प्रकरण ४ थे

संशोधनाची कार्यपद्धती

४.१.०	प्रास्ताविक	63
४.१.१	संशोधन पद्धतीची निवड	63
४.१.२	प्रायोगिक पद्धती	65
४.१.३	प्रायोगिक अभिकल्प निवड	67
४.१.४	पूर्वोत्तर परिक्षण नियंत्रण गट अभिकल्प	70
४.२.०	उपयोगात आणलेल्या प्रायोगिक अभिकल्पाच्या सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण	71
४.२.१	प्रयोगाच्या आंतरिक सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण	72
४.२.२	प्रयोगाच्या बाहय सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण	76
४.२.३	चल घटक	77
४.३.०	न्यादर्श, न्यादर्शन पद्धती	79
४.३.१	नमुना आकार	82
४.४.०	प्रायोगिक भागाचे नियोजन व अंमलबजावणी	87
४.४.१.०	प्रयोगपूर्व तयारी	87
४.४.१.१	संबंधित व्यक्तींची परवानगी	87
४.४.२.०	संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानांच्या पाठांचे विकसन	88
४.४.२.१	नियोजन	88
४.४.२.२	प्रत्यक्ष अध्यापन	89
४.४.२.३	मूल्यमापन	89
४.५.०	माहिती संकलनाची साधने	92
४.५.१	संशोधन साधनांची अंमलबजावणी	95
४.६.०	माहिती विश्लेषण व अन्वयार्थासाठी सांख्यिकीय तंत्राची निवड	95
४.७.०	समारोप	100

प्रकरण ४ थे

संशोधनाची कार्यपद्धती

४.१.० प्रास्ताविक

मागील प्रकरणांत संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाच्या सैद्धांतिक भागाचे विवेचन करुन प्रचलित पद्धतींशी प्रतिमानाची तुलना केली.

या प्रकरणात संशोधन कार्यपद्धतीचे विवेचन केले आहे. यामध्ये संशोधन पद्धतीची निवड, प्रायोगिक पद्धती, प्रायोगिक अभिकल्प निवड तसेच निवडण्यांत आलेल्या प्रायोगिक अभिकल्पाविषयीचे विवेचन केले आहे. या प्रकरणाच्या दुसऱ्या भागात प्रायोगिक अभिकल्पाच्या सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण, चल घटक, न्यादर्श व न्यादर्शन, संशोधनाची साधने, माहिती विश्लेषण व अन्वयार्थासाठीची तंत्रे याविषयीची माहिती दिली आहे. शेवटी प्रकरणाचा समारोप केला आहे.

४.१.१ संशोधन पद्धतीची निवड

संशोधनाचे वर्गीकरण त्याच्या अभिलक्षणाप्रमाणे निरनिराळया प्रकारे करता येईल. साधारणपणे संशोधनाच्या पद्धतीनुसार केलेले वर्गीकरण बहुतेक तज्ज्ञांनी मान्य केले आहे. संशोधन पद्धतीचे वर्गीकरण विशेषत: संशोधनाची उद्दिष्टे, माहिती संकलनाची तंत्रे, नियंत्रण तंत्र, साधने, क्षेत्र इत्यादी प्रकारच्या आधारावर केले जाते. संशोधन पद्धतीचे प्रामुख्याने तीन गटात वर्गीकरण केले जाते.

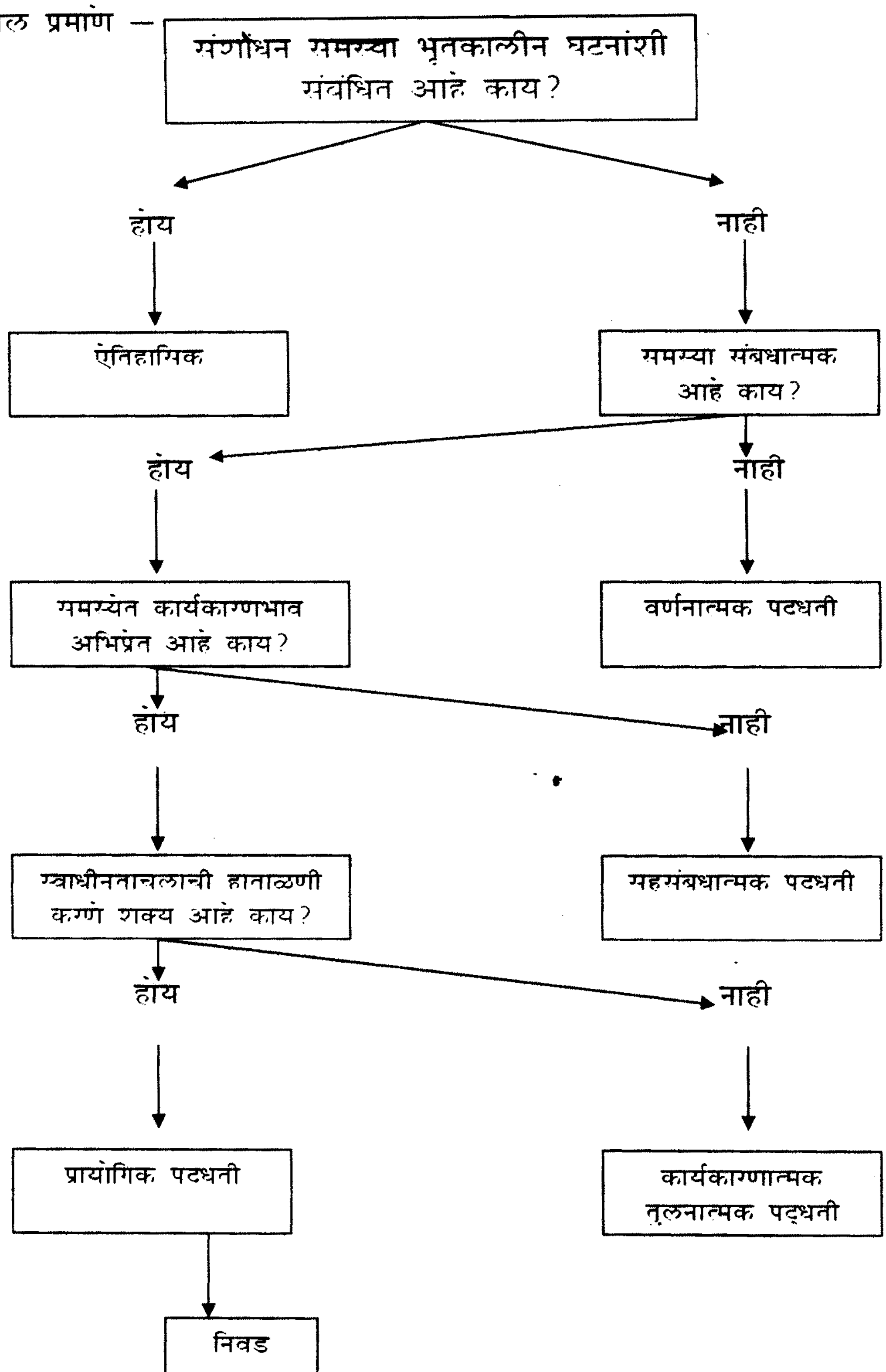
१) ऐतिहासिक संशोधन पद्धती.

२) सर्वेक्षण संशोधन पद्धती.

३) प्रायोगिक संशोधन पद्धती.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकास इयत्ता आठवीच्या अभ्यासक्रमातील गणित विषयाच्या अध्ययनाची परिणामकारकता कशी वाढविता येईल, या समस्येची सोडवणूक करावयाची होती. ही समस्या सोडविण्याच्या संदर्भात संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाचे विकसन व उपयोजन करुन या पद्धतीची परिणामकारकता

अभ्यासावयाची होती. त्यासाठी संशोधकाने प्रथम संशोधन पद्धतीची निवड केली. संशोधन पद्धतीची निश्चिती करताना नियतरीतीचा (Algorithm)अवलंब केला ती पुढील प्रमाण –



आकृती क्र. ४.१

संशोधन अभ्यासाची पद्धती निर्धारीत करण्याचा मार्ग दर्शविणारी नियत रिती
(संदर्भ :— पंडित ब.बि. (१९९७)

४.१.२ प्रायोगिक पद्धती

कार्यकारण संबंध दर्शविणाऱ्या गृहीतकृत्याचे खरेखुरे परीक्षण करण्याची एकमेव संशोधन पद्धती म्हणजे प्रायोगिक पद्धती होय.एखादी घटना अथवा लक्षण दुसऱ्या एखाद्या घटनेसाठी अथवा लक्षणासाठी जबाबदार आहे हे व्यक्त करणारे विधान म्हणजे कार्यकारण दर्शविणारे गृहीतकृत्य होय.

प्रायोगिक संशोधनात संशोधक कमीत कमी एका स्वाधीन चलाची हाताळणी करतो. इतर संबद्ध चलघटक नियंत्रित करतो आणि स्वाधीन चलाच्या एका अथवा अनेक आश्रित चलांवर होणाऱ्या परिणामांचे निरीक्षण करतो. स्वाधीन चल हा कायमस्वरुपी पूर्ववर्ती असतो. तो प्रायोगिक अथवा उपचार घटक या नावाने ओळखला जातो. शैक्षणिक संशोधनात अध्यापन पद्धती, स्वाध्याय प्रकार, प्रबलनाचा प्रकार, प्रबलनाची वारंवारिता, अध्ययन अध्यापनाच्या साहित्याचा प्रकार, शिक्षकांनी विचारलेल्या प्रश्नांचा प्रकार, वर्गाचा प्रकार इत्यादी स्वाधीन चलांची हाताळणी केली जाते. आश्रित चल हा परिणामस्वरुपी असतो. स्वाधीन चलांच्या हाताळणीमुळे दोन गटांमध्ये होणारा फरक अथवा बदल यालाच आश्रित चल किंवा निकष चल म्हणून संबोधले जाते. आश्रित चलांमध्ये — उपलब्धी, विषयाबद्दलची अभिरुची, अवधान, कक्षा अभिप्रेरणा, शाळेबद्दलची अभिवृत्ती इत्यादी चलांचा समावेश होतो. या प्रकारात संशोधक एका गटाला उपचारमात्रा योग्य कालावधी पर्यंत देतो. उपचार घेणाऱ्या दोन्ही गटांचे निरीक्षण अथवा मापन करुन त्यात कांही फरक आढळतो काय याचा शोध घेतो. संशोधकाला दोन गटांच्या उत्तर परीक्षणातील सरासरी गुणांकामध्ये फरक आढळून आल्यास तो फरक उपचारामुळे पडला असून उपचार त्या फरकाला कारणीभूत असतो संशोधन प्रक्रियेची मूलभूत अशी चार वैशिष्टये आहेत.

१) गटांची तुलना.

२) स्वाधीन चलाची हाताळणी.

३) यादृच्छिकरण

४) नियंत्रण.

या पद्धतीची प्रक्रिया खालील पायऱ्यातून चालते.

१) समस्येची निवड व व्याख्या.

२) प्रयोगवस्तूची व मापनसाधनांची निवड.

३) अभिकल्पाची निवड.

४) कार्यप्रणालीची निवड.

५) आधारसामग्रीचे विश्लेषण आणि निष्कर्षाची मांडणी.

प्रायोगिक अभ्यासात सर्व दृष्ट्या समान अशा दोन गटांची निवड करण्यता येते. म्हणजेच निवड करतांना गृहितकृत्यात ज्या चलांमध्ये कार्यकारण संबंध दर्शविलेला आहे. त्या चलांवर गटाच्या ज्या लक्षणामुळे काहीतरी परिणाम होणे शक्य आहे. अशा लक्षणांच्या बाबतीत या गटांमध्ये भिन्नता आढळणार नाही व अशी भिन्नता आली असेल तर ती केवळ योगायोगानेच आली असेल याची काळजी घेतली जाते. यापैकी एकास प्रायोगिक गट व दुसऱ्यास नियंत्रित गट मानले जाते. प्रायोगिक गटास गृहितकृत्यामध्ये जे स्वाधीन चल घटक मानले गेले त्या चलांची मात्र दिली जाते व नियंत्रित गटास त्या चलापासून वेगळे राखले जाते. किंवा त्यास पर्यायी चलाची मात्रा दिली जाते व गटांची तुलना केली जाते. उपचारामुळे त्यात काही बदल किंवा फरक घडून आला आहे किंवा नाही याबाबतचा निष्कर्ष काढला जातो.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकास आठवीच्या अभ्यासक्रमातील गणित विषयाच्या अध्यापनाची परिणामकारकता संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाचा अवलंब करुन वाढविता येते. या कार्यकारण दर्शविणाऱ्या गृहितकृत्याचे परीक्षण करावयाचे होते. म्हणजेच संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाचा वापर करुन केलेले अध्यापन या स्वाधीन

चलाचा विद्यार्थ्यांचे अध्यन प्राविण्य या आश्रित चलावर होणाऱ्या परिणामांचा शोध घ्यावयाचा असल्याने संशोधकाने प्रायोगिक पद्धतीची निवड केली.

४.१.३ प्रायोगिक अभिकल्प निवड

संशोधन समस्येच्या समाधानासाठी व संशोधन अभ्यासाशी संबंधित नसलेल्या सर्व असंबद्ध चलांचा प्रभाव न्युनतम, निष्फळ किंवा पृथक करण्याचा हेतूने परिकल्पित संरचना (Structure) व प्रशोधन नीती (Strategy of Investigation) म्हणजे संशोधन अभिकल्प होय.

प्रायोगिक संशोधनात अभिकल्पाचे स्वरुप नेमक्या व स्पष्ट शब्दात मांडणे विशेष महत्वाचे व आवश्यक असते.

शोधकार्याच्या अभ्युपगमातील स्वाधीन चलाच्या व अभ्युपगमात अंतर्भूत नसलेल्या परंतु आश्रित चलावर परिणाम करणाऱ्या असंबद्ध चलाच्या नियंत्रण मात्रेच्या नियंत्रणाचे प्रमाण या आधारावर प्रायोगिक अभिकल्पाचे चार गटात वर्गीकरण केले जाते.

१) विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्प (True experimental)

२) प्रायप्रायोगिक (Quasi experimental)

३) परिणामोत्तर कारणमीमांसा (De- Post-Facto)

४) पूर्व प्रायोगिक (Pre experimental)

५) घटकात्मक अभिकल्प (Factorial design) (हे विशुद्ध प्रायोगितेची परिष्कृत रुप आहे.)

प्रायोगिक अभ्यासाची प्रमाणता ही बाहय चलाच्या नियंत्रणाचे प्रत्यक्ष फलित असते. बाह्य चलाच्या नियंत्रणाचे प्रमाण जितके जास्त तितकी प्रायोगिक अभ्यासाची सप्रमाणता अधिक असते. जर बाहय चले नियंत्रित नसतील तर स्वाधीन चलाचे आश्रित चलावर होणाऱ्या परिणामाचे व त्या परिणामाच्या सामान्यीकरणाचे मूल्यांकन करणे कठीण असते. प्रायोगिक अभिकल्पात बाहय चलांना नियंत्रित करुन त्याचे आश्रित चलावर होणारे संभाव्य परिणाम निष्क्रिय अथवा न्यूनतम करण्याचा प्रयत्न केला जातो. चांगल्या संशोधन अभिकल्पात

संशोधन अभ्यासाची सप्रमाणात कमी करणारे जास्तीत जास्त चलघटक नियंत्रित असतात तर निकृष्ट अभिकल्पात कमीत कमी बाहय चलघटक नियंत्रित असतात.

संशोधन निष्कर्षांना प्रभावित करणाऱ्या अनेक बाहयचलांना एकाच वेळी नियंत्रित करण्याचा सर्वोत्कृष्ट मार्ग म्हणजे यादृच्छिकरण (Randomization) त्यासाठी जनसंख्येतून प्रयोगवस्तूची निवड, प्रयोगवस्तूचे गटांमध्ये वितरण, उपचार देण्यासाठी गटाची निवड यासाठी यादृच्छिक – करणाचा उपयोग होणे आवश्यक असते. या सर्व बाबींची दखल विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्प (True experimental design) या प्रायोगिक अभिकल्प प्रकारात घेतली जाते. संशोधन अभ्युपगमाच्या चलांमधील कार्यकारण संबंध निर्विवादपणे प्रस्थापित करण्याच्या दृष्टीने सर्वात सशक्त असा हा अभिकल्प प्रकार आहे. हे या विविध अभिकल्प प्रकारांकरिताच्या अयथार्थतेच्या स्त्रोतांचा (उद्गम) विचार केला असता लक्षात येते. (आकृती ४ – २)

अयथार्ततेचे स्त्रोत

अभिकल्प	आंतरिक								बाहय	
	निवड अंतरक्रिया	समकालिन घटना	परिपक्वता	परीक्षण	साधन सिद्धता	समश्रयन	निवड	मर्त्यता	पूर्वेत्तर परीक्षण उपचार आंतरक्रिया	बहुविध उपचार व्यक्तय
विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्प										
पूर्वोत्तर परिक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प RO x $_1$O RO x $_2$O	+	+	+	+	+	+	+	+	-	(+)
उत्तर परिक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प R x $_1$O RO x $_2$O	+	+	+	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)

प्राय प्रायोगिक अभिकल्प										
असामन नियंत्रित गट अभिकल्प $O x_1 O$ $O x_2 O$	-	+	+	+	+	+	+	+	-	(+)
सामान्य मालिका अभिकल्प 0000 X 0000	(+)	-	+	+	-	+	(+)	+	-	(+)
प्रति संतुलित अभिकल्प $x_1 0\ x_2 0\ x_3 0$	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
पूर्व प्रायोगिक अभिकल्प										
एकल गट केवळ उत्तर परिक्षण अभिकल्प X O	(+)	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)
एकल गट पूर्वोत्तर परिक्षण अभिकल्प O X O	(+)	-	-	-	-	-	-	(+)	-	(+)
एकल गट तुलना अभिकल्प O X O	-	+	-	(+)	(+)	(+)	-	-	(+)	(+)

आकृती ४.२

X किंवा X १ = असामान्य उपचार   + = नियंत्रित घटक

X_2 = नियंत्रित उपचार   (+) = घटक संबंधित नसल्याने नियंत्रित.

O = परीक्षण, पूर्व / उत्तर   - = अनियंत्रित घटक

यादृच्छिक नियुक्ती

प्रायोगिक अभिकल्प प्रकारांकरिता अयथार्थतेचे स्त्रोत (उद्गम)

(संदर्भ : पंडित ब.वि.)

प्रस्तुत संशोधनात या प्रायोगिक अभिकल्प प्रकाराचे गुण लक्षात घेऊन या प्रकारची म्हणजेच विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्प या प्रकाराची निवड केली होती.

'स्वयं अध्ययन संच' या एकाच स्वाधीन चलाची हाताळणी करावयाची असल्याने व प्रयोज्यांची निवड यादृच्छिकरणाने करणे शक्य असल्याने या अभिकल्पाची निवड केली.

विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्प प्रकाराचे प्रमुख दोन उपप्रकार मानले जातात.

१) केवळ उत्तर परीक्षण नियंत्रित गट भिकल्प.

२) पूर्वोत्तर परीक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प.

या अभिकल्पात प्रायोगिक निष्कर्षांना प्रभावित करणारे सर्व नियंत्रण बाहय चले नियंत्रित असतात. विविध प्रायोगिक अभिकल्प प्रकारांचा — 'प्रायोगिक सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणाऱ्या घटकांच्या नियंत्रण क्षमतेच्या संदर्भात तुलनात्मक विचार आकृती ४.२ वरुन दिसून येते.

प्रस्तुत संशोधनासाठी संशोधकाने या दोन उपप्रकारापैकी पूर्वोत्तर परीक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प या विशुद्ध प्रायोगिक अभिकल्पाची निवड केली. या दोन प्रकारापैकी या गटाची निवड करण्याचे कारण म्हणजे प्रयोगाच्या दरम्यान कांही प्रतिसादक गळालेच (प्रायोगिक मर्यादा) तर गळालेले प्रतिसादक व प्रयोगात सामील असलेले प्रतिसादक मुळात सारखेच आहेत की काय याचा पडताळा पूर्व परीक्षणाच्या आधारे पाहता येतो.

प्रायोगिक सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणारे सर्वच घटक नियंत्रित करण्यासाठी तसेच निष्कर्ष अधिक समर्पक येण्यासाठी प्रस्तुत संशोधनात पूर्वोत्तर परीक्षण नियंत्रित गट अभिकल्पाचा उपयोग केला आहे.

४.१.४ पूर्वोत्तर परीक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प

या अभिकल्पात कमीत कमी दोन गट असतात व त्यांची निवड यादृच्छिकरणाच्या आधारे केलेली असते. यादृच्छिक पद्धतीनेच कोणता गट प्रायोगिक व कोणता गट नियंत्रित हे ठरवले जाते. नंतर आश्रित चलांबाबतीत दोन्ही गटांचे पूर्व परीक्षण (01आणि 02) केले जाते. त्यानंतर प्रत्येक गटाला उपचाराची मात्रा (X) नियोजित कालावधीपर्यंत दिली जाते. नियंत्रित गट मात्र उपचारापासून पूर्णत: अलिप्त ठेवला जातो किंवा त्याला दुसऱ्या पर्यायी उपचाराची मात्रा दिली

जाते. प्रयोगाच्या नियोजित अवधीनंतर आश्रित चलाबाबत दोन्ही गटाचे उत्तर परीक्षण (03आणि 04) केले जाते. उत्तर परीक्षणातील गुणांकांची तुलना करुन उपचाराच्या परिणामकारकतेसंबंधी निष्कर्ष काढले जातात.

प्रयोगवस्तूची गटांमध्ये यादृच्छिक नियुक्ती आणि पूर्व परीक्षण व नियंत्रित गट यांची उपस्थिती यांच्या संयोगामुळे या अभिकल्पात सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणारे सर्वच घटक नियंत्रित होतात. या अभिकल्पाचे रेखांकन खालील प्रमाणे.

	१ पूर्व परीक्षण	उपचार	२ (उत्तरपरीक्षण)
प्रायोगिक गट (E)	RO1	X	03
नियंत्रित गट (C)	RO2	-	04

आकृती ४.३

पूर्वोत्तर परिक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प

४.२.० उपयोगात आणलेल्या प्रायोगिक अभिकल्पाच्या सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण

नियंत्रण हा प्रयोगातील मूलभूत घटक आहे. प्रायोगिक संशोधनात संशोधकास स्वाधीन चलाचा आश्रित चलावर होणाऱ्या परिणामांचा अभ्यास करावयाचा असतो. यासाठी स्वाधीन चलाखेरीज अन्य बाहय चलांचा प्रभाव आश्रित चलांवर पडणार नाही याची दक्षता घेणे आवश्यक असते. त्यासाठी प्रयोगाचा अभिकल्प असा असावा की, त्यात प्रायोगिक निष्कर्षाच्या बाबतीत सप्रमाणता असावी.

Cook and Campbel (1979) यांनी उपचार आणि फल यांच्यातील कार्यकारणाच्या संदर्भात वेगवेगळया प्रकारचे सप्रमाणतेचे स्त्रोत सांगितलेले आहेत. ते असे =

१) संख्याशास्त्रीय अनुमान — सप्रमाणता (Staistical conclusion Validity)

२) आंतरिक प्रमाणता (Internal Validity)

३) कारण आणि परिणाम यांच्यातील रचनात्मक सप्रमाणता

(Construct Validity of cause and effect)

४) बाहय सप्रमाणता (External Validity)

प्रायोगिक संशोधनात प्रायोगिक अभ्यासाची आंतरिक सप्रमाणता व बाहय सप्रमाणता यांचा विचार करावा लागतो. या दोन्ही प्रकारच्या सप्रमाणतेचा समतोल विचारात घ्यावा लागतो कारण प्रायोगिक अभ्यासाची आंतरिक सप्रमाणता वाढविण्याच्या प्रयत्नात बाहय सप्रमाणता कमी होत जाते.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने आंतरिक सप्रमाणता व बाहय सप्रमाणता यांच्यामध्ये संतुलन राखण्याचा प्रयत्न केला. त्यामध्ये संतुलन राहावे या साठी अभिकल्पाच्या अयथार्थतेचे स्त्रोत निर्माण करण्याचे तंत्र वापरले हे स्त्रोत खालील प्रमाणे नियंत्रित केले.

४.२.१ प्रयोगाच्या आंतरिक सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण

प्रायोगिक अभ्यासात आश्रित चलाला प्रभावीत करणाऱ्या कोणत्याही अनियंत्रित बाहय चलांमुळे प्रायोगिक अभ्यासाच्या सप्रमाणतेस धोका निर्माण होतो व त्या अभ्यासाची सप्रमाणता प्रश्नांकित होते. प्रायोगिक अभ्यासाच्या सप्रमाणतेसाठी दोन अटी पूर्ण होणे आवश्यक असते.

१) प्रायोगिक अभ्यासाच्या प्राप्त निष्कर्षांना निव्वळ हाताळलेले स्वाधीन चलच कारणीभूत आहेत असे ठामपणे प्रतिपादित करता येणे.

२) प्रायोगिक अभ्यासाचे निष्कर्ष प्रायोगिक विशिष्ट परिस्थितीपेक्षा भिन्न परिस्थितीतही खरे ठरणारे असावेत.

या दोन अटीपैकी पहिल्या अटीस आंतरिक सप्रमाणता तर दुसऱ्या अटीस बाहय सप्रमाणता म्हणून संबोधतात.

गे (१९९२) यांनी आंतरिक सप्रमाणता म्हणजे काय हे सांगतांना असे म्हंटलेले आहे.

"Internal validity refers to the condition that observed differences on the dependent variable are a direct result of manipulation of the independent variable not some other variable".

कॅम्पबेल आणि स्टॅनले (१९७१) यांनी प्रायोगिक संशोधनाच्या आंतरिक सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणारे एकूण आठ घटक सांगितले आहेत.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने या सर्व घटनांना नियंत्रित करण्याचा प्रयत्न केला हे सर्व घटक कसे नियंत्रित होते खालीलप्रमाणे —

१) समकालीन घटना (History)

प्रायोगिक उपचाराच्या दरम्यान घडणाऱ्या व आश्रित चलांवर परिणाम करणाऱ्या अन्य असंबंध घटना म्हणजे 'समकालीन घटना' होय.

प्रस्तुत संशोधन संशोधकाने प्रायोगिक गटाबरोबरच नियंत्रित गटाची व्यवस्था केली होती. समकालीन घटनांचा अनुभव दोन्ही गट सारख्याच प्रमाणांत घेत असल्याने किंबहुना समकालीन घटनांचा परिणाम त्यांच्यावर सारख्याच प्रमाणांत झाला असल्याने समकालीन घटनांचा प्रभाव स्थिर स्वरुपाचा व नियंत्रित होता.

२) पूर्वग्रहयुक्त निवड (Selection)

प्रायोगिक गटांची निवड करतांना सुरुवातीपासूनच विशिष्ट लक्षणांच्या बाबतीत (बुद्धिमत्ता, अभिरुची, अभिवृत्ती, प्रेरणा इत्यादी) भिन्न असलेल्या गटांची निवड करणे म्हणजेच पूर्वग्रहयुक्त निवड होय.

प्रस्तुत संशोधनात पूर्वग्रहयुक्त निवडीचा प्रभाव नियंत्रित करण्यासाठी प्रायोगिक व नियंत्रित गटातील प्रयोगवस्तूंची निवड ही यादृच्छिक पद्धतीने केली. त्याचप्रमाणे पूर्व चाचणी गुणातील विद्यार्थ्यांचे समान गुण लक्षात घेऊन त्यांची यादृच्छिक पद्धतीने प्रायोगिक व नियंत्रित गटामध्ये विभागणी केली होती.

३) परिपक्वता (Maturation)

दीर्घ मुदतीच्या प्रयोगात प्रयोगवस्तूच्या अंतर्गत जैविक व मानसिक स्वरुपाचे बदल होण्याची शक्यता असते. या परिपर्तनाचा प्रभाव प्रयोगवस्तूच्या अंतिम

परीक्षणाच्या गुणांवर पडतो. यामुळे आश्रित चलामध्ये आढळून येणारा फरक केवळ उपचाराचाच आहे असा गैरसमज होण्याची शक्यता असते.

प्रस्तुत संशोधनात कालावधी कमी आहे. तसेच प्रायोगिक व नियंत्रित अशा दोन गटांची व्यवस्था असल्याने हा परिणाम जरी झाला तरी दोन्ही गटांवर सारखाच असणार म्हणून संतुलन (Balancing) या तत्वानुसार हा घटक नियंत्रित झाला.

४) मापन साधन (Instrumentation)

साधन सिद्धीचा संबंध आश्रित चलाच्या मापनासाठी उपयोगात आणलेल्या मापन साधनाच्या अविश्वसनियतेशी असतो. पूर्व परीक्षण आणि उत्तर परीक्षणासाठी दोन भिन्न चाचण्या वापरल्या असतील आणि त्यांचे काठिण्यमूल्य सारखे नसेल, ते संचालित करणारी व गुणांकन करणारी व्यक्ती भिन्न असेल तर साधन सिद्ध ीचा (Instrumentation) धोका संभवतो.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने पूर्व व उत्तरचाचणी (I. व II) या तयार करतांना शास्त्रीय पद्धतीने तयार केल्या होत्या. त्यातील काठिण्यमूल्य सारखेच ठेवण्याचा प्रयत्न केला होता. त्यांचे संचालन व गुणदान एकाच व्यक्तीने केले. याशिवाय नियंत्रित गटाची व्यवस्था असल्याचे साधन सिद्धीचा परिणाम झालाच तर दोन्ही गटांवर तो सारखाच झाला असेल व त्यायोगे हा घटक संतुलन तत्वानुसार नियंत्रित झाला. कारण प्रत्येक परीक्षणाच्या वेळी प्रत्येक गटास समान चाचणी दिली होती.

५) सांख्यिकी समाश्रयण (Statistical Regression)

जेव्हा गटाची निवड आत्यंतिक टोकाच्या गुणांकावरुन केली जाते, तेंव्हा सांख्यिकी समाश्रयनाचा परिणाम दिसून येतो. उत्तर परीक्षणास आत्यंतिक टोकाच्या गुणांकाची मध्यमानाकडे सरकण्याची (प्रायोगिक उपचाराअभावी देखील) प्रवृत्ती म्हणजेच सांख्यिकी समाश्रयण होय.

प्रस्तुत संशोधनात नमुना निवड करण्यासाठी समान गुण असणाऱ्या विद्यार्थ्यांची विभागणी केली होती. त्यामुळे प्रत्येक गटात आत्यंतिक टोकाचे गुणांक

असलेल्या प्रयोग वस्तूंचे शकडा प्रमाण सारखेच होते हे स्पष्ट आहे. त्यामुळे हा घटक नियंत्रित झाला.

६) प्रायोगिक मर्त्यता (Experimental Mortality)

कांही वेळा पूर्व परीक्षणानंतर प्रयोगाच्या दरम्यान गटातील कांही प्रयोगवस्तू विविध कारणांनी गळतात. त्यांचा परिणाम उत्तर चाचणी परीक्षणातील गुणांवर होतो. त्यास प्रायोगिक मर्त्यता असे म्हणतात.

प्रस्तुत संशोधनातील नमुन्यातील सर्वच प्रयोज्य उत्तर परीक्षणापर्यंत पूर्ण प्रयोगात सहभागी झालेले होते. गणित विषय अभ्यासक्रमातीलच असल्यामुळे व त्या घटकांना परीक्षेच्या दृष्टीने महत्व असल्याने प्रयोज्य पूर्ण प्रयोगासाठी उपस्थित होते. त्यांना उपस्थित राहण्यासाठी सतत प्रेरणा दिली होती. त्यामुळे हा घटक नियंत्रित होता.

७) पूर्वपरीक्षण (Pretesting)

पूर्व परीक्षाचा परिणाम हा उत्तर परीक्षणावर होत असतो. प्रस्तुत संशोधनात पूर्व परीक्षण केलेले होते. परंतु प्रायोगिक व नियंत्रित गट अशी व्यवस्था असल्याने दोन्ही गटांचे पूर्व परीक्षण आणि उत्तर परीक्षण केले असल्याने होणारा परिणाम दोन्ही गटांवर सारखाच होता. त्यामुळे संतुलन या तत्वानुसार हा घटक नियंत्रित होतो.

८) विविध घटकांची आंतरक्रिया

संशोधन अभ्यासाच्या सप्रमाणतेवर व्यक्तिगत घटक परिणाम करतात तसेच बऱ्याचवेळा हे घटक परस्परांच्या आंतरक्रियेतून निर्मित वैशिष्टयपूर्ण घटकांद्वाराही आश्रित चलावर परिणाम करतात. उदाहरणार्थ समकालीन घटना व निवड आंतरक्रिया, परीक्षण — निवड आंतरक्रिया, परिपक्वन = निवड आंतरक्रिया इत्यादी.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने या विविध घटकांच्या आंतरक्रियांचा परिणाम आश्रित चलावर होऊ नये किंबहुना होत असेल तर संतुलन, लोप व यादृच्छिकरण

या विविध तंत्रांचा उपयोग करुन तो नियंत्रित करण्याचा प्रयत्न केला. यादृच्छिकरणाने निवड, प्रायोगिक व नियंत्रित गटाची व्यवस्था इत्यादी तंत्रादवारे हे घटक नियंत्रित ठेवले होते.

४.२.२ प्रयोगाच्या बाहय सप्रमाणतेसाठी नियंत्रण

प्रायोगिक अभ्यासाच्या बाहय सप्रमाणतेचा संबंध निष्कर्षाच्या सामान्यीकरणाशी असतो.

बोकल (१९८३) यांच्या शब्दात — "External validity deals with the question of whether or not the result of an experimental can be applied to other persons, in other setting at other times than these involved in the original experiment".

ब्राकट आणि ग्लास (१९६८) यांनी संशोधन् निष्कर्षाच्या सामान्यीकरणात अवरोध निर्माण करणाऱ्या घटकांचा विचार 'जनसंख्या सप्रमाणता' व 'परिस्थितिक सप्रमाणता' या दोन शीर्षकांतर्गत केला आहे.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने बाहय सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणाऱ्या घटकांचे नियंत्रण पुढीलप्रमाणे केले होते.

१) अतुलनीयता (Non- comparability)

जेव्हा लक्ष्य जनसंख्येची लक्षणे प्रतिदर्शाच्या लक्षणांशी जुळणारी नसतील तेंव्हा बाहय सप्रमाणतेस धोका निर्माण होतो.

कॅम्पबेल व स्टॅनले (१९६७) च्या शब्दात "It is lack of comparbility, between the sample or the accessible population and target population"

हा धोका टाळता यावा म्हणून संशोधकाने विद्यार्थी नमुन्याची निवड जनसंख्येतून यादृच्छिकरणाचे आधारे केली होती. विद्यार्थी नमुन्यातील घटक त्या त्या नमुन्याचा विचार करता समवयस्क होते, त्यांच्यात स्त्री पुरुष अशा दोन्हींचा समावेश होता. त्यामुळे या घटकाचा धोका संभवला नाही.

२) प्रयोगवस्तूंची लक्षणे व उपचार यातील आंतरक्रिया

जेव्हा प्रायोगिक उपचाराचा प्रभाव विशिष्ट लक्षणे असलेल्या प्रयोगवस्तू पुरताच मर्यादित असेल तेंव्हा हा धोका संभवतो.

प्रस्तुत संशोधनात न्यादर्शाची यादृच्छिकरणाने निवड केली असल्याने हा घटक आपोआप नियंत्रित झाला.

३) विक्रियाशील व्यवस्था (Reactive arrangement)

प्रतिसादकाच्या प्रतिसादात जास्त कृत्रिमता आल्यास हा धोका संभावतो.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने शालेय विद्यार्थी (इयत्ता आठवी) नमुना घटकातील घटकांना सुरुवातीसच योग्य सूचना केल्या. त्यांना पूर्णपणे विश्वासात घेण्याचा प्रयत्न केला नेहमीचेच वातावरण ठेवण्याचा प्रयत्न केला. प्रयोग कार्याची भिती निर्माण होणार नाही किंवा अतिऔत्सुक्य (नवलाई) निर्माण होणार नाही याची काळजी घेतली. या सर्व बाबींमुळे तसेच दोन गटांची व्यवस्था असल्याने हा घटक नियंत्रित झाला.

४) उपचार व परीक्षण आंतरक्रिया — (Interaction of Testing treatment)

प्रस्तुत संशोधनात नियंत्रित गट व प्रायोगिक गट अशी व्यवस्था असल्याने संतुलन या तत्वानुसार हा घटक नियंत्रित होतो.

५) निवड व उपचार आंतरक्रिया (Interaction between selection and treatment)

प्रस्तुत संशोधनात नमुना जास्तीत जास्त प्रातिनिधिक असावा यासाठी यादृछिकरणाचा उपयोग केला नमुना त्यामुळे प्रातिनिधिक होता, त्यामुळे हा घटक नियंत्रित झाला.

एकंदरीत प्रयोगवस्तूची यादृच्छिक निवड, पूर्वपरीक्षण व नियंत्रित गट यांची उपस्थिती व पूर्वोत्तर परीक्षण नियंत्रित गट अभिकल्प यामुळे प्रायोगिक सप्रमाणतेस धोका निर्माण करणारे आंतरिक व बाह्य घटक नियंत्रित झाले होते.

४.२.३ चल घटक

संशोधन बाह्य घटकांना नियंत्रित करण्यासाठी तसेच प्रयोगाची अचूकता वाढावी व संदिग्धता कमी व्हावी म्हणून चल घटक निश्चित करणे महत्वाचे असते.

प्रस्तुत संशोधनात तीन प्रकारचे चल घटक निश्चित केले होते ते म्हणजे –

१) स्वाश्रयी चल (Independent variable)

२) आश्रित चल (Dependent variable)

३) मध्यस्थ चल (Intervening variable)

१) स्वाश्रयी चल (Independent variable)

संशोधन अभ्यासातील चलांपैकी, अनुमानित परिणाम म्हणून मानल्या गेलेल्या चलाचे अनुमानित कारण म्हणून जे चल मानले जाते त्यास स्वाश्रयी चल असे म्हणतात. स्वाश्रयी चल पूर्ववर्ती असते प्रस्तुत संशोधनातील स्वाश्रयी चले पुढील प्रमाणे –

अ) पारंपारिक अध्यपन पद्धती.

ब) स्वयं अध्ययनसंच.

अ) पारंपारिक अध्यापन पद्धती

सद्यस्थितीत शाळेमध्ये गणित विषयाचे अध्यापन ज्या पद्धतीने चालते ती पद्धती म्हणजे पारंपारिक पद्धती सद्यस्थितीत शिक्षक वर्गावर व्याख्यान पद्धतीचा जास्तीत जास्त वापर करुन कमीत कमी साधने व कृती यांचा अवलंब करतात.

ब) स्वयं अध्ययन संच

स्वयंअध्ययन संचाचा वापर करुन विद्यार्थी आपले अध्ययन स्वगतीने करीत असतो. त्यामुळे एखादया घटकाचे अकलन न झाल्यास पुन्हा पुन्हा आपल्याच गतीने त्या घटकाचे अध्ययन आकलन होत नाही तो पर्यंत करीत असतो. त्या मुळे ते चिरकाल लक्षात राहू शकते.

२) आश्रित चल (Dependent Variable)

संशोधन अभ्यासातील चलांपैकी अनुमानित परिणाम म्हणून मानला गेलेला चल हा आश्रित चल असतो. प्रस्तुत संशोधनात असलेले आश्रित चल पुढील प्रमाणे –

अ) इयत्ता आठवीच्या विद्यार्थ्यांची संपादणूक

दोन्ही गटातील विद्यार्थ्यांनी गणित विषयातील कांही घटकांवर आधारित संपादणूक चाचणीत प्राप्त केलेले प्राप्तांक, याप्रमाणे या चलाची व्याख्या केली होती.

३) मध्यस्थ चल (Intervening variable)

आश्रित चलाला प्रभावित करणाऱ्या परंतु अदृश्य, अमापनक्षम व अपरिचालनक्षम अशा मानसिक क्रियांचा समावेश या चलात होतो. हा चल कल्पित असतो हा दुय्यम आश्रित चल आहे.

प्रस्तुत संशोधनात पुढील मध्यस्थ चल निश्चित केले होते.

अ) सुधारित अवधान

इयत्ता आठवीच्या अभ्यासक्रमातील गणित विषयातील कांही घटकांचे अध्यापन संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाचा उपयोग करुन केल्यामुळे विद्यार्थ्यांच्या मनाचा ओघ गणित अध्यापनाकडे वळला की जो तीव्र स्वरुपाचा व टिकावू असा होता.

ब) अभिप्रेरण

गणितातील काही घटकांवर प्रभुत्व संपादन करण्याची गरज.

४.३.० न्यादर्श (नमुना), न्यादर्शन पद्धती

शैक्षणिक संशोधनात न्यादर्शन मूलभूत आहे. शैक्षणिक समस्यांच्या अभ्यासात संपूर्ण जनसंख्या समोर असली तरी तिचा अभ्यास करणे शक्य नसते. संपूर्ण जनसंख्येचे प्रतिनधित्व करु शकणाऱ्या एका लहान गटाच्या अभ्यासावरुन संपूर्ण जनसंख्येच्या प्रवृत्तीबाबत पूर्वानुमान काढणे अधिक श्रेयस्कर व सोयीस्कर

असते. न्यादर्शाच्या आधारे काढलेले निष्कर्ष आणि जनसख्येचा अभ्यास केला असता जे निष्कर्ष आलेले असतात. ते निष्कर्ष या दोहोंमध्ये किती समानता राहील हे प्रतिदर्श निवडण्याच्या पद्धतीवर अवलंबून असते. योग्य पद्धतीने न्यादर्शन केल्यास न्यादर्शन त्रुटी व अभिनती कमी असते.

Fox D.J. (1969) यांनी शैक्षणिक संशोधनातील न्यादर्शनाची प्रक्रिया दिली आहे. त्यांच्या मते न्यादर्शनाच्या पाच पायऱ्या आहेत व त्यानुसार न्यादर्शनाचे पाच स्तर त्यांनी सुचवलेले आहेत ते असे —

१) समष्टी (Universe)

२) जनसंख्या (Population)

३) निमंत्रित नमुना.

४) स्विकृत नमुना.

५) माहिती निर्माण करणारा नमुना.

१) समष्टी (Universe)

विशिष्ट प्रकारचे शक्य असाणारे सर्व प्रतिसादक.

२) जनसंख्या (Population)

समष्टीचा संशोधकाने निश्चित केलेला भाग.

३) निमंत्रित नमुना

जनसंख्येतील असे सर्व घटक की, ज्यांना संशोधन प्रक्रियेत प्रतिसादक म्हणूनभाग घेण्यास संशोधकाने निमंत्रित केलेले आहे.

४) स्वीकृत नमुना

निमंत्रित केलेल्या नमुन्याचा असा भाग की ज्यांनी निमंत्रण स्विकारले व ते प्रतिसादक म्हणून भाग घेण्यास तयार आहेत.

५) माहिती निर्माण करणारा नमुना

स्विकृत नमुन्याचा असा भाग की जो प्रत्यक्ष माहिती निर्मितीशी संबंधित असतो.

या पाच स्तरावरुन नमुना निवडीच्या पायऱ्या पुढीलप्रमाणे —

१) समष्टी निश्चित करणे.

२) जनसंख्या निश्चित करणे.

३) नमुना आकार निश्चिती व प्रातिनिधिक नमुना निवड.

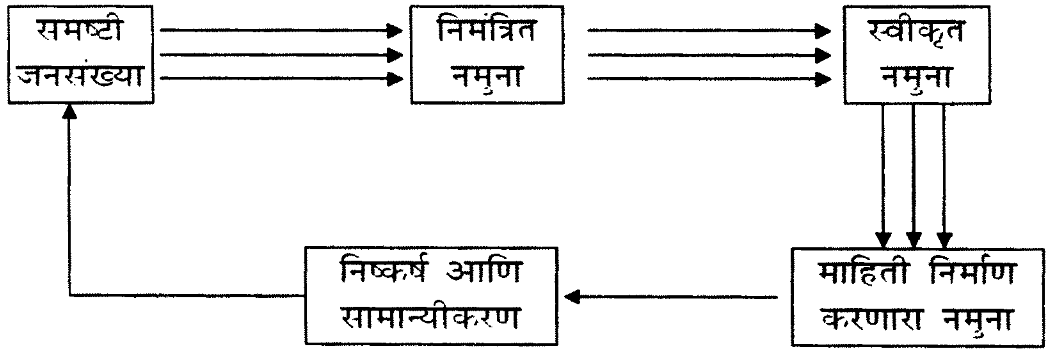
४) नमुना निमंत्रित करणे –

जोपर्यंत आवश्यक नमुना आकार प्राप्त होत नाही तोपर्यंत प्रतिसादकांना निमंत्रित करणे.

५) प्रायोगिक उपचार देणे –

माहिती उपलब्ध होण्याच्या संदर्भात माहिती संकलनाच्या तंत्राचा वापर करणे.

माहिती निर्मित करणाऱ्या नमुन्यावर आधारित काढलेले निष्कर्ष व सामान्यीकरण हे पूर्ण समष्टीला किंवा निदान जनसंख्येला (जिच्यातून नमुना निवडला आहे तिला) लागू होणारे असतात. हे खालील न्यादर्शन चक्राच्या सहायाने स्पष्ट होते.



आकृती ४.४

न्यादर्शन चक्र

न्यादर्शनाचे उद्दिष्ट जनसंख्येच्या प्रवृत्तीचे पूर्वानुमान करणे हे असल्याने नमुना हा प्रातिनिधीक असणे आवश्यक असते. त्यामुळे नमुना आकार निश्चिती व नमुना निवड ही तिसरी पायरी खूपच महत्वाची आहे.

४.३.७ नमुना आकार

संशोधन कार्यात नमुना हा प्रातिनिधिक, कार्यक्षम, विश्वसनीय व लवचिक असणे आवश्यक असते. त्यासाठी योग्य न्यादर्शन पद्धती नमुन्याचा आकार हा प्रमाण त्रुटीवर परिणाम करतो. नमुन्याचा आकार जेवढा मोठा तेवढी प्रमाण त्रुटी कमी व जेवढा नमुन्याचा आकार लहान तेवढी प्रमाणत्रुटी जास्त असते. नमुन्याचा आकार ठरवितांना जनसंख्या, अभ्यास पद्धती, उपलब्ध साधन सामग्री जनसंख्येची वर्गवारी, न्यादर्शन पद्धती, भौगोलिक क्षेत्र, अचूकता स्तर इत्यादी बाबी लक्षात घेवून नमुना आकार ठरवितात. नमुना आकाराविषयी अनेक मतमतांतरे पाहावयास मिळतात. संख्याशास्त्रीय दृष्टया प्रायोगिक संशोधनात ३० पेक्षा जास्त प्रयुक्त संख्या असलेला नमुना हा मोठा नमुना मानतात.

Rescose J.T. (1975) यांच्या मते जन संख्येतून १० टक्के नमुना पुरेसा असतो.

मोठया आकाराच्या जनसंख्येतून नमुना निवडतांना १ टक्के, २ टक्के, ५ टक्के, किंवा १० टक्के प्रतिसादकांची निवड करतात. जनसंख्येचा आकार लहान असल्यास २० टक्के, २५ टक्के किंवा ५० टक्के प्रतिसादाची निवड करतात.

नमुन्याचा आकार ठरविताना समष्टीचा आकार (N) व त्यांना अनुरुप नमुना आकार (n) दर्शविणाऱ्या प्रमाणपत्राचा ही वापर कांही ठिकाणी केला जातो. असे प्रमाणपत्र आकृती ४.५ मध्ये दिले आहे.

N	n	N	n	N	N	N	n	N	n
10	10	100	80	280	162	80	2602	2800	338
15	14	110	86	290	165	850	265	3000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4000	351
30	28	140	103	340	181	1000	278	4500	354
35	32	150	108	360	186	1100	285	5000	357
40	36	160	113	380	191	1200	291	6000	361
45	40	170	118	400	196	1300	297	7000	364

50	44	180	123	420	201	1400	302	8000	367
55	48	190	127	440	205	1500	306	9000	368
60	52	200	132	460	210	1600	310	10000	370
65	56	210	136	480	214	1700	313	15000	375
70	59	220	140	500	217	1800	317	20000	377
75	63	230	144	550	226	1900	320	30000	379
80	68	240	148	600	234	2000	322	40000	380
85	70	250	152	650	242	2200	327	50000	381
90	73	260	155	700	248	2400	331	75000	382
95	76	270	159	750	254	2600	335	100000	384

आकृती ४.५

समष्टीचा आकार आणि त्याला अनुरुप नमुन्याचा आकार प्रमाणपत्र

संदर्भ := Small sample Techinique, The NEX, Research Bulletion Vol.38 December 1960 अधृत Pandit, B.B. (1997) P. 73

अभ्यासासाठीच्या असुविधा व अडचणी यामुळे नमुना आकार ठरविणे अवघड असते. नमुन्यात एवढे प्रतिसादक असे निश्चितपणे म्हणणेही योग्य नसते. प्रा. पॉलीन यंग (....) म्हणतात, ''नमुन्याच्या आकारावरुन कांही नमुन्यांच्या प्रातिनिधिक स्वरुपाची खात्री देता येत नाही. सापेक्ष दुष्टीने विचार करता योग्य रीतीने निवडलेला लहान नमुना, अयोग्य रीतीने निवडलेल्या मोठया नमुन्यापेक्षा अधिक विश्वसनीय ठरु शकतो. नमुन्यात अंतर्भूत होण्याची संधी मिळावी.

शैक्षणिक संशोधनात विशेषत: सूक्ष्म अध्यापन, अंतरक्रिया विश्लेषण इत्यादींमध्ये जास्त काळ व कठोर किंवा कडक (उदा. प्रशिक्षण) द्यावे लागते अशा वेळी हाताळण्यायोग्य नमुना आकार आवश्यक असतो अशा अभ्यासात नमुना आकार हा १० ते ४० पर्यंत असू शकतो. याला पुष्टी देणारे काही संशोधन अभ्यास फोर्थ सर्वे ऑफ रिसर्च इन एज्युकेशन (१९८३ – ८८) आवृत्ती २, १९९१ मध्ये आढळतात. Bawa, M.S. (M=40) Dagra, No. 1986 (M=24) Lalitha, M.S. 1986 (M=14) इत्यादी.

प्रस्तुत संशोधनात वरील चर्चेच्या आधारे न्यादर्शन प्रक्रिया ठरविली होती. या संशोधनात दोन प्रकारचे नमुने समाविष्ट झाले होते ते म्हणजे.

१) शाळा नमुना,

२) शालेय (इयत्ता आठवी) विद्यार्थी नमुना.

३) वरील पैकी शाळा नमुना उपलब्ध नमुना होता. प्रस्तुत संशोधनाचा मुख्य हेतू अध्यापन प्रतिमानाची परिणामकारकता पाहणे हा होता. त्यामुळे या तंत्राने गणित विषयाचे अध्यापन करण्यासाठी सांगली जिल्हयातील, कन्या शाळा माध्यमिक विद्यालय, ताकारी येथील इयत्ता आठवी या वर्गातील जनसंख्या निश्चित करण्यात आली. त्यामुळे शाळा प्रतिचय उपलब्ध प्रतिचय (नमुना) होता.

शाळा प्रतिचय हाच का निवडण्यात आला त्याचे स्पष्टीकरण पुढील प्रमाणे

या विद्यालयात गणित विषयाचे इयत्ता दहावी पर्यंतचे वर्ग आहेत. प्रशस्त इमारत असून या विद्यालयास शिक्षणाची परंपरा आहे. विद्यार्थी बैठक व्यवस्थेसाठी पुरेशा खोल्या, सहकार्य करणारे शिक्षक, सेवकांची सेवाभावी वृत्ती, प्रयोग राबविण्यासाठी सोयीची वेळ, मुख्याध्यापकांचे सहकार्य या सर्व बाबींमुळे या शाळेची निवड करण्यांत आली.

२) विद्यार्थी नमुना

या नमुन्याच्या समष्टीची व्याख्या खालील प्रमाणे केली.

मराठी माध्यमाच्या विद्यालयातील विद्यार्थीनी की, ज्यांची मिळून समष्टी बनली त्यांची किमान खालील वैशिष्टये समाईक होती.

१) विद्यार्थी इयत्ता आठवीच्या वर्गातील होते.

२) सर्वच विद्यार्थी १४ ते १६ वर्षे वयोगट असणारे होते.

३) शालेय अभ्यासक्रमातील गणित विषयाचे अध्ययन करणारे विद्यार्थी होते.

समष्टीला सांगली जिल्हा ही भौगोलिक परिसिमा होती. कारण विद्यार्थी सांगली जिल्हयातील गावामधून आले होते. समष्टीला दोन मिती आहेत. वेळ व स्थळ, स्थळ ही परिसीमा सांगली जिल्हा असून वेळ ही परिसीमा त्यांना इयत्ता आठवीच्या अभ्यासक्रमातील गणित विषयाचे अध्ययन करण्यासाठीचा कालावधी होती. जनसंख्या सांगली जिल्हयातील विद्यालयात इयत्ता आठवीमध्ये अध्ययन करणारे विद्यार्थी ही जनसंख्या होय. परंतु जनसंख्येला मर्यादा असणे आवश्यक असल्याने संशोधकाने प्रस्तुत संशोधनासाठी संकल्प कन्याशाळा व माध्यमिक विद्यालय, ताकारी जि. सांगली या विद्यालयातील इयत्ता आठवीमधील विद्यार्थी जनसंख्या म्हणून विचारात घेतली होती. ही जनसंख्या सोयीची व सुसाध्य असल्याने संशोधकाने निवडली. अध्ययन अध्यपनाचे माध्यम मराठी असून इयत्ता आठवीची एक तुकडी उपलब्ध होती.

या नमुन्याचा आकार हा जनसंख्येच्या ८५ टक्के ठरविला होता. तो ५४ होतो. त्यामुळे २००६—२००७ या शैक्षणिक वर्षातील इयत्ता आठवीत प्रवेश घेतलेल्या ५४ विद्यार्थ्यांना निमंत्रित केले. एकूण ७० विद्यार्थ्यांपैकी इयत्ता आठवीत ७० म्हणजेच सर्वच विद्यार्थी नमुन्यात समाविष्ट होण्यास इच्छूक होते. या ७० विद्यार्थ्यांमधून ५४ विद्यार्थ्यांची निवड यादृच्छिक पद्धतीने केली. सर्वच ५४ विद्यार्थ्यांनी निमंत्रण स्विकारले होते. व प्रायोगिक कार्यात सहभागी होण्यासाठी संमती दर्शविली होती. हे सर्वच प्रतिसादक संपूर्ण प्रायोगिक कार्यात सहभागी झाले होते. त्यातून गळती आजिबात न झाल्याने हा प्रायोगिक सहभागासाठी ना हरकत असणारा ५४ विद्यार्थ्यांचा नमुना हाच माहिती निर्मितीसाठीचा नमुना बनला होता.

५४ विद्यार्थ्यांच्या या नमुन्यातून प्रत्येकी २५ विद्यार्थ्यांचा एक असे दोन पूर्व चाचणीतील समान गुण लक्षात घेवून निवडले. तसेच विद्यार्थी गटापैकी कोणता गट प्रायोगिक व कोणता नियंत्रित हे यादृच्छिक (लॉटरी पद्धत) पद्धतीने ठरविले जाते.

प्रस्तुत संशोधनात नमुना निवडीसाठी यादृच्छिक पद्धतीचा अवालंब केला होता. प्रयोगिक गट व नियंत्रित गट यादृच्छिकरणाच्या आधारे बनविले. प्रायोगिक व नियंत्रित गट समान असतील व त्यांच्यात काही भेद आढळलेच तर हे केवळ

योगायोगाने निर्माण झाले आहेत हे गृहीत धरलेले असते. प्रत्यक्षात ते तसे ठरतीलच असे नाही. म्हणून प्रस्तुत संशोधनात गटाची समानता पूर्व परीक्षणाच्या आधारे सांख्यिकीचा उपयोग करुन तपासली ती पुढील प्रमाणे —

उद्‌दश — प्रायोगिक (१) व नियंत्रित (२) गटाची शैक्षणिक संपादणूकीच्या संदर्भात समान आहेत.

शून्य परिकल्पना — प्रयोगासाठी निवडलेल्या दोन्ही गटाच्या पूर्व चाचणीतील प्राप्तांक मध्यमानात सार्थ फरक आढळत नाही.

कोष्टक ४.१

प्रायोगिक व नियंत्रित गटातील विद्यार्थ्यांना पूर्व चाचणीत संपादीत गुणांची तुलना

अभ्यास गट	मध्यमान	प्रमाण विचलन	गटातील विद्यार्थी	t मूल्य	सार्थकता स्तर	स्वाधीनता मात्रा
	M	S. D.	N.			
I	२१.६४	१.५३	२५	०.१८९	०.०५	२४
II	२३.०४	१.२६	२५			

अर्थनिर्वचन

वरील कोष्टकात प्रायोगिक व नियंत्रित गटाचे पूर्व चाचणी प्राप्तांकावरुन काढलेले मध्यमान व प्रमाण विचलन दिले आहे.

प्रायोगिक गटाचे पूर्व चाचणी गुणांकाचे मध्यमान २१.६४ व नियंत्रित गटाचे पूर्व चाचणी गुणांकाचे मध्यमान २३.०४ आहे. प्रायोगिक गटाचे मध्यमान नियंत्रित गटाच्या मध्यमानापेक्षा किंचित जास्त आहे. दोन्ही मध्यमानातील फरक ०.११ एवढा आहे. परंतु हा फरक सार्थक आहे किंवा नाही हे पहाणे आवश्यक होते. 2-60

या ठिकाणी स्वाधीनता मात्रा (df) २६ आहे या स्वाधीनता मात्रेसाठी ०.०५ सार्थकता स्तरावर टी मूल्य २.०१ आहे. प्राप्त टी मूल्य (०.१८९) हे नमुना टी मूल्यापेक्षा (२.०१) लहान आहे. म्हणजेच प्राप्त टी मूल्य हे ०.०५ या सार्थकता स्तरावर सार्थक नाही. म्हणून प्रस्तुत परिकल्पना स्वीकारावी लागली व त्याविरोधी परिकल्पना नाकारावी लागली. याचाच अर्थ असा की, दोन्ही माध्यमातील फरक वास्तविक नसून यादृच्छिक न्यादर्शनातील चढउतारामुळे पडला आहे हे कळते. दिसून आलेला किंचित फरक हा संयोगाने आला असे मानावे लागेल. दोन्ही गटांच्या पूर्वचाचणी मध्यमानातील फरक सार्थक नसल्याने दोन्ही गट शैक्षणिक संपादणूकीच्या संदर्भात समान असल्याचे संशोधकाला मान्य करावे लागले.

४.४.० प्रायोगिक भागाचे नियोजन व अंमलबजावणी

प्रायोगिक भागाचे नियोजन व अंमलबजावणी खालीलप्रमाणे —

४.४.१.० प्रयोगपूर्व तयारी

प्रस्तुत संशोधनामध्ये प्रायोगिक पद्धतीचा अवलंब केला होता. त्यामूळे प्रयोग करणे आवश्यक होते. प्रयोग यशस्वी होण्यासाठी तयारी करणे आवश्यक होते. त्या अनुषंगाने संशोधकाने खालील प्रमाणे प्रयोगपूर्व तयारी केली होती.

४.४.१.१ संबधित अधिकारी व्यक्तींची परवानगी

प्रस्तुत संशोधन हे डी.आर. पाटील दादा कन्या विद्यालय, ताकारी या विद्यालयातील इयत्ता आठवीतील विद्यार्थ्याशी संबधीत असल्याने उपरोक्त विद्यार्थ्यांचा समावेश करणे आवश्यक होते. संशोधकाने कन्या शाळा माध्यमिक विद्यालय ताकारी या विद्यालयातील मुख्याध्यापकांची परवानगी घेतली. मुख्याध्यापकांना संशोधनाचा उद्देश प्रयोगाचे स्वरुप, प्रयोगाचा कालावधी, अपेक्षित प्रतिसादक, आवश्यक असणारी साधन सुविधा या मुद्यांची माहिती दिली. तसेच प्रतिसादकांना (प्रयोज्यांना)कोणत्याही प्रकारची हानी व त्यांचे कोणत्याही प्रकारचे नुकसान होणार नाही याची हमी दिली. प्रस्तुत संशोधन कार्यासाठी मुख्याध्यापकांनी आनंदाने परवानगी दिली.

४.४.२.० स्वयं-अध्ययन संच्याच्या पाठाचे विकसन

प्रस्तुत संशोधनात स्वयंअध्ययन संच प्राप्ती प्रतिमानाची परिणामकारकता अभ्यासणे हा मुख्य उद्देश होता. त्यासाठी स्वंयअध्ययन संच प्रतिमानाचा वापर केलेल्या पाठांचा विकास करणे आवश्यक होते. प्रस्तुतच्या संशोधनात गणित विषयासाठी संकल्पना प्राप्ती प्रतिमानाच्या पाठांचे विकसन खालील पायऱ्यामधून केले. त्याचे विवेचन व स्पष्टीकरण पुढील प्रमाणे करण्यात आले.

१) नियोजन

२) प्रत्यक्ष अध्यापन

३) मूल्यमापन

४.४.२.१) नियोजन

स्वयं अध्ययन संच प्रतिमानाचा वापर करुन अध्यापन करण्यासाठी संशोधकाने नियोजन करताना खालील बाबींच्या संदर्भात नियोजन केले होते.

१) घटकाचे नियोजन

२) वेळेचे नियोजन

३) मूल्यमापनाचे नियोजन

१) घटकाचे नियोजन

स्वंय अध्ययन संच प्रतिमानाचा वापर करुन आणि प्रचलित अध्यापन पद्धतीने दोन्ही गटांचा गणित विषय शिकविण्यासाठी गणित विषयातील एकूण सतरा पाठांची निवड केली होती. स्वयंअध्ययन संच प्रतिमानाचा वापर करुन अध्यापन करण्यासाठीची आठ टाचणे तसेच पारंपारिक पद्धतीचा वापर करुन अध्यापन करण्यासाठी आठ पाठ टाचणे अशी एकूण १६ पाठ टाचणे तयार केली होती.

२) वेळेचे नियोजन

इयत्ता आठवीच्या वर्गाला प्रत्यक्ष अध्यापन करण्यापूर्वी त्यांच्या पूर्वचाचणीसाठी सोमवार दिनांक ५/७/२००७ हा एक दिवस निश्चित केला

स्वयंमअध्ययन संच्याचा वापर करुन अध्यापन करण्यासाठी ३० मिनटे एवढा कालावधी निश्चित केला होता. पारंपरिक पद्धतीने अध्यापन करण्यासाठी ३० मिनिटे एवढा वेळ निश्चित केला.

२) मूल्यमापनाचे नियोजन

आशयाचे अनुदेशन करुन झाल्यानंतर मूल्यमापन करणे आवश्यक होते. त्यासाठी संविधान तकत्यावर आधारित संपादणूक चाचणी तयार केली. या चाचण्याची रचना प्रयोग राबविण्यापूर्वीच केली. त्याप्रमाणे घटकांचे अनुदेशन व चाचणीचे व्यवस्थापन करण्यासाठी वेळापत्रकही प्रयोग राबविण्यापूर्वीच केले.

वरील नियोजनाप्रमाणे तयार केलेल्या चाचणी परिशिष्ट ७ तसेच संविधान तक्ते परिशिष्ट ६ मध्ये तर पाठाचे वेळापत्रक कोष्टक ४.२ मध्ये समाविष्ट केले आहे.

४.४.२.२) प्रत्यक्ष अध्यापन

नियोजनाप्रमाणे प्रायोगिक गटाला विविध स्वंयअध्ययन संचाचे अध्यापन करण्यासाठी स्वयंअध्ययन संच्याचा वापर केला. संचाचा वापर करत असताना होकारात्मक व नकारात्मक उदाहरणे गुंडाळी फलकाच्या सहाय्याने सादर केली.

नियंत्रित गटाला अध्यापन करण्यासाठी पारंपारिक पद्धतीचा अवलंब केला. यामध्ये प्रथम संकल्पनेची व्याख्या सांगण्यात आली. त्यानंतर त्या संकल्पनेची उदाहरणे व वैशिष्टये स्पष्ट केली.

४.४.२.३.३) मूल्यमापन

शिकवलेल्या भाग कितपत समजला हे पाहण्यासाठी नियोजल्या प्रमाणे संपादन चाचण्या दिल्या.

उत्तरपत्रिका तपासून गुणदान केले. प्रस्तुत मूल्यमापनाचा उपयोग प्रचलित अध्यापन पद्धती व स्वयं अध्ययन संच यांची परिणामकारकता अजमावून पाहणे व त्यांची तुलना करणे यासाठी केला.

प्रायोगिक कार्यातील काही घटना दर्शविणारे छायाचित्रे

स्वयं अध्ययन संचाचा वापर करून अध्ययन करणाऱ्या विदयार्थिनी

पारंपारिक पद्धतीने अध्यापन करताना

BARR. BA... ...KAR LIBRARY
... KOLHAPUR

प्रयोगाच्या प्रत्यक्ष कार्यवाहीचे वेळापत्रक

दिनांक : २७/०७/२००७ ते दिनांक : ०३/१२/२००७
वेळ : नियंत्रित गट — सकाळी ९:१५ ते ९:४५
प्रायोगिक गट — सकाळी १०:०० ते १०:३०

महिना	अध्यापन तासिका	प्रकरण क्रमांक	घटकाचे नांव	लागणाऱ्या तासिका
जुलै (८)	१०	१	वर्ग आणि वर्गमूळ	१०
ऑगष्ट (२३)	२७	२	घातांक	०५
		३	सममिती	०८
		४	त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ	०७
		५	नित्य समीकरणे — विस्तार	०७
सप्टेंबर (१९)	२१	६	एकचल समीकरणे	०६
		८	अपरिमेय संख्या व वास्तव संख्या	०७
		९	समरुपता	०८
ऑक्टोंबर(२५)	२८	१०	चौकोन रचना	१२
		११	वर्तुळ स्पर्शिका	१०
		१२	नित्य समीकरणे — अवयव	०६
नोव्हेंबर (५)	६	१३	एकसामाईक समीकरणे	०६

४.५.० माहिती संकलनाची साधने

प्रस्तुत संशोधन हे प्रायोगिक स्वरुपाचे होते. यामध्ये स्वंयअध्ययन संच व प्रचलित अध्यापन पद्धती यामधील तुलनात्मक परिणामकारकता आजमावयाची होती. त्यासाठी खालील संशोधन साधनांचा वापर करण्यात आला.

१) पाठांचे वेळापत्रक

पाठांचे वेळापत्रक करताना प्रयोगाला निश्चित केलेला कालावधी विचारात घेतला. याप्रमाणे वेळापत्रक तयार करताना संबधित विद्यालयाच्या मुख्याध्यापकांशी, विषय शिक्षक यांच्याशी चर्चा केली होती. या सर्व चर्चेच्या आधारे दिनांक २२/७/२००७ ते ३/१२/२००४ या कालावधीत राबावयाच्या प्रयोगाचे वेळापत्रक तयार करण्यात आले या वेळापत्रकात प्रायोगिक गट तसेच नियंत्रित गट या अभ्यास गटास वेळेसह दाखविण्यात आले. त्याचप्रमाणे पूर्वचाचणी केव्हा घ्यावयाची, उत्तरचाचणी केव्हा घ्यावयाची याचाही तपशील वेळापत्रकात दर्शविला होता. उपरोक्त उल्लेखित वेळापत्रक कोष्टक क्र. ४.२ मध्ये दिले आहे.

२) पाठाची टाचणे

इयत्ता आठवीच्या गणित या पाठयक्रमातील १७ स्वयं अध्ययनासाठी ८ पाठ टाचणे स्वयं अध्ययन संचाचा वापर करुन तर ८ पाठ टाचणे प्रचलित अध्यापन पद्धतीने शिकविण्यासाठी तयार करण्यात आली. ही टाचणे तयार करताना त्या त्या पद्धतीतील सर्व पायऱ्यांचा अंतर्भाव करण्यात आला.

दोन्ही पद्धतीची पाठ टाचणे काढताना दैनंदिन पाठ अध्यापनाच्या उद्दिष्टांपैकी ज्ञान, आकलन उपयोजन ही उद्दिष्टे विचारात घेतली. ही सर्व टाचणे प्रायोगिक पूर्व तयारी मध्येच पूर्ण केली होती.

३) पूर्वचाचणी

प्रस्तुत संशोधनामध्ये प्रायोगिक व नियंत्रित गटातील प्रतिसादकांची गणित विषयातील प्रस्तुत प्रयोग राबविण्यापूर्वीची संपादणूक पाहण्यासाठी पूर्वचाचणीचा

वापर केला. या संपादन गुणांवरुन इयत्ता आठवीतील प्रयोगासाठी निवडलेल्या दोन्ही गटांची समानता पाहण्यात आली. पूर्व चाचणी एकूण २५ गुणांची होती.

४) उत्तर चाचणी

उत्तर चाचणी हे स्वयंअध्ययन संच व प्रचलित अध्यापन पद्धती यामधील तुलनात्मक परिणामकारकता पाहण्याचे प्रमुख साधन होते. या चाचणीद्वारे संकलित केलेल्या विद्यार्थ्यांच्या प्राप्तांकांचा विश्लेषणातून मूळ परिकल्पनेचे परीक्षण करुन अर्थनिर्वचन केले. ही चाचणी ५० गुणांची होती.

या चाचण्या (पूर्व चाचणी, उत्तर चाचणी) तयार करताना संशोधकाने खालील मुद्यांकडे लक्ष दिले होते.

अ) उद्दिष्टानुसार गुणविभागणी

ब) विषय उपघटकानुसार गुणविभागणी

क) प्रश्न प्रकारानुसार गुणविभगणी

ड) संविधान तक्ता — संकलित गुणविभागणी

इ) उत्तरसूची व गुणदान योजना.

अ) उद्दिष्टांनुसार गुणविभागणी

या तीनही चाचणी रचना करताना संशोधकाने खालील वर्गाध्यापनाच्या उद्दिष्टांकडे लक्ष दिले होते.

१) ज्ञान

२) आकलन

३) उपयोजन

उद्दिष्टांनुसार गुणविभागणी करताना संशोधकाने वर्गाध्यापनाच्या उद्दिष्टांचा चढता क्रम लक्षात घेतला होता. त्याचप्रमाणे प्रत्येक चाचणीत अंतर्भाव प्रमाण लक्षात घेतले होते.

२) विषय उपघटकानुसार गुणविभागणी

यातील प्रत्येक चाचणीची रचना करताना संशोधकाने उद्दिष्टांप्रमाणेच गणित विषयातील घटकांच्या उपघटकांचाही विचार केलेला होता. उपघटकानुसार गुणविभागणी करताना त्या त्या उपघटकातील पाठयांशाचा विचार केलेला होता.

३) प्रश्नप्रकारानुसार गुणविभागणी

प्रत्येक चाचणी तयार करताना अंतर्भूत करावयाच्या प्रश्नाचे प्रकारही विचारात घेतलेले होते. पूर्व चाचणीमध्ये त्याचप्रमाणे उत्तरचाचणीमध्ये प्रश्न वस्तुनिष्ठ व लघूत्तरी स्वरुपाचे होते. त्या त्या चाचणीमध्ये प्रश्न प्रकार व प्रश्न संख्या ठरविताना त्या त्या चाचणी आशयातील उद्दिष्टे आणि पाठयांश विचारात घेतला होता.

४) संविधान तक्ता / संकलित गुणविभागणी

या प्रत्येक चाचणीची रचना करताना ज्या तीन मुद्यांचा (उद्दिष्ट निहाय, घटकनिहाय, प्रश्नप्रकारयिनहाय गुणविभागणी) विचार केला होता. त्या तीन मुद्यांना अनुसरुन असलेली गुणविभागणी एकत्रितपणे त्रिमिती तक्यात मांडली होती.

५) उत्तरसूची व गुणदान योजना

उपयोगात आणलेल्या प्रत्येक चाचणीसाठी उत्तरसूची व गुणदान योजना तयार केली होती. उत्तरपत्रिका तपासताना वस्तूनिष्ठता यावी यासाठी ही काळजी घेतली होती. त्याचप्रमाणे प्रत्येक चाचणीत प्रश्नांची काठिण्य पातळी निश्चित केली होती.

अशा प्रकारे प्रत्येक चाचणी तयार करताना रचेनेच्या शास्त्रीय पद्धतीचा वापर करुन प्रत्येक चाचणीत वस्तूनिष्ठता आणण्यात आली.

४.५.१ संशोधन साधनांची अंमलबजावणी

प्रस्तुत संशोधनात एकंदरीत चार साधनांचा वापर करण्यात आला ज्यांची माहिती प्रस्तुत प्रकरणात छेदक ४.५.० मध्ये दिली आहे.

पाठाच्या वेळापत्रकाप्रमाणे डी. आर. पाटील कन्या महाविद्यालय ताकारी या विद्यालयात इयत्ता आठवीतील विद्यार्थ्यांच्या प्रायोगिक व नियंत्रित गटास, नियोजित पाठयांशाचे दोन्ही पद्धतीने आठ, आठ टाचणे तयार करुन २२/१/२००७ ते ३/१२/२००७ या कालवधीत अध्ययन करण्यात आले.

प्रस्तुत संशोधनातील पूर्वचाचणी ही एक महत्वाची चाचणी आहे. या चाचणीचा वापर अध्यापनापूर्वी सोमवार दिनांक ५/१/२००७ रोजी सकाळी ९.३० ते १०.००वा. इयत्ता आठवीच्या दोन्ही गटांना देऊन गटांची समानता पाहण्यासाठी उपयोग करण्यात आला या संशोधनात वापरण्यात आलेली उत्तर चाचणी ही अध्यापनानंतर विद्यार्थ्यांची संपादणूक पाहण्यासाठी, वापरण्यात आली अध्यापनानंतर उत्तर चाचणी शुक्रवार दिनांक ३/१२/२००७ रोजी दोन्ही गटांना एकदम देण्यात आली. या प्रत्येक चाचणीद्वारा विद्यार्थ्यांयना मिळालेल्या प्राप्तांकाच्या याद्या परिशिष्ट क्र. ५ व ८ मध्ये देण्यात आल्या आहेत.

४.६.० माहिती विश्लेषण व अन्वयार्थासाठी सांख्यिकीय तंत्रांची निवड

संशोधन परिकल्पनेचे परीक्षण करण्यासाठी प्रथम मापन साधनाद्वारे तथ्ये संकलित करावी लागतात. या तथ्यांपासून निष्कर्ष अथवा सामान्य सिद्धांत काढण्यासाठी सांख्यिकी तंत्राचा उपयोग करावा लागतो.

संशोधन अभ्यासातील गट कोणत्या पद्धतीने निवडले जातील, उपचार गटांची संख्या किती असेल, स्वाधीन चलाची संख्या किती असेल तसेच संकलित करावयाची आधार सामग्री नामभेदस्थितीदर्शक असेल की सापेक्ष स्थितीदर्शक इत्यादी प्रश्नांच्या विचारांनी उपलब्ध सांख्यिकीपैकी कोणत्या तंत्राची निवड करावी या संबंधीचा निर्णय घ्यावयाचा असतो.(आकृती क्र. ४.६)

शोध अभ्यासासाठी योग्य सांख्यिकीसाठी निवड करण्याच्या पायऱ्या पण्डित, ब. वि. (१९७७) यांनी शिक्षणातील संशोधन या ग्रंथात खालील प्रमाणे दिल्या आहेत.

१) शोध :— अभ्यासासाठी योग्य सांख्यिकीची निवड करण्यासाठी सर्व प्रथम संशोधन अभ्यासांच्या स्वाधीन व आश्रित चलांची संख्या निश्चित करणे.

२) कोणते चल नामिक आहेत, कोणते क्रमिक आहेत किंवा कोणते अंतराल आहे. हे ठरविणे.

३) दोन चल घटक अंतराल असतील तर 'प्राचलिक सहसंबंध' (A Pearson's product momnt correlation) चा वापर करणे.

स्तर	शलाका	प्रक्रिया	माहिती संस्करण	काही उपयुक्त परीक्षिका
४	गुणोत्तर	शलाकेवरील सर्व घटकांमधील अंतराची निश्चित कल्पना,खरा शून्यबिंदू असेल	प्राचलिक	t परीक्षिका ॲनोव्हा ॲनकोव्हा फॅक्टर ॲनॅलिसिस पिअरसन्स् 'r'
३	अंतर	शलाकेवरील सर्व घटाकंमधील अंतराची निश्चित कल्पना, शून्य बिंदू कल्पित असेल		
२	क्रमिक	गुणानुक्रम दिला असेल	अप्राचलिक	स्पिअरमन्स रो मॅन — व्हिटनी विलकॉक्सन काय स्क्वेअर मेडीअन साईन
१	नामांकन	वर्गीकृत आणि गणण केलेले		

आकृती ४.६ संख्यात्मक वर्णनाचे स्तर आणि काही उपयुक्त परीक्षका.

संदर्भ = Best, J. W.and Kaha, J. V., (1995) Research in Education. (7th ed.). New Delhi : Prentice Hall.

४) जर दोन चल घटक क्रमिक असतील तर — प्राचलिक सहसंबध (A Spearmen's rank = Moment correlation) चा वापर करणे.

५) जर दोन चल घटक नामिक असतील तर ' काय स्कवेअर' सांख्यिकीचा उपयोग करणे.

६) जर स्वाधीन चल नामिक असेल व आश्रित चल अंतराल असेल तर टी परीक्षिकेचा उपयोग करा. (प्रत्येक चलघटकाचे फक्त स्तर असतील तेव्हाच)

७) जर स्वाधीन चल नामिक असेल व आश्रित चल अंतराल असेल व त्यांचे एकापेक्षा अधिक स्तर असतील किंवा एकापेक्षा जास्त स्वाधीन चल घटक असतील तेव्हा ' प्रसरण विश्लेषणाचा उपयोग' करणे.

८) जर स्वाधीन चल नामिक असेल आणि आश्रित चल क्रमिक असेल तेव्हा Mann - Whitney U- test या अप्राचलिक परीक्षिकेचा उपयोग करणे.

प्रस्तुत संशोधनात संशोधकाने पुढील सांख्यिकी तंत्राचा उपयोग केला.

१) मध्यमान

२) प्रमाण विचलन

३) t- परीक्षिका

४) सरलित वारंवारिता वक्र आलेख

प्रस्तुत संशोधनात स्वयं अध्ययन संच हा स्वाधीन चलघटक असून तो संख्येने एकच आहे. तर विद्यार्थ्यांची अध्ययननातील संपादणूक हा आश्रित चलघटक असून तोही संख्येने एकच आहे. स्वाधीन चलघटक हा नामिक तर आश्रित चल हा अंतराल आहे. या प्रत्येक चलघटकाचे फक्त दोनच स्तर असल्याने प्राप्तांक मध्ययानातील सार्थकता तपासण्यासाठी t परीक्षिकेचा उपयोग केला t- परीक्षिकेसाठी मध्यमान व प्रमाण विचलन यांचा उपयोग केला. केलेल्या

विश्लेषणाच्या अर्थाचे सुलभीकरण व्हावे म्हणून सरलित वारंवारिता वक्र या आलेख प्रकारचा उपयोग केला.

उपयोगात आणलेल्या सांख्यिकी तंत्राचे विवेचन पुढीलप्रमाणे —

१) मध्यमान (M)

सर्व गुणांकाच्या एकूण संख्येने भागले असता येणाऱ्या संख्येला त्या वितरणाचे मध्यमान म्हणतात. साधारणत: गुणकांची सरासरी म्हणजेच मध्यमान होय. म्हणून हे मध्यमान अंकगणितीय मध्यमान म्हणून ओळखले जाते. मध्यमान काढण्याच्या प्रमुख दोन पद्धती विचारात घेतल्या जातात.

अ) <u>संख्यात्मक माहितीचे वर्गीकरण केलेले नसतांना वापरावयाची पंद्धती</u>

ब) <u>संख्यात्मक माहितीचे वर्गीकरण केलेले असताना वापरावयाची पद्धती</u>

प्रस्तुत संशोधनात, आवश्यकतेप्रमाणे त्या त्या ठिकाणी या दोन्ही पद्धतीचा उपयोग प्राप्तांक = मध्यमान काढण्यासाठी केल. त्यासाठी खालील सूत्रांचा उपयोग केला.

१) $$\left[M = A.M. + \frac{\Sigma fd}{N} \times i \right]$$

२) $$M = \frac{\Sigma x}{N}$$

यामध्ये

M = मध्यमान

Σ = सर्व गुणांची बेरीज

A.M. = गृहीत मध्यमान

Σfd = वारंवारीता व वर्गातर विचलनाच्या गुणाकाराची बैजीक बेरीज.

M = गटातील एकूण विद्यार्थी

I = वर्गातर लांबी

२) प्रमाण विचलन (S.D)

माध्यमापासून प्राप्तकांच्या विचलनाच्या वर्गाच्या सरासरीच्या वर्गमूळाला प्रमाण विचलन असे म्हणतात. या परिमाणासाठी S. D. किंवा ६ (सिग्मा) ही अक्षरं वापरली जातात.

अ) संख्यात्मक माहितीचे वर्गीकरण केले नसताना वापरावयाची पद्धती.

ब) संख्यात्मक माहितीचे वर्गीकरण केले असताना वापरावयाची पद्धती.

प्रस्तुत संशोधनात – 'संख्यात्मक माहितीचे वर्गीकरण केले असताना वापरावयाची पद्धती' या पद्धतीचा उपयोग केला. त्यासाठी खालील सुत्राचा उपयोग केला.

$$SD = \frac{i}{N}\sqrt{N \times \Sigma fd^2 - (\Sigma fd)^2}$$

या सुत्रात,

N = गटातील एकूण विद्यार्थी संख्या,

Σfd^2 = वारंवारिता व विचलन वर्गाच्या गुणाकाराची बेरीज

$(\Sigma fd)^2$ = वारंवारीता व विचलन यांच्या गुणाकाराच्या बैजीक

i = वर्गातराची लांबी.

S.D. = प्रमाण विचलन

३) t- परिक्षिका हे एक गुणोत्तर आहे. ज्याच्या अंशात मध्यमानातील फरकाचे, फरकाची प्रमाण त्रुटी असते. ही समतोल विभाजनावर आधारलेली परीक्षिका आहे. नमुना मध्यमानांची सार्थकता तपासण्यासाठी किंवा दोन गटांच्या मध्यमांनाची सार्थकता तपासण्यासाठी जेव्हा गणसंख्या variance माहित नसते तेव्हा वापरली जाते. प्रस्तुत संशोधनात t- परीक्षिकेसाठी खालील सुत्रे उपयोगात आणली.

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{6^2 m_1 + 6^2 m_2 - 2r\, 6m_1\, 6m_2}}$$

या सूत्रात

M_1 = प्रायोगिक गटाचे मध्यमान

M_2 = नियंत्रित गटाचे मध्यमान

$6^2 M_1$ = प्रायोगिक गट मध्यमान त्रुटीचा वर्ग

$6^2 M_2$ = नियंत्रित गट मध्यमान त्रुटीचा वर्ग.

r = प्रारंभिक व अंतिम चाचणीतील सहसंबध गुणांक

५) सरलित वारंवारीता वक्र

निष्कर्षाला संख्याशास्त्राच्या दृष्टीने वारंवारीता वक्र सर्वात महत्वाचा आलेख प्रकार आहे. वारंवारितेची सापेक्षता हे या वक्राचे गृहीतक आहे. या वक्राची प्रसामान्य संभव वक्राशी तुलना करता येते. यावरुन संबंधित गटाची रचना, स्वरुप व वितरण समजते. विषमितता व शिखर दोषांचे प्रमाण सांगता येते.

या सर्व वैशिष्टयांच्या व वारंवारिता वक्राच्या उपयुक्ततेमुळे याचा प्रस्तुत संशोधनात निष्कर्ष काढण्यासाठी केला.

४. ७. ० समारोप

या प्रकरणांत संशोधन पद्धतीची निवड विवेचन छेदक ४.१.१ व ४.१.२ तर प्रायोगिक अभिकल्पाची निवड विवेचन छेदक ४.१.३ व ४.१.४ मध्ये केले आहे.

छेदक ४.२.० ते छेदक ४.२.३ मध्ये प्रायोगिक अभिकल्पाचा सप्रमाणातेसाठी नियंत्रण याविषयी विवेचन केले आहे. न्यादर्श व न्यादर्शन याविषयीचे विवेचन छेदक ४.३.० ते ४.३.१ मध्ये केले असून ४.४.० ते पुढील छेदकात प्रयोगविषयीचे विविचेन केले आहे. पुढील छेदकात माहिती दिली असून माहिती विश्लेषण व अन्वयार्थासाठी सांख्यकीय तंत्राची निवड व विवेचन छेदक ४.६.० मध्ये दिले आहे.