্ত তথ্য সংগ্রহ করেন। তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল—

- বিভিন্ন আকর গ্রন্থ (Source book)।
- গবেষণার পত্রপত্রিকা (Research Journals)।
- মানসিক পরিমাপ সংক্রান্ত বাৎসরিক প্রতিবেদন (Mental Measurement Year book)।
- মানসিক অভীক্ষার সংগ্রহশালা (Archives of Mental Tests)।
- ওয়েবসাইট (Website)।
- ব্যক্তিগত যোগাযোগ।

8.2 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ গবেষণার হাতিয়ার কাকে বলে তা লিখতে পারবে।
- ★ উত্তম গবেষণার হাতিয়ারের বৈশিষ্ট্য বিচার করে উপযুক্ত হাতিয়ার নির্বাচন করতে পারবে।
- ★ গবেষণার হাতিয়ারের শ্রেণিবিভাগ করতে পারবে।
- ★ প্রশ্নোত্তরিকা ও সাক্ষাৎকারিকার বিবরণ দিতে পারবে।
- ★ আয়ত্বজ্ঞান পরিমাপের পদ্ধতি বলতে পারবে।
- ★ বুদ্ধি অভীক্ষা, বিশেষ প্রবণতার অভীক্ষা, ব্যক্তিত্ব ও আগ্রহের পরিমাপ কিভাবে করা হয় বলতে পারবে।
- ★ অন্যান্য গুণগত উপাত্তসংগ্রহের হাতিয়ার সম্বন্ধে সাধারণ ধারণা দিতে পারবে।

8.3 উত্তম গবেষণার হাতিয়ারের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Good Research Tool)

গবেষণার জন্য উপাত্ত সংগ্রহের উদ্দেশ্যে হাতিয়ার নির্বাচনের প্রসঙ্গটি প্রাথমিকভাবে কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। চলার প্রকৃতি (ধারাবাহিক, শ্রেণি বিভক্ত ইত্যাদি, চলার সংখ্যা, গবেষণার

ছক, নমুনাদলের বয়স, সংখ্যা ও অন্যান্য বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি বিষয়গুলি গবেষকের নিয়ন্ত্রণাধীন। অপরদিকে নির্বাচিত হাতিয়ারগুলির জন্য প্রয়োজনীয় সময় ও আয়োজন, তাদের গুণগত মান, ভাষা ইত্যাদি বিষয়গুলি গবেষক পূর্বাঙ্কেই বিচার করে দেখেন। আর উপাত্ত সংগ্রহের জন্য প্রয়োজনীয় সুযোগ সুবিধা ব্যয় ইত্যাদি প্রসঙ্গগুলিও বাস্তবিক দৃষ্টিভঙ্গি থেকে বিবেচ্য বিষয়। যেমন, যে হাতিয়ার প্রয়োগ করতে দীর্ঘ সময় লাগে এবং নমুনাদলের বয়স কম, সেই হাতিয়ার যথাযথ উপাত্ত সংগ্রহে ব্যর্থ হতে পারে। হাতিয়ারে ব্যবহার্য ভাষা নমুনাদলের কাছে দুর্বোধ্য হলে, দীর্ঘকাল ধরে একটি একটি করে উপাত্ত সংগ্রহ করার মতো পরিস্থিতি হলে বা ব্যয় বহুল হলে গবেষণার কাজ শেষ করা দুরূহ হয়ে পড়ে। কিন্তু সর্বাত্মে বিচার করা দরকার গবেষণার হাতিয়ারের গুণগত মান। তিনটি প্রধান গুণ বা বৈশিষ্ট্য না থাকলে সেই হাতিয়ার উত্তম নয়। এই তিনটি হল নির্ভরযোগ্যতা (Reliability), বিশ্বাসযোগ্যতা (Validity) ও নৈর্ব্যক্তিকতা (Objectivity)। পরোক্ষভাবে এই আলোচনা থেকে গবেষণার হাতিয়ার কাকে বলে তার একটি সংজ্ঞাও আমরা পেয়ে গেছি।

গবেষণার হাতিয়ার হল প্রকল্প পরীক্ষার জন্য নির্ভরযোগ্য, বিশ্বাসযোগ্য ও নৈর্ব্যক্তিক উপাত্ত সংগ্রহের উপায়। (Research tool is a device to collect reliable, valid and objective data necessary for hypothesis testing)।

এই পাঠ্যাংশ শেষ করার পর দেখা যাবে সমস্ত গবেষণায়, সমস্ত চলার বেলায় এই শর্তগুলির সবকয়টি মানা সম্ভব হয় না।

৪.৩.১ নির্ভরযোগ্যতা ও তার নির্ণয় পদ্ধতি (Reliability and its Determination)

নির্ভরযোগ্যতার সহজতম সংজ্ঞা দিয়েছেন গ্যারেট (Garrett)। কোন পরিমাপক হাতিয়ারকে তখনই নির্ভরযোগ্য বলা হবে, যখন একই নমুনাদলের উপর হাতিয়ারটি বার বার প্রয়োগ করে একই ফল পাওয়া যাবে। আমরা যদি রুলারের সাহায্যে একটি টেবিলের দৈর্ঘ্য বার বার পরিমাপ করি তবে প্রত্যেক বার একই ফল পাব আশা করা যায়। দৃষ্টির ভ্রান্তিজনিত খুব সূক্ষ্ম পার্থক্য অগ্রাহ্য করলে আমরা রুলারটিকে নির্ভরযোগ্য বলতে পারি। কিন্তু যদি রুলারটি ধাতু নির্মিত হয় এবং শীতে সঙ্কুচিত ও গ্রীষ্মে প্রসারিত হয়ে এক এক সময় ভিন্ন ফল দেয় তবে রুলারটির কোনো নিজস্ব সুস্থিতি নেই এটাই প্রমাণিত হবে। এই দিক থেকে নির্ভরযোগ্যতা হল কোনো পরিমাপক হাতিয়ারের অভ্যন্তরীণ সুস্থিতির সূচক (Reliability of a measuring tool is the index of its internal consistency)। লক্ষ্য করার বিষয়, পরিমেষ, বস্তুটির পরিবর্তনজনিত ফলাফলের পার্থক্য স্বাভাবিক ভাবেই এই অভ্যন্তরীণ সুস্থিতির উপর প্রভাব ফেলতে পারে না। কোনো গবেষণার হাতিয়ারের নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয়ের অনেকগুলি পদ্ধতি আছে।

8.৩.১.১ পুনঃপরীক্ষণ পদ্ধতি (Retest Method)

এই পদ্ধতিতে সরাসরি নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা হয়। কোনো নমুনাদলের উপর একটি হাতিয়ার প্রয়োগ করার পর কিছু সময় অতিবাহিত হলে আবার ওই একই দলের উপর হাতিয়ারটি প্রয়োগ করা হয়। এবার প্রথমবারের স্কোর ও দ্বিতীয় বারের স্কোরের সহগাঙ্ক (Coefficient of Correlation) নির্ণয় করে ওই সহগাঙ্কেই নির্ভরযোগ্যতার সূচক (Coefficient of reliability) হিসাবে গ্রহণ করা হয়। এখানে যুক্তি হল, হাতিয়ারটি নির্ভরযোগ্য হলে প্রথম বারের স্কোর এবং দ্বিতীয়বার পরিমাপের স্কোর অভিন্ন হবে এবং উভয়ের মধ্যে সহগাঙ্ক + 1.00 হবে। যদিও বাস্তবে সম্পূর্ণ অভিন্ন স্কোর পাওয়া যায় না কিন্তু সহগাঙ্কের মান অনেক সময়ই + 1.00 এর কাছাকাছি (যেমন, .95 কিংবা .97) থাকে।

সরাসরি নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয়ের এই পদ্ধতিটি সহজ হলেও নানা কারণে একই অভীক্ষা একই নমুনাদলের উপর প্রয়োগ করা যায় না। অনেক অভীক্ষার্থীর প্রথমবারের কথা মনে থাকে, তারা প্রথমবারের উত্তরটির পরিবর্তন করতে চেষ্টা করে। যাদের স্মৃতি তত প্রখর নয় বা যারা পরিবর্তন করতে চায় না, তারা নতুন করে উত্তর দেয়। এসব কারণে উত্তর কিছুটা পরিবর্তন হয়ে যায় এবং নির্ভরযোগ্যতার সূচক কমে যায়। আবার ছোটদের বেলায় দুইবার অভীক্ষা প্রয়োগের মধ্যবর্তী সময়ে কিছু কিছু বিকাশজনিত পরিবর্তন (Developmental Changes) হতে পারে। প্রথমবারের নমুনাদলের সকলকে দ্বিতীয়বার একত্রে পাওয়া নাও যেতে পারে। দুইবার প্রয়োগের মধ্যবর্তী সময়ের ব্যবধান কতটা হবে যে সম্বন্ধেও নানা মত আছে। প্রকৃতপক্ষে, গবেষকের প্রয়োজন, নমুনাদলের বয়স হাতিয়ারের প্রকৃতি ইত্যাদি বিচার করে অভিজ্ঞতাভিত্তিক একটি ব্যবধান স্থির করে নেওয়াই বাঞ্ছনীয়।

কিছু কিছু সমস্যা থাকলেও অনেক পদ্ধতি থেকে পুনঃপরীক্ষার পদ্ধতিটির প্রয়োগ বেশি বিশেষত বুদ্ধি, ব্যক্তিত্ব, প্রবণতা ইত্যাদি ও আয়ত্বজ্ঞান অভীক্ষার ক্ষেত্রে।

8.৩.১.২ সমান্তরাল অভীক্ষা পদ্ধতি (Parallel Test Method)

অনেকক্ষেত্রে অভীক্ষা নির্মাতা দুইটি অভীক্ষা এমনভাবে নির্মাণ করেন যে স্বতন্ত্রভাবে দুইটি অভীক্ষাই একই গুণ বা বৈশিষ্ট্য (attribute) সমান দক্ষতার সঙ্গে পরিমাপ করতে পারে। কিন্তু অভীক্ষা দুটি এমনভাবে নির্মিত যে একটি আর একটির সমতুল অর্থাৎ একটিকে আর একটির বিকল্প হিসাবে ব্যবহার করা যাবে। এতে অভীক্ষায় ব্যবহৃত প্রশ্ন বা কৃত্য (Task) তাদের গুণগত মান কাঠিন্য

(Difficulty) ইত্যাদি সমান্তরালভাবে নির্বাচিত। এই ধরনের হাতিয়ারের একটিকে অপরটির সমান্তরাল রূপ (Parallel form) বা সমতুল রূপ (Equivalent form) বলা হয়।

নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করার জন্য পুনঃপরীক্ষার বিকল্প হিসাবে একই নমুনাদলের উপর দুটি অভীক্ষাই প্রয়োগ করা হয় এবং তারপর দুই স্কোরের সহগাঙ্কে নির্ভরযোগ্যতার সূচক (Reliability Coefficient) হিসাবে গ্রহণ করা হয়। বলা বাহুল্য, এতে দুই অভীক্ষারই নির্ভরযোগ্যতা একযোগে নির্ণয় করা হল এবং দুটি অভীক্ষা যত বেশি নির্ভরযোগ্য হবে ততই তাদের সহগাঙ্ক + 1.00 এর কাছাকাছি যাবে। 1937 সালে টারমান (Terman) ও মেরিল (Merrill) যখন বিনের বুদ্ধি অভীক্ষার দ্বিতীয়বার সংস্কার করেন তখন তাঁরা L form ও M form নামে দুটি সমান্তরাল অভীক্ষা নির্মাণ করে এই পদ্ধতির দৃষ্টান্ত রেখেছিলেন। পরবর্তীকালে ক্যাটেল (Cattell) তাঁর বুদ্ধি অভীক্ষার A ও B form নামে দুটি সমান্তরাল অভীক্ষা নির্মাণ করেন।

পুনঃপরীক্ষা পদ্ধতির যেসব সমস্যা, সমান্তরাল অভীক্ষায় তা এড়ানো যায়। শুধুমাত্র নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা জন্য গবেষককে দীর্ঘকাল অপেক্ষা করে সময় নষ্ট করতে হয় না। উত্তর পরিবর্তনজনিত সমস্যা, বিকাশ জনিত বা পারিপার্শ্বিক কারণে উত্তরের পরিবর্তন ইত্যাদি নিয়ে মাথা ঘামাতে হয় না এবং দ্বিতীয় বার নমুনাদলের একাংশের অনুপস্থিতির সমস্যাও থাকে না।

8.৩.১.৩ অর্ধবিভাজন পদ্ধতি (Split-Half Method)

যদি কোনো পরিমাপক অভীক্ষা বা প্রশ্নোত্তরিকায় যথেষ্ট সংখ্যক পদ বা প্রশ্ন থাকে এবং পদগুলির মধ্যে কোন উপবিভাগ না থাকে তবে অর্ধ বিভাজন পদ্ধতিতে নির্ভরযোগ্যতা পরিমাপ করা অপেক্ষাকৃত সহজ। এই পদ্ধতিতে অভীক্ষাটি একবার মাত্র একটি নমুনাদলের উপর প্রয়োগ করতে হবে। তারপর স্কোর, অর্থাৎ নম্বর দেওয়ার সময় যথা নির্দিষ্ট নিয়মে প্রতিটি প্রশ্নের ভুল শুদ্ধ বিচার করে নম্বর দিতে হবে। কিন্তু নম্বর যোগ করে মোট প্রাপ্ত নম্বর দুই ভাগে যোগ করতে হবে এমনভাবে যেন সমগ্র অভীক্ষাটিকে সমসংখ্যক পদের দুইটি সমান্তরাল অভীক্ষায় ভাগ করে নেওয়া হয়েছে। দুইভাবে এই বিভাজন করা যেতে পারে। যদি অভীক্ষার পদগুলি কাঠিন্যের মান (Difficulty value) অনুযায়ী সাজানো থাকে। অর্থাৎ প্রথমে সবচেয়ে সোজা, তারপর আরও একটু কঠিন, তারপর আরও কঠিন এইভাবে শেষ পদটি চূড়ান্ত কঠিন এইভাবে, তবে জোড় ক্রমিক সংখ্যক (Even) ও বিজোড় ক্রমিক সংখ্যক (Odd) পদগুলির প্রাপ্ত নম্বর যোগ করে একই ব্যক্তির জন্য দুই অর্ধের দুটি স্কোর নির্ণয় করতে হবে। দ্বিতীয় পদ্ধতিতে যদি পদগুলি কাঠিন্যের মান অনুযায়ী সাজানো না থাকে তবে প্রথম অর্ধেক সংখ্যক ও দ্বিতীয় অর্ধেক সংখ্যক পদের প্রাপ্ত স্কোর আলাদা আলাদা

যোগ করতে হবে। কারও কারও মতে এখানেও যথেষ্ট নিয়ম প্রয়োগ করা যেতে পারে। অর্থাৎ যথেষ্টভাবে (Randomly) অর্ধেক সংখ্যক পদ বেছে নিয়ে বাকি অর্ধেক পদকে দ্বিতীয় অর্ধের জন্য অবশিষ্ট রাখা।

যদি কোন অভীক্ষায় 100টি পদ বা প্রশ্ন থাকে তবে প্রথম নিয়ম অনুযায়ী, 1, 3, 5, 7 99 এই পদগুলি প্রথম অর্ধে এবং 2, 4, 6, 100 এই পদগুলি দ্বিতীয় অর্ধেক অন্তর্ভুক্ত হবে। দ্বিতীয় নিয়ম অনুযায়ী 1-50 ও 51-100 পদগুলি দুই ভাগের অন্তর্ভুক্ত হবে। আর তৃতীয় নিয়মে কোন পদটি কোন অংশে যাবে তা গবেষক নিজেও জানেন না। দুই ভাগে বিভক্ত স্ফোর নির্ণয় করার পর। উভয়ের মধ্যে সহগাঙ্ক নির্ণয় করে একটি বিশেষ সূত্র প্রয়োগ করে পূর্ণ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অভীক্ষার নির্ভরযোগ্য তার সূচক নির্ণয় করা হয়। এই সূত্রটি আবিষ্কারীদের নামানুসারে স্পীয়ার ম্যান ব্রাউন অনুমান সূত্র (Spearman-Brown Prophecy Formula) নামে পরিচিত। সূত্রটি নিম্নরূপ,

$$r_{11} = \frac{2r_{11}}{1 + r_{11}}$$

এখানে, r_{11} = নির্ভরযোগ্যতার সূচক (Reliability Coefficient) ও r_{11} = দুই অর্ধের মধ্যকার সহগাঙ্ক।

এই পদ্ধতির সুবিধা এই যে, একবার মাত্র অভীক্ষা প্রয়োগ করেই নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা যায়। একই অভীক্ষা দুইবার প্রয়োগ করা বা দুইটি সমান্তরাল অভীক্ষা প্রয়োগ করার দরশন সময় ও শ্রমের অপচয় হয় না। কিন্তু অভীক্ষার অন্তর্গত পদসংখ্যা যথেষ্ট বেশী না হলে বা তাদের মধ্যে নানা শ্রেণিবিভাগ থাকলে, অভীক্ষাটিকে অর্ধবিভাজন করা যায় না।

৪.৩.১.৪ যৌক্তিক তুলনীয়তার পদ্ধতি (Method of Rational Equivalence)

যেসব অভীক্ষার সাহায্যে বুদ্ধি, প্রবণতা, আয়ত্বজ্ঞান ইত্যাদি পরিমাপ করা হয় এবং যেসব উত্তরগুলি ভুল ও ঠিক এইভাবে বিচার করা হয় বা হ্যাঁ-না এইভাবে উত্তর চিহ্নিত করতে হয়, অর্থাৎ ভুল হলে 0 এবং ঠিক হলে 1 এইভাবে নম্বর দেওয়ার পদ্ধতি, সেক্ষেত্রে যৌক্তিক তুলনীয়তার সাহায্যে নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিতে কোন অভীক্ষার আভ্যন্তরীণ সুস্থিতির প্রকৃত পরিমাপ করা যায় এবং তারজন্য অভীক্ষাটিকে একবার মাত্র প্রয়োগ করা দরকার। এই পদ্ধতিতে প্রথমেই নমুনাদলের প্রত্যেক ব্যক্তি প্রতিটি পদের যে উত্তর দিয়েছে তা নিম্নরূপ একটি সারণিতে নথিভুক্ত করে নিতে হয়।

পদের ক্রমিক সংখ্যা						
ব্যক্তির ক্রমিক সংখ্যা	১	২	৩		n	মোট স্কোর
১	√	√	√			
২	√	x	x			
৩	x	√	x			
৪						
?						
N						
মোট (P)						
শুদ্ধ উত্তর						

x = ভুল, √ = শুদ্ধ

এই সারণীতে N সংখ্যক ব্যক্তির n সংখ্যক পদের প্রতিটি উত্তরের ভুল শুদ্ধ দেখানো হয়েছে। প্রত্যেক স্তরের নীচে অর্থাৎ প্রত্যেকটি পদে মোট কতজন শুদ্ধ উত্তর দিয়েছে তা লেখা হয়েছে। আর প্রত্যেক সারির (Row) শেষে ব্যক্তির মোট প্রাপ্ত স্কোর কত তা দেখানো হয়েছে। এই সংখ্যা গণনার পর সরাসরি কুডার-রিচার্ডসনের সূত্র ২০ (Kuder-Richardson Formula-20) প্রয়োগ করে নির্ভরযোগ্যতার সূচক নির্ণয় করা হয়। সূত্রটি নীচে দেওয়া হল,

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S_{1,2} - \sum pq}{S_{1,2}} \right)$$

এখানে, r_{11} = নির্ভরযোগ্যতার সূচক, $S_{1,2}$ = প্রত্যেক ব্যক্তির প্রাপ্ত স্কোরের বিসমতার মান

(Variance), p = এক একটি পদের শুদ্ধ উত্তর দানকারীর অনুপাত (অর্থাৎ $\frac{\text{যতজন শুদ্ধ উত্তর দিয়েছে}}{\text{মোট ব্যক্তির সংখ্যা}}$)

$p = \frac{P}{N}$) q = 1 - p, (q কতজন ভুল উত্তর দিয়েছেন তার অনুপাত)

$\sum pq$ = প্রত্যেক পদের p ও q এর গুণফলের সমষ্টি

কোন কোন অভীক্ষা অনেকগুলি ছোট ছোট অভীক্ষার সমন্বয়ে গঠিত। এইসব অভীক্ষার মোট প্রাপ্ত নম্বর ছাড়াও প্রতিটি উপ অভীক্ষার নম্বরও গবেষণার কাজে ব্যবহৃত হয়। সাধারণত এইসব

হাতিয়ারকে বলা হয় অভীক্ষা সমষ্টি (Test Battery)। ক্রনবাক্ (Cronbach) উপরোক্ত সূত্রটি একই পরিবর্তিত রূপে সমষ্টি অভীক্ষার নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয়ের কাজে ব্যবহার করেছেন। ক্রনবাকের সূত্রটি এরকম :

$$\alpha = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S_{1^2} - \sum S_i^2}{S_{1^2}} \right)$$

এখানে α (আলফা) = নির্ভরযোগ্যতার সূচক, S_{1^2} = সমগ্র অভীক্ষার বিযমতার মান (variance of the whole test), S_i^2 = যে কোনো একটি উপঅভীক্ষার বিযমতার মান (Variance of the individual subtests), n = অভীক্ষা সমষ্টিতে মোট উপ-অভীক্ষার সংখ্যা।

উল্লিখিত দুই সূত্রের সাহায্যে নির্ভরযোগ্যতার যে মান পাওয়া যায় তা পূর্ববর্তী পদ্ধতিগুলির সাহায্যে প্রাপ্ত মানের তুলনায় একটু কম। কিন্তু এই পদ্ধতি সম্পূর্ণ ক্রটীমুক্ত। গবেষকরা অনেক সময়ই তাদের ব্যবহৃত অভীক্ষার নির্ভরযোগ্যতা সম্বন্ধে নিশ্চিত হওয়ার জন্য একাধিক পদ্ধতিতে নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করেন।

৪.৩.২ বিশ্বাসযোগ্যতা ও তার প্রকারভেদ (Validity and its Dermination)

কোনো উপাণ্ড সংগ্রহের হাতিয়ার যে উদ্দেশ্যে নির্মিত হয়েছে সেই পরিমাণটি কতটা যোগ্যতার সঙ্গে সম্পন্ন করতে পারছে তাকে বলা হয় অভীক্ষাটির বিশ্বাসযোগ্যতা (Validity)।

(The effieacy of a tool of data collection with which it measures what it is supposed to measure is called its validity.)

সুতরাং কোনো বুদ্ধি অভীক্ষা সত্যিই বুদ্ধি পরিমাপ করছে কিনা বা কতটা দক্ষতা ও বিশ্বস্ততার সঙ্গে বুদ্ধি পরিমাপ করছে তার বিচার করাই হল অভীক্ষাটির বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয়ের উদ্দেশ্য। আপাতদৃষ্টিতে এই প্রশ্নটি গুরুত্বহীন মনে হলেও শিক্ষা ও মনোবিজ্ঞান সংক্রান্ত পরিমাপের ক্ষেত্রে বিশ্বাসযোগ্যতার বিচার অনিবার্য। কারণ আমরা আশা করি বুদ্ধির অভীক্ষা শুধু বুদ্ধিই পরিমাপ করবে অন্য কিছু নয়, বা গণিতের দক্ষতা আর গণিতের জ্ঞান (Mathematical skill and Knowledge of mathematics) এক নয়, সুতরাং তাদের পরিমাপের জন্য নির্মিত অভীক্ষা একে অপরের সঙ্গে একাকার হয়ে যাবে না। কিন্তু এইসব ধারণাগুলি জটিল এবং পরিমাপের সময় একটি অপারটির সঙ্গে এমনভাবে মিশে থাকে যে অভীক্ষা নির্মাণের সময় যথেষ্ট সতর্ক না থাকলে এবং উপযুক্ত পদ্ধতি অবলম্বন না করলে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা অনেকটাই কমে যেতে পারে।

যে সমস্ত পদ্ধতির সাহায্যে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা হল তা নীচে দেওয়া হল।

৪.৩.২.১ বিষয়গত বিশ্বাসযোগ্যতা (Content Validity)

গবেষণার হাতিয়ারে যে সব প্রশ্ন (Question) বক্তব্য (statement) বা কৃত্য (Task) পদ হিসাবে দেওয়া হয়েছে সেগুলি যে বৈশিষ্ট্যের পরিমাপক বলে গবেষক চিহ্নিত করেছেন; তা সত্যিই সেই বৈশিষ্ট্যের প্রকাশ কিনা এই বিচারই বিষয়গত বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয়ের ভিত্তি।

প্রাথমিকভাবে গবেষক নিজেই নানা সূত্র থেকে তাঁর ধারণামত অভীক্ষার অন্তর্ভুক্ত করার জন্য বেছে নেন। ইতিমধ্যেই স্বীকৃত গবেষণার রিপোর্ট, বিশিষ্ট গবেষকদের লেখা পুস্তক। পর্যবেক্ষণ, আলোচনা ইত্যাদি থেকে প্রাথমিক ভাবে অভীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় বিষয় বস্তুগুলি বেছে নিয়ে থাকেন। তারপর একাধিক বিশেষজ্ঞের কাছে মতামত নিয়ে পদগুলির নির্বাচন চূড়ান্ত করেন। একাধিক বিশেষজ্ঞ, নির্বাচিত বিষয় বস্তুগুলিকে খুব উপযুক্ত, উপযুক্ত মোটামুটি উপযুক্ত, অনুপযুক্ত, একেবারেই অনুপযুক্ত এইভাবে শ্রেণিবিভাগ করে দিলে, যেগুলিকে সব বিশেষজ্ঞই অনুপযুক্ত বলে চিহ্নিত করেছেন সেগুলি বাদ দিয়ে বিষয়বস্তু নির্বাচন করা হয়। এইভাবে নির্বাচিত অভীক্ষার পদগুলির বিষয়বস্তুগত বিশ্বাসযোগ্যতা বেশি বলে মেনে নিতে কোনো বাধা নেই। তবে সমস্ত রকম হাতিয়ারে এইভাবে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা হয় না, যদিও প্রাথমিকভাবে অভীক্ষা নির্মাণের প্রথম ধাপ হিসাবে এই পদ্ধতি যেকোনো পরিমাপের জন্যই ব্যবহার করা যায়। প্রতিন্যাস (Altitude)। মূল্যবোধ (values) মতামত সংগ্রহের প্রশ্নোত্তরিকা (Opinionnaire) ইত্যাদির ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি কার্যকর।

৪.৩.২.২ নির্মিতিভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা (Construct Validity)

নির্মিতি (Construct) কথাটির অর্থ ইংরেজি Entity কথাটির বিপরীত। যার প্রকৃত অস্তিত্ব পর্যবেক্ষণ করা যায় এবং সমস্ত ব্যক্তি একইরকম পর্যবেক্ষণজনিত জ্ঞান লাভ করে তাকে বলা যায় Entity, যেমন, একজন মানুষ, সূর্যোদয়-সূর্যাস্ত, একটি প্রাণীর শিকার ধরা এগুলি Entityর উদাহরণ। আর যে সমস্ত বিষয়ের অস্তিত্ব অনুভব করা যায়, অনেকগুলি আচরণ বা বহির্প্রকাশকে একত্রিত করে ওই বিষয়ের নামে প্রকাশ করা হয় কিন্তু প্রত্যক্ষভাবে বিষয়টিকে পর্যবেক্ষণ করা যায় না, তাকে বলা হয় নির্মিতি (Construct)। বুদ্ধি বা ব্যক্তিত্ব এক একটি নির্মিতি কারণ 'বুদ্ধি' নামক একটি সঙ্কমতার কথা বলা হয় তা প্রকৃতপক্ষে অনেকগুলি আচরণকে একত্রিত করে মানুষের দেওয়া একটি সাধারণ নাম। মনোবিজ্ঞানে ব্যবহৃত মানসিক ধারণার (Mental Concept) প্রায় সবই নির্মিতি—তাত্ত্বিকদের এই মত।

ফলে যখন কোনো গবেষণার হাতিয়ার কোনো একটি চলার পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয় তখন ওই চলার অধীন যেসব আচরণ আছে এবং আচরণগুলির পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে যে গঠন

কল্পনা করা হয় তারই পরিমাপ করা হয়। এই দৃষ্টিভঙ্গি থেকে যখন কোনো হাতিয়ারের নির্মিতিক ভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা হয় তখন দেখা হয় চলটির সংজ্ঞা ও গঠন নিয়ে যে সিদ্ধান্ত বিজ্ঞানীরা করেন তার কোনটি অবলম্বন করে হাতিয়ারটি নির্মিত এবং ঐ নির্মিতির প্রতিটি শর্ত হাতিয়ারটি পূরণ করেছে কিনা।

এইভাবে যখন কোনো বুদ্ধির অভীক্ষা স্পীয়ারম্যানের তত্ত্ব অনুযায়ী g অর্থাৎ সাধারণ সক্ষমতার পরিমাপ করে তখন ওই অভীক্ষার জন্য মনোনীত পদগুলি সেইভাবেই নির্বাচিত হয়। আবার যে অভীক্ষা থার্সটোনের তত্ত্বানুসারী সেই অভীক্ষাতে সাতটি প্রাথমিক মানসিক সক্ষমতার পরিমাণের উপযোগী পদ নির্বাচন করা হয়। প্রকৃতপক্ষে সমস্ত হাতিয়ার প্রস্তুতকারীকেই তাঁর অভীক্ষাটির নির্মাণের পিছনে যে তাত্ত্বিকভিত্তি আছে তা স্পষ্টভাবে উল্লেখ করে দিতে হয়। সুতরাং এই ধরনের বিশ্বাসযোগ্যতা একধরনের তাত্ত্বিক বিশ্লেষণ মাত্র যার সাহায্যে ঘোষিত নির্মিতির যাচাই করা হয়। সেই অনুযায়ী শিক্ষার ক্ষেত্রে কোনো হাতিয়ার যদি দক্ষতার (Skill) পরিমাপক হয় তবে পূর্বে দক্ষতার সংজ্ঞা নিরূপণ করতে হবে। যদি দক্ষতার সংজ্ঞা এমন হয় যে—দক্ষতা হল পেশীর সামঞ্জস্য পূর্ণ ব্যবহারের মাধ্যমে কোন ক্রিয়া সম্পন্ন করার পারদর্শিতা তবে দক্ষতার পরিমাপক অভীক্ষায় সেইসব পদ বা কৃত্য সমিবেশ করা হবে যার মাধ্যমে এই পারদর্শিতা প্রকাশ পায়। তা না হলে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা থাকবে না।

নির্মিতিকভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা অভীক্ষা গঠনের একটি শর্তমাত্র। শুধুমাত্র তাত্ত্বিকভাবে এইধরনের বিশ্বাসযোগ্যতার ভিত্তিতে কোন প্রয়োজনবিকা বা অভীক্ষাকে সম্পূর্ণ বিশ্বাসযোগ্য আখ্যা দেওয়া যায় না।

৪.৩.২.৩ উৎপাদকীয় বিশ্বাসযোগ্যতা (Factorial Validity)

নির্মিতিকভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতার আরও মূর্ত ও গাণিতিক রূপ হল উৎপাদকীয় বিশ্বাসযোগ্যতা। যে কোন মানসিক বৈশিষ্ট্য বা নির্মিতিক একমাত্রিক বা বহুমাত্রিক হতে পারে। তাত্ত্বিক গবেষকরা অনেক ক্ষেত্রেই উপাদান বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিভিন্ন মানসিক নির্মিতির গঠন সম্বন্ধে ধারণা দিয়েছেন। উপাদান বিশ্লেষণ বা উৎপাদক বিশ্লেষণ (Factor Analysis) একটি গাণিতিক যুক্তির উপর প্রতিষ্ঠিত পদ্ধতি। স্পীয়ারম্যান এই পদ্ধতির উদ্ভাবক ও এই পদ্ধতির সাহায্যেই তিনি বুদ্ধির উপাদান এবং উপাদান বিশ্লেষণ করেছিলেন। এবার পূর্ববর্তী অংশে যে কথা বলা হয়েছে যে অনুযায়ী অভীক্ষাকার তাঁর অভীক্ষার ব্যবহৃত পদগুলির উৎপাদক বিশ্লেষণ করে যদি দেখেন যে তিনিও একটি g উপাদান পরিমাপ করছেন, তবে নিশ্চিত ভাবে বলা যাবে তাঁর অভীক্ষাটি বিশ্বাসযোগ্য।

কিন্তু এই পদ্ধতিতে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা বেশ জটিল ও কঠিন। কারণ সমস্ত শিক্ষাবিদ বা মনোবিজ্ঞানের ছাত্রের গাণিতিক জ্ঞান উন্নতমানের থাকবে এটা আশা করা যায় না। আর উৎপাদক বিশ্লেষণ সাধারণভাবে করাও যায় না, তারজন্য দরকার অনেক সময় পরিশ্রম ও কম্পিউটার ব্যবহারের দক্ষতা।

8.৩.২.৪ সহ অভীক্ষাভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা (Concurrent Validity)

এই পদ্ধতি নিরাপদ ও সবচেয়ে সহজ। যদি এমন কোন অভীক্ষা থাকে যা নবনির্মিত অভীক্ষার মতো একই গুণ বা বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করে এবং যদি পূর্ববর্তী অভীক্ষাটি ইতিমধ্যেই বিশ্বাসযোগ্য হিসাবে প্রতিষ্ঠিত হয়ে থাকে তবে একই নমুনাগুলোর উপর দুইটি অভীক্ষা প্রয়োগ করে তাদের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করা হয়। যদি এই সহগতীর মান খুব বেশি অর্থাৎ +1.00 এর কাছাকাছি হয় তবে নবনির্মিত অভীক্ষাটিকে পূর্ববর্তী অভীক্ষার মতোই বিশ্বাসযোগ্য মনে করা হয়। এই পদ্ধতিতে কম সময়ে অনেক সহজে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা যায় ঠিকই কিন্তু, সবসময় উপযুক্ত পূর্বনির্মিত অভীক্ষা পাওয়া যায় না বা একটি ব্যবহার্য অভীক্ষা থাকলে আর একটি অভীক্ষা নির্মাণের প্রয়োজনও হয় না।

8.৩.২.৫ বহির্লক্ষণের সাহায্যে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় (Cross validity against External Criteria)

যে কোন মনোবৈজ্ঞানিক বা শিক্ষার পরিমাপের অন্তিম উদ্দেশ্য মানুষের প্রয়োজনে পরিমাপের ফলাফলকে ব্যবহার করা। সুতরাং কোনো অভীক্ষা যে বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করে বা স্বজীবনে মানুষের আচরণে তার প্রতিফলন ঘটবে এটা আশা করাই স্বাভাবিক। যদি কোনো অভীক্ষার সাহায্যে পরিমাপ করে দেখা যায় যে একজন মানুষ খুবই সৃজনশীল (Creative) তবে বাস্তবজীবনে, কর্মক্ষেত্রে, কোথাও না কোথাও তার সৃজনশীলতার প্রকাশ পাওয়ার আশা করা যায়। যদি প্রকৃতই তাকে সৃজনশীল মানুষের ভূমিকায় দেখা যায় তবে যে অভীক্ষার সাহায্যে তাকে পরিমাপ করা হয়েছিল সেই অভীক্ষাটিকে আমরা বিশ্বাসযোগ্য বলতে পারি। বিপরীতক্রমে যদি সৃজনশীল হিসাবে চিহ্নিত মানুষ যদি সুযোগ সত্ত্বেও সাধারণ মানুষের মতো আচরণ করে তবে বলা হবে ওই অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা নেই।

এই ধারণার ভিত্তিতে বাস্তব জীবনে অভীক্ষার সাহায্যে পরিমাপ বৈশিষ্ট্যটি বেশি বা কম আছে এরকম দুটি দলে ভাগ করা হয়। তারপর অভীক্ষাটি প্রয়োগ করে যদি দেখা যায় বাস্তবে যারা সৃজনশীল হিসাবে প্রতিষ্ঠিত অভীক্ষায় তাদের প্রাপ্ত স্কোর যারা সাধারণ অর্থাৎ সৃজনশীল নয় এমন দলের তুলনায় অনেক বেশি তবে নিঃসন্দেহে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা প্রমাণিত হবে। উদ্বেগ (Anxiety) পরিমাপ করার জন্য কোন অভীক্ষা তৈরি হলে গবেষক মনচিকিৎসা কেন্দ্রে

(Psychological Clinic) যাঁরা উদ্বেগের জন্য চিকিৎসা করতে আসেন তাঁদের একটি দলের উপর অভীক্ষা প্রয়োগ করে দেখলেন তাদের উদ্বেগের স্কের সত্যিই বেশি, তবে একটি দলের উপর অভীক্ষা প্রয়োগ করেই বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা সম্ভব। কারণ বিশেষজ্ঞ চিকিৎসকরা ইতিমধ্যেই তাঁদের উচ্চ উদ্বেগের স্বীকৃতি দিয়েছেন এবং চিকিৎসার জন্য চিহ্নিত করেছেন।

এখানে সৃজনশীলতা বা উদ্বেগের বহির্লক্ষণ ইতিমধ্যেই স্বীকৃত। তার ভিত্তিতে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা এ হয় বলে একে বহির্লক্ষণভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা (Cross validity against external criteric বলা হয়। বলা বাহুল্য এই পদ্ধতির প্রয়োগ নির্ভর করছে বহির্লক্ষণযুক্ত দলের সহজলভ্যতার উপর।

৪.৩.২.৬ অনুগমন (Followup)

প্রধানত নির্দেশনা ও পরামর্শদান (Guidance and Counselling) সংক্রান্ত পরিমাপের ক্ষেত্রে এই জাতীয় বিশ্বাসযোগ্যতা পরিমাপ পদ্ধতি প্রযুক্ত হয়। এই পদ্ধতি পূর্ববর্তী বহির্লক্ষণভিত্তিক পদ্ধতিরই রকমফের। তবে এখানে পূর্ব থেকেই চিহ্নিত ব্যক্তি যাদের মধ্যে বহির্লক্ষণ প্রকাশ পেয়েছে তাদের সাহায্যে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা হয় না। কোন ব্যক্তিকে পরিমাপ করার পর অভীক্ষার ভিত্তিতে তার যে বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত হয় যদি পরবর্তীকালে তাকে পর্যবেক্ষণে রাখা যায় এবং দেখা যায় যে সত্যিই তার মধ্যে ওই বৈশিষ্ট্যগুলি প্রকাশ পাচ্ছে তবে পরিমাপক অভীক্ষাটি বিশ্বাসযোগ্য বলে প্রতিষ্ঠিত হবে।

মনে করা যাক পরিমাপ করার পর দেখা গেল কোনো ব্যক্তির অঙ্কন সংক্রান্ত প্রবণতা (Aptitude in Painting) খুব বেশি এবং পরবর্তীকালে তাকে পর্যবেক্ষণ করে দেখা গেল ওই ব্যক্তি সত্যি নিজেকে একজন অঙ্কনশিল্পী হিসাবে প্রতিষ্ঠিত করতে পেরেছে তবে অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা প্রতিষ্ঠিত হবে। এই পদ্ধতিতে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় সময় সাপেক্ষ ও গবেষণার কাজে ব্যবহারযোগ্য নয়। কারণ অভীক্ষা যথেষ্ট বিশ্বাসযোগ্য হওয়া সত্ত্বেও পরবর্তীকালে নানা পরিপার্শ্বিক কারণে সংশ্লিষ্ট গুণের যথাযথ বিকাশ নাও ঘটতে পারে।

৪.৩.৩ নৈর্ব্যক্তিকতা (Objectivity)

যে কোন গবেষণার হাতিয়ার নৈর্ব্যক্তিক হওয়া প্রয়োজন। নৈর্ব্যক্তিকতার তিনটি প্রধান শর্ত হল—

- অভীক্ষা ব্যবহার বা প্রয়োগ করার ক্ষেত্রে কোনো ব্যক্তিগত কুশলতা, দক্ষতা বা বৈশিষ্ট্য প্রভাব ফেলতে পারবে না।

● অভীক্ষাটিতে উত্তরদাতার দেওয়া উত্তরের মূল্যায়ণ করার ক্ষেত্রে কোন ব্যক্তিগত সিদ্ধান্ত বা বিচার বিবেচনার স্থান থাকবে না।

● অভীক্ষার ফলাফল বিচারের বা তাৎপর্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কোন ব্যক্তিগত প্রভাব থাকবে না।

নৈর্ব্যক্তিকতার এই তিনটি শর্তপূরণের অভীক্ষা নির্মাতারা তিনটি পদক্ষেপ নিয়ে থাকেন—
অভীক্ষার ব্যবহার বিধি তৈরি করা, নম্বর দানের পদ্ধতি স্থির করা এবং তুল্যমান নির্ণয়।

৪.৩.৩.১ অভীক্ষার ব্যবহারবিধি (Users Manual of the Test or Test Manual)

অভীক্ষা নির্মাণের সঙ্গে সঙ্গে অভীক্ষা নির্মাতা তার ব্যবহারবিধি স্থির করে দেন। ব্যবহারবিধি আসলে একটি ছোট পুস্তিকা। এতে অভীক্ষা নির্মাণের তাত্ত্বিকভিত্তি, কী পদ্ধতিতে কত বড় নমুনাদলের উপর এর নির্ভরযোগ্যতা ও বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা হয়েছে, এদের মান কত, কিভাবে এই অভীক্ষা ব্যবহার করতে হবে তার খুঁটিনাটি বিবরণ সবই লিপিবদ্ধ করা হয়। নৈর্ব্যক্তিকতার বাকী দুইটি শর্ত, অর্থাৎ নম্বরদানের পদ্ধতি ও ফলাফলের তাৎপর্য বিশ্লেষণের জন্য তুল্যমানের বিবরণও এই পুস্তিকায় উল্লেখ করা হয়।

ব্যবহারবিধির মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল, অভীক্ষা প্রয়োগের পূর্বে কী কী আয়োজন করতে হবে, কোন সময় সীমা থাকলে তা কত এবং কিভাবে তা মানতে হবে, পরীক্ষার্থীদের নির্দেশ কী এবং কিভাবে দিতে হবে। উত্তর কোথায় কীভাবে লিপিবদ্ধ করতে হবে এই সমস্ত বিবরণ এই পুস্তিকায় সংক্ষিপ্ত ও সহজবোধ্য ভাষায় লেখা থাকে। কোন ব্যক্তি যিনি শিক্ষা ও মনোবিজ্ঞানের মৌলিক ধারণাগুলি জানেন, তিনি এই পুস্তিকা পাঠ করে সহজেই অভীক্ষাটি ব্যবহার করতে পারবেন। শুধু তাই নয় ব্যবহারবিধি যথাযথভাবে অনুসরণ করলে দুইজন ব্যবহারকারীর মধ্যে কোন পার্থক্য হওয়া সম্ভাবনা থাকে না।

৪.৩.৩.২ নম্বরদানের পদ্ধতি বা মান (Scoring Key or Standard)

অভীক্ষাগ্রহণ সম্পূর্ণ হলে কিভাবে উত্তরগুলির মূল্যমান স্থির করতে হবে অর্থাৎ নম্বর দিতে হবে তার জন্য সুনির্দিষ্ট পদ্ধতি নির্দেশ করাও অভীক্ষা নির্মাণের অঙ্গ। তিনি কোন উত্তরটি শুদ্ধ কোনটি ভুল বা কোন উত্তর লিখলে বা প্রদত্ত উত্তরের মধ্যে থেকে কোন উত্তরটি চিহ্নিত করলে কত নম্বর দেওয়া হবে, কিভাবে মোট নম্বর স্থির করতে হবে সে সম্বন্ধে স্পষ্ট নির্দেশিকা তৈরী করে দেন। রচনাত্মক অভীক্ষায় এরকম নির্দেশিকা থাকে না বলেই রচনাত্মক অভীক্ষা নৈর্ব্যক্তিক নয়। প্রকৃত শিক্ষা ও মনোবৈজ্ঞানিক অভীক্ষায় এ সম্বন্ধে কোন ব্যক্তিগত বিচার বিশ্লেষণের অবকাশ থাকে না। এইভাবেই নৈর্ব্যক্তিকতার দ্বিতীয় শর্তপূরণ হয়।

৪.৩.৩.৩ তুল্যমান ও ব্যাখ্যা দান (Norm or Standard and Interpretation)

কোনো একদল ব্যক্তির উপর অভীক্ষা প্রয়োগ করে তাদের প্রাপ্ত নম্বর বা স্কোর (Score) নির্ণয় করা হল। কিন্তু, ওই স্কোরের তাৎপর্য জানা না থাকলে সবই ব্যর্থ। উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক পরিমাপ করে দেখা গেল একজন ব্যক্তির বুদ্ধ্যক্ষ (I. Q.) ১১০। কিন্তু তা থেকে বুদ্ধির প্রকৃত মান বা স্তর কীভাবে নানা যাবে? এই উদ্দেশ্যে অভীক্ষা কার এমন একটি বা একাধিক মান নির্ধারক স্কোর স্থির করে দেন যার সাহায্যে একটি বিশেষ স্কোরের ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব। উল্লিখিত উদাহরণের ক্ষেত্রে যদি অভীক্ষা নির্মাতা জানান যে সমস্ত মানুষের স্বাভাবিক বুদ্ধির মান ১০০ বুদ্ধ্যক্ষ এবং ১০০ অর্থে ৯০ থেকে ১১০ যেকোন সংখ্যা, তবে ওই ব্যক্তির বুদ্ধি স্বাভাবিক বলে ধরা হবে।

সুতরাং যে স্কোরের পরিপ্রেক্ষিতে একটি প্রাপ্ত স্কোরের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করা হয় তাই হল তুল্যমান (A score or a set of scores used comparatively to interpret the meaning of an obtained score is called Norm)। তুল্যমান স্থির করার উদ্দেশ্যে অভীক্ষা নির্মাতা একটি বড় নমুনাদলের উপর তার অভীক্ষা প্রয়োগ করে সাধারণত দুই ধরনের তুল্যমান স্থির করেন।

এক, কেন্দ্রীয় প্রবণতাভিত্তিক তুল্যমান নির্ণয় করতে হলে ওই নমুনাদলের গড় (Mean), মধ্যমা (Mediam) বা ভূমিষ্টক (Mode) ও তৎসহ বিষমতার পরিমাপ যেমন, গড়ের জন্য সম্যক বিচ্যুত (Standard Deviation), মধ্যমার জন্য চতুর্থাংশ বিচ্যুতি (Quarlite Deviation) ইত্যাদির সাহায্যে তুল্যমান বিচার করার পদ্ধতি নির্দেশ করেন। সাধারণ নীতিটি এরকম :

গড় \pm ১ \times সম্যক বিচ্যুতি = স্বাভাবিক

গড় \pm ২ \times সম্যক বিচ্যুতি = স্বাভাবিকের চেয়ে অল্প বিচ্যুত

গড় \pm ৩ \times সম্যক বিচ্যুতি = স্বাভাবিকের চেয়ে অনেকটা বিচ্যুত

গড় \pm ৪ \times সম্যক বিচ্যুতি = স্বাভাবিকের চেয়ে চূড়ান্ত বিচ্যুত

একটি অন্তর্মুখীতা বহিমুখিতার অভীক্ষার গড় ১৫০ এবং সম্যকবিচ্যুতি ২০ হলে,

১৫০ \pm ২০ = ১৩০ - ১৭০

স্বাভাবিক

১৫০ + ৪০ = ১৯০ অর্থাৎ ১৭০-১৯০

বহিমুখী (Extravert)

১৫০ + ৬০ = ২১০ অর্থাৎ ১৯০-২১০

খুব বহিমুখী (Very Extravert)

১৫০ + ৮০ = ২৩০ অর্থাৎ ২১০-২৩০

চূড়ান্ত বহিমুখী (Extremely Extravesh)

বিপরীত দিকে

$150 \pm 20 = 130-170$	স্বাভাবিক
$150 - 80 = 110 - 170$	অন্তর্মুখী (Introvert)
$150 - 60 = 90$ অর্থাৎ $90-110$	খুব অন্তর্মুখী (Very Introvert)
$150 - 40 = 90$ অর্থাৎ $90-110$	চূড়ান্ত অন্তর্মুখী (Extremely Introvert)

বিষয়টি বোঝানোর জন্য এই কাল্পনিক উদাহরণটি দেওয়া হল।

আর এক ধরনের তুল্যমানকে বলে শতাংশমান (Percentile Norm)। সেক্ষেত্রে অভীক্ষায়, প্রাপ্ত নম্বরকে শতাংশ মানে রূপান্তরিত করা হয় এবং তার ব্যাখ্যা দেওয়া হয়। যেমন, কোন ব্যক্তির প্রাপ্ত স্কোরের শতাংশমান যদি ৯৫ হয় তবে তার অর্থ হল শতকরা ৯৫ জন ওই বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে তার নীচে অবস্থান করেছে এবং শতকরা পাঁচজন তার উপরে আছে। এই বিষয়গুলি রাশিবিজ্ঞান সংক্রান্ত পাঠে বিশদভাবে জানা যাবে।

8.8 গবেষণার হাতিয়ারের প্রকারভেদ (Types of Research Tool)

গবেষণার হাতিয়ার প্রসঙ্গে অভীক্ষণ, প্রশ্নোত্তরিকা ইত্যাদি শব্দগুলি বার বার এসেছে। এগুলির বিবরণ দেওয়ার পূর্বে গবেষণার হাতিয়ারের প্রকারভেদ সম্বন্ধে সাধারণ ধারণা যাক দরকার।

একযোগে কতজন ব্যক্তির উপর প্রয়োগ করা যাবে তার ভিত্তিতে গবেষণার হাতিয়ার দুই প্রকার হতে পারে। যদি হাতিয়ারটি এমন হয় যে একবারে একজনের বেশি ব্যক্তিকে পরীক্ষা করা যাবে না তবে তাকে বলা হয় ব্যক্তিগত (Individual) হাতিয়ার। আর যদি এক সঙ্গে একটি দলের উপর প্রয়োগ করা যায় তখন তাকে বলে দলগত হাতিয়ার (Group Test)। দলগত অভীক্ষা একজন ব্যক্তির ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যাবে কিন্তু ব্যক্তিগত অভীক্ষাকে দলগতভাবে ব্যবহার করা যাবে না।

যদি কোনো অভীক্ষা প্রশ্নোত্তরিকা এমন থাকে প্রদত্ত অনেকগুলি বিকল্প উত্তরের মধ্যে থেকে একটি সঠিক বা একটি পছন্দের উত্তর হিসাবে বেছে নিতে হবে তবে তাকে বলে উত্তরাবদ্ধ (Closed Answer) হাতিয়ার। বিপরীতক্রমে কোনো উত্তর না দেওয়া থাকলে অর্থাৎ উত্তরদাতাকে নিজেই উত্তর ঠিক করে নিতে হলে তাকে বলে মুক্ত হাতিয়ার (Open Tool)।

সংস্কৃত (যেমন, বুদ্ধি, শ্রবণতা ইত্যাদি), আয়ত্তজ্ঞান (Achievement) ইত্যাদি পরিমাপ করার জন্য বাচনিক (Verbal) ও অবাচনিক (Nonverbal) এই দুই প্রকার পরিমাপক অভীক্ষা হতে পারে। প্রথমটির পদগুলি এবং উত্তর দুইই ভাষা নির্ভর কিন্তু দ্বিতীয়টির বেলায় সংস্কৃত, চিহ্ন, ছবি ইত্যাদির মাধ্যমে পদ নির্মাণ ও উত্তর দেওয়া হয়ে থাকে। অবাচনিক অভীক্ষার ক্ষেত্রে কখনও

কখনও ছবি, চিহ্ন ইত্যাদির পরিবর্তে প্রকৃত মূর্তবস্তু ব্যবহার করা হয় যা হাতে কলমে কাজ করার মধ্যে দিয়ে উত্তর দিতে হয়। এই জাতীয় অভীক্ষাকে বলে সম্পাদনী অভীক্ষা (Performance Test)। আবার সক্ষমতা ইত্যাদি পরিমাপের ক্ষেত্রে অভীক্ষার পদগুলি যদি এমনভাবে সাজানো থাকে যে সবচেয়ে সহজ দিয়ে শুরু হয়ে চূড়ান্ত কঠিন পদ দিয়ে শেষ হয় এবং যেখানে সময়সীমার কোন ভূমিকা থাকে না, সেই ধরনের অভীক্ষাকে বলা হয় শক্তি পরীক্ষার অভীক্ষা (Power Test) আর যদি পদগুলি এমন হয় যে তাদের কাঠিন্যের ভূমিকার থেকেও কত দ্রুত একজন উত্তর দিতে পারে সেই সময় সীমার গুরুত্ব বেশি তবে তাকে বলা হয় দ্রুতির অভীক্ষা (Speed Test)। অনেক অভীক্ষাই এই দুইয়ের সংমিশ্রণ।

গবেষণার কাজে অভীক্ষা নির্বাচনের সময় উপরোক্ত শ্রেণিবিভাগের প্রসঙ্গটিও গবেষকের বিবেচ্য বিষয়। তিনি তাঁর প্রয়োজনমতো কোনো শ্রেণির হাতিয়ার ব্যবহার করবেন তা স্থির করে নিয়ে তারপর নির্বাচন কার্য শুরু করেন।

8.৫ সাক্ষাৎকারিকা (Interview Schedule)

সাক্ষাৎকার (Interview) কথাটির অর্থ দুই ব্যক্তির মুখোমুখী কথোপকথনের মাধ্যমে একব্যক্তির সম্বন্ধে অন্যব্যক্তির তথ্য আহরণ বা তৃতীয় কোন বিষয় সম্বন্ধে মতামত সংগ্রহ। গবেষণার এই হাতিয়ার সবচেয়ে সহজে ব্যবহার করা যায়। যখন সাক্ষাৎকারের বিবরণ কোন মুদ্রিত ছকে নথিবদ্ধ করে নেওয়া হয় তখন ওই নথিবদ্ধ মুদ্রিত ছককে বলা হয় সাক্ষাৎকারিকা (Interview Schedule)। গবেষণার ক্ষেত্রে সাক্ষাৎকার গ্রহণকারী (Interviewer) হলেন গবেষক বা তাঁর কোন প্রতিনিধি এবং সাক্ষাৎকারদাতা (Interviewee) হলেন নমুনা দলের সদস্য। সাক্ষাৎকারে গবেষক প্রধানত প্রশ্নকর্তা এবং নমুনা দলের সদস্য উত্তরদাতা। কিন্তু এতে সুবিধা এই যে প্রশ্নকর্তা প্রয়োজনমতো তাঁর প্রশ্নের ভাষা, বাচনভঙ্গি ইত্যাদি উত্তরদাতার সুবিধা অসুবিধা অনুযায়ী পরিবর্তন করে নিতে পারেন। আবার উত্তরদাতাও প্রয়োজনমতো কোনো প্রশ্নের ব্যাখ্যা চেয়ে পাল্টা প্রশ্ন করতে পারেন। অর্থাৎ সাক্ষাৎকার অনেকসময়ই একটি দ্বিমুখী ভাববিনিময় প্রক্রিয়া। সাক্ষাৎকার দুই প্রকার হয়—অসংগঠিত (Unstructured) ও সংগঠিত (Structured) সাক্ষাৎকার।

8.৫.১ অসংগঠিত সাক্ষাৎকার (Unstructured Interview)

যখন মূল উদ্দেশ্যটি বজায় রেখে একধরনের খোলামেলা কথোপকথনের মাধ্যমে গবেষক তাঁর প্রয়োজনীয় উপাত্ত সংগ্রহ করেন তখন তাকে বলা হয় অসংগঠিত সাক্ষাৎকার। অসংগঠিত

সাক্ষাৎকারের বিবরণ কোন সাক্ষাৎকারিকার সাহায্যে লিপিবদ্ধ করা যায় না। অনেক সময়ই টেপেরেকর্ডারের সাহায্যে প্রাথমিকভাবে সাক্ষাৎকার সংগ্রহ করে পরে তার থেকে প্রয়োজনীয় তথ্য লিপিবদ্ধ করা হয়।

অসংগঠিত সাক্ষাৎকারের প্রশ্নগুলি সাধারণত পূর্বাঙ্কে স্থির করা যাবে না। শুধুমাত্র উদ্দেশ্যগুলি স্থির থাকে। কারণ পূর্বেই বলা হয়েছে যে প্রশ্নের ভাষা প্রয়োজনমত পরিবর্তন করার দরকার হতে পারে। আবার উত্তরদাতাও প্রশ্নের উত্তর কিভাবে দেবেন, কতটা সময় নেবেন তা পূর্বনির্দিষ্ট নয়। ফলে অসংগঠিত সাক্ষাৎকারের কতগুলি অসুবিধা দেখা দেয়। যেমন

- সময় লাগে বেশি। এককভাবে প্রতিটি ব্যক্তির নিকট থেকে উপাত্ত সংগ্রহ করা ও প্রত্যেকের জন্য অনির্দিষ্ট সময় প্রয়োজন হওয়ায় বড় নমুনাদলের ক্ষেত্রে এই হাতিয়ার ব্যবহার করা অসুবিধাজনক।
- অনেক অপ্রাসঙ্গিক ও অবাস্তব উত্তরের মধ্যে থেকে আসল কথাটি খুঁজে নিতে হয়। কখনও কখনও অনুমান করে নিতে হয়।
- একজনের উত্তরের সঙ্গে অন্যজনের উত্তরের মিল থাকে না। ফলে পারস্পরিক তুলনা করা কষ্টকর। আবার সব উত্তরের সারসংক্ষেপ তৈরি করাও কঠিন হয়। উত্তরের মধ্যে উত্তরদাতার ব্যক্তিত্বের প্রভাব পড়ে।
- এই পদ্ধতি যথেষ্ট নৈর্ব্যক্তিক (Objective) নয়। এর নির্ভরযোগ্যতা (Reliability) ও বিশ্বাসযোগ্যতা (Validity) নির্ণয় করা যায় না এবং কম হওয়ার সম্ভাবনা অধিক।
- এই পদ্ধতিতে গুণগত (Qualitative) উপাত্ত যতটা পাওয়া যায় পরিমাণগত (Quantitative) উপাত্ত সেই তুলনায় প্রায়ই পাওয়া যায় না।
- লাজুক ও অপেক্ষাকৃত ভীত স্বভাবের উত্তরদাতা এই পদ্ধতিতে অসুবিধা বোধ করে। এই সব অসুবিধা দূর করার জন্য সংগঠিত সাক্ষাৎকার ও সাক্ষাৎকারিকা কিছুটা সহায়ক।

8.৫.২ সংগঠিত সাক্ষাৎকার (Structured Interview)

এই পদ্ধতিতে প্রশ্নকর্তা আগে থেকেই ঠিক করে রাখেন তিনি কি কি প্রশ্ন এবং কোন্ পর্যায়ক্রমে প্রশ্ন করবেন। প্রত্যাশামতো কী কী উত্তর পেতে পারেন সে সম্বন্ধেও তাঁর একটি ধারণা থাকে। অধিকাংশ সময়ই মুদ্রিত সাক্ষাৎকারিকা (Interview Schedule) ব্যবহার করা হয়। সাধারণত প্রশ্ন করার সময় ভাষায় খুব একটা পরিবর্তন করা হয় না। উত্তরগুলিও সুনির্দিষ্টভাবে দিতে বলা

হয়। সংগঠিত সাক্ষাৎকারে অসংগঠিত সাক্ষাৎকারের সব অসুবিধা দূর করা যায় না। কিন্তু প্রয়োজনীয় সময় কিছুটা কমানো যায়। উত্তর সুনির্দিষ্ট হওয়ায় নৈর্ব্যক্তিকতা কিছুটা বাড়ে এবং কোন কোন প্রশ্নে পরিমাণ সূচক উত্তরও পাওয়া যায়। অন্যান্য অসুবিধা সত্ত্বেও সামগ্রিকভাবে সাক্ষাৎকার পদ্ধতিও সাক্ষাৎকারিকার কয়েকটি সুবিধা আছে। যেমন,

- এতে সময় বেশী লাগলেও ব্যয় কম। কারণ উপাত্তসংগ্রহের জন্য বেশি আয়োজন দরকার হয় না। তবে সে ক্ষেত্রে টেপারেকর্ডার জাতীয় যন্ত্রে সাক্ষাৎকার স্থায়ীভাবে ধরে রাখা হয় বা সাক্ষাৎকারিকা মুদ্রণের জন্য কিছু প্রাথমিক ব্যয় হতে পারে।
- এই পদ্ধতিতে প্রশ্নকর্তা উত্তরদাতার কাছে যেতে পারেন আবার উত্তরদাতাও প্রশ্নকর্তার কাছে আসতে পারেন। কোন একটি নির্দিষ্ট স্থানে উপাত্ত সংগ্রহ করতে হবে এমন কোন বাধ্যবাধকতা নেই।
- যারা লেখাপড়ায় অনগ্রসর বা লিখিত উত্তর দিতে যাদের অনীহা তাদের ক্ষেত্রে সাক্ষাৎকার যথেষ্ট কার্যকর।
- উত্তরদাতার সঙ্গে প্রাথমিক অন্তরঙ্গতার পর প্রকৃত সাক্ষাৎকারের সময় প্রশ্নকর্তা উত্তরদাতার স্বভাব প্রকৃতি সম্বন্ধে একটা মোটামুটি ধারণা করে নিতে পারেন এবং সেই অনুযায়ী সাক্ষাৎকারের ধরনে কিছুটা পরিবর্তন আনতে পারেন। একজনের বেলায় যে অভিজ্ঞতা হয় তা অন্যত্র কাজে লাগাতে পারেন।

অধিকাংশ ক্ষেত্রেই সাক্ষাৎকারের জন্য নির্বাচিত নমুনাদল সম্ভাবনা রহিত নমুনাদলের শ্রেণীভুক্ত। এই নমুনা দল তাৎক্ষণিক। উদ্দেশ্যসাধক এমন কি পক্ষপাতমূলকও হতে পারে। সাক্ষাৎকারের নমুনাদল অনির্দিষ্ট বা অসংজ্ঞায়িত জনগোষ্ঠীর তুলনায় খুবই ছোট হয়।

8.6 প্রশ্নোত্তরিকা (Questionnaire)

সাক্ষাৎকারিকার উন্নততর রূপ হল প্রশ্নোত্তরিকা (Questionnaire)। শিক্ষা গবেষণায় প্রশ্নোত্তরিকা একটি প্রধান হাতিয়ার। প্রাথমিকভাবে এই হাতিয়ার দুই প্রকার হতে পারে। যথা, উত্তরাবদ্ধ (Closed form) ও উত্তরমুক্ত (Open form)। উত্তরমুক্ত প্রশ্নোত্তরিকার বৈশিষ্ট্য প্রায় সংগঠিত সাক্ষাৎকারিকার অনুরূপ। কিন্তু উত্তরাবদ্ধ প্রশ্নোত্তরিকার গুরুত্বও বেশ বেশি তেমনি এর নির্মাণও যথেষ্ট পরিশ্রম ও সতর্কতা সাপেক্ষ।

৪.৬.১ উত্তরাবদ্ধ ও মুক্ত প্রশ্নোত্তরিকা (Closed Form and Open Form Questionnaire)

উত্তরাবদ্ধ প্রশ্নোত্তরিকার উদ্দেশ্য অভীক্ষার মতোই সুনির্দিষ্ট। অর্থাৎ যে চলটি সম্বন্ধে উত্তরাবদ্ধ প্রশ্নোত্তরিকার সাহায্যে উপাত্ত সংগ্রহ করা হবে তার একটি পূর্ব নির্দিষ্ট সংজ্ঞা আছে এবং প্রশ্নোত্তরিকায় সন্নিবিষ্ট সমস্ত প্রশ্নে উদ্দেশ্য একটাই। অবশ্য কোনো কোনো প্রশ্নোত্তরিকা যেমন একটি মাত্র চল পরিমাপের জন্য নির্মিত হয় তেমনি কোন ক্ষেত্রে একাধিক চল পরিমাপের জন্যও প্রশ্নোত্তরিকা নির্মিত হতে পারে তবে সেক্ষেত্রেও প্রতিটি চলের সংজ্ঞা পূর্ব নির্ধারিত হয়ে থাকে। সাক্ষাৎকারের মতো একটি বা দুটি প্রশ্ন করে অনেকটা তথ্য আহরণ করার চেষ্টা প্রশ্নোত্তরিকা করা হয় না। একই বিষয়ে নানাদিক থেকে অনেক প্রশ্ন করা হয়। কারণ তার ফলে পরিমাপের নির্ভরযোগ্যতা ও বিশ্বাসযোগ্যতা দুই বাড়ে। প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের পিছনে গবেষকের কঠোর শ্রম ও সূচিন্তিত পরিকল্পনা থাকে। প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের ধাপগুলি বর্ণনা করলে বিষয়টি পরিস্ফুট হবে। মনে রাখতে হবে শিক্ষা ও মনোবিজ্ঞান ব্যবহৃত বহু অভীক্ষার মূল কাঠামো ব্যাপক অর্থে প্রশ্নোত্তরিকারই নামান্তর।

প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের প্রথম ধাপ হল। যে গুণ বা বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করা হবে তার উপযুক্ত সংজ্ঞা দান করা। গবেষণার ছকের ক্ষেত্রেও এই সংজ্ঞা দান অপরিহার্য সে কথা আগেই বলা হয়েছে। এই দুই সংজ্ঞা একই।

এরপর স্থির করতে হবে ওই বৈশিষ্ট্য কোন কোন আবরণের মধ্যে দিয়ে বা মানসিক প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রকাশ পায়। গবেষক প্রথমে ওইসব আচরণ বা মানসিক প্রতিক্রিয়ার তালিকা তৈরি করে যদি তা খুব বড় হয় তবে তা থেকে একটি প্রতিনিধিত্বমূলক নমুনা (Representative Sample) বাছাই করে নেবেন। তালিকা তৈরি বা বাছাই করার কাজে পূর্ব প্রকাশিত গবেষণায় রিপোর্ট, বিশেষজ্ঞ ব্যক্তি বা কখনও কখনও অন্য ব্যক্তির সাহায্য করতে পারে।

নির্বাচিত তালিকার প্রত্যেকটি আচরণকে এক বা একাধিক প্রশ্নে রূপান্তরিত করা হল পরবর্তী কাজ। সেই সঙ্গে উত্তর দানের কাঠামোটিও এই সময় গবেষক স্থির করে দেন। প্রশ্নের উত্তর হিসাবে, হ্যাঁ-না, ঠিক-ভুল, ইত্যাদি দ্বিমাত্রিক উত্তর যেমন হতে পারে, তেমনি চার, পাঁচ বা তারও বেশি বিকল্প উত্তর হতে পারে। উদাহরণ,

চল : বিদ্যালয়ের প্রতি অভিভাবকের প্রতিন্যাস (attitude)

আচরণ বা মানসিক প্রতিক্রিয়া : (১) বিদ্যালয়ের উন্নতিতে সাহায্য

(২) বিদ্যালয়ের ভালোমন্দের সঙ্গে একাত্মবোধ

প্রশ্ন : (১) আপনার সন্তানের স্কুলের উন্নতির জন্য আপনি কি আর্থিক সাহায্য করতে প্রস্তুত ?

(২) আপনার সন্তানের স্কুলকে কেউ নিন্দা করলে আপনি কী করেন ?

উত্তরের কাঠামো : প্রথম প্রশ্ন : (চারটি বিকল্প)

সর্বদাই (৪) মাঝে মাঝে (৩) খুব কমই (২) কখনই না (১)

দ্বিতীয় প্রশ্ন : (পাঁচটি বিকল্প)

তার সঙ্গে খুব বাগড়া করি (৫) রেগে যাই (৪) একটু দুঃখিত হই (৩)

চুপ করে থাকি (২) উদাসীন থাকি (১)

লক্ষ্য করার বিষয় এই যে দুই প্রশ্নের দূরকম বিকল্প উত্তর রাখা হয়েছে। কিন্তু প্রতিক্ষেত্রেই উত্তরের মধ্যে একটি ক্রমিক ধারা আছে। যা সবচেয়ে বেশি থেকে সবচেয়ে কম এই অভিমুখে সাজানো। অবশ্য প্রকৃত প্রশ্নোত্তরিকায় দুই প্রকার বিকল্প সাধারণত একই সঙ্গে ব্যবহার করা হয় না। কম বেশি অনুযায়ী বিকল্প উত্তরগুলিকে সংখ্যা মান দিয়ে প্রকাশ করলে তা স্কোর হিসাবে গ্রহণ করা হয়। বন্ধনীর মধ্যে অনুরূপ কাল্পনিক সংখ্যা মান দেখানো হয়েছে।

এইভাবে প্রশ্নোত্তরিকা তৈরি হলে তা একটি ছোট নমুনাগুলির উপর প্রয়োগ করে দেখা হয় কোন সংযোজন, পরিমার্জন বা পরিবর্তনের প্রয়োজন আছে কিনা। এরপর আবার একটি বড়দলের উপর প্রয়োগ করে পদ বিশ্লেষণ (Item Analysis) নামক প্রক্রিয়ার সাহায্যে প্রশ্নগুলি বাছাই করে প্রশ্নোত্তরিকার চূড়ান্ত রূপ দেওয়া হয়। সবশেষে আরও বড় দলের উপর প্রয়োগ করে নির্ভরযোগ্যতা, বিশ্বাসযোগ্যতা ও তুল্যমান নির্ণয় করা হয়। তার পদ্ধতিগুলি আগেই বলা হয়েছে।

প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের এই পদ্ধতি কঠোরভাবে সর্বস্তরে প্রয়োগ করা হয় না। সেক্ষেত্রে প্রত্যক্ষভাবে গবেষক একটি মানসিক বৈশিষ্ট্য বা গুণ পরিমাপ করার জন্য একদল মানুষের উপর প্রশ্নোত্তরিকা প্রয়োগ করেন ও উপাত্ত সংগ্রহ করে প্রকল্প পরীক্ষার পর সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন সেখানে প্রশ্নোত্তরিকার উপরোক্ত গঠন পদ্ধতি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। কিন্তু সামাজিক বা অর্থনৈতিক সমীক্ষায় মতামত সমীক্ষার জন্য প্রশ্নোত্তরিকায় (Opinionnaire) অর্থাৎ এককথায় সমীক্ষা গবেষণায় যে প্রশ্নোত্তরিকা ব্যবহার করা হয় তাতে নির্মাণের সবগুলি ধাপ অনুসরণ করা হয় না।

প্রশ্নোত্তরিকার কয়েকটি সুবিধা উল্লেখ করলে এর জনপ্রিয়তার কারণ বুঝতে সুবিধা হবে।

● দলগত ভাবে প্রয়োগ করা যায় ফলে অল্প সময়ে অনেক উপাত্ত সংগ্রহ করা যায়।

- সংগৃহীত তথ্য গুণগত (Qualitative) ও পরিমাণগত (Quantitative) উভয় প্রকার উপাত্ত হিসাবেই ব্যবহার করা যায়।
- কাগজ কলম ছাড়া আর কোনো আয়োজন দরকার নেই। মুদ্রণ খরচই প্রধান ব্যয়।
- মতামত সমীক্ষা অনেকসময় ডাকযোগেও করা যায়, যদিও তাতে অপচয় বেশি হয়।
- সহজবোধ্য ভাষায় বিতর্কিত প্রশ্ন বাদ দিয়ে প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণ করলে, উত্তরদাতারা সহজেই উত্তর দিতে পারেন।
- যথেষ্ট, নির্ভরযোগ্য, বিশ্বাসযোগ্য ও নৈর্ব্যক্তিক হওয়ায় এর গুণমান উৎকৃষ্ট।
- যথেষ্ট নমনীয় পদ্ধতি হওয়ার দরুণ প্রয়োজন মতো প্রশ্নোত্তরিকার আকৃতি ও ধরণে (Format) পরিবর্তন আনা যায়।

প্রতিনি্যাস (Attitude), মূল্যবোধ (Value), আগ্রহ (Interest) এমনকি ব্যক্তিত্ব (Personality) পরিমাপের ক্ষেত্রেও প্রশ্নোত্তরিকার নানা রকমফের ব্যবহৃত হয়। প্রশ্নোত্তরিকার প্রধানতম সমস্যা এই যে উত্তরদাতা যদি সঠিক উত্তর না দিয়ে কোন উত্তরটি দিলে ভালো হবে এই বিবেচনায় উত্তর দেওয়ার চেষ্টা করেন তবে সঠিক উপাত্ত পাওয়া না যেতে পারে। এই সমস্যা দূর করার জন্য নানা পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। প্রশ্নের সংখ্যা অনেক হওয়ায় সুকৌশলে ভাষার পরিবর্তন করে একই প্রশ্নকে একাধিকভাবে রাখার ফলে এই সমস্যা অনেকটা এড়ানো যায়।

পূর্বেই বলা হয়েছে উত্তর মুক্ত প্রশ্নোত্তরিকা সংগঠিত সাক্ষাৎকারিকারই একটি রকমফের। এই জাতীয় প্রশ্নোত্তরিকার ক্ষেত্রে সাক্ষাৎকারিকার সব কয়টি অসুবিধাই বিদ্যমান। এদের নির্ভরযোগ্যতা ও বিশ্বাসযোগ্যতা পরিমাপ করা যায় না এবং এগুলি নৈর্ব্যক্তিক নয়। একমাত্র দ্রুত সমীক্ষাকার্য সম্পন্ন করার জন্যই এদের ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়াও উত্তরাবদ্ধ প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের প্রথম ধাপ হিসাবেও এই ধরনের হাতিয়ার ব্যবহার করা হয়।

8.9 আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা (Achievement Test)

কোনো পাঠক্রম বা তার অংশবিশেষের পাঠ শেষ হলে ছাত্রছাত্রীরা কতটা শিক্ষা আয়ত্ত করতে পেরেছে তার পরীক্ষা করার জন্য যে উপায় (Device) অবলম্বন করা হয় তাই হল আয়ত্তজ্ঞানে পরীক্ষা। আর এই উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত যে প্রশ্নাবলী ব্যবহার করা হয় তা আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা

(Achievement Test)। শিক্ষা গবেষণায় আয়ত্তজ্ঞান পরিমাপ করা ও সাফল্যের সহযোগী শর্তগুলি নির্ণয় ও নিয়ন্ত্রণ করা বা অসাফল্যের কারণ নির্ণয় করা একটি প্রধান চর্চার ক্ষেত্র। প্রাচীনকাল থেকেই মানুষের এই চেষ্টা আছে এবং প্রথাগত শিক্ষায় আয়ত্তজ্ঞানের মূল্যায়ন একটি আবশ্যিক অঙ্গ। সেই কারণে আয়ত্তজ্ঞান পরিমাপের পদ্ধতির নানা রকমফের দেখতে পাওয়া যায়। বস্তুত গবেষণার হাতিয়ারগুলির যে শ্রেণিবিভাগ করা হয়েছে তার সবকয়টি এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

- মৌখিক পরীক্ষা (Oral Test)—সাক্ষাৎকারের রকমফের। একক ব্যক্তির পরীক্ষা একবারে করা যায়। সংগঠিত, অসংগঠিত দুই প্রকারেরই হতে পারে।
- ব্যবহারিক পরীক্ষা (Practical Examination)—অবাচনিক (Nonverbal) ও সম্পাদনা (Performance) প্রকৃতির। আংশিকভাবে বাচনিক হতে পারে।
- লিখিত পরীক্ষা (Written Test)—সবচেয়ে বেশি প্রচলিত পরীক্ষা। দলগত (Group Test) প্রকৃতির এবং প্রধানত দুই প্রকার—রচনাত্মক (Essay type) ও নৈর্বাচনিক (Objective type)। এই দুই প্রকার পরীক্ষার প্রশ্নপত্রকে কিছুটা পরিমাণে অভীক্ষার মর্যাদা দেওয়া হয়। সেজন্য সংক্ষেপে এদের সম্বন্ধে এখানে তুলে ধরা হল। শিক্ষায় মূল্যায়ন (Evaluation in Education) বিষয়ক পাঠে আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা সম্বন্ধে বিশদ জানা যাবে।

8.৭.১ রচনাত্মক অভীক্ষা (Essay Test)

রচনাত্মক পরীক্ষা বা প্রশ্নপত্রকে সঠিক অর্থে অভীক্ষা বলা যায় না। কারণ এতে সামগ্রিকভাবে জ্ঞান পরীক্ষার জন্য মাত্র কয়েকটি রচনা লিখতে বলা হয়। প্রশ্নগুলিতে বর্ণনা করা, আলোচনা করা, রচনালেখ, ব্যাখ্যা করা এই জাতীয় অস্পষ্ট নির্দেশ থাকে যার উদ্দেশ্য সম্বন্ধে প্রশ্নকর্তা নিজেও সব সময় সচেতন থাকেন না। ছাত্রছাত্রীরা নিজেদের মতো করে উত্তর লেখে। উত্তরের মূল্যায়ন ব্যক্তি নির্ভর (Subjective) এবং বিশ্বাসযোগ্যতা ও নির্ভরযোগ্যতা খুবই কম। বলা বাহুল্য রচনাত্মক অভীক্ষা উত্তরমুক্ত প্রশ্নোত্তরিকার পর্যায়ভুক্ত। এই জাতীয় পরিমাপ পদ্ধতি প্রায় সমস্ত শিক্ষা ব্যবস্থাতেই ব্যবহৃত হয় কিন্তু গবেষণার কাজে এর প্রয়োগ নেই বললেই চলে। তবে পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরকে একটি চল হিসাবে ধরে নিয়ে অনেক গবেষণার ছক নির্মাণ করা হয়। সে অর্থে রচনাত্মক অভীক্ষাও গবেষণায়

অন্যতম হাতিয়ার। এই অভীক্ষার কোনো স্থায়ী তুল্যমান নেই। প্রতি পরীক্ষায় অন্যান্য ছাত্রছাত্রীদের ফলাফলের ভিত্তিতে তুল্যমান তৈরি হয়। পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরের শতকরা হারকে খুবই গুরুত্ব দেওয়া প্রায় প্রথায় পর্যবসিত হয়েছে।

8.9.2 নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষা (Objective Test)

উপরোক্ত নামের মধ্যে দিয়েই প্রকাশ পেয়েছে যে এই জাতীয় অভীক্ষার প্রধান উদ্দেশ্য হল রচনাত্মক অভীক্ষার ব্যক্তিকেন্দ্রিকতা (Subjectivity) দূর করা। নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষা অধিকাংশ ক্ষেত্রেই উত্তরাবদ্ধ প্রশ্নোত্তরিকার নামান্তর যদিও কোনো কোনো ক্ষেত্রে উত্তর মুক্ত প্রকৃতির হতে পারে। এই জাতীয় অভীক্ষার গঠন অনেক প্রকার হতে পারে। কিন্তু প্রত্যেক ক্ষেত্রেই জ্ঞানের একটি ক্ষুদ্রতম একককে কেন্দ্র করে প্রশ্ন তৈরি করা হয়। ফলে প্রত্যেক প্রশ্নের একটিমাত্র উত্তর সম্ভব। এই কারণেই নৈর্ব্যক্তিকতা রক্ষা করা সহজ। নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার বিশ্বাসযোগ্যতা ও নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা যায় এবং নৈর্ব্যক্তিকতা তিনটি শর্তই এক্ষেত্রে পূরণ করা সম্ভব, সম্পূর্ণ প্রথাসম্মতভাবে না হলেও। নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার কয়েকটি রকমফের নীচে দেওয়া হল।

- শূন্যস্থান পূরণ—উত্তরাবদ্ধ ও মুক্ত উত্তর দুই প্রকারেরই হতে পারে। যদি শূন্যস্থান পূরণের জন্য প্রয়োজনীয় শব্দটি স্মৃতি থেকে লিখতে হয় (Recall type) তবে প্রশ্নটি মুক্ত উত্তর পর্যায়ে। যদি একাধিক প্রদত্ত উত্তর থেকে বেছে নিতে হয়। (Recognition type) তবে প্রশ্নটি উত্তরাবদ্ধ বলে গণ্য হবে।
- হ্যাঁ-না, ঠিক-ভুল জাতীয়—কোন তথ্য বা বক্তব্যের শুদ্ধতা অশুদ্ধতা বিচার করতে বলা হয়। অভীক্ষার পদ হিসাবে নিকৃষ্ট।
- বহু উত্তর বিশিষ্ট (Multiple Choice)—প্রশ্নের চার বা পাঁচটি উত্তরের মধ্যে একমাত্র সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত করতে হয়। সযত্নে তৈরী বহু উত্তর বিশিষ্ট এইজাতীয় প্রশ্নোত্তরিকাকে প্রকৃত অভীক্ষার মর্যাদা দেওয়া যায় এবং সেজন্য সর্বোৎকৃষ্ট হিসাবে গ্রহণ করা হয়।
- জোড় মেলানো (Matching type)—দুই স্তম্ভে দেওয়া তথ্যের একটির সঙ্গে অপর স্তম্ভের সঠিক তথ্যের জোড় মেলানোর নির্দেশ দেওয়া হয়। শর্তসাপেক্ষে এই জাতীয় পদও অভীক্ষার গুণ বিশিষ্ট।

নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষা যখন পূর্বে উল্লিখিত প্রশ্নোত্তরিকা নির্মাণের পদ্ধতি কঠোরভাবে অনুসরণ নির্মাণ করা হয় তখন তাকে বলে আদর্শায়িত আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা (Standardized Achievement

Test)। এই অভীক্ষাকে স্থায়ীভাবে বার বার গবেষণার প্রয়োজনে ব্যবহার করা যায় এবং নির্ভরযোগ্য, বিশ্বাসযোগ্য ও প্রকৃত নৈর্ব্যক্তিক হওয়ার দরুণ অভীক্ষা প্রয়োগ করে পাওয়া উপাত্ত বিশ্লেষণ করে গবেষণার প্রকল্প পরীক্ষা করাও স্বীকৃত পদ্ধতি।

৪.৭.৩ সাফল্যসূচক অভীক্ষা (Criterion Referenced Test)

এই জাতীয় অভীক্ষার ফলাফলের বিচার কোন দলগত সাফল্যের তুল্যমান (Group Norm) দিয়ে বিচার করা হয় না। এক্ষেত্রে শিক্ষণীয় বিষয় বা আচরণ পরিবর্তনের যে সূচক (Criterion) গবেষক স্থির করে পরিচর্যাদান শুরু করেন, কোনো একক ব্যক্তি সেই সূচকটি স্পর্শ করলেই তাকে সফল বলে গণ্য করা হবে। এই জাতীয় অভীক্ষা তাৎক্ষণিক ভাবে নির্মিত হতে পারে আবার পূর্ব পরিকল্পিতও হতে পারে এবং শিক্ষাক্ষেত্রে কখনও কখনও এগুলিকে শিক্ষক নির্মিত (Teacher made) অভীক্ষাও বলা হয়। গবেষণার ক্ষেত্রে, একক পরীক্ষণপত্র সম্বলিত গবেষণার ছকে, বিশেষত ভিত্তিরেখায়ুক্ত গবেষণার ছকে এই ধরনের অভীক্ষা বহুল ব্যবহৃত।

৪.৮ বুদ্ধি ও বিশেষ প্রবণতার অভীক্ষা (Intelligence and Special Aptitude Test)

শিক্ষামনোবিজ্ঞান (Educational Psychology) বিষয়ক পাঠে বুদ্ধি, বিশেষ প্রবণতা ও তাদের পরিমাপের প্রসঙ্গে বিশদভাবে জানা হয়েছে। এখানে তার পুনরাবৃত্তি নিম্নয়োজন। বুদ্ধি পরিমাপের শতবর্ষ উত্তীর্ণ হয়েছে। গত একশত বৎসরেরও বেশি সময় যাবত অসংখ্য নানা ধরনের বুদ্ধি অভীক্ষা যেমন তৈরি হয়েছে তেমনি তার প্রয়োগ বৈচিত্র্যও অপারিসীম। শিক্ষা গবেষণায় যে সমস্ত মনোবৈজ্ঞানিক অভীক্ষা ব্যবহৃত হয় তার মধ্যে বুদ্ধির অভীক্ষা এখনও সর্বাধিক সংখ্যায় দেখতে পাওয়া যায়। গবেষণার হাতিয়ারের শ্রেণিবিভাগে উল্লিখিত সবকয়টিই বুদ্ধি অভীক্ষার ক্ষেত্রে প্রযুক্ত। অভীক্ষা নির্মাণের পদ্ধতি, বিশ্বাসযোগ্যতা, নির্ভরযোগ্যতা, নৈর্ব্যক্তিকতা ইত্যাদি নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলি মূলত বুদ্ধি অভীক্ষাকে কেন্দ্র করেই আবিষ্কৃত হয়েছিল। সুতরাং একথা বলাই বাহুল্য যে এই গুণগুলি বুদ্ধি অভীক্ষার ক্ষেত্রে সর্বাধিক। এই কারনেই যদি বলা হয় যে গবেষণার হাতিয়ারের মধ্যে সবচেয়ে শক্তিশালী হল বুদ্ধি অভীক্ষা, তা অসংগত হবে না। কয়েকটি বুদ্ধি অভীক্ষা, যেগুলি প্রাচীন কিন্তু নানাভাবে সারা বিশ্বে এখনও ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়, তাদের নাম ও প্রকৃত নীচে সংক্ষেপে উল্লেখ করা হল।

: বুদ্ধির অভীক্ষার সাধারণ পরিচয় :

অভীক্ষার নাম	নির্মাতা	প্রকৃতি
(১) স্ট্যানফোর্ড বিনে অভীক্ষা Stanford Binet Scal	এ্যালফ্রেড বিনে, পরে হল টানমান পরিমার্জিত।	মূলতঃ বাচনিক, উত্তরমুক্ত, শক্তি পরিমাপক, g পরিমাপ করে।
(২) ওয়েক্সলারের বুদ্ধি মাপনী সমূহ Wechslers Scals	ওয়েক্সলার	বাচনিক ও অবাচনিক। উত্তরমুক্ত শক্তি ও দ্রুতি পরিমাপক। বুদ্ধির অনেকগুলি উপাদান পরিমাপ করে এবং g পরিমাপ করে।
(৩) র্যাভেনের অভীক্ষাসমূহ Ravens Tests	র্যাভেন	অবাচনিক, উত্তরাবদ্ধ। সম্পূর্ণভাবে শক্তি পরিমাপক। g পরিমাপ করে।
(৪) ক্যাটেলের কৃষ্টিমুক্ত অভীক্ষা Cattells Culture Fair Tests	আর. বি. ক্যাটেল	অবাচনিক, উত্তরাবদ্ধ মূলতঃ দ্রুতি পরিমাপক। ক্যাটেলের তত্ত্ব অনুযায়ী কেলাসিত g পরিমাপ করে।

৪.৯ ব্যক্তিত্ব অভীক্ষা (Personality Test)

ব্যক্তিত্ব পরিমাপ ও শিক্ষাগবেষণার পরিকল্পনায় বিশিষ্ট স্থান অধিকার করে আছে। কারণ ব্যক্তিত্বকে শিক্ষাবিদরা স্বতন্ত্র ও নির্ভরশীল এই দুই প্রকার চল হিসাবেই গণ্য করতে অভ্যস্ত। শিক্ষার বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলি শিক্ষার্থীদের উপর কতটা প্রভাব বিস্তার করে এই দৃষ্টিভঙ্গিকে বিচার করলে। ব্যক্তিত্ব হল নির্ভরশীল চল। এতে মনে করা হয় শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বের বিকাশ। বিপরীতক্রমে শিক্ষার্থী বা শিক্ষকের ব্যক্তিত্ব কীভাবে পঠনপাঠন প্রক্রিয়াকে প্রভাবিত করে, তাদের আচরণকে নিয়ন্ত্রিত করে ইত্যাদি প্রসঙ্গে ব্যক্তিত্ব হল স্বতন্ত্র চল। এই কারণে ব্যক্তিত্ব পরিমাপক হাতিয়ার শিক্ষা গবেষণায় ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। সাধারণভাবে ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী (Personality Inventory) ও প্রতিফলন অভীক্ষার প্রয়োগ অধিক।

৪.৯.১ ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী (Personality Inventory)

ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী ব্যক্তিত্বের সংলক্ষণ তত্ত্বের (Trait theory of personality) উপর প্রতিষ্ঠিত। প্রকৃতপক্ষে এই জাতীয় অভীক্ষা ব্যক্তির আচরণ, অনুভব বা চিন্তা সম্বন্ধে একটি প্রমোত্তরিকা মাত্র।

ব্যক্তিত্বের এক বা একাধিক সংলক্ষণ (যেমন, বহিমুখিতা-অন্তমুখিতা, উদ্যমমুখিতা—উদ্যমহীনতা, ইত্যাদি) যেসব আচরণের মধ্যে দিয়ে প্রকাশ পায় সেই সব আচরণ সম্বন্ধে কোনো ব্যক্তির অবস্থা জানতে চেয়ে একগুচ্ছ প্রশ্ন, বা কখনও বক্তব্য প্রশ্নোত্তরিকার মতই উপস্থিত করা হয়। উত্তর দেওয়ার জন্য তিন বা ততোধিক ক্রমিক বিকল্পের মধ্যে যেটি উত্তর দাতার অবস্থার সঙ্গে সবচেয়ে মানানসই সেটি চিহ্নিত করতে বলা হয়। প্রতিটি উত্তরের জন্য নির্দিষ্ট স্কোর যোগ করে ওই সংলক্ষণটি উত্তরদাতার মধ্যে কী অবস্থায় আছে তা নির্ণয় করা হয়। উদাহরণ,

সংলক্ষণ : অন্তমুখিতা-বহিমুখিতা

আচরণ : সামাজিক মেলামেশা

প্রশ্ন : আপনি কি অপরিচিত ব্যক্তির সঙ্গে নিজে থেকেই পরিচিত হতে পারেন ?

উত্তর : হ্যাঁ কখনও কখনও না।

বক্তব্য আকারে একই প্রশ্ন : আমি সহজেই অপরিচিত ব্যক্তির সঙ্গে আলাপ করতে পারি।

উত্তর : ঠিক কিছুটা ঠিক ঠিক নয়।

একমভাবে একই সংলক্ষণের জন্য অনেক প্রশ্ন বা বক্তব্য মিলে একটি ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী গড়ে ওঠে। কোনো কোনো ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী একটি মাত্র সংলক্ষণ পরিমাপ করে আবার কয়েকটি অনেকগুলি সংলক্ষণ একত্রে পরিমাপ করতে পারে। যেমন, ক্যাটেলের ষোলোটি ব্যক্তিত্ব উপাদান অভীক্ষা (Cattells 16 Personality Factor Test), আইজেন্সকের ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী (Eysencks Personality Inventory) ইত্যাদি।

একথা বলা নিঃপ্রয়োজন যে উপযুক্ত পদ্ধতি অবলম্বন করে, যা প্রশ্নোত্তরিকা প্রসঙ্গে বলা হয়েছে। নির্মিত ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী নির্ভরযোগ্য বিশ্বাসযোগ্য এবং নৈর্ব্যক্তিকভাবে ব্যক্তিত্ব পরিমাপে সক্ষম। এই অভীক্ষাগুলি সবই উত্তরদাতার নিজের সম্বন্ধে নিজেই উত্তরদান করার উপর নির্ভরশীল।

8.৯.২ প্রতিফলন অভীক্ষা (Projective Test)

প্রতিফলন অভীক্ষা ব্যক্তিত্ব পরিমাপের চেয়েও ব্যক্তিত্ব সম্বন্ধে বর্ণনাত্মক তথ্য বেশী দিতে পারে। এগুলি ফ্রয়েডের নিঃসঙ্গ মনের (Unconscious mind) তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত। প্রথম দিকে যেসব প্রতিফলন অভীক্ষায় নির্মিত হয়েছিল, তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল Rorschach Ink Blot test, Morgan and Murray's Thematic Apperception Test, Rosenzweig Picture Frustration Test ইত্যাদি। পরবর্তীকালে এই ধরনের নতুন অভীক্ষা নির্মাণের কথা আর শোনা যায় না তার কারণ

অনেকগুলি। সেইসঙ্গে একথাও মনে রাখতে হবে যে বৈজ্ঞানিক গবেষণায় এদের প্রয়োগও খুব সীমিত। অতীক্ষাগুলির বর্ণনা শিক্ষা মনোবিজ্ঞানে ব্যক্তিত্ব সংক্রান্ত পাঠে দেওয়া হয়েছে। এখানে শুধুমাত্র উপরোক্ত কারণগুলি উল্লেখ করা হল।

- এই অতীক্ষাগুলি শুধুমাত্র নির্জ্ঞান মনের সম্বন্ধে তথ্য দিতে পারে।
- নির্জ্ঞান মনের তথ্য চিকিৎসা মনোবিজ্ঞানে ও তার গবেষণায় প্রয়োজন হতে পারে। শিক্ষা বিজ্ঞানে এর প্রয়োগ নেই বললেই চলে।
- এগুলির বিশ্বাসযোগ্যতা, নির্ভরযোগ্যতা ও নৈর্ব্যক্তিকতা খুবই কম। বহু ব্যাখ্যাই বিতর্কিত ও ব্যক্তি নির্ভর।
- একক পরীক্ষা (Individual) হওয়ায় সময় সাপেক্ষ, দলগতভাবে প্রয়োগ করা যায় না।
- প্রয়োগ ও ব্যাখ্যার জন্য মনোবিজ্ঞানের ডিগ্রি ও পরে উপযুক্ত প্রশিক্ষণ দরকার। যে কোন গবেষকই ব্যবহার করতে পারেন না।
- চিকিৎসা মনোবিজ্ঞানের বাইরে স্বাভাবিক মানুষের ক্ষেত্রে বাস্তবিক তাৎপর্য খুব কম।

৪.৯.৩ রেটিং স্কেল (Rating Scale)

গবেষণার ছক সম্বন্ধে আলোচনার সময় চার প্রকার পরিমাপক, স্কেলের কথা বলা হয়েছিল। তারমধ্যে আন্তর (Interval) পরিমাপকের সর্বোৎকৃষ্ট উদাহরণ হল ব্যক্তিত্ব পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত মাপনী বা রেটিং স্কেল। যখন এক বা একাধিক ব্যক্তি কোনো একটি ব্যক্তিত্ব সংলক্ষণসূচক আচরণের পরিপ্রেক্ষিতে তার ঘনিষ্ঠ পরিচিত অন্য মানুষের অবস্থান নির্দেশ করে। তখন তাকে বলা হয় রেটিং করা। একই ব্যক্তি সম্বন্ধে একই আচরণের ভিত্তিতে যখন অনেক মানুষ রেটিং করেন, তখন ঐগুলি একত্রিত করে বিশেষভাবে তৈরি রাশিবিজ্ঞানের কৌশল প্রয়োগ করে ওই ব্যক্তিত্বের পরিমাপ পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে যুক্তি হল, অন্যরা একজন মানুষের আচরণ পর্যবেক্ষণ করে, যে ধরনের মানুষ হিসাবে চিহ্নিত করেন সেটিই তার ব্যক্তিত্ব। যেমন

ব্যক্তি ক :

আচরণ : সঙ্কীর্ণতা—উদারতা

রেটিং স্কেল : চরম সঙ্কীর্ণ কিছুটা সঙ্কীর্ণ মাঝামাঝি কিছুটা উদার চরম উদার

এক্ষেত্রে দশ জন মানুষ যদি ব্যক্তি 'ক' কে বিচার করেন, তবে মতপার্থক্য হবে কিন্তু রাশিবিজ্ঞানের পদ্ধতি প্রয়োগ করে কতটা সঙ্কীর্ণ বা উদার তা নির্ণয় করা যাবে।

এই পদ্ধতিতে ব্যক্তিত্ব পরিমাপ করা গবেষকের পক্ষে কঠিন কাজ। একমাত্র যদি ব্যক্তিত্বই গবেষণার বিষয় হয় তা হলে ভিন্ন কথা। যখন গবেষণার ছকটি এমন যে একটি ক্লাসের সব ছাত্রছাত্রী তাদের নিজেকে ছাড়া বাকি সকলের নির্বাচিত ব্যক্তিত্ব সংলক্ষণগুলির রেটিং করবে তখন এই পদ্ধতির প্রয়োগ করা যেতে পারে। কিন্তু রাশিবিজ্ঞানের পদ্ধতির প্রয়োগও সমস্ত গবেষকের পক্ষে সহজসাধ্য নয়।

এছাড়াও এই পদ্ধতি যথেষ্ট ক্রটীমুক্ত নয়। ব্যক্তিগত পছন্দ অপছন্দ, বন্ধুত্ব ও বিরোধ, প্রদত্ত সংলক্ষণগুলি সম্বন্ধে নিজস্ব ধারণার প্রভাব, এসব মিলিয়ে ব্যক্তিত্বের সঠিক পরিমাপ না পাওয়া যেতে পারে।

8.১০ আগ্রহ উন্মোচনী (Interest Inventory)

শিক্ষাগবেষণায় আগ্রহের প্রকৃতি (Interest Pattern) পরিমাপ করা কখনও কখনও প্রয়োজন হয়। আগ্রহ পরিমাপের পদ্ধতি প্রথম দিকে কুডার (Kuder) বা স্ট্রং (Strong) প্রমুখ অভীক্ষাকারগণ যেভাবে স্থির করে দিয়েছিলেন তারই রকমফের পরবর্তীকালেও প্রয়োগ করা হয়ে আসছে। এই পদ্ধতির মূলনীতিকে বলা হয় যুগ্ম সহযোগী (Paired Associate) পদ্ধতি। আসল বিষয় হল, অনেকগুলি আগ্রহের বিষয়কে জোড়া জোড়া আকারে অভীক্ষার্থীর কাছে তুলে ধরা হয়। অভীক্ষার্থীকে তারমধ্যে থেকে যেটি অধিক পছন্দের সেটি বেছে নিতে হয়। সমস্ত প্রকার সম্ভাব্য জোড়া (All possible pair) বাছাই করা হলে, রাশিবিজ্ঞানের নিয়ম প্রয়োগ করে অভীক্ষার্থীর পছন্দের ক্রম নির্ণয় করা হয়।

এই পদ্ধতি নির্ভরযোগ্য কিন্তু যেহেতু আগ্রহের ক্ষেত্র দ্রুত পরিবর্তিত হয় সেহেতু এই পরিমাপের স্থায়ী প্রভাব কিছু নেই।

8.১১ গবেষণার অন্যান্য হাতিয়ার (Other Research Tools)

গবেষণার হাতিয়ার যে শুধুমাত্র দলগত গবেষণার জন্য প্রয়োজন হয় না এই ধারণা ইতিমধ্যেই দেওয়া হয়েছে। উপাত্ত সংগ্রহের জন্য সঠিক অর্থে হাতিয়ার বলা যায় না অথচ পদ্ধতিগুলির প্রয়োগ আছে এরকম দুই একটি বিষয় এখানে জেনে রাখা যে কোন গবেষকের পক্ষেই ভালো।

8.১১.১ ব্যক্তিগত বিবরণী (Case Report)

একক ব্যক্তি নির্ভর গবেষণায় একজন ব্যক্তি সম্বন্ধে খুঁটিনাটি তথ্য নথিভুক্ত করার প্রক্রিয়া হল ব্যক্তিগত বিবরণী। সাধারণত সমস্যামূলক আচরণ, দৃষ্টান্তমূলক আচরণ ইত্যাদির ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত

বিবরণী প্রস্তুত করা হয়। এই বিবরণী কেমন হবে তার কোনো বাঁধা ধরা নিয়ম নেই। এখন যদি 'ব্যক্তি' শব্দটিকে সম্প্রসারিত করে 'একক' হিসাবে ধরা হয় তবে এই বিবরণী শুধুমাত্র মানুষ সম্বন্ধে নাও হতে পারে। শিক্ষাগবেষণায় কোন শিক্ষা প্রতিষ্ঠান সম্বন্ধে, তা সেটি সমস্যামূলক বা দৃষ্টান্তমূলক প্রতিষ্ঠান যাই হোক, খুঁটিনাটি বিবরণ লিপিবদ্ধ করে তার বৈশিষ্ট্য ও সমস্যা চিহ্নিত করার চেষ্টা করা হয়, বহু গবেষণার ক্ষেত্রে ওইগুলিই প্রধান উপাত্ত। এই পদ্ধতি প্রধানত গুণগত উপাত্ত সংগ্রহের উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।

8.১১.২ ব্যক্তিগত ইতিহাস (Case History)

উপরোক্ত পদ্ধতিরই সামান্য পরিবর্তিত রূপ বা সহযোগী রূপ হল ব্যক্তিগত ইতিহাস। সাধারণত সমস্যামূলক আচরণের ক্ষেত্রে সমস্যার কারণ চিহ্নিত করার জন্য ব্যক্তি বা প্রতিষ্ঠানের অতীত সংক্রান্ত সমস্ত তথ্য লিপিবদ্ধ করে ব্যক্তিগত ইতিহাসের বিবরণী তৈরি হয়। গবেষণার প্রয়োজনে বিশেষভাবে কার্যকরী গবেষণার ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়।

8.১২ সারসংক্ষেপ (Summing Up)

গবেষণার পরিকল্পনা অনুযায়ী প্রকল্প পরীক্ষার উদ্দেশ্যে যে সমস্ত উপায় অবলম্বন করে উপাত্ত সংগ্রহ করা হয় তাকে বলে গবেষণার হাতিয়ার। গবেষণার হাতিয়ার কয়েকটি গুণ বিশিষ্ট হওয়া দরকার। এই সবগুলোর মধ্যে প্রথম হল হাতিয়ারটির আভ্যন্তরীণ সুস্থিতি। আভ্যন্তরীণ সুস্থিতির ফলে একটি হাতিয়ার বার বার একই দলের উপর প্রয়োগ করলে একই ফল পাওয়া যায়। একে বলে নির্ভরযোগ্যতা। দ্বিতীয় গুণ হল বিশ্বাসযোগ্যতা, যার অর্থ যে চল পরিমাপ করার জন্য হাতিয়ারটি নির্মিত, প্রকৃতই সেই চলটি বিশ্বস্ততার সঙ্গে পরিমাপ করতে পারে। নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয় করা হয়। পুনরীক্ষা, অর্ধবিভাজন, সমান্তরাল অভীক্ষা ও যৌক্তিক সমতুল্যতা এই চার রকম পদ্ধতিতে। বিশ্বাসযোগ্যতা তাও অনেক প্রকার হতে পারে। যথা, বিষয়গত, নিমিতি ভিত্তিক, উৎপাদকীও, সহঅভীক্ষাভিত্তিক, বহির্লক্ষণ ও অনুগমন পদ্ধতিতে। তৃতীয়গুণ নৈর্ব্যক্তিকতা বজায় রাখার জন্য প্রয়োজন হয় ব্যবহার বিধি, নম্বর (স্কেল) দানের পদ্ধতি ও তুল্যমান নির্দিষ্ট করে দেওয়া।

গবেষণার হাতিয়ারগুলির মধ্যে সর্বপ্রথম সাক্ষাৎকারের কথা বলতে হয়। সাক্ষাৎকার হল দুই ব্যক্তির মুখোমুখী প্রশ্নোত্তরভিত্তিক ভাব বিনিময়। সাক্ষাৎকার অসংগঠিত ও সংগঠিত এই দুই প্রকার হয়। সংগঠিত সাক্ষাৎকার মুদ্রিত কাগজে লিপিবদ্ধ করার যে পদ্ধতি তাকে বলা হয় সাক্ষাৎকারিকা। সাক্ষাৎকার পদ্ধতি হিসাবে যথেষ্ট নির্ভরযোগ্য ; বিশ্বাসযোগ্য বা নৈর্ব্যক্তিক নয়। কিন্তু অল্প ব্যয় সাধ্য, সহজ পদ্ধতি হিসাবে এই পদ্ধতির ব্যবহার প্রচুর।

গবেষণার হাতিয়ার হিসাবে সবচেয়ে বেশি ব্যবহার হয় নানা ধরনের প্রম্নোত্তরিকা। প্রম্নোত্তরিকা নির্মাণ করা হয় কোন এক বা একাধিক চলকে পরিমাপ করার জন্য সংগৃহীত অনেক প্রশ্নের নির্দিষ্ট ভাবে উত্তর দানের ভিত্তিতে। ব্যক্তিত্ব, মূলবোধ, প্রতিন্যাস ইত্যাদি অনেক মানসিক চল যে সমস্ত অভীক্ষার সাহায্যে পরিমাপ করা হয়, প্রকৃত প্রস্তাবে তা প্রম্নোত্তরিকার নামান্তর। প্রম্নোত্তরিক উত্তরাবদ্ধ ও উত্তরমুক্ত এই দুই প্রকার হয়।

কাল পাঠক্রম শেষ করার পর শিক্ষার্থী পাঠক্রমটি কত ভালোভাবে আয়ত্ত করতে পেয়েছে তার পরিমাপ করা হয় আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষার সাহায্যে। আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষা রচনাত্মক ও নৈর্ব্যক্তিক এই দুই প্রকার হয়। রচনাত্মক অভীক্ষার ব্যবহার গবেষণার ক্ষেত্রে বিরল কিন্তু নৈর্ব্যক্তিক আয়ত্তজ্ঞান অনেক ব্যবহার করা হয় কারণ এই অভীক্ষা উত্তম গবেষণার হাতিয়ারের সবকয়টি শর্তপূরণ করে। এছাড়াও তৃতীয় প্রকার আয়ত্তজ্ঞান অভীক্ষার ব্যবহার বিশেষ শিক্ষা ও শ্রেণিকক্ষে ব্যবহৃত হয়। একে বলা হয় সাফল্য সূচক অভীক্ষা। এইসব হাতিয়ারের পাশাপাশি বুদ্ধি ও প্রবণতা পরিমাপের জন্য অনেক প্রকার অভীক্ষা আছে। এই অভীক্ষাগুলি নানা ধরনের হয়। একক ব্যক্তিগত, দলগত, শক্তি ও দ্রুতি পরিমাপক, বাচনিক, অবাচনিক ও সম্পাদনী অভীক্ষা ইত্যাদি।

ব্যক্তিত্ব পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয় ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী ও প্রতিফলন অভীক্ষা। প্রথমটি ব্যক্তিত্বের সংলক্ষণ পরিমাপ করার জন্য প্রম্নোত্তরিকা বিশেষ আর দ্বিতীয় প্রকার অভীক্ষা ফ্রয়েডের নির্জ্ঞান তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত। যখন একদল ব্যক্তি অপর একজন ব্যক্তিকে পর্যবেক্ষণ করে তার ব্যক্তিত্বের বৈশিষ্ট্যগুলি চিহ্নিত করে তখন ওই পদ্ধতিকে বলা হয় বেটিং স্কেল। আগ্রহ অভীক্ষা ব্যক্তিগত বিবরণী, সমস্যার বিবরণী ও ইত্যাদির প্রয়োগও শিক্ষা গবেষণায় দেখতে পাওয়া যায়।

8.১৩ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার হাতিয়ার কাকে বলে ?
- ২। নির্ভরযোগ্যতার সংজ্ঞা দিন ?
- ৩। গবেষণার হাতিয়ারের বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয়ের প্রয়োজন কেন ?
- ৪। অনুগমন কথাটির অর্থ কী ?
- ৫। নৈর্ব্যক্তিকতার সঙ্গে ব্যবহারবিধির সম্পর্ক কী ?
- ৬। তুল্যমানের প্রয়োজন হয় কেন ?
- ৭। অসংগঠিত ও সংগঠিত সাক্ষাৎকারের পার্থক্য কী ?
- ৮। প্রম্নোত্তরিকা কাকে বলে ?

- ৯। প্রতিফলন অভীক্ষা কিসের জন্য ব্যবহৃত হয় ?
- ১০। রচনাত্মক অভীক্ষা দুটি ক্রম বসুন।
- ১১। ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী কাকে বলে ?
- ১২। অগ্রহ পরিমাপের জন্য কী পদ্ধতি অবলম্বন করা হয় ?
- ১৩। ব্যক্তিগত বিবরণী কখন কাজে লাগে ?
- ১৪। সাফল্যসূচক কথাটির অর্থ কী ?
- ১৫। উৎপাদকীয় বিশ্বাসযোগ্যতা কাকে বলে ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। অর্ধবিভাজন পদ্ধতিতে হাতিয়ারের নির্ভরযোগ্যতা নির্ণয়ের পদ্ধতি সংক্ষেপে বলুন।
- ২। উদাহরণ দিয়ে সহ-অভীক্ষা ভিত্তিক বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা করুন।
- ৩। তুল্যমান কি ও কত প্রকার ? উদাহরণ দিন।
- ৪। উত্তরাবদ্ধ ও মুক্ত প্রশ্নোত্তরিকার পার্থক্য কী ?
- ৫। রচনাত্মক অভীক্ষাকে সঠিক অর্থে অভীক্ষা বলা যায় না কেন ?
- ৬। রেটিং স্কেলের সাহায্যে ব্যক্তিত্ব পরিমাপের পদ্ধতি ব্যাখ্যা করুন।
- ৭। বুদ্ধি পরিমাপের হাতিয়ার সম্বন্ধে আপনার ধারণা ব্যক্ত করুন।
- ৮। নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষা কত প্রকার ? এর সুবিধা কী ?
- ৯। ব্যক্তিত্ব উন্মোচনী কী ? এর বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে সংক্ষেপে লিখুন।
- ১০। সমস্যার বিবরণী ও ইতিহাস লিপিবদ্ধ করা হয় কেন ?

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। গবেষণার হাতিয়ার কাকে বলে ? এর নির্ভরযোগ্যতা পরিমাপ করার পদ্ধতিগুলি ব্যাখ্যা করুন।
- ২। বিশ্বাসযোগ্যতা পরিমাপ করা প্রয়োজন কেন ? কত রকমভাবে বিশ্বাসযোগ্যতা নির্ণয় করা যায় ?
- ৩। গবেষণার হাতিয়ার হিসাবে সাক্ষাৎকারিকার সুবিধা অসুবিধাগুলি উল্লেখ করুন। প্রশ্নোত্তরিকার সঙ্গে এর পার্থক্য কী ?
- ৪। রচনাত্মক ও নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার সাহায্যে আয়ত্বজ্ঞান পরিমাপ পদ্ধতির পূর্ণ বিবরণ দিন।
- ৫। ব্যক্তিত্ব পরিমাপের পদ্ধতিগুলি উদাহরণসহ আলোচনা করুন।

একক ৫ □ উপাত্তবিশ্লেষণ ও গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করণ

গঠন (Structure)

- ৫.১ সূচনা
- ৫.২ উদ্দেশ্য
- ৫.৩ উপাত্তের শ্রেণিবিভাগ
 - ৫.৩.১ প্রাথমিক ও গৌণ উপাত্ত
 - ৫.৩.২ পরিমাণগত ও গুণগত উপাত্ত
- ৫.৪ উপাত্ত সংগ্রহ
 - ৫.৪.১ উপাত্ত সংগ্রহের প্রকরণ
 - ৫.৪.২ উপাত্ত বিন্যস্ত করণ
 - ৫.৪.৩ উপাত্তের দৃশ্যরূপ দান
- ৫.৫ উপাত্ত বিশ্লেষণ
 - ৫.৫.১ পরিমাণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ
 - ৫.৫.২ গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ
 - ৫.৫.৩ উপাত্ত বিশ্লেষণের অন্তিম ফল
- ৫.৬ গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করণ
 - ৫.৬.১ গবেষণার বিবরণের গুরুত্ব
 - ৫.৬.২ শিরোনাম ও গবেষকের পরিচয়
 - ৫.৬.৩ সূচনা
 - ৫.৬.৪ সংশ্লিষ্ট গবেষণা সংক্রান্ত প্রকাশনার পর্যালোচনা
 - ৫.৬.৫ গবেষণার পদ্ধতি ও প্রকরণ
 - ৫.৬.৫.১ চল
 - ৫.৬.৫.২ জনগোষ্ঠী ও নমুনা দল
 - ৫.৬.৫.৩ গবেষণার ছক ও প্রকল্প
 - ৫.৬.৫.৪ উপাত্ত সংগ্রহের হাতিয়ার
 - ৫.৬.৫.৫ উপাত্ত সংগ্রহের প্রকরণ
 - ৫.৬.৫.৬ উপাত্ত বিশ্লেষণ

৫.৬.৫.৭ ফলাফল ও আলোচনা

৫.৬.৫.৮ সারসংক্ষেপ ও সিদ্ধান্ত

৫.৬.৫.৯ গ্রন্থপঞ্জী

৫.৬.৫.১০ উপাংশ

৫.৭ সারসংক্ষেপ

৫.৮ প্রস্তাবলী

৫.৯ গ্রন্থপঞ্জী

৫.১ সূচনা (Introduction)

গবেষণার চূড়ান্ত পর্যায়ে নির্বাচিত নমুনাদলের উপর নির্বাচিত হাতিয়ার প্রয়োগ করে যে তথ্য আহরণ করা হয় তাই হল গবেষণার উপাত্ত (Research data)। উপাত্ত হল প্রকল্প পরীক্ষার ভিত্তি এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের সদর দরজা। সুনির্দিষ্ট প্রক্রতিতে ধাপে গবেষক নমুনা দলের নিকট থেকে উপাত্ত সংগ্রহ করে তাঁর চূড়ান্ত লক্ষ্যে পৌঁছান। উপাত্ত এক প্রকার নয়, নিছক কিছু সংখ্যা মাত্রও নয়। গবেষণার ছক, চল ইত্যাদির পরিপ্রেক্ষিতে চার রকম স্কেল বা মাপনীর কথা বলা হয়েছিল। নামবাচক (Nominal), ক্রমিক (Ordinal) আন্তর (Interval) এবং আনুপাতিক (Ratio) এই চারপ্রকার স্কেল থেকে আমরা ভিন্ন ভিন্ন রকমের উপাত্ত পাই। সেই অনুযায়ী স্থির হয় আমরা শ্রেণি বিভক্ত না ধারাবাহিক চলসংক্রান্ত পরিমাপ বা উপাত্ত লাভ করব। যেমন, নামবাচক হলে অতি অবশ্যই শ্রেণি বিভক্ত (গ্রাম-আধাশহর-শহর বা স্ত্রী-পুরুষ) উপাত্ত, ক্রমিক হলে (খুবই একমত, একমত, ভিন্নমত, খুবই ভিন্নমত) শ্রেণি বিভক্ত উপাত্ত অথবা কৃত্রিমভাবে আন্তর স্কেলে রূপান্তরিত সংখ্যা মান এবং আনুপাতিক স্কেল হলে প্রকৃত ধারাবাহিক উপাত্ত (যেমন, বয়স) পাওয়া যাবে।

এই কারণে সমস্ত কিছুর পরও গবেষককে বুঝে নিতে হয় উপাত্তের উৎস ও প্রকৃতি কেননা তারই উপর নির্ভর করে বিশ্লেষণের পদ্ধতি। বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্তগ্রহণ করা হলেও গবেষকের কাজ শেষ হয় না। গবেষণার পূর্ণাঙ্গ বিবরণ লিপিবদ্ধ করাও গবেষকের পরিকল্পনার একান্ত আবশ্যিকীয় অঙ্গ।

৫.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ উপাত্তের শ্রেণিবিভাগ করতে পারবে।
- ★ উপাত্ত বিশ্লেষণের প্রকৃতি সম্পন্ন করতে পারবে।

- ★ পরিমাণগত ও গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণের নীতি অনুধাবন করতে পারবে।
- ★ গবেষণার ফলাফল লিপিবদ্ধ করার গুরুত্ব বলতে পারবে।
- ★ গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করার ধাপগুলি চিহ্নিত করতে পারবে।
- ★ প্রতিটি ধাপের প্রয়োজনীয়তা অনুধাবন করতে পারবে।

৫.৩ উপাত্তের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Data)

সূচনতেই উপাত্ত কাকে বলে সে কথা বলা হয়েছে। সেই সঙ্গে এই ধারণাও দেওয়া হয়েছে যে উপাত্ত একপ্রকার নয়। যেহেতু উপাত্ত বিশ্লেষণের প্রকৃতি অনেকাংশে উপাত্তের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল, সেহেতু গবেষকের পক্ষে এর শ্রেণিবিভাগ সম্বন্ধে প্রাথমিকভাবে জানা প্রয়োজন।

৫.৩.১ প্রাথমিক ও গৌণ উপাত্ত (Primary and Secondary Data)

প্রত্যক্ষভাবে নমুনাদলের উপর পূর্ব নির্ধারিত পদ্ধতিতে উপযুক্ত গবেষণার হাতিয়ার প্রয়োগ করে গবেষক যে উপাত্ত সংগ্রহ করেন তাই হল প্রাথমিক উপাত্ত (Primary data)। গবেষণার কাজে এই ধরনের উপাত্ত সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য এবং এই জাতীয় উপাত্তের মাধ্যমে গৃহীত সিদ্ধান্তও অনেক বেশি কার্যকর ও নির্ভরযোগ্য। আবার অনেকসময় গবেষক এমন উপাত্ত ব্যবহার করেন, যা তিনি নিজে সংগ্রহ করেন নি, অন্যের প্রকাশিত গবেষণামাত্র, গ্রন্থ বা সংগ্রহালায় থেকে নিয়েছেন। এই ধরনের উপাত্তকে বলে গৌণ উপাত্ত (Secondary Data)।

আবার ভিন্ন অর্থে গবেষক যে উপাত্তের সাহায্যে প্রকল্প পরীক্ষা করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবেন, তা হল প্রাথমিক উপাত্ত। কিন্তু ওই উপাত্ত ছাড়াও তিনি এমন অনেক উপাত্ত সংগ্রহ করেছেন যা সরাসরি প্রকল্প পরীক্ষার কাজে ব্যবহার করা হবে না ঠিকই কিন্তু তারা গবেষণার ভিত্তি এবং পরিস্থিতি, নমুনাদলের বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি প্রকাশ করতে সাহায্য করে। এই রকম উপাত্তকে গৌণ উপাত্ত বলা হয়। যেমন, কোনো গবেষক উচ্চ আয় বিশিষ্ট নমুনাদলের সঙ্গে নিম্ন আয়বিশিষ্ট নমুনাদলের সমস্যা সমাধানের সক্ষমতা তুলনা করতে চান। উভয় দলকে চিহ্নিত করার জন্য তিনি নমুনাদলের সদস্যদের আয় সম্বন্ধে যে উপাত্ত সংগ্রহ করেছেন তা গৌণ উপাত্ত। কারণ, সরাসরি এরা প্রকল্প পরীক্ষায় ব্যবহৃত হবে না। সেক্ষেত্রে তুলনা করা হবে সমস্যা সমাধানের সক্ষমতার (Problem solving ability)। গৌণ উপাত্ত অর্থ অপ্রয়োজনীয় বা তুচ্ছ উপাত্ত নয়। গবেষণায় এদের যথাযথ গুরুত্ব আছে।

অন্য সূত্র থেকে গৌণ উপাত্ত সংগৃহীত হলে অধিকাংশ ক্ষেত্রে তা নতুন করে, বিশ্লেষণ করা হয় পূর্ববর্তী গবেষকের সিদ্ধান্ত তত্ত্ব বা মতামত খণ্ডন করার জন্য বা নিজের প্রকল্প সম্বন্ধে প্রাথমিক

সমর্থন লাভ করার জন্য। ক্যাটেলের ব্যক্তিত্ব বিষয়ক তত্ত্বে, ব্যক্তিত্বের ষোলোটি সংলক্ষণ চিহ্নিত করা হয়েছে। পরবর্তীকালের কোনো কোনো গবেষক তাঁর উপাত্তগুলি নতুন করে বিশ্লেষণ করে ব্যক্তিত্বের ষোলোটি উপাদানের অস্তিত্ব স্বীকার করেন নি। ১৯৮০ সাল পর্যন্ত ১০০ বৎসরে বুদ্ধি ও বংশগতির সম্পর্কের বিষয়ে যত গবেষণা হয়েছে একদল গবেষক তার সমস্ত উপাত্ত বিশ্লেষণ করে বলেছেন বুদ্ধির ক্ষেত্রে পরিবেশ ও বংশগতির অনুপাত (Heritability Ratio) ৭০ : ৩০ বা ৬৫ : ৩৫। এসবই গৌণ উপাত্তের উদাহরণ। এই জাতীয় গৌণ উপাত্ত বিশ্লেষণ করার কাজটিকে বলা হয় অধিবিশ্লেষণ (Meta-analysis)। অধিবিশ্লেষণের পদ্ধতি স্বতন্ত্র।

তবে ইতিহাস গবেষণায়, গৌণ উপাত্তের ভূমিকা বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। কেননা ইতিহাস গবেষণায় অনেক ক্ষেত্রেই প্রাথমিক তথ্য পাওয়ার কোন সম্ভাবনা থাকে না। যেমন, যদি গবেষণার বিষয়বস্তু হয় প্রাচীন ভারতে গুপ্তযুগের শিক্ষা ব্যবস্থা, তবে গুপ্তযুগের শিক্ষা ব্যবস্থার সরাসরি বিবরণ পাওয়া অসম্ভব। কারণ সে যুগে কেউই শিক্ষার ইতিহাস লিখে যান নি। সুতরাং সমসাময়িক কাব্য, পুরাণ, অন্যান্য সাহিত্য ও নানা পরোক্ষ প্রমাণ থেকে শিক্ষা ব্যবস্থার বিবরণ তৈরি করতে হবে। ডাঃ রাধাকুমুদ মুখোপাধ্যায়, এ. এস. অস্টেকার প্রমুখ গবেষকরা এইভাবেই প্রাচীন ভারতের নির্ভরযোগ্য ইতিহাস রচনা করেছেন। পরবর্তী গবেষকরা যদি উপরোক্ত দুই গবেষকের গ্রন্থ থেকে তথ্য সংগ্রহ করেন, তবে সেক্ষেত্রেও গৌণ উপাত্তই ব্যবহার করা হবে।

৫.৩.২ পরিমাণগত ও গুণগত উপাত্ত (Quantitative and Qualitative Data)

এই পুস্তকে প্রথম থেকেই গবেষণার প্রয়োজনে পরিমাপের গুরুত্ব বার বার উল্লেখ করা হয়েছে। শুধু তাই নয় গবেষণার রীতিপদ্ধতি হিসাবে গবেষণার যে সব পদক্ষেপের কথা বলা হয়েছে তার অধিকাংশ ক্ষেত্রেই পরিমাপের নানা ব্যবহারের কথা বলা হয়েছে। সুতরাং একথা বলা বহুল্য যে শিক্ষা গবেষণার উপাত্তের একটা বিপুল অংশ পরিমাণগত। সুতরাং গবেষণার অধিকাংশ হাতিয়ারের কোনো একটি নমুনাদলের উপর প্রয়োগ করে সংখ্যা মান দ্বারা প্রকাশিত তথ্যই পরিমাণগত উপাত্ত (Quantitative Data)। অধিকাংশ বলার অর্থ কিছু কিছু হাতিয়ার পরিমাণগত উপাত্ত সংগ্রহের উদ্দেশ্যে সাধারণত ব্যবহৃত হয় না। যেমন, সাক্ষাৎকার, প্রতিফলন অভীক্ষা ইত্যাদি, সমস্ত প্রয়োগাত্মক, অভীক্ষা বা উন্মোচনীর সাহায্যে পরিমাপের চূড়ান্ত ফলাফল সংখ্যামান দ্বারা ব্যবহার করা হয়। এইগুলিই পরিমাণগত উপাত্ত। পরিমাণগত উপাত্ত রাশিবিজ্ঞানের পদ্ধতি অবলম্বন করে বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রকল্প পরীক্ষা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। কিন্তু শুধুমাত্র সংখ্যামান প্রকৃত মনোবৈজ্ঞানিক বা শিক্ষা সংক্রান্ত সিদ্ধান্ত হিসাবে যথেষ্ট নয়। চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত গুণবাচক (Qualitative)। পরিমাণগত উপাত্ত শুধুমাত্র গুণবাচক সিদ্ধান্তের ভিত্তিটি নিমাণ করে দেয়।

অসংগঠিত সাক্ষাৎকারের মাধ্যমে যে উপাত্ত সংগৃহীত হয়, তা গুণগত উপাত্ত। কারণ এই উপাত্ত কোনোভাবেই সংখ্যামান দ্বারা প্রকাশ করা যায় না। সংগঠিত সাক্ষাৎকারও প্রধানভাবে গুণগত উপাত্তের উৎস। কিন্তু সংগঠিত সাক্ষাৎকার যদি সাক্ষাৎকারিকার মাধ্যমে গৃহীত হয়, এবং যদি উত্তরগুলি একটি নমুনাদলের মধ্যে থেকে কোন উত্তরের সংখ্যা গণনা করার সুযোগ থাকে তবে, কৃত্রিমভাবে হলেও, গুণগত উপাত্তকে সংখ্যামানের সাহায্যে প্রকাশ করে পরিমাণগত উপাত্ত হিসাবে বিশ্লেষণ করা সম্ভব।

ব্যক্তিত্ব পরিমাপের ক্ষেত্রে মর্গান ও মাৰ্বে নির্মিত কাহিনি সংপ্রত্যক্ষণ অভীক্ষা (TAT) বা বসাক নির্মিত কালির ছাপের পরীক্ষা (Ink Blot Test) জাতীয় প্রতিফলন অভীক্ষা থেকে যে উপাত্ত পাওয়া যায় তা গুণগত প্রকৃতির। যদিও এদের ক্ষেত্রে কোন কোন গবেষক গুণগত উপাত্তগুলিকে পরিমাণগত রূপে পরিবর্তন করতে চেষ্টা করেছেন কিন্তু প্রাথমিক ভাবে এদের মনঃসমীক্ষণী মতবাদ অনুযায়ী গুণগত বিশ্লেষণই উপাত্তের প্রধান উৎস।

পরিমাণগত উপাত্ত কি গুণগত উপাত্ত অপেক্ষা উৎকৃষ্ট বা অধিক বাঞ্ছনীয়? কোন কোন বিজ্ঞানমনস্ক মানুষ ভাবতে পারেন। যতক্ষণ পর্যন্ত কোন তথ্য সংখ্যামান দ্বারা প্রকাশ না করা হয় ততক্ষণ পর্যন্ত নির্ভুল ও নিশ্চিতভাবে কোন সিদ্ধান্তে আসা সম্ভব নয়। কিন্তু অন্তিম পর্যায়ে যতক্ষণ পর্যন্ত পরিমাণগত তথ্যকে গুণগত ভাষায় প্রকাশ করা না হচ্ছে ততক্ষণ পর্যন্ত সংখ্যার প্রকৃত তাৎপর্য অস্পষ্ট থেকে যায়। সেজন্য গুণগত উপাত্ত ও পরিমাণগত উপাত্তের মধ্যে শ্রেষ্ঠত্বের বিচার অবাস্তব। বরং বলা চলে এরা একে অপরের পরিপূরক। এই কারণেই আধুনিক কালে পরিমাণগত উপাত্ত বিশ্লেষণের যেসব নানা উন্নতধরনের পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়েছে, তেমনি গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ ও তা থেকে উপযুক্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণের পদ্ধতিও যথেষ্ট উন্নত হয়েছে।

গুণগত উপাত্ত ও পরিমাণগত উপাত্ত সংক্রান্ত বিতর্কের আর একটি উৎস হল মানুষ ও তার প্রকৃতি সম্বন্ধে দুটি ভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গি বা দর্শন। একদল পণ্ডিতের মতে মানুষের ব্যক্তিগত বৈষম্যই হল প্রকৃত পর্যালোচনার বিষয়। যেহেতু কোনও দুইজন মানুষ সম্পূর্ণ একপ্রকার নয়, সেহেতু মানুষের আচরণ বা মানসিক ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া নিয়ে কোনও সর্বসাধারণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য সূত্র, তত্ত্ব বা নীতি আবিষ্কার করার চেষ্টা বৃথা ও অপ্রয়োজনীয়। মনোবিজ্ঞানের উচিত প্রতিটি ব্যক্তিকে এককভাবে গভীর অনুশীলনের বিষয়বস্তু হিসাবে দেখা। এই দৃষ্টিভঙ্গিকে ব্যক্তিমুখী (Idiographic) ধারা বলা হয়। বিপরীত দিকে অধিকাংশ মনোবিজ্ঞানী মনে করেন, মানুষ যেহেতু প্রকৃতিরই একটি অংশ সেহেতু মানুষও প্রাকৃতিক নিয়মের বাইরে নয়। যতই মানুষে মানুষে ভেদ থাকুক, তাদের মধ্যে কিছু কিছু সাধারণ (Common) বিষয় আছেই যার সামান্যীকরণের (Generalization) মধ্যে দিয়ে আচরণের বা

মানসিক ক্রিয়াপ্রতিক্রিয়ার প্রচ্ছন্ন ঐক্য খুঁজে বের করাই মনোবিজ্ঞানের কাজ। এই দৃষ্টিভঙ্গিকে বলা হয় ঐক্যমুখী (Nomothetic) ধারা। ব্যক্তিমুখীরা গুণগত উপাত্তের উপর নির্ভরশীল বেশি আর ঐক্যমুখীরা পরিমাণগত উপাত্তকেই প্রধান হিসাবে গণ্য করেন।

গুণগত উপাত্ত শিক্ষাগবেষণায় অবশ্য প্রয়োজনীয় হলেও এর প্রধান সমস্যা হল ব্যক্তিনির্ভরতা (Subjectivity)। এর ফলে একজনের দেওয়া তথ্য বা বিশ্লেষণের সঙ্গে অপরেরটা মেলে না। অপর একটি সমস্যা হল যদি গুণগত উপাত্ত অধিক পরিমাণে ও অধিক বৈচিত্র্য সম্পন্ন হয় তবে তা প্রায়শ নানা জটিলতার সৃষ্টি করে ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের অন্তরায় হয়।

৫.৪ উপাত্ত সংগ্রহ (Collection of Data)

আশা করা যায় ইতিমধ্যেই এই ধারণা তৈরি হয়েছে যে নির্বাচিত গবেষণের হাতিয়ার নমুনাদলের উপর প্রয়োগ করলেই উপাত্ত গ্রহণ করার কাজ সম্পন্ন হবে। কিন্তু এই আপাত সরল কাজটিও যথেষ্ট সতর্কতার সঙ্গে করা প্রয়োজন। সেজন্য উপাত্ত সংগ্রহের পূর্বে যেমন প্রস্তুতির প্রয়োজন তেমনি হাতিয়ার প্রয়োগ করার সময়েও অনেক সতর্কতা অবলম্বন করা দরকার।

৫.৪.১ উপাত্ত সংগ্রহের প্রকরণ (Procedure of Data Collection)

উপাত্ত সংগ্রহের তিনটি পর্যায়। প্রথম, পর্যায় হল প্রস্তুতি পর্ব, দ্বিতীয় পর্যায় উপাত্তসংগ্রহের কাজ পরিচালনা করা ও তৃতীয় পর্যায় হল সংগৃহীত উপাত্ত বিন্যস্ত করা।

প্রথম পর্যায়ে হাতিয়ার (Tool) নির্বাচন করার প্রসঙ্গে পূর্বে আলোচিত নির্ভরযোগ্যতা, বিশ্বাসযোগ্যতা ও নৈর্ব্যক্তিকতা ইত্যাদি বিচার করে তারপর উপযুক্ত হাতিয়ার নির্বাচন করার প্রয়োজনীয়তা পুনরায় উল্লেখ করা নিম্নপ্রয়োজন। কিন্তু এইসব ছাড়াও আরও কিছু বিষয় বিচার করা দরকার। যেমন, পরীক্ষার্থীদের বয়স ও প্রকৃতি অনুযায়ী অভীক্ষার ভাষা, প্রয়োজনীয় সময় ইত্যাদি যথেষ্ট উপযুক্ত কিনা, হাতিয়ার প্রয়োগ করার জন্য বিশেষ আয়োজন করা দরকার কিনা ইত্যাদি।

হাতিয়ার নির্বাচন করার পর একটি সময় সারণি বা সময় সংক্রান্ত পরিকল্পনা স্থির করা দরকার। একদিনে কতগুলি অভীক্ষা প্রয়োগ করা যাবে, একটি দলের জন্য কতদিন বা কত ঘণ্টা সময় প্রয়োজন, সমস্ত নমুনাদলের জন্য মোট কতদিন সময় দরকার। কোন হাতিয়ারটি আগে এবং কোনটি পরে প্রয়োগ করা হবে এইসব বিষয়ে গবেষককে একটি সম্পূর্ণ পরিকল্পনা তৈরি করতে হয়।

প্রস্তুতিপর্বের আর একটি অধ্যায় হল উপস্থিত ক্ষেত্রে যখন হাতিয়ার প্রয়োগ করা হবে তখনকার প্রস্তুতি। অভীক্ষার্থীদের বসার ব্যবস্থা বাইরের বাধা সৃষ্টিকারী পরিস্থিতি সন্মুখে সতর্কতা

অবলম্বন, অভীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় কাগজপত্র ও অন্যান্য আনুষঙ্গিক উপকরণের আয়োজন ঠিক রাখা, সাহায্যকারীর প্রয়োজন থাকলে তার ব্যবস্থা করা, অভীক্ষার জন্য নির্দিষ্ট নির্দেশাবলী ঠিকমত উপস্থিত করার কাজটি বারবার অনুশীলন করা ইত্যাদি বিষয়গুলি সম্বন্ধে নিশ্চিত হয়ে তারপর প্রকৃত উপাত্ত সংগ্রহের কাজ শুরু করা দরকার। এক কথায় বিনা বাধায়, সময় ও অর্থের অপচয় না করে উপাত্ত সংগ্রহের জন্য যা যা ব্যবস্থা করা দরকার সেই সব বিষয়ে গবেষক তার নিজস্ব অভিজ্ঞতা ও বিচার বুদ্ধি অনুযায়ী প্রস্তুতি নিয়ে থাকেন।

দ্বিতীয় পর্যায়ে উপাত্ত সংগ্রহের কাজ পরিচালনা করার সাফল্য অনেকটাই নির্ভর করে পূর্ব প্রস্তুতির উপর। যদি দলগতভাবে কোনো অভীক্ষা প্রয়োগ করা হয় তবে, অভীক্ষার শর্ত অনুযায়ী স্পষ্টভাবে সমস্ত অভীক্ষার্থীকে নির্দেশ দেওয়া, কোন অস্পষ্টতা বা সন্দেহ থাকলে তার নিরসন করা, উপযুক্ত ক্ষেত্রে শঙ্কলা রক্ষার জন্য পর্যবেক্ষকের সহায়তা গ্রহণ ইত্যাদি বিষয়ে গবেষক নিজে নেতৃত্ব দিয়ে থাকেন। এককভাবে উপাত্ত সংগ্রহের ক্ষেত্রে এই জাতীয় প্রস্তুতি বা আয়োজন দরকার হয় না। কিন্তু কী ধরনের হাতিয়ারের সাহায্যে উপাত্ত সংগ্রহ করা হবে তার উপরেই নির্ভর করে কাজটি কতটা দক্ষতার সঙ্গে পরিচালনা করা যাবে।

অভীক্ষা প্রয়োগের কাজ শেষ হলে, তৃতীয় পর্যায়ের কাজ উপাত্ত বিন্যস্তকরণ।

৫.৪.২ উপাত্ত বিন্যস্তকরণ (Processing of Data)

উপাত্ত সংগ্রহের পর এবং উপাত্ত বিশ্লেষণের পূর্বে কিছু প্রস্তুতিপর্ব থাকে যেগুলি সম্পন্ন না হলে উপাত্ত বিশ্লেষণ করা যায় না।

প্রথম কাজ হল ব্যক্তিগত স্কোর নির্ণয় করা। প্রত্যেকটি পরিমাপের হাতিয়ার কিভাবে মূল্যায়ন করতে হবে তার নির্দেশ নির্মাতাই দিয়ে দেন। সেই নির্দেশ যা Scoring Key নামে পরিচিত অনুসরণ করে গবেষক প্রথমে প্রত্যেক ব্যক্তির প্রাপ্ত স্কোর নির্ণয় করেন। এক একটি হাতিয়ার একটিমাত্র চলার স্কোর পরিমাপ করতে পারে আবার ওই চলার একাধিক মাত্রা থাকলে (Dimension) প্রত্যেক মাত্রার আলাদা স্কোর ও মোট স্কোর নির্ণয় করা হয়ে থাকে। যেমন, সৃজনশীলতার অভীক্ষায় প্রথমে চারটি উপাদানের স্কোর নির্ণয় করা হয়—দ্রুততা (Fluency), নমনীয়তা (Flexibility), সম্প্রসারণ (Elaboration) ও মৌলিকত্ব (Originality)। তারপর ওইগুলির যোগফলকে সৃজনশীলতার স্কোর হিসাবে লিপিবদ্ধ করা হয়। এই চারটি উপাদান আবার অভীক্ষার প্রতিটি কৃত্যের (Task) ক্ষেত্রে এবং আলাদাভাবে বাচনিক সৃজনশীলতা (Verbal Creativity) ও অবাচনিক সৃজনশীলতার (Nonverbal Creativity) জন্য নির্ণয় করা হয়। ওয়েভালারের বুদ্ধি অভীক্ষায় প্রতিটি কৃত্যের স্কোর নির্ণয় করে

সেগুলিকে আদর্শমানে (Standard Score) রূপান্তরিত করা হয়। তারপর আলাদা ভাবে বাচনিক বুদ্ধ্যক্ষ ও অবাচনিক বুদ্ধ্যক্ষ নির্ণয় করে বিশেষ পদ্ধতিতে পূর্ণ অভীক্ষার বুদ্ধ্যক্ষ (Full Scale I. Q) নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ এককথায় স্কোর নির্ণয়ের কাজ খুব সরল থেকে শুরু করে অত্যন্ত জটিল ও নানা প্রক্রিয়ার সমন্বয় হতে পারে।

এই পর্যায়ে দ্বিতীয় কাজ, সমস্ত পরীক্ষণপত্রের চলভিত্তিক স্কোর নির্ণয় করা হলে একটি সারণিতে ওই স্কোরগুলি লিখে নিতে হবে। এই সারণিকে বলে উপাত্তপত্র (Data Sheet)। এতে থাকবে, পরীক্ষণপত্রের ক্রমিক সংখ্যা বা কখনও কখনও কোড নম্বর, নাম, স্ত্রী অথবা পুরুষ, বয়স, প্রয়োজন হলে শ্রেণি ইত্যাদির বিবরণ, তারপর প্রতিটি চল বা তার অংশ বিশেষের স্কোর। উপাত্ত পত্রের এক একটি স্তম্ভে (Column) এক একটি তথ্য লেখা হয়। উপাত্তপত্র তৈরি হয়ে গেলে মূল অভীক্ষাপত্র, প্রশ্নোত্তরিকা বা অন্যান্য হাতিয়ার, যেটি উপাত্ত সংগ্রহের জন্য ব্যবহার করা হয়েছিল, সেগুলি আর ব্যবহার করার দরকার হয় না। কিন্তু গবেষণার প্রমাণ হিসাবে সেগুলি দীর্ঘকাল সংরক্ষণ করা হয়। উপাত্তপত্র থেকে সমস্ত তথ্য বর্তমানে কম্পিউটার স্মৃতিতে (Computer Memory), অর্থাৎ Hard disc এ সংরক্ষণ করে রাখা হয় এবং প্রয়োজন মতো তার মুদ্রিত আকার বের করে নেওয়া হয়। স্থানান্তরের জন্য, অন্যত্র ব্যবহারের জন্য CD বা Floppy তে তুলে নেওয়া হয় প্রয়োজন মতো। এই প্রস্তুতি উপাত্ত বিশ্লেষণের পক্ষে একান্ত আবশ্যিক।

৫.৪.৩ উপাত্তের দৃশ্যরূপ (Visual Representation of Data)

নানা প্রয়োজনে উপাত্তবিশ্লেষণের প্রাথমিক পর্যায়ে উপাত্তগুলির ফ্রিকোয়েন্সি বন্টন (Frequency Distribution), স্তম্ভচিত্র (Bar diagram), পাইচিত্র (Pie Diagram), নমুনাদলের নানা পর্যায়ের শ্রেণিবিভাগ, নমুনাদলের আকৃতি ও বিবরণ প্রভৃতি তথ্য লেখচিত্র ও অন্যান্য দৃশ্যরূপের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এই কাজটি কম্পিউটারের সাহায্যে সহজেই করা যায়। বিশেষভাবে সমীক্ষা গবেষণায়, গবেষণার দলগত প্রজেক্ট (Project) ইত্যাদির ক্ষেত্রে এই দৃশ্যরূপের ব্যবহার খুবই স্বাভাবিক ঘটনা। অনেক গবেষকই এইগুলিকে তাঁর উপাত্তের বিবরণাত্মক বিশ্লেষণের (Descriptive Analysis) অংশ হিসাবে প্রকাশ করেন।

৫.৫ উপাত্ত বিশ্লেষণ (Data Analysis)

গবেষণার রীতিপদ্ধতির সমগ্র আলোচনায় বার বার উপাত্ত বিশ্লেষণের কথা বলা হয়েছে। সবশেষে আমার এই প্রসঙ্গটিতে এসে পৌঁছেছি। উপাত্ত বিশ্লেষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ গবেষণার শেষধাপ। উপাত্ত বিশ্লেষণ সম্বন্ধীয় যাবতীয় কৌশল ও পদ্ধতি রাশিবিজ্ঞানের পাঠে আলোচনা করা হবে। এখানে কয়েকটি মৌলিক বিষয় আমাদের জানতে হবে। প্রথম কথা হল উপাত্ত বিশ্লেষণ কথটির অর্থ কী?

সাধারণভাবে বিশ্লেষণ কথাটির অর্থ বিস্তৃত করা বা বিস্তারিত করা। যাতে কোন কিছুর উপাদানগুলির প্রকৃতি ও সম্পর্ক আরও ভালো করে বোঝা যায় বা জানা যায়। গবেষণার সামগ্রিক উদ্দেশ্য তাই। সুতরাং উপাত্তবিশ্লেষণ কথাটির অর্থ একদিক থেকে দেখতে গেলে চলগুলির বিস্তৃতি ঘটানো এবং তার মাধ্যমে তাদের প্রকৃতি ও সম্পর্ক বুঝতে চেষ্টা করা। কিন্তু পরিমাপভিত্তিক উপাত্ত বিশ্লেষণ কথাটি একটু ভিন্নতর অর্থে প্রযুক্ত হয়। প্রাথমিকভাবে বিস্তৃতি ঘটানোর চেয়ে এখানে সংক্ষিপ্ত করার চেষ্টাই প্রধান। উপাত্ত বিশ্লেষণের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করলে বিষয়টি পরিষ্ফুট হবে।

গবেষণায় একটিমাত্র পরিমাপের কোনো তাৎপর্য নেই। কোন মানুষের উচ্চতা ১৭০ সে.মি., এই পরিমাপটুকু আমাদের আর কোন তথ্য দিতে পারে না। সিদ্ধান্ত নেওয়ারও কিছু নেই। যতক্ষণ পর্যন্ত আরও কিছু পরিমাপ বা তথ্য এর পাশাপাশি দেওয়া হচ্ছে। কিন্তু যদি বলা হয় ওই ধরনের মানুষের গড় উচ্চতা ১৬০ সে.মি.। তাহলে আমরা বলতে পারব দলের মধ্যে উল্লিখিত মানুষটা কিছুটা হ্রস্ব। অনেকগুলি একই জাতীয় পরিমাপ একত্রিত করলে আপাতদৃষ্টিতে অনেকগুলি বিশৃঙ্খল রাশি আমাদের হস্তগত হয়, যার কোনো অর্থবোধ হওয়া কঠিন। যখন ওই রাশিগুলির মধ্যে কোন বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করে শৃঙ্খলা আনা যাবে, একমাত্র তখনই তাদের অর্থ আমাদের কাছে স্পষ্ট হয়ে ওঠে। উপাত্ত বিশ্লেষণের প্রাথমিক উদ্দেশ্য হল, পরিমাপজনিত একদল রাশির মধ্যে শৃঙ্খলা এনে তাদের অর্থযুক্ত করে তোলা। গুণগত উপাত্তের ক্ষেত্রেও এই একই কথা প্রযোজ্য। একদল মানুষ সম্বন্ধে বিশৃঙ্খল বিবরণাত্মক তথ্যকে সাজিয়ে গুছিয়ে তার মধ্যে একটা তাৎপর্য বা অর্থ অনুসন্ধান করা।

গবেষণার ছক সম্বন্ধে বলা হয়েছিল যে প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষা করা কোন গবেষণার ছক নির্মাণের প্রধান উদ্দেশ্য। প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষার মাধ্যমে দুই বা ততোধিক চলার সম্পর্ক নির্ণয় করা যায়। প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষার উদ্দেশ্যেও উপরোক্ত সংক্ষিপ্ত করার প্রক্রিয়া একান্ত আবশ্যিক। সুতরাং উপাত্ত বিশ্লেষণের অন্যতম উদ্দেশ্য হল সমগ্র উপাত্তকে সংক্ষিপ্ত করার মধ্যে দিয়ে প্রকল্পের সত্যতা পরীক্ষা করা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা।

স্বাভাবিকভাবেই পরিমাণগত গবেষণা ও গুণগত গবেষণাক ক্ষেত্রে উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি আলাদা।

৫.৫.১ পরিমাণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ (Quantitative Data Analysis)

পরিমাণগত উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি বা কৌশল নির্ভর করে গবেষণার বিষয়বস্তু ও প্রকল্পের উপর। এই কৌশলগুলিকে দুই ভাবে শ্রেণি বিভাগ করা যায়—যথা, চলার সংখ্যা অনুযায়ী এবং গবেষণার ছক অনুযায়ী।

চলের সংখ্যা অনুযায়ী উপাত্ত বিশ্লেষণ তিন প্রকার। যেমন, একক চল বিশ্লেষণ (Univariate Analysis), দ্বিচল বিশ্লেষণ (Bivariate Analysis) এবং বহুচল বিশ্লেষণ (Multivariate Analysis)। একক চল বিশ্লেষণ মূলত বিবরণাত্মক। গড় (Mean), মধ্যমা (Median), ভূমিষ্টক (Mode), বিষমতার পরিমাপ, সম্যক বিচ্যুতি (Standard Deviation), চতুর্থাংশ বিচ্যুতি (Quartile Deviation), ফ্রিকোয়েন্সি বহুভুজ (Frequency Polygon), হিস্টোগ্রাম (Histogram), পাইচিত্র (Pie Diagram) ইত্যাদি একক চল বিশ্লেষণের উদাহরণ। আবার একক চল বিশ্লেষণ সিদ্ধান্ত (Inference) গ্রহণের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। যেমন, কোন একটি চলের ভিত্তিতে দুই বা ততোধিক নমুনা দলের পার্থক্য নির্ণয়ের উদ্দেশ্যে ওই দলগুলির গড়ের তুলনা করতে যেয়ে t পরীক্ষা বা একমুখী বিষমতার বিশ্লেষণ (One way analysis of variance) জাতীয় পদ্ধতির প্রয়োগ।

দ্বিচল বা বহুচল বিশ্লেষণ সহগতিমূলক গবেষণার ছক (Correlational Research Design) বা পরীক্ষণমূলক ও উৎপাদকীয় (Experimental and Factorial) গবেষণার ছকের উপাত্ত বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা হয়। দুটি বা তার বেশি চলের পারস্পরিক সহগতি নির্ণয় ও স্বতন্ত্রচলের মান অনুযায়ী নির্ভরশীল চলের পূর্বানুমান (Prediction) সহগতিমূলক উপাত্ত বিশ্লেষণের উদ্দেশ্য। এর জন্য যে সব পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তার মধ্যে, বহুমুখী সহগতি (Multiple Correlation)। রৈখিক রিগ্রেশন বিশ্লেষণ (Linear Regression Analysis), বহুমুখী রিগ্রেশন বিশ্লেষণ (Multiple Regression Analysis) প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। অন্য ধরনের গবেষণার ছকের ক্ষেত্রে আছে বহুমুখী বিষমতার বিশ্লেষণ (Multivariate Analysis of Variance), পার্থক্য নির্ণায়ক বিশ্লেষণ (Discriminant Analysis) ইত্যাদি।

গবেষণার বিভিন্ন ধরনের ছকের মধ্যে বিবরণাত্মক ছকে একক বা বহুচলবিশিষ্ট বিশ্লেষণ হতে পারে কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এক একটি চল এককভাবে বিশ্লেষণ করার দরুণ একচল বিশ্লেষণ পদ্ধতির প্রয়োগই বেশি। কখনও কখনও শতকরা হিসাব, অনুপাত ইত্যাদির প্রয়োগও দেখা যায়।

আরও একদিক থেকে উপাত্তবিশ্লেষণের পদ্ধতিগুলির শ্রেণিবিভাগ করা খুব গুরুত্বপূর্ণ। নমুনা দল সম্বন্ধে আলোচনা করার সময় স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা দল (Probability Sample) ও সম্ভাবনারহিত নমুনা দলের (Nonprobability Sample) কথা বলা হয়েছিল। এতক্ষণ পর্যন্ত যেসব বিশ্লেষণ পদ্ধতির নাম করা হল, তার প্রায় সব কয়টিই স্বাভাবিক সম্ভাবনা নমুনা দলের ক্ষেত্রে ব্যবহার্য। সম্ভাবনারহিত নমুনা দল প্রায়শই যার আকার খুব ছোট, অথবা বড় হলেও যদি উপাত্ত শুধুমাত্র শ্রেণিভিত্তিক গণনা

করা সংখ্যা হয়, তবে যে ধরনের বিশ্লেষণ পদ্ধতির প্রয়োগ করা হয় তার নাম ননপ্যারামেট্রিক পদ্ধতি (Non parametric Methods)। কাইবর্গ (Chi-square), মধ্যমা পরীক্ষা (Median Test), চিহ্ন পরীক্ষা (Sign Test), কেণ্ডালের টাউ পদ্ধতি (Kenall's Tau) ইত্যাদি ননপ্যারামেট্রিক পদ্ধতির অন্তর্গত। এগুলি সম্বন্ধেও রাশিবিজ্ঞানের পাঠে আলোচনা করা হবে।

৫.৫.২ গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ (Qualitative Data Analysis)

গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি সম্পূর্ণ ভিন্ন, একথা পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে। এই পদ্ধতি আবার শিক্ষায় ইতিহাস বা দর্শনের গবেষণার ক্ষেত্রে আলাদা। ঐতিহাসিক প্রকল্প (Historical hypothesis) ও তার সমালোচনা (criticism), যথার্থতার বিচার (valedity) ইত্যাদি দার্শনিক সমালোচনা (Philosophical Criticism) অপেক্ষা ভিন্ন।

মনোবিজ্ঞান ও শিক্ষাসংক্রান্ত যেসব বিষয়ে পরিমাণগত ও গুণগত গবেষণার উভয়ই সম্ভব, যেমন, ব্যক্তিত্ব, শিক্ষণ (Training), শ্রেণিকক্ষে ছাত্র-শিক্ষক ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া (Student-Teacher Interaction) ইত্যাদি, সে সমস্ত বিষয়ে গবেষণার জন্য যথেষ্ট নির্ভরযোগ্য গবেষণার পদ্ধতি ইতিমধ্যেই গড়ে উঠেছে। নানা ধরনের পর্যবেক্ষণ ও বিশ্লেষণাত্মক ছক (Observation and Analysis grids) এই জাতীয় গবেষণার উপাত্ত সংগ্রহ ও বিশ্লেষণের উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।

ব্যক্তিগত বিবরণী ও ইতিহাস (Case Report and History) বিশ্লেষণ করার জন্য সাধারণত কোনো একটি তত্ত্বের প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয়কে অবলম্বন করা হয়। ফলে একই উপাত্ত ফ্রেয়েডীয় তত্ত্বের নিরিখে যে ভাবে বিশ্লেষণ করা হবে, স্কিনারের তত্ত্ব অনুযায়ী তার ব্যাখ্যা হবে ভিন্ন। গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণ পদ্ধতি স্বতন্ত্রভাবে শিক্ষা করা প্রয়োজন।

৫.৫.৩ উপাত্ত বিশ্লেষণের অন্তিম ফল

গবেষণার অন্তিম ফল, এক কথায়, গবেষণার সমস্যাটিতে ফিরে যাওয়া। যে সমস্যা থেকে গবেষণার সূত্রপাত, চল নির্বাচন, নমুনা দল, বাছাই, গবেষণার ছক নির্মাণ, প্রকল্পগঠন, উপাত্ত সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ এইসব কিছুর অন্তিম ফল সমস্যাটির যথার্থ সমাধান কতটা হল বা হল না। প্রখ্যাত এক গণিতের অধ্যাপক বলেছিলেন, একটি সিদ্ধান্ত আগেই নেওয়া হয়ে গেছে কিন্তু নিঃসংশয়ে নয়। দীর্ঘ গাণিতিক প্রক্রিয়ার চূড়ান্ত পরিণতি সেই সংশয়টুকু দূর হওয়া। একটুখানি স্বস্তি, আবার নতুন সংশয়ের মুখোমুখী হওয়ার জন্য। এই হল গবেষণার পরিণতি।

৫.৬ গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধকরণ (Research Report Writing)

বৈজ্ঞানিক গবেষণার প্রতিটি পর্যায়ের প্রতিটি ধাপের বিবরণ লিপিবদ্ধ করে রাখা বাধ্যতামূলক। গবেষণার মতোই লিপিবদ্ধ করার কাজটিও সুপরিকল্পিত, কোন এলোমেলো ধারাবিবরণী নয়। গবেষণার উদ্দেশ্য আলোচনার সময় শুরুতেই বলা হয়েছিল, কোন গবেষণাই শেষ কথা নয়। এক গবেষণা অন্য গবেষণার পথ খুলে দেয়। শুধু তাই নয়, আরও অনেক কারণে গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করা, সমস্ত তথ্য ও প্রমাণ সংরক্ষিত রাখা গবেষণার ক্ষেত্রে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৫.৬.১ গবেষণার বিবরণের গুরুত্ব (Importance of Research Report)

যেসব কারণে গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করে রাখা হয় তা নীচে উল্লেখ করা হল।

- গবেষক নিজে বা অন্য কোনো গবেষক যদি বার বার কোন গবেষণার পুনরাবৃত্তি করে চূড়ান্ত সিদ্ধান্তে উপনীত হতে চান, বা কোনো সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই করে নিতে চান, তবে প্রত্যেক বার যাতে একই গবেষণা পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। তার জন্য লিপিবদ্ধ বিবরণ, রচনা করা আবশ্যিক।
- গবেষক যদি তাঁর গবেষণার বিবরণ অন্যান্য গবেষক বা আগ্রহী ব্যক্তিদের সামনে তুলে ধরতে চান বা তাদের সঙ্গে মতবিনিময় করতে চান, তবে গবেষণাপত্র আকারে, সেটি কোনো স্বীকৃত গবেষণা পত্রিকায় (Research Journal) ছাপানো দরকার, অথবা গবেষণা সংক্রান্ত কোন আলোচনা সভায় (Research Seminar) পাঠ করা দরকার। এর ফলে অন্য গবেষকরা বিষয়টি জানতে পারবেন, গবেষণার ভালোমন্দ, ক্রটিবিচ্যুত নিয়ে আলোচনা করতে পারবেন এবং তার সংশোধন দরকার হলে করতে পারবেন। এই বিবরণ পূর্ণাঙ্গ গবেষণা কার্যটির একটি সংক্ষিপ্ত অথচ সামগ্রিক রূপ।
- গবেষণার বিবরণ বিশ্ববিদ্যালয়ের গবেষণা সংক্রান্ত ডিগ্রি (যেমন, পি. এইচ. ডি, এম. ফিল ইত্যাদি) লাভের জন্য গবেষণাগ্রন্থ (Thesis) আকারে জমা দিয়ে গবেষক ডিগ্রির জন্য আবেদন করতে পারেন। এই গবেষণা গ্রন্থ একাধিক পণ্ডিত ব্যক্তিদ্বারা মূল্যায়ন করে মৌলিক এবং উৎকৃষ্ট বিবেচিত হলে, বিশ্ববিদ্যালয় গবেষককে ডিগ্রি প্রদান করে। এটি একদিক থেকে দেখতে গেলে একধরনের পরীক্ষা কিন্তু তা গবেষণাভিত্তিক।
- গবেষণাপত্র বা গবেষণা গ্রন্থ যে আকারেই হোক না কেন, তা গবেষণার দলিল হিসাবে দীর্ঘকাল সংরক্ষণ করা যায়। ফলে সুদূর ভবিষ্যতেও গবেষণা কার্যটি আবার করার দরকার

হলে, বা কোনো তথ্য ব্যবহার করার দরকার হলে এবং উপাত্তের অধিবিপ্লেষণ (Meta analysis) করার দরকার হলে, ওই বিবরণটি কাজে লাগে।

- গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করা থাকলে ভবিষ্যতে বিজ্ঞানের ইতিহাস রচনা, বা গবেষণার ধারা পর্যালোচনার কাজে খুবই মূল্যবান ভূমিকা পালন করে।

এইসব কারণে গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করার পদ্ধতি জানাটাও গবেষণার রীতি পদ্ধতি শিক্ষার অঙ্গ। বলা বাহুল্য, গবেষণার জন্য গবেষক যে ধাপগুলি অনুসরণ করেন, গবেষণার বিবরণও সেই ধাপ অনুযায়ী লেখা হয়। গবেষণাপত্র গবেষণাগ্রন্থ রচনার ক্ষেত্রে কিছু কিছু পার্থক্য থাকলেও মূল কাঠামো একই। এজন্য দুই প্রকার বিবরণই একসঙ্গে দেওয়া হল।

৫.৬.২ শিরোনাম ও গবেষকের পরিচয় (Title and Researchers Affiliation)

গবেষণার সমস্যা ও গবেষণাপত্র বা গ্রন্থের শিরোনাম প্রায় অভিন্ন। শিরোনাম এমনভাবে নির্বাচন করা হয় যার মধ্যে গবেষণার মূল প্রতিপাদ্য বিষয়টির ইঙ্গিত পাওয়া যায় এবং প্রধানতম চলগুলি সম্বন্ধেও উল্লেখ থাকে। সেই সঙ্গে সম্পর্ক (Relation) প্রভাব (Effect or Influence of), সমীক্ষা (Survey of) ইত্যাদি কথার মাধ্যমে গবেষণার ছকটির প্রতিও একটু ধারণা দেওয়ার চেষ্টা থাকে। এই কারণে গবেষণাপত্র বা গ্রন্থের শিরোনাম একটু বড় এবং বিবৃতিমূলক হয়েও থাকে। শিরোনামের পরই গবেষকের নামও গবেষকের পরিচয় দেওয়া হয়। তিনি কোন প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে যুক্ত, যে পদে আসীন, প্রতিষ্ঠানটির অবস্থান এইসবগুলি গবেষকের পরিচয় জ্ঞাপক। সাধারণত যে বছর গবেষণাপত্রটি প্রকাশিত হয়েছে, সেই সনটিও মুদ্রিত থাকে এই পর্যায়ে।

৫.৬.৩ সূচনা (Introduction)

গবেষণা গ্রন্থের বেলায় এইটি পরিচ্ছেদে আর গবেষণা পত্রের ক্ষেত্রে কোনো পরিচ্ছেদ না থাকায় সূচনা একটি স্বতন্ত্র অংশ হিসাবে লিখিত হয়। এইখানে গবেষক তাঁর সমস্যা নিরূপণের পশ্চাৎপট, তার তাত্ত্বিকভিত্তি এবং মূলধারণাগুলির সংজ্ঞা — যুক্তি সহকারে বুঝিয়ে লেখেন। গবেষণাটি কেন গবেষণাযোগ্য এই সমস্যাটি গবেষণা করা প্রয়োজন কেন এই জাতীয় যাবতীয় প্রশ্নের উত্তর সূচনাপর্বেই গবেষক দিয়ে রাখেন। এক কথায় সূচনায় গবেষণার নির্বাচন ও প্রতিষ্ঠা ঘটে।

৫.৬.৪ সংশ্লিষ্ট গবেষণা সংক্রান্ত প্রকাশনার পর্যালোচনা (Review of Related Research Literature)

সমস্যা নির্বাচন ও তার প্রতিষ্ঠার পর গবেষক তাঁর নির্বাচিত বিষয় এবং সংশ্লিষ্ট অন্যান্য ক্ষেত্রে যত গবেষণাপত্র, গ্রন্থ, বিবরণ ইত্যাদি প্রকাশিত হয়েছে তার পর্যালোচনা করেন, নির্বাচিত গবেষণার

সমস্যাটিকে গবেষণাযোগ্য হিসাবে আরও প্রতিষ্ঠিত করার জন্য। এখানে প্রতিটি গবেষণাপত্রের ত্রুটি, অসম্পূর্ণতা, ইত্যাদি আলোচনা করেন কয়েকটি উদ্দেশ্য নিয়ে।

- অন্য গবেষণার অসম্পূর্ণতার মাধ্যমে নিজের গবেষণার গুরুত্ব প্রতিষ্ঠা করা।
- অন্য গবেষকদের ব্যবহৃত পদ্ধতি, যেমন, চল, ছক, বিশ্লেষণ পদ্ধতি হাতিয়ার ইত্যাদির বিচার করে নিজের গবেষণার পদ্ধতি স্থির করা। প্রয়োজন হলে সরাসরি অন্য গবেষকদের সঙ্গে যোগাযোগ করা।
- অন্য গবেষকদের সিদ্ধান্তের সঙ্গে নিজের সিদ্ধান্তের তুলনা করা ও বিচার করা। অর্থাৎ, অন্য গবেষকের ফলাফল ও তাত্ত্বিক ভিত্তিকে সমর্থন করা অথবা প্রত্যাখ্যান করে নিজের মত প্রতিষ্ঠা করার সুযোগ করে রাখা।

এই পর্যালোচনা করার জন্য গবেষক অধিকাংশ সময়ই পূর্ববর্তী গবেষণাপত্রগুলিকে বিষয়বস্তু অনুযায়ী শ্রেণিবিভাগ করে আলোচনা করেন। খুব কম ক্ষেত্রেই কালানুক্রমিক আলোচনা করা হয়। গবেষণাপত্রে এটিও একটি স্বতন্ত্র পরিচ্ছেদ। পত্রিকায় প্রকাশনার জন্য আলাদা কোনো পর্যালোচনা দেওয়া হয় না সূচনার সঙ্গেই যুক্ত করে দেওয়া হয়।

৫.৬.৫ গবেষণার পদ্ধতি ও প্রকরণ (Methods and Procedure of Research)

এই অংশটি প্রকৃতপক্ষে গবেষণার ছক ও পরিকল্পনার বিবরণ। সেই সঙ্গে গবেষণার কাজ রতে যেয়ে তিনি যে কার্যধারা অনুসরণ করেছেন তারও বিবরণ দেওয়া হয় এখানে। এই বিবরণ অনেকগুলি অংশে বিভক্ত।

৫.৬.৫.১ চল (Variables)

এখানে গবেষক নির্বাচিত চলগুলির কার্যকর সংজ্ঞা দান করেন। অনেকগুলি সংজ্ঞা থাকলে, তাঁর নির্বাচিত সংজ্ঞা ও তার সমর্থনে জোরালো যুক্তি দেওয়া কর্তব্য। সেই সঙ্গে নির্বাচিত চলগুলির প্রকৃতি, অর্থাৎ শ্রেণি বিভক্ত না ধারাবাহিক, স্বতন্ত্র না নির্ভরশীল, চলগুলি এক মাত্রিক না বহুমাত্রিক, বহুমাত্রিক হলে তার মাত্রাগুলি কি কি, এই সমস্ত বিষয়ই এই অংশে স্থির করে দেওয়া হয়।

৫.৬.৫.২ জনগোষ্ঠী ও নমুনা দল (Population and Sample)

এই অংশের প্রথমে গবেষক তাঁর উদ্দিষ্ট জনগোষ্ঠীর সংজ্ঞা দিয়ে তার পরিসর সম্বন্ধে আলোচনা করেন। তারপর ওই জনগোষ্ঠী থেকে কি পদ্ধতিতে কত বড় নমুনা দল সংগ্রহ করা হবে তা নির্দিষ্ট করে বলে দেন। নমুনা দল যদি একাধিক স্তরে বিভক্ত থাকে তা ও এখানে বলা হয়।

৫.৬.৫.৩ গবেষণার ছক ও প্রকল্প (Research Design and Hypothesis)

যুক্তি সহকারে গবেষক বিশ্লেষণ করেন গবেষণার সমস্যা এবং চল ও নমুনাগুলির প্রকৃতি অনুযায়ী কোন ধরনের গবেষণার ছক তাঁর গবেষণার পক্ষে সবচেয়ে উপযোগী। আর ঐ ছকের সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে প্রকল্প রচনা করে। এই পর্বে শেষ হয়।

৫.৬.৫.৪ উপাত্ত সংগ্রহের হাতিয়ার (Tools for Data Collection)

চলগুলির পরিমাপ করার জন্য এবং মধ্যবর্তী ও অসংলগ্ন চলগুলি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য কোন কোন গবেষণার হাতিয়ার নির্বাচন করা হল তা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করবেন গবেষক। যদি একই চল পরিমাপ করার জন্য একাধিক হাতিয়ার থাকে তবে তাদের গুণ ও বৈশিষ্ট্য বিচার করে কোনটি সবচেয়ে উপযুক্ত তা এখানে ব্যাখ্যা করা হয় এবং সবশেষে গবেষকের নির্বাচিত হাতিয়ারের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়ার নিয়ম। যদি কোন হাতিয়ার পরিবর্তন, অনুবাদ বা নতুন হাতিয়ার নির্মাণ করা হয় তবে কী পদ্ধতি অবলম্বন করা হবে তার সমস্ত বিবরণ গবেষক এখানে জানিয়েছেন।

৫.৬.৫.৫ উপাত্ত সংগ্রহের প্রকরণ (Procedure of Data Collection)

উপাত্ত সংগ্রহের পরিকল্পনা, আয়োজন, সময়সীমা, স্থান, ক্রমপর্যায় এইসবই এই অংশে লিপিবদ্ধ করা থাকে।

৫.৬.৫.৬ উপাত্ত বিশ্লেষণ (Data Analysis)

এখানে উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি সম্বন্ধে বিবরণ দেওয়া হয়। সেই সঙ্গে যুক্তি সহকারে ব্যাখ্যা করা হয় কেন ওইসব পদ্ধতি নির্বাচন করা হল।

৫.৬.৫.৭ ফলাফল ও আলোচনা (Result and Discussion)

উপাত্ত সংগ্রহ ও বিশ্লেষণের পর যে ফলাফল পাওয়া গেল তার বিবরণ ও ব্যাখ্যা (Interpretation) এখানে দেওয়া হয়। এই বিবরণ যাতে বিশ্বাসযোগ্য হয় তার জন্য বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা মান, যা উপাত্ত বিশ্লেষণ করে পাওয়া গেছে, সারণি (Table) আকারে উল্লেখ করে দেওয়া হয়। প্রথমে ফলাফলের একটি রাশিবিজ্ঞান সম্মত ব্যাখ্যা দিয়ে শেষে তার তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা দিয়ে ফলাফল আলোচনার কাজ শেষ করা হয়। এই ব্যাখ্যার মাধ্যমেই বিচার হয়, গবেষণার শুরুতেই গবেষণার বিষয় হিসাবে যা গবেষণার প্রতিপাদ্য ছিল, তা গৃহীত হয়েছে কি না। প্রতিপাদ্য বিষয় প্রমাণিত না হলে, কি ধরনের বিকল্প ব্যাখ্যা হতে পারে তাও এই অংশে আলোচনা করা হয়।

৫.৬.৫.৮ সারসংক্ষেপ ও সিদ্ধান্ত (Summary and Conclusion)

এই অংশের শুরুতে সমগ্র গবেষণা কার্যটির একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ এমনভাবে দেওয়া হয় যে কোনো পাঠক মূল গবেষণা গ্রন্থটি না পড়ে প্রথমেই এই অংশটি পড়ে মোটামুটি গবেষণার শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত সমস্ত কাজটি সম্বন্ধে ধারণা লাভ করবেন। এরপর গবেষক যে সিদ্ধান্তগুলি তিনি নিতে পেরেছেন, কোনো ব্যাখ্যা ছাড়াই তা একে একে উল্লেখ করেন। গবেষণাপত্রের ক্ষেত্রে এই অংশটি খুব ছোট আকারে সারসংক্ষেপ (Abstract) হিসাবে গবেষণাপত্রের শুরুতেই মুদ্রিত করে দেওয়া হয়। যাই হোক, গবেষণা গ্রন্থে, সব শেষে গবেষণাটির সম্ভাব্য অসম্পূর্ণতা, পরবর্তী গবেষণার সম্ভাব্য ক্ষেত্রগুলি চিহ্নিত করে দেওয়া এবং বর্তমান গবেষণার মৌলিক অংশগুলির প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ করে বিবরণ লেখা শেষ হয়। এই অংশে অনেক সময় পূর্বতন গবেষণার পর্যালোচনা থেকে পাওয়া ফলাফলগুলির সঙ্গে নিজের পাওয়া ফলাফলের তুলনামূলক মন্তব্য দেওয়া হয়।

৫.৬.৫.৯ গ্রন্থপঞ্জি (Bibliography)

সমস্ত গবেষণার কাজটি করতে যেয়ে শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত গবেষককে প্রতিপদে পদে পূর্ববর্তী গবেষকদের সাহায্য নিতে হয়েছে। তাঁর লিখিত বিবরণের মূল অংশে যখন যেখানে প্রয়োজন পূর্ববর্তী প্রকাশনার সূত্র সংক্ষেপে গবেষকের নাম ও বৎসর সহ উল্লেখ করতে হয়েছে। এবার সবশেষে গ্রন্থপঞ্জিতে ওইসব গ্রন্থ, গবেষণাপত্র ও অন্যান্য যাবতীয় তথ্যের উৎসের একটি বর্ণানুক্রমিক তালিকা দেওয়া অবশ্য কর্তব্য। পরবর্তী গবেষকরা এই গ্রন্থতালিকা থেকে সংশ্লিষ্ট বিষয়ের যাবতীয় তথ্যের উৎস সন্ধান করতে পারবেন। সাধারণ নিয়মে, প্রতিটি পুস্তক বা গবেষণাপত্রের ক্ষেত্রে প্রথমে গবেষকের পদবী, তারপর প্রথম ও দ্বিতীয় নামের সংক্ষিপ্ত রূপ, প্রকাশনার বৎসর, পুস্তক বা প্রবন্ধের নাম, প্রকাশকের নাম ও স্থান, পৃষ্ঠা সংখ্যা ইত্যাদি তালিকায় উল্লেখ থাকে। স্বীকৃত গবেষণা পত্রিকায় প্রকাশিত প্রবন্ধের ক্ষেত্রে পত্রিকার নাম ও পৃষ্ঠাসংখ্যা উল্লেখ করা বাধ্যতামূলক।

৫.৬.৫.১০ উপাংশ (Appendix)

সাধারণত গবেষণা গ্রন্থের শেষে যে সমস্ত বিষয় (যেমন, গবেষণার হাতিয়ারের নমুনা, কিছু কিছু গৌণ সারণি ও তথ্য ইত্যাদি) যেগুলি গবেষণায় প্রয়োজন হয়েছিল কিন্তু মূল অংশে দেওয়া যায় নি। সেগুলি এই উপাংশে সংযোজিত করা হয়।

এছাড়াও গবেষণাগ্রন্থে সূচিপত্র (Contents), মুখবন্ধ (Preface) ও কৃতজ্ঞতা স্বীকার (Acknowledgement) মূলগ্রন্থ শুরু হওয়ার পূর্বেই দেওয়ার প্রথা আছে। এর মধ্যে মুখবন্ধে অনেক সময়ই কিছু কিছু গুরুত্বপূর্ণ প্রসঙ্গ উল্লিখিত হয়। যদিও এর প্রকৃত উদ্দেশ্য হল গ্রন্থটির পরিবর্তননা ও

কাঠামো সম্বন্ধে গ্রন্থপাঠ শুরু হওয়ায় পূর্বেই একটি ধারণা দেওয়া। বলা বাহুল্য, গবেষণা পত্রিকায় প্রকাশিত গবেষণাপত্রে বা আলোচনা সভায় পাঠ করার জন্য লিখিত নিবন্ধে এই বিষয়গুলি দেওয়া হয় না।

সবশেষে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, সমস্ত গবেষণার বিবরণের সঙ্গেই একটি ক্ষুদ্রাকায় সারসংক্ষেপ সংযোজন করা হয়। যদি সমগ্র গবেষণা নিবন্ধ বা গ্রন্থটি পাঠ করা সম্ভব না হয় বা প্রয়োজন না থাকে, তবে ওই ক্ষুদ্র সারসংক্ষেপটি পাঠ করে পরবর্তী গবেষক বা অন্য কোন আগ্রহীপাঠক স্থির করে নিতে পারবেন যে মূল নিবন্ধ বা গ্রন্থটি পাঠ করে তাঁর প্রয়োজন মিটবে কি না। যদি মেটে তা হলে সমগ্র নিবন্ধটি পড়বেন। নতুবা অন্য উৎসের সন্ধান করবেন। বর্তমানে এই জাতীয় সারসংক্ষেপ Website এও দেওয়া হচ্ছে।

৫.৭ সারসংক্ষেপ (Summing up)

গবেষণার অন্তিম কাজ উপাত্ত বিশ্লেষণ করে প্রকল্প পরীক্ষার মাধ্যমে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা। উপাত্ত এক প্রকার নয়। প্রত্যক্ষভাবে গবেষণার হাতিয়ারের সাহায্যে যে উপাত্ত সংগ্রহ করা হয় তাকে বলে প্রাথমিক উপাত্ত আর অন্য উৎস থেকে বা পরোক্ষ উৎস থেকে যে উপাত্ত সংগৃহীত হয় তার নাম গৌণ উপাত্ত। অন্যদিক থেকে পরিমাপের ভিত্তিতে সংখ্যা মান দ্বারা প্রকাশ করা যায়, এমন উপাত্ত হল পরিমাণগত আর বিবরণমূলক উপাত্ত যা ভাষাভিত্তিক তাকে বলা হয় গুণগত উপাত্ত। উভয়প্রকার উপাত্তই গবেষণায় কাজে গুরুত্বপূর্ণ। পরিমাণগত উপাত্ত ও গুণগত উপাত্ত নিয়ে বিতর্ক আসনে ব্যক্তিমুখী ও ঐক্যমুখী দৃষ্টিভঙ্গির বিবাদ-যা মনোবিজ্ঞানের একটি মৌলিক তাত্ত্বিক বিবাদ। উপাত্ত সংগ্রহের প্রস্তুতি ও প্রকৃত উপাত্ত সংগ্রহের উপাত্ত বিশ্লেষণ করা পূর্বে সংগৃহীত উপাত্তের মধ্যে শৃঙ্খলা আনার জন্য ওইগুলিকে বিন্যস্ত করা দরকার হয়। এজন্য প্রত্যেকটি হাতিয়ার মূল্যায়ন করে নমুনাদলের প্রত্যেকের স্কেল নির্ণয় করে সেগুলিকে উপাত্তপত্রে লিখে নেওয়া হয়। সবশেষে উপযুক্ত পদ্ধতির সাহায্যে বিশ্লেষণ কার্য সম্পন্ন করা হয়।

গবেষণার সর্বশেষ কাজ হল যে কোনো গবেষণাই হোক না কেন তার বিবরণ বিশেষ নিয়ম মেনে লিপিবদ্ধ করা। এই বিবরণ গবেষকের নিজের ভবিষ্যৎ প্রয়োজনের জন্য যেমন দরকার, তেমনি দরকার অন্যান্য গবেষকদের প্রয়োজনেও। গবেষণার বিবরণ বিশ্ববিদ্যালয়ের ডিগ্রি লাভ করার জন্য গ্রন্থাকারে লিপিবদ্ধ করা হয়। স্বীকৃতি গবেষণার পত্রিকায় প্রকাশ করার জন্য অপেক্ষাকৃত সংক্ষিপ্ত ও একটু ভিন্নরূপে গবেষণাপত্র আকারে লিপিবদ্ধ করা হয় গবেষণায় বিবরণ। এইসব বিবরণ একটি গবেষণার কাজে শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত যে সমস্ত ধাপ অনুসরণ করা হয় সেই একই ক্রমানুসারে লিপিবদ্ধ ও সংরক্ষণ করে রাখা হয়।

৫.৮ প্রশ্নাবলী (Questions)

★ অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। উপাত্ত কাকে বলে ?
- ২। প্রাথমিক উপাত্ত কাকে বলে ?
- ৩। গুণগত উপাত্ত কি পরিমাণগত উপাত্ত থেকে নিকট ?
- ৪। উপাত্তের কয়েকটি দৃশ্যরূপের নাম করুন।
- ৫। উপাত্ত বিশ্লেষণ কেন করা হয় ?
- ৬। গুণগত উপাত্ত কিভাবে বিশ্লেষণ করা হয় ?
- ৭। গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করা হয় কেন—একটি কারণ বলুন।
- ৮। গবেষণার বিবরণীতে পূর্ববর্তী প্রকাশনার পর্যালোচনা করা হয় কেন ?
- ৯। 'উপাংশ' কেন দেওয়া হয় ?
- ১০। বিশ্লেষণের অন্তিম ফল কী ?

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

- ১। প্রাথমিক ও গৌণ উপাত্তের পার্থক্য উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ২। উপাত্ত কিভাবে বিন্যস্ত করা হয় ?
- ৩। গুণগত উপাত্ত বিশ্লেষণের পদ্ধতি আলোচনা করুন।
- ৪। উপাত্ত বিশ্লেষণের অন্তিম ফল কিভাবে প্রকাশ করা হয় ?
- ৫। উপাত্ত সংগ্রহের প্রকরণ অংশে কোন বিবরণ লেখা হয় ?

★ রচনাত্মক প্রশ্ন :

- ১। উপাত্তের শ্রেণি বিভাগ করুন। উপাত্ত বিশ্লেষণের প্রক্রিয়াটি সবিস্তারে আলোচনা করুন।
- ২। গবেষণার বিবরণ লিপিবদ্ধ করা হয় কেন ? এর ধাপগুলি সংক্ষেপে লিখুন।

৫.৯ গ্রন্থপঞ্জী (Bibliography) (For all Units)

1. Barlow, D. H. & Hersen, M. (1984). Single Case Experimental Design. New York : Pergamon.
2. Best, J. H. (Ed.). (1983), Historical Inquiry in Education. A Research Agenda. Washington D. C. : American Educational Research Association.

3. Best, J. W. & Kahn, J. V. (1982). *Research in Education*. New Jersey : Prentice Hall.
4. Cronbach, L. J. (1984). *Essentials of Psychological testing*. New York : Harpar & Row.
5. Dominowski, R. L. (1980). *Research Methods*. New Jersey : Prentice Hall.
6. Dwivedi, R. S. (1997). *Research Methods in Beharioural Sciences*. Delhi : McMillan.
7. Guilford, J. P. & Fruchter, B. (1978). *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. New Delhi : McGraw-Hill Book Co.
8. Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of Behaviournal Research*. New York : Holt, Rinchart & Winston.
9. Kidder, L. H. (1981). *Research Methods in Social Relations*. New York : Holt, Rinchart & Winton.
10. Kirk, R. (1982). *Experimental Design : Procedures for the Behavioural Sciences*. Belmont : Brooks.
11. McGuigan, F. J. (1990). *Experimental Psychology : Methods of Research*. New Delhi : Prentice Hall.
12. Nunnally, J. C. (1981). *Psychometric Theory*. New Delhi : McGraw Hill Book C.
13. Thorndike, R. L. & Hagen, E. P. (1977). *Measurement and Evaluation in Education*. New Delhi : Wilay Eastern.
14. Young, P. V. (1973), *Scientific Social Survey and Research*. Delhi : Prentice Hall of India.

একক ৬ □ তথ্যের রাশিবিজ্ঞান সম্মত পরিচর্যা ও প্রয়োজনীয়তা
(Statistical Treatment of Data and its Needs)

গঠন (Structure)

- ৬.১ সূচনা
- ৬.২ উদ্দেশ্য
- ৬.৩ শিক্ষা গবেষণার তথ্য বিশ্লেষণে রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগ
 - ৬.৩.১ রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগ পদ্ধতি
 - ৬.৩.২ স্কোর বিন্যাস
 - ৬.৩.৩ স্কোরের শ্রেণিবিন্যাস
- ৬.৪ কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ
 - ৬.৪.১ পাটীগণিতিক গড়
 - ৬.৪.১.১ অবিন্যস্ত রাশিমালার গড় নির্ণয়
 - ৬.৪.১.২ বিন্যস্ত রাশিমালায় গড় নির্ণয়
 - ৬.৪.১.৩ পরিসংখ্যা বিভাজনের গড় নির্ণয়
 - ৬.৪.১.৪ সম্ভাব্য গড় পদ্ধতিতে গড় নির্ণয়
 - ৬.৪.১.৫ গড়ের ধর্ম
 - ৬.৪.২ মধ্যমা নির্ণয়
 - ৬.৪.২.১ অবিন্যস্ত স্কোরের মধ্যমা নির্ণয়
 - ৬.৪.২.২ পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে মধ্যমা নির্ণয়
 - ৬.৪.২.৩ মধ্যমার ধর্ম
 - ৬.৪.৩ ভূমিষ্ঠক
 - ৬.৪.৩.১ পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে ভূমিষ্ঠক নির্ণয়
 - ৬.৪.৩.২ কেন্দ্রীয় প্রবণতায় পরিমাপগুলির ব্যবহার
- ৬.৫ বিমমতার পরিমাপ
 - ৬.৫.১ প্রসার
 - ৬.৫.১.১ প্রসারের বৈশিষ্ট্য
 - ৬.৫.২ গড়চ্যুতি

- ৬.৫.২.১ অবিন্যস্ত স্কোরের গড়চ্যুতি
- ৬.৫.২.২ পরিসংখ্যা বিভাজনের গড়চ্যুতি নির্ণয়
- ৬.৫.৩ চতুর্থাংশ চ্যুতি
- ৬.৫.৪ সম্যক বিচ্যুতি
 - ৬.৫.৪.১ অবিন্যস্ত রাশিমালার সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয়
 - ৬.৫.৪.২ পরিসংখ্যা বিভাজনের সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয়
 - ৬.৫.৪.৩ সম্ভাব্য গড়ের সাপেক্ষে সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয়
 - ৬.৫.৪.৪ সম্যক বিচ্যুতির বৈশিষ্ট্য
- ৬.৫.৫ বিষমতার পরিমাপগুলির ব্যবহার
 - ৬.৫.৫.১ প্রসার
 - ৬.৫.৫.২ গড়চ্যুতি
 - ৬.৫.৫.৩ চতুর্থাংশ চ্যুতি
 - ৬.৫.৫.৪ সম্যক বিচ্যুতি
- ৬.৬ লেখচিত্রের সাহায্যে তথ্য পরিবেশন
 - ৬.৬.১ পরিসংখ্যা বহুভুজ
 - ৬.৬.২ হিস্টোগ্রাম
 - ৬.৬.৩ পরিসংখ্যা বহুভুজ ও হিস্টোগ্রামের ব্যবহার
- ৬.৭ স্বাভাবিক বণ্টন
 - ৬.৭.১ স্বাভাবিক বণ্টনের বৈশিষ্ট্য
 - ৬.৭.২ স্বাভাবিক বণ্টনের থেকে বিচ্যুতি
 - ৬.৭.২.১ স্কুনেশ
 - ৬.৭.২.২ কার্টোসিস
 - ৬.৭.৩ স্বাভাবিক বণ্টনের লেখচিত্রের ব্যবহার
- ৬.৮ প্রণাবলি

৬.১ সূচনা (Introduction)

পরিমাপভিত্তিক যে কোন গবেষণার তথ্য সংখ্যামান হিসাবে সংগৃহীত হয়। কিন্তু বিপুল পরিমাণ অবিন্যস্ত ও বিশৃঙ্খল সংখ্যা রাশি গবেষকের কাছে কোনো বিশেষ অর্থ বহন করে না। সেজন্য ওইসব সংখ্যারশির মধ্যে বিন্যাস তথা শৃঙ্খলা আনা, রাশিবিজ্ঞানের পদ্ধতি যথাযথভাবে প্রয়োগ করে তাদের অর্থবহ সিদ্ধান্তে রূপান্তরিত করা প্রয়োজন। এই এককটিতে সেই প্রাথমিক পরিচর্যার বিষয়টিই লেখা হয়েছে।

৬.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ শিক্ষা গবেষণা রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগ ও তার প্রয়োজনীয়তা সম্বন্ধে বলতে পারবেন।
- ★ অবিন্যস্ত তথ্যকে বিন্যস্ত করতে পারবেন।
- ★ তথ্যকে লেখচিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করতে পারবেন।
- ★ গড়, মধ্যমা ও ভূমিষ্টক নির্ণয় করে তাদের বৈশিষ্ট্য ও প্রয়োগ সম্বন্ধে বলতে পারবেন।
- ★ বিষমতার সংজ্ঞা ও প্রকারভেদ, তাদের নির্ণয় করার পদ্ধতি ও বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে অবহিত হবেন।
- ★ স্বাভাবিক বন্টনের সংজ্ঞা ও সূত্র বলতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক বন্টনের বিচ্যুতিগুলির প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রের যথাযথ ব্যবহার করতে পারবেন।

(ক) শিক্ষাবিজ্ঞানের তথ্য বিশ্লেষণে এবং গবেষণায় রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগ। স্কোরের বিন্যাস ও পরিসংখ্যা বিভাজন (Application of Statistics in Analysis of Data in Educational Study and Research. Organising Scores and Frequency Distribution).

- (খ) কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ (Measures of Central Tendency)
- (গ) বিষমতার পরিমাপ (Measures of Variability)
- (ঘ) লেখচিত্রের মাধ্যমে তথ্য পরিবেশন (Graphical Representation of data)
- (ঙ) স্বাভাবিক বন্টন (Normal Distribution)

৬.৩ শিক্ষা গবেষণার তথ্য বিশ্লেষণে রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগ (Application of Statistics in Analysis of Data in Educational Research)

ইংরেজি 'Statistics' (Statistics) শব্দটি একটি অর্থে কতকগুলি সাংখ্যমান বা পরিসংখ্যানকে বোঝায়। আরেকটি অর্থে একটি বিজ্ঞান বা জ্ঞানের ক্ষেত্রকে বোঝায়। রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে শিক্ষাবিজ্ঞান, মনোবিদ্যা, সমাজবিজ্ঞান ইত্যাদি বিভিন্ন সামাজিক বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে বিভিন্ন তথ্যের তাৎপর্য নির্ণয় করা হয়।

শিক্ষাবিজ্ঞানের ক্ষেত্রে রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগের দ্বারা আমরা নিম্নলিখিত বিষয়গুলিকে সহজেই অনুধাবন করতে পারি :

- (১) ছাত্রদের সমষ্টিগতভাবে কোন একটি বিষয়ে অর্জিত জ্ঞানের মান নির্ণয় করা।
- (২) ছাত্রদের সমষ্টিগতভাবে বিভিন্ন বিষয়ে অর্জিত জ্ঞানের মানের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা।
- (৩) ছাত্রদের শিক্ষার অগ্রগতির ধারা মূল্যায়ন করা।
- (৪) শিক্ষার অগ্রগতির জন্য কোন প্রকল্প রচনা করা এবং প্রকল্পটির সার্থকতা নির্ণয় করা।
- (৫) ছাত্রদের কোন বিষয়ে অর্জিত জ্ঞানের ক্ষেত্রে বিভিন্ন বিষয়ের প্রভাব পরিমাপ করা।
- (৬) শিক্ষার বিভিন্ন পদ্ধতিগুলির সফলতার মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা।
- (৭) দুই বা ততোধিক ছাত্রদলের মধ্যে শিক্ষা বিষয়ক ব্যাপারে পার্থক্য নির্ণয় করা।
- (৮) শিক্ষা বিষয়ক বিভিন্ন বিষয়ের পরিমাপের জন্য কোন আদর্শ অভীক্ষা গঠন করা।
- (৯) ছাত্রদের শিক্ষাগত নির্দেশনার জন্য তাদের অর্জিত জ্ঞানের রেখাচিত্র গঠন করা।

৬.৩.১. রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগের পদ্ধতি (Methods of Statistical Application)

রাশিবিজ্ঞান একই সঙ্গে পরীক্ষামূলক ও প্রয়োগমূলক বিজ্ঞান। এই বিজ্ঞানের প্রয়োগের কতকগুলি পদ্ধতি আছে। এই পদ্ধতিগুলি ধারাবাহিকভাবে নীচে বর্ণনা করা হল।

(১) তথ্য সংগ্রহ (Collection of data) : কোনো ব্যক্তির সম্বন্ধে কোনো বিষয়ে জানতে হলে সেই বিষয়ে ব্যক্তির কতটা জ্ঞান বা ধারণা বা অভিজ্ঞতা আছে তা নির্ণয় করার ক্ষেত্রে একটি সাংখ্যামানের দরকার হয়। এই সাংখ্যামানটিকে ব্যক্তির সম্বন্ধে তথ্যের (data) পরিমাপ বা স্কোর (score) বলা হয়। অনেক সময় তথ্যটি কোনো বিশেষণ দ্বারাও প্রকাশ করা হয়। কিন্তু সেক্ষেত্রে ধারণাটি ভিন্ন ভিন্ন ব্যক্তির কাছে বিভিন্ন রকমভাবে প্রতীয়মান হতে পারে। কিন্তু সাংখ্যামান দ্বারা প্রকাশিত তথ্যের ক্ষেত্রে এই ঘটনার সম্ভাবনা থাকে না। সাংখ্যামান দ্বারা মূল্যায়ন করাকে পরিমাণগত মূল্যায়ন (quantitative evaluation) এবং বিশেষণ দ্বারা মূল্যায়নকে গুণগত মূল্যায়ন (qualitative evaluation) বলে।

উদাহরণ : ধরা যাক কোন একটি বিষয়ে 50-এর মধ্যে একজন ছাত্র 35, আর একজন 40 এবং অপর একজন 44 পেয়েছে। এই ক্ষেত্রে প্রথম ছাত্রের ফলাফলকে 'ভালো', দ্বিতীয়ের ক্ষেত্রে 'খুব ভালো' এবং তৃতীয় জনের ক্ষেত্রে 'ভীষণ ভালো' এই সমস্ত বিশেষণের সাহায্যে পরিমাপ করা হয় তাহলে মোটামুটি কাজ চলে যেতে পারে কিন্তু কোনো বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে বা খুব যথাযথ পরিমাপের ক্ষেত্রে এই ধরনের বিশেষণের প্রয়োগ কার্যকর হবে না।

পুনরায় এই পরীক্ষায় বিভিন্ন ছাত্রের বিভিন্ন পারদর্শিতা বিশেষণ দ্বারা প্রকাশ করতে গেলে এত বিশেষণ পাওয়াও সম্ভব নয়।

তথ্য সংগ্রহের ক্ষেত্রে যে বিষয়ে সেই তথ্য সংগ্রহ করা হয় তাকে চল্ (variable) বলা হয়। কারণ বিভিন্ন ব্যক্তির ক্ষেত্রে বিষয়টির পরিমাপ বিভিন্ন হয়। অথবা, একই ব্যক্তির ক্ষেত্রে বিভিন্ন সময়ে বিষয়টির পরিমাপ বিভিন্ন হতে পারে।

চল্ সাধারণত দুই প্রকার, অবিচ্ছিন্ন (continuous) এবং বিচ্ছিন্ন (discrete)। অবিচ্ছিন্ন চল্লের উদাহরণ হল কোন পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বর, ছাত্রদের বয়স প্রভৃতি এবং বিচ্ছিন্ন চল্লের উদাহরণ হল ছাত্র ছাত্রীদের সংখ্যা, শ্রেণি সংখ্যা প্রভৃতি।

অবিচ্ছিন্ন চল্লের পরিমাপগুলির মধ্যে কোনো ফাঁক থাকে না। যেমন, বয়স, বয়সের মাপকে বছর, মাস, দিন, ঘণ্টা, সেকেন্ড প্রভৃতি এককের দ্বারা অবিচ্ছিন্নভাবে পরিমাপ করা যায়। কিন্তু কোনো শ্রেণিতে ছাত্রের সংখ্যা ধরা যাক 50 জন এবং অন্য একটি শ্রেণিতে ছাত্রের সংখ্যা 51 জন। এখন এমন কোনো শ্রেণি পাওয়া সম্ভব নয় যাতে ছাত্রসংখ্যা 50 এবং 51-এর মধ্যে হবে। অর্থাৎ এই 1-এর ব্যবধান আর কমবে না। কিন্তু 20 বৎসর ও 21 বৎসর বয়সের মধ্যে ব্যবধান আরও কম হতে পারে; যেমন একজনের বয়স 20 বৎসর 6 মাস, কিংবা আরও কম ব্যবধান যথা 20 বৎসর 6 মাস 3 দিন হতে পারে।

৬.৩.২. স্কোর বিন্যাস (Organising Score) :

একদল ছাত্রের কোনো বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর বা স্কোর সংগ্রহ করবার পরে পরবর্তী কোনো বিশ্লেষণের জন্য ছাত্রদের ক্রমিক সংখ্যা অনুযায়ী স্কোরগুলিকে তালিকাভুক্ত করা হয়। এই তালিকা থেকে কোনো ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা জানা থাকলে তার প্রাপ্ত নম্বর সহজেই পাওয়া যাবে। এই তালিকাটিকে (সারণি 6.1) প্রাথমিক স্কোরের বা অবিভাজিত স্কোরের (Raw score বা Ungrouped Score) তালিকা বলা হয়।

এই তালিকা থেকে ছাত্রদের ওই বিষয়ে আর কোনো বিশেষ তথ্য সহজে দেওয়া সম্ভব হয় না। যেমন, একটি নির্দিষ্ট স্কোরের উপরে বা নীচে কতজন ছাত্র আছে বা একটি নির্দিষ্ট ছাত্রের পারদর্শিতা সমগ্র ছাত্রদের তুলনায় কেমন এইসব প্রশ্নের উত্তরের জন্য ওই প্রাথমিক তালিকাটি পুনরায় বিন্যাস করার প্রয়োজন হয়। এই পুনরায় বিন্যাসের জন্য প্রথমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন প্রাপ্ত নম্বর দুটি আলাদা করে নির্ণয় করা হয়। তারপর সর্বোচ্চ নম্বর থেকে সর্বনিম্ন পর্যন্ত নম্বরগুলি ধাপে ধাপে লেখা হয় এবং প্রত্যেকটি নম্বরের পাশে সেই নম্বর কতজন ছাত্র পেয়েছে তার সংখ্যা লেখা হয়। কোনো একটি নম্বর কোনও ছাত্র

না পেয়ে থাকলে নম্বরের পাশে শূন্য লেখা হয়। এইভাবে প্রস্তুত তালিকাটিকে (সারণি 6.2) পরিসংখ্যা বিভাজন বা পরিসংখ্যা বণ্টন (Frequency Distribution) বলা হয় এবং প্রত্যেক নম্বরের পাশে ছাত্রের সংখ্যাকে পরিসংখ্যা (Frequency) বলা হয়।

সারণি 6.1

ছাত্রদের ক্রমিক সংখ্যা অনুযায়ী প্রাপ্ত নম্বর

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	স্কোর	ছাত্রদের ক্রমিক সংখ্যা	স্কোর	ছাত্রদের ক্রমিক সংখ্যা	স্কোর
1	20	18	30	35	35
2	25	19	34	36	35
3	37	20	33	37	36
4	41	21	33	38	25
5	44	22	36	39	27
6	22	23	28	40	43
7	28	24	22	41	48
8	31	25	45	42	28
9	36	26	34	43	32
10	24	27	37	44	32
11	29	28	38	45	33
12	32	29	46	46	26
13	38	30	34	47	34
14	32	31	21	48	31
15	23	32	26	49	31
16	40	33	27	50	30
17	42	34	27		

সারণি 6.2

স্কোর বিন্যাসের তালিকা

স্কোর (Score)	ট্যালি চিহ্ন (Tally Mark)	পরিসংখ্যা (Frequency)	স্কোর (Score)	ট্যালি চিহ্ন (Tally Mark)	পরিসংখ্যা (Frequency)
20		1	36		3
21		1	37		2
22		2	38		2
23		1	39	—	0
24		1	40		1
25		2	41		1
26		2	42		1
27		3	43		1
28		3	44		1
29		1	45		1
30		2	46		1
31		3	47	—	0
32		4	48		1
33		3			
34		4			
35		2			

সারণি 6.3

স্কোরের শ্রেণীবিন্যাস

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	ট্যালি চিহ্ন (Tally Marks)	পরিসংখ্যা (Frequency)
20—24	III ;	6
25—29	III, III,	11
30—34	III, III, III,	16
35—39	III, IIII	9
40—44	III	5
45—49	III	3
		50

৬.৩.৩. স্কোরের শ্রেণিবিন্যাস (Grouping of Score) :

যখন ছাত্রসংখ্যা বা জনসংখ্যা বা প্রাপ্ত স্কোরের সংখ্যা বেশি হয় (তখন দ্বিতীয় তালিকা থেকে বিভিন্ন তথ্য জানা সুবিধাজনক হয় না) তখন স্কোরগুলির শ্রেণিবিন্যাসের দরকার হয়।

শ্রেণিবিন্যাসের জন্য সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন স্কোর দুটির মধ্যে যে ব্যবধান থাকে, তাকে প্রয়োজন অনুযায়ী ছোট ছোট ব্যবধানে ভাগ করা হয়। পরে প্রত্যেকটি ছোট ছোট স্কোরের ব্যবধানে কতজন করে ছাত্র বা ব্যক্তি আছে সেই সংখ্যাটি নির্দিষ্ট স্কোর ব্যবধানের পাশে লেখা হয়। এই তালিকাটিও (সারণি 6.3) পরিসংখ্যা বিভাজন বা পরিসংখ্যা বণ্টন (Frequency Distribution) বলা হয়। এই তালিকাটিতে ছোট ছোট স্কোর ব্যবধানকে শ্রেণি-বিভাগ (Class interval) এবং স্কোর ব্যবধানের দৈর্ঘ্যকে শ্রেণি দৈর্ঘ্য (length of class interval) বলা হয়।

‘তালিকা-6.3’ অনুযায়ী স্কোরগুলির শ্রেণিবিন্যাসের পর প্রয়োজন অনুযায়ী স্কোরগুলি সম্বন্ধে বিভিন্ন তথ্য যথা বিন্যাসের কেন্দ্রীয় প্রবণতা (Central tendency), বিসমতা (variability) প্রভৃতির পরিমাপ এই বিন্যাস থেকে রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়।

যখন স্কোরের সংখ্যা অনেক বেশি হয় তখন তথ্য বিশ্লেষণের জন্য স্কোরের শ্রেণিবিন্যাস সারণি 6.2 অনুযায়ী-এর চেয়ে সারণি 6.3 অনেক বেশি সুবিধাজনক।

সারণি 6.3 যে স্কোরের শ্রেণিবিন্যাস দেওয়া আছে তাতে যে কোনো শ্রেণির উর্ধ্বসীমা ওপরের শ্রেণির নিম্নসীমার মধ্যে একটি ছেদ আছে। যদিও প্রকৃতপক্ষে এই ছেদটি নেই কারণ ধরা যাক 20-24 এই শ্রেণিটির উর্ধ্বসীমা 24 এবং পরের শ্রেণি 25-29-এর নিম্নসীমা 25-এর মধ্যে একটি ছেদ আছে। প্রকৃতপক্ষে 24 হল 23.5 ও 24.5-এর মধ্যবিন্দু 25 হল 24.5 ও 25.5-এর মধ্যবিন্দু। নীচে এই ধারণার ভিত্তিতে 6.3 তালিকাটি পুনরায় লেখা হল।

সারণি 6.4
স্কোরের শ্রেণিবিন্যাস

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	পরিসংখ্যা (Frequency)
19.5—24.5	6
24.5—29.5	11
29.5—34.5	16
34.5—39.5	9
39.5—44.5	5
44.5—49.5	3
	50

৬.৪ কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ (Measures of Central Tendency)

এতক্ষণ স্কোরের বিন্যাস সম্বন্ধে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে। এখন ওই স্কোরগুলির প্রতিনিধি হিসাবে যদি এমন একটি সাংখ্যমান নির্ণয় করা যায় যার সাহায্যে সমস্ত স্কোরগুলি সম্বন্ধে একটি ধারণা করা যেতে পারে তাহলে ওই সাংখ্যমানটিকে স্কোরগুলির প্রতিনিধি হিসাবে গণ্য করা যেতে পারে। এই জাতীয় সাংখ্যমানকে ওই স্কোরগুলির কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ (Measure of Central Tendency) বলা হয়। কেন্দ্রীয় প্রবণতা দ্বারা এই কথা বোঝানো হয় যে ওই সাংখ্যমানকে কেন্দ্র করে স্কোরগুলি বিন্যস্ত রাশি বিজ্ঞানের সাহায্যে সাধারণত তিন ধরনের কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ করা হয় যেগুলি শিক্ষামূলক কাজ ও গবেষণায় ব্যবহৃত হয়। এইগুলি হল—(১) পাটিগণিতিক গড়

(Arithmetic Mean); (২) মধ্যমা বা মিডিয়ান (Median) এবং (b) ভূমিষ্টক বা মোড (Mode)। এই তিন রকমের কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপগুলির তাৎপর্য ভিন্ন ভিন্ন।

৬.৪.১. পাটিগণিতিক গড় (Arithmetic Mean) বা গড় (Mean) :

যে রাশিমালার গড় নির্ণয় করা হয়, সেগুলির যে একক, গড়টির সেই একক হয়। অর্থাৎ একদল ছাত্রের বয়স যদি বৎসর ও মাসে নির্ণয় করা হয় তাহলে তাদের গড়ও (Mean) বছর ও মাসের এককে প্রকাশ করতে হবে। আবার অনেক মসয় রাশিমালার কোনো নির্দিষ্ট একক থাকে না যেমন কোনো ক্লাসের একটি নির্দিষ্ট বিষয়ের পরীক্ষায় ছাত্ররা যে নম্বর পায় তার কোনো এককে প্রকাশ করা হয় না। সেইজন্য এই ক্ষেত্রে গড়ের কোনো একক থাকবে না। নিম্নে গড় নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতিগুলো আলোচনা করা হল।

৬.৪.১.১. অবিন্যস্ত রাশিমালার গড় নির্ণয় (Mean for ungrouped data) :

তালিকা 6.1 যে স্কোরগুলি আছে তাকে অবিন্যস্ত রাশিমালা বলা হয়। অবিন্যস্ত রাশিমালার গড় নির্ণয়ের জন্য রাশিমালার অন্তর্ভুক্ত রাশিগুলিকে যোগ করে যোগফলকে যত সংখ্যক রাশি রাশিমালায় আছে সেই সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে রাশিমালার গড় পাওয়া যাবে।

সাংকেতিক ভাষায় গড় নির্ণয়ের পদ্ধতিটি হল :

$$\text{সূত্র : গড় (Mean), } M = \frac{\sum X}{N} \quad \dots\dots\dots (6.1)$$

যেখানে M অর্থ গড় ; X \rightarrow এক একটি রাশি বা স্কোর ; $\sum X \rightarrow$ স্কোরগুলির যোগফল এবং N \rightarrow স্কোরের সংখ্যা।

উদাহরণ : 6.1 সারণির অন্তর্ভুক্ত স্কোরগুলির গড় (Mean) :

$$M = \frac{\sum X}{N} = \frac{20 + 21 \dots + 46 + 48}{50} = \frac{1621}{50} = 32.42$$

৬.৪.১.২. বিন্যস্ত রাশিমালার গড় নির্ণয় (সারণি 6.2) :

$$\text{সূত্র : } M = \frac{\sum fX}{N} \quad \dots\dots\dots (6.2)$$

এখানে M, হল গড় ; $\sum fX$, প্রত্যেকটি স্কোরকে তার নিজস্ব পরিসংখ্যা দ্বারা গুণ করে তারপর গুণফলগুলির যোগফল ; N, স্কোরের সংখ্যা।

সারণি 6.5

সারণি 6.2-এর রাশিবিন্যাসের গড়

স্কোর (Score) X	পরিসংখ্যা (Frequency) f	fX	স্কোর (Score) X	পরিসংখ্যা (Frequency) f	fX
20	1	20	35	2	70
21	1	21	36	3	108
22	2	44	37	2	74
23	1	23	38	2	76
24	1	24	39	0	00
25	2	50	40	1	40
26	2	52	41	1	41
27	3	81	42	1	42
28	3	84	43	1	43
29	1	29	44	1	44
30	2	60	45	1	45
31	3	93	46	1	46
32	4	128	47	0	00
33	3	99	48	1	48
34	4	136			

$$\text{এখানে গড় } M = \frac{\sum fX}{N} = \frac{20 + 21 + 44 + \dots + 46 + 48}{50} = \frac{1621}{50} = 32.42$$

৬.৪.১.৩. পরিসংখ্যা বিভাজনের গড় নির্ণয় (সারণি 6.4) :

(১) তালিকা 6.4-এর প্রত্যেকটি শ্রেণিবিভাগের (Class—Interval) মধ্যবিন্দু (X) নির্ণয় করতে হবে।

(২) প্রত্যেকটি শ্রেণিবিভাগের মধ্যবিন্দুকে (X) ওই শ্রেণির অন্তর্গত পরিসংখ্যা (f) দ্বারা গুণ করে গুণফল (fX) গুলোকে যোগ করে (ΣfX) যে যোগফল (ΣfX) পাওয়া যাবে তাকে মোট স্কোরের সংখ্যা ($\Sigma f = N$) দ্বারা ভাগ করতে হবে।

[এখানে, কোনো শ্রেণির মধ্যবিন্দুকে শ্রেণির অন্তর্গত পরিসংখ্যার গড় হিসাবে ধরা হয়। অতএব কোনো শ্রেণির মধ্যবিন্দুকে ওই শ্রেণির পরিসংখ্যা দ্বারা গুণ করলে যে গুণফল পাওয়া যাবে তাকে ওই শ্রেণির অন্তর্গত স্কোরগুলোর যোগফল ধরা হয়। এইভাবে, ΣfX সমস্ত স্কোরগুলোর যোগফলের সমান হয়।

সারণি 6.6

সারণি 6.4-এর অন্তর্গত শ্রেণিবিন্যাসের গড়

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	শ্রেণিবিভাগের মধ্যবিন্দু X	পরিসংখ্যা (Frequency)	fX
19.5—24.5	22	6	132
24.5—29.5	27	11	297
29.5—34.5	32	16	512
34.5—39.5	37	9	333
39.5—44.5	42	5	210
44.5—49.5	47	3	141
		50	1625

X স্কোরের শ্রেণিবিভাগের মধ্যবিন্দু; f, ওই শ্রেণির পরিসংখ্যা

$$\text{গড় } M = \frac{\Sigma fX}{N} \dots\dots\dots (6.3) \quad M = \frac{1625}{50} = 32.5$$

এখানে উপরোক্ত পদ্ধতিতে যে গড় নির্ণয় করা হল তার সঙ্গে আগের গড়ের পার্থক্য $32.5 - 3.42 = .08$ । অর্থাৎ সামান্যই তফাৎ হয়েছে। কিন্তু বর্তমান পদ্ধতিটি অনেক সুবিধাজনক।

৬.৪.১.৪. সম্ভাব্য গড় (Assumed Mean) পদ্ধতিতে গড় নির্ণয় :

সারণি 6.4-এর অন্তর্গত শ্রেণিবিন্যাসের গড় আরও একভাবে নির্ণয় করা যায়।

এইক্ষেত্রে সমস্ত শ্রেণিবিভাগের (Class Interval) মধ্যবিন্দুগুলি থেকে মাঝামাঝি কোনো শ্রেণিবিভাগের মধ্যবিন্দু সাধারণত যেটির অন্তর্গত রাশির (sec.) সংখ্যা (frequency) বেশি সেটিকে সমস্ত রাশিমালার সম্ভাব্য গড় (assumed mean) হিসাবে ধরা হয়।

এখন প্রত্যেক শ্রেণির মধ্যবিন্দু (X) থেকে ওই সম্ভাব্য গড় (AM) বিয়োগ বিয়োগফলটিকে শ্রেণিব্যবধান (class interval length, i) দ্বারা ভাগ করে প্রত্যেক মধ্যবিন্দুর (X) জন্য একটি পরিবর্তিত মধ্যবিন্দু (X') নির্ণয় করা হয় $(X' = \frac{X - AM}{i})$

এই পরিবর্তিত শ্রেণিবিভাগের মধ্যবিন্দুকে (X'), তার অন্তর্গত রাশির সংখ্যা দ্বারা গুণ করে পরবর্তী একটি 'fX' স্তম্ভ (column) প্রস্তুত করা হয় পরে এই স্তম্ভের যোগফলকে মোট রাশির সংখ্যা (N) দ্বারা ভাগ $(\frac{\sum fX'}{N})$ করা হয় এবং একে 'c' দ্বারা সূচিত করা হয়। এই 'c'-কে শ্রেণি ব্যবধানের মান 'i' দ্বারা গুণ করে একটি সংশোধনী সংখ্যা 'ci' নির্ণয় করা হয়। এই সংশোধনী সংখ্যাটি ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক এলে ইহা সম্ভাব্য গড়ের সঙ্গে যথাক্রমে যোগ অথবা বিয়োগ করে রাশিমালার প্রকৃত গড় নির্ণয় করা হয়।

সারণি 6.7

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	মধ্যবিন্দু X	X'(X - AM/i)	পরিসংখ্যা (f) (Frequency)	fX'
19.5—24.5	22	-2	6	-12
24.5—29.5	27	-1	11	-11
29.5—34.5	32 AM	0	16	0
34.5—39.5	37	1	9	9
39.5—44.5	42	2	5	10
44.5—49.5	47	3	3	9
			50	5

$$M = AM + Ci \dots (6.4) \text{ এখানে } AM = 32 ; C = \frac{\sum fX'}{N} = \frac{5}{50} = 0.1, i = 5$$

$$M = 32 + .1 \times 5 = 32.5$$

৬.৪.১.৫. গড়ের ধর্ম (Properties of Mean) :

(১) রাশিমালার কোন একটি রাশির মান পরিবর্তিত হলে গড়েরও মান পরিবর্তন হবে।

(২) গড় হল রাশিমালার প্রকৃত সাম্য বিন্দু (Balance point), অর্থাৎ রাশিমালার প্রত্যেকটা রাশি থেকে গড় বিয়োগ করে বিয়োগফলও চিহ্ন (ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক চিহ্ন) অনুযায়ী যোগ করলে যোগফল শূন্য হবে অর্থাৎ $\Sigma(X - M) = 0$ ।

(৩) রাশিমালার প্রত্যেকটা রাশির সঙ্গে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা যোগ অথবা বিয়োগ করলে, অথবা ওই সংখ্যা দ্বারা গুণ বা ভাগ করলে রাশিমালার গড়ও অনুরূপভাবে ওই সংখ্যা দ্বারা প্রভাবিত হবে।

৬.৪.২. মধ্যমা নির্ণয় (Computation of Median) :

কতকগুলি স্কোর-এর মধ্যমান হল এমন একটি স্কোর যার উপরে ও নীচে সমান সংখ্যক স্কোর থাকবে।

৬.৪.২.১. অবিন্যস্ত স্কোরের মধ্যমা নির্ণয় :

অবিন্যস্ত স্কোরের মধ্যমা নির্ণয় করতে হলে প্রথমে স্কোরগুলিকে মানের ক্রমে সাজাতে হবে। তারপর যদি স্কোরগুলির মোট সংখ্যা (N) বিজোড় বা জোড় হয় তাহলে নিম্নলিখিত উপায়ে মধ্যমা নির্ণয় করতে হবে :

(i) যখন স্কোরের সংখ্যা (N) বিজোড় হয় অথবা $\frac{N+1}{2}$ -তম স্থানে অবস্থিত স্কোরটিই মধ্যমা হবে।

উদাহরণ : নিম্নলিখিত স্কোরগুলির মধ্যমা নির্ণয় করতে হবে 22, 20, 22, 25, 19, 30, 27।

প্রথমে স্কোরগুলিকে মানের ক্রমপর্যায় সাজাতে হবে। নীচে স্কোরগুলিকে মানের ক্রম পর্যায় সাজানো হল—19, 20, 22, 22, 25, 27, 30 অথবা 30, 27, 25, 22, 22, 20, 19 এখানে পদের সংখ্যা (N) 7 অর্থাৎ বিজোড়। পদের সংখ্যা বিজোড় হলে $\frac{N+1}{2}$ পদটির মানই মধ্যমা হবে। অতএব চতুর্থ পদ অর্থাৎ '22' হল রাশিমালার মধ্যমা।

(ii) যখন স্কোরের সংখ্যা জোড় সংখ্যক হয় তখন $\frac{N}{2}$ -তম পদ ও $\frac{N}{2} + 1$ -তম পদের গড় হবে রাশিমালার মধ্যমা।

উদাহরণ : নিম্নলিখিত স্কোরগুলির মধ্যমা নির্ণয় করতে হবে—22, 20, 22, 26, 25, 19, 30, 27।

এখন স্কোরগুলিকে মানের ক্রমপর্যায়ে সাজানো হল—19, 20, 22, 22, 25, 26, 27, 30 অথবা 30, 27, 26, 25, 22, 22, 20, 19 এখানে $\frac{N}{2}$ -তম অর্থাৎ চতুর্থ পদটি হল '22' (অথবা 25) এবং $\frac{N}{2} + 1$ -তম অর্থাৎ পঞ্চম পদটি হল 25 (অথবা, 22) এবং এদের গড় হল 23.5 অতএব রাশিমালার মধ্যমা হল 23.5।

৬.৪.২.২. পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে মধ্যমা (Median) নির্ণয় :

তালিকা 6.4-এর পরিসংখ্যা বিভাজনের মধ্যমা নির্ণয়—

এখানে মধ্যমা নির্ণয়ের সূত্রটি হল :

$$\text{সূত্র : } L_L + i \frac{\frac{N}{2} - f_s}{f_m} \dots (6.5)$$

L_L —যে শ্রেণি ব্যবধানে মধ্যমাটি আছে তার নিম্নসীমা

i —শ্রেণি ব্যবধানের দৈর্ঘ্য ; N —মোট পরিসংখ্যা

f_s —যে শ্রেণিব্যবধানে মধ্যমাটি আছে তার চেয়ে কম মানের শ্রেণি ব্যবধানগুলির পরিসংখ্যাগুলির যোগফল

f_m —যে শ্রেণিতে মধ্যমাটি আছে তার পরিসংখ্যা

সারণি 6.8

মধ্যমা নির্ণয়

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	পরিসংখ্যা (Frequency)
19.5—24.5	6
24.5—29.5	11
29.5—34.5	16
34.5—39.5	9
39.5—44.5	5
44.5—49.5	3

এখানে $L_1 = 29.5$; $\frac{N}{2} = \frac{50}{2} = 25$; $i = 5$; $f_u = 17$; $f_m = 16$

$$\therefore \text{মধ্যমা} = 29.5 + \frac{25-17}{16} \times 5 = 32$$

৬.৪.২.৩. মধ্যমার ধর্ম (Properties of Median)

(১) মধ্যমার সাপেক্ষে রাশিগুলির স্থান (মধ্যমার উপরে বা নীচে) অপরিবর্তিত রেখে রাশিগুলির মান পরিবর্তন করলে মধ্যমার মান অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু গড়ের ক্ষেত্রে আমরা দেখেছি গড়ের মান পরিবর্তিত হয়। সেইজন্য মধ্যমা, গড় অপেক্ষা অনেক স্থিতিশীল।

(২) মধ্যমা ; গড়ের ন্যায় প্রতিটি রাশির সঙ্গে একই সংখ্যা যোগ, বিয়োগ গুণ বা ভাগ করলে, অনুরূপভাবে ওই সংখ্যা দ্বারা প্রভাবিত হয়।

(৩) অসমাপ্ত বন্টনের (Open ended distribution) মধ্যমা নির্ণয় করা যায় কিন্তু গড় নির্ণয় করা যায় না।

(৪) মধ্যমা এবং রাশিমালায় কয়টি রাশি আছে জানা থাকলে মধ্যমার উপরে ও নীচে কয়টি স্কোর আছে বলা যায়। এক্ষেত্রে রাশিগুলোর নিজস্ব মান জানার দরকার হয় না। কিন্তু গড়ের ক্ষেত্রে তা সম্ভব নয়।

৬.৪.৩. ভূষিষ্ঠক (Mode) :

কোনো রাশিমালায় যে রাশিটি বেশিবার থাকবে সেই রাশিটাকে রাশিমালার ভূষিষ্ঠক (Mode) বলে। এখন যদি রাশিমালায় একাধিক রাশি বেশিবার কিন্তু সমসংখ্যকবার থাকে ওই একাধিক রাশিকেই রাশিমালার ভূষিষ্ঠক (Mode) ধরা হয়।

উদাহরণ : 14, 19, 15, 17, 14, 16, 18, 14 এই রাশিমালার ভূষিষ্ঠক হল '14' কারণ '14' সংখ্যাটা তিনবার আছে।

14, 16, 19, 14, 16, 18, 18, 15, 13 এই রাশিমালার ভূষিষ্ঠক হল 14, 16 এবং 18 তিনটি রাশি কারণ তিনটি রাশি দুবার করে আছে। এইক্ষেত্রে নির্দিষ্ট কোনো একটা রাশি ভূষিষ্ঠক নয়। এই কারণে রাশিমালার কেন্দ্রীয় প্রবণতার মাপ হিসাবে ভূষিষ্ঠকের ব্যবহার অত্যন্ত সীমিত।

কোনো রাশিমালায় যদি প্রত্যেকটি রাশি মাত্র একবার করে থাকে তাহলে এই রাশিমালার নির্দিষ্ট কোনো ভূষিষ্ঠক নির্ণয় করা যায় না। অবিন্যস্ত স্কোরের ক্ষেত্রে স্কোরগুলোকে ক্রমপর্যায়ে সাজিয়ে নিলে ভূষিষ্ঠক তাড়াতাড়ি নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায়।

৬.৪.৩.১. পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে ভূমিষ্ঠক নির্ণয় :

এক্ষেত্রে যে শ্রেণির অন্তর্গত পরিসংখ্যা সর্বাধিক সেই শ্রেণির মধ্যবিন্দু হল ভূমিষ্ঠকের পরিমাণ। এখানে অবিন্যস্ত স্কেরের মতো একাধিক ভূমিষ্ঠকও থাকতে পারে।

সারণি 6.4-এর পরিসংখ্যা বিভাজনের ভূমিষ্ঠক নির্ণয়

তালিকাটিতে 29.5—34.5 এর অন্তর্গত পরিসংখ্যা 16 হল সর্বোচ্চ পরিসংখ্যা সেইজন্য এই শ্রেণিটির মধ্যবিন্দু 32 ভূমিষ্ঠকের মান বলে ধরা হবে।

গড় (Mean), মধ্যমা (Median) এবং ভূমিষ্ঠক (Mode)-এর মধ্যে একটি বিশেষ সম্পর্ক আছে। এই সম্পর্ক হল—

$$\text{সূত্র : Mode (Mo) = 3 Median (Mdn.) - 2 Mean (M) 6.6}$$

সুতরাং : গড় এবং মধ্যমার মান জানা থাকলে সহজেই ভূমিষ্ঠক নির্ণয় করা যায়।

ভূমিষ্ঠকের ধর্ম (Properties of Mode) :

- (১) ভূমিষ্ঠকে রাশিমালার সমস্ত রাশিগুলোর গুরুত্ব না দিয়ে কোন একটি মাত্র মানকে বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হয়।
- (২) ভূমিষ্ঠকের রাশিমালা সম্পর্কে পরবর্তী গণনায় বিশেষ কোন ভূমিকা নেই।
- (৩) কোন চলার (variable) বিভিন্ন মানের বা রকমের মধ্যে কোনটি বেশিবার ব্যবহৃত হয় অথবা বেশি দেখা যায় এই সংক্রান্ত প্রশ্নের ক্ষেত্রে ভূমিষ্ঠক ব্যবহৃত হয়।
- (৪) ভূমিষ্ঠক, রাশিমালার সাধারণ প্রবণতা সম্পর্কে একটি বিশেষ ধারণা দেয়।

৬.৪.৩.২. কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপগুলির ব্যবহার (Use of the measures of Central Tendency)

- (ক) গাণিতিক গড় বা গড় (Mean) ব্যবহৃত হয় যখন রাশিমালার
- (১) প্রকৃত কেন্দ্রীয় প্রবণতার মানের প্রয়োজন হয়।
- (২) কেন্দ্রীয় মানের ওপর নির্ভর করে অন্যান্য মানের গণনার দরকার হয়।
- (খ) মধ্যমানের (Median) ব্যবহার প্রয়োজন হয় যখনই রাশিমালার—
- (১) কেবলমাত্র মধ্যবিন্দুটি জানতে চাই।
- (২) প্রাস্তীয় মানগুলির মধ্যে অনেক পার্থক্য থাকে।

রাশিমালার গড় ও মধ্যমান যৌথভাবে রাশিমালার বন্টনের (distribution) প্রকৃতি নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়।

(গ) ভূষিষ্ঠকের (Mode) প্রয়োজন হয় যখন রাশিমালার—

(১) কোনো চলের (Variable) কোন প্রকারটা (গুণগত বা পরিমাণগত) বেশিবার ঘটেছে তা জানার দরকার হয়।

(২) গুণগত ও সংখ্যাধিক্যের দিক থেকে প্রবণতাকে প্রকাশ করতে হয়।

৬.৫ বিষমতার পরিমাপ (Measures of Variability)

কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ দ্বারা রাশিমালা সম্বন্ধে যা জানা যায় তার দ্বারা রাশিমালার সব বৈশিষ্ট্য জানা যায় না। বিশেষত অনেক সময় রাশিমালার গড় রাশিমালা সম্বন্ধে যে ধারণা দেয় তা আংশিক ধারণা মাত্র, সার্বিক ধারণা নয়। যেমন, নিম্নলিখিত দুটি রাশিমালার দ্বারা দুই দল ছাত্রের কোন বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর প্রকাশ করা হল :

প্রথম দল : 40, 49, 51, 67, 72, 74, 82, 79, 69, 57 ; Mean = $\frac{640}{10} = 64$

দ্বিতীয় দল : 61, 63, 67, 57, 64, 65, 68, 70, 65, 60; Mean = $\frac{640}{10} = 64$.

উভয়ক্ষেত্রেই গড় হল '64'। কিন্তু প্রথম দলটির গড়ের সাপেক্ষে স্কোরের বিস্তার (Dispersion), দ্বিতীয় দলটির বিস্তার অপেক্ষা অনেক বেশি। কিন্তু এই পার্থক্যটা গড় দ্বারা ধরা সম্ভব নয়। এখানে প্রথম দলটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন স্কোরের মধ্যে পার্থক্য হল (79 - 40) 39 সেখানে দ্বিতীয় দলটির ক্ষেত্রে এই পরিমাপ হল (70 - 57) 13 প্রথম দলের চেয়ে দ্বিতীয় দলের স্কোরগুলি গড়ের অনেক কাছাকাছি এবং সেই অর্থে দ্বিতীয় দলটি প্রথম দলের তুলনায় অনেক সমসত্ত্ব (Homogeneous)। সেই কারণে প্রথম দলের ক্ষেত্রে গড় সমগ্র দলটির পারদর্শিতার সম্বন্ধে যে ধারণা দেয় তার তুলনায় দ্বিতীয় দলের গড় অনেক পরিষ্কার ধারণা দেয়। এই কারণে সিদ্ধান্ত করা যায় যে রাশিমালার বিস্তার অনেক বেশি তার তুলনায় যে রাশিমালার বিস্তার কম সেক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ হিসাবে গড় অনেক তাৎপর্যপূর্ণ।

কোনো রাশিমালার বিস্তৃতি বোঝানোর জন্য যে পরিমাপগুলি ব্যবহৃত হয় তাদের সাধারণভাবে বিষমতার পরিমাপ (Measures of Variability) বলা হয়।

রাশিবিজ্ঞানে চারপ্রকার বিষমতার পরিমাপ আছে। সেগুলি হল—(১) প্রসার (Range), (২) গড়চ্যুতি (Mean deviation), (৩) চতুর্থক বা চতুর্থাংশ চ্যুতি (Quartile Deviation) এবং (৪) সম্যক বিচ্যুতি (Standard Deviation)।

৬.৫.১. প্রসার (Range) :

রাশিমালার বৃহত্তম ও ক্ষুদ্রতম রাশির অন্তরফল হল রাশিমালার প্রসার। রাশিমালার কোনো একক থাকলে প্রসারের একই একক হবে।

উদাহরণ : সারণি 6.2-এর রাশিমালার বৃহত্তম রাশি হল '48' এবং ক্ষুদ্রতম রাশি হল 20 অতএব এখানে রাশিমালার প্রসার হল $48 - 20 = 28$ ।

তালিকা 6.4-এর রাশিমালার সর্বোচ্চ সীমা 49.5 এবং সর্বনিম্ন 19.5 অতএব রাশিমালার প্রসার হল $49.5 - 19.5 = 30$ দ্বিতীয় ক্ষেত্রে রাশিমালার রাশিগুলির প্রকৃত মান জানা যাচ্ছে না বলে একই রাশিমালার প্রসার প্রথম ক্ষেত্রের তুলনায় দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বেশি হয়েছে। সেইজন্য বিষমতার মাপ হিসাবে 'প্রসার' একটি দুর্বল পরিমাপ।

৬.৫.১.১. প্রসারের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Range)

(১) প্রসার কেবলমাত্র স্কেরগুলির উর্ধ্বসীমা ও নিম্নসীমার মধ্যে ব্যবধান প্রকাশ করে কিন্তু মধ্যবর্তী স্কেরগুলির কোনো গুরুত্ব দেয় না।

(২) বিষমতা সংক্রান্ত ব্যাপক কোনো তথ্যের প্রয়োজনে সাধারণত প্রসার ব্যবহৃত হয় না।

৬.৫.২. গড় চ্যুতি (Average Deviation)

রাশিমালার প্রত্যেক রাশির সঙ্গে রাশিমালার গড়ের যে ব্যবধান তাকে চ্যুতি বলে। রাশিমালার যে রাশিগুলি গড় থেকে বড় সেসব ক্ষেত্রে চ্যুতিগুলি ধনাত্মক হবে আর যে রাশিগুলি গড় থেকে ছোট তাদের ক্ষেত্রে চ্যুতিগুলি ঋণাত্মক হবে এবং গড়ের ধর্ম অনুযায়ী মোট ধনাত্মক বিচ্যুতির পরিমাণ মোট ঋণাত্মক বিচ্যুতির পরিমাণ সমান হবে। এইজন্য বিচ্যুতিগুলির চরম মান (Absolute value) বা সাংখ্যমান (magnitude) বা চিহ্ন ছাড়া মানগুলি যোগ করে সেই যোগফলকে মোট রাশির সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে গড় চ্যুতির মান পাওয়া যায়।

৬.৫.২.১. অবিন্যস্ত স্কোরের গড়চ্যুতি (Mean Deviation of Ungrouped Score) :

সারণি 6.9

6.1-এর রাশিমালার গড় চ্যুতি নির্ণয়

স্কোর (X)	চ্যুতি $ X - M = X $	স্কোর (X)	চ্যুতি $ X - M = X $	স্কোর (X)	চ্যুতি $ X - M = X $
20	12.4	30	2.4	35	2.6
25	7.4	34	1.6	35	2.6
37	4.6	33	0.6	36	3.6
41	8.6	33	3.6	25	7.4
44	11.6	36	3.6	27	5.4
22	10.4	28	4.4	43	10.6
28	4.4	22	10.4	48	15.6
31	1.4	45	12.6	28	4.4
36	3.6	34	1.6	32	0.4
24	8.4	37	4.6	32	0.4
29	3.4	38	5.6	33	0.6
32	0.4	46	13.6	26	6.4
38	5.6	34	1.6	34	1.6
32	0.4	21	11.4	31	1.4
23	9.4	26	6.4	31	1.4
40	7.6	27	5.4	30	2.4
42	9.6	27	5.4		

এখানে গড় (Mean) = 32.4 ধরা হয়েছে।

গড় চ্যুতি = $\frac{\sum |X - M|}{N} = \frac{267.8}{50} = 5.36 \dots$ (6.7) '||' চিহ্নটির অন্তর্গত কোন রাশির মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাহা হউক না কেন রাশির মান ধনাত্মকই ধরতে হবে অর্থাৎ '-' ও '+' চিহ্ন অগ্রাহ্য করতে হবে।

৬.৫.২.২. পরিসংখ্যা বিভাজনের গড় চ্যুতি নির্ণয় (Average Deviation from Frequency Distribution)

$$\text{সূত্র : গড় চ্যুতি (A.D) = } \frac{\sum |fX|}{N} \dots (6.8)$$

X = রাশিমালার গড় থেকে যে কোনো শ্রেণির মধ্যবিন্দুর চ্যুতি।

f = শ্রেণির পরিসংখ্যা N = মোট রাশির সংখ্যা।

সারণি 6.10

সারণি 6.4-এর পরিসংখ্যক বিভাজনের গড় চ্যুতি নির্ণয়

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	শ্রেণির মধ্যবিন্দু X	X - M = x	পরিসংখ্যা f	fx
19.5—24.5	22	10.5	6	63.0
24.5—29.5	27	5.5	11	60.5
29.5—34.5	32	0.5	16	8.0
34.5—39.5	37	4.5	9	4.5
39.5—44.5	42	9.5	5	47.5
44.5—49.5	47	14.5	3	43.5
			50	263.0

এখানে গড় হল 32.5।

$$\text{গড় চ্যুতি} = \frac{263}{50} = 5.26$$

গড় চ্যুতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Average Deviation) :

গড় চ্যুতি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে গাণিতিক পদ্ধতিটি খুব একটা সুস্পষ্ট নয় সেইজন্য বিবর্ততার পরিমাপ হিসাবে খুব কমই ব্যবহার হয়।

৬.৫.৩. চতুর্থক বা চতুর্থাংশ চ্যুতি (Quarlite Deviation) :

চতুর্থাংশ চ্যুতি নির্ণয়ের সূত্রটি হল :

$$\text{চতুর্থাংশ চ্যুতি } Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \dots\dots (6.9)$$

Q_3 → এমন একটা স্কোর যার নীচে 75% জনসংখ্যা আছে।

Q_1 → এমন একটা স্কোর যার নীচে 25% জনসংখ্যা আছে।

$Q_3 - Q_1$ -কে আন্তঃ চতুর্থাংশ প্রসার (Inter Quartile Range) বলে।

∴ এই দূরত্বের অর্ধেক দূরত্বকে চতুর্থাংশ বা চতুর্থাংশ চ্যুতি (Semi Inter Quartile Range বা Quartile Deviation) বলে।

Q_3 ও Q_1 নির্ণয়ের সূত্রটি মধ্যমা নির্ণয়ের সূত্রের মতো কারণ মধ্যমা হল Q_2 সূত্রে Q_2 নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যেখানে $\frac{N}{2}$ বসানো হয় সেখানে Q_1 নির্ণয়ের ক্ষেত্রে $\frac{N}{4}$ এবং Q_3 নির্ণয়ের সময় $\frac{3N}{4}$ বসানো হয়।

$$\text{সূত্র : } Q_1 = L_L + i \times \frac{\frac{N}{4} - f_c}{f_m} \dots (6.10)$$

Q_1 = প্রথম চতুর্থাংশ বিন্দু (First Quartile)

L_L = যে শ্রেণিতে প্রথম চতুর্থাংশ বিন্দুটি আছে তার নিম্নসীমা।

i = শ্রেণির প্রসার

$\frac{N}{4}$ = মোট স্কোরের এক চতুর্থাংশ

f_c = যে শ্রেণিতে উল্লিখিত বিন্দুটি আছে তার চেয়ে কম মানের শ্রেণিগুলির পরিসংখ্যার যোগফল।

f_m = যে শ্রেণিতে উল্লিখিত বিন্দুটি আছে তার পরিসংখ্যা

$$\text{সূত্র : } Q_3 = L_L + i \times \frac{\frac{3N}{4} - f_c}{f_m} \dots (6.11)$$

Q_3 = তৃতীয় চতুর্থাংশ বিন্দু (Third Quartile)

L_L = যে শ্রেণিতে তৃতীয় চতুর্থাংশ বিন্দুটি আছে তার নিম্নসীমা।

i = শ্রেণির প্রসার ; $\frac{3N}{4}$ = মোট স্কোরের তিন চতুর্থাংশ

f_c → যে শ্রেণিতে উল্লিখিত বিন্দুটা আছে তার চেয়ে কম মানের শ্রেণিগুলির পরিসংখ্যার যোগফল।

f_m → যে শ্রেণিতে উল্লিখিত বিন্দুটা আছে তার পরিসংখ্যা

সারণি 6.11

সারণি 6.4-এর অন্তর্গত পরিসংখ্যা বিভাজনের চতুর্থাংশ চ্যুতি নির্ণয়

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	পরিসংখ্যা
19.5—24.5	6 → f_c (Q_1 -এর জন্য) কারণ $\frac{N}{4} = 12.5$
24.5—29.5	11 → f_m (Q_1 -এর জন্য) কারণ $\frac{N}{4} = 12.5$
29.5—34.5	16 → f_c (Q_3 -এর জন্য) কারণ $\frac{3N}{4} = 37.5$
34.5—39.5	9 → f_m (Q_3 -এর জন্য)
39.5—44.5	5
44.5—49.5	3

$$Q_1 = 24.5 + \frac{12.5 - 6}{11} \times 5 = 27.45$$

$$Q_3 = 34.5 + \frac{37.5 - 33}{9} \times 5 = 37$$

$$Q = \frac{37 - 27.5}{2} = 4.78$$

চতুর্থাংশ চ্যুতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Quartile Deviation)

বিষমতার পরিমাপ হিসাবে চতুর্থাংশ চ্যুতি (Quartile deviation) রাশিমালার বন্টনের অন্তর্গত মধ্যবর্তী 50% স্কোরের উপর নির্ভর করে গণনা করা হয়। রাশিমালা বন্টনের দুই প্রান্তের 25% স্কোরের সম্বন্ধে এই বিষমতার পরিমাপ কোনো ধারণা দেয় না। চতুর্থাংশ চ্যুতির একক রাশিমালার এককই হবে।

৬.৫.৪. সম্যক বিচ্যুতি (Standard deviation) :

গড় চ্যুতিতে চ্যুতিগুলির চরম মানগুলিকে ধরা হয় অর্থাৎ ঋণাত্মক চিহ্নগুলির ক্ষেত্রে ঋণাত্মক

চিহ্নটিকে বর্জন করে শুধু সাংখ্যমানটিকে নেওয়া হয়। কারণ চ্যুতিগুলির ধনাত্মক চিহ্ন ও ঋণাত্মক চিহ্ন গ্রাহ্য করে যোগ করলে যোগফলটা শূন্য হবে।

এমন, চ্যুতিগুলির বর্গ করে যোগ করলে ঋণাত্মক চ্যুতিগুলোও ধনাত্মক হিসাবে গণ্য হবে। চ্যুতির বর্গগুলির যোগফলকে মোট স্কোরের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে যে পরিমাপটা পাওয়া যায় তাকে বিসমতা (variance) বলে। এই বিসমতার বর্গমূলকে সম্যক চ্যুতি বলে। অর্থাৎ,

$$\text{বিসমতা (variance)} = \frac{\sum x^2}{N} - M^2, \text{ বা, গড় হইতে রাশির চ্যুতি}$$

$$\text{সম্যক বিচ্যুতি } \frac{\sum x^2}{N} - M^2, \text{ বা গড় থেকে রাশির চ্যুতি}$$

$$\text{সম্যক বিচ্যুতি (Standard deviation)} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - M^2}$$

৩.৫.৪.১. অবিন্যস্ত রাশিমালার সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয় (Standard Deviation from Ungrouped Score) :

$$\text{সূত্র : সম্যক বিচ্যুতি } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - M^2} \dots (6.12)$$

$$x = X - M \quad N \rightarrow \text{মোট রাশিমালার}$$

এখানে প্রত্যেক স্কোর থেকে গড় বিয়োগ করে বিয়োগফলগুলির বর্গের যোগফল নির্ণয় করা হয়। তারপর ওই যোগফলকে মোট রাশিমালার দ্বারা ভাগ করা হয় এই ভাগফলকে ভ্যারিয়েন্স $\left(\frac{\sum x^2}{N} - M^2\right)$ বলে। ভ্যারিয়েন্সের বর্গমূলকে সম্যক বিচ্যুতি বলে।

উপরিউক্তভাবে স্কোর থেকে গড়ের বিচ্যুতি ছাড়াও সরাসরি নিম্নলিখিত সূত্রটির সাহায্যে স্কোর থেকে সরাসরি সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয় করা যায়।

$$\text{সূত্র : সম্যক বিচ্যুতি } (\sigma) = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots (6.13)$$

এখানে $N \rightarrow$ মোট স্কোরের সংখ্যা ; $\sum X^2 \rightarrow$ স্কোরগুলির বর্গের সমষ্টি $(\sum X)^2 \rightarrow$ স্কোরগুলির সমষ্টির বর্গ।

উদাহরণ :

সারণি 6.12

অবিন্যস্ত স্কোরের সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয়

স্কোর (Score) X	X ²	X - M = x	x ²
20	400	-12	144
37	1369	5	25
42	1764	10	100
25	625	-7	49
27	729	-5	25
45	2025	13	169
29	841	-3	9
31	961	-1	1
256	8714		522

$$\text{গড় (M)} = \frac{256}{8} = 32$$

সূত্র 6.12 অনুযায়ী সম্যক বিচ্যুতি

$$\text{সম্যক বিচ্যুতি} = \sqrt{\frac{522}{8}} = 8.08$$

সূত্র 6.13 অনুযায়ী সম্যক বিচ্যুতি

$$\text{সম্যক বিচ্যুতি} = \frac{1}{50} \sqrt{590 \times 8714 - (522)^2} = 8.08$$

৬.৫.৪.২. পরিসংখ্যক বিভাজনের সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয় (Standard Deviation from Frequency Distribution)

$$\text{সূত্র সম্যক বিচ্যুতি } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^2}{N}} \dots (6.14)$$

এখানে f_i যে কোন (ith) একটি শ্রেণির পরিসংখ্য

x_i ওই শ্রেণির (ith) মধ্যবিন্দু X_i থেকে সমগ্র বিন্যাসের পার্থক্য $(X_i - M)$

N = মোট পরিসংখ্য।

সারণি 6.13

সারণি 6.4-এর অন্তর্গত শ্রেণিবিন্যাসের সম্যক বিচ্যুতি

শ্রেণিবিভাগ (Class Interval)	শ্রেণিবিভাগে মধ্যবিন্দু (X)	$X - M$ = x	পরিসংখ্য (Frequency)	fx	fx^2
19.5—24.5	22	-10.5	6	-63	661.50
24.5—29.5	27	-5.5	11	-60.5	332.75
29.5—34.5	32	-0.5	16	-8	4.00
35—39.5	37	4.5	9	40.5	182.25
39.5—44.5	42	9.5	5	47.5	451.25
44.5—49.5	47	14.5	3	43.5	630.75
			50		2262.50

এখানে গড়ের (M)-এর মান 32.5

$$\text{সম্যক পার্থক্য } (\sigma) = \sqrt{\frac{2262.5}{50}} = 6.73$$

৬.৫.৪.৩. সম্ভাব্য গড়ের সাপেক্ষে সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয় (Standard Deviation by Assumed Mean)

$$\text{সূত্র : } \sigma = i \sqrt{\frac{\sum fx'^2}{N} - \left(\frac{\sum fx'}{N}\right)^2} \dots (6.15)$$

উদাহরণ :

সারণি 6.14

সারণি 6.4-এর কল্পিত গড় পদ্ধতিতে সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয়

শ্রেণি বিভাগ (Class Interval)	শ্রেণির মধ্যবিন্দু (X)	$\frac{X-AM}{i}$ x'	পরিসংখ্যা (Frequency) (f)	fx'	fx' ²
19.5—24.5	22	-2	6	-12	24
24.5—29.5	27	-1	11	-11	11
29.5—34.5	32	0	16	0	0
34.5—39.5	37	1	9	9	9
39.5—44.5	42	2	5	10	20
44.5—49.5	47	3	3	9	27
			50	5	91

এখানে কল্পিত গড় 32 ধরা হল।

$$\text{সম্যক বিচ্যুতি } (\sigma) = 5 \sqrt{\frac{91}{50} - \left(\frac{5}{50}\right)^2} = 6.73$$

৬.৫.৪.৪. সম্যক বিচ্যুতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Standard Deviation) :

(১) সম্যক বিচ্যুতি রাশিমালার প্রত্যেকটা স্কোরের, গড় থেকে বিচ্যুতির উপর নির্ভরশীল, সেই কারণে কোনো একটা বা দুটো স্কোরের বিচ্যুতি অন্য স্কোরের তুলনায় অনেক বেশি হয়ে তাহলে সম্যক বিচ্যুতি মান অনেক বেশি হবে এবং সেই ক্ষেত্রে সম্যক বিচ্যুতি সমগ্র রাশিমালার প্রকৃত বিষমতার পরিচায়ক হবে না।

(২) রাশিমালার প্রত্যেক রাশির সঙ্গে একই সংখ্যা যোগ বা বিয়োগ করলে সম্যক বিচ্যুতির মান পরিবর্তন হয় না তবে একই সংখ্যা দ্বারা গুণ করলে বা ভাগ করলে সম্যক বিচ্যুতির মানও সেই হারে পরিবর্তিত হবে—

৬.৫.৫ বিষমতার পরিমাপগুলির ব্যবহার :

বিষমতার যে পরিমাপগুলো আলোচনা করা হ'ল। সেগুলো কখন কোথায় বিষমতার পরিমাপ হিসাবে ব্যবহার করা হয় তা নীচে আলোচনা করা হল :

৬.৫.৫.১. প্রসার (Range) :

স্কোরের সমগ্র বিস্তৃতি সম্পর্কে যখন একটা সাধারণ ধারণার প্রয়োজন হয়। বিস্তৃতি সম্পর্কে

প্রকৃত ধারণা বা ওই ধারণার ওপর নির্ভর করে পরবর্তী কোনো গণনা বা তুলনার প্রয়োজন হয় তাহলে 'প্রসার' বিষমতার পরিমাপ হিসাবে ব্যবহার করা হয় না।

৬.৫.৫.২. চ্যুতি (Average Deviation) :

'গড় চ্যুতি', 'প্রসার' অপেক্ষা অনেক পরিষ্কারভাবে রাশিমালার (বিন্যস্ত বা অবিন্যস্ত) বিষমতার ধারণা দেয়। তবে এর ওপর ভিত্তি করে দুটো রাশিমালার বিষমতার তুলনা করা গেলেও পরবর্তী কোনো গণনা এর ওপর ভিত্তি করে করা হয় না।

৬.৫.৫.৩ চতুর্থক বা চতুর্থাংশ চ্যুতি (Quartile Deviation) :

(ক) রাশিমালায় কিছু রাশি যদি গড়ের তুলনায় অনেকটা বিচ্যুত থাকে তখন বিষমতার অন্যান্য পরিমাপের তুলনায় চতুর্থকটি রাশিমালার প্রকৃত বিষমতা সম্বন্ধে অনেক ভালো ধারণা দেয়।

(খ) কেন্দ্রীয় প্রবণতা হিসাবে যখন মধ্যমানকে (Median) ব্যবহার করা হয় তখন বিষমতার পরিমাপ হিসাবে সাধারণত 'চতুর্থক' (Quartile Deviation)-কে ব্যবহার করা হয়।

(গ) যখন রাশিমালার মধ্যবর্তী শতকরা ৫০ ভাগ রাশির সম্বন্ধে কেবলমাত্র বিশেষভাবে বিষমতার পরিমাপের প্রয়োজন হয় তখন 'চতুর্থক' ব্যবহার করা হয়।

৬.৫.৫.৪. সমক চ্যুতি (Standard Deviation) :

(ক) 'সমক চ্যুতি' বিষমতার আদর্শ মান হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

(খ) দুই বা ততোধিক রাশিমালার বিষমতার তুলনায় প্রয়োজন হলে 'সমক চ্যুতি' ব্যবহার করা হয়।

(গ) যখন কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ হিসাবে 'গড়' (Mean) ব্যবহার করা হয় তখন বিষমতার পরিমাপ হিসাবে 'সমক পার্থক্য' ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) বিষমতার পরিমাপের ওপর নির্ভর করে পরবর্তী বিভিন্ন গণনার ক্ষেত্রে 'সমক চ্যুতি' ব্যবহার করা হয়।

৬.৬ লেখচিত্রের সাহায্যে তথ্য পরিবেশন (Graphical Representation of Data) :

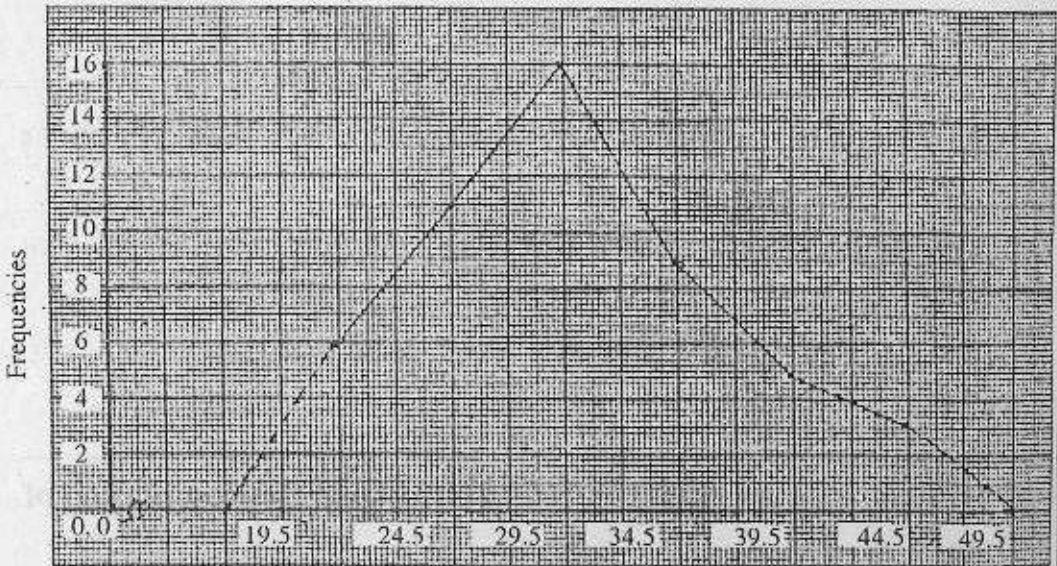
স্কোরের শ্রেণিবিন্যাসের পর একে লেখচিত্রের সাহায্যে পরিবেশন করা যায়। লেখচিত্র দুই প্রকারের হয় যথা—পরিসংখ্যা বহুভুজ (Frequency Polygon) এবং হিস্টোগ্রাম (Histogram)।

৬.৬.১. পরিসংখ্যা বহুভুজ :

পরিসংখ্যা বহুভুজ অঙ্কনের জন্য একটা ছক কাগজে X অক্ষ ও Y অক্ষ অঙ্কন করে এদের ছেদ বিন্দুকে উৎস বিন্দু (Origin) ধরা হয়। X অক্ষ বরাবর স্কোরের শ্রেণি বিভাগের প্রান্ত বিন্দুগুলি পর পর একই দূরত্বে চিহ্নিত করা হয়। Y অক্ষ বরাবর পরিসংখ্যাগুলো চিহ্নিত করা হয়। উৎস বিন্দুকে X অক্ষ ও Y অক্ষ বরাবর 'O' ধরা হয়। অতএব উৎস বিন্দুর স্থানাঙ্ক 0,0 ধরা হয়। স্কোরের মান যদি শূন্য অপেক্ষা বেশি দিয়ে শুরু হয় তখন X অক্ষ বরাবর শূন্য ও স্কোরের সবচেয়ে নিম্নমান ছোটো পাঁচটি বা দশটি ঘর দ্বারা দেখানো হয় এবং ওই ঘরগুলির মাঝে একটা 'SS' চিহ্ন দেওয়া হয়। এরপর X অক্ষ বরাবর স্কোরের শ্রেণিবিভাগের প্রান্ত বিন্দুগুলি পরপর দেখানো হয়।

পরিসংখ্যা বহুভুজ অঙ্কনের সময় Y অক্ষের ব্যবহৃত দৈর্ঘ্য X অক্ষের ব্যবহৃত দৈর্ঘ্যের 75% বা ভাগ রাখা হয়।

X অক্ষ বরাবর শ্রেণি ব্যবধানে মধ্যবিন্দু বরাবর ওই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত পরিসংখ্যা অনুযায়ী Y অক্ষের সমান্তরাল রেখা বরাবর একটি বিন্দু (0) চিহ্ন দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

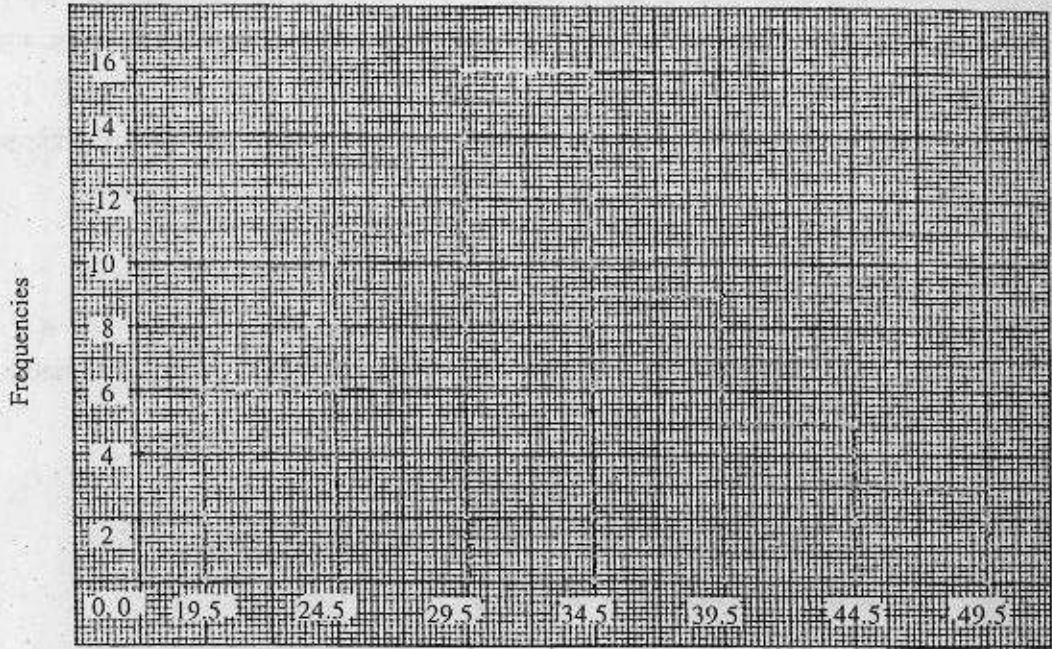


চিত্র ৬.১ সারণি ৬.৪-এ প্রদত্ত পরিসংখ্যা বণ্টনের পরিসংখ্যা বহুভুজ।

এইভাবে সমস্ত শ্রেণির পরিসংখ্যাগুলো বিন্দু (•) দ্বারা চিহ্নিত করার পর বিন্দুগুলো পরপর সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করা হয়। এবার প্রথম ও শেষ সরলরেখার দুটো প্রান্ত কাল্পনিক রেখা দ্বারা X অক্ষের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। এমন খণ্ড খণ্ড সরলরেখা দ্বারা যুক্ত লেখচিত্রটিকে পরিসংখ্যা বহুভুজ বলে।

৬.৬.২. হিস্টোগ্রাম (Histogram) :

পরিসংখ্যা বিভাজনের প্রত্যেকটা শ্রেণি ব্যবধানকে প্রস্থ ধরে এবং ওই শ্রেণি ব্যবধানের পরিসংখ্যাকে দৈর্ঘ্য ধরে পরপর আয়তক্ষেত্র অঙ্কন করলে যে লেখচিত্রটা পাওয়া যাবে তাকে হিস্টোগ্রাম বলে।



চিত্র ৬.২ সারণি ৬.৪-এ প্রদত্ত পরিসংখ্যা বন্টনের হিস্টোগ্রাম

৬.৬.৩. পরিসংখ্যা বহুভুজ ও হিস্টোগ্রামের ব্যবহার :

১. পরিসংখ্যা বহুভুজের সাহায্যে পরিসংখ্যা বিভাজনের আকৃতিটা বোঝা যায় এবং এটি একটি স্বাভাবিক বন্টন (Normal Distribution) কিনা সে সম্বন্ধেও ধারণা করা যায়।

২. হিস্টোগ্রামের সাহায্যে প্রতিটা শ্রেণি ব্যবধানে পরিসংখ্যা বিভাজন সম্বন্ধে খুব তাড়াতাড়ি একটা ধারণা পাওয়া যায়।

৩. একই ছক কাগজে একই 'X' ও Y অক্ষ ও 'X' অক্ষ বরাবর একই শ্রেণি ব্যবধান ও 'Y' অক্ষ বরাবর একই পরিসংখ্যা নিয়ে দুটি ভিন্ন দলের পরিসংখ্যা বিভাজনের পরিসংখ্যা বহুভুজ অঙ্কন করে করে দুটি দলের কোন বিষয়ে পারদর্শিতার তুলনা করা যায়।

৪. একইভাবে দুটি বিষয়ে একই দলের পারদর্শিতার তুলনা করা যায়।

৬.৭ স্বাভাবিক বন্টন (Normal Distribution)

শিক্ষা বিজ্ঞানে দেখা যায় বেশ কিছু চলার যেমন ক্রাশে ছাত্রদের পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বর বা তাদের বুদ্ধ্যাক প্রভৃতি চলার বন্টনের আকৃতি অনেকটা ঘণ্টা আকৃতির (Bell shaped) হয়। ঊনবিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে কার্ল ফ্রেডিক গস (Carl Friedrich Gauss) এই বন্টনের প্রয়োগ সম্বন্ধে ধারণা দেন। এই বন্টনের গাণিতিক সমীকরণ (Mathematical equation) বা গাণিতিক অপেক্ষকটি 1733 খ্রিস্টাব্দে আব্রাহাম ডি ময়ভার (Abraham De Moire) আবিষ্কার করেন। এই গাণিতিক সমীকরণটি নীচে দেওয়া হল :

$$\text{সূত্র : } Y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots (6.16)$$

এখানে, Y = অপেক্ষকের মান, বা স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রের (Normal Probability Curve X বরাবর কোটির (ordinate) মান

X = X-অক্ষ বরাবর যে কোন স্কোর

μ = স্কোরগুলির গড়, σ = স্কোরগুলির সম্যক বিচ্যুতি

π = 3.1416 (এই ধ্রুবক রাশি)

e = 2.7183 (ধ্রুবক)

N = স্কোরের মোট সংখ্যা বা মোট পরিসংখ্যা

যদি এই লেখচিত্র দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রফলকে একক ধরে এবং X স্কোরগুলিকে আদর্শ স্কোরের (Standard Score) আকারে (Z) প্রকাশ করা হয় তাহলে উপরের সমীকরণটি নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়।

$$\text{সূত্র : } Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} \dots (6.17) \text{ এখানে } Z = \frac{x-b}{\sigma}$$

কোনো ছক কাগজে উপরোক্ত (6.18) গাণিতিকে অপেক্ষকটি পরিবেশন করলে যে লেখচিত্রটা পাওয়া যাবে তার নির্দিষ্ট কতকগুলি বৈশিষ্ট্য থাকলে তাকে স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্র বলে। কোন চলের বন্টন স্বাভাবিক বন্টন হলে, স্বাভাবিক বন্টনের তালিকা থেকে ওই চলের কোন নির্দিষ্ট মানের উপরে বা নীচে শতকরা কত সংখ্যক ব্যক্তি থাকবে তা সহজেই নির্ণয় করা যাবে। চলের দুটি মানের মধ্যে কত সংখ্যক ব্যক্তি থাকবে তাহাও নির্ণয় করা যাবে। শতকরা নির্দিষ্ট সংখ্যক ব্যক্তি কোন স্কেরের নীচে বা উপরে থাকবে সেটাও স্বাভাবিক বন্টনের তালিকার সাহায্যে নির্ণয় করা যাবে। তবে সবক্ষেত্রে চলটির (X) প্রকৃত মানের পরিবর্তে Z স্কোর অনুযায়ী গণনা করতে হবে।

৬.৭.১. স্বাভাবিক বন্টনের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Normal Probability Curve) :

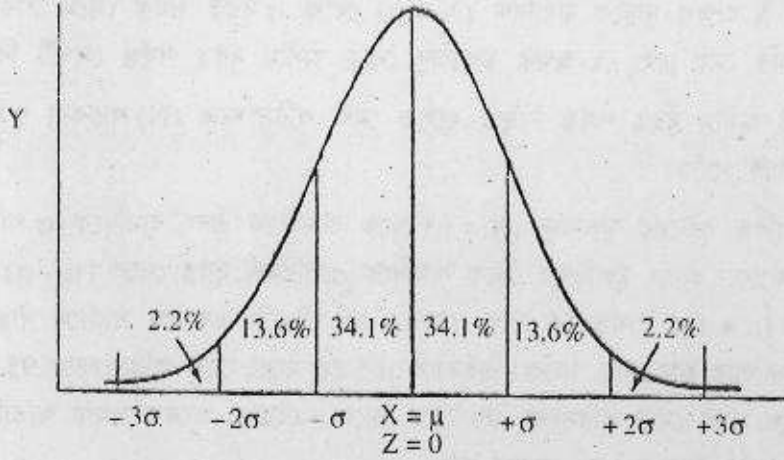


Fig. 6.3 Normal Probability Curve

স্বাভাবিক বন্টনের বৈশিষ্ট্য :

- (১) স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রটা ঘণ্টাকৃতি (Bell shaped) হয়।
- (২) স্বাভাবিক বন্টনে গড় বিন্দুতে (at Mean) উচ্চতা সর্বাপেক্ষা বেশি একে চরম উচ্চতা (peak) বলে।
- (৩) স্বাভাবিক বন্টনের X অক্ষের ওপর গড় (Mean) থেকে একটি উল্লম্ব রেখা টানলে দেখা যায় যে লেখটি ওই উল্লম্ব রেখা (Vertical Line) বরাবর সমাপতিত (Symmetrical about the middle axis)। ওই উল্লম্ব রেখাকে মধ্য অক্ষ (Middle axis) বলে।

(৪) স্বাভাবিক বন্টনের গড় (Mean), মধ্যমান (Median) এবং ভূষিষ্ঠক (Mode) মান একই হয় অর্থাৎ X অক্ষের ওপর একই বিন্দুতে অবস্থিত হয়।

(৫) X অক্ষ বরাবর, মধ্যঅক্ষ ও X অক্ষের ছেদ বিন্দু থেকে ডানদিকে অথবা বামদিকে অগ্রসর হলে দেখা যায় প্রথমে লেখটি X অক্ষের দিকে ধীরে ধীরে নেমে আসছে। কিছুটা পরে এই বক্রতার হার অপেক্ষাকৃত বেড়ে যায় তারপরই আবার ধীরে ধীরে X অক্ষের দিকে অগ্রসর হয় কিন্তু X অক্ষকে কখনই স্পর্শ করে না। অথবা ধরে নেওয়া যায় অসীম দূরত্বে স্পর্শ করে। এই কারণে লেখচিত্রটিকে অসীম লেখ বা (asymptotic curve) বলে।

(৬) প্রথমে সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে লেখচিত্রটি দুদিকে উত্তল (convex) আকৃতিতে নামতে থাকে। এইভাবে X -অক্ষের দুদিকে মধ্যবিন্দু ($X = \mu$) থেকে σ দূরত্ব পর্যন্ত নেমে তারপর অবতল (concave) আকৃতি নেয় এবং X -অক্ষের মধ্যবিন্দু থেকে অসীম দূরত্ব পর্যন্ত লেখটি বিস্তৃত থাকে।

লেখচিত্রটি অসীম দূরত্ব পর্যন্ত বিস্তৃত হলেও মোট পরিসংখ্যার (N) শতকরা 99.73% স্কোর $\mu \pm 3\sigma$ এর মধ্যেই থাকে।

(৭) স্বাভাবিক বন্টনের মূলবিন্দু ($X = \mu$) থেকে ডানদিকে এবং বামদিকে σ পরিমাণ দূরত্বে 34.13% স্কোর থাকে। অর্থাৎ মূলবিন্দুর থেকে বামদিকে σ পরিমাণ দূরত্ব থেকে $(\mu - \sigma)$ ডানদিকে σ পরিমাণ দূরত্বের $(\mu + 1\sigma)$ পর্যন্ত 68.26% স্কোর। এই ঘটনাটা একসঙ্গে সাজালে দাঁড়ায় $\mu \pm 1\sigma$ মধ্যে মোট পরিসংখ্যার 68.26% থাকে। এইভাবে $\mu \pm 2\sigma$ মধ্যে মোট পরিসংখ্যার 95.44% থাকে এবং $\mu \pm 3\sigma$ -এর মধ্যে মোট পরিসংখ্যা 99.73% থাকে। এইজন্য অনেক সময় স্বাভাবিক বন্টনের লেখটি $\mu \pm 3\sigma$ পর্যন্ত বিস্তৃত ধরে নেওয়া হয়।

(৮) স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রের প্রসার ও উচ্চতার দৈর্ঘ্যের মধ্যে সাধারণত সম্পর্কটি হল 3 : 2। এই উচ্চতা ' $X = \mu$ ' বিন্দুতে সর্বাপেক্ষা বেশি।

৬.৭.২. স্বাভাবিক বন্টন থেকে বিচ্যুতি (Deviation from Normality)

কোনো চলার বন্টনের প্রকৃতি কোন জনসমষ্টির ক্ষেত্রে স্বাভাবিক বন্টনের মতো কিনা তা দেখার জন্য বন্টনটির দুটি বৈশিষ্ট্য বিশেষভাবে দেখা হয়। প্রথমটি হল বন্টনটির সমতা (Symmetry) স্বাভাবিক বন্টনের বাম ও ডানদিক মধ্য অক্ষ বরাবর সম্প্রতিত হয়। এই কারণে স্বাভাবিক বন্টনের গড় (Mean), মধ্যমান (Median) এবং ভূষিষ্ঠক (Mode)-এর মান একই হয় এবং তারা লেখচিত্রের মূলবিন্দুতে অবস্থিত থাকে। কিন্তু অনেক সময় বন্টনের গড়, মধ্যমান ও মোড একই হয় না ফলে তারা ' X ' অক্ষের উপর মূল বিন্দুতে অবস্থিত না থেকে পরস্পর ' X ' অক্ষের উপর বিচ্ছিন্ন অবস্থায় থাকে। স্বাভাবিক বন্টন থেকে এই বিচ্যুতিকে বলা হয় স্কুনেশ

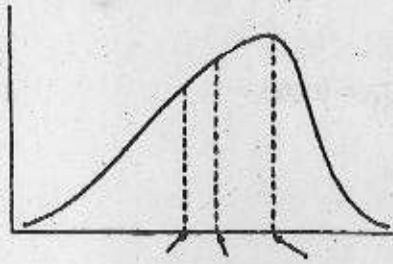
(Skewness) দ্বিতীয়ত স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রের উচ্চতা ও প্রকারে মধ্যে একটা নির্দিষ্ট অনুপাত থাকে। এখন কোনো বন্টনের লেখচিত্রে ওই অনুপাতটি না থাকে তাহলে তাকে স্বাভাবিক বন্টন হিসাবে গ্রহণ করা যায় না। স্বাভাবিক বন্টনের থেকে এই বিচ্যুতিকে কার্টোসিস (Kurtosis) বলা হয়। বন্টনের স্কুনেশ ও কার্টোসিস সম্বন্ধে নীচে বিশদ আলোচনা করা হল।

৬.৭.২.১. স্কুনেশ (Skewness) :

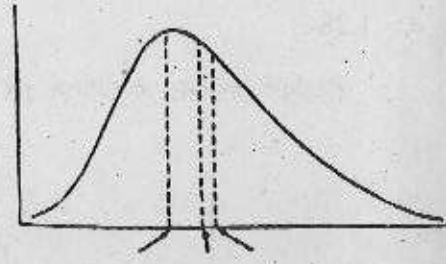
যখন কোনো বন্টনে স্কোরগুলির (বা পরিমাপগুলির) বেশি সংখ্যক পরিমাপক স্কেলের উচ্চসীমার দিকে থাকে, তখন বন্টনের ঋণাত্মক স্কুনেশ (Negative skewness) আছে বলা হয়। এক্ষেত্রে বন্টনের মধ্যমা (Median) গড়ের (Mean) থেকে বেশি হয়। এবং লেখচিত্রের বাঁদিকের টেলটা ডানদিকের টেল অপেক্ষা অনেক বিস্তৃত থাকে।

আবার যখন কোনো বন্টনে স্কোরগুলির (বা পরিমাপগুলির) বেশি সংখ্যক পরিমাপক স্কেলের নিম্নসীমার দিকে থাকে, তখন বন্টনের ধনাত্মক স্কুনেশ (Positive skewness) আছে বলা হয়। এক্ষেত্রে বন্টনের মধ্যমা (Median) গড়ের (Mean) থেকে কম হয়। এবং লেখচিত্রের ডান দিকের 'টেলটা' বাঁদিকের 'টেল' অপেক্ষা অনেকটা বিস্তৃত থাকে।

নীচে ঋণাত্মক স্কুনেশ ও ধনাত্মক স্কুনেশের চিত্র দেওয়া হল।



Mean Mdn Mo



Mo Mdn Mean

Fig. 6.4 Negatively Skewed Distribution

Fig. 6.5 Positively Skewed Distribution

কোনো বন্টনের স্কুনেশ নিম্নলিখিত সূত্র সাহায্যে নির্ণয় করা হয়।

$$\text{স্কুনেশ} = \frac{3(\text{গড়} - \text{মধ্যমা} \dots)}{\text{সম্যক বিচ্যুতি}} \dots (6.18) \quad \text{বা,} \quad \text{Sk} = \frac{3(\text{Mean} - \text{Median})}{\text{Standard Deviation}}$$

স্বাভাবিক বন্টনের গড় ও মধ্যম মান একই বলে এর স্কুনেশ শূন্য হবে বা স্কুনেশ নেই বলা হয়। যে বন্টনে গড় ও মধ্যমা ভিন্ন হয় তাদের স্কিউড বন্টন (Skewed Distribution) বলে।

স্কুনেশ পরিমাপের আরও একটি সূত্র আছে এটা শতাংশ বিন্দুর (Percentile point) উপর নির্ভরশীল।

$$\text{স্কুনেশ (Sk)} = \frac{P_{10} + P_{90}}{2} - P_{50} \dots (6.19)$$

এই সূত্র অনুযায়ী, স্বাভাবিক বন্টনের স্কুনেশ শূন্য হয়।

৬.৭.২.২. কার্টোসিস (Kurtosis) :

কার্টোসিস দ্বারা বন্টনের উচ্চতা বিচার করা হয়। যে বন্টনের উচ্চতা বা শীর্ষ (Peak) স্বাভাবিক বন্টনের থেকে উঁচু তাকে লেপ্টোকার্টিক (Leptokurtic) বলে। আবার যে বন্টনের শীর্ষ স্বাভাবিক বন্টনের শীর্ষ অপেক্ষা নীচু তাকে প্লেটিকার্টিক (Platykurtic) বলে। স্বাভাবিক বন্টনকে মেসোকার্টিক (Mesokurtic) বলে।

কোন বন্টনের কার্টোসিস (Kurtosis) নিম্নের সূত্রের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়।

$$\text{কার্টোসিস (Ku)} = \frac{Q}{P_{90} - P_{10}} \dots (6.20)$$

স্বাভাবিক বন্টনের Q, P₉₀, এবং P₁₀ মান নির্দিষ্ট। Q = .6745, P₉₀ = 1.28 এবং P₁₀ = -1.28।

$$\therefore \text{স্বাভাবিক বন্টনের কার্টোসিস (Ku)} = \frac{.6745}{1.28 - (-1.28)} = 0.263$$

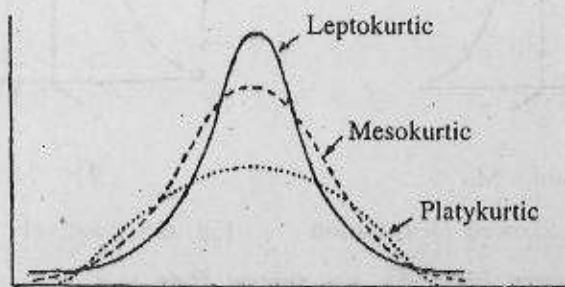


Fig. 6.6 Leptokurtic, Mesokurtic and Platykurtic Distributions

এখন যে বন্টনের কার্টোসিস 0.263-এর বেশি সেটি স্বাভাবিক বন্টন অপেক্ষা নীচু তাই তাকে প্লেটিকার্টিক বলা হয়। আবার যে বন্টনের কার্টোসিস 0.263-এর কম সেটি স্বাভাবিক বন্টন অপেক্ষা উঁচু তাই তাকে লেপ্টোকার্টিক বলা হয়।

৬.৭.৩. স্বাভাবিক বন্টনের লেখচিত্রের ব্যবহার (Uses of Normal Probability Curve)

১। কোনো চলের (Variable) বন্টন কোনো জনসমষ্টিতে স্বাভাবিক বন্টনের মতো হলে ওই জনসমষ্টি থেকে নেওয়া একটি নমুনা দলের সাপেক্ষে সংগৃহীত বিভিন্ন তথ্য, নমুনা দলটা যে জনসমষ্টি থেকে নেওয়া তার ক্ষেত্রে কতটা প্রযোজ্য তা সহজেই নির্ণয় করা যায়। যেমন অনেক ছাত্রের মধ্য থেকে কয়েকটা ছাত্র নমুনা দল হিসাবে বিশেষ নিয়মে নির্বাচিত করা হল। তাদের ক্ষেত্রে শিক্ষা বিজ্ঞানের কয়েকটা বিষয় পরিমাপ করা হল। এখন ওই পরিমাপগুলির গড় ও সম্যকচ্যুতি নির্ণয় করা হল। এখন যদি যে যে বিষয়ে পরিমাপগুলো নেওয়া হয়েছে সেই বিষয়গুলি সমগ্র ছাত্র সমষ্টির ক্ষেত্রে স্বাভাবিক বন্টনের হিসাবে বন্টিত থাকে তাহলে নমুনা দল থেকে প্রাপ্ত প্রত্যেক বিষয়ের গড় ও সম্যকচ্যুতি সমগ্র ছাত্রের ক্ষেত্রে কতটা প্রযোজ্য তা আমরা সহজেই নির্ণয় করতে পারব।

২। শিক্ষা বিজ্ঞান বা মনোবিজ্ঞানের ক্ষেত্রে কোনো অভীক্ষা গঠন করলে অভীক্ষার অন্তর্ভুক্ত প্রশ্নগুলি (Items) খুব সোজা বা খুব কঠিন হয়েছে কিনা তা জানার জন্য স্বাভাবিক বন্টনের তালিকার সাহায্য নিতে পারি।

৩। কোনো বিষয় পারদর্শিতার ক্ষেত্রে ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সতাই কোন তফাৎ আছে কিনা তা জানার জন্য ছাত্র ও ছাত্রীদের থেকে কোনো বিশেষ নিয়মে কিছু ছাত্র ও ছাত্রী নমুনা দল হিসাবে নির্বাচন করার পর তাদের ক্ষেত্রে ওই বিষয় পারদর্শিতার পরিমাপ করে যে তফাৎ পাওয়া যাবে তা সমগ্র ছাত্র ও ছাত্রীদের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য কিনা তা স্বাভাবিক বন্টনের তালিকার সাহায্যে নির্ণয় করতে পারি। তবে এখানে একটা শর্ত আছে যে বিষয়টা ছাত্রদের ও ছাত্রীদের মধ্যে স্বাভাবিক বন্টনের নিয়মে বন্টিত হতে হবে।

৪। কোনো একজন ছাত্রের ক্ষেত্রেও দুটি বিষয়ে পারদর্শিতার মধ্যে কোনটায় বেশি ভালো তাও স্বাভাবিক বন্টনের সাহায্যে জানতে পারি যদি ওই দুটি বিষয়ে পারদর্শিতা ছাত্রদের মধ্যে স্বাভাবিকভাবে (Normally) বন্টিত হয়।

৫। কোনো বিষয়ে পারদর্শিতা যদি স্বাভাবিক বন্টনের নিয়মে হয়ে থাকে তবে সেক্ষেত্রে নির্দিষ্ট কোন স্কোরের নীচে বা ওপরে কতজন আছে অর্থাৎ স্কোরটার পার্সেন্টাইল পজিসন্ কি তাও স্বাভাবিক বন্টনের টেবিলের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় যদি ওই বন্টনের গড় ও সম্যক বিচ্যুতি জানা থাকে।

৬। পাঁচ নম্বরের উদাহরণের ক্ষেত্রে যদি জানতে চাওয়া হয় যে শতকরা কোন নির্দিষ্ট সংখ্যক ব্যক্তি কোন স্কোরের নীচে আছে সেটাও স্বাভাবিক বন্টনের টেবিলের সাহায্যে নির্ণয় করা যাবে।

উদাহরণ ১ : ধরা যাক একটা পরীক্ষায় কোন ছাত্র 60 নম্বর পেয়েছে। ওই পরীক্ষায় 80 জন ছাত্র পরীক্ষা দিয়েছে। ছাত্রদের নম্বরের গড় 50 ও সম্যক বিচ্যুতি 5। ছাত্রদের পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরের

বন্টনটি স্বাভাবিক বন্টন। এই তথ্যগুলি জানা থাকলে ছাত্রটির দলগত হিসাবে পারদর্শিতা স্বাভাবিক বন্টনের Table (Table-A) সাহায্যে করা যাবে।

প্রথমে ছাত্রটির প্রাপ্ত স্কোর (X)-কে Z স্কোরে পরিবর্তন করতে হবে

$$Z = \frac{X-M}{\sigma} \text{ যেখানে } M \text{ গড় ও } \sigma \text{ সম্যক বিচ্যুতি}$$

$$Z = \frac{60-50}{5} = 2$$

এমন স্বাভাবিক বন্টনের Table থেকে $Z(x/\sigma)$ -এর মান '2' বরাবর ছাত্রদের শতকরা পরিমাপ 47.72% পাওয়া যায়। এই পরিমাপটি গড়ের উপরের অংশ। এর সঙ্গে বাঁদিক থেকে গড় পর্যন্ত 50% যুক্ত করতে হবে। অতএব মোট অংশটি হল $50 + 47.72 = 97.72\%$ ছাত্র উল্লিখিত ছাত্রটির নীচে নম্বর পেয়েছে। অর্থাৎ সংখ্যা হিসাবে $\frac{80 \times 97.72}{100} \approx 78$ জন ছাত্র এই ছাত্রটির নীচে নম্বর পেয়েছে।

উদাহরণ ২ : উপরোক্ত উদাহরণে যদি কোনো ছাত্র 45 নম্বর পেয়ে থাকে তাহলে তার z স্কোর হবে।

$$z = \frac{45-50}{5} = -1$$

স্বাভাবিক বন্টনের Table-এ $z(x/\sigma)$ -এর মান 1 বরাবর মানটি হল 34.13%। যেহেতু z-এর মান ঋণাত্মক সেইজন্য 34.13%, 50% থেকে বিয়োগ করতে হবে অর্থাৎ $50 - 34.13 = 15.87\%$ ছাত্র নীচে আছে। সাংখ্যমান হিসাবে $\frac{80 \times 15.87}{100} \approx 13$ জন ছাত্র নীচে আছে।

উদাহরণ ৩ : উদাহরণ-১-এ 45 থেকে 55-র মধ্যে শতকরা কতজন ছাত্রের নম্বর আছে নির্ণয় করতে হলে প্রথমে 45 ও 55-কে Z স্কোরে পরিণত করতে হবে।

$$45\text{-এর } z \text{ স্কোর } \frac{45-50}{5} = -1 ; 55\text{-এর } Z \text{ স্কোর } \frac{55-50}{5} = +1$$

এখন Table-A-তে $z = 1$ বরাবর শতকরা মান হল 34.13. যেহেতু একটি Z-এর মান ঋণাত্মক (গড়ের বামদিকে) ও অন্যটি ধনাত্মক (গড়ের ডানদিকে) সেইজন্য এখানে শতকরা মান দুটি যোগ করতে হবে। যদি z স্কোরে দুইটি চিহ্ন একই হয় তাহলে বিয়োগ করতে হবে।

অতএব 45 থেকে 55-এর মধ্যে $34.13 + 34.13 = 68.26\%$ ছাত্রের নম্বর থাকবে। সংখ্যা হিসাবে 55 জনের নম্বর থাকবে।

উদাহরণ ৪ : উদাহরণ ১-এ শতকরা 75 জন (অর্থাৎ 60 জন ছাত্র) কোন স্কোরের নীচে আছে

নির্ণয় করতে হলে নিম্নলিখিতভাবে তা নির্ণয় করতে হবে 75%-এর মধ্যে 50% গড়ের নীচে থাকবে বাকি 25%-এর জন্য Table-A তে 25% বরাবর Z-এর মান নির্ণয় করতে হবে। Table A অনুযায়ী Z-এর সম্ভাব্য মান হল 0.67। এখন Z-এর মান প্রকৃত স্কোর 'X'-এ নির্ণয় করতে হবে।

$$Z = \frac{X - M}{\sigma} \text{ বা, } X = M + \sigma Z \text{ or, } X = 50 + 5 \times 0.67 = 53 \text{ (প্রায়)।}$$

৬.৮ প্রশ্নাবলী (Questions)

- ১। শিক্ষা বিজ্ঞানে রাশিবিজ্ঞানের প্রয়োগগুলি কী কী?
- ২। শিক্ষাবিজ্ঞানে কোন পরীক্ষায় প্রাপ্ত স্কোরগুলির বিন্যাসের প্রয়োজনীয়তাগুলি উদাহরণসহ বর্ণনা করুন।
- ৩। কেন্দ্রীয় প্রবণতা বলিতে কী বোঝ? কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপগুলি বর্ণনা করুন।
- ৪। নিম্নে পরিসংখ্যা বিন্যাসের গড় ও মধ্যমা নির্ণয় করুন।

স্কোরের শ্রেণিবিভাগ	পরিসংখ্যা
19.5—24.5	3
24.5—29.5	7
29.5—34.5	11
34.5—39.5	17
39.5—44.5	12
44.5—49.5	8
49.5—54.5	5
54.5—59.5	2
	65

- ৫। গড় ও মধ্যমার বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহারগুলি বর্ণনা করুন।
- ৬। বিযমতার পরিমাপের প্রয়োজনীয়তা কী? বিযমতার পরিমাপগুলি কী কী?
- ৭। ৫নং প্রশ্নের পরিসংখ্যা বিন্যাসের চতুর্থাংশ চ্যুতি ও সম্যক বিচ্যুতি নির্ণয় করুন।

৮। ৫নং প্রশ্নের পরিসংখ্যা বিন্যাসের পরিসংখ্যা বহুভুজ গঠন করা পরিসংখ্যা বহুভুজের ব্যবহারগুলি বর্ণনা করুন।

৯। স্বাভাবিক বন্টনের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহারগুলি বর্ণনা করুন।

১০। স্কুনেশ ও কার্টোসিস কাহাকে বহলে চিত্র সহকারে বর্ণনা করুন।

১১। কোন পরীক্ষায় ছাত্রদের নম্বরের গড় হল 40 ও সম্যক বিচ্যুতি হল 8। ছাত্রদের নম্বরের বন্টনটি স্বাভাবিক বন্টন হলে, এই পরীক্ষায় যে ছাত্রটি 50 পেয়েছে তার নীচে শতকরা কতজন ছাত্র আছে? শতকরা 60 জন ছাত্র কোন স্কোরের নীচে আছে? 30 থেকে 50 এর মধ্যে শতকরা কতজন ছাত্র আছে।

[উত্তর সংকেত : $X = 50$ -এর Z স্কোর নির্ণয় করতে হবে $Z = \frac{50 - 40}{8} = 1.25$ স্বাভাবিক বন্টনের Table থেকে গড় ও 1.25 স্কোরের মধ্যে শতকরা কত অংশ আছে নির্ণয় করে তার সঙ্গে গড়ের নীচে যে 50% ছাত্র আছে সেটা যোগ করতে হবে। $50 + 39.44 = 89.44\%$ ছাত্র 50-এর নীচে পেয়েছে ছাত্রটি 40-এর নীচে পেলে Z স্কোর নির্ণয় করে, গড় ও Z স্কোরের মধ্যে কত শতাংশ আছে নির্ণয় করে তারপর ওই শতাংশ 50 থেকে বাদ দিতে হত।

ধরা যাক ছাত্রটি যদি 36 পেত তাহলে 3.6-এর Z স্কোর নির্ণয় করতে হবে, $Z = \frac{36 - 40}{8} = -0.5$ । এমন গড় ও 0.5-এর মধ্যে কত শতাংশ স্কোর আছে নির্ণয় করতে হবে। Z স্কোর ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাইহোক Table থেকে ধনাত্মক মানের জন্যই শতাংশ মান দেখা হয় কারণ স্বাভাবিক বন্টনটি একটি Symmetrical Curve। নির্ণয় শতাংশটি হল $50 - 19.15 = 30.85\%$ অর্থাৎ 36 স্কোরের নীচে 30.85% ছাত্র আছে।

দ্বিতীয় প্রশ্ন শতকরা 60 জন ছাত্র কোনো স্কোরের নীচে আছে নির্ণয় করার জন্য প্রথমে শতকরা 60 জনকে 50 ও 10-এ ভাগ করা হল। শতকরা 50 জন থাকবে গড় 40-এর নীচে। বাকি শতকরা 10 শতাংশের জন্য Table থেকে দশ শতাংশ বরাবর 2-এর মান বার করতে হবে। এই মান 0.25 প্রায়। এই Z -স্কোরের জন্য প্রকৃত স্কোর ধরা যাক X । অতএব $X = 82 + 40 = 42$ ।

30 থেকে 50-এর মধ্যে কত জন ছাত্র থাকবে।

প্রথমে 30 থেকে 40-এর মধ্যে কতজন থাকবে নির্ণয় করতে। এর জন্য 30-কে Z স্কোরে পরিণত করতে হবে।

$Z =$ (ঋণাত্মক অর্থে Z স্কোরটি গড়ের ছোটো বা বামদিকে অবস্থিত)

Table থেকে $-1.25 Z$ বরাবর শতাংশ নির্ণয় করতে হবে এই শতাংশ হল 39.44।

অনুরূপভাবে 50-কে Z স্কোরে পরিণত করে Z স্কোর বরাবর শতাংশ নির্ণয় করতে হবে।
এটাও 39.44।

অতএব মোট শতাংশ হল $39.44 + 39.44 = 78.88$ ।

সুতরাং 30 থেকে 50-এর মধ্যে 78.88% ছাত্রের নম্বর থাকবে।

এখানে একটা Z স্কোর ঋণাত্মক অন্যটি ধনাত্মক হওয়ার জন্য শতাংশ দুটি যোগ হল।
 Z স্কোর দুটি একই চিহ্নযুক্ত হলে শতাংশ দুটির মধ্যে বড়টির থেকে ছোটটি বিয়োগ করতে হত।
 Z স্কোর ঋণাত্মক হলেও শতাংশ ঋণাত্মক হয় না।]

একক ৭ □ সম্পর্ক ও রিগ্রেশন সমীকরণ
(Relation and Regression Equations)

গঠন (Structure)

৭.১ সূচনা

৭.২ উদ্দেশ্য

৭.৩ সহগতি

৭.৩.১ দ্বিচল বিশিষ্ট সহগতি

৭.৩.১.১ দুটি চলের মধ্যে সহগতির মান নির্ণয় : প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতি

৭.৩.১.২ প্রকৃতি স্কোরের ভিত্তিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

৭.৩.১.৩ সম্ভাব্য গড়ের ভিত্তিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

৭.৩.১.৪ সহগতির তাৎপর্য নির্ণয়

৭.৩.১.৫ প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতির বৈশিষ্ট্য

৭.৩.১.৬ প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতির ব্যবহার

৭.৪ দ্বিকোটিক সহগতি

৭.৪.১ দ্বিকোটিক সহগতি সহগাঙ্কের বৈশিষ্ট্য

৭.৫ বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি

৭.৫.১ বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির বৈশিষ্ট্য

৭.৬ ফাই সহগ

৭.৬.১ ফাই সহগের বৈশিষ্ট্য

৭.৬.২ ফাই সহগের ব্যবহার

৭.৭ র‍্যান্স পার্থক্য পদ্ধতিতে সহগাঙ্ক নির্ণয়

৭.৭.১ র‍্যান্স পার্থক্য পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য

- ৭.৮ দ্বিচল বিশিষ্ট রিগ্রেশন সমীকরণ
 - ৭.৮.১ রিগ্রেশন সমীকরণের বৈশিষ্ট্য
 - ৭.৮.২ রিগ্রেশন সমীকরণের ব্যবহার
- ৭.৯ প্রভাবমুক্ত সহগতি সহগাঙ্ক
- ৭.১০ বহুমুখী সহগতি
- ৭.১১ বহুচল বিশিষ্ট রিগ্রেশন সমীকরণ
 - ৭.১১.১ রিগ্রেশন সমীকরণের ব্যবহার
- ৭.১২ প্রক্ষাবলি

৭.১ সূচনা (Introduction)

গবেষণার অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য দুই বা ততোধিক চলের মধ্যে সম্পর্কের প্রকৃতি অনুধাবন করা এবং পরস্পর সম্পর্কিত চলগুলির একটির মান থেকে অপর চলের সম্ভাব্য মান সম্বন্ধে পূর্বানুমান করা। স্বতন্ত্র চল ও নির্ভরশীল চলের সম্পর্ক জানা থাকলে স্বতন্ত্র চলের পরিমাপ লক্ষ্যমান থেকে নির্ভরশীল চলের পূর্বানুমান করার প্রাথমিক ভিত্তি হল সহগতি নির্ণয়। রাশিবিজ্ঞানে এই উদ্দেশ্যে অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য পদ্ধতির আবিষ্কার বহু পূর্বেই হয়েছে। বর্তমান এককটিতে এই পদ্ধতিগুলির পরিচয় ও প্রয়োগ পদ্ধতি সম্বন্ধে ধারণা পাওয়া যাবে।

৭.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ সহগতি ও সহগতি সহগাঙ্কের সংজ্ঞা বলতে পারবেন।
- ★ সহগাঙ্ক নির্ণয়ের প্রধান পদ্ধতিগুলির বিবরণ দিতে ও প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ ওই পদ্ধতিগুলির বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে অবহিত হবেন।
- ★ রিগ্রেশনের ধারণা দিতে পারবেন।
- ★ রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয়ের পদ্ধতি বলতে পারবেন এবং ব্যবহার করতে পারবেন।
- ★ বিশেষ ধরনের সহগাঙ্ক নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলি যথাযথ প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ স্বাভাবিক বস্তুনের বিচ্যুতিগুলির প্রয়োগ করতে পারবেন।

৭.৩ সহগতি (Correlation)

ইতিপূর্বে একক চলার (variable) প্রসঙ্গে কেন্দ্রীয় প্রবণতা ও বিষমতার পরিমাণ বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে। এখন শিক্ষাক্ষেত্রে অনেক সময় একটি চলার পরিবর্তে একসঙ্গে দুটি চলকে (two variables) নিয়ে কাজ করতে হয় এবং সেসব ক্ষেত্রে দুটি চলার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় সংক্রান্ত অনেক সমস্যা সমাধানের প্রয়োজন হয়।

শিক্ষাক্ষেত্রে বিভিন্ন বিষয় শিক্ষা করা বা শিক্ষা দেওয়া বা শিক্ষার সংক্রান্ত গবেষণার সময় শিক্ষার সঙ্গে অন্যান্য বিষয়ের কী সম্পর্ক প্রভৃতি জানার জন্য দুটি চলার মধ্যে সম্পর্কের পরিমাণ ও গুণগত বৈশিষ্ট্য নির্ণয়ের প্রয়োজনে রাশিবিজ্ঞানের যে পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয় তাকে সহগতি (Correlation) বলে। সহগতির পরিমাপ ও গুণগত বৈশিষ্ট্যে যে সূচক ব্যবহৃত হয় তাকে সহগতির সহগাঙ্ক (Coefficient of correlation) বলে। যদি চল দুটিকে 'X' ও 'Y' দ্বারা সূচিত করা হয় তাহলে X ও Y-এর মধ্যে সহগতির সহগাঙ্ক ' $r_{x,y}$ ' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৭.৩.১. দ্বিচল বিশিষ্ট সহগতি (Bivariate correlation)

দুটি চলার মধ্যে তিন প্রকার সম্বন্ধ থাকতে পারে। যথা—(ক) ধনাত্মক সম্পর্ক (positive correlation), (খ) ঋণাত্মক সম্পর্ক (Negative correlation) ও (গ) সম্পর্ক নিরপেক্ষ (zero correlation)। যখন সম্পর্কযুক্ত* দুটি চলার পরিবর্তন সবসময় একই দিকে হয় অর্থাৎ একটি চলার মান যখন বৃদ্ধি পায় তখন অন্য চলার মানও বৃদ্ধি পায় এবং যখন ওই চলার মান হ্রাস পায় তখন অন্য চলটির মানও হ্রাস পায় তখন চল দুটির মধ্যের সম্পর্ককে ধনাত্মক সম্পর্ক (Positive correlation) বলে। যেমন, স্মৃতিশক্তি (Memory) এবং কোনো বিষয়ে শিক্ষনের পরিমাপ (Achievement in learning any subject)। বিপরীতভাবে যখন সম্পর্কযুক্ত* দুটি চলার পরিবর্তন সব সময় বিপরীতদিকে হয় অর্থাৎ একটি চলার মান যখন বৃদ্ধি পায় তখন অন্য চলার মান হ্রাস পায় এবং যখন ওই চলার মান হ্রাস পায় তখন অন্য চলটির মান বৃদ্ধি পায় তখন চল দুটির মধ্যের সম্পর্ককে ঋণাত্মক সম্পর্ক (Negative correlation) বলা হয়। যেমন পড়াশোনায় মনোযোগ (Attention in study) ও পড়াশুনা আয়ত্ত করার সময় (Time Required to learn)। কিন্তু যখন দেখা যায় একটি চলার পরিবর্তনের সঙ্গে অন্য চলার পরিবর্তনের কোন সম্পর্ক নেই তখন দুটি চলার মধ্যে কোনো সম্পর্ক নেই (Zero Correlation) বলা হয়। যেমন কোনো শ্রেণির ছাত্রদের উচ্চতার সঙ্গে তাদের পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বর। নিম্নে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সম্পর্কটি উদাহরণের সাহায্যে বোঝানো হল।

* এখানে 'সম্পর্কযুক্ত' বলতে যখন বাস্তবিকভাবে দুটি চলার মধ্যে সম্পর্ক থাকা সম্ভব মনে হয়।

সারণি 7.1

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর (X)	দ্বিতীয় বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর (Y)
1	30	32
2	25	26
3	27	36
4	29	35
5	39	40
6	38	37
7	32	26
8	37	39
9	31	30
10	42	39
	330	340
	(গড়) $\bar{X} = 33$	(গড়) $\bar{Y} = 34$

উপরের উদাহরণে ক্রমিক নং 3 ও 4 যে ছাত্র দুটি আছে তারা প্রথম বিষয়ে গড়ের নীচে নম্বর পেলেও দ্বিতীয় বিষয়ে গড়ের ওপরে নম্বর পেয়েছে। এছাড়া বাকি অর্থাৎ আটজনের মধ্যে যারা প্রথম বিষয়ে গড়ের নীচে পেয়েছে দ্বিতীয় বিষয়েও গড়ের নীচে পেয়েছে। অন্যদিকে যারা প্রথম বিষয়ে গড়ের ওপরে পেয়েছে তারা দ্বিতীয় বিষয়েও গড়ের ওপরে পেয়েছে এইক্ষেত্রে বলা যায় দুটি বিষয়ের মধ্যে ধনাত্মক সম্পর্ক আছে। ঘটনাটি বিপরীত হলে দেখা যেত একটিতে যারা গড়ের কম পেয়েছে, দ্বিতীয়টিতে তারা গড় নম্বরের উপরে অথবা বিপরীতক্রমে প্রথম বিষয়ের গড়ের উপরে অবস্থানকারীরা দ্বিতীয় বিষয়ে গড়ের নীচে নম্বর পেয়েছেন। সেক্ষেত্রে বিষয় দুটির মধ্যকার সম্পর্ক ধনাত্মক।

যদি উপরোক্ত ক্ষেত্রে দেখা যেত ছাত্রদের প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বরের সঙ্গে দ্বিতীয় বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বরের নির্দিষ্ট কোনো সম্পর্কই পাওয়া যাচ্ছে না অর্থাৎ এক্ষেত্রে দুটি বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর তালিকাভুক্ত করলে দেখা যাবে কোনও ছাত্র দুটি বিষয়ে তুলনামূলকভাবে ভালো করেছে বা খারাপ করেছে আবার কোনো ছাত্র প্রথম বিষয়ে তুলনামূলকভাবে ভালো নম্বর পেয়েছে কিন্তু দ্বিতীয় বিষয়ে তুলনামূলকভাবে বেশ খারাপ নম্বর পেয়েছে এবং এই ঘটনাগুলোর কোনো ধারাবাহিকতা নেই তখন দুটি বিষয়ের মধ্যে সহগতি খুব সামান্য পরিমাণ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে যাকে আমরা সহজেই ধরতে পারি বিষয় দুটির মধ্যে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক সহগতি কোনটাই নেই অতএব বিষয় দুটির মধ্যে শূন্য সহগতি (zero correlation) আছে।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন কখনও কখনও দুটি বিষয়ের মধ্যে পরিসংখ্যানগত সহগতি পাওয়া গেলেও বিষয় দুটি বাস্তবে সম্পর্কহীন। সেইজন্য কোনো দুটি বিষয়ের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করার সময় দেখে নেওয়া দরকার ওই বিষয় দুটির মধ্যে বাস্তবে কোনো ধনাত্মক বা ঋণাত্মক সহগতি থাকতে পারে কিনা।

দুটি বিষয়ে সহগতির মান কোন একদল ব্যক্তির উপর নির্ভর করে নির্ণয় করলেও দল পাল্টালে সহগতির মান বদলাতে পারে। যেমন বালকদের উপর নির্ণীত দুটি বিষয়ের সহগতির মান বালিকাদের উপর নির্ণীত ওই দুটি বিষয়ের সহগতির মান ভিন্ন হতে পারে।

৭.৩.১.১ দুটি চলের মধ্যে সহগতির মান নির্ণয় : প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতি (Coefficient of correlation between two variables : Product)

সহগতির মানকে সহগতি সহগাঙ্ক (Co-efficient of correlation) দ্বারা নির্ণয় করা হয়।

(ক) কার্ল পিয়ারসন এই সহগতি সহগাঙ্কর মান নির্ণয়ের একটি পদ্ধতি প্রবর্তন করেন।

এই পদ্ধতিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়ের পূর্বে কতকগুলি শর্ত পূরণের প্রয়োজন হয় যথা :

(১) দুটি বিষয় বা দুটি চলের পরিমাপই ধারাবাহিক (Continuous) হতে হবে।

(২) দুটি চলের মধ্যে সম্পর্ক একটি সরলরেখার সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যাবে ($Y = mX + C$; X ও Y দুইটি চল যাদের মধ্যে সহগতির সহগাঙ্ক নির্ণয় করা হচ্ছে)।

পিয়ারসনের পদ্ধতিটিকে 'Project Method' পদ্ধতি বলা হয় এবং সহগাঙ্ককে 'r' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এই পদ্ধতিতে দুটি চল X ও Y -এর মধ্যে সহগতির সহগাঙ্ককে ' $r_{x,y}$ ' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পিয়ারসনের পদ্ধতিতে মোমেন্ট কথাটির অর্থ হল—কোনো একটা চলের একগুচ্ছ পরিমাপের গড় (Mean) থেকে প্রত্যেকটি পরিমাপের বিচ্যুতিগুলির গুণফলকে যোগ করে মোট পরিমাপের সংখ্যা দ্বারা ভাগফলকে বোঝায়।

এখানে প্রোডাক্ট মোমেন্ট বলতে দুটি চলের পরিমাপগুলির চ্যুতিকে পরস্পর গুণ করে সেই গুণফলগুলির যোগফলকে পরিমাপগুলির মোট সংখ্যা দ্বারা ভাগফলকে বোঝায়—

ধরা যাক 'X' একটি চল (Variable) এবং Y অপর একটি চল (Variable) 'X'-এর পরিমাপগুলির গড় \bar{X} এবং 'Y' এর পরিমাণ গুলির গড় \bar{Y} । X-এর পরিমাপগুলির গড় (\bar{X}) হইতে চ্যুতি 'x' এবং Y-এর পরিমাপগুলির গড় (\bar{Y}) থেকে চ্যুতি 'y' দ্বারা সূচিত করা হল। এখন মোট

পরিমাপগুলোর সংখ্যা 'N' হলে X ও Y-এর প্রোডাক্ট মোমেন্ট হল $\frac{\Sigma(X - \bar{x})(Y - \bar{y})}{N} = \frac{\Sigma xy}{N}$;

এই পরিমাপটিকে X ও Y-এর সহ-পরিবর্তক (Co-variance) বলে।

এখন X ও Y-এর পরিমাপের একক (Unit) বিভিন্ন হতে পারে এইজন্য এই পরিমাপটিকে এককবিহীন (unit free) করার জন্য পিয়ারসন X ও Y-এর বিষমতার বর্গমূল দ্বারা অর্থাৎ সম্যক বিচ্যুতি ভাগ করে এই পরিমাপটিকে একক বিহীন করা সম্ভব করেন। অতএব পরিমাপটি দাঁড়াল

$\frac{\Sigma xy}{N\sqrt{\sigma_x^2}\sqrt{\sigma_y^2}} = \frac{\Sigma xy}{N\sigma_x\sigma_y}$ । এখানে σ_x^2 এবং σ_y^2 হল যথাক্রমে X ও Y-এর পরিমাপগুলির বিষমতার মান। এখানে σ_x ও σ_y হল যথাক্রমে X ও Y-এর পরিমাপগুলির সম্যক বিচ্যুতি— X ও Y সম্বলিত উপরিউক্ত পরিমাপটি পিয়ারসন নির্ণীত X ও Y-এর সহগতির সহগাক

$$\text{সূত্র : } r_{x,y} = \frac{\Sigma xy}{N\sigma_x\sigma_y} \dots\dots (7.1)$$

সারণি 7.1-এ প্রদত্ত X ও Y-এর মানের মধ্যে প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে সহগতি সহগাক নির্ণয় :

সারণি 7.2 সারণি 7.1-এর সহগতি সহগাক নির্ণয় :

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম বিষয়ে স্কোর	দ্বিতীয় বিষয়ে স্কোর	X - \bar{X} = x	Y - \bar{Y} = y	x ²	y ²	xy
	x	y					
1	30	32	-3	-2	9	4	6
2	25	26	-8	-8	64	64	64
3	27	36	-6	2	36	4	-12
4	29	35	-4	1	16	1	-4
5	39	40	6	6	36	36	36
6	38	37	5	3	25	9	15
7	32	26	-1	-8	1	64	8
8	37	39	4	5	16	25	20
9	31	30	-2	-4	4	16	8
10	42	39	9	5	81	25	45
					288	248	186

$\bar{X} = 33$, $\bar{Y} = 34$ [$\bar{X} = X$ এর গড় এবং $\bar{Y} = Y$ এর গড়]

প্রোভাঙ্ক মোমেন্ট পদ্ধতিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়ের সূত্রটি হল

$$r_{x,y} = \frac{\sum xy}{N\sigma_x\sigma_y} \dots\dots(7.1), \sigma_x = \sqrt{\frac{288}{10}} = 5.37; \sigma_y = \sqrt{\frac{248}{10}} = 4.98$$

$$= \frac{186}{10 \times 5.37 \times 4.98} = 0.70$$

সরাসরি বিচ্যুতি থেকেও X ও Y-এর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করা যায়:

$$\text{সূত্র : } r_{x,y} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2} \sqrt{\sum y^2}} \dots\dots(7.2)$$

$$= \frac{186}{\sqrt{288} \sqrt{248}} = 0.70$$

নিম্নলিখিত সূত্রের সাহায্যে সরাসরি স্কোর থেকেও সহগতি নির্ণয় করা যায়

$$\text{সূত্র : } r_{x,y} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \dots\dots(7.3)$$

৭.৩.১.২ প্রকৃত স্কোরের ভিত্তিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

সারণি 7.3

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর X	দ্বিতীয় বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর Y	X ²	Y ²	XY
1	30	32	900	1024	960
2	25	26	625	676	650
3	27	36	729	1296	972
4	29	25	841	1225	1015
5	39	40	1521	1600	1560
6	38	37	1444	1369	1406
7	32	26	1024	676	832
8	37	39	1369	1521	1443
9	31	30	961	900	930
10	42	39	1764	1521	1638
	330	340	11178	11808	11406

সূত্র 7.3-এ $\Sigma X, \Sigma Y, \Sigma X^2, \Sigma Y^2, \Sigma XY$ -এর মান বসাইয়া পাই

$$r_{x,y} = \frac{10 \times 11406 - 330 \times 340}{\sqrt{10 \times 11178 - (330)^2} \sqrt{10 \times 11808 - (340)^2}} = 0.70$$

প্রকৃত গড় ছাড়াও কল্পিত গড় পদ্ধতিতেও সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করা যায়

$$\text{নির্ণেয় সূত্রটি হল } r_{x,y} = \frac{\Sigma x'y' - C_x C_y}{\sigma'_x \sigma'_y} \dots (7.4)$$

যেখানে $X - \frac{1}{X}$ (কল্পিত গড়) = x' , যেখানে $Y - \bar{Y}'$ (কল্পিত গড়) = y'

$$C_x = \frac{\Sigma x'}{N}, C_y = \frac{\Sigma y'}{N}$$

$$\sigma'_x = \sqrt{\frac{\Sigma x'^2}{N} - C_x^2}, \sigma'_y = \sqrt{\frac{\Sigma y'^2}{N} - C_y^2}$$

গড় যেখানে দশমিক যুক্ত হয় সেখানে কল্পিত গড় পদ্ধতি গণনার ক্ষেত্রে অনেক সুবিধাজনক।

৭.৩.১.৩ সম্ভাব্য গড়ের ভিত্তিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় :

সারণি 7.4

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর	দ্বিতীয় বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর	$X - X'$ x'	$Y - Y'$ y'	x'^2	y'^2	$x'y'$
	x	y					
1	30	32	-0	-3	0	9	0
2	25	26	-5	-9	25	81	45
3	27	36	-3	1	9	1	
4	29	35	-1	0	1	0	0
5	39	40	9	5	81	25	45
6	38	37	8	2	64	4	16
7	32	26	2	-9	4	81	-18
8	37	39	7	4	49	16	28
9	31	30	1	-5	1	25	-5
10	42	39	12	4	144	16	48
	330	340	30	-10	378	258	159

এখানে X-এর কলিত গড় 30 ধরা হল

Y-এর কলিত গড় 35 ধরা হল

$$r_{x,y} = \frac{\frac{159}{10} - \frac{30}{10} \left(\frac{-10}{10} \right)}{5.37 \times 4.98} = 0.70$$

৭.৩.১.৪ প্রোডাক্ট মোমেন্ট অথবা পূর্ণী পরিঘাত পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সহগতির সহগাঙ্কের তাৎপর্য নির্ণয়ের পরীক্ষা (Test of Significance of Product Moment Correlation Coefficient) :

প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে একটি নমুনাদলের (Sample) ওপর প্রাপ্ত সহগতির সহগাঙ্ক মূল দলটির (population) ক্ষেত্রে গ্রহণ করা যায় কিনা তারজন্য নিম্নলিখিত সূত্রটির দ্বারা পরীক্ষা করা হয়।

$$\text{সূত্র : } t = \frac{r_{x,y}}{S_{r_{x,y}}} \dots (7.5) \quad S_{r_{x,y}} = \sqrt{\frac{1-r_{x,y}^2}{N-2}}$$

$$\therefore t = \frac{r_{x,y} \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_{x,y}^2}} = \frac{0.7 \sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0.7^2}} = 2.79$$

এখানে 't' একটা স্ট্যাটিস্টিক যার বণ্টনের একটা নির্দিষ্ট ছক (Distribution Pattern) আছে।

$S_{r_{x,y}}$ → সহগতির নিবেশনের আদর্শ ত্রুটি (Standard Error of the Distribution of Example Correlations)

N → নমুনা দলটার মোট সভ্য সংখ্যা

এই 't'-এর মান, 't' টেবিলের সংকট মানের (Critical value) সঙ্গে তুলনা করে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় যে প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতি দ্বারা প্রাপ্ত সহগতি সহগাঙ্ককে সংশয়াতীতভাবে গ্রহণ করা যাবে কিনা। এখানে প্রাপ্ত 't'-এর মান 2.79 এবং 't' টেবিলের 0.05 স্তরে (level of significance) 8 ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম (Degrees of Freedom) প্রদত্ত মান (2.31) থেকে বড়। অতএব এই সহগাঙ্ক 0.7 সংশয়াতীতভাবে গ্রহণ করা যায়।

৭.৩.১.৫. প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Product Moment Correlation) :

1. এই সহগতির সহগাঙ্কের মান ± 1.00 মধ্যে থাকবে। ধনাঙ্ক সম্পর্কের অর্থ হল দুটি বিষয় বা চলের মধ্যে সম্পর্কটি এমন যে প্রথম বিষয়টার মান বাড়লে দ্বিতীয় বিষয়টার মানও

বাড়বে এবং প্রথম বিষয়টার মান কমলে দ্বিতীয় বিষয়টার মানও কমবে। ঋণাত্মক সম্পর্কের অর্থ হল ধনাত্মক সম্পর্কের বিপরীত।

2. মানের ওপর নির্ভর করে সহগতি সহগাঙ্কের তাৎপর্য বিবেচনা করার জন্য মানের কতকগুলি স্তর ও তাদের অর্থ নিম্নে দেওয়া হল :

(ক) r -এর মান .00 থেকে $\pm .20$ এর মধ্যে থাকলে দুটি চলার মধ্যে সম্পর্ক খুব সামান্য বলে ধরে নেওয়া যেতে পারে। এই মান যদি কোনো খুব ছোট কোনো দলের ওপর নির্ভর করে পাওয়া যায় সেক্ষেত্রে দুটি বিষয়ের মধ্যে, নমুনা দলের ভিত্তিতে, কোনো সম্পর্ক নেই বলেও ধরে নেওয়া যেতে পারে।

(খ) r -এর মান ± 0.20 থেকে ± 0.40 মধ্যে হলে এই সহগাঙ্ক নিম্নমানের বলে ধরে নেওয়া হয়।

(গ) r -এর মান ± 0.40 থেকে ± 0.70 মধ্যে হইলে এই সহগাঙ্ককে মধ্যম মান (Moderate) বলে ধরা যেতে পারে।

(ঘ) r -এর মান ± 0.70 থেকে ± 0.80 মধ্যে হইলে এই সহগাঙ্ককে উচ্চমান (High) বলে ধরে নেওয়া হয়।

(ঙ) r -এর মান ± 0.80 থেকে ± 1.0 মধ্যে হলে এই সহগাঙ্ককে খুবই উচ্চমানের (Very High) বলে ধরে নেওয়া হয়।

তবে এক্ষেত্রে সবকিছু সিদ্ধান্ত সহগাঙ্কের মানের ওপর নির্ভর করে না। সহগাঙ্কের মানের সঙ্গে যে নমুনা দলের পরিমাপ নির্ভর করে এই সহগাঙ্কের মান নির্ণয় করা হয়েছে তার আকৃতি, দলটা কীভাবে নির্বাচন করা হয়েছে তার পদ্ধতি, যে দুটো বিষয় বা চলার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা হচ্ছে— তাদের প্রকৃতি এবং সহগতির সহগাঙ্কের পরবর্তী প্রয়োগ এই সব বিষয়ের ওপরও সহগতি সহগাঙ্কের মানের তাৎপর্য নির্ভর করে।

৭.৩.১.৬. প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতির ব্যবহার (Uses of Product Moment Correlation) :

1. দুটো পরিবর্তনশীল বিষয়ের বা ঘটনার মধ্যে কোনো সম্পর্ক নির্ণয় করা ও সেই অনুযায়ী বিষয় দুটো নিয়ে পরবর্তী কার্য পদ্ধতি নির্ণয় করা। এখন যদি বিজ্ঞান বিষয়ের নম্বরের সঙ্গে সাহিত্য বিষয়ের নম্বরের বা আগ্রহের মধ্যে সম্পর্ক খুব সামান্যই পাওয়া যায় তাহলে ছাত্রদের দুটি বিষয়েই

আলাদা আলাদাভাবে যত্ন নিয়ে বিষয় দুটো পড়ানো উচিত। হয়ত এক্ষেত্রে বিজ্ঞানের বিষয়গুলির মধ্যে অথবা সাহিত্যের বিষয়গুলোর মধ্যে সম্পর্ক তুলনামূলকভাবে অনেক বেশি হয় তাহলে বিজ্ঞানের বিষয়গুলির এবং সাহিত্যের বিষয়গুলোর প্রত্যেকটাতে আলাদা আলাদাভাবে বিশেষ যত্ন নেওয়া প্রয়োজন ততটা নাও হতে পারে।

2. যখন দেখা যায় দুটো বিষয়ের মধ্যে সম্পর্ক খুবই বেশি এবং ধনাত্মক তখন একটা বিষয়ের ফল পাওয়া গেলে অন্য বিষয়ের ফল সম্বন্ধে একটা স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যেতে পারে। কোনো ছাত্রকে বিদ্যালয়ে ভর্তির সময় যদি দেখা যায় সে বুদ্ধির অভীক্ষায় ভালো ফল করেছে তখন ধরে নেওয়া যেতে পারে সে ছাত্রটি ভর্তি হবার পর পড়াশুনায় ভালো করবে কারণ সাধারণত দেখা গেছে বুদ্ধির অভীক্ষায় প্রাপ্ত গ্রেডের সঙ্গে পড়াশুনায় ভালো করার একটা তাৎপর্যপূর্ণ ধনাত্মক সম্পর্ক আছে।

3. কোনো অভীক্ষা প্রস্তুত করার সময় অভীক্ষাটির পদ বিশ্লেষণের (Item Analysis) অভীক্ষাটির নির্ভরযোগ্যতা (Reliability) ও যথার্থতা (validity) নির্ণয়ে 'সহগতি' বিশেষভাবে প্রয়োজন হয়।

4. যখন বাস্তবে দেখা যায় যে দুটো বিষয়ের মধ্যে সম্পর্ক আছে এবং বিষয় দুটোর মধ্যে একটা 'কারণ' (X) ও অপরটি তার 'ফল' (Y) তখন বিষয় দুটোর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্কর ভিত্তিতে গাণিতিক সমীকরণ নির্ণয় করা যায় যাকে সমীকরণের সাহায্যে কারণটা আগে থাকতে জানা গেলে 'ফল' সম্বন্ধেও একটা ধারণা পাওয়া যায় এবং তখন কারণকে নিয়ন্ত্রণ করে 'ঐঙ্গিত ফলও' পাওয়া যেতে পারে।

৭.৪ দ্বিকোটিক সহগতি (Biserial Correlation)

যখন দুটো বিষয়ের স্কোর না দিয়ে একটা বিষয়ে (X) স্কোরের ভিত্তিতে ছাত্রদের দুটো দলে ভাগ করা হয় এবং অন্যবিষয়ে (Y) প্রত্যেকের স্কোর দেওয়া থাকে তখন প্রোডাক্ট মোমেন্টে পদ্ধতিতে X ও Y-এর মধ্যে সহগতি নির্ণয় করা যায় না। কারণ এই পদ্ধতিতে সহগতি নির্ণয়ের অত্যাবশ্যক মতটি হল দুটি বিষয়ে স্কোর ধারাবাহিক (Continuous score) হবে এবং স্কোরগুলি হয় সমান্তর স্কেলের (Interval scale) অথবা অনুপাত স্কেলের (Ratio Scale) পরিমাপ অনুযায়ী হবে। কিন্তু যখন একটা বিষয়ে স্কোর শ্রেণিবাচক স্কেল (Nominal Scale) অনুযায়ী হয় অর্থাৎ ধারাবাহিক পরিমাপের পরিবর্তে ওই বিষয়ে (X) পারদর্শিতা অনুযায়ী ব্যক্তিদের দুটো ভাগে ভাগ করা থাকে এবং অন্য একটা বিষয়ে ধারাবাহিক ভিত্তিতে দেওয়া থাকে। তখন প্রথম বিষয়ে দলটিকে কিভাবে ভাগ করা হয়েছে তার ওপর নির্ভর করে অন্য পদ্ধতিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

(ক) সমস্ত দলটাকে প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত স্কোরের ভিত্তিতে দুটো উপদলে ভাগ করা হয় এই ভাগের জন্য একটা নির্দিষ্ট স্কোরের বেশি যারা পেয়েছে তাদের একটা দলে এবং যারা ওই স্কোরের সমান অথবা কম পেয়েছে তাদের একটা অন্য দলের অংশভুক্ত করা হয়। ওই নির্দিষ্ট স্কোরটাকে বিভাজনী স্কোর (Cut off score) বলা হয়। এই স্কোরটা প্রয়োজনভিত্তিক টিক করা হয়। সেই কারণে এই বিভাজনী স্কোরটা প্রয়োজন বিশেষে বিভিন্ন হয়। এই কারণে এই বিভাজনী স্কোরটা কোনো নির্দিষ্ট স্কোর নয়। সেইজন্য কোন একটা বিভাজনী স্কোরের ভিত্তিতে দুটো উপদলে যারা বিভক্ত হল তারা বরাবরের জন্য নির্দিষ্ট উপদলে থাকবে না কারণ বিভাজনী স্কোর পরিবর্তন করলে নতুন দুটো উপদল তৈরি হবে। এই কারণে এই উপদল তৈরির পদ্ধতিতে উদ্দেশ্যমূলক দুই-দল বিভাজন পদ্ধতি (Forcefully dichotomization) বলে এবং এইক্ষেত্রে সে পদ্ধতি অবলম্বন করে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করা হয় তাকে দ্বিকোটিক সহগতি (Biserial Correlation) বলে। উদাহরণ হিসাবে ধরা যাক কোনো একদল ছাত্রের অঙ্কের নম্বর ও বিজ্ঞানের নম্বরের ভিত্তিতে অঙ্কের পারদর্শিতার সঙ্গে বিজ্ঞানের পারদর্শিতার কোনো সম্পর্ক বা অঙ্কের নম্বরের সঙ্গে বিজ্ঞানের নম্বরের কোনো সহগতি আছে কিনা তার জন্য ছেলেদের অঙ্কের নম্বর অনুযায়ী দুদলে ভাগ করা হল। এই ক্ষেত্রে পরীক্ষাটা 50 নম্বরের মধ্যে হলে ধরা যাক অঙ্কে যারা 25-এর ওপরে পেয়েছে এবং যারা 25 কিংবা তার চেয়ে কম পেয়েছে এইভাবে দুটো দলে ভাগ করে তারপর তাদের বিজ্ঞানের নম্বর দেওয়া আছে। এখন যেহেতু অঙ্কের কে কত পেয়েছে সেটা জানা নেই সেইজন্য এখানে প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে অঙ্কের সঙ্গে বিজ্ঞানের সহগতি নির্ণয় করা যাবে না। তাই এখানে বাইসিরিয়াল সহগতি বা দ্বিকোটিক সহগতি নির্ণয় করতে হবে।

তবে যদি অঙ্কে 25-এর বদলে 20-কে বিভাজনী স্কোর ধরা হয় তাহলে যাদের নিয়ে আগের দুটো দলে ভাগ করা হয়েছিল এমন দুটো দলের ছেলেরা আবার পরিবর্তন হয়ে যাবে। নীচের একটা উদাহরণের দ্বিকোটিক (বাই সিরিয়াল) সহগতি কিভাবে নির্ণয় করা হয় তা আলোচনা হল।

উদাহরণ : কোন একটা পরীক্ষায় 115 জন ছাত্রের মধ্যে অঙ্কে যারা 25-এর বেশী এবং 25 কিংবা 25-এর কম পেয়েছে তাদের বিজ্ঞানের নম্বর নীচে দেওয়া হল। এখন প্রমাণ করতে হবে অঙ্কের পারদর্শিতার সঙ্গে বিজ্ঞানের পারদর্শিতার সম্পর্ক আছে কিনা।

সারণি 7.5

দ্বিকোটিক সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

বিজ্ঞানের নম্বরের শ্রেণিবিভাগ	শ্রেণির মধ্যবিন্দু (X)	কল্পিত গড়ের সাপেক্ষে মধ্যবিন্দু (X - AM)/ix'	অঙ্কে '25' এর বেশি পেয়েছে যারা (f ₁)	অঙ্কে '25' বা '25'-এর কম পেয়েছে যারা (f ₂)	মোট ছাত্র (f)	f ₁ x'	f ₂ x'	fx'	fx' ²
9.5-14.5	12	-3	0	4	4	0	-12	-12	36
14.5-19.5	17	-2	3	8	11	-6	-16	-22	44
19.5-24.5	22	-1	7	11	18	-7	-11	-18	18
24.5-29.5	27	0	12	15	27	0	0	0	0
29.5-34.5	32	1	18	9	27	18	9	27	27
34.5-39.5	37	2	10	5	15	20	10	30	60
39.5-44.5	42	3	7	3	10	21	9	30	90
44.5-49.5	47	4	3	0	3	12	0	12	48
			60	55	115	58	-11	47	323

দ্বিকোটিক সহ নির্ণয়ের সূত্র :

$$r_{bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{\sigma_x} \times \frac{pq}{y} \quad (7.6)$$

r_{bis} → দ্বিকোটিক সহগতি সহগাঙ্ক

\bar{X}_p যে সমস্ত ছাত্র অঙ্কে 25-এর বেশি পেয়েছে তাদের বিজ্ঞানের নম্বরের গড়

\bar{X}_q যে সমস্ত ছাত্র অঙ্কের 25 কিংবা 25-এর কম পেয়েছে তাদের বিজ্ঞানের নম্বরের গড়

p প্রথম দলটিতে সমগ্র দলের ছাত্রের অংশ

q দ্বিতীয় দলটিতে সমগ্র দলের ছাত্রের অংশ

σ_x সমস্ত ছাত্রদের বিজ্ঞানের নম্বরের সম্যক বিচ্যুতি

y স্বাভাবিক বন্টনের যে বিন্দুতে স্বাভাবিক বন্টনটি p : q অনুপাতে বিভক্ত হয় সেই বিন্দুতে অঙ্কিত কোটির দৈর্ঘ্য

এখানে

$$\bar{M}_p = 31.83 ; \bar{M}_q = 26 ; \sigma_x = 8.12 ; p = 0.52 ; q = 0.48, y = 0.398$$

$$r_{bis} = \frac{31.83 - 26}{8.12} \times \frac{0.48 \times 0.52}{0.398} = 0.45$$

দ্বিকোটিক সহগতির তাৎপর্য নির্ণয়ের পরীক্ষা (Test of Significance of Biserial Correlation)

যখন দুটো চলের বা বিষয়ের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করা তখন একটা নমুনা দলের উপর এই সহগতি নির্ণয় করা হয়। কিন্তু নমুনা দলটি যে জনসংখ্যা থেকে নেওয়া হয়েছে তার ক্ষেত্রেও সহগতিটা সমানভাবে প্রযোজ্য কিনা তা জানার প্রয়োজন। এই প্রয়োজ্যতাল নিম্নলিখিত সূত্রের সাহায্যে করা হয়। দ্বিকোটিক সহগতির সংশয়াতীতভাবে গ্রহণযোগ্যতার পরীক্ষা —

$$t = \frac{r_{bis}}{S_{r_{bis}}} \dots (7.7)$$

এখানে t একটা স্ট্যাটিস্টিক যার নির্দিষ্ট বন্টন প্রকৃতি (Distribution pattern) আছে।

$S_{r_{bis}}$ দ্বিকোটিক সহগতির সম্যক বিচ্যুতি (Standard error)

$$S_{r_{bis}} = \left[\frac{\sqrt{pq}}{y} - (r_{bis})^2 \right] \div N$$

$$= \left[\frac{\sqrt{0.52 \times 0.48}}{0.398} - (0.45)^2 \right] \div 115 = 0.1$$

$$t = \frac{0.45}{0.1} = 4.5; t\text{-এর এই মানটি } 0.01 \text{ স্তরে সংশয়াতীতভাবে গ্রহণযোগ্য।}$$

(টেবিল থেকে t এর .01 স্তরে মান দেখতে হবে।)

৭.৪.১. দ্বিকোটিক সহগতির সহগাঙ্কের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Biserial Correlation) :

দ্বিকোটিক সহগতির মান + 1.00 এর বেশি বা - 1.00 এর কম হতে পারে।

১। দ্বিকোটিক সহগতির ক্ষেত্রে যে বিষয়ে স্কোর অনুযায়ী সমগ্র দলকে দ্বিবিভক্ত করা হয় সেখানে স্কোরের বিভাজন বিন্দুটি এমনভাবে স্থির করা হয় যাতে দুটো দলেই মূল দলের অর্ধেক-

এর মতো ব্যক্তি থাকে। সেই কারণে বিভাজন বিন্দুটা স্কোরের মিডিয়ান অথবা মিডিয়ানের কাছাকাছি ধরা হয়।

দ্বিকোটিক সহগতির ব্যবহার (Uses of Biserial Correlation) :

1. যেখানে দুটো বিষয়ের সহগতি জানার প্রয়োজন অথচ একটা বিষয়ে একদল ব্যক্তির ধারাবাহিক স্কোর (Continuous Score) দেওয়া আছে কিন্তু অন্য বিষয়ের স্কোর যদিও স্বাভাবিক বণ্টনের (Normal Distribution) অন্তর্গত কিন্তু স্কোরগুলির বদলে ওই স্কোরগুলোর মধ্যে একটা স্কোরকে cut-off point ধরে সমগ্র দলটাকে দ্বিবিভক্ত (Dichotomus) হিসাবে উপস্থাপন করা হয় সেখানে পূর্ণী-পরিঘাত সহগতির বদলে দ্বিকোটিক সহগতি নির্ণয় করা হয়।
2. শিক্ষাক্ষেত্রে প্রয়োগের জন্য কোন অভীক্ষা প্রস্তুত করা হয় তখন অভীক্ষার পদগুলির (Items) একাধিক উত্তর থাকে এবং তার এক সঠিক এবং কয়েকটি সঠিকের কাছাকাছি অর্থাৎ ওই উত্তরগুলো যদি কেউ দেয় তাহলেও সে আংশিক স্কোর পাবে তখন পদগুলির যথার্থতা (validity) নির্ণয়ের জন্য অভীক্ষাটা একটা নমুনা দলের উপর প্রয়োগ করে নির্দিষ্ট পদের স্কোরের সঙ্গে মূল অভীক্ষার স্কোরের দ্বিকোটিক সহগতি সহগতের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়।

৭.৫ বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি (Point Biserial Correlation)

যখন একটি চলের ভিত্তিতে দলটিকে নির্দিষ্টভাবে দুভাগে ভাগ করে অন্য চলটির ধারাবাহিকভাবে স্কোর দেওয়া থাকে তখন বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি নির্ণয় করা হয়। প্রথম চলটি নমিনাল স্কেলে পরিমাপ করা হয় বলে। প্রথম চল অনুযায়ী দলটি স্বাভাবিকভাবে দুভাগে ভাগ করা যায় এখানে আর কোনওভাবে দলটিকে আর ভাগ করা যায় না। দ্বিকোটিক সহগতির সঙ্গে বিশেষ দ্বিকোটিকের এটাই পার্থক্য। দ্বিকোটিক সহগতির ক্ষেত্রে বিভাজনী স্কোরের ওপর নির্ভর করে দলটিকে অনেকভাবে ভাগ করা যায়।

নিম্নে একটা উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টা ব্যাখ্যা করা হল—

উদাহরণ : কোন একটি অভীক্ষা 55 ছাত্রের ওপর দেওয়া হল অভীক্ষাটিতে 30টি পদ আছে। প্রতিটি পদ 1,0 পদ্ধতিতে স্কোর করা হল। এখন কোনো একটা পদের স্কোরের সঙ্গে সমগ্র অভীক্ষার স্কোরের সহগতি সহগত অর্থাৎ পদটির সঙ্গে সমগ্র অভীক্ষার সহগতি নির্ণয় করতে হবে। নিম্নে পদটিতে যারা '1' পেয়েছে তাদের পরিসংখ্যা ও যারা '0' পেয়েছে তাদের পরিসংখ্যা দেওয়া হল।

সারণি 7.6

বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

সমগ্র অভীক্ষায় প্রাপ্ত স্কোরের শ্রেণীবিভাগ	শ্রেণির মধ্যবিন্দু (X)	পদটিতে যারা '1' পেয়েছে (f ₁)	পদটিতে যারা '0' পেয়েছে (f ₂)	f (f ₁ + f ₂)	f ₁ X	f ₂ X	fX	X - \bar{X} = x	x ²	fx ²
9.5-14.5	12	0	9	9	0	108	108	-7	-49	441
14.5-19.5	17	9	11	20	153	187	30	-2	4	80
19.5-24.5	22	14	5	19	308	110	4.8	3	9	171
24.5-29.5	27	7	0	7	189	0	189	8	64	448
		30	25	55	650	405	1055			1140

বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি নির্ণয়ের সূত্র

$$X_{pbis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{\sigma_x} \sqrt{pq} \quad \dots \quad (7.8)$$

r_{pbis} — বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি সহগাঙ্ক

\bar{X}_p — পদটিতে যারা '1' পেয়েছে তাদের সমগ্র অভীক্ষার স্কোরের গড়

\bar{X}_q — পদটিতে যারা '0' পেয়েছে তাদের সমগ্র অভীক্ষার স্কোরের গড়

\bar{X} — সমগ্র দলের সমগ্র অভীক্ষায় প্রাপ্ত স্কোরের গড়

σ_x — সমগ্র দলের সমগ্র অভীক্ষায় প্রাপ্ত স্কোরের সম্যক বিচ্যুতি

$$\bar{X}_p = 21.67; \quad \bar{X}_q = 16.2; \quad \bar{X} = 19.2^*; \quad \sigma_x = 4.55$$

* এখানে গণনার সুবিধার্থে $\bar{X} = 19.2$ -এর স্থলে 19 ধরা হয়েছে।

$$\begin{aligned} r_{pbis} &= \frac{21.67 - 16.2}{4.55} \sqrt{0.55 \times 0.45} \\ &= 0.6 \end{aligned}$$

বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির তাৎপর্য নির্ণয়

$$t = \frac{r_{pbis}}{S_{r_{pbis}}} \dots (7.9); S_{r_{pbis}} \text{ বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির আদর্শ বিচ্যুতি।}$$

নমুনা দলটার আকৃতি বড়ো হলে $S_{r_{pbis}} = \frac{1}{\sqrt{N}}$

অতএব $t = 0.6 \times \sqrt{55} = 4.45$

t-এর এই 0.01 স্তরে সংশয়াতীতভাবে গ্রহণযোগ্য।

(t-এর মান টেবিল থেকে দেখতে হবে।)

৭.৫.১. বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Point Biserial Correlation)

বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির মান ± 1.00 সীমার মধ্যে থাকে।

বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতির ব্যবহার (Uses of Point Biserial Correlation)

1. এই সহগতি যখন দুটো বিষয়ের মধ্যে একটা বিষয় সত্যই দুপ্রকারের হয় (Truely Dichotomous) এবং অপরটির ধারাবাহিক পরিমাপ থাকে তখন দুটো বিষয়ের মধ্যে সহগতি নির্ণয়ের জন্য বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

2. কোনো অভীক্ষার পদগুলির উত্তর সত্যসত্যই যখন দু প্রকারের হয় যেমন 'হ্যাঁ' অথবা 'না', তখন অভীক্ষার পদগুলির যথার্থতা (validity) নির্ণয়ের জন্য ওই পদের উত্তরের সঙ্গে সমগ্র অভীক্ষাটির স্কোরের সঙ্গে অথবা অন্য কোনো তুলনামূলক অভীক্ষার স্কোরের (Criterion Test Score) বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি গণনা করা হয়।

৭.৬ ফাই সহগ (φ coefficient) :

যখন দুটো চল (variable) বা বিষয় প্রকৃতি এমন হয় যে তাদের পরিমাপের ভিত্তিতে স্বাভাবিকভাবে (Naturally) একটি দলকে দ্বিবিভক্ত (dicholomize) করে তখন দুটো চলের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করার জন্য ফাই সহগ (φ coefficient) নির্ণয় করা হয়।

উদাহরণ : 50 জন মহিলা ও 50 জন পুরুষের কাছ থেকে কোন একটি বিষয়ে মতামত নেওয়া হল। মতামতটি 'হ্যাঁ' বা 'না' দুই প্রকারের ছিল। উত্তরদাতার মতামতের প্রকৃতির সঙ্গে উত্তরদাতা পুরুষ না মহিলা তার সম্পর্ক আছে কিনা জানার জন্য নিম্নে প্রদত্ত তথ্যের ভিত্তিতে ফাই সহগ নির্ণয় করা হল।

তালিকা—

ফাই সহগ নির্ণয়—

দল	মতামত		
	হ্যাঁ	না	সমষ্টি
পুরুষ	10 (B)	40 (A)	50 (A + B)
মহিলা	35 (D)	15 (C)	50 (C + D)
	45 (B + D)	55 (A + C)	100

$$\phi = \frac{AD - BC}{\sqrt{(A+B)(C+D)(B+D)(A+C)}} \dots (7.10)$$

$$= \frac{40 \times 35 - 15 \times 10}{\sqrt{50 \times 50 \times 45 \times 55}} = 0.50$$

এখানে ϕ -এর মান সংশয়াতীতভাবে গ্রহণ করার জন্য ϕ -কে χ^2 -এ পরিণত করা হয় :

$$\chi^2 = N\phi^2 \dots (7.11)$$

$$= 100 \times (0.5)^2 = 25$$

χ^2 এই মানটি 0.01 স্তরে ($\chi^2_{.01, 1} = 6.64$) সংশয়াতীতভাবে গ্রহণযোগ্য অতএব ϕ সহগটিও .01 স্তরে সংশয়াতীতভাবে গ্রহণযোগ্য। অতএব বলা যায় উত্তরদাতা পুরুষ না মহিলা তার ওপর তিনি 'হ্যাঁ' উত্তর বা 'না' উত্তর দেওয়ার একটা সম্পর্কে আছে। উদাহরণটি থেকে বলা যায় যদি উত্তরদাতা পুরুষ হন তাহলে তাঁর 'হ্যাঁ' অপেক্ষা 'না' দেওয়ার সম্ভাবনা বেশি আর তিনি মহিলা হলে তাঁর 'না' অপেক্ষা 'হ্যাঁ' উত্তর দেওয়ার সম্ভাবনা বেশি।

৭.৬.১. ফাই সহগের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of ϕ Coefficient) :

1. ফাই সহগের মান ± 1.0 মধ্যে থাকবে।
2. যখনই দুটো স্বাভাবিকভাবে দ্বিবিভক্ত চলার (Dichotomous Variables) পরিমাপের ওপর নির্ভর করে চল দুটোর মধ্যে সম্পর্ক বা সহগটি নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় তখনই চল দুটোর মধ্যে ফাই-সহগ (ϕ coefficient) নির্ণয় করা হয়।

৭.৬.২. ফাই সহগের ব্যবহার (Uses of ϕ Coefficient)

1. কোনো অভীক্ষার দুটো পদ যদি এমন হয় যে তাদের উত্তর 'হ্যাঁ' অথবা 'না', 'সত্য' অথবা 'মিথ্যা' কেবলমাত্র দু-প্রকারের হয় তাহলে ওই রকম পদযুগলের মধ্যে সম্পর্ক ফাই সহগ দ্বারা নির্ণয় করা হয়।

2. এইভাবে পুরুষ এবং স্ত্রীলোকের সঙ্গে কোন বিষয়ে 'হ্যাঁ' বা 'না' উত্তরের কোন সম্পর্ক আছে কিনা তা ফাই-সহগের সাহায্যে করা যাবে। এখানে পুরুষ এবং স্ত্রীলোক হল লিঙ্গ (Gender) নামক চলার দুটো প্রকার এবং 'হ্যাঁ' বা 'না' উত্তর দুটো বিষয়টি সম্বন্ধে মনোভাব (Attitude) চলার দুটো প্রকার সেইজন্য এখানে ফাই-সহগ (ϕ Coefficient) নির্ণয় করতে হয়।

৭.৭ র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে সহগাঙ্ক নির্ণয় (Coefficient of Correlation by Rank-Difference Method)

যখন দুটি বিষয়ের বা চলার (variable) সম্বন্ধে সরাসরি কোনো পরিমাপ দেওয়া থাকে না বদলে ওই দুটি চলার পরিমাপের ওপর নির্ভর করে একদল ব্যক্তির দুটি বিষয়ের বা চলার সাপেক্ষে পারস্পরিক অবস্থান বা র‍্যাঙ্ক (Rank) দেওয়া থাকে তখন ওই দুটি চলার মধ্যে সম্পর্ক পিয়ারসন প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতির দ্বারা সহগতি নির্ণয় করা সম্ভব হয় না। এইক্ষেত্রে স্পিয়ারম্যানের (Spearman) র‍্যাঙ্ক পার্থক্যের পদ্ধতিতে (Rank Difference Method) সহগতির সহগাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

উদাহরণ : কোনো দুটি বিষয়ে একদল ছাত্রের (10 জনের) পৃথক পৃথকভাবে পারস্পরিক অবস্থান (Rank) দেওয়া আছে। এখন এই র‍্যাঙ্কের সাহায্যে ওই দুটি বিষয়ের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করতে হবে। এই সহগতি নির্ণয়ের জন্য আমরা স্পিয়ারম্যানের সূত্র ব্যবহার করতে পারি।

সূত্রটি হল—
$$r_{x,y} = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)} \dots (7.12)$$
 যেখানে $r_{x,y}$ = 'X' ও 'Y'-এর মধ্যে সহগতির

সহগাঙ্ক

D = প্রত্যেক ব্যক্তির দুটি বিষয়ে র‍্যাঙ্কের পার্থক্য

$\sum D^2$ = র‍্যাঙ্কের পার্থক্যগুলির বর্গের যোগফল

N = মোট ব্যক্তির সংখ্যা।

সারণি 7.7

র‍্যাঙ্ক-পার্থক্য পদ্ধতিতে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয়

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বরের র‍্যাঙ্ক R_1	দ্বিতীয় বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বরের র‍্যাঙ্ক R_2	$D = R_1 - R_2$	D^2
1	1	3	-2	4
2	4	5	-1	1
3	3	1	2	4
4	6.5	9	-2.5	6.25
5	10	7	3	9
6	8	10	-2	4
7	5	4	1	1
8	6.5	6	0.5	0.25
9	9	8	1	1
10	2	2	0	0
				30.5

সারণি 7.7 থেকে ΣD^2 ও N -এর মান সূত্রে বসিয়ে পাই—

$$P_{x,y} = 1 - \frac{6 \times 30.5}{10(10^2 - 1)} = 1 - \frac{183}{990} = 0.815$$

৭.৭.১ র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Rank-Difference Method)

1. এখানে একটা বিষয় মনে রাখা দরকার যে দুটি বিষয়ে স্কোর দেওয়া থাকলেও গণনার সুবিধার জন্য ওই স্কোরের ওপর ডিভি করে র‍্যাঙ্ক নির্ণয় করে আমরা স্পিয়ারম্যানের র‍্যাঙ্ক পার্থক্য সূত্রের সাহায্যেও সহগাঙ্ক নির্ণয় করতে পারি। তবে র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতির থেকেও সম্ভবপর ক্ষেত্রে প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতেও সহগাঙ্ক নির্ণয় করা উচিত। প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে নির্ণীত সহগাঙ্ক, র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে নির্ণীত সহগাঙ্ক অপেক্ষা অনেক নির্ভুল কারণ প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে যে কোনো স্কোরের অল্প পরিবর্তন হলেও সহগাঙ্কের মান পরিবর্তিত হয়ে যায় অথচ র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে র‍্যাঙ্ক অপরিবর্তিত রেখে স্কোরগুলির পরিবর্তন করলেও সহগাঙ্কের মান অপরিবর্তিত থাকে।

2. র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে নির্ণীত সহগাঙ্কের মান ± 1.00 মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

*3. র‍্যাঙ্ক নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যদি দেখা যায় দুই বা ততোধিক ব্যক্তি একই স্কোর করেছে তখন গড় র‍্যাঙ্ক দেওয়া হয়।

র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে নির্ণীত সহগাঙ্কের ব্যবহার (Uses of Rank Difference Correlation)

1. যেখানে সরাসরি স্কোর দেওয়া থাকে না পরিবর্তে র‍্যাঙ্ক দেওয়া থাকে সেখানে সহজেই র‍্যাঙ্ক-পার্থক্য পদ্ধতিতে সহগতি নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিতে সহগতি দ্রুত নির্ণয় করা যায়।

2. স্কোরের সংখ্যা কম থাকলে এবং একই স্কোর অনেকে না পায় তাহলে এই পদ্ধতিতে নির্ণীত সহগতির সহগাঙ্ক অনেকটাই নির্ভুল হয়। সেইজন্য এই পদ্ধতিতে অনেক জায়গায় বিশেষ করে ছাত্রছাত্রীদের দ্বারা প্রাপ্ত স্কোরের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিষয়ের মধ্যে সহগতি নির্ণয় করা হয়।

৭.৮ দ্বিচল বিশিষ্ট রিগ্রেশন সমীকরণ (Bi-Variate Regression Equation)

দুটি চলের (X, Y) মধ্যে যদি সম্পর্ক থাকে এবং পরিসংখ্যার সাহায্যে সেই সম্পর্ক (সহগতি) প্রমাণিত চল দুটির মধ্যে যদি সরলরেখিক সম্পর্ক থাকে তাহলে চল দুটির মধ্যে সম্পর্কের মান ও দিক (Magnitude and Direction) পিয়ারসনের প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতি সহগাঙ্ক ($r_{x,y}$) দ্বারা নির্ণয় করে নীচের সমীকরণে বসালে পরে কোনো ব্যক্তির একটি চলের (X অথবা Y) মান জানা থাকলে অন্য চলটির মানও নির্ণয় করা যাবে।

$$\text{সূত্র : } \hat{Y} = a_{yx} + b_{yx}X \dots\dots 7.13$$

এই সমীকরণটি একটি সরলরেখার সমীকরণ $Y = mX + C$ -এর সঙ্গে তুলনা করা চলে। এখানে b_{yx} -কে সরলরেখার নতি এবং 'C' হল সরলরেখা Y অক্ষকে যে বিন্দুতে ছেদ করে সেই বিন্দু থেকে মূল বিন্দু (origin) পর্যন্ত দূরত্বের পরিমাণ। এখানে উপরের সমীকরণটি সরলরেখার সমীকরণের সঙ্গে তুল্য যেখানে $a_{y,x}$ হল 'C' এবং b_{yx} হল 'm'।

উপরের সমীকরণটিকে 'X'-এর সাপেক্ষে 'Y'-এর রিগ্রেশন সমীকরণ (Regression equation of Y on X) বলে। এই প্রকার আরও একটা রিগ্রেশন সমীকরণ আছে তাকে 'Y'-এর

* ধরা যাক কোনো বিষয়ে কোনো পরীক্ষায় সর্বোচ্চ নম্বর হল 70, এরপর দুজন ছাত্র 65 পেল তারপর আর একজন ছাত্র 63 পেল তাহলে যে 70 পেয়েছে তার র‍্যাঙ্ক '1' হবে, পরে যে দুজন '65' পেয়েছে তাদের র‍্যাঙ্ক '2.5' করে হবে এবং যে 63 পেয়েছে তার র‍্যাঙ্ক '4' হবে।

সাপেক্ষে 'X'-এর রিগ্রেশন সমীকরণ (Regression equation of X on Y) বলে। সমীকরণটি नीচে দেওয়া হ'ল

$$\text{সূত্র : } \hat{X} = a_{XY} + b_{XY} X \quad \dots\dots (7.14)$$

সমীকরণে a_{yx} ও সমীকরণে a_{xy} -এর মান হ'ল যথাক্রমে : $a_{yx} = \bar{Y} - \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r \bar{X}$ এবং $a_{xy} = \bar{X} - \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r \bar{Y}$ । একই ভাবে সমীকরণে যথাক্রমে b_{yx} এবং b_{xy} -এর মান হল $b_{yx} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{yx}$ এবং $b_{xy} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r_{yx}$ ।

এমন কোনো একটি নির্দিষ্ট দলের প্রত্যেকের ক্ষেত্রে 'X' ও 'Y'-এর মান নির্ণয় করে তারপর ওই মানগুলোর সাহায্যে $\bar{X}, \bar{Y}, \sigma_x, \sigma_y, r_{xy}$ (বা r_{yx} , যদিও r_{yx} ও r_{xy} একই কথা) নির্ণয় করে 8.1 সমাধানে বসিয়ে সমীকরণটির সাহায্যে কারও 'X'-এর মান জানা থাকলে তার Y-এর মান সম্বন্ধে ধারণা করা যায়। অনুরূপভাবে 8.2 সমীকরণে ওই মানগুলো বসিয়ে সমীকরণটির সাহায্যে কারও 'Y'-এর মান জানা থাকলে তার X-এর মান সম্বন্ধে ধারণা করা যাবে। দুটো সমীকরণের প্রথমটায় Y-এর বদলে \hat{Y} এবং দ্বিতীয়টায় X-এর বদলে \hat{X} লেখার কারণ সমীকরণ দুটির মাধ্যমে আমরা যথাক্রমে Y-এর প্রকৃত মানের বদলে Y-এর সম্ভাব্য মান (\hat{Y}) এবং X-এর প্রকৃত মানের বদলে X-এর সম্ভাব্য মান (\hat{X}) পাব।

সারণি 7.3-এ প্রদত্ত 10 জন ছাত্রের দুটো বিষয়ের প্রাপ্ত নম্বর দেওয়া আছে এবং এই প্রদত্ত মানগুলোর সাহায্যে যে $\bar{X}, \bar{Y}, \hat{x}, \hat{y}, r_{xy}$ নির্ণয় করা আছে এই মানগুলো 8.1 সমীকরণে বসিয়ে আমরা X-এর সাপেক্ষে Y-এর রিগ্রেশন সমীকরণটি (Regression equation of Y on X) সম্পূর্ণ করতে পারি এবং ওই সমীকরণে ওই দশজন বাদে অন্য কোন ছাত্রের X-এর ওপর নম্বর জানা থাকলে তার Y-এর মান সম্বন্ধে একটা ধারণা পাওয়া যাবে।

$$a_{yx} = \bar{Y} - b\bar{X} ; b = r_{yx} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0.7 \frac{4.98}{5.37} = 0.65$$

$$a_{yx} = 34 - 0.65 \times 33 = 12.55$$

পূর্বে প্রদত্ত X-এর সাপেক্ষে Y-এর রিগ্রেশন সমীকরণটি হল (7.13)

$$\hat{Y} = a_{YX} + b_{YX} X$$

এই সমীকরণে a_{yx} এবং b_{yx} -এর মান বসাইয়া পাই

$$\hat{Y} = 12.55 + 0.65X$$

এখন যদি এই ছাত্রদলের কেউ প্রথম বিষয়ে (X) '35' পায় তবে তার সম্ভাব্য দ্বিতীয় বিষয়ে সম্ভাব্য মান (\hat{Y})-এর মান হবে

$$\hat{Y} = 12.55 + 0.65 \times 35 = 35.3$$

এই রিগ্রেশন সমীকরণ দ্বারা নির্ণীত Y-এর মান ও প্রকৃত Y মানের মধ্যে কত তফাৎ হচ্ছে জানার জন্য ওই সমীকরণে পঞ্চম ব্যক্তির X-এর মান 39 বসাইয়া Y-এর সম্ভাব্য মান পাই

$$\hat{Y} = 12.55 + 0.65 \times 39 = 37.9$$

Y-এর সম্ভাব্য মান 37.9 হলেও প্রকৃত মান 40। দুটো মানের এই তফাৎকে সম্ভাব্য মানের ত্রুটি (Error of Estimation) বলা হয়।

৭.৮.১. রিগ্রেশন সমীকরণের বৈশিষ্ট্য :

১। দুটো চলার মধ্যে রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে দুটি বিষয়ের মধ্যে Project সহগতি সহগাঙ্কের প্রয়োজন হয় এবং সেই কারণে চল দুটির মধ্যে সরলরৈখিক সম্পর্ক থাকা উচিত। যদি চল দুটির মধ্যে সরল রৈখিক সম্পর্ক না থাকা সত্ত্বেও প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করে সেই সহগাঙ্কের ভিত্তিতে রিগ্রেশন সমীকরণ গঠন করা হয় তাহলে সেই সমীকরণ দ্বারা যে চলের সম্ভাব্য মান নির্ণয় করা হবে তাতে যথেষ্ট ত্রুটি থাকা সম্ভব।

২। রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে নমুনা আকার মোটামুটি বড় হওয়া দরকার এবং চল দুটির মধ্যে সহগতি সহগাঙ্কটি সংশয়াতীতভাবে (Statistically significant) গ্রহণযোগ্য হওয়া দরকার।

৩। রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয়ের জন্য নমুনা দলটা (sample) যে জনসংখ্যা (population) থেকে সংগৃহীত হবে সেইজন্য সংখ্যার ক্ষেত্রেই এটি ব্যবহারযোগ্য। অন্য কোন জনসংখ্যার সত্ত্বেও এই রিগ্রেশন সমীকরণটির দ্বারা সম্পর্কযুক্ত দুটো চলার একটির প্রকৃত মানের যাহা অন্যটির সম্ভাব্য মান নির্ণয় করা হলে তাতে যথেষ্ট ত্রুটি থাকতে পারে।

৭.৮.২. রিগ্রেশন সমীকরণের (Regression equation) ব্যবহার :

রিগ্রেশনের সমীকরণের সাহায্যে আমরা বিদ্যালয়ের নির্বাচনী পরীক্ষায় সাফল্যের সঙ্গে বিদ্যালয়ের পরবর্তী বাৎসরিক পরীক্ষার ফলাফলের সম্পর্ক নির্ধারণের দ্বারা কোনো নির্বাচনী পরীক্ষায় কোনো ছাত্র কী ধরনের সাফল্য লাভ করল তার ওপর নির্ভর করে পরবর্তী বাৎসরিক

পরীক্ষায় কী ধরনের সাফল্য অর্জন করতে পারে সেটা সম্বন্ধে একটা পরিষ্কার ধারণা করতে পারি। এখানে এই রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয় করার জন্য আগের ছাত্রদের বছরে নির্বাচনী পরীক্ষায় ফলাফল ও পরের বাৎসরিক পরীক্ষায় ফলাফলের ভিত্তিতে সমীকরণটি নির্ণয় করতে হবে।

রিগ্রেশন সমীকরণের সাহায্যে যেকোন দুটি সম্পর্কযুক্ত চল্লের একটার মান কোনো ব্যক্তি সম্বন্ধে জানা থাকলে অপর চল্লের সম্ভাব্য মানটি সহজেই নির্ণয় করা যায়।

৭.৯ প্রভাবমুক্ত সহগতি সহগাঙ্ক (Partial Correlation Coefficient)

যখন দেখা যায় দুটি চল্লের (variable) বদলে তিন বা ততোধিক চল লইয়া একসঙ্গে আলোচনা করার প্রয়োজন তখন পরিসংখ্যার যে বিভাগটির প্রয়োজন হয় তাকে মাল্টিভেরিয়েট অ্যানালিসিস (Multivariate Analysis) বা তিন বা ততোধিক চল একসঙ্গে নিয়ে কোনো ঘটনার প্রকৃতি ও কারণ বিশ্লেষণ করা বলে।

ধরা যাক, ছাত্রদের কোনো একটা কোর্সে ভর্তির জন্য ঠিক হল তাদের একটা পরীক্ষা (Admission Test) দিতে হবে এবং ওই পরীক্ষার নম্বরের সঙ্গে সে গত বাৎসরিক পরীক্ষায় (Last Final Exam.) দুটো নির্দিষ্ট বিষয়ে যে নম্বর পেয়েছে তার ওপর নির্ভর করে তাদের ভর্তি করা হবে। মনে করা যাক ভর্তির পরীক্ষার নম্বরকে 'X', বার্ষিক পরীক্ষার একটা বিষয়ের নম্বরকে 'Y' এবং অপর বিষয়ের নম্বরকে 'Z' ধরা হল। এখন ভর্তির পরীক্ষার নম্বরের (X) সঙ্গে যৌথভাবে ওই নির্দিষ্ট বিষয় দুটোর নম্বরের (Y ও Z) মধ্যে কী সম্পর্ক আছে নির্ণয় করতে হলে 'X'-এর সঙ্গে 'Y' ও 'Z'-এর সমন্বয়ের সহগতি নির্ণয়ের প্রয়োজন হবে যাকে মাল্টিপল সহগতি সম্পর্ক (Multiple Correlation between X and a combination of Y and Z) $R_{X,YZ}$ বলা হয়। এই মাল্টিপল সহগতি নির্ণয়ের জন্য প্রথমে X এবং Y, X এবং Z, এবং Y ও Z-এর মধ্যে সহগতিগুলি ($r_{x,y}, r_{x,z}, r_{y,z}$) নির্ণয় করতে হবে। এগুলি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে প্রথমে ধরে নিতে হবে X, Y ও Z-এর মধ্যে একটা সরলরৈখিক সম্পর্ক বিদ্যমান। উক্ত সহগতিগুলো পিয়ারসন প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতিতে নির্ণয় করতে হবে।

এরপর 'X' ও 'Y'-এর মধ্যে Z-এর প্রভাবমুক্ত সহগতি নির্ণয় করা হয়। যাকে $r_{xy.z}$ চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং বলা হয় Z-এর প্রভাবমুক্ত X ও Y-এর মধ্যে সহগতি (Correlation between X and Y when the effect of Z is partial out)। এটাও পিয়ারসন প্রোডাক্ট মোমেন্ট সহগতির অন্তর্ভুক্ত। $r_{xy.z}$ নির্ণয় করার সূত্রটা নিম্নে দেওয়া হল :

$$\text{সূত্র : } r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{zy}}{\sqrt{1 - r_{xz}^2} \sqrt{1 - r_{zy}^2}} \quad \dots\dots (7.15)$$

এখানে r_{xy} , r_{xz} ও r_{yz} সম্বন্ধে আগেই বলা হয়েছে। এগুলিকে আবার 'zero order correlation coefficient'-ও বলে যেখানে $r_{xy.z}$ -কে 'first order partial correlation coefficient

বলে প্রয়োজনে অনুরূপভাবে $r_{xz.y}$ এবং $r_{yz.x}$ নির্ণয় করা যায় যেখানে $r_{xz.y} = \frac{r_{xz} - r_{xy} r_{yz}}{\sqrt{(1-r^2 \times y)(1-r_{yz}^2)}}$

... (7.16) Y-এর প্রভাবমুক্ত X ও Z-এর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক (Correlation between X and Z

when the impact of Y is partiated out). $r_{yz.x} = \frac{r_{yz} - r_{xy} r_{yz}}{\sqrt{(1-r^2 \times y)(1-r_{xz}^2)}}$ (7.17) X-এর

প্রভাবমুক্ত Y ও Z-এর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক (Correlation between Y and Z when the impact of X is partiated out)

এই প্রভাবমুক্ত সহগতি সহগাঙ্ককে সংশয়াতীতভাবে (Significantly) গ্রহণ করার জন্য 't' স্ট্যাটিসটিকের সাহায্য নেওয়া হয়। যেখানে $r_{xy.z}$ -এর ক্ষেত্রে, $t = \frac{r_{xy.z}}{\sqrt{(1-r_{xy.z}^2)/(N-3)}}$... (7.18)

এখানে 'N' নমুনা দলের আকারকে বোঝায়।

এই 't'-এর মান নির্ণয় করে 't' টেবিলের (N-3) ডিগ্রিজ ও ফ্রডিমের জন্য .05 বা .01 লেভেলে 't' এর মানের সঙ্গে তুলনা করে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় যে মূল জনসংখ্যার জন্য এই সহগতি সহগাঙ্ক গ্রহণযোগ্য কিনা।

উদাহরণ : ধরা যাক 50 জন ছাত্রের কোন বিষয়ে দক্ষতা (X) দুটি বিষয়ের (Y ও Z) উপর নির্ভরশীল। এখন $r_{XY} = 0.80$, $r_{XZ} = 0.75$ -এর $r_{YZ} = 0.50$ দেওয়া আছে। এখন $r_{xy.z}$ -এর মান নির্ণয় করতে হবে।

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2)(1-r_{yz}^2)}} = \frac{0.80 - 0.75 \times 0.50}{\sqrt{(1-0.75^2)(1-0.5^2)}} = 0.75$$

$$t = \frac{0.75}{\sqrt{(1-0.75^2)/(50-3)}} = 7.73$$

t-এর টেবিল থেকে t-এর সঙ্কট মান $t_{0.01, 47} = 2.68$ পাওয়া গেল এখন নির্ণীত $t = 7.73$ t-এর সঙ্কট মান অপেক্ষা বড়। অতএব উপরোক্ত z-এর প্রভাবমুক্ত X ও Y-এর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ককে সংশয়াতীতভাবে .01 স্তরে গ্রহণ করা যায়।

৭.১০ বহুমুখী সহগতি (Multiple Correlation)

যখন তিন বা ততোধিক চল একসঙ্গে নিয়ে সহগতি নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় তখন চলগুলির মধ্যে মালটিপল সহগতি নির্ণয় করা হয়। আগের প্রভাবমুক্ত সহগতির ক্ষেত্রে যে উদাহরণটি নেওয়া হয়েছিল এখন সেটির ক্ষেত্রে যদি 'X'-এর (কোর্সে ভর্তির পরীক্ষার নম্বরের) সঙ্গে 'Y' (বাৎসরিক পরীক্ষায় প্রথম বিষয়ের প্রাপ্ত নম্বর) এবং Z-এর (বাৎসরিক পরীক্ষায় দ্বিতীয় বিষয়ে নম্বরের) সমন্বয়ের সহগতি সহগাক ($R_{X,YZ}$) নির্ণয় করতে বলা হয় তাহলে নিম্নের সূত্রটি ব্যবহার করা হয় :

$$\text{সূত্র : } R_{X,YZ} = \sqrt{\beta_2 r_{XY} + \beta_3 r_{XZ}} \quad \dots (7.19)$$

$$\beta_2 = \frac{r_{XY} - r_{XZ}r_{YZ}}{1 - r_{YZ}^2} = \frac{0.80 - 0.75 \times 0.5}{1 - 0.5^2} = 0.57$$

$$\beta_3 = \frac{r_{XZ} - r_{XY}r_{YZ}}{1 - r_{YZ}^2} = \frac{0.75 - 0.80 \times 0.5}{1 - 0.5^2} = 0.47$$

$$R_{X,YZ} = \sqrt{0.57 \times 0.80 + 0.47 \times 0.75} = 0.90$$

উপরোক্ত সূত্র ও পদ্ধতি ছাড়াও নিম্নলিখিত সূত্রের সাহায্যে $R_{X,YZ}$ নির্ণয় করা যায়।

$$\text{সূত্র : } R_{X,YZ} = \sqrt{\frac{r_{XY}^2 \cdot r_{XZ}^2 - 2 \cdot r_{XY} \cdot r_{YZ} \cdot r_{XZ}}{1 - r_{YZ}^2}} \quad \dots (7.20)$$

এখানে, $r_{XY} = .80$ $r_{XZ} = .75$ এবং $r_{YZ} = .50$

$$\begin{aligned} \therefore R_{X,YZ} &= \sqrt{\frac{(.80)^2 + (.75)^2 - 2 \times .80 \times .75 \times .50}{1 - (.50)^2}} \\ &= \sqrt{\frac{.64 + .5625 - 2 \times .80 \times .75 \times .50}{1 - .25}} \\ &= \sqrt{\frac{1.2025 - 0.60}{0.75}} \\ &= 0.90 \end{aligned}$$

সংশয়াতীতভাবে এই মালটিপল সহগতি সহগাক গ্রহণ করার জন্য নিম্নলিখিত পরীক্ষাটি করতে হবে।

সূত্র : $E = \frac{R_{X,YZ}}{SE_{R_{X,YZ}}} \dots (7.20) SE_{R_{X,YZ}} \rightarrow$ মালটিপল সহগতি সহগাঙ্কে আদর্শ ক্রটি

$$SE_{R_{X,YZ}} = \frac{1 - R_{X,YZ}^2}{\sqrt{N - 3}} = 0.028$$

$$t = \frac{.90}{.028} = 32.14$$

এখানে t -এর মানটি (32.14), $t_{.01, 47}$ (2.69) চেয়ে বড়ো সেইজন্য উপরোক্ত মালটিপল সহগতি সহগাঙ্কটি সংশয়াতীতভাবে .01 স্তরে গ্রহণযোগ্য।

৭.১১ বহুচল বিশিষ্ট রিগ্রেশন সমীকরণ (Multiple Regression Equation)

তিন বা তিনের অধিক চল নিয়ে রিগ্রেশনকে বহুচল বিশিষ্ট রিগ্রেশন বলে।

এখানে তিনটি চল নিয়ে রিগ্রেশন সমীকরণ আলোচনা করা হল। যেখানে X_1 নির্ভরশীল চল এবং X_2 নির্ভরশীল চল এবং X_3 এর সম্ভাব্য মান X_2 ও X_3 স্বাধীন চল হতে রিগ্রেশন সমীকরণের সাহায্যে নির্ণয় করতে হবে। নীচে রিগ্রেশন সমীকরণটা দেওয়া হল :

$$\hat{X}_1 = a_{1.23} + b_{12.3} X_2 + b_{13.2} X_3 \dots (7.22)$$

এই সমীকরণটিকে X_1 -এর সাপেক্ষে X_2 এবং X_3 -এর রিগ্রেশন সমীকরণ বলে

\hat{X}_1 —রিগ্রেশন সমীকরণ থেকে X_2 ও X_3 মানের সাপেক্ষে X_1 এর সম্ভাব্য মান

$a_{1.23}$ —একটি ধ্রুবক বা রিগ্রেশন সমীকরণ দ্বারা চিহ্নিত সরলরেখা কর্তৃক Y অক্ষর হতে বিচ্ছিন্ন অংশ।

$b_{12.3}$ এবং $b_{13.2}$ হল পার্সিয়াল রিগ্রেশন কোয়েফিশেন্ট।

$b_{12.3}$ -এর অর্থ হল X_3 চলের প্রভাব মুক্ত অবস্থায় X_2 তে প্রতি ইউনিট পরিবর্তনের ফলে X_1 -এ গড়ে কী পরিবর্তন হবে। এবং সেইমতো $b_{13.2}$ হল X_2 -এর প্রভাব মুক্ত অবস্থায় X_3 -তে প্রতি ইউনিট পরিবর্তনের ফলে X_1 -এ গড়ে কি পরিবর্তন হবে।

সমীকরণ 7.21-এর $a_{1.23}$, $b_{12.3}$ এবং $b_{13.2}$ নির্ণয় করার জন্য প্রয়োজনীয় সমীকরণগুলি দেওয়া হল—

$$b_{12.3} = \beta_2 \frac{S_1}{S_2}; \beta_2 = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

$$b_{13.2} = \beta_3 \frac{S_1}{S_3}; \beta_3 = \frac{r_{13} - r_{12}r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

$$a_{1.23} = \bar{X}_1 - b_{12.3}\bar{X}_2 - b_{13.2}\bar{X}_3$$

এখানে, \bar{X}_1 ও S_1 হল যথাক্রমে X_1 স্কোরের গড় ও সম্যক বিচ্যুতি

\bar{X}_2 ও S_2 হল যথাক্রমে X_2 স্কোরের গড় ও সম্যক বিচ্যুতি

X_3 ও S_3 হল যথাক্রমে X_3 স্কোরের গড় ও সম্যক বিচ্যুতি

r_{12} , r_{13} ও r_{23} হল চলগুলি যথাক্রমে দুটি করিয়া লইয়া সহগতি সহগাঙ্ক

উদাহরণ :

একদল ছাত্রের কোনো বিষয়ে দক্ষতা অর্জনের অভীক্ষার স্কোর (X_1) সাধারণ মানসিক দক্ষতা অভীক্ষার স্কোর (X_2) এবং ওই বিষয়ে প্রবণতার স্কোর (X_3) গুলির গড়, সম্যক বিচ্যুতি এবং দুটি করিয়া বিষয়ের মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক নিচে দেওয়া হল। প্রদত্ত মানগুলি হইতে X_1 , X_2 ও X_3 লইয়া X_1 এবং X_3 হতে X_2 -এর মান ধারণা করবে রিগ্রেশন সমীকরণটি নির্ণয় করো।

$$\bar{X}_1 = 70 \quad S_1 = 10 \quad r_{12} = 0.85$$

$$\bar{X}_2 = 50 \quad S_2 = 8 \quad r_{13} = 0.70$$

$$\bar{X}_3 = 55 \quad S_3 = 7 \quad r_{23} = 0.65$$

$$b_{12.3} = \beta_2 \frac{S_1}{S_2}; \quad \beta_2 = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \frac{0.85 - 0.70 \times 0.65}{1 - 0.65^2} = 0.684$$

$$b_{12.3} = 0.684 \times \frac{10}{8} = 0.855$$

$$b_{13.2} = \beta_3 \frac{S_1}{S_3}; \quad \beta_3 = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \frac{0.70 - 0.85 \times 0.65}{1 - 0.65^2} = 0.325$$

$$b_{13.2} = 0.325 \times \frac{10}{7} = 0.464$$

$$a_{1.23} = \bar{X}_1 - b_{12.3} \bar{X}_2 - b_{13.2} \bar{X}_3 = 70$$

$$= 70 - 0.855 \times 50 - 0.464 \times 55 = 1.73$$

$$\hat{X}_1 = 1.73 + 0.855X_2 + 0.464X_3$$

৭.১১.১. রিগ্রেশন সমীকরণের ব্যবহার (Regression Equation) :

রিগ্রেশন সমীকরণের সাহায্যে আমরা বিদ্যালয়ের নির্বাচনী পরীক্ষায় সাফল্যের সঙ্গে বিদ্যালয়ের পরবর্তী বাৎসরিক পরীক্ষার ফলাফলের সম্পর্ক নির্ধারণের দ্বারা কোনো নির্বাচনী

পরীক্ষায় কোনো ছাত্র কী ধরনের সাফল্য লাভ করল তার ওপর নির্ভর করে পরবর্তী বাৎসরিক পরীক্ষায় কি ধরনের সাফল্য অর্জন করতে পারে সেটা সম্বন্ধে একটা পরিষ্কার ধারণা করতে পারি। এখানে এই রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয় করার জন্য আগের ছাত্রদের নির্বাচনী পরীক্ষায় ফলাফল ও পরের বাৎসরিক পরীক্ষায় ফলাফলের ভিত্তিতে সমীকরণটি নির্ণয় করতে হবে।

রিগ্রেশন সমীকরণের সাহায্যে কোন ব্যক্তির নির্ভরশীল চলার সম্ভাব্য মান বার করা যায় যদি নির্ভরশীল চলটি যে যে চলার ওপর নির্ভরশীল তাদের মান জানা থাকে।

৭.১২ প্রশ্নাবলী (Questions)

১। সহগতি বলিতে কী বোঝ? নিম্নে একদল ছাত্রের দুটি বিষয়ের প্রাপ্ত নম্বর দেওয়া আছে। দুটি বিষয়ের মধ্যে প্রোডাক্ট মোমেন্ট পদ্ধতির এ সহগতি নির্ণয় করো।

ছাত্র

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
প্রথম বিষয়	35	30	42	29	36	25	34	33	28	39
দ্বিতীয় বিষয়	38	28	39	31	32	29	36	38	33	42

২। দ্বিকোটিক ও বিশেষ দ্বিকোটিক সহগতি এবং কাই সহগ কখন নির্ণয় করা হয়।

৩। একদল ছাত্রের প্রবেশিকা পরীক্ষা ও বার্ষিক পরীক্ষার নম্বর নীচে দেওয়া হল। প্রবেশিকা পরীক্ষায় যারা 50 বা 50-এর কমা নম্বর পেয়েছিল তাদের নম্বর এবং প্রবেশিকা যারা 50 এর বেশি পেয়েছিল তাদের নম্বর আলাদা করে দেওয়া হল। প্রবেশিকা পরীক্ষার নম্বরের সঙ্গে বার্ষিক পরীক্ষার নম্বরের সহগতি নির্ণয় করো।

বার্ষিক পরীক্ষার নম্বর	প্রবেশিকা পরীক্ষায় 50 বা 50-এর কম নম্বর	প্রবেশিকা পরীক্ষায় 50-এর বেশী নম্বর
19.5—24.5	3	0
24.5—29.5	7	2
29.5—34.5	11	8
34.5—39.5	5	12
39.5—44.5	3	5
44.5—49.5	1	3
	30	30

৪। একটি 50 পদ বিশিষ্ট অভীক্ষায় প্রতিটি পদের উত্তর 'হ্যাঁ' বা 'না' রাখা হয়েছে। উত্তর হ্যাঁ হলে স্কোর '1' এবং 'না' হলে স্কোর '0' কোন একটা বিশেষ পদে যারা 'হ্যাঁ' উত্তর দিয়েছে এবং যারা 'না' উত্তর দিয়েছে তাদের অভীক্ষায় প্রাপ্ত মোট স্কোরের বন্টনটি নীচে দেওয়া হল। পদে উত্তর দেওয়ার সঙ্গে অভীক্ষায় প্রাপ্ত মোট স্কোরের সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করুন।

অভীক্ষায় প্রাপ্ত মোট স্কোরের শ্রেণিবিভাগ	'হ্যাঁ' উত্তর দাতাগণ	'না' উত্তর দাতাগণ
14.5—19.5	0	9
19.5—24.5	0	13
24.5—29.5	7	18
29.5—34.5	11	7
34.5—39.5	19	3
39.5—44.5	8	0
44.5—49.5	5	0
	50	50

৫। উপরোক্ত অভীক্ষায় দুটি পদে যারা যারা 'হ্যাঁ' ও 'না' উত্তর দিয়েছে নীচে দেওয়া হল। পদ দুটির মধ্যে সহগতি নির্ণয় করুন।

	প্রথম পদ	
	না	হ্যাঁ
হ্যাঁ	15	35
দ্বিতীয় পদ		
না	32	18

৬। ১নং প্রশ্নের দেওয়া দুটি বিষয়ের স্কোরের মধ্যে র‍্যাঙ্ক পার্থক্য পদ্ধতিতে বিষয় দুটোর মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক নির্ণয় করুন।

৭। ১নং প্রশ্নটিতে প্রথম বিষয়ের সাপেক্ষে দ্বিতীয় বিষয়ের রিগ্রেশন সমীকরণ নির্ণয় করুন।

৮। নিম্নে একদল ছাত্রের তিনটি বিষয়ের (X, Y, Z) গড়, সম্যক বিচ্যুতি ও দুটি করে বিষয় লইয়া সহগতির মান দেওয়া হল। এই মানগুলি হইতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি নির্ণয় করুন।

(i) $r_{xy.z}$ ও $r_{xz.y}$

(ii) $R_{x.yz}$

(iii) Y ও Z-এর মান থেকে X নির্ণয় করার রিগ্রেশন সমীকরণ।

$\bar{X} = 65$ $X_X = 8$ $r_{xy} = .75$

$\bar{Y} = 75$ $S_Y = 6$ $r_{xz} = .65$

$\bar{Z} = 55$ $S_Z = 7$ $r_{yz} = .55$

একক ৮ □ প্রকল্প পরীক্ষা (Testing Hypothesis)

গঠন (Structure)

- ৮.১ সূচনা
- ৮.২ উদ্দেশ্য
- ৮.৩ সম্পর্ক নিরপেক্ষ জনসমষ্টির ক্ষেত্রে প্রকল্প পরীক্ষা
 - ৮.৩.১ স্বাধীন চলার সংখ্যা
 - ৮.৩.২ একমুখী পরীক্ষা ও দ্বিমুখী পরীক্ষা
 - ৮.৩.৩ টাইপ ওয়ান ও টাইপ টু ক্রটি
- ৮.৪ সম্পর্কযুক্ত জনসমষ্টির ক্ষেত্রে প্রকল্প পরীক্ষা
- ৮.৫ F-অনুপাত বা বিষমতার বিশ্লেষণ
 - ৮.৫.১ F-অনুপাত নির্ণয়
- ৮.৬ প্রণাবলী

৮.১ সূচনা (Introduction)

পরীক্ষণমূলক গবেষণার ছক বা উৎপাদকীয় গবেষণার ছকের প্রধান বেশিষ্টাই হল, উপযুক্ত নেতি প্রকল্প গঠন এবং প্রকল্প পরীক্ষার মাধ্যমে তার সত্যতা যাচাই করে নির্ভরযোগ্য সিদ্ধান্ত গ্রহণ। এই এককটিতে প্রকল্প পরীক্ষার জন্য রাশিবিজ্ঞানে যে সব পদ্ধতির কথা বলা হয়েছে, সেগুলি সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত পরিচয় দেওয়া হল। পরিমাণগত উপাত্ত বা তথ্য সংগ্রহ করার পর তা বিন্যস্ত করা হলে গবেষণার ছক অনুযায়ী চলার সংখ্যা এবং নমুনা দলের প্রকৃতি অনুযায়ী সঠিক পদ্ধতিতে প্রকল্প পরীক্ষা করার বিষয়টি এই একক থেকে শিক্ষালাভ করা যাবে।

৮.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ সম্পর্কহিতর দুই নমুনাদলের ক্ষেত্রে প্রকল্প পরীক্ষা করতে পারবেন।
- ★ সম্পর্কযুক্ত দুই নমুনাদলের প্রকল্প পরীক্ষা করতে পারবেন।
- ★ অনেক দলের তুলনামূলক প্রকল্প পরীক্ষায় F-অনুপাতে প্রয়োগ করতে পারবেন।

৮.৩ সম্পর্ক নিরপেক্ষ জনসমষ্টির (Uncorrelated Population) ক্ষেত্রে প্রকল্প পরীক্ষা

শিক্ষা বিজ্ঞানে বিভিন্ন গবেষণায় বা কোনো সমস্যা সমাধানের জন্য প্রথমে বিভিন্ন গবেষণালব্ধ তথ্য ও তত্ত্বের ভিত্তিতে সমস্যার সমাধান বা কোনো ঘটনার কারণ হিসেবে এক বা একাধিক সম্ভাব্য উত্তরের কথা চিন্তা করা হয়। এই উত্তর বা উত্তরগুলিকে প্রকল্প (Hypothesis) বলা হয়। এমন এই প্রকল্পগুলি সঠিক কিনা জানার জন্য সমগ্র জনসমষ্টি থেকে নমুনা দল গঠন করে তাদের কাছ থেকে ওই প্রকল্প অনুযায়ী বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করা হয় এবং এই তথ্যের ভিত্তিতে রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য কিনা পরীক্ষা করা হয়। প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য হওয়ার অর্থ হল, নমুনা দলের কাছ থেকে সমস্যার সমাধান সম্বন্ধে যে ধারণা পাওয়া যাচ্ছে তাকে জনসমষ্টির ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা যাবে কিনা সে সম্বন্ধে নিশ্চিত হওয়া।

উদাহরণ হিসাবে ধরা যাক কোনো নির্দিষ্ট বয়সের ছাত্র ও ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের (Knowledge in science) মাত্রা একই কিনা সেটা জানার দরকার হল। এখন ছাত্র ও ছাত্রীদের নিয়ে তুলনামূলক বিভিন্ন গবেষণার ফল থেকে মনে করা হল যে ছাত্র ও ছাত্রীরা যদি একই বয়সের এবং একই শ্রেণিতে পড়ে এবং তাদের বাসস্থানের জায়গা একই রকম হয় (হয় শহর, অথবা গ্রাম অথবা শহর ও গ্রামের মাঝামাঝি) তাদের পিতামাতার শিক্ষাগত যোগ্যতা একই থাকে এবং পরিবারের অর্থনৈতিক অবস্থা একই হয় তাহলে ছাত্র ও ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মাত্রা একই রকম হবে। এবার একদল ছাত্র ও একদল ছাত্রী ওই শর্তানুসারে ওই স্থানের বিভিন্ন একই প্রকার বিদ্যালয়ের মোট ছাত্র ও ছাত্রী থেকে নির্বাচিত করা হল। এবং তাদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মাত্রা কোন আদর্শ অভীক্ষার সাহায্যে নির্ণয় করা হল। ছাত্র ও ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মাত্রার গড় এর মধ্যে কিছু পার্থক্য দেখা গেল। এইবার এই ফলাফলের ওপর ভিত্তি করে প্রকল্পটি বাতিল করা হবে না এই পার্থক্য যেহেতু আমরা নমুনা দলের ওপর নির্ভর করে ওই ফলাফল পাওয়া গেছে বলে ওই পার্থক্য অগ্রাহ্য করে প্রকল্পটি গ্রহণ করব। এই প্রশ্নের উত্তরের জন্য নমুনা দলের পার্থক্যটি রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হয় এবং বিশ্লেষণের ফলের উপর নির্ভর করে হয় প্রকল্পটি গ্রহণ (Accept) করা হয় অথবা বর্জন (Reject) করা হয়।

রাশিবিজ্ঞানের যে অধ্যায়ে এই বিষয়ে আলোচনা করা হয় সেই অধ্যায়ের নাম যৌক্তিক সিদ্ধান্তমূলক পরিসংখ্যান (Inferential Statistics) এই সিদ্ধান্ত নেওয়ার জন্য দুপ্রকারের পরিসংখ্যান ব্যবহার করা হয়। যথা—(১) পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যান (Parametric Statistics) এবং (২) পূর্ণক

নিরপেক্ষ পরিসংখ্যান (Non-Parametric Statistics) এই অধ্যায়ে পূর্ণক-সাপেক্ষ পরিসংখ্যানের ব্যবহার আলোচনা করা হল। পরে পূর্ণক-নিরপেক্ষ পরিসংখ্যানের ব্যবহার আলোচনা করা হবে।

নীচে একটি উদাহরণের সাহায্যে প্রকল্প পরীক্ষার জন্য পূর্ণক-সাপেক্ষ পরিসংখ্যান (Parametric statistics)-এর ব্যবহার আলোচনা করা হল :

দশজন ছাত্র ও দশজন ছাত্রীর বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের ওপর পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরগুলি দেওয়া হল। ওই নম্বরগুলির উপর ভিত্তি করে প্রমাণ করতে হবে যে সাধারণভাবে ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সংশ্লিষ্টভাবে এই সিদ্ধান্ত করা যায় কিনা যে “ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সার্বিকভাবে বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মাত্রার কোনো পার্থক্য নেই” [পরীক্ষাটা 50 নম্বরের ছিল]

ছাত্র— 40, 34, 36, 29, 38, 42, 44, 32, 30, 35

ছাত্রী— 36, 41, 40, 39, 42, 43, 37, 31, 38, 33

প্রশ্নে যে সিদ্ধান্তের কথা বলা হয়েছে সেটা একটা নেতি প্রকল্প (Null hypothesis) অনুযায়ী সিদ্ধান্ত। এই সিদ্ধান্তটি ঠিক কিনা তা নির্ধারণ করার জন্যে ছাত্র ও ছাত্রীদের যে নম্বরগুলি দেওয়া আছে সেই অনুযায়ী কোনো পার্থক্য আছে কিনা দেখতে হবে। এইজন্য প্রথমে ছাত্র ও ছাত্রীদের গড় নির্ণয় করতে হবে। পরে গড় দুটির পার্থক্যকে t অনুপাতে পরিণত করতে হবে। t অনুপাতের সূত্রটি হল—

$$\text{সূত্র : } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \quad \dots (8.1)$$

এখানে \bar{X}_1 ছাত্রদের গড় ; \bar{X}_2 ছাত্রীদের গড় ; $\sum x_1^2$ ছাত্রদের গড় থেকে ছাত্রদের স্কোর সমূহের বিচ্যুতির বর্গের সমষ্টি ; $\sum x_2^2$ ছাত্রীদের গড় থেকে ছাত্রীদের স্কোরসমূহের বিচ্যুতির বর্গের সমষ্টি। N_1 ছাত্রদের সংখ্যা N_2 ছাত্রীদের সংখ্যা। যেখানে দুটো দলের সংখ্যা এক সেখানে

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N(N-1)}}} \quad \dots (8.2)$$

‘ t ’ একটি পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যান। সেই কারণে ‘ t ’-এর প্রয়োগের সময় নিম্নলিখিত শর্তগুলি পালিত হলে তবেই ‘ t ’ প্রয়োগ করা যাবে।

শর্তগুলি হল :

(১) যে চলটির (X) সাপেক্ষে দুটি জন সমষ্টির (population) গড়ের মধ্যে পার্থক্য ($Mx_1 - Mx_2$) আছে কিনা দেখা হয় সেই দুটি জনসমষ্টিতেই চলটির বণ্টন স্বাভাবিক বণ্টন (Normal Distribution) হওয়া দরকার। এখানে Mx_1 ও Mx_2 হল যথাক্রমে প্রথম ও দ্বিতীয় জনসমষ্টিতে চলটির গড়।

(২) দুটি জনসমষ্টি থেকে নমুনা দল কোন ব্যাভাগ (Random) পদ্ধতি (Method) অবলম্বন করে নির্বাচন করতে হবে। নমুনা দল নির্বাচনের ক্ষেত্রে নির্বাচকের ব্যক্তিগত কোনো প্রভাব থাকবে না।

(৩) জনসমষ্টি থেকে নতুন দল নির্বাচনের সময় নমুনা দলে অন্তর্ভুক্তির ক্ষেত্রে কোনো ব্যক্তির নির্বাচন অন্য কোনো ব্যক্তির ওপর নির্ভরশীল হবে না।

(৪) জনসমষ্টিতে চলের সমক পার্থক্য খুব বেশি যেন না হয় অর্থাৎ চলটির ভিত্তিতে প্রত্যেকটি জনসমষ্টি মোটামুটি সমসত্ত্ব (Homogeneous) হতে হবে।

সারণি 8.1

t-পরীক্ষা

ছাত্র X_1	ছাত্রী X_2	$X_1 - \bar{X}_1$ $= x_1$	x_1^2	$X_2 - \bar{X}_2$ $= x_2$	x_2^2
40	36	4	16	-2	4
34	41	-2	4	3	9
36	40	0	0	2	4
29	39	-7	49	1	1
38	42	2	4	4	16
42	43	6	36	5	25
44	37	8	64	-1	1
32	31	-4	16	-7	49
30	38	-6	36	0	0
35	33	-1	1	-5	—
360	380		226		109

$$\bar{X}_1 = 36$$

$$\bar{X}_2 = 38$$

$$t = \frac{38 - 36}{\sqrt{\frac{226 + 109}{10 \times 9}}} = 1.40$$

এখানে 't'-এর ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম হল $(N_1 - 1) + (N_2 - 1) = 18$ । 18 ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডমের জন্য .05 স্তরে t-এর (Table-B) মান হল 2.10। গণনালব্ধ মানটি (1.04) ইহা অপেক্ষা ছোট হওয়ায় নঞার্থক প্রকল্পটি অর্থাৎ জনসমষ্টিতে ছাত্রদের সঙ্গে ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের পার্থক্য নেই। এই সিদ্ধান্তটি সংশয়াতীতভাবে বর্তমান ফলাফলের ভিত্তিতে গ্রহণ করা যায়।

t পরীক্ষায় সাধারণত দুটি স্তরের বা দুটি নির্ভরযোগ্যতা স্তরে ভিত্তিতে নঞার্থক প্রকল্পটি গ্রহণ বা বর্জন করা হয়। স্তর দুটি হল .05 স্তর ও .01 স্তর। যদি দেখা যায় নির্দিষ্ট ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম অনুযায়ী t-এর মান :

(i) 0.05 স্তরের মান অপেক্ষা ছোট তাহলে নঞার্থক প্রকল্পটি 0.05 স্তরে গৃহীত হবে।

(ii) .05 স্তরের মান অপেক্ষা বড় কিন্তু .01 স্তরের মান অপেক্ষা ছোট তাহলে নঞার্থক প্রকল্পটি .05 স্তরে বর্জিত হবে কিন্তু .01 স্তরে গৃহীত হবে।

(iii) .01 স্তরের মান অপেক্ষা বড় তাহলে .01 স্তরের নঞার্থক প্রকল্পটি বর্জিত হবে।

এ পর্যন্ত প্রকল্পের নির্ভরযোগ্যতা পরিমাপের ক্ষেত্রে যে 't' পরিসংখ্যানের ব্যবহারের কথা আলোচনা করা হল তার সঙ্গে আরও কয়েকটি বিষয়ে আলোচনা করা দরকার আছে।

৮.৩.১. স্বাধীন চলের সংখ্যা (Degrees of freedom, df)

স্বাধীন চলের অর্থ হল নমুনা দলে সর্বাপেক্ষা কয়টি স্কোরের মান পরিবর্তন করলেও ওই স্কোরের ওপর নির্ভর করে পরবর্তী পরিসংখ্যান (Statistics) গুলির মান অপরিবর্ত থাকবে। এখানে যে উদাহরণটি আলোচনা করা হল তাতে দুটি নমুনা দলের ক্ষেত্রেই একটি করে স্কোর বাদে বাকি সবগুলোই পরিবর্তন করা যেতে পারে। অতএব উদাহরণে প্রথম দলে সর্বাপেক্ষা 9টি এবং দ্বিতীয় দলেরও সর্বাপেক্ষা 9টি স্কোর পরিবর্তন করা যেতে পারে তাহলে দুটো নমুনা দল মিলিয়ে 18টা স্কোর পরিবর্তন করা যেতে পারে। সেইজন্য 't' টেবিলে 18 df-এর জন্য 0.05 স্তরের মান দেখা হল।

৮.৩.২. একমুখী পরীক্ষা ও দ্বিমুখী পরীক্ষা (One tailed test and two tailed test)

যখন নেতি প্রকল্পটি বাতিল হবে তখন সদর্থক প্রকল্পটি বা বিকল্প প্রকল্পটি (Positive hypothesis or Alternative hypothesis) গৃহীত হবে। এখানে উদাহরণটিতে সদর্থক বা বিকল্প

প্রকল্পটি হবে—ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সাধারণ জ্ঞানের মাত্রার পার্থক্য আছে এখানে শুধু 'পার্থক্য আছে' বলা হয়েছে কিন্তু এই পার্থক্য কি 'ছাত্রদের চেয়েও ছাত্রীদের' সাধারণ জ্ঞানের মাত্রা বেশি বা কম চলে এই পার্থক্য হচ্ছে তার কোনো উল্লেখ নেই। অতএব এখানে যদি ছাত্রদের ও ছাত্রীদের সাধারণ জ্ঞানের গড়ের পার্থক্যের মান এমন হত যার জন্য 't'-এর মান 2.1-এর সমান বা বেশি হয় তাহলে সদর্শক বা বিকল্প প্রকল্পটা গ্রহণ করতে হত। কিন্তু সে ক্ষেত্রে ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে কে বেশি কে কম তার উল্লেখ থাকত না। যখন সদর্শক বা বিকল্প প্রকল্পটা এই ধরনের হয় তখন প্রকল্পের পরীক্ষাটিকে 'ওয়ান টেলড' পরীক্ষা বলে।

পরীক্ষাস্তরে সদর্শক বা বিকল্প প্রকল্পটিতে যদি ছাত্ররা ছাত্রীদের চেয়ে বেশি বা কম, নির্দিষ্ট করে বলা থাকে তখন পরীক্ষাটিকে 'টু টেলড' পরীক্ষা (Two tailed Test) বলা হত তবে ওয়ান টেলড পরীক্ষা বা টু টেলড পরীক্ষা সদর্শক বা বিকল্প প্রকল্পের ওপর নির্ভর করে। নেতি প্রকল্পটি উভয়ক্ষেত্রে একই হয়।

't' টেবিল দেখার সময় খেয়াল করে দেখতে হবে পরীক্ষাটা 'ওয়ান টেলড' পরীক্ষা না 'টু টেলড' পরীক্ষা' অর্থাৎ সদর্শক বা বিকল্প প্রকল্পটার গঠনে শুধুমাত্র পার্থক্যের কথা বলা হয়েছে (Non-Directional) না কম বা বেশি (Directional) বলা হয়েছে। যদি পরীক্ষাটা ওয়ান টেলড হয় তাহলে 't' টেবিলে টু টেলড-এর জন্য যে মান দেওয়া আছে সেটাকে গণ্য করতে হবে। তবে বেশির ভাগ বইতে টু টেলড-এর জন্য মান দেওয়া থাকে। ওয়ান টেলড-এর জন্য আলাদা করে দেওয়া থাকে না। এক্ষেত্রে 0.1 লেভেলে বা স্তরে যে মান দেওয়া আছে সেই মানগুলোকে ওয়ান টেলড-এর জন্যে $0.1/2 = .05$ লেভেলের বা স্তরের মান হিসাবে গণ্য করতে হবে। সেইভাবে .02 লেভেলে বাস্তবে টু টেলডের জন্য যে মানগুলো আছে সেগুলোকে ওয়ান টেলডের জন্যে $.02/2 = .01$ -এর লেভেলের বা স্তরের হিসাবে গণ্য করতে হবে।

আর একটা বিষয়ে জানতে হবে সেটা হ'ল যদি নেতি প্রকল্পটি .05 স্তরে গৃহীত হয় তাহলে আর .01 স্তরে দেখার কোন অর্থ নেই। তবে নেতি প্রকল্পটি .05 স্তরে বাতিল হলে প্রয়োজনে .01 স্তরে গ্রহণযোগ্য কিনা সেটা দেখা যেতে পারে।

৮.৩.৩. টাইপ ওয়ান ত্রুটি ও টাইপ-টু ত্রুটি (Type-I and Type-II Error)

যদি নেতি প্রকল্পটি সত্য হওয়া সত্ত্বেও ফলাফলের ভিত্তিতে প্রকল্পটি বাতিল করা হয় তখন Type-I ত্রুটি হয়। আর যদি নেতি প্রকল্পটি সত্য না হওয়া সত্ত্বেও ফলাফলের ভিত্তিতে গ্রহণ করা হয় তখন টাইপ টু ত্রুটি হয়।

b.8 সম্পর্কযুক্ত জনসমষ্টির ক্ষেত্রে প্রকল্প পরীক্ষা (Test of Hypothesis on case of correlated Population)

আগের প্রকল্প পরীক্ষাটি দুটি ভিন্ন সম্পর্ক হয় (ছাত্র ও ছাত্রী) জনসমষ্টির ক্ষেত্রে করা হয়েছে। এমন এই ধরনের প্রকল্প দুটি সম্পর্কযুক্ত জনসমষ্টির (বা দলের) ক্ষেত্রে করা হবে।

ধরা যাক একটি ক্লাসে ছাত্রদের উপর একটি বিষয় পরীক্ষা নেওয়া হল এবং ছাত্রদের মধ্যে 30 জোড়া ছাত্র নির্বাচন করা হল যাতে প্রতি জোড়ার ছাত্রদের নম্বর এক। প্রতি জোড়া থেকে একজন করে নিয়ে দুটো দল গঠন করা হল। একটি দলকে বিষয়টি পুরানো পদ্ধতিতে এবং আরেকটি দলকে নতুন পদ্ধতিতে পড়ানো হল। তারপর দুটো দলের বিষয়টির ওপর আবার পরীক্ষা নেওয়া হল। প্রমাণ করতে দুটো দলের পরবর্তী পরীক্ষার গড়ের মধ্যে কোনো সংশয়াতীত পার্থক্য আছে কিনা।

এখানে নেতি প্রকল্পটি হল দুটি দলের মধ্যে পরবর্তী পরীক্ষার গড়ের সাপেক্ষে কোনো পার্থক্য নেই।

পরীক্ষালব্ধ ফলাফলগুলি নিম্নে দেওয়া হল :

ফলাফলগুলি দ্বিতীয় দফার পরীক্ষাভিত্তিক

প্রথম দলের গড় $31(\bar{X}_1)$ প্রথম দলের সম্যক বিচ্যুতি $5.4(\sigma_1)$

দ্বিতীয় দলের গড় $37(\bar{X}_2)$ দ্বিতীয় দলের সম্যক বিচ্যুতি $5.8(\sigma_2)$

দুদল ছাত্রের দ্বিতীয় দফায় প্রাপ্ত স্কোরের মধ্যে সহগতি সহগাঙ্ক $0.6(r_{12})$

এখানে t নির্ণয়ের সূত্রটি হল

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} - 2r_{12} \frac{\sigma_1}{\sqrt{n_1}} \cdot \frac{\sigma_2}{\sqrt{n_2}}}} \quad \dots (8.3)$$

এখানে $n_1 = n_2 = 30$

$$= \frac{37 - 31}{\sqrt{\frac{5.4^2}{30} + \frac{5.8^2}{30} - 2 \times 0.6 \frac{5.4}{\sqrt{30}} \times \frac{5.8}{\sqrt{30}}}} = 6.59$$

এই $t = 6.59$ মানটি $30 - 1 = 29$ ডিগ্রি অফ ফ্রিডম এর জন্য .01 স্তরে মান (2.76) অপেক্ষা বড়। এইজন্য এখানে নঞর্থক প্রকল্পটি .01 স্তরে বাতিল করা হল।

কখনও কখনও একই দলের উপর দুইবার পরীক্ষা করিয়া প্রকল্প পরীক্ষা করা হয়। একটি উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা হল :

দশজন ছাত্র কোনো একটি বিষয় প্রচলিত পদ্ধতিতে শেখার পরে সেই বিষয়ে পরীক্ষা নেওয়া হল। পরে ওই একই ধরনের বিষয়ে নতুন পদ্ধতিতে শিখিবার পরে পরীক্ষা নেওয়া হল। এখন পরীক্ষা করে দেখা দরকার নতুন বিষয়ে শেখার ফলে কোন উন্নতি হল কিনা।

ছাত্রের ক্রমিক সংখ্যা	আগের পরীক্ষার নম্বর X_1	পরের পরীক্ষার নম্বর X_2	$X_2 - X_1$ $-D$	$D - \bar{D}$ $= d$	d^2
1	20	24	4	1	1
2	25	27	2	-1	1
3	30	33	3	0	0
4	37	42	5	2	4
5	38	43	5	2	4
6	40	44	4	1	1
7	26	26	0	-3	9
8	35	32	-3	-6	36
9	32	36	4	1	1
10	31	37	6	3	9
			30		66

$$\bar{D} = \frac{30}{10} = 3$$

$$\text{এখানে } t = \frac{\bar{D}}{S_D}; S_D = \frac{S_D}{\sqrt{N}}; S_D = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N-1}}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{66}{9}} = 2.71; S_D = \frac{2.71}{\sqrt{10}} = 0.86; t = \frac{3}{0.86} = 3.49$$

এখানে $t = 3.49$ মানটির t -Table (Table-3)-এর $9(N - 1)$ ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডমের জন্য ওয়ান-টেইলড-এর মানের সঙ্গে তুলনা করতে হবে। এখানে প্রক্ষেপে যেহেতু পার্থক্য বদলে উন্নতি

দেওয়া আছে তাই টু-টেস্ট-এর বদলে ওয়ান টেস্ট এর মানের সঙ্গে তুলনা করা হচ্ছে। $t=3.49$ মানটি Table-এর 0.01 স্তরের মান 2.82 অপেক্ষা বড়। অতএব .01 স্তরে সংশয়াতীতভাবে বলা যায় নতুন পদ্ধতিতে লেখবার ফলে উন্নতি হয়েছে।

৮.৫ F অনুপাত (F ratio) বা বিষমতার বিশ্লেষণ (Analysis of Variance)

এ পর্যন্ত প্রকল্প পরীক্ষার (Hypothesis Testing) ক্ষেত্রে 't-অনুপাত' (t-ratio) ব্যবহার সম্বন্ধে আলোচনা করা হল এবং যখন প্রকল্পটি দুটি নমুনা দল (Two sample group) নিয়ে গঠিত তখন 't' ব্যবহার করা হয়। কিন্তু যদি প্রকল্পটি দুই-এর অধিক নমুনা দল নিয়ে গঠিত হলে তখন একটি 't'-এর নমুনা দলগুলি থেকে দুটি দুটি করে নিয়ে প্রত্যেক ক্ষেত্রে 't'-অনুপাত গণনা করে প্রতিক্ষেত্রে প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য কিনা সেটা পরীক্ষা করতে হবে। ফলে একটা 't'-এর বদলে একাধিক 't'-এর গণনা করতে হবে। এইসব ক্ষেত্রে 't'-এর বদলে F-নুপাত দ্বারা একসঙ্গে দু-এর অধিক নমুনা দলের ক্ষেত্রে প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য কিনা তা পরীক্ষা করা যাবে। 'F-অনুপাত' দ্বারা প্রকল্পের পরীক্ষাকে 'বিষমতার বিশ্লেষণ' (Analysis of Variance) বলে।

নীচে একটি উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি আলোচনা করা হল।

শিক্ষা বিজ্ঞানের কোন গবেষণায় তিনটি শিক্ষণ পদ্ধতির মধ্যে তুলনা করে দেখতে হবে পদ্ধতিগুলির মধ্যে সংশয়াতীতভাবে (Significantly) কোনো প্রভেদ আছে কিনা।

এই পরীক্ষার জন্য ছাত্র সমষ্টি (Student population) থেকে তিনদল ছাত্র র্যান্ডাম s(Random) পদ্ধতিতে নির্বাচন করা হল। এখন কোনো একটা বিষয়ে একটি দলকে প্রচলিত নিয়মে (প্রথম পদ্ধতি) এবং অন্য দুটি থেকে নতুন দুটো পদ্ধতি (দ্বিতীয় ও তৃতীয় পদ্ধতি) দেখানো হল। শেখানো শেষ হলে তিনটে দলেরই একই প্রশ্নপত্র দ্বারা পরীক্ষা করে তারা যতটা শিখেছে তা নির্ণয় করা হল। পরীক্ষাটি মোট 25 নম্বরের মধ্যে নেওয়া হয়। নীচে পরীক্ষায় প্রাপ্ত ছাত্রদের নম্বরগুলি (Scores) দেওয়া হল।

এখন পরীক্ষার নম্বরগুলির সাহায্যে উপরের গবেষণার বিষয়টির একটা উত্তর বার করতে হবে। পরীক্ষার ফলাফল সারণি 8.2-তে লিপিবদ্ধ করা হল।

সারণি 8.2

বিষমতার বিশ্লেষণ পরীক্ষা

ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম পদ্ধতিতে শিক্ষিত X_1	X_1^2	দ্বিতীয় পদ্ধতিতে শিক্ষিত X_2	X_2^2	তৃতীয় পদ্ধতিতে শিক্ষিত X_3	X_3^2
1	9	81	12	144	10	100
2	8	64	14	196	9	81
3	10	100	17	289	11	121
4	13	169	15	285	13	169
5	11	121	12	144	12	144
6	12	144	17	289	9	81
7	10	100	18	324	14	196
8	9	81	11	121	12	144
9	14	196	14	196	10	100
10	11	121	16	265	8	64
	107	1177	146	2184	108	1200

তালিকা 8.2-এ মোট ছাত্রের সংখ্যা 30। এই 30টা স্কোরের গড়ের থেকে স্কোরগুলির বিচ্যুতির, পরিমাপ সম্যক বিচ্যুতি (Standard deviation) বা সম্যক বিচ্যুতির বর্গ বা ভ্যারিয়্যান্স (Variance) পরিমাপ করা হবে মোট (Total) বা সব স্কোর নিয়ে যে ভেরিয়্যান্সকে সমগ্র বিষমতা (Total Variance) বলে। এই সমগ্র বিষমতার বিশ্লেষণ দ্বারা কোন উৎসের জন্য কতটা বিষমতা সৃষ্টি হয়েছে তা নির্ণয় করতে হবে একেই বলে বিষমতার বিশ্লেষণ (Analysis of Variance)। এখানে তিনটে দলকে তিনটে আলাদা আলাদাভাবে শেখানোর জন্য একটি দলের স্কোরের সঙ্গে অন্য দলের স্কোর আলাদা হবে। যার জন্য প্রত্যেক দলের গড় আলাদা হবে এই গড়গুলি মোট স্কোরের গড়ের থেকে পৃথক হবে। এই পার্থক্যের জন্য যে বিষমতার সৃষ্টি হয় তাকে 'শিক্ষণ পদ্ধতির জন্য বিষমতা' বা 'দলগুলির মধ্যে বিষমতা' বা আন্তর ভ্যারিয়্যান্স (Between Group Variance) বলে। শিক্ষণ পদ্ধতি ছাড়াও আরও অনেক কারণে স্কোরগুলির মধ্যে তফাৎ হতে পারে এবং এই কারণগুলোকে পরীক্ষক এড়াতে পারেন না। শিক্ষণ পদ্ধতি ছাড়াও অন্যান্য কারণেও যে ফারাক তৈরি হচ্ছে তার

প্রমাণ হল একটি দলের সবাই একই পদ্ধতিতে শিখলেও তাদের মধ্যে স্কোরের ব্যবধান আছে। এখানে যদি শুধুই শিক্ষণ পদ্ধতির বিভিন্নতার জন্য বিষমতা তৈরি হলে একইভাবে শিক্ষিত ছাত্রদের স্কোর একই হত কিন্তু তা হয়নি। তার কারণ শিক্ষণ পদ্ধতি ছাড়াও যিনি শেখাচ্ছেন তাঁর সঙ্গে দলের সবাই-এর একই সম্পর্ক গড়ে ওঠে না। দলের মধ্যে সবাই-এর শেখার আগ্রহ একই নয়—এই সমস্ত কারণে যে ভ্যারিয়্যান্স তৈরি হয় তাকে দলের আভ্যন্তরীণ বিষমতা (Within Group Variance) বলে।

কোনো পরীক্ষায় মোট বিষমতার (Total Variance) মধ্যে যতটা বেশি আন্তর বিষমতার অংশ হবে এবং যতটা কম আভ্যন্তরীণ বিষমতার অংশ হবে ততই পরীক্ষার (Experiment) উৎকর্ষ বাড়বে।

এই উদাহরণের মূল বক্তব্য ছিল শিক্ষণের পদ্ধতিগুলোর মধ্যে সংশয়াতীতভাবে (Significantly) পার্থক্য আছে কিনা।

রাশিবিজ্ঞানের সাহায্যে এটা প্রমাণ করতে গেলে প্রথমত একটা প্রকল্প গঠনের প্রয়োজন। এই প্রকল্পটা হবে “বিভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতির দ্বারা ছাত্রদের শিক্ষণের মাত্রা একই হবে” অথবা “বিভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতির দ্বারা ছাত্রদের শিক্ষণ মাত্রা বিভিন্ন হবে”—এখানে প্রথম প্রকল্পটিতে নেতি প্রকল্প এবং দ্বিতীয় প্রকল্পটিকে সদর্থক প্রকল্প বা বিকল্প প্রকল্প বলে।

এখন শিক্ষণ পদ্ধতিগুলির মধ্যে সংশয়াতীতভাবে পার্থক্য আছে প্রমাণ করা করতে গেলে সারণি 8.2-এর স্কোরগুলির বিষমতার বিশ্লেষণের (Analysis of Variance) দ্বারা সদর্থক প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য কিনা অথবা নেতি প্রকল্পটা বাতিলযোগ্য কিনা প্রমাণ করতে হবে। এই প্রমাণের জন্য প্রথম মোট বিষমতা (Total Variance) নির্ণয় করে পরে তাকে বিশ্লেষণ করে আন্তর বিষমতা (Between Group Variance) ও আভ্যন্তরীণ বিষমতা (Within group variance) নির্ণয় করতে হবে। এবং তারপর 32 বিষমতার দুটোর অনুপাত, F-অনুপাত (ratio) নির্ণয় করে F টেবিলের নির্দিষ্ট মানের সঙ্গে গণনাপ্রাপ্ত F-এর তুলনা করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে হবে।

৮.৫.১. F অনুপাত নির্ণয় :

এখানে সরাসরি পদ্ধতির বদলে বিকল্প পদ্ধতিটি বর্ণনা করা হল।

1. সংশোধনী পদ (Correction Term) নির্ণয়

সমস্ত স্কোরগুলি যোগফলের বর্গকে মোট স্কোরের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করতে হবে।

সমস্ত স্কোরগুলির যোগফল স্কোরগুলির কলামের এর যোগফলের সমান বলিয়া কলামগুলির যোগফলের বর্গকে মোট স্কোরের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করতে হবে—

$$\text{সংশোধনী পদ (C)} = \frac{(107+146+108)^2}{30} = \frac{(361)^2}{30} = 4344$$

2. মোট স্কোরগুলির চ্যুতির বর্গের সমষ্টি (TSS)—

স্কোরের বর্গগুলির সমষ্টি বর্গগুলির কলামের সমষ্টি বলে

$$TSS = 1177 + 2184 + 1200 - C = 4561 - 4344 = 217$$

3. আন্তর দলীয় চ্যুতিগুলির সমষ্টি (Between Group Sum of squares, BGSS)

$$BGSS = \frac{\text{প্রথম দলের সমষ্টির বর্গ}}{\text{প্রথম দলের সংখ্যা}} + \frac{\text{দ্বিতীয় দলের সমষ্টির বর্গ}}{\text{দ্বিতীয় দলের সংখ্যা}} + \frac{\text{তৃতীয় দলের সমষ্টির বর্গ}}{\text{তৃতীয় দলের সংখ্যা}} - C = 98.9$$
$$= \frac{(107)^2}{10} + \frac{(146)^2}{10} + \frac{(108)^2}{10} - C = 98.9$$

4. আভ্যন্তরীণ স্কোরগুলির বিচ্যুতির বর্গসমষ্টি (Within Group Sum of Squares, WGSS)

$$WGSS = TSS - BGSS = 2.7 - 98.9 = 118.1$$

5. আন্তর বিষমতা (Between Group Variance) এবং আভ্যন্তরীণ বিষমতা (Within Group Variance) নির্ণয় :

এখন বর্গচ্যুতির সমষ্টি থেকে বিষমতা নির্ণয়ের জন প্রত্যেক্ষে স্বাধীন চলরাশির (egrees of Freedom) মান নির্ণয় করতে হবে। অর্থাৎ মোট স্কোরের চ্যুতির বর্গসমষ্টি (TSS), আন্তর বর্গচ্যুতির সমষ্টি (BGSS) এবং আভ্যন্তরীণ বর্গচ্যুতির সমষ্টি (WGSS)-এর প্রত্যেক্ষে স্বাধীন চলরাশির (Degrees of Freedom) মান নির্ণয় করতে হবে।

(i) মোট স্কোরের চ্যুতির বর্গসমষ্টির (TSS) স্বাধীন চলরাশির মান : মোট স্কোরের সংখ্যা (N) - 1 = N - 1 = 30 - 1 = 29

(ii) আন্তর বর্গচ্যুতির সমষ্টির (BGSS) স্বাধীন চলরাশির মান :

মোট দলের সংখ্যা (K) - 1 = k - 1 = 3 - 1 = 2

(iii) আভ্যন্তরীণ বর্গচ্যুতির সমষ্টি (WGSS) স্বাধীন চলরাশির মান আভ্যন্তরীণ বর্গচ্যুতির সমষ্টি (WGSS) নির্ণয়ের সময় যে পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়েছিল এখানেও সেই পদ্ধতিতে স্বাধীন চলরাশির মান (Degrees of freedom) নির্ণয় করা হবে আভ্যন্তরীণ বর্গচ্যুতির সমষ্টির স্বাধীন চলরাশির মান

= মোট স্কোরের বর্গচ্যুতির সমষ্টির স্বাধীন চলরাশির মান $(N-1) - 1$ আস্তর বর্গচ্যুতির সমষ্টির স্বাধীন চলরাশির মান $(K-1)$ ।

$$\begin{aligned} \text{অতএব নির্ণেয় স্বাধীন চলরাশির মান} &= (N-1) - (K-1) = N-K \\ &= 29 - 2 = 27 \end{aligned}$$

এখন প্রত্যেক বর্গচ্যুতির সমষ্টিকে (Sum of squares) স্বাধীন চলরাশির মান দ্বারা ভাগ করলে নির্ণেয় বিষমতা তার নিজস্ব পাওয়া যাবে। তবে মোট বিষমতার (Total variance) আর প্রয়োজন নেই শুধু মোট বিষমতার অংশ দুটি অর্থাৎ আস্তর বিষমতা (Between Group Variance) ও আভ্যন্তরীণ বিষমতা (Within Group Variance) নির্ণয় করতে হবে।

$$\begin{aligned} \text{আস্তর বিষমতা (Between Group Variance)} &= \frac{\text{আস্তর বর্গ চ্যুতির সমষ্টি}}{\text{আস্তর স্বাধীন চলরাশির সংখ্যা}} \\ &= \frac{98.9}{2} = 49.45 \end{aligned}$$

আভ্যন্তরীণ বিষমতা (Within Group Variance)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{আভ্যন্তরীণ চ্যুতির সমষ্টি}}{\text{আভ্যন্তরীণ স্বাধীন চলরাশির সংখ্যা}} \\ &= \frac{118-1}{27} = 4.37 \end{aligned}$$

6. F অনুপাত (F-Ratio) নির্ণয় :

আস্তর বিষমতা ও আভ্যন্তরীণ বিষমতার অনুপাতকে F অনুপাত বলা হয়।

$$F = \frac{\text{আস্তর বিষমতা}}{\text{আভ্যন্তরীণ বিষমতা}} \quad \dots (8.4)$$

$$F = \frac{49.45}{4.37} = 11.3$$

7. গণনালব্ধ F অনুপাতকে F-তালিকায় প্রদত্ত নির্দিষ্ট মানের সঙ্গে তুলনা করে প্রকল্প সম্বন্ধে সিদ্ধান্ত—

এ পর্যন্ত যতকিছু গণনা করা হল সেই গণনালব্ধ ফলগুলিকে নীচে একটা তালিকায় সংক্ষিপ্তভাবে তালিকাভুক্ত করা হল

সারণি 8.3

বিষমতার বিশ্লেষণের সংক্ষিপ্ত সারণি (A Summary Table of Analysis of Variance)

ভ্যারিয়্যান্সের উৎস (Source)	চ্যুতির বর্গের যোগফল (Sum of squares)	স্বাধীন চলরাশির সংখ্যা (Degrees of freedom)	বিষমতা (Variance)	F অনুপাত (F-ratio)
আন্তর (Between Group)	98.9	2	49.45	11.3
আভ্যন্তরীণ (Within Group)	118.1	27	4.37	
সমগ্র (Total)	217	29		

't' পরীক্ষা করার সময় যা করা হয়েছিল এখানেও 'F' পরীক্ষা করার সময় সেই পদ্ধতি অবলম্বন করা হবে।

প্রথমে প্রকল্পটি কোনো নির্ভরযোগ্যতার স্তরে (Level of significance) পরীক্ষা করা হবে সেটা ঠিক করা যেমন 0.5 বা 5% স্তরে অথবা .01 বা 1% স্তরে কিংবা প্রয়োজন অনুযায়ী অন্য কোনো স্তরে।

তারপর ওই স্তরে F-তালিকায় দুটি স্বাধীন চলরাশির মানের (degrees of freedom) সাপেক্ষে F-এর S মানটি লিপিবদ্ধ করতে হবে। এখানে দুটি স্বাধীন চলরাশির মান বলতে একটি 'আন্তর' স্বাধীন চলরাশির মান (Between group degrees of freedom) এবং অন্যটি 'আভ্যন্তরীণ' স্বাধীন চলরাশির মান (Within group degrees of freedom)।

এখানে প্রথমে .05 স্তরে 2,27 স্বাধীন চলরাশির মানের জন্য তালিকা থেকে F-এর সঙ্কট মান দেখা হল

$$F_{0.5, 2, 27} = 3.35$$

দেখা যাচ্ছে গণনালব্ধ 'F'-এর মান 11.3 তালিকা (Table-C) থেকে প্রাপ্ত F-এর মান 3.35-এর চেয়ে বড়ো অতএব .05 স্তরে নেতি প্রকল্পটি বাতিল করে সদর্থক প্রকল্পটি গ্রহণ করা হল।

এখন প্রয়োজন হলে .01 স্তরেও সদর্থক প্রকল্পটি গ্রহণ করা যায় কিনা দেখা যেতে পারে। .01 স্তরে F-এর নির্দিষ্ট মান :

$$F_{0.1, 2, 27} = 5.49$$

দেখা যাচ্ছে গণনালব্ধ 'F'-এর মান 11.3 তালিকা থেকে প্রাপ্ত F-এর মান 5.49 থেকে বড়ো অতএব 0.1 স্তরেও সদর্থক প্রকল্প ৮টি গ্রহণ করে নেতি প্রকল্পটি বাতিল করতে হবে।

৮.৬ প্রশ্নাবলী (Questions)

১। প্রকল্প কাকে বলে? পূর্ণক-সাপেক্ষ পদ্ধতিতে প্রকল্প পরীক্ষার শর্তগুলি বলুন।

২। একদল ছাত্র ও ছাত্রীর কোন বিষয়ে পরীক্ষার ফলাফল দেওয়া হল। ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সাফল্যের বিষয়ে কোন তফাৎ আছে কিনা নির্ণয় করুন।

ছাত্র 30, 32, 28, 31, 25, 39, 34, 37, 35, 29

ছাত্রী 35, 29, 32, 38, 36, 32, 30, 38, 40, 39, 37

৩। কোন একটি পরীক্ষায় ফলাফলের ভিত্তিতে এমনভাবে 20 জোড়া ছাত্র নির্বাচন করা হল যাতে প্রতি জোড়ায় ছাত্রদের প্রাপ্ত নম্বর খুবই কাছাকাছি। প্রতিটা জোড়া থেকে একজন করে নিয়ে দুটি দল গঠন করা হল। দুটি দলকে দুটি পৃথক পদ্ধতিতে একটি নির্দিষ্ট বিষয়ে শিক্ষা দেওয়া হল। শিক্ষার শেষে আবার পরীক্ষা নেওয়া হল। পরীক্ষা সংক্রান্ত ফলাফলগুলি দেওয়া হল। ফলাফলগুলির ভিত্তিতে প্রমত্তাম করো যে, দুটি বিষয়ে শিক্ষার মধ্যে সাফল্যের তফাৎ আছে।

	গড়	সম্যক বিচ্যুতি	সহগতি সহগাঙ্ক
প্রথম বিষয়ে শিক্ষা	32	4.5	0.65
দ্বিতীয় বিষয়ে শিক্ষা	37	4.0	

৪. তিন দল ছাত্রকে তিনটি পদ্ধতিতে একটি বিষয়ে শিক্ষা দান করা হল। নিচে তিন দল ছাত্রের শিক্ষার শেষে পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরগুলি দেওয়া হল। ভ্যারিয়েন্স বিশ্লেষণ পরীক্ষার দ্বারা দেখাও যে, তিনটি ভিন্ন পদ্ধতিতে শিক্ষণের ফলে ছাত্রদের সাফল্যের গড়ের মধ্যে কোনো পার্থক্য হচ্ছে কিনা?

ক্রমিক সংখ্যা	প্রথম পদ্ধতি	দ্বিতীয় পদ্ধতি	তৃতীয় পদ্ধতি
1	13	9	12
2	12	10	13
3	17	12	15
4	15	14	14
5	16	13	14
6	19	12	16
7	21	11	10
8	14	9	15
9	16	10	12
10	18	12	13

$$[F_{.05; 2, 27} = 3.35 \quad F_{.01; 2, 27} = 5.49]$$

একক ৯ □ প্রকল্প পরীক্ষা : পূর্ণক নিরপেক্ষ পদ্ধতি (Testing Hypothesis : Non-Parametric Methods)

গঠন (Structure)

- ৯.১ সূচনা
- ৯.২ উদ্দেশ্য
- ৯.৩ কাইবর্গ পরীক্ষা
- ৯.৪ মিডিয়ান পরীক্ষা
- ৯.৫ মান-ছইটনে U পরীক্ষা
- ৯.৬ সাইন পরীক্ষা
- ৯.৭ উইলক্সন সাইনড র‍্যাঙ্ক পরীক্ষা
- ৯.৮ প্রণাবলী

৯.১ সূচনা (Introduction)

প্রকল্প পরীক্ষার প্রসঙ্গে আগের অধ্যায় পূর্ণক-সাপেক্ষ পরিসংখ্যা (Parametric Statistic) ব্যবহার করার ক্ষেত্রে কতকগুলি শর্তের কথা দেওয়া আছে। বিশেষ করে জনসমষ্টিতে (Population) চলার (variable) বন্টন অথবা নিবেশনটি (Distribution) স্বাভাবিক বন্টন (Normal Distribution) হতেই হবে। যদি বন্টনটি স্বাভাবিক বন্টন না হয় অথবা বন্টনের প্রকৃতি না জানা থাকে এবং নমুনাগুলির আকার ছোট হয় এবং র‍্যাঙ্কম পদ্ধতিতে নমুনা দল চয়ন করা সম্ভব না হয় তাহলে পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যা ব্যবহার করে প্রকল্প পরীক্ষা করা যাবে না। উপরন্তু যদি কোনো নমুনা দল সম্বন্ধে নমিনাল স্কেল (Nominal Scale) বা অর্ডিনাল স্কেলে (Ordinal Scale) তথ্য সংগ্রহ করা হয় তাহলেও পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যা ব্যবহার করা যায় না। কারণ ওই দুই স্কেলে সাংখ্য মান দ্বারা চলার পরিমাপ করা হয় না অর্থাৎ কোনো স্কেল পাওয়া যায় না। নমিনাল স্কেলের তথ্য অনুযায়ী একটি দলের (Group) সদস্যদের কোন চল অনুযায়ী বিভিন্ন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় ছেলে ও মেয়ে (লিঙ্গ অনুযায়ী) মানসিক সুস্থ ও মানসিক অসুস্থ (মানসিক অবস্থা অনুযায়ী), নিম্ন মধ্যবিত্ত-মধ্যবিত্ত-উচ্চবিত্ত (আয় অনুসারে) প্রভৃতি। এবং বিভিন্ন শ্রেণিতে কতজন করে ব্যক্তি অন্তর্ভুক্ত হল সেটা পরিসংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সেইরকম অর্ডিনাল স্কেলে কোনো চল অনুযায়ী দলের ব্যক্তিদের প্রত্যেকে অন্যদের সাপেক্ষে কোন অবস্থানে আছে সেটা সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন কোনো পরীক্ষায় পরীক্ষার্থীদের মধ্যে কে প্রথম কে দ্বিতীয় এইভাবে প্রত্যেকের নামের পাশে তার অবস্থানটা জানিয়ে দেওয়া হল কিন্তু পরীক্ষায় কত নম্বর পেয়েছে তা জানানো হল না। এইসব ক্ষেত্রে

প্রকল্প পরীক্ষার জন্য পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যার (Parametric statistics) পরিবর্তে পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যা (Non-Parametric Statistics) ব্যবহার করা হয়।

৯.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ কোন ক্ষেত্রে পূর্ণক নিরপেক্ষ পদ্ধতি প্রয়োগ করতে হয়, বলতে পারবেন।
- ★ কাইবর্গ পরীক্ষার প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ মিডিয়ান পরীক্ষার সাহায্যে দুই দলের তুলনা করতে পারবেন।
- ★ মান ছইটনে U পরীক্ষার সাহায্যে প্রকল্প পরীক্ষা করতে পারবেন।
- ★ সাইন পরীক্ষার প্রয়োগ করতে পারবেন।
- ★ উইল কক্সন সাইন্ড র‍্যাঙ্ক পদ্ধতির সাহায্যে প্রকল্প পরীক্ষা করতে পারবেন।

৯.৩ কাইবর্গ পরীক্ষা (χ^2 -Test)

পূর্বের সপ্তম অধ্যায়ে র‍্যাঙ্ক-পার্থক্য সহগতি ও ফাইকোএফিসিয়েন্ট (ϕ Coefficient) হল পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যানের উদাহরণ। এরকমই আর একটি পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যান হল কাইবর্গ (χ^2) পরীক্ষা পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। একটি উদাহরণের সাহায্যে ব্যাপারটা আলোচনা করা যাক—

স্কুল পরিচালনার ক্ষেত্রে একটি বিষয়ে অভিভাবকগণ ও স্কুলের শিক্ষক, শিক্ষিকা এবং কর্তৃপক্ষের মতামত নেওয়া হয়। মোট 50 জন অভিভাবক ও 50 জন শিক্ষক, শিক্ষিকা ও কর্তৃপক্ষের মতামত নেওয়া হল। মতামতটি তাঁরা 'হ্যাঁ' 'অনিশ্চিত' এবং 'না' তিনভাবে জানাল। মতামতগুলি নীচের সারণিতে দেওয়া হল—

সারণি 9.1

মতামত

মতামত দাতাগণ	হ্যাঁ	অনিশ্চিত	না	মোট
অভিভাবক গণ	25	10	15	50
শিক্ষক শিক্ষিকা ও কর্তৃপক্ষগণ	30	10	10	50
মোট	55	20	25	100

এখানে প্রথম হল দুটি দলের মধ্যে উত্তর দেওয়ার মধ্যে প্রবণতার কোনো পার্থক্য আছে কিনা সেটা পরীক্ষা করে দেখা। এটা দেখার জন্য একটি নঞার্থক প্রকল্প গঠন করা হল—সেটা হল দল দুটির মতামত দেবার প্রবণতার মধ্যে কোন পার্থক্য নেই।

এই প্রকল্পটি প্রমাণের জন্য এখানে কাইবর্গ পরীক্ষা (χ^2 Test) করা যায়। χ^2 বর্গের সূত্রটি হল—

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e} \dots (9.1)$$

f_0 = পরীক্ষালব্ধ বিভিন্ন পরিসংখ্যা

f_e = নেতি প্রকল্পটি সঠিক হলে পরিসংখ্যা যত হওয়া উচিত ছিল।

এখানে প্রত্যেক f -এর জন্য f_e নির্ণয় করতে হবে। f_0 জন্য f_e নির্ণয়ের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট f_0 -টি যে স্তম্ভ (column) ও সারিতে (row)-তে আছে সেই স্তম্ভের যোগফলকে সারির যোগফল দ্বারা গুণ করে গুণফলকে মোট পরিসংখ্যা দ্বারা ভাগ করতে হবে। উদাহরণস্বরূপ $f_0 = 25$ এর f_e হল $(55 \times 50) / 100 = 27.5$

সারণি 9.2

স্তম্ভ অনুযায়ী (পরিসংখ্যার ভিত্তিতে) χ^2 নির্ণয়

f_0	f_e	$(f_0 - f_e)^2 / f_e$
25	27.5	0.23
30	27.5	0.23
10	10	0
10	10	0
15	12.5	0.50
10	12.5	0.50
		$\chi^2 = 1.46$

এই $\chi^2 = 1.46$ মানটি χ^2 টেবিল-D এর 0.05 স্তরে 2 ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম্-এর সঙ্গে তুলনা করতে হবে। এখানে ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম্ গণনা করার জন্য স্তম্ভের সংখ্যা থেকে 1 বিয়োগ করে এবং সারির সংখ্যা থেকে 1 বিয়োগ করে বিয়োগফল দুটি গুণ করতে হবে এখানে ডিগ্রিজ অফ ফ্রিডম হল

$(3 - 1) \times (2 - 1) = 2$ Table-এর $\chi^2_{0.05,2} = 5.99$ মান অপেক্ষা গণনালব্ধ χ^2 -এর মানটি ছোট বলে এখানে নেতি প্রকল্পটি গ্রহণ করা হল

χ^2 গণনার ক্ষেত্রে যখন স্তরের সংখ্যা দুই এবং সারির সংখ্যা দুই হয়, তবে অন্য একটি সূত্রের সাহায্যে χ^2 গণনা করা যায়। নীচে দাহরণের সাহায্যে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা হল :

আগের উদাহরণে মতামতটি দুইভাবে অর্থাৎ হ্যাঁ ও 'না' নেওয়া হল এবং তাতে ফলাফল যা পাওয়া গেল তাহা তালিকা 9.3-এ লিপিবদ্ধ করা হল।

সারণি 9.3

মতামত

মতামতদাতা গণ	হ্যাঁ	না	
অভিভাবকগণ	30 (A)	20 (B)	50 (A + B)
শিক্ষক শিক্ষিকা ও কর্তৃপক্ষগণ	35 (C)	15 (D)	50 (C + D)
	65 (A + C)	35 (B + D)	100 (A + B + C + D)

এখানে পূর্বের নেতি প্রকল্পটি χ^2 পরীক্ষা দ্বারা পরীক্ষা করা হল এখানে χ^2 নির্ণয়ের সূত্রটি হল—

$$\chi^2 = \frac{N(AD - BC)^2}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} \quad \dots 9.2$$

$$= \frac{100(3 \times 15 - 20 \times 35)^2}{50 \times 50 \times 65 \times 35} = 1.1$$

$\chi^2 = 1.1$ মানটি টেবিলে $\chi_{0.5,1} = 3.84$ -এর চেয়ে ছোটো হওয়ায় নেতি প্রকল্পটিই গ্রহণ করা হল। অর্থাৎ অভিভাবকগণ এবং শিক্ষক শিক্ষিকা ও কর্তৃপক্ষগণের মতামত দেওয়ার প্রবণতার মধ্যে কোনো তফাৎ নেই।

তালিকা 9.3-তে কোন 'fe' 5 বা 5-এর কম যদি হত তাহলে কাই-বর্গে 'ইয়েট' কর্তৃক সংশোধিত সূত্রটি ব্যবহার করতে হত। সূত্রটি নিচে দেওয়া হল।

$$\chi^2 = \frac{N(|ND - BC| - N/2)^2}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} \quad \dots 9.3$$

আগে সূত্রে A, B, C, D, N বলতে যা বুঝিয়েছিল এখানেও তাই শুধু '|ND - BC|'-এর মানে হল AD - BC করে যে বিয়োগফল পাওয়া যাবে সেটা ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কোন সেখানে ধনাত্মকই ধরতে হবে।

৯.৪ মিডিয়ান পরীক্ষা (Median Test)

পূর্বে প্রকল্প পরীক্ষার জন্য পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যা 't' ব্যবহারের আলোচনা করা হয়েছে। যেহেতু 't' পরীক্ষা (t-test) পূর্ণক সাপেক্ষ পরিসংখ্যান অতএব তার ব্যবহারে জন্য কতকগুলি শর্ত পালনের দরকার শর্তগুলো অষ্টম অধ্যায়ে আলোচিত হয়েছে। এখন যদি ওই শর্তগুলি ঠিক ঠিক ভাবে পালনে অসুবিধা থাকে তাহলে 't' পরীক্ষার পরিবর্তে পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যান 'মিডিয়ান' পরীক্ষা (Median Test) করা যাবে। তালিকা ৪.1 যে data বা স্কোর দেওয়া আছে সেটি এখানে তালিকাভুক্ত করে মিডিয়ান পরীক্ষা দ্বারা ওই মান বার প্রকল্পটা পুনরায় পরীক্ষা করা হল।

সারণি 9.4

ছাত্র :	40, 34, 36, 29, 38, 42, 44, 32,, 30, 35
ছাত্রী :	36, 41, 40, 39, 42, 43, 37, 31, 38, 33

উপরে ছাত্র ও ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের ওপর পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরগুলো দেওয়া হল। এখন এই নম্বরগুলোর ভিত্তিতে পরিমাণ করতে হবে সাধারণভাবে ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সংশয়াতীতভাবে এই সিদ্ধান্ত করা যায় কিনা যে "ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সার্বিকভাবে বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মাত্রার কোন পার্থক্য নেই"। প্রশ্নে যে বিষয়টা প্রমাণ করতে হবে সেটা একটা নঞর্থক প্রকল্প। পূর্বে পূর্ণক-সাপেক্ষ পরিসংখ্যা 't' পরীক্ষা দ্বারা নেতি প্রকল্পটি গ্রহণ করা যায় কিনা পরীক্ষা করা হয়েছে।

এমন পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যান 'মিডিয়ান (Median) পরীক্ষা' দ্বারা নেতি প্রকল্পটি গ্রহণযোগ্য কিনা পরীক্ষা করা হবে।

পূর্বে প্রকল্পটি যেমন গড়ের (Mean) সাপেক্ষে প্রমাণ করা হয়েছিল এখানে সেইরকম মিডিয়ানের (Median) সাপেক্ষে প্রমাণ করা হবে।

পদ্ধতি :

(১) প্রথমে ছাত্র ও ছাত্রীদের সম্মিলিত মিডিয়ান (Combined Median) নির্ণয় করতে হবে। এইজন্য ছাত্র ও ছাত্রীদের মোট কুড়িটা স্কোরকে মানের ক্রমানুসারে সাজিয়ে 'মিডিয়ান' বা 'মধ্যমমানটি' নির্ণয় করতে হবে। স্কোরগুলিকে সাজাবার সময়ে কোনটা ছাত্রদের এবং কোনটা ছাত্রীদের সেটা আগে থাকতে চিহ্নিত করে রাখলে পরে সুবিধা হবে। এখানে ছাত্র ও ছাত্রীদের স্কোরকে যথাক্রমে B ও G দ্বারা চিহ্নিত করা হল এবং স্কোরগুলোকে ছোটো থেকে বড়ো মানের উর্ধ্বক্রম (ascending) অনুসারে সাজানো হল (তালিকা 9.5)।

সারণি 9.5

ক্রমিক সংখ্যা	স্কোর	ক্রমিক সংখ্যা	স্কোর
1	29 (B)	11	38 (B)
2	30 (B)	12	38 (G)
3	31 (G)	13	39 (G)
4	32 (G)	14	40 (G)
5	33 (G)	15	40 (B)
6	34 (B)	16	41 (G)
7	35 (B)	17	42 (B)
8	36 (B)	18	42 (G)
9	36 (G)	9	43 (G)
10	37 (G)	20	44 (B)

এখানে মোট 20টি স্কোর আছে সেইজন্য সম্মিলিত মধ্যমানটি হবে 10তম 11তম পদের গড়। 10তম ও 11তম পদের গড় হল $(37 + 38) / 2 = 37.5$

এখন নেতি প্রকল্প অনুযায়ী সমান সংখ্যক ছাত্র সম্মিলিত মধ্যম মানের উপরে ও নিচে থাকবে। ছাত্রীদের বেলাতেও সেটাই হবে। অর্থাৎ সম্মিলিত মধ্যমানের সঙ্গে ছাত্র ও ছাত্রীদের স্কোরের মধ্যমমানগুলি একই হবে।

এখন পরীক্ষালব্ধ স্কোরের মান অনুযায়ী নিম্নলিখিত 2×2 সারণি গঠন করা হল—

সারণি 9.6

	মধ্যম মানের সমান বা ছোট	মধ্যম মান অপেক্ষা বড়	মোট
ছাত্র	6 (A)	4 (B)	10 (A + B)
ছাত্রী	4 (C)	6 (D)	10 (C + D)
	10 (A + C)	10 (B + D)	20 (A + B + C + D)

সারণি 9.6 থেকে দেখা যাচ্ছে নেতি প্রকল্প অনুযায়ী যা অভিপ্রেত ছিল ছাত্রছাত্রীদের ক্ষেত্রে তার কিছুটা ব্যতিক্রম হয়েছে এমন এই ব্যতিক্রম নমুনা দল নিয়ে পরীক্ষা করার জন্য হয়েছে না নেতি প্রকল্পটা ঠিক নয় তার জন্য হয়েছে সেটা নির্ণয় করার জন্য তালিকা 9.6-এ প্রদত্ত পরিসংখ্যা গুলির সাহায্যে কই-বর্গ (χ^2) পরীক্ষা করার প্রয়োজন।

তালিকা 9.6-যেহেতু অভিশ্রেত পরিসংখ্যার মান '5' সেইজন্য 'ইয়েট' কর্তৃক সংশোধিত সূত্র 9.3-তে প্রদত্ত সমীকরণটি অনুযায়ী কাই-বর্গের মান নির্ণয় করা হল।

$$\chi^2 = \frac{N(|ND - BC| - N/2)^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$$

$$= \frac{20(136 - 161 - 10)^2}{10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.2$$

এখানে গণনালব্ধ মানটি $\chi_{0.5,1}^2 = 3.84$ অপেক্ষা ছোট বলে নঞর্থক প্রকল্পটি অর্থাৎ ছাত্র ও ছাত্রীদের বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের কোনো তফাৎ নেই বক্তব্যটি .05 স্তরে সংশয়াতীতভাবে গৃহীত হল। 't' পরীক্ষাতেও নঞর্থক প্রকল্পটিই গৃহীত হইয়াছিল।

৯.৫ মান-ছয়টনে 'u' পরীক্ষা (Mann-whitney u Test)

u পরীক্ষাটি Median পরীক্ষার মতো uncorrelated 't' পরীক্ষার বিকল্প u পূর্ণক নিরপেক্ষ পরিসংখ্যান। u পরীক্ষাটিও Median পরীক্ষার মতো যখন দুটি জনসমষ্টির মধ্যে সম্পর্ক থাকে না তখন ব্যবহার হয় u পরীক্ষার ক্ষেত্রে Median পরীক্ষার মতো ধরা হয় চলটি অবিচ্ছিন্ন চল (Continuous variable)।

এখানে সারণি 9.4-তে প্রদত্ত স্কোরগুলির ক্ষেত্রে 'u' পরীক্ষা করা হবে। ওই তালিকার নীচে যে সিদ্ধান্তটি পরীক্ষার জন্য দেওয়া আছে সেটা হল—“ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে সার্বিকভাবে বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের ভিত্তিতে কোন পার্থক্য নেই”। 'u' পরীক্ষা করার জন্য ধরা হয় যে কোনো একজন ছাত্রের স্কোর 'X' একজন ছাত্রীর স্কোর 'Y' হলে, 'X', 'Y' অপেক্ষা বড়ো হওয়ার সম্ভাবনা এবং Y, X অপেক্ষা বড় হওয়ার সম্ভাবনা সমান এবং তাহার মান হল 0.5। সাংকেতিক ভাষায় একে বলা যায় যে, $P(X > Y) = p(Y > X) = 0.5$

'u' পরীক্ষার পদ্ধতি :

(১) প্রথমে ছাত্র ও ছাত্রীদের স্কোরগুলিকে নিয়ে মানের উর্ধ্বক্রম অনুসারে সাজাতে হবে।

(২) এরপর সবচেয়ে ছোট মানটিকে '1' Rank দেওয়া হবে এবং তারচেয়ে বড়টিকে '2' Rank দেওয়া হবে। পর পর যদি দুটি কিংবা দুই-এর অধিক স্কোর একই থাকে তাহলে গড় র্যাঙ্ক দেওয়া হবে যেমন যদি চতুর্থ ও পঞ্চম স্থানের দুটো স্কোর সমান হলে উভয়ের র্যাঙ্ক 4.5 হবে। যদি চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ স্থানের তিনটি স্কোর সমান হয় তাহলে প্রত্যেকের র্যাঙ্ক '5' হবে।

(৩) প্রত্যেক স্কোরের পাশে যেটি ছাত্রের স্কোর (B) অথবা ছাত্রীদের স্কোর (G) লিখে রাখলে পরে সুবিধে হবে।

(৪) এইবার একটা তালিকায় (সারণি 9.7) ছাত্রদের স্কোর ও প্রত্যেকের র‍্যাঙ্ক, এবং ছাত্রীদের স্কোর ও প্রত্যেকের র‍্যাঙ্ক লিখে ছাত্রীদের র‍্যাঙ্কের যোগফল R_B ও ছাত্রীদের র‍্যাঙ্কের যোগফল R_G নির্ণয় করতে হবে।

(৫) এইবার নিম্নের 9.4 যে কোনো একটি 'u' নির্ণয়ের সূত্রে বিভিন্ন মানগুলি এর প্রাথমিক মান পাওয়া যাবে।

(৬) তারপর ছাত্রদের মোট সংখ্যা (N_1) ও ছাত্রীদের মোট সংখ্যার (N_2) গুণফল থেকে 'u'-এর আর একটা মান পাওয়া যাবে। এখন এই দুটো মানের মধ্যে ছোটটিকে প্রকৃত 'u' এর মান ধরা হবে।

(৭) u-এর মান Table-এর মান থেকে বড় হলে নেতি প্রকল্পটি গৃহীত হবে অন্যথায় সদর্শক প্রকল্পটি গৃহীত হবে।

গণনা :

$$\text{সূত্র : } u = N_1 N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - R_1 \quad \dots (9.4)$$

$$\text{or, } u = N_1 N_2 + \frac{N_2(N_2 + 1)}{2} - R_2 \quad \dots (9.5)$$

N_1 = যে দলের সভ্যসংখ্যা কম তার সভ্যসংখ্যার মান

N_2 = যে দলের সভ্যসংখ্যা বেশি তার সভ্যসংখ্যার মান

এখানে $N_1 = N_2 = 10$ (তালিকা 9.7 অনুসারে)

R_1 = যে দলের সভ্যসংখ্যা কম সেই দলের সভ্যদের 'র‍্যাঙ্ক'-এর যোগফল

R_2 = যে দলের সংখ্যা বেশি সেই দলের সভ্যদের 'র‍্যাঙ্ক'-এর যোগফল

u' = u-এর মানটি বড় তার মান

u = u-এর যে মানটি ছোট তার মান

সারণি 9.7

ছাত্র ও ছাত্রীদের স্কোরের র‍্যাঙ্ক

ছাত্রদের স্কোর	র‍্যাঙ্ক	ছাত্রীদের স্কোর	র‍্যাঙ্ক
29	1	31	3
30	2	33	5
32	4	36	8.5
34	6	37	10
35	7	38	11.5
36	8.5	39	13
38	11.5	40	14.5
40	14.5	41	16
42	17.5	42	17.5
44	20	43	19
	$R_1 = 92$		$R_2 = 118$

$$u' = 10 \times 10 + \frac{10(11)}{2} - 92 = 63$$

$$u = n_1 n_2 - u' = 10 \times 10 - 63 = 37$$

উপরের গণনালব্ধ দুটি u মানের মধ্যে ছোট মানটি (37) হল u এবং বড় মানটি (63) হল u' । এই u মানটি u Table (Table-E)-এ $N_1 = 10$ ও $N_2 = 10$ মানের জন্য 0.5 স্তরে প্রদত্ত মান 23 অপেক্ষা বড়। সুতরাং নেতি প্রকল্পটি গ্রহণ করা হল। এখানে সিদ্ধান্ত হল যে ছাত্র ও ছাত্রীদের মধ্যে বিজ্ঞান বিষয়ক জ্ঞানের মধ্যে কোনো পার্থক্য নেই।

৯.৬ সাইন পরীক্ষা (Sign Test)

সাইন পরীক্ষা একটি পূর্ণক নিরপেক্ষ পরীক্ষা। যখন দুটি সম্পর্কযুক্ত জনসমষ্টির মধ্যে কোনো বিষয়ে পার্থক্য আছে কিনা সেটা জানার জন্য জনসমষ্টি থেকে নির্বাচিত নমুনা দলের সাহায্যে পরীক্ষা করা হয় এবং এই পরীক্ষা করার জন্য পূর্ণক সাপেক্ষ 't' পরীক্ষা সম্ভব হয় না তখন Sign Test করা হয়।

নিম্নের উদাহরণের সাহায্যে সাইন পরীক্ষাটি বর্ণনা করা হল :

দশজন মাতা ও তাদের একজন করে যুবতী মেয়ে নির্বাচন করা হল। তাদের প্রত্যেকের কাছ থেকে এখনকার মেয়েদের দায়িত্ব জ্ঞানের ওপর তাদের অভিমত একটি 1-10 পয়েন্ট স্কেলে নেওয়া হল যেখানে '1' অর্থে দায়িত্ব জ্ঞান খুবই সামান্য এবং '10' অর্থে দায়িত্বজ্ঞান খুবই বেশি এখন মেয়েদের অভিমতের সঙ্গে তাদের মেয়েদের অভিমতের পার্থক্য চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হল—

সারণি 9.8

ক্রমিক সংখ্যা	মায়েদের অভিমত	মেয়েদের অভিমত	মায়েদের অভিমতের কাছে মেয়েদের অভিমতের তুলনা (মেয়েদের অভিমত - মায়েদের অভিমত)
1	3	5	+
2	4	8	+
3	3	6	+
4	5	7	+
5	4	7	+
6	6	8	+
7	6	9	+
8	5	5	0
9	4	5	+
10	7	6	-

এখানে নঞার্থক প্রকল্পটি হল—ধনাত্মক পার্থক্যের সংখ্যা ও ঋণাত্মক পার্থক্য সংখ্যা সমান হবে অর্থাৎ মেয়েদের স্কোর যদি X_G ও মায়েদের স্কোর X_M হয় তাহলে নেতি প্রকল্পটি হল $P(X_G > X_M) = P(X_M > X_G) = \frac{1}{2}$

উদাহরণে দেখা যাচ্ছে দশটি জোড়ার মধ্যে একটি কোন পার্থক্য আসেনি। নয়টি জোড়ার মধ্যে আটটি জোড়ায় ধনাত্মক চিহ্ন ও একটি জোড়ায় ঋণাত্মক চিহ্ন এসেছে। 9টি জোড়ার মধ্যে যে চিহ্নটি সংখ্যায় কমা এসেছে (এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন) তার সংখ্যা কত (x) নির্ণয় করে Table থেকে $9(N)$ টির মধ্যে ওই সংখ্যা (এখানে একটি) সম্ভাব্যতা কত নির্ণয় করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হবে।

Table থেকে $N = 9$ -এর জন্য $x = 1$ -এর সম্ভাব্যতা 0.02 পাওয়া গেল অতএব এখানে .02 স্তরে নঞার্থক প্রকল্পটি নাকচ করা হল এবং সিদ্ধান্ত হল মেয়েদের সঙ্গে মেয়েদের মতামতের 0.05 স্তরে সংশয়াতীতভাবে পার্থক্য আছে।

৯.৭ উইলকক্সন সাইনড্‌ র‍্যাঙ্ক পরীক্ষা (Wilcoxon Signed Rank Test)

এই পরীক্ষাটি পূর্বের সাইন পরীক্ষা অপেক্ষা বেশি নির্ভরযোগ্য। সাইন পরীক্ষার উদাহরণটি এখানেও উদাহরণ হিসাবে নেওয়া হল।

এখানে প্রথমে মায়েদের এবং মেয়েদের স্কোরের তফাতগুলি নিয়ে র‍্যাঙ্ক করা হয়। সবচেয়ে ছোট স্কোরটিকে চিহ্ন বিচার না করে র‍্যাঙ্ক '1' দেওয়া হয়। স্কোরের মান একাধিক হলে গড় র‍্যাঙ্ক দেওয়া সংখ্যায় কম হয় সেটির র‍্যাঙ্ক বা সেগুলির র‍্যাঙ্কের মানের যোগফলকে T মান বলে ইহা T-এর Table (Table-G) মানের সঙ্গে তুলনা করে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় অর্থাৎ প্রকল্প গ্রহণ ও বর্জন করা হয়।

গণনা : এখানে আগের মতো মেয়েদের স্কোরকে X_G এবং মায়েদের স্কোরকে X_M ধরা হল। র‍্যাঙ্ক করার সময় ধনাত্মক বা ঋণাত্মক গণ্য করা হয় না।

তালিকা 9.9

ক্রমিক	মায়েদের অভিমত	মেয়েদের অভিমত	$X_G - X_M$	Rank	Γ
1	3	5	+2	4	1.5
2	4	8	+4	9	
3	3	6	+3	7	
4	5	7	+2	4	
5	4	7	+3	7	
6	6	8	+2	4	
7	6	9	+3	7	
8	5	5	0	-	
9	4	5	+1	1.5	
10	7	6	-1	1.5	

এখানে ঋণাত্মক চিহ্নটি সংখ্যায় কম অর্থাৎ একটি। এই চিহ্নটির র‍্যাঙ্কের মান 1.5। অতএব এখানে T-এর মান 1.5। এই মানটি T টেবিলের $N=9$ জন্য .01 স্তরের মান (2) অপেক্ষা ছোট অতএব .01 স্তরে নঞর্থক প্রকল্পটি বাতিল করা হল। অতএব সিদ্ধান্ত হল মায়েদের সঙ্গে মেয়েদের .01 স্তরে সংশয়াতীতভাবে মতের পার্থক্য আছে।

৯.৮ প্রশ্নাবলী (Questions)

১। পূর্ণক নিরপেক্ষ প্রকল্প পরীক্ষার বৈশিষ্ট্যগুলি বলুন।

২। 50 জন ছাত্র 50 জন ছাত্রীর 'পরীক্ষা পদধতি' সম্বন্ধে মতামত নেওয়া হল। মতামতটি তিনভাবে প্রকাশ করতে বলা হল। যথা—'হ্যাঁ', 'ঠিক বলতে পারছি না' এবং 'না'। ছাত্র ও ছাত্রীদের মতামত যেভাবে পাওয়া গেল তা নীচে দেওয়া হল। নীচের প্রদত্ত মতামত থেকে প্রমাণ কর যে ছাত্র ও ছাত্রীদের মতামত দেওয়ার মধ্যে সংশয়াতীতভাবে কোন পার্থক্য নেই।

মতামত

	হ্যাঁ	ঠিক বলতে পারছি না	না	মোট
ছাত্র	21	9	20	50
ছাত্রী	24	8	18	50

$$(\chi_{0.5,2}^2 = 5.99 ; \chi_{0.1,2}^2 = 9.22)$$

৩। অষ্টম অধ্যায়ের ২নং প্রশ্নটির সমাধান পূর্ণক নিরপেক্ষ পরীক্ষা পদ্ধতিতে কর এবং উভয় ক্ষেত্রে শর্ত ও ফলাফলের তুলনা করুন।

৪। দশ জন ছাত্র ও তাহাদের পিতার শিক্ষা সংক্রান্ত কোন বিষয়ে মতামত নেওয়া হল। মতামতটি একটি 20-এর অর্থ সম্পূর্ণ পক্ষে। নীচে ছাত্র ও তাহাদের পিতার মতামতটি দেওয়া হল। ছাত্রদের মতামতের সঙ্গে তাহাদের পিতার মতামতের পার্থক্য আছে কিনা তাহা 'সাইন' ও 'সাইনড র্যান্স' পদ্ধতিতে পরীক্ষা করুন।

মতামত

ছাত্র	10	15	12	14	17	16	13	12	16	15
পিতা	8	12	10	13	14	12	14	12	10	10

একক ১০ □ স্কেলিং (Scaling)

গঠন (Structure)

- ১০.১ সূচনা
 - ১০.২ উদ্দেশ্য
 - ১০.৩ স্কেলিং-এর প্রকারভেদ
 - ১০.৪ শতকরা স্কের এবং শতাংশ র‍্যাঙ্ক
 - ১০.৫ Z-স্কের
 - ১০.৬ T-স্কের
 - ১০.৬.১ T-স্কেরের সুবিধা
 - ১০.৭ প্রণাবলী
 - ১০.৮ গ্রন্থপঞ্জি
-

১০.১ সূচনা (Introduction)

শিক্ষা ও মনোবিজ্ঞানে যে সমস্ত চলগুলির পরিমাপ করা হয় তার অধিকাংশই অনুপাত স্কেলের (Ratio Scale) শর্ত পূরণ করে না। ফলে যে সমস্ত পরিমাপ লব্ধ তথ্য গবেষণার কাজে ব্যবহৃত হয় তাদের পরস্পর তুলনীয়তা (Comparability) ও সংকলনযোগ্যতা (Additiveness) প্রণাতীত নয়। বরং বলা ভালো এই সব সংখ্যা মানগুলি ভিন্ন ভিন্ন এককের ভিত্তিতে নির্ণয় করা পৃথক স্কেরের সমাহার মাত্র। কিন্তু পরস্পর তুলনীয়তা ও সংকলনযোগ্যতা না থাকলে তার সাহায্যে কোন সঠিক সিদ্ধান্তে আসা সম্ভব নয়। রাশিবিজ্ঞানের পাঠে দশম এককটি এই উদ্দেশ্যে কীভাবে এক গুচ্ছ স্কেরকে গাণিতিক নিয়মে ব্যবহারযোগ্য করে তোলা যায় তার বিবরণ তুলে ধরেছে।

১০.২ উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে শিক্ষার্থীরা—

- ★ স্কেলিং কথাটির অর্থ জানতে পারবেন।
- ★ স্কেলিং এর প্রকারভেদ করতে পারবেন।
- ★ স্কেরের শতাংশ র‍্যাঙ্ক ও শতাংশ স্কের নির্ণয় করতে পারবেন।
- ★ একগুচ্ছ স্কেরকে Z এবং T স্কেরে রূপান্তরিত করতে পারবেন।
- ★ T-স্কেরের সুবিধা বর্ণনা করতে পারবেন।

১০.৩ স্কেলিং-এর প্রকারভেদ (Types of Scaling)

শিক্ষা বিজ্ঞানে অনেক সময় কোন ছাত্র কোন বিষয়ে কত নম্বর পেয়েছে জানার চেয়ে ক্লাসে দলগতভাবে তার অবস্থান কোথায় তা জানার প্রয়োজন হয়। ওই ক্ষেত্রে ছাত্রের নম্বরের শতাংশ র‍্যাঙ্ক (Percentile Rank) কত নির্ণয় করা হয়। কোন বৈশিষ্ট্য সময়ে ক্লাসের কোন পরীক্ষায় ছাত্রদের কোন একটি শতাংশ কোন স্কোরের নীচে আছে জানার প্রয়োজন হয়। তখন শতাংশ স্কোর (Percentile Score) নির্ণয় করা হয়।

কোন ছাত্র কোন পরীক্ষায় বিভিন্ন বিষয়ে যত নম্বর পেয়েছে তা তুলনা করা জন্য অথবা দুটি ছাত্রের পরীক্ষার ফল তুলনা করার জন্য পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরগুলিকে কোন পরিবর্তিত স্কোরে পরিণত করে তুলনা করা হয়। এই ধরনের পরিবর্তিত স্কোর হল 'Z' স্কোর বা 'T' স্কোর প্রভৃতি। মূল স্কোরকে পরিবর্তিত স্কোরে পরিণত করার পদ্ধতিটিকে স্কেলিং (Scaling) বলে।

১০.৪ শতাংশ স্কোর এবং শতাংশ র‍্যাঙ্ক (Percentile Score and Percentile Rank)

কোন পরিসংখ্যা বন্টনের একটি নির্দিষ্ট শতাংশ পরিসংখ্যা যে স্কোরের নীচে থাকে তাকে ৩৩ শতাংশ স্কোর (Percentile score) বলে। যেমন ধরা যাক কোন বন্টনের মোট পরিসংখ্যা ৬০ এবং এর ৩০% হল ১৮ এখন ১৮ জন যে স্কোরের নীচে (এখানে বন্টনটি কম স্কোর থেকে বেশী স্কোরের দিকে বন্টিত আছে) আছে তাকে P_{30} বা ত্রিশ শতাংশ বিন্দু বা স্কোর বলে।

কোন পরিসংখ্যা বন্টনের কোন একটি স্কোরের নীচে যত শতাংশ পরিসংখ্যা থাকে তাকে ওই স্কোরের শতাংশ র‍্যাঙ্ক (Percentile rank) বলে। নীচে উদাহরণের সাহায্যে বিষয় দুটি বোঝানো হল :

সারণি ১০.১

স্কোর	পরিসংখ্যা (f) Cumf	কিউমুলেটিভ পরিসংখ্যা Cumf%	শতকরা কিউমুলেটিভ পরিসংখ্যা
14.5—19.5	2	2	3.33
19.5—24.5	5	7	11.67
24.5—29.5	14	21	35.00
29.5—34.5	17	38	63.33
34.5—39.5	11	49	81.67
39.5—44.5	7	56	93.33
44.5—49.5	4	60	100.00
	60		

এখানে প্রথম স্তম্ভটিতে স্কোর পরিসর (Score range) দ্বিতীয়টিতে পরিসংখ্যা, তৃতীয় স্তম্ভটিতে কোন স্কোর পরিসরের পরিসংখ্যা ও তার আগে পর্যন্ত স্কোর পরিসর সমূহের পরিসংখ্যার যোগফল। চতুর্থ স্তম্ভটিতে তৃতীয় স্তম্ভের প্রত্যেকটি স্কোরকে মোট পরিসংখ্যার শতাংশ বিন্দুতে পরিণত করা হয়েছে। শতাংশ বিন্দুতে পরিণত করার জন্য যেকোন কিউমুলেটিভ পরিসংখ্যাকে 60 দ্বারা ভাগ করে 100 দ্বারা গুণ করতে হবে।

তালিকা 10.1 থেকে 30 শতাংশ ব্যক্তি কোন স্কোরের নীচে আছে অর্থাৎ P_{30} নির্ণয় করার জন্য নিম্নলিখিত ফর্মুলার ব্যবহার করা যাবে।

$$\text{সূত্র : } P_p = l + \left(\frac{pN - F}{f_p} \right) \times i \dots (10.1)$$

[এই ফর্মুলাটি মধ্যমা ও চতুর্থাংশ চ্যুতি নির্ণয়ের জন্য আগে ব্যবহার করা হয়েছে।]

এখানে $p \rightarrow$ শতাংশ

$l \rightarrow$ যে শ্রেণি পরিসরে স্কোরটি আছে তার নিম্নসীমা

pN —মোট স্কোরের যত শতাংশ নির্ণয় করতে হবে

F — l -এর আগে পর্যন্ত কিউমুলেটিভ পরিসংখ্যা

f_p —যে শ্রেণি পরিসরে শতাংশ স্কোরটি আছে তার প্রকৃত পরিসংখ্যা

i —শ্রেণি পরিসরের পরিমাণ

এখানে P_p হল P_{30} , l হল 24.5, pN হল 60-এর 30% = 18; $F = 7$; $f_p = 14$; $i = 5$.

সমীকরণ 10.1-এ উপরোক্ত মানগুলি বসিয়ে পাই

$$P_{30} = 24.5 + \frac{18-7}{14} \times 5 = 28.43$$

সারণি 10.1 থেকেও P_{30} -এর মান সরাসরি চতুর্থ স্তম্ভ হইতে নির্ণয় করা যায়। চতুর্থ স্তম্ভে দেখা যাচ্ছে 11.67 শতাংশ পরিসংখ্যা 24.5 স্কোরের নীচে আছে 35 শতাংশ পরিসংখ্যা স্কোর 29.5-এর নীচে আছে।

অতএব $35 - 11.67 = 23.33$ শতাংশ পরিসংখ্যা $29.5 - 24.5 = 5$ স্কোর বৃদ্ধির জন্য বৃদ্ধি পায়।

\therefore 23.33 শতাংশ স্কোর বৃদ্ধির জন্য 5 স্কোর বৃদ্ধির প্রয়োজন

$$1 \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{5}{23.33} \quad " \quad " \quad "$$

$$30 - 11.67 = 18.33 \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{5}{23.33} \times 18.33 = 3.93 \text{ স্কোর বৃদ্ধির প্রয়োজন}$$

অতএব নির্দিষ্ট স্কোরটি হল $24.51 + 3.93 = 28.43$

শতাংশ র‍্যাঙ্ক (Percentile Rank)

সারণি 10.1 অনুযায়ী স্কোর 32-এর শতাংশ র‍্যাঙ্ক নীচে গণনা করা হল :

তালিকা থেকে স্কোর 29.5-এর শতাংশ র‍্যাঙ্ক 35 (চতুর্থ স্তম্ভে) পাওয়া যাচ্ছে। স্কোর 34.5-এর শতাংশ র‍্যাঙ্ক 63.33 পাওয়া যাচ্ছে অতএব

$34.5 - 29.5 = 5$ স্কোর বৃদ্ধির জন্য শতাংশ র‍্যাঙ্ক বৃদ্ধি $63.33 - 35 = 28.33$

$32 - 29.5 = 2.5$ স্কোর বৃদ্ধির জন্য শতাংশ র‍্যাঙ্ক বৃদ্ধি $\frac{28.33}{5} \times 2.5 = 14.17$

অতএব স্কোর 32-এর শতাংশ র‍্যাঙ্ক $35 + 14.17 = 49.17$.

অর্থাৎ স্কোর 32-এর নীচে শতকরা 49.17 জনের স্কোর আছে।

১০.৫ Z-স্কোর

শিক্ষা বিজ্ঞান ও মনোবিজ্ঞানের ক্ষেত্রে কোন ব্যক্তির বিভিন্ন বিষয়ের পরিমাপকে তুলনা করার জন্য বিষয়গুলিতে প্রাপ্ত স্কোরগুলোকে পরিবর্তিত স্কোরে (Derived score) পরিণত করতে হয়। প্রাথমিকভাবে বিভিন্ন বিষয়ে প্রাপ্ত স্কোরগুলি বিভিন্ন এককে বা বিভিন্ন মাপকাঠিতে পরিমাপ করা হয়ে থাকে। সেইজন্য প্রথমেই পরিমাপগুলিকে একক শূন্য (Unit free) বা একক ছাড়া স্কোরে পরিণত হবে নতুবা তাদের তুলনা শুদ্ধ গাণিতিক পদ্ধতিতে করা সম্ভব নয় নিম্নে একটা উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টা ব্যাখ্যা করা হল।

এই কারণে যখন কোন ব্যক্তির একাধিক বিষয়ে পারদর্শিতা পরিমাপ করা হয় এবং কোন বিষয়ে তার পারদর্শিতা সবচেয়ে ভালো, তারপর কোন বিষয়ে ভালো এইসব জানার প্রয়োজন হয়। তখন বিভিন্ন বিষয়ের প্রাপ্ত স্কোরকে 'Z' স্কোরে পরিণত করে তুলনা করা যেতে পারে।

Z স্কোরে পরিণত করার সূত্রটি হল :

ধরা যাক কোন বিষয়ে এক ব্যক্তির প্রাপ্ত স্কোর 'X' সেই ব্যক্তি যে দলের অন্তর্ভুক্ত বা যে দলের সঙ্গে তাকে তুলনা করা হবে সেই দলের ব্যক্তিদের ওই বিষয়ে গড় ' \bar{X} ' এবং সমক পার্থক্য σ হলে ওই ব্যক্তির 'Z' স্কোর হবে ব্যক্তির স্কোর ও গড়ের মধ্যে যে পার্থক্য সেটা সমক পার্থক্যের কতগুণ। অর্থাৎ

$$\text{ব্যক্তির 'Z' স্কোর} = \frac{(X - \bar{X})}{\sigma} \dots (10.8)$$

ব্যক্তির স্কোর দলের গড় অপেক্ষা কম হলে সেক্ষেত্রে তার 'Z' স্কোর ঋণাত্মক হবে।

দলের প্রত্যেক ব্যক্তির স্কোর 'Z' স্কোরে পরিণত করে তার যদি গড় ও সমক পার্থক্য পরিমাপ করা হয় তাহলে গড় শূন্য (0) এবং সমক বিচ্যুতি হবে 1। Z স্কোরের কোনো একক নেই। 'Z' স্কোরকে সিগমা (σ) স্কোরও বলা হয়।

Z স্কোরের সাহায্যে কোনো ব্যক্তির কয়েকটি বিষয়ের মধ্যে তুলনা করা যায়। নীচের উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি বোঝানো হল

সারণি 10.2

বিষয়	গড়	সমক পার্থক্য	প্রাপ্ত স্কোর	র‍্যাঙ্ক	Z স্কোর	র‍্যাঙ্ক
অঙ্ক	60	6.5	70	1	1.54	3
বিজ্ঞান	55	5.5	65	2	1.82	2
ইংরেজি	50	5	60	3	2	1

উদাহরণটিতে দেখা যাচ্ছে প্রাপ্ত স্কোরের ভিত্তিতে বিষয়গুলিতে যে র‍্যাঙ্ক দেখা যাচ্ছে 'Z' স্কোরের ভিত্তিতে র‍্যাঙ্ক হচ্ছে। ছেলেটি অঙ্কে অন্যান্য ছেলের চেয়ে যত ভালো করেছে তার চেয়ে ইংরেজিতে বেশি ভালো করেছে যদিও অঙ্কের চেয়ে ইংরেজিতে কম নম্বর পেয়েছে। এইজন্য ইংরেজিতে Z স্কোর অনুযায়ী র‍্যাঙ্ক সবচেয়ে ভালো হয়েছে। এটাই সঠিক নির্ণয়।

১০.৬ T-স্কোর (T-Score)

T স্কোর হল এক ধরনের স্বাভাবিকৃত (Normalized) আদর্শ স্কোর যার গড় হল 50 এবং সমচ্যুতি হল 10। কোন একগুচ্ছ স্কোরকে অর্থাৎ কোন একটা দলের সভ্যদের প্রাপ্ত স্কোর 'T' স্কোরে পরিণত করলে মূল স্কোরের বন্টনের আকৃতি, গড় ও সমক পার্থক্য যাই হোক না কেন T-স্কোরে পরিবর্তিত স্কোরগুলির বন্টন স্বাভাবিক বন্টন হবে (Normal distribution) এবং স্কোরগুলির গড় 50 ও সমক পার্থক্য 10 হবে।

একটা উদাহরণের সাহায্যে T স্কোর নির্ণয়ের পদ্ধতিটি বর্ণনা করা হল নীচের তালিকায় 50 জন ছাত্রের কোনো পরীক্ষায় প্রাপ্ত নম্বরগুলির পরিসংখ্যা বন্টনটি দেওয়া হল। পরীক্ষাটি 10 নম্বরের মধ্যে হয়েছিল। প্রত্যেক স্কোরের T Score নির্ণয় করতে হবে।

সারণি 10.3

প্রাপ্ত স্কোর	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
পরিসংখ্যা	1	3	6	9	11	8	6	3	2	1

T-স্কোর নির্ণয় :

সারণি 10.4

স্কোর	f	Cumf	আলোচ্য স্কোরের পূর্ববর্তী স্কোর পর্যন্ত Cumf + স্কোরের পরিসংখ্যার অর্ধেক	4 নং স্তম্ভের পরিসংখ্যা মোট স্কোরের কত শতাংশ	T স্কোর
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	1	1	0.5	1	27
2	3	4	2.5	5	34
3	6	10	7	14	39
4	9	19	14.5	29	44
5	11	30	24.5	49	50
6	8	38	34	68	55
7	6	44	41	82	59
8	3	47	45.5	91	63
9	2	49	48	96	68
10	1	50	49.5	99	73
	N = 50				

f—পরিসংখ্যা Cumf ক্রমপঞ্জীত (Cumlative) পরিসংখ্যা

T স্কোর নির্ণয়ের পদ্ধতি :

1. প্রত্যেক স্কোরের ক্রমপঞ্জীত পরিসংখ্যা নির্ণয় করে স্তম্ভ '3'-এ লেখা হল।
2. কোন স্কোরের আগে পর্যন্ত ক্রমপঞ্জীত পরিসংখ্যার সঙ্গে ওই স্কোরের অন্তর্গত পরিসংখ্যার অর্ধেক যোগ করে '4' নং স্তম্ভে লেখা হল।

3. 4নং স্তম্ভের প্রত্যেক পরিসংখ্যাকে মোট স্কোরের শতাংশে পরিণত করা হল এবং তা 5নং স্তম্ভে লেখা হল।

5নং স্তম্ভের প্রত্যেক শতাংশ পরিসংখ্যার জন্য T স্কোরের Table থেকে যেটি সবচেয়ে কাছাকাছি মান সেটা 6নং স্তম্ভে লেখা হল।

এই চারটি ধাপ উদাহরণের সাহায্যে বোঝানো হল। তালিকাতে (10.4) স্কোর '5'-এর পরিসংখ্যা হল 11 এবং 5-এর আগে 4 পর্যন্ত ক্রমপঞ্জীত পরিসংখ্যা হল 19। এখন 19-এর সঙ্গে 11-এর অর্ধেক 5.5 যোগ করে যোগফল 24.5, '4' নং স্তম্ভে 5 বরাবর লেখা হল 24.5-কে মোট পরিসংখ্যা 50 এর শতাংশে পরিণত করার জন্য 24.5-কে 50 দিয়ে ভাগ করে 100 দিয়ে গুণ করা হল এবং গুণফলটা (49) '5' নং স্তম্ভে লেখা হল। '5' নং স্তম্ভের স্কোর 5 বরাবর মান '49' এর T স্কোর 50 T-টেবিল থেকে নির্ণয় করা হল।

১০.৬.১. T-স্কোরের সুবিধা :

(১) T-স্কোরের একটি পরিবর্তিত আদর্শ স্কোর ফলে আদর্শ স্কোরের যা যা সুবিধা তা T-স্কোরের ক্ষেত্রেই পাওয়া যাবে উপরন্তু সাধারণ আদর্শ স্কোরে যে অসুবিধাগুলি আছে T-স্কোরের ক্ষেত্রে সেগুলি দূর করা সম্ভব।

(২) প্রাপ্ত স্কোরকে T-স্কোরে পরিবর্তনের মাধ্যমে স্বাভাবিক বন্টনে (Normal distribution) রূপান্তর করা সম্ভব হয়। তবে প্রাপ্ত স্কোরে বন্টন স্বাভাবিক বন্টন থেকে অনেক পৃথক হলে প্রাপ্ত স্কোরকে T-স্কোরে পরিবর্তন না করে সাধারণ আদর্শ স্কোর বা 'Z' স্কোরে পরিবর্তন করা উচিত।

T-স্কোরের মান 100 এককের স্কেল অনুযায়ী হয় তাই প্রাপ্ত স্কোরকে T-স্কোরে পরিবর্তন করলে স্কোরটি সম্বন্ধে আমাদের সাধারণ ধারণা অনুযায়ী বুঝতে অসুবিধা হয় না।

T-স্কোরের প্রসার অনেক বেশি বলে প্রাপ্ত সবরকম স্কোরকেই T-স্কোরের পরিবর্তন করে স্কোরগুলির মধ্যে পার্থক্য খুব সহজেই বোঝা যায়।

১০.৭ প্রশ্নাবলী (Questions)

১। কোন পরীক্ষায় প্রাপ্ত স্কোরকে স্কেলি ; পদ্ধতিতে পরিবর্তিত স্কোরে পরিণত করা প্রয়োজন কখন হয়? শতাংশ স্কোর ও শতাংশ র‍্যাঙ্ক বলতে কী বোঝেন?

২। (ক) নিম্নের পরিসংখ্যা বন্টন থেকে 30 শতাংশ (P_{30}) এবং 60 শতাংশ (P_{60}) যে স্কোরে নীচে আছে বের করুন।

(খ) স্কোর 47 ও 52-র শতাংশ র‍্যাঙ্ক বাহির করুন :

স্কোরের শ্রেণিবিভাগ	পরিসংখ্যা
29.5—34.5	2
34.5—39.5	7
39.5—44.5	12
44.5—49.5	18
49.5—54.5	21
54.5—59.5	10
59.5—64.5	7
64.5—69.5	3
	80

৩। নিম্নে তিনজন পরীক্ষার্থীর (A, B, C) তিনটি বিষয়ে প্রাপ্ত নম্বর দেওয়া হল তিনটি বিষয়ে (X, Y, Z) সমস্ত পরীক্ষার্থীর নম্বরের গড় ও সম্যক বিচ্যুতি দেওয়া হল। পরীক্ষার্থীদের প্রাপ্ত নম্বর Z স্কোরে পরিণত করে তার ভিত্তিতে তাদের সাফল্য তুলনা করুন।

পরীক্ষার্থী	বিষয়		
	X	Y	Z
A	60	64	60
B	65	60	62
C	68	54	66
গড়	65	55	58
সম্যক বিচ্যুতি	6	5	4

[উত্তর সংকেত :
প্রত্যেকের তিনটি বিষয়ে
প্রাপ্ত নম্বর 'Z' স্কোরগুলি
চিহ্ন অনুযায়ী যোগ করে
সাফল্য তুলনা করতে
হবে।]

3. T স্কোরের বৈশিষ্ট্যগুলি বর্ণনা করো। নিম্নের পরিসংখ্যা বন্টনটিতে প্রতিটি স্কোরে T স্কোর নির্ণয় করো।

স্কোর	পরিসংখ্যা
3	2
4	5
5	12
6	16
7	11
8	7
9	4
10	3
	60

১০.৮ গ্রন্থপঞ্জি (Bibliography) (For all Units)

1. Garrett, H.E. and Woodworth, R.S. (1981). Statistics in Psychology and Education. Valkils, Feffer and Simons Ltd. Bombay.
2. Guilford, J.P. and Fruchter, B. (1978) Fundamental Statistics in Pschylogy and Education. Mc. Grow-Hill.
3. Das, D. and Das, A. (1998) Statistics in Biology and Psychology : 3rd Edn. Academic Publishers, Calcutta.
4. Roy, Sushil (2000) Mulyan : Niti and Caushal, Soma Book Agency, Calcutta.
5. Siegel, Sidney (1956). Non-parmetric Statistics for the Behavioral sciences, International Student Edition, Mc Grow-Hill Kogakushe, Ltd. New Delhi.

APPENDICES

Table 1: Fractional parts of the total area (taken as 10,000) under the normal probability curve ; corresponding to distances of the baseline between the mean and successive points laid off from the mean in units of standard deviation.

Example : between the mean and a point 1.38σ ($\frac{x}{\sigma} = 1.38$) are found 41.62% of the entire area under the curve.

$\frac{x}{\sigma}$.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0000	0040	0080	0120	0160	0199	0239	0279	0319	0359
0.1	0398	0438	0478	0517	0557	0596	0636	0675	0714	0753
0.2	0793	0832	0871	0910	0984	0987	1026	1064	1103	1141
0.3	0793	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0.4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0.5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0.6	2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2517	2549
0.7	2580	2611	2642	2673	2704	2734	2764	2794	2823	2852
0.8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0.9	3159	3188	3212	3238	3264	3290	3315	3340	3365	3389
1.0	3413	3438	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1.1	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1.2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1.3	4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1.4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1.5	4332	4345	4357	4370	4383	4394	4406	4418	4429	4441
1.6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1.7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1.8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1.9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2.0	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2.1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857

$\frac{x}{\sigma}$.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
2.2	1861	4864	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4887	4890
2.3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2.4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936
2.5	4938	4940	4941	4943	4945	4946	4948	4949	4951	4952
2.6	4953	4955	4956	4957	4959	4960	4961	4962	4963	4964
2.7	4965	4966	4967	4968	4969	4970	4971	4972	4973	4974
2.8	4974	4975	4976	4977	4977	4978	4979	4979	4980	4981
2.9	4981	4982	4982	4983	4984	4984	4985	4985	4986	4986
3.0	4985.5	4986.9	4987.4	4987.8	4988.2	4988.6	4988.9	4989.3	4989.7	4990.0
3.1	4990.3	4990.6	4991.0	4991.3	4991.6	4991.8	4992.1	4992.4	4992.6	4992.9
3.2	4993.129									
3.3	4995.166									
3.4	4996.631									
3.5	4997.674									
3.6	4998.409									
3.7	4998.922									
3.8	4999.277									
3.9	499.519									
4.0	4999.683									
4.5	4999.966									
5.0	4999.997133									

Table A-D and H are taken from Garrett, E.H & Woodwoth, R.S. (1981), Statistics in Psychology and Education, Vakils, Feffer and Simons Ltd, Bombay

Tables E-G are taken from Siegel Sidney (1956).

Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw—Hill Kogakusha Ltd. New Delhi.

4-অনুপাতের তাৎপর্য নির্ণয়ের তালিকা

Table-B [Table for determining the significance of t-ratio]

Degrees of Freedom (df)	← Level of Significance →			
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	t = 6.36	t = 12.71	t = 31.82	t = 63.66
2	2.92	4.30	6.96	9.92
3	2.35	3.18	4.54	5.84
4	2.13	2.78	3.75	4.60
5	2.02	2.57	3.36	4.03
6	1.49	2.45	3.14	3.71
7	1.90	2.36	3.00	3.50
8	1.86	2.31	2.90	3.36
9	1.83	2.26	2.82	3.25
10	1.81	2.23	2.76	3.17
11	1.80	2.20	2.72	3.11
12	1.78	2.18	2.68	3.06
13	1.77	2.16	2.65	3.01
14	1.76	2.14	2.62	2.98
15	1.75	2.13	2.60	2.95
16	1.75	2.12	2.58	2.92
17	1.74	2.11	2.57	2.90
18	1.73	2.10	2.55	2.88
19	1.73	2.09	2.54	2.86
20	1.72	2.09	2.53	2.84
21	1.72	2.08	2.52	2.83
22	1.72	2.07	2.51	2.82
23	1.71	2.07	2.50	2.81

Degrees of Freedom (df)	←Level of Significance→			
	0.10	0.05	0.02	0.01
24	1.71	2.06	2.49	2.80
25	1.71	2.06	2.48	2.79
26	1.71	2.06	2.48	2.78
27	1.70	2.05	2.47	2.77
28	1.70	2.05	2.47	2.76
29	1.70	2.04	2.46	2.76
30	1.70	2.04	2.46	2.75
35	1.69	2.03	2.44	2.72
40	1.68	2.02	2.42	2.71
45	1.68	2.02	2.41	2.69
50	1.68	2.01	2.40	2.68
60	1.67	2.00	2.39	2.66
70	1.67	2.00	2.38	2.65
80	1.66	1.99	2.38	2.64
90	1.66	1.99	2.37	2.63
100	1.66	1.98	2.36	2.63
125	1.66	1.98	2.36	2.62
150	1.66	1.98	2.35	2.61
200	1.65	1.97	2.35	2.60
300	1.65	1.97	2.34	2.59
400	1.65	1.97	2.34	2.59
500	1.65	1.96	2.33	2.59
1000	1.65	1.96	2.33	2.58
∞	1.65	1.96	2.33	2.58

Table-C

F-অনুপাতের তাৎপর্য নির্ণয়ের তালিকা
(Table for interpretation of F-ratio)

(এখানে 5% স্তরে F-এর মানের জন্য স্বাভাবিকভাবে ছাপা মানগুলিকে স্থাপন করা হয়েছে এবং 1% স্তরে F-এর মানের জন্য মানগুলি মোটা লাইনে ছাপা হয়েছে।)

(df)	আন্তর ভ্যারিয়েন্সের জন্য স্বাধীন চলের সংখ্যা (df. for Between variance)									
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161.45	199.50	215.72	224.57	230.17	233.97	238.89	243.91	249.04	254.32
	4052.10	4999.03	5403.49	5625.14	5764.08	5859.39	5981.34	6105.83	6234.16	6366.48
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.37	19.41	19.45	19.50
	98.49	99.01	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.42	99.46	99.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.84	8.74	8.64	8.53
	34.12	30.81	29.46	28.71	28.24	27.91	27.94	27.05	26.60	26.12
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.04	5.91	5.77	5.63
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.80	14.37	13.93	13.46
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.82	4.68	4.53	4.36
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.27	9.89	9.47	9.02
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.15	4.00	3.84	3.67
	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.10	7.72	7.32	6.88
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.73	3.57	3.41	3.23
	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.84	6.47	6.07	5.65
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.44	3.28	3.12	2.93
	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.03	6.03	5.67	5.28	4.86
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.23	3.07	2.90	2.71
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.47	5.11	4.73	4.31
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.07	2.91	2.74	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.06	4.71	4.33	3.91
11	4.48	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	2.95	2.79	2.61	2.40
	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.74	4.40	4.02	3.60

(df)	আন্তর ভ্যারিয়েন্সের জন্য স্বাধীন চলের সংখ্যা (df. for Between variance)										
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞	
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.60	2.85	2.69	2.50	2.30	
	9.33	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.77	2.60	2.42	2.21	
13	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.77	2.60	2.42	2.21	
	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.30	3.96	3.59	3.16	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.70	2.53	2.35	2.13	
	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.14	3.80	3.43	3.00	
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.64	2.48	2.29	2.07	
	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.00	3.67	3.29	2.87	
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.59	2.42	2.24	2.01	
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	3.89	3.55	3.18	2.75	
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.55	2.38	2.19	1.96	
	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.79	3.45	3.08	2.65	
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.51	2.34	2.15	1.92	
	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.71	3.37	3.01	2.57	
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.48	2.31	2.11	1.88	
	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.63	3.30	2.92	2.49	
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.45	2.28	2.08	1.84	
	8.10	5.85	4.49	4.43	4.10	3.87	3.56	3.23	2.86	2.42	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.42	2.25	2.05	1.81	
	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.51	3.17	2.80	2.36	
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.40	2.23	2.03	1.78	
	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.75	3.45	3.12	2.75	2.30	
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.38	2.20	2.00	1.76	
	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.41	3.07	2.70	2.26	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.36	2.18	1.98	1.73	
	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.36	3.03	2.66	2.21	

(df)	আন্তর ভ্যারিয়েন্সের জন্য স্বাধীন চলের সংখ্যা (df. for Between variance)										
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞	
25	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.34	2.16	1.96	1.71	
	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.32	2.99	2.62	2.17	
26	4.22	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.32	2.15	1.95	1.69	
	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.29	2.96	2.58	2.13	
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.30	2.13	1.93	1.67	
	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.26	2.93	2.55	2.10	
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.44	2.29	2.12	1.91	1.65	
	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.23	2.90	2.52	2.06	
29	4.81	3.33	2.93	2.70	2.54	2.43	2.28	2.10	1.90	1.64	
	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.20	2.87	2.49	2.03	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.27	2.09	1.89	1.62	
	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.17	2.84	2.47	2.01	
35	4.12	3.26	2.87	2.64	2.48	2.37	2.22	2.04	1.83	1.57	
	7.42	5.27	4.40	3.91	3.59	3.37	3.07	2.74	2.37	1.90	
40	4.80	3.33	2.84	2.61	2.45	2.34	2.18	2.00	1.79	1.52	
	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	2.99	2.66	2.29	1.82	
45	4.06	3.21	2.81	2.58	2.42	2.31	2.15	1.97	1.76	1.48	
	7.23	5.11	4.25	3.77	3.45	3.23	2.94	2.61	2.23	1.75	
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.13	1.95	1.74	1.44	
	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	2.89	2.56	2.18	1.68	
60	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.10	1.92	1.70	1.39	
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.82	2.50	2.12	1.60	
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.07	1.89	1.67	1.35	
	7.01	4.92	4.07	3.60	3.29	3.07	2.78	2.45	2.07	1.53	
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.06	1.88	1.65	1.31	
	6.96	4.88	4.04	3.56	3.26	3.04	2.74	2.42	2.03	1.47	

(df)	আন্তর ভ্যারিয়েন্সের জন্য স্বাধীন চলের সংখ্যা (df. for Between variance)									
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.04	1.86	1.64	1.28
	6.92	4.85	4.01	3.53	3.23	3.01	2.72	2.39	2.00	1.43
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.30	2.19	2.03	1.85	1.63	1.26
	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.69	2.37	1.98	1.39
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.01	1.83	1.60	1.21
	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.66	2.33	1.94	1.32
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.00	1.82	1.59	1.18
	6.81	4.75	3.91	3.45	3.14	2.92	2.63	2.31	1.92	1.27
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	1.98	1.80	1.57	1.14
	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.60	2.28	1.88	1.21
300	3.87	3.03	2.64	2.41	2.25	2.13	1.97	1.79	1.55	1.10
	6.72	4.68	3.85	3.38	3.08	2.86	2.57	2.24	1.85	1.14
400	3.86	3.02	2.63	2.40	2.24	2.12	1.96	1.78	1.54	1.07
	6.70	4.66	3.83	3.37	3.06	2.85	2.56	2.23	1.84	1.11
500	3.86	3.01	2.62	2.39	2.23	2.11	1.96	1.77	1.54	1.06
	6.69	4.65	3.82	3.36	3.05	2.84	2.55	2.22	1.83	1.08
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	1.95	1.76	1.53	1.03
	6.66	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.53	2.20	1.81	1.04
∞	3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	1.94	1.75	1.52	
	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.51	2.18	1.79	

Table-D

X²-এর মানের তাৎপর্য নির্ণয়ের তালিকা
(Table for determining significance of λ^2)

Degrees of free- dom (df)	Levels of Significance (নির্ভরযোগ্য স্তর)										
	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.10	0.05	0.30	0.20	0.10
1	0.00393	0.0158	0.0642	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635
2	0.103	0.211	0.446	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210
3	0.352	0.584	1.005	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345
4	0.711	1.064	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277
5	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086
6	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812
7	2.167	2.833	3.822	4.671	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475
8	2.733	3.490	4.594	5.527	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090
9	3.325	4.168	5.380	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666
10	3.940	4.865	6.179	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209
11	4.575	5.578	6.989	8.148	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725
12	5.226	6.304	7.807	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217
13	5.892	7.042	8.634	9.926	12.340	15.119	16.985	19.362	22.362	25.472	27.688
14	6.571	7.790	9.467	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141
15	7.261	8.547	10.307	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578
16	7.962	9.312	11.152	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000
17	8.672	10.085	12.002	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409
18	9.390	10.865	12.857	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805
19	10.117	11.651	13.716	15.352	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191
20	10.851	12.443	14.578	16.266	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566
21	11.591	13.240	15.445	17.182	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932
22	12.338	14.041	16.314	18.101	21.337	24.393	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289

Degrees of free- dom (df)	Levels of Significance (নির্ভরযোগ্য স্তর)										
	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.10	0.05	0.30	0.20	0.10
23	13.091	14.848	17.187	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638
24	13.848	15.659	18.062	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980
25	14.611	16.473	18.940	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314
26	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642
27	16.151	18.114	20.719	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963
28	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278
29	17.708	19.768	22.475	24.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588
30	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892

Table-E Table of Critical Values of U in the Mann-Whitney Test* (Continued)

Table Km Critical Values of U for a One-tailed Test at $\alpha = 0.025$ or for a Two-tailed Test at $\alpha = 0.05$

$n_1 \backslash n_2$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1												
2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	12	13
5	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20
6	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27
7	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
8	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41
9	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48
10	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55
11	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62
12	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
13	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
14	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83
15	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90
16	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98
17	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105
18	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112
19	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119
20	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127

Table-E. Table of Critical Values of U in the Mann-Whitney

Contd. Test* (Continued)

Table K_{IV} . Critical Values of U for a One-tailed Test at $\alpha = 0.05$ or for a Two-tailed Test at $\alpha = 0.10$

$n_1 \backslash n_2$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1											0	0
2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11
4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
5	9	11	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25
6	12	14	16	17	19	21	23	25	26	28	30	32
7	15	17	19	21	24	26	28	30	33	35	37	39
8	18	20	23	26	28	31	33	36	39	41	44	47
9	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
10	24	27	31	34	37	41	44	48	51	55	58	62
11	27	31	34	38	42	46	50	54	57	61	65	69
12	30	34	38	42	47	51	55	60	64	68	72	77
13	33	37	42	47	51	56	61	65	70	75	80	84
14	36	41	46	51	56	61	66	71	77	82	87	92
15	39	44	50	55	61	66	72	77	83	88	94	100
16	42	48	54	60	65	71	77	83	89	95	101	107
17	45	51	57	64	70	77	83	89	96	102	109	115
18	48	55	61	68	75	82	88	95	102	109	116	123
19	51	58	65	72	80	87	94	101	109	116	123	130
20	54	62	69	77	84	92	100	107	115	123	130	138

Table-E. Table of Critical Values of U in the Mann-Whitney Test* (Continued)

Critical Values of U for a One-tailed Test at $\alpha = 0.01$ or for a Two-tailed Test at $\alpha = 0.10$

$n_2 \backslash n_1$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1												
2					0	0	0	0	0	0	1	1
3	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5
4	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	7	8	9	11	12	13	15	16	18	19	20	22
7	9	11	12	14	16	17	19	21	23	24	26	28
8	11	13	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34
9	14	16	18	21	23	26	28	31	33	36	38	40
10	16	19	22	24	27	30	33	36	38	41	44	47
11	18	22	25	28	31	34	37	41	44	47	50	53
12	21	24	28	31	35	38	42	46	49	53	56	60
13	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67
14	26	30	34	38	43	47	51	56	60	65	69	73
15	28	33	37	42	47	51	56	61	66	70	75	80
16	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	83	87
17	33	38	44	49	55	60	66	71	77	82	88	93
18	36	41	47	53	59	65	70	76	82	88	94	100
19	38	44	50	56	63	69	75	82	88	94	101	107
20	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	107	114

Table-E. Table of Probabilities Associated with Values as Small as Observed Values of x in the Binominal Test*

Give in the body of this table are on-tailed probabilities under H_0 for the binomial test when $P = Q = \frac{1}{2}$. To save space, decimal points are omitted in the p 's

$N \backslash x$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	031	188	500	812	969	†										
6	016	109	344	656	891	984	†									
7	008	062	227	500	773	938	992	†								
8	004	035	145	363	637	855	965	996	†							
9	002	00	090	254	500	746	910	980	998	†						
10	001	011	055	172	377	623	828	945	989	999	†					
11		006	033	113	274	500	726	887	967	994	†	†				
12		003	019	073	194	387	613	806	97	981	997	†	†			
13		002	011	046	133	291	500	709	867	954	989	998	†	†		
14		001	006	029	090	212	395	605	788	910	971	994	999	†	†	
15			004	018	059	151	304	500	696	849	941	982	996	†	†	†
16			002	011	038	105	227	402	598	773	895	962	989	998	†	†
17			001	006	025	072	166	315	500	685	834	928	975	994	999	†
18			001	004	015	048	119	240	407	593	760	881	952	985	996	999
19				002	010	032	084	180	324	500	676	820	916	968	990	998
20				001	006	021	058	132	252	412	588	748	868	942	979	994
21				001	004	013	039	095	192	332	500	668	808	905	961	987
22					002	008	026	067	143	262	416	584	738	857	933	974
23					001	005	017	047	105	202	339	500	661	798	895	953
24					001	003	011	032	076	154	271	419	581	729	864	924
25						002	007	022	054	115	212	345	500	655	788	885

Table-G. Table of Critical Values of T in the Wilcoxon Matched-pairs Signed-ranks Test*

N	Level of significance for one-tailed test		
	.025	.01	.005
	Level of significance for two-tailed test		
	.05	.02	.01
6	0	—	—
7	2	0	—
8	4	2	0
9	6	3	2
10	8	5	3
11	11	7	5
12	14	10	7
13	17	13	10
14	21	16	13
15	25	20	16
16	30	24	20
17	35	28	23
18	40	33	28
19	46	38	32
20	52	43	38
21	59	49	43
22	66	56	49
23	73	62	55
24	81	69	61
25	89	77	68

Table-H

T-স্কোরের তালিকা

নির্দিষ্ট স্কোরের মধ্য বিন্দুর নীচ পর্যন্ত স্কোর সংখ্যার (N) শতকরা হার	T-স্কোর	নির্দিষ্ট স্কোরের মধ্য বিন্দুর নীচ পর্যন্ত স্কোর সংখ্যার (N) শতকরা হার	T-স্কোর
.0032	10	4.46	33
.0048	11	5.48	34
.007	12	6.68	35
.011	13	8.08	36
.016	14	9.68	37
.023	15	11.51	38
.034	16	13.57	39
.048	17	15.87	40
.069	18	18.41	41
.097	19	21.19	42
.13	20	24.20	43
.19	21	27.43	44
.26	22	30.85	45
.35	23	34.46	46
.47	24	38.21	47
.62	25	42.07	48
.82	26	46.02	49
1.07	27	50.00	50
1.39	28	53.98	51
1.79	29	57.93	51
2.28	30	57.93	52
2.87	31	61.79	53
3.59	32	65.54	54
		69.15	55

নির্দিষ্ট স্কোরের মধ্য বিন্দুর নীচ পর্যন্ত স্কোর সংখ্যার (N) শতকরা হার	T-স্কোর
72.57	56
75.80	57
78.81	58
81.59	59
84.13	60
86.43	61
88.49	62
90.32	63
91.92	64
93.32	65
94.52	66
95.54	67
96.41	68
97.13	69
97.72	70
98.21	71
98.61	72
98.93	73

নির্দিষ্ট স্কোরের মধ্য বিন্দুর নীচ পর্যন্ত স্কোর সংখ্যার (N) শতকরা হার	T-স্কোর
99.18	74
99.38	75
99.53	76
99.65	77
99.74	78
99.81	79
99.865	80
99.903	81
99.931	82
99.952	83
99.966	84
99.977	85
99.984	86
99.989	87
99.993	88
99.995	89
99.979	90

Note

Note

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

100

The study of education which takes account of the social, economic, and political conditions in which it operates is known as the sociology of education.

100

The study of education which takes account of the social, economic, and political conditions in which it operates is known as the sociology of education.

মানুষের জ্ঞান ও ভাবকে বইয়ের মধ্যে সঞ্চিত করিবার যে একটা প্রচুর সুবিধা আছে, সে কথা কেহই অস্বীকার করিতে পারে না। কিন্তু সেই সুবিধার দ্বারা মনের স্বাভাবিক শক্তিকে একেবারে আচ্ছন্ন করিয়া ফেলিলে বুদ্ধিকে বাবু করিয়া তোলা হয়।

— রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

ভারতের একটা mission আছে, একটা গৌরবময় ভবিষ্যৎ আছে, সেই ভবিষ্যৎ ভারতের উত্তরাধিকারী আমরাই। নূতন ভারতের মুক্তির ইতিহাস আমরাই রচনা করছি এবং করব। এই বিশ্বাস আছে বলেই আমরা সব দুঃখ কষ্ট সহ্য করতে পারি, অন্ধকারময় বর্তমানকে অগ্রাহ্য করতে পারি, বাস্তবের নিষ্ঠুর সত্যগুলি আদর্শের কঠিন আঘাতে ধূলিসাৎ করতে পারি।

— সুভাষচন্দ্র বসু

Any system of education which ignores Indian conditions, requirements, history and sociology is too unscientific to commend itself to any rational support.

— Subhas Chandra Bose

Price : Rs. 150.00

(NSOU-র ছাত্রছাত্রীদের কাছে বিক্রয়ের জন্য নয়)