प्रकरण तिसरे

संशोधनाची कार्यपद्धती

प्रकरण तिसरे

संशोधनाची कार्यपध्दती

३.१ प्रास्ताविक :-

''विद्यार्थी शिक्षकांमध्ये सूक्ष्म अध्यापनाद्वारे गणित अध्यापनासाठी क्षमतांचा विकास- एक अभ्यास'' या संशोधनावर संशोधकाने स्वत: कार्यरत असलेले आझाद कॉलेज ऑफ एज्युकेशन, सातारा हे महाविद्यालय निवडले. संशोधक हे आझाद कॉलेज ऑफ एज्युकेशन, सातारा मध्ये विस्तार सेवा केंद्राचे समन्वयक म्हणून काम पाहतात. महाविद्यालयाच्या सर्वच क्षेत्रात ते कार्यरत असतात. त्यामुळेच वरील विषयाची निवड संशोधकाने संशोधनासाठी केली.

संशोधनाची कार्यपध्दती या प्रकरणात संशोधन अभ्यासाच्या प्रायोगिक पध्दतीपासून विद्यार्थी शिक्षकांच्या सरास पाठापर्यंतच्या मूल्यमापन कार्याचा आढावा घेतला आहे. या पायऱ्यांमध्ये संशोधकाने स्वत: संशोधन केले आहे. संशोधनासाठी प्रायोगिक पद्धतीचा वापर केला आहे.

३.२ प्रायोगिक पद्धती :-

जेम्स कान्ह व बेस्ट जॉन डब्ल्यू (१९८६) यांच्या मते ''संशोधन म्हणजे वैज्ञानिक पद्धती प्रत्यक्षात कार्यान्वित करण्याची अधिक नियमबध्द, सुव्यवस्थित व सखोल अशी प्रक्रिया होय.''

प्रायोगिक पद्धती एक वैज्ञानिक पद्धती असून शैक्षणिक संशोधनात तिचा उपयोग होतो. प्रायोगिक पद्धती ही वैज्ञानिक पद्धतीवर आधारित असून तिच्यामध्ये प्रयोग हे वैशिष्ट्य आहे. ''प्रयोग म्हणजे विशिष्ट परिस्थिती स्थिर ठेवून केलेले नियंत्रण होय.'' कार्यकारण संबंध प्रस्थापित करण्याच्या दृष्टीने दृश्य बदलांचा अभ्यास अपेक्षित असतो. प्रायोगिक पद्धतीत स्वाश्रयी चलाला अस्थिर ठेवले जाते व इतर चलांना स्थिर ठेवून नियंत्रित केले जाते. त्यामुळे स्वाश्रयी चलाचा आश्रयी चलावर कोणता परिणाम होतो हे अभ्यासकाला ठरविता येते. त्यातील कार्यकारणभाव स्पष्ट करता येतो.

दोन्ही गटावर (प्रायोगिक व नियंत्रित) विशिष्ट परिस्थिती स्थिर ठेवून स्वाश्रयी चलाच्या मात्रातील बदलांच्या आश्रयी चलांवर कोणता परिणाम होतो याची निरीक्षणे घेतली जातात. आणि त्यावरुन त्यांच्यातील कार्यकारणभाव स्पष्ट केलेला असतो.

प्रायोगिक पद्धतीच्या संशोधनात कमीत कमी दोन गटांची आवश्यकता असते परंतु प्रसंगी एकल गटाला देखील ही पद्धती उपयुक्त ठरते.

प्रायोगिक पद्धतीचे दोन गट - १) प्रायोगिक गट, २) नियंत्रित गट किंवा तुलना गट.

दोन गटांपैकी प्रायोगिक गटाला उपचार मात्रा दिली जाते तर नियंत्रित गटाला उपचारापासून पूर्णत: अलिप्त ठेवले जाते.

प्रायोगिक गटाला उपचार दिल्यानंतर त्या उपचाराचा त्या गटावर परिणाम झाला की नाही ? संबंधित उपचार अधिक परिणामकारक आहे का ? या बाबी समजण्यासाठी प्रायोगिक पद्धतीच्या संशोधनात प्रायोगिक गटाची नियंत्रित गटाशी तुलना करणे आवश्यक आहे.

प्रायोगिक पद्धतीचे दुसरे वैशिष्ट्य म्हणजे उपचार मात्रा देताना उपचार मात्रा कोणत्या गटास द्यावयाची याचे निर्णय संशोधक घेत असतो. शिक्षण क्षेत्रात अध्यापन पद्धती, स्वाध्याय पद्धती, वर्गाचा आकार, शैक्षणिक साधनांचा वापर इत्यादी मुळे स्वाधीन चलांची हाताळणी करणे शक्य असते तर लिंगभेद, वय, सामाजिक स्थिती, आर्थिक स्थिती इ. मुळे स्वाधीन चलांची हाताळणी करणे शक्य नसते.

प्रायोगिक पद्धतीचे तिसरे वैशिष्ट्य म्हणजे यादृच्छिकता. प्रायोगिक अभ्यासात जनसंख्येतून प्रतिदर्शाची निवड यादृच्छिक पद्धतीने केली जाते. यादृच्छिक पद्धतीनेच प्रतिदर्शाची दोन गटात विभागणी केली जाते. दोन गटातील कोणता गट प्रायोगिक किंवा नियंत्रित याचा निर्णय यादृच्छिकरणाच्या आधारेच घेतला जातो.

यादृच्छिकरणामुळे संशोधन अभ्यासाला चलांवर, गटावर काहीतरी परिणाम होणे शक्य असते. अशा लक्षणांच्या बाबतीत गटामध्ये भिन्नता किंवा भेद आढळणार नाहीत याची काळजी घेतली जाते. जर भेद असतील तर ते केवळ योगायोगानेच आलेले असतील.

प्रायोगिक पद्धतीचे नियंत्रण हे चौथे वैशिष्ट्य होय. संशोधन अभ्यासात समाविष्ट नसलेल्या बाह्यचलांचा प्रभाव स्वाधीन चलावर पडणार नाही याची अभ्यासकाने दक्षता घ्यावयास पाहिजे.

वरील विवेचनावरुन प्रायोगिक पद्धतीच्या अभ्यासाचे स्वरुप पुढीलप्रमाणे सांगता येते.

"In an experimental study, he researcher manipulates at least one independent variable controls relevant variables and observes the effect on one or more variables."

प्रायोगिक अभ्यासाचे किती गट असणार, जनसंख्येतून प्रयुक्तांची निवड कशी केली जाणार, गटाची विभागणी कशी केली जाणार, उपचारापूर्वी पूर्वपरीक्षण केले जाणार की नाही, उपचारानंतरचे परीक्षण या सर्व बाबींचा सारासार विचार करुन संशोधनाची रचना / आखणी करणे म्हणजेच ''संशोधन अभिकल्प'' होय. प्रायोगिक पद्धतीत एकदा समस्येची निवड केल्यानंतर प्रायोगिक अभिकल्पाची निवड करणे महत्त्वाचे असते.

प्रस्तुत संशोधनात सूक्ष्म अध्यापनाद्वारे विद्यार्थी शिक्षकांचा क्षमता विकास यावर अभ्यास केलेला आहे. सर्व चले म्हणजेच वय, अनुभव, अध्ययन परिस्थिती इ. नियंत्रित केलेली आहेत.

संशोधनामध्ये बी.एड.च्या विद्यार्थी शिक्षकांच्या गणित विषयाच्या अभ्यासासाठी सूक्ष्म अध्यापनाद्वारे क्षमतांचा विकास याचा समावेश असल्याने प्रायोगिक पद्धती उपयुक्त ठरते.

३.३ प्रायोगिक अभिकल्प :- (Experimental Designs)

संशोधन समस्यांच्या समाधानासाठी व संशोधनाच्या अभ्यासाशी संबंधित नसलेल्या सर्व संबंधित चलांचा प्रभाव न्युनतम, निष्फळ, पृथक् करण्याच्या हेतूने परिकल्पित आराखडा, संरचना व प्रबोधन नीती म्हणजे संशोधन अभिकल्प होय.

"Research design is the plan structure and strategy of investigation conceived so as to obtain answers to research question and to control variance."

कालिगर - १९७९

प्रायोगिक अभिकल्प विविध प्रकारे असतात. अभिकल्पाचे स्वरुप, समस्या, संकलित माहिती, उपलब्ध सोयी, संशोधनकर्त्याची पात्रता इत्यादी बाबींवरुन ठरते. निवडलेल्या समस्येसाठी कोणता अभिकल्प उत्कृष्ट ठरेल याचा विचार करुनच अभिकल्पाची निवड करणे गरजेचे असते. सामान्यत: प्रायोगिक अभिकल्पाचे दोन गटात विभाजन करता येते.

१) कार्यात्मक अभिकल्प, २) घटकात्मक अभिकल्प.

कार्यात्मक अभिकल्पात स्वाश्रयी चल फक्त एकच असते आणि तो प्रयोगकर्त्याच्या स्वाधीन असतो. प्रयोगकर्त्याला आपल्या सोयीनुसार त्याला हाताळता येते. त्यामुळे होणाऱ्या बदलांचा आश्रयी चलावर होणारा परिणाम लक्षात घेऊन त्यातील कार्यकारण संबंध स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करतो.

घटकात्मक अभिकल्पात दोन किंवा अधिक स्वाश्रयी चल असतात. ते प्रयोगकर्त्याच्या स्वाधीन नसतात. प्रयोगकर्त्याला आपल्या सोयीनुसार त्यांना हाताळता येत नाही. घटकात्मक अभिकल्प हे गुंतागुंतीचे असतात. एकापेक्षा अधिक चल गट सुध्दा जास्त असतील तर घटकात्मक अभिकल्पाचा वापर उपयुक्त ठरतो. परंतु प्रस्तुत संशोधनात चले मर्यादित आहेत. प्रस्तुत संशोधनात दोन गट असल्यामुळे घटकात्मक अभिकल्पाचा संबंध येत नाही. त्यामुळे प्रयोगाची योजना, स्वाश्रयी चलातील बदलामुळे आश्रयी चलावर होणार परिणाम लक्षात घेता येईल.

प्रयोगकर्ता स्वाश्रयी चलांच्या ज्या प्रकारांचा आश्रयी चलांवरील परिणाम तपासून इच्छितो त्या प्रकारचे गट प्रयोगासाठी तयार करतो. त्यावरुन आश्रयी चलावर प्रत्यक्ष नियंत्रण ठेवता येत नसले तरी अप्रत्यक्षरित्या त्यावर नियंत्रण ठेवता येते. आपल्याला हवी असलेली निरीक्षणे तो मिळवू शकतो. कार्यात्मक अभिकल्पात मुख्यत: खालील अभिकल्प अंतर्भूत असतात.

१) एकल गट अभिकल्प.

२) समान गट अभिकल्प.

३) आवर्तन गट अभिकल्प.

४) बहु गट अभिकल्प.

❊ समान गट अभिकल्प :-

संशोधकाने समान गट अभिकल्प पद्धतीच निवडली कारण अन्य सर्व बाबतीत समानता राखून निवडलेल्या दोन किंवा अधिक गटावर दोन उपायांचा अवलंब करुन त्यांच्या सापेक्ष परिणामांची तुलना करण्याकरिता समानगट अभिकल्प अधिक उपयुक्त आहे. या अभिकल्पात समाज पात्रतेचे चार गट निवडले. संशोधकाने विद्यार्थी शिक्षकांना गणिताची संपादित चाचणी देऊन त्यातील गुण घेऊन

विद्यार्थी शिक्षकांचे चार गट तयार केले. त्यातील तीन गटांवर प्रायोगिक पद्धतीने उपचार केले.

१) एका गटावर कौशल्यांची सैध्दांतिक माहिती सांगून त्या माहितीवर आधारित चाचणी दिली.

२) दुसऱ्या गटावर पाठटाचण नियोजन कसे करावे याचे अनेक नमुने दाखवून मार्गदर्शन केले. या गटावरही पाठटाचण नियोजनावर आधारित चाचणी दिली.

३) तिसऱ्या गटाला कौशल्यांची सैध्दांतिक माहिती दिली. त्याचप्रमाणे पाठटाचण नियोजन कसे करावे याचेही मार्गदर्शन केले. चाचण्या देण्यात आल्या.

४) चौथा गट हा नियंत्रित होता. त्यावर वेगळे कोणतेही उपचार केले नाहीत. त्या गटावर कौशल्यांचा सराव सुरुच होता.

संशोधकाने प्रायोगिक पद्धतीने तीन गटांवर कार्य केले त्यावेळी प्रत्येक गटामध्ये नियोजित कार्य होऊन ठरलेले उद्दिष्ट पूर्ण होईल याकडे अधिक लक्ष दिले. नियंत्रित गटावर मात्र सराव अधिक ठेवून कार्य सुरु ठेवले. यामध्ये स्वाश्रयी चल म्हणजे कौशल्य विकसित करणे व आश्रयी चल म्हणजे सराव पाठातील प्रगती होय. सूक्ष्म अध्यापन पाठ व सराव पाठ यांचे वेळी प्रायोगिक गट व नियंत्रित गट यामधील परिस्थिती समान ठेवण्यात आली होती.

प्रायोगिक गटांमध्ये सूक्ष्म अध्यापन पाठापूर्वी असलेल्या कार्यासाठी चाचणी ठेवण्यात आली होती. त्याची पूर्णता झाल्या नंतरच सूक्ष्म अध्यापन पाठ पूर्ण करण्यात आले होते. नियंत्रित गटामध्ये सूक्ष्म अध्यापन पाठ घेण्यात येऊन त्यांना त्याचा सराव देण्यात आला. सूक्ष्म अध्यापन पाठामध्ये प्रायोगिक व नियंत्रित गटांना प्रत्याभरण देण्यात आले.

प्रायोगिक व नियंत्रित गटांमधील विद्यार्थी शिक्षकांचे सरावपाठ पाहण्यात आले. निरीक्षण तक्त्यांद्वारे मिळालेल्या गुणांवरुन F मूल्य काढून प्रायोगिक उपायांची परिणामकारकता ठरविली.

कार्यात्मक अभिकल्प संशोधनासाठी निवडलेल्या अभिकल्पाचे आरेखन पुढीलप्रमाणे देता येईल.

	$X - 0_1$	R = यादृच्छिकीकरण
	$X - 0_2$	X = उपचारमात्रा
R	$X - 0_3$	0 = निरीक्षण
	0_4	$0_1, 0_2, 0_3$ = प्रायोगिक गटाचे निरीक्षण
		0_4= नियंत्रित गटाचे निरीक्षण

३.४ संशोधनाची पूर्वतयारी :-

संशोधकाने संशोधनासाठी प्रायोगिक पद्धती निश्चित केली. संशोधनाचा विषय गणित अध्यापन पद्धती असणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांसाठी आहे. संशोधकाने संशोधना संदर्भात महाविद्यालयाचे प्राचार्य, गणित विषयाचे अध्यापन करणारे अध्यापक, सहकारी अध्यापक, आझाद कॉलेज ऑफ एज्युकेशन, सातारा येथून निवृत्त झालेले प्राचार्य, अध्यापक यांच्याशी चर्चा केली. चर्चेद्वारे मिळालेल्या मार्गदर्शनातून संशोधकाने संशोधनाचा आराखडा तयार केला.

१) प्रवेश प्रक्रिया पूर्ण होताच महाविद्यालयामध्ये प्रवेश घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांमधून गणित अध्यापन पद्धती घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांची यादी प्राप्त करणे.

२) गणित अध्यापन पद्धती घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांना उपक्रमाची माहिती देऊन त्यांना उपक्रमात सामील करुन घेणे.

३) उपक्रमामध्ये सामील विद्यार्थी शिक्षकांसाठी संशोधकाने गणिताचा दिग्दर्शनाचा पाठ घेणे.

४) उपक्रमामध्येसामील विद्यार्थी शिक्षकांचे सराव पाठ घेऊन त्यांच्यामधील अप्रगत कौशल्यांचा शोध घेणे.

५) अप्रगत कौशल्य शोधण्यासाठी यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक यांनी तयार केलेली नैदानिक चाचणी वापरणे.

६) गटांतर्गत काम करणाऱ्या अध्यापकांमध्ये समानता असावी यासाठी अध्यापकांसाठी चर्चा आयोजित करणे.

७) विद्यार्थी शिक्षकांचे पाठ संपल्यानंतर पाठां संदर्भात सर्वसमावेशक असा विश्लेषणात्मक पाठ संशोधकाने आयोजित करणे.

८) सूक्ष्म अध्यापनासाठी गणितासाठी उपयुक्त कौशल्ये ठरविणे.

९) महाविद्यालयामार्फत विद्यार्थी शिक्षकांना दिल्या जाणाऱ्या सूक्ष्म अध्यापन कार्यक्रमात उपक्रमातील विद्यार्थी शिक्षकांना सहभागी करणे.

१०) उपक्रमांमधील विद्यार्थी शिक्षकांसाठी चाचणी देऊन त्यांचे समान गट पाडणे. गटांच्या समानतेसाठी प्रसरण विश्लेषण (Variance) पाहणे.

११) गटांना नावे देऊन यादृच्छिक पद्धतीने विद्यार्थी शिक्षकांच्या गटाचे कार्य ठरविणे.

१२) गटाच्या कार्याप्रमाणे गटातील विद्यार्थी शिक्षकांकडून कृती करुन घेणे.

१३) सूक्ष्म अध्यापन कार्यानंतर विद्यार्थी शिक्षकांचे विविध शाळांवर सराव पाठ आयोजित करुन निरीक्षण करणे.

१४) गटानुसार मिळालेल्या गुणांकावरुन मध्यमान, प्रमाण विचलन, Variance काढणे.

१५) वेळेचे नियोजन करणे.

संशोधकाने संशोधनासाठी गणित विषयाची निवड केलेली आहे. त्यामुळे संशोधकाने प्रथम बी.एड.ला प्रवेश घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांमधून गणित विषय असलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांची यादी प्राप्त केली. त्या विद्यार्थी शिक्षकांना उपक्रमाविषयी संपूर्ण माहिती दिली. उपक्रमात सहभागी विद्यार्थी शिक्षकांसाठी संशोधकाने गणित विषयाचा दिग्दर्शन पाठ घेतला. अशाच प्रकारचा पाठ उपक्रमामध्ये समाविष्ठ विद्यार्थी शिक्षकांनी घ्यावयाचा असून तो पाठ अध्यापना व्यतिरिक्त वेळेत आपल्या गट प्रमुख अध्यापकाच्या निरीक्षणाखाली घ्यावयाचा आहे. त्याचवेळी गटांतर्गत काम करणाऱ्या अध्यापकांनासुद्धा निरीक्षणामध्ये एकजीनसीपणा यावा म्हणून मार्गदर्शनेत्तर व्याख्यान आयोजित केले.

विद्यार्थी शिक्षकांचे सराव पाठ पाहण्यासाठी यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक यांनी तयार केलेल्या नैदानिक चाचणीचा वापर केला. मिळालेल्या निरीक्षणावरुन विद्यार्थी शिक्षकांची अप्रगत कौशल्ये शोधली. कौशल्ये शोधताना गणित अध्यापनासाठी उपयुक्त कौशल्ये असा पाया ठेवला होता. कौशल्ये शोधल्यावर विद्यार्थी शिक्षकांमधील अप्रगत कौशल्यासंबंधी विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सर्वसमावेशक व्याख्यान आयोजित केले. त्यामधून गणित अध्यापनाच्या सूक्ष्म अध्ययनासाठी कोणती कौशल्ये घ्यावयाची ते ठरविले.

महाविद्यालयामध्ये सर्व विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सूक्ष्म अध्यापन सत्र आयोजित केले जाते. त्यामध्ये सूक्ष्म अध्यापन संकल्पना, सूक्ष्म अध्यापनाच्या कौशल्यांची सैध्दांतिक माहिती व संबंधित कौशल्यावर नमुना पाठ सादर केला जातो. उपक्रमामधील विद्यार्थी शिक्षकांनासुद्धा सर्व विद्यार्थी शिक्षकांबरोबर या सत्रामध्ये समाविष्ट केले.

दरम्यानच्या काळात इ. ८ वी ते इ. १० वी च्या अभ्यासक्रमावर आधारित संपादित चाचणी तयार केली. उपक्रमांमधील विद्यार्थी शिक्षकांना मोकळ्या वेळी चाचणी देऊन त्याचे मूल्यांकन करुन गुण प्राप्त केले. सर्व गटामध्ये समानता यावी यासाठी विद्यार्थी चार ओळी घेऊन नागमोडी प्रमाणे उतरत्या क्रमाने लावून चार गट तयार केले. त्यामध्ये समानता आहे की नाही पाहण्यासाठी मध्यमान, प्रमाण विचलन व Variance काढून पडताळा पाहिला.

यादृच्छिक पद्धतीने कोणता गट कोणत्या कार्यासाठी याची निवड केली. गटामधील विद्यार्थी शिक्षकांकडून त्या गटाकडून अपेक्षित कार्य करवून घेतले. सूक्ष्म अध्यापन पाठानंतर विद्यार्थी शिक्षकांनी विविध शाळांमध्ये सरावपाठ घेतले. संशोधकाने तयार केलेल्या नोंद तक्त्याद्वारे गुणदान करुन मिळालेल्या गुणांवरुन गटांचे मध्यमान, प्रमाणविचलन व Variance काढला.

सारणी क्रमांक ३.१

संशोधनाचे वेळापत्रक

अ.नं.	तपशील	कालावधी
१	विद्यार्थी शिक्षकांच्या याद्या गोळा करणे.	जून
२	उपक्रमामध्ये सामील विद्यार्थी शिक्षकांना उपक्रमासंबंधी माहिती.	जून
३	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी दिग्दर्शन पाठ.	जून
४	अप्रगत कौशल्ये शोध.	जून
५	अप्रगत कौशल्या संदर्भात विश्लेषण पाठ.	जून
६	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सूक्ष्म अध्यापन संकल्पना, माहिती, दिग्दर्शन पाठ.	जून-जुलै
७	विद्यार्थी शिक्षकांचे गटवार कार्य.	जुलै
८	विद्यार्थी शिक्षकांचे शाळेतील सराव पाठ	ऑगष्ट

३.५ नमुना निवड :-

संशोधकाने संशोधनासाठी निवडलेला विषय गणित व सूक्ष्म अध्यापन याच्याशी संबंधित आहे. संशोधकाने त्यासाठी २०००-२००१ मध्ये आझाद कॉलेज ऑफ एज्युकेशन, सातारा मध्ये प्रवेश घेतलेल्या आणि ज्या प्रशिक्षणार्थींची गणित अध्यापन पद्धती आहे अशा ६० प्रशिक्षणार्थींची निवड संशोधनासाठी केली आहे. म्हणजे महाविद्यालयातील ३७.५०% विद्यार्थ्यांचा संशोधनासाठी समावेश करण्यात आला आहे.

३.६ संशोधनाची साधने :-

संशोधकाने संशोधनासाठी निवडलेला विषय विचारात घेऊन अप्रगत कौशल्य शोधण्यासाठी यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक यांनी तयार केलेली नैदानिक चाचणी वापरली आहे.

गणित अध्यापन पद्धतीच्या विद्यार्थी शिक्षकांचे गट पाडण्यासाठी संशोधकाने सहकारी अध्यापकांच्या सहाय्याने इ. ८ वी ते इ. १० वी च्या अभ्यासक्रमावर आधारित संपादित चाचणी तयार केली होती. मिळालेल्या गुणांकावरुन गट विभागणी करुन गट समानता अभ्यासण्यासाठी मध्यमान, प्रमाण विचलन व Variance काढून पडताळा पाहिला.

गट कार्यामध्ये सैध्दांतिक माहिती व पाठनियोजन यावर माहिती दिल्यानंतर मूल्यमापनासाठी परिक्षिका तयार करण्यात आल्या. गट कार्यामधील सूक्ष्म पाठांसाठी टेपरेकॉर्डरचा वापर करण्यात आला.

विद्यार्थी शिक्षकांचे शाळांमधील सराव पाठ पाहण्यासाठी कौशल्य व क्षमता यामधून त्यार केलेल्या निरीक्षण नोंद तक्त्याचा वापर केला.

३.७ प्रयोगाची कार्यवाही :-

सन २०००-२००१ मधील प्रवेश प्रक्रिया संपताच दि. २१-६-२००० रोजी महाविद्यालय सुरु झाले. त्याच दिवशी महाविद्यालयात प्रवेश घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांच्या अध्यापन पद्धती ठरविण्यात आल्या. संशोधकाने या विद्यार्थी शिक्षकांमधून शास्त्र शाखेचे पदवीधर व गणित अध्यापन

पद्धती घेतलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांची यादी प्राप्त केली. शास्त्र शाखा व गणित अध्यापन पद्धती निवडलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांना संशोधकाने एकत्र बोलावून संशोधनाच्या उपक्रमामध्ये सामील होण्याचे आवाहन करण्यात आले. उपक्रमामधील नोंदींची गोपनीयता पाळण्याचे आश्वासन संशोधकाने दिले. विद्यार्थी शिक्षकांनी उपक्रमामध्ये सामील होऊन उपक्रम यशस्वी करण्याचे आश्वासन दिले. उपक्रमामध्ये सहभागी ६० विद्यार्थी शिक्षकांची यादी परिशिष्ट 'अ' मध्ये दिली आहे.

उपक्रमामध्ये महाविद्यालयातील ६० विद्यार्थी शिक्षकांचा समावेश होता. उपक्रमामध्ये सहभागी विद्यार्थी - ३१, उपक्रमामध्ये सहभागी विद्यार्थीनी - २९ या विद्यार्थी शिक्षकांचे पदवी व विषयवार वर्गीकरण पुढीलप्रमाणे.

सारणी क्रमांक ३.२

विद्यार्थी शिक्षकांचे पदवी व विषयवार वर्गीकरण

तपशिल	विद्यार्थी	शेकडा	विद्यार्थीनी	शेकडा	एकूण	शेकडा
गणित पदवी प्राप्त	१२	२०	१२	२०	२४	४०
विज्ञान पदवी प्राप्त	१०	१७	०५	०८	१५	२५
गणित पदव्युत्तर	०४	०६	०५	०९	०९	१५
विज्ञान पदव्युत्तर	०५	०८	०७	१२	१२	२०
अनुभव	-	-	-	-	-	-
एकूण	३१	५१	२९	४९	६०	१००

उपक्रमामध्ये सहभागी सर्व विद्यार्थी शिक्षक शास्त्र शाखेचे पदवीधर आहेत. गणित विषयाची पदवी घेतलेल्या विद्यार्थी व विद्यार्थीनींची संख्या सारखीच म्हणजे १२ आहे. म्हणजेच ४०% विद्यार्थी शिक्षकांनी गणितातील पदवीपर्यंतचे शिक्षण घेतलेले आहे. विज्ञान विषयाची पदवी १० विद्यार्थी व ०५ विद्यार्थीनींनी पूर्ण केले आहे. त्याची टक्केवारी २५ आहे. गणित विषयातील पदव्युत्तर शिक्षण १५% विद्यार्थी शिक्षकांनी पूर्ण केले आहे. विज्ञान विषयामध्ये २०% विद्यार्थी शिक्षकांनी पदव्युत्तर शिक्षण पूर्ण केले आहे. उपक्रमामध्ये सामील विद्यार्थी शिक्षकांपैकी एकाही विद्यार्थी शिक्षकास शिक्षकीपेशाचा अनुभव नाही.

दिनांक २२ जून २००० रोजी उपक्रमामधील सर्व विद्यार्थी शिक्षकांना एकत्र बोलावून उपक्रमासंबंधी माहिती देण्यासाठी व्याख्यान आयोजित केले. व्याख्यानामध्ये संशोधकाने उपक्रमासंबंधीची उद्दिष्टे स्पष्ट केली. उपक्रमासंबंधी संपूर्ण आराखडा त्यांच्यासमोर ठेऊन विद्यार्थी शिक्षकांच्या मनामध्ये आलेल्या शंकांचे निरसन केले.

उपक्रमामध्ये सामील विद्यार्थी शिक्षकांसाठी संशोधकाने गणिताच्या दिग्दर्शन पाठाचे आयोजन केले होते. दि. २३ जून २००० रोजी संशोधकाने दिग्दर्शनाचा संपूर्ण पाठ विद्यार्थी शिक्षकांसमोर सादर केला. त्यावेळी शेजारील अण्णासाहेब कल्याणी विद्यालय, सातारा येथील शालेय विद्यार्थी सहभागी केले होते. दिग्दर्शन पाठानंतर विद्यार्थी शिक्षकांबरोबर चर्चा करताना खालील मुद्द्यांचा समावेश केला.

१) पाठाची सुरुवात.

२) शिक्षकाची हालचाल.

३) प्रश्न विचारणे.

४) फलक लेखन.

५) योग्य घटक निवडणे.

६) घटकाचे उपघटक निवडून अध्यापन करणे.

७) अध्यापन करताना मुद्द्यांची स्पष्टोक्ती.

८) विद्यार्थी प्रतिसाद मिळविणे इत्यादी.

संशोधकाच्या दिग्दर्शन पाठानंतर विद्यार्थी शिक्षकांमधील अप्रगत कौशल्ये शोधण्यासाठी विद्यार्थी शिक्षकांचे तीस मिनिटांचे पाठांचे आयोजन केले होते. विद्यार्थी शिक्षकांनी अध्यापनाचे तासांव्यतिरिक्त सदरचे पाठ घ्यावयाचे होते. विद्यार्थी शिक्षकांच्या पाठाचे निरीक्षण करण्यासाठी यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक यांनी तयार केलेल्या 'अप्रगत अध्यापन कौशल्य निदान श्रेणी' चा वापर केला. परिशिष्ट 'ब' मध्ये दिली आहे. [१]

विद्यार्थी शिक्षकांचे पाठ आयोजित करताना त्यांचे पाच गट केले. प्रत्येक गटात १२ विद्यार्थी शिक्षक समाविष्ट केले. पाच गटांसाठी महाविद्यालयातील अध्यापकांची मदत घेण्यात आली. सर्व अध्यापक उच्चशिक्षित म्हणजे दुहेरी पदव्युत्तर पदवी घेतलेले आहेत. त्यांचा अध्यापनाचा अनुभव मोठा

आहे. त्यांच्यासाठी उपक्रमातील विद्यार्थी शिक्षकांचे निरीक्षण करण्यासाठी निरीक्षणाबाबत व त्यातील गुणांबाबत चर्चासत्र घेतले. या चर्चासत्राची अध्यापकांना गरज नव्हती. परंतु निरीक्षणामध्ये एकवाक्यता असावी म्हणून चर्चासत्राचे आयोजन केले. त्यामध्ये यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक यांनी तयार केलेल्या व संशोधकाने उपक्रमासाठी वापरलेल्या कौशल्य निदान चाचणीची मुद्देवार चर्चा केली. उपस्थित प्रश्नांची योग्य रीतीने सोडवणूक केली.

उपक्रमामध्ये सहभागी नसलेल्या काही विद्यार्थी शिक्षकांचे गणित विषयाचे पाठ घेऊन त्या पाठांचे निरीक्षण उपक्रमास सहाय्य करणाऱ्या मार्गदर्शक अध्यापकांनी करावे. त्यांच्या निरीक्षणामध्ये एकवाक्यता असावी या उद्देशाने संशोधकाने काही पाठांचे आयोजन केले. पाठाच्या निरीक्षणासाठी पाठनिरीक्षण सूचीचा वापर केला. मार्गदर्शक अध्यापकांनी निरीक्षण केलेल्या पाठाचे वर्गीकरण पुढीलप्रमाणे दिले आहे.

सारणी क्रमांक ३.३

''उपक्रमात सहभागी नसणारा विद्यार्थी शिक्षक १ '' च्या सरावपाठाचे निरीक्षक वर्गीकरण

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
१	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी विद्यार्थ्यांच्या पूर्वज्ञानाची उजळणी केली काय ?	१	१	२	१	२
२	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी शिकविणेचा हेतू / नेमके काय शिकविणार आहे ते स्पष्ट केले काय ?	२	२	२	१	२
३	नव्या आशयाच्या आकलनासाठी त्यातील मध्यवर्ती कल्पना, मुख्य तत्त्वे, संबोध शिक्षकांनी प्रथम सादर केले का ?	१	१	०	१	१
४	स्पष्टीकरण करताना तांत्रिक शब्दांच्या व्याख्या / पर्यायी शब्द सांगितले काय ?	०	०	१	०	१
५	स्पष्ट केलेल्या भागाचे विद्यार्थ्यांच्या मनात दृढीकरण होणेसाठी नियोजित पुनरावृत्ती केली काय ?	०	०	०	०	०
६	स्पष्टीकरण करताना योग्य व उचित शब्दांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	०
७	स्पष्टीकरणात सुटसुटीत वाक्यांचा वापर केला काय ?	०	१	१	०	१
८	विचार न करता उत्तरे देता येतील असे प्रश्न टाळले काय ?	१	१	१	१	१
९	प्रश्न व्याकरणदृष्ट्या निर्दोष होते काय ?	१	१	१	१	१
१०	प्रश्नांची पुनरावृत्ती टाळली काय ?	१	२	२	२	२

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
११	प्रश्नाला योग्य प्रतिसाद दिला काय ?	१	१	१	१	१
१२	विद्यार्थ्याला विचार करावा लागणारे, नव्या कल्पना मांडता येणेसारखी प्रश्न विचारले काय ?	१	०	०	१	१
१३	विचारप्रवर्तक प्रश्नाला प्रतिसाद देणेसाठी विद्यार्थ्यांनी योग्य दिशेने विचार करावा यासाठी पूरक प्रश्न विचारले का ?	१	१	१	१	०
१४	माहितीवजा प्रश्नावर जरुरीपेक्षा जास्त पूरक माहितीवजा प्रश्न विचारणेचे टाळले काय ?	१	१	१	१	१
१५	चुकीच्या उत्तरावर नकारात्मक प्रतिक्रिया व्यक्त करताना शिक्षकाने विद्यार्थ्याला आधार दिला काय ?	३	३	३	२	२
१६	विद्यार्थ्यांच्या योग्य उत्तराची शिक्षकांनी त्यांच्या नावासह दखल घेतली काय ?	२	२	२	०	२
१७	शिक्षकांनी शाब्दिक प्रवलनाचा योग्य वापर केला काय ?	१	१	१	१	२
१८	शिक्षकांनी उत्तरावर अशाब्दिक नकारात्मक संकेत टाळले काय ?	१	१	०	१	०
१९	फलकाच्या वापरापूर्वी शिक्षकांनी फलकाची स्थिती, प्रकाशयोजना, लेखनसाधने, प्राथमिक नोंदींची दखल घेतली काय ?	१	१	१	२	२
२०	शिकविताना फलकावर उपयुक्त व पूरक आकृत्या काढल्या काय ?	१	१	१	१	१
२१	फलकाचा वापर करताना लेखन व रेखाटनासाठी आवश्यक तेथे भौमितिक साधनांचा वापर केला काय ?	२	२	२	३	१
२२	फलकाचा नियोजनबध्द वापर केला काय ?	२	१	२	१	२
२३	फलक-लेखन करताना केलेले लेखन सगळ्यांना दिसावे याची काळजी उभे राहताना घेतली काय ?	२	२	२	२	२
२४	अक्षर-आकृत्यांचे योग्य लेखन / रेखाटन केले काय ?	१	२	१	०	१
२५	फलक-लेखनातील अक्षरे सरळ काढली काय ?	१	२	१	१	२
२६	फलक लेखन शुध्द होते काय ?	२	२	२	२	२
२७	शिकविताना आशयानुरुप योग्य हावभाव केले काय ?	१	२	२	१	१
२८	आशयाप्रमाणे आवाजात योग्य बदल केला काय ?	१	२	२	१	२
२९	शिकविताना दृक-श्राव्य साधनांचा वापर केला काय ?	०	०	०	०	०
३०	शिकवून झाल्यानंतर मुख्य मुद्द्याची उजळणी केली काय ?	१	१	०	१	१
३१	समारोपात आपण काय शिकलो याची उद्दिष्टांशी / प्रारंभाशी सांगड घातली काय?	१	१	१	१	१
३२	प्राप्त ज्ञानाचा नवीन परिस्थितीत वापर करणेस विद्यार्थ्यांना उद्युक्त केले काय ?	१	०	१	२	१
३३	प्राप्त ज्ञानाचा विविध अंगांनी आढावा घेतला काय ?	१	२	१	०	१

सारणी क्रमांक ३.४

''उपक्रमांत सहभागी नसलेल्या विद्यार्थी २'' च्या सराव पाठाचे निरीक्षण वर्गीकरण

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
१	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी विद्यार्थ्यांच्या पूर्वज्ञानाची उजळणी केली काय ?	१	१	१	१	१
२	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी शिकविणेचा हेतू / नेमके काय शिकविणार आहे ते स्पष्ट केले काय ?	१	१	१	१	२
३	नव्या आशयाच्या आकलनासाठी त्यातील मध्यवर्ती कल्पना, मुख्य तत्त्वे, संबोध शिक्षकांनी प्रथम सादर केले का ?	१	१	२	१	१
४	स्पष्टीकरण करताना तांत्रिक शब्दांच्या व्याख्या / पर्यायी शब्द सांगितले काय ?	०	०	०	१	०
५	स्पष्ट केलेल्या भागाचे विद्यार्थ्यांच्या मनात दृढीकरण होणेसाठी नियोजित पुनरावृत्ती केली काय ?	१	१	१	१	१
६	स्पष्टीकरण करताना योग्य व उचित शब्दांचा वापर केला काय ?	१	१	१	०	१
७	स्पष्टीकरणात सुटसुटीत वाक्यांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	१
८	विचार न करता उत्तरे देता येतील असे प्रश्न टाळले काय ?	१	१	१	१	१
९	प्रश्न व्याकरणदृष्ट्या निर्दोष होते काय ?	२	२	२	१	२
१०	प्रश्नांची पुनरावृत्ती टाळली काय ?	१	१	१	१	१
११	प्रश्नाला योग्य प्रतिसाद दिला काय ?	२	२	२	२	१
१२	विद्यार्थ्याला विचार करावा लागणारे, नव्या कल्पना मांडता येणेसारखी प्रश्न विचारले काय ?	०	०	०	०	०
१३	विचारप्रवर्तक प्रश्नाला प्रतिसाद देणेसाठी विद्यार्थ्यांनी योग्य दिशेने विचार करावा यासाठी पूरक प्रश्न विचारले का ?	०	०	०	०	०
१४	माहितीवजा प्रश्नावर जरुरीपेक्षा जास्त पूरक माहितीवजा प्रश्न विचारणेचे टाळले काय ?	१	१	१	०	१
१५	चुकीच्या उत्तरावर नकारात्मक प्रतिक्रिया व्यक्त करताना शिक्षकाने विद्यार्थ्याला आधार दिला काय ?	०	०	०	०	०
१६	विद्यार्थ्यांच्या योग्य उत्तराची शिक्षकांनी त्यांच्या नावासह दखल घेतली काय ?	१	१	१	१	१
१७	शिक्षकांनी शाब्दिक प्रवलनाचा योग्य वापर केला काय ?	१	०	०	०	०
१८	शिक्षकांनी उत्तरावर अशाब्दिक नकारात्मक संकेत टाळले काय ?	१	१	१	१	०
१९	१फलकाच्या वापरापूर्वी शिक्षकांनी फलकाची स्थिती, प्रकाशयोजना, लेखनसाधने, प्राथमिक नोंदींची दखल घेतली काय ?	१	१	२	१	१
२०	शिकविताना फलकावर उपयुक्त व पूरक आकृत्या काढल्या काय ?	१	१	१	१	१
२१	फलकाचा वापर करताना लेखन व रेखाटनासाठी आवश्यक तेथे भौमितिक साधनांचा वापर केला काय ?	०	०	०	०	०

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
२२	फलकाचा नियोजनबध्द वापर केला काय ?	०	१	०	०	०
२३	फलक-लेखन करताना केलेले लेखन सगळ्यांना दिसावे याची काळजी उभे राहताना घेतली काय ?	१	१	१	१	२
२४	अक्षर-आकृत्यांचे योग्य लेखन / रेखाटन केले काय ?	२	२	२	२	२
२५	फलक-लेखनातील अक्षरे सरळ काढली काय ?	३	३	३	३	२
२६	फलक लेखन शुध्द होते काय ?	१	१	१	०	१
२७	शिकविताना आशयानुरुप योग्य हावभाव केले काय ?	१	१	१	१	१
२८	आशयाप्रमाणे आवाजात योग्य बदल केला काय ?	०	०	०	०	०
२९	शिकविताना दृक-श्राव्य साधनांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	१
३०	शिकवून झाल्यानंतर मुख्य मुद्द्याची उजळणी केली काय ?	०	०	०	०	०
३१	समारोपात आपण काय शिकलो याची उद्दिष्टांशी / प्रारंभाशी सांगड घातली काय?	१	१	१	२	१
३२	प्राप्त ज्ञानाचा नवीन परिस्थितीत वापर करणेस विद्यार्थ्यांना उद्युक्त केले काय ?	१	२	१	२	१
३३	प्राप्त ज्ञानाचा विविध अंगांनी आढावा घेतला काय ?	१	१	१	१	१

सारणी क्रमांक ३.५

''उपक्रमांत सहभागी नसलेल्या विद्यार्थी ३ ''च्या सराव पाठाची निरीक्षक वर्गीकरण

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
१	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी विद्यार्थ्यांच्या पूर्वज्ञानाची उजळणी केली काय ?	१	१	१	२	१
२	शिक्षकांनी शिकविणेपूर्वी शिकविणेचा हेतू / नेमके काय शिकविणार आहे ते स्पष्ट केले काय ?	२	२	१	३	२
३	नव्या आशयाच्या आकलनासाठी त्यातील मध्यवर्ती कल्पना, मुख्य तत्त्वे, संबोध शिक्षकांनी प्रथम सादर केले का ?	०	०	०	१	०
४	स्पष्टीकरण करताना तांत्रिक शब्दांच्या व्याख्या / पर्यायी शब्द सांगितले काय ?	१	१	१	१	१
५	स्पष्ट केलेल्या भागाचे विद्यार्थ्यांच्या मनात दृढीकरण होणेसाठी नियोजित पुनरावृत्ती केली काय ?	१	१	१	१	०
६	स्पष्टीकरण करताना योग्य व उचित शब्दांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	०
७	स्पष्टीकरणात सुटसुटीत वाक्यांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	१
८	विचार न करता उत्तरे देता येतील असे प्रश्न टाळले काय ?	०	०	०	०	०
९	प्रश्न व्याकरणदृष्ट्या निर्दोष होते काय ?	२	२	२	१	१
१०	प्रश्नांची पुनरावृत्ती टाळली काय ?	२	१	२	१	२

अ.क्र.	मुद्दे	निरीक्षक				
		१	२	३	४	५
११	प्रश्नाला योग्य प्रतिसाद दिला काय ?	१	०	१	१	१
१२	विद्यार्थ्याला विचार करावा लागणारे, नव्या कल्पना मांडता येणेसारखी प्रश्न विचारले काय ?	०	०	०	०	०
१३	विचारप्रवर्तक प्रश्नाला प्रतिसाद देणेसाठी विद्यार्थ्यांनी योग्य दिशेने विचार करावा यासाठी पूरक प्रश्न विचारले का ?	०	०	१	०	०
१४	माहितीवजा प्रश्नावर जरुरीपेक्षा जास्त पूरक माहितीवजा प्रश्न विचारणेचे टाळले काय ?	२	२	२	२	२
१५	चुकीच्या उत्तरावर नकारात्मक प्रतिक्रिया व्यक्त करताना शिक्षकाने विद्यार्थ्याला आधार दिला काय ?	०	०	०	०	०
१६	विद्यार्थ्यांच्या योग्य उत्तराची शिक्षकांनी त्यांच्या नावासह दखल घेतली काय ?	०	१	०	०	०
१७	शिक्षकांनी शाब्दिक प्रवलनाचा योग्य वापर केला काय ?	२	२	१	१	१
१८	शिक्षकांनी उत्तरावर अशाब्दिक नकारात्मक संकेत टाळले काय ?	२	२	१	१	२
१९	फलकाच्या वापरापूर्वी शिक्षकांनी फलकाची स्थिती, प्रकाशयोजना, लेखनसाधने, प्राथमिक नोंदींची दखल घेतली काय ?	२	१	१	१	१
२०	शिकविताना फलकावर उपयुक्त व पूरक आकृत्या काढल्या काय ?	१	२	१	१	२
२१	फलकाचा वापर करताना लेखन व रेखाटनासाठी आवश्यक तेथे भौमितिक साधनांचा वापर केला काय ?	१	१	२	१	२
२२	फलकाचा नियोजनबध्द वापर केला काय ?	१	१	१	२	१
२३	फलक-लेखन करताना केलेले लेखन सगळ्यांना दिसावे याची काळजी उभे राहताना घेतली काय ?	१	२	२	२	२
२४	अक्षर-आकृत्यांचे योग्य लेखन / रेखाटन केले काय ?	२	३	३	२	२
२५	फलक-लेखनातील अक्षरे सरळ काढली काय ?	१	१	१	१	१
२६	फलक लेखन शुध्द होते काय ?	१	२	२	२	२
२७	शिकविताना आशयानुरुप योग्य हावभाव केले काय ?	१	१	२	१	२
२८	आशयाप्रमाणे आवाजात योग्य बदल केला काय ?	१	२	१	१	१
२९	शिकविताना दृक-श्राव्य साधनांचा वापर केला काय ?	१	१	१	१	१
३०	शिकवून झाल्यानंतर मुख्य मुद्द्याची उजळणी केली काय ?	२	२	१	१	१
३१	समारोपात आपण काय शिकलो याची उद्दिष्टांशी / प्रारंभाशी सांगड घातली काय?	१	१	०	१	१
३२	प्राप्त ज्ञानाचा नवीन परिस्थितीत वापर करणेस विद्यार्थ्यांना उद्युक्त केले काय ?	२	२	२	२	२
३३	प्राप्त ज्ञानाचा विविध अंगांनी आढावा घेतला काय ?	१	२	१	१	१

निरीक्षक अध्यापकांकडून विद्यार्थ्यांच्या निरीक्षण तक्त्याद्वारे मिळालेल्या गुणांचा संशोधकाने सहसंबंध गुणांक काढला. प्रथम विद्यार्थी १ व विद्यार्थी २ यामधील सहसंबंध गुणांक काढला. सहसंबंध गुणांक ०.२३ इतका आहे. त्यानंतर विद्यार्थी १ व विद्यार्थी ३ यामधील सहसंबंध गुणांक काढला. सहसंबंध गुणांक ०.४० इतका आला. म्हणजेच येथे निरीक्षकांच्या निरीक्षणामध्ये एकवाक्यतेबाबत प्रगती दिसून येते. विद्यार्थी २ व विद्यार्थी ३ यामधील सहसंबंध गुणांक ०.८३ इतका आला. म्हणजेच पाचही निरीक्षक अध्यापकांच्या निरीक्षणामध्ये बऱ्याच अंशी एकवाक्यता दिसून येते.

निरीक्षक अध्यापकांशी चर्चासत्र आयोजित केल्यानंतर निरीक्षक अध्यापकांनी विद्यार्थी १ च्या पाठाचे निरीक्षण केले होते. निरीक्षण तक्त्यामधील गुणदानावरुन निरीक्षक अध्यापकांच्या निरीक्षणात एकवाक्यता दिसून आली नाही म्हणून संशोधकाने अध्यापकांशी पुन्हा चर्चा करुन निरीक्षणामध्ये एकवाक्यता आणण्यासाठी मार्गदर्शनपर चर्चा केली. निरीक्षण अध्यापकांनी विद्यार्थी २ च्या पाठाचे निरीक्षण केले. तक्त्याद्वारे मिळालेल्या गुणांचे निरीक्षण केले. विद्यार्थी १ व विद्यार्थी २ यामधील सहसंबंध गुणांक काढला. तो फारच कमी आला. संशोधकाने निरीक्षक अध्यापकांना पुन्हा एकत्र बोलावून चर्चा केली. मुद्देसूद विचार विनिमय केला. त्यानंतर अध्यापकांनी विद्यार्थी ३ च्या पाठाचे निरीक्षण केले. गुणदान केले. मिळालेल्या गुणांचे संशोधकाने निरीक्षण केले. त्यानंतर विद्यार्थी १ व विद्यार्थी ३ यामधील सहसंबंध गुणांक काढला. त्यावेळी सहसंबंध गुणांकात वाढ दिसून आली. त्याचप्रमाणे विद्यार्थी २ व विद्यार्थी ३ यामधील सहसंबंध गुणांक काढला. त्यावेळी त्यामध्ये वाढ दिसून आली. यावरुन पाचही निरीक्षक अध्यापकांच्या निरीक्षणामध्ये बऱ्याच अंशी एकवाक्यता दिसून आली. त्यानंतर उपक्रमामधील विद्यार्थी शिक्षकांच्या पाठाचे निरीक्षण करण्यास अध्यापकांना विनंती केली.

दिनांक २४ जून २००० पासून अध्यापन व्यतिरिक्त तासांमध्ये पाचही गटांमध्ये विद्यार्थी शिक्षकांचे पाठ सुरु झाले. मार्गदर्शक अध्यापकांनी पाठ निरीक्षण सूचीचा वापर करुन विद्यार्थी शिक्षकांमधील अप्रगत कौशल्यांच्या नोंदी घेतल्या.

मार्गदर्शक अध्यापकांनी विद्यार्थी शिक्षकांच्या अप्रगत कौशल्याच्या नोंदी पाठ निरीक्षण सूचीद्वारे घेतल्या नंतर ६० विद्यार्थी शिक्षकांच्या नोंदींचे विश्लेषण करुन अप्रगत कौशल्ये शोधली. संशोधकाने सर्व विद्यार्थी शिक्षकांना एकत्र बोलावून झालेल्या पाठांवर विश्लेषणात्मक पाठ घेतला.

विश्लेषणात्मक पाठामध्ये विद्यार्थी शिक्षकांच्या पाठामधील चांगल्या बाबी, सर्वसाधारण उणीवा, खूपच उणीवा यांची चर्चा केली. गणित अध्यापनासाठी आवश्यक क्षमता असणे आवश्यक आहे. कौशल्याद्वारे क्षमता विकास शक्य होऊ शकेल का ? यासाठी गणिताच्या सूक्ष्म अध्यापनामध्ये स्पष्टीकरण, प्रश्न विचारणे व फलक लेखक ही कौशल्ये घ्यावीत अशी सुचना केली.

महाविद्यालयामध्ये सूक्ष्म अध्यापनाचे कृतिसत्र आयोजित करण्यात आले. त्यामध्ये पुढीलप्रमाणे मार्गदर्शन करण्यात आले.

१) संकल्पना : सुरुवातीला अध्यापकाने विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सूक्ष्म अध्यापनाची संकल्पना सांगितली. त्यामध्ये सूक्ष्म अध्यापनाचा उदय, त्याची गरज, त्याचे उपयोग, व्याख्या इ. बाबींचा परामर्श घेतला.

त्यानंतर फिल्मद्वारे सूक्ष्म अध्यापनाची संकल्पना दाखविण्यात आली. त्यामध्ये दाखविण्यात आलेल्या माहितीवर चर्चा करण्यात आली.

२) पाठनियोजन : फिल्मद्वारे पाठाचे नियोजन कसे करावयाचे, सुरवातीला पाठ घेताना होणारी अवस्था, योग्य मार्गदर्शन मिळाल्यानंतर पाठामध्ये आलेला बदल याचे चित्रण दाखविले. म्हणजेच एका कौशल्यावर आधारित सूक्ष्म पाठाचे प्रथम अध्यापन, त्यावर प्रत्याभरण व त्यानंतर पुर्ननियोजन व पुर्नध्यापन, पुर्नप्रत्याभरण दाखविण्यात आले.

महाविद्यालयामध्ये त्यानंतर प्रत्येक कौशल्या विषयी सैध्दांतिक माहिती सांगण्यात आली. कौशल्यातील उपघटकांवर माहिती देण्यात आली. त्यावर चर्चा करण्यात आली. प्रत्येक कौशल्याच्या सैध्दांतिक माहितीच्या वेळीच संबंधित कौशल्याच्या निरीक्षण तक्त्यावर चर्चा करुन पाठाचे मूल्यमापन कसे करावे हे स्पष्ट केले. कौशल्याच्या सैध्दांतिक माहितीनंतर कौशल्याचा दिग्दर्शन पाठ घेण्यात आला. त्या दिग्दर्शन पाठाचे ध्वनिमुद्रण करण्यात आले. दिग्दर्शन पाठानंतरच्या चर्चेमध्ये ध्वनिमुद्रकाचा वापर करण्यात आला. चर्चेनंतर पाठामध्ये पुर्ननियोजन करुन पुर्नध्यापन घेण्यात आले. त्यावर पुन्हा चर्चा करुन पुर्नप्रत्याभरण करण्यात आले. विद्यार्थी शिक्षकांसाठी पाठ टाचणाचा (पाठ नियोजनाच्या) नमुना सुचना फलकावर पाहण्यासाठी ठेवला.

याच क्रमानुसार प्रतिवर्षी महाविद्यालयामध्ये सूक्ष्म अध्यापन तंत्राचे सातत्याने आयोजन केले जाते. सूक्ष्म अध्यापनाचा सदरचा उपक्रम संपताच विद्यार्थी शिक्षकांचे गट पाडण्यासाठी विद्यार्थी शिक्षकांना संपादित चाचणी देण्यात आली. सदरची संपादित चाचणी इ. ८ वी ते इ. १० वी च्या गाभाभूत घटकांवर [Core Syllabus] आधारित करण्यात आली होती. महाविद्यालयातील गणित विषयाच्या अध्यापकांना सदरची चाचणी दाखवून त्यामध्ये योग्य ते बदल केले होते. सदरची चाचणी परिशिष्ट 'क' मध्ये जोडली आहे. विद्यार्थी शिक्षकांना चाचणी देताना तीन प्रकारच्या चाचण्या तयार केल्या. प्रत्येक चाचणीमध्ये प्रश्नांचा क्रम बदलून चाचणीतील प्रश्न घेतले. जेणेकरुन चाचणीमधील विश्वसनीयता कायम राहील.

विद्यार्थी शिक्षकांना दिलेल्या संपादित चाचणीचे मूल्यांकन करुन गुण मिळाले. मिळालेले गुण उतरत्या क्रमाने लावून घेतले. गटांमध्ये समानता असावी म्हणून गटवार पुढील क्रमाने गटांमध्ये विद्यार्थी शिक्षकांचा समावेश करण्यात आला.

गट क्रमांक	१	-	१,८,९,१६,१७,२४,२५,३२,३३,४०,४१,४८,४९,५६,५७
	२	-	२,७,१०,१५,१८,२३,२६,३१,३४,३९,४२,४७,५०,५५,५८
	३	-	३,६,११,१४,१९,२२,२७,३०,३५,३८,४३,४६,५१,५४,५९
	४	-	४,५,१२,१३,२०,२१,२८,२९,३६,३७,४४,४५,५२,५३,६०

वरीलप्रमाणे गटक्रमांकात येणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांच्या गुणांचे मध्यमान व प्रमाणविचलन काढले

सारणी क्रमांक ३.६

गटांचे मध्यमान व प्रमाणविचलन

गटक्रमांक	मध्यमान	प्रमाणविचलन	सरासरी मध्यमाना पासून फरक	सरासरी प्रमाण विलचनापासून फरक
१	१९	२.९४	०.२५	०.०२
२	१९	२.९४	०.२५	०.०२
३	१८.५	२.८४	-०.२५	-०.०८
४	१८.५	२.९४	-०.२५	०.०२

गटांमधील मध्यमान व प्रमाणविचलन यामधील फरक नगण्य दिसत आहे. मध्यमानाचा सरासरी मध्यमान १८.७५ आहे. सरासरी मध्यमानापासून प्रत्येक गटाचा मध्यमान ०.२५ इतक्याच फरकावर दिसून येतो. गटांचे सरासरी प्रमाणविचलन २.९२ आहे. प्रत्येक गटाचे प्रमाण विचलन सरासरी प्रमाण विचलनाच्या ०.०२ ते ०.०८ इतक्या फरकावर दूर आहे.

गटातील विद्यार्थ्यांच्या संपादनातील सार्थकता पाहण्यासाठी प्रसरण विश्लेषण काढला.

सारणी क्रमांक ३.७

गाभाभूत घटकावर आधारीत चाचणीतील प्राप्तांकातील

मध्यमानाच्या फरकाचे गुणांचे प्रसरण विश्लेषण

Source of Variation फरकाचा उद्‌गम	df स्वाधीनता मात्रा	Sums of Squares वर्गांची बेरीज	Mean Squares (Variance)
Among the means of Conditions	३	३.२५	१.०८
Within Conditions	५६	५२१.५०	९.३१

$$F = \frac{१.०८}{९.३१} = ०.११$$

From Table F for

df_1 = ३ df_2 = ५६

F at ०.०५ = २.७७ F at ०.०१ = ४.१६

विद्यार्थी शिक्षकांच्या गट विभागणीनुसार त्यांना मिळालेल्या गुणांमध्ये प्रत्येक गटाचा मध्यमान जवळपास सारखा आहे. त्याचप्रमाणे प्रमाण विचलन सुध्दा सारखेच आहे. काही फरक पडला आहे तो नगण्य असा आहे. त्याचप्रमाणे वरील तक्त्यानुसार मिळालेल्या F मूल्यावरुन गटांची विभागणी योग्य असून गट समान पातळीवर आहेत.

गट समान झाल्यानंतर यादृच्छिक पद्धतीने गटांना नावे दिली. ती पुढीलप्रमाणे मिळाली.

गट क्रमांक १ = गट ET = Experimental Theory Group

= सैध्दांतिक भागावर प्रभुत्व असणारा प्रायोगिक गट

गट क्रमांक २= गट EP = Experimental Planning Group

= पाठनियोजनावर प्रभुत्व असणारा प्रायोगिक गट

गट क्रमांक ३ = गट ETP = Experimental Theory & Planning Group

= सैध्दांतिक भाग व पाठनियोजन यावर प्रभुत्व असणारा प्रायोगिक गट

गट क्रमांक ४ = गट C = Control Group = नियंत्रित गट

वरील गटांमधील विद्यार्थी शिक्षकांची यादी परिशिष्ट 'ड' मध्ये जोडली आहे.

त्यानंतर लगेच चारही गटांमध्ये सहकारी अध्यापकाच्या सहाय्याने सूक्ष्म अध्यापनाचे कामकाज सुरु केले.

गट ET हा सैध्दांतिक भागावर प्रभुत्व असणारा प्रायोगिक गट आहे. त्यामुळे या गटासाठी गणित अध्यापनासाठी निवडलेली तीन कौशल्ये घेऊन त्या कौशल्यांची तात्विक माहिती मार्गदर्शक अध्यापकाने विद्यार्थी शिक्षकांना द्यावयाची होती. मार्गदर्शक अध्यापकाने प्रत्येक कौशल्य त्यातील उपघटकांसह स्पष्ट केले. प्रत्येक कौशल्याच्या तात्विक माहितीनंतर विद्यार्थी शिक्षकांना त्या कौशल्यावर आधारित चाचणी देण्यात आली. चाचणी परिशिष्ट 'प' मध्ये जोडली आहे. चाचणीमध्ये जे विद्यार्थी शिक्षक ८०% गुण मिळवतील ते विद्यार्थी शिक्षक संबंधित कौशल्याच्या प्रभुत्त्व पातळीवर आहेत. परंतु जे विद्यार्थी शिक्षक ८०% गुण मिळवित नाहीत ते प्रभुत्व पातळी गाठण्यात अयशस्वी ठरले.

प्रभुत्व संपादन करण्यास कमी पडलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सुचनात्मक पाठाचे [Comment Lecture] आयोजन केले. सुचनात्मक पाठामध्ये कौशल्यामधील महत्वाच्या उपघटकांची पुनरावृत्ती [Repetition] केली. त्याचप्रमाणे प्रथम प्रयत्नामध्ये प्रभुत्व संपादन केलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांकडून [Peer Tutoriry] त्यांना मार्गदर्शन केले. त्यामध्ये संबंधितांना कोणता भाग समजला नाही तो समजविण्याचा प्रयत्न केला. त्यास उपघटकांतील मुद्द्यांवर विविध उदाहरणे सांगून त्याच्याकडून

काही नमुना दाखल उदाहरणे सांगावयास सांगितली. मार्गदर्शक अध्यापकांना कोणत्या उपघटकांवर पुनरावृत्ती करावी याची माहिती दिली. त्यानंतर त्यांच्यावर उपचारात्मक [Rendial] कार्यक्रम केले. त्यामध्ये प्रभुत्व प्राप्त केलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांकडून संबंधित विद्यार्थी शिक्षकांचे उपघटकानुसार उजळणी घेण्यात आली. त्यामध्ये न समजलेल्या भागावर लगेच उदाहरणे देऊन तो भाग समजाविला. संबंधित कौशल्यामध्ये हा भाग ''करा किंवा करु नका'' असा सल्ला दिला. जे विद्यार्थी शिक्षक प्रभुत्व संपादन करु शकले नव्हते त्यांच्यासाठी विविध मार्ग अवलंबिल्या नंतर पुन्हा चाचणी देण्यात आली. अशा प्रकारची प्रक्रिया प्रत्येक कौशल्यासाठी केली. प्रत्येक कौशल्यामध्ये ८०% विद्यार्थी शिक्षक चाचणीमध्ये ८०% गुण मिळवितील तेव्हा सदरची प्रक्रिया थांबविण्यात आली.

गट ET मध्ये स्पष्टीकरण कौशल्यांतर्गत प्रथम प्रयत्नामध्ये १५ पैकी १० विद्यार्थी शिक्षकांनी कौशल्याद्वारे प्रभुत्व संपादन केली. प्रथम प्रयत्नात प्रभुत्व संपादन करणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांची शेकडेवारी ६६.६ इतकी होती. विविध मार्गांचा अवलंब केल्यानंतर दुसऱ्या प्रयत्नात २ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. म्हणजेच १५ पैकी १२ विद्यार्थी-शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. त्याची शेकडेवारी ८०.०० होय. प्रश्न विचारणे कौशल्यामध्ये प्रथम प्रयत्नामध्ये १५ पैकी ०९ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले तर दुसऱ्या प्रयत्नामध्ये ६ पैकी ०३ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. फलक लेखन कौशल्यामध्ये १५ पैकी १२ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रथम प्रयत्नांत कौशल्य प्रभुत्व संपादन केले त्याची टक्केवारी ८०.०० आहे.

गट EP हा पाठनियोजनावर प्रभुत्व असणारा प्रायोगिक गट आहे. या गटासाठी गणित अध्यापनासाठी निवडलेली तीन कौशल्ये घेऊन त्या कौशल्यावर आधारित पाठटाचणे तयार केली. मार्गदर्शक अध्यापकाने पाठटाचणाविषयी प्रत्येक कौशल्यासंबंधी माहिती दिली. त्यानंतर प्रत्येक कौशल्यांच्या पाठटाचणांचे नमुने विद्यार्थी शिक्षकांना अभ्यासासाठी दिले. त्यानंतर संशोधकाने विद्यार्थी शिक्षकांची चाचणी घेतली. चाचणीसाठी विद्यार्थी शिक्षकांना इ. ९ वी चे पाठ्यपुस्तकातील घटक घेण्यास सांगितले होते. कोणताही घटक घेऊन प्रत्येक कौशल्यावर एक पाठ टाचण तयार करावयाचे होते. संशोधकाने प्रत्येक कौशल्यावर आधारित पाठटाचण मूल्यमापन परिक्षिका तयार केली होती. चाचणी परिशिष्ट 'फ' मध्ये जोडली आहे. पाठटाचण मूल्यमापन परिक्षिका पंचबिंदूश्रेणीमध्ये तयार केली होती.

पंचबिंदूश्रेणीमध्ये कौशल्यासाठी योग्य घटक निवड, कौशल्यासाठी निवडलेल्या घटकाचे अध्यापनासाठी लागणारा वेळ, घटकामधील मुद्द्यांचा समावेश, कौशल्यामधील उपघटक व उपघटकांनुसार तयार होणारे उपघटक, शिक्षककृती इ. बाबींचा समावेश केला आहे.

विद्यार्थी शिक्षकांनी तयार केलेले पाठटाचण हे पाठटाचण मूल्यमापन परिक्षिकेशी पडताळून पाहिले. ८०% गुण मिळालेल्या विद्यार्थी, शिक्षकांनी पाठटाचण नियोजनावर प्रभुत्व मिळविले. जे विद्यार्थी शिक्षक ८०% गुण मिळवू शकले नाहीत त्यांच्यासाठी संशोधकाने संकलित सुचनात्मक पाठ घेतला. विद्यार्थी शिक्षकांसमोर पुन्हा वेगळे पाठटाचणाचे नमुने ठेवले. त्याचप्रमाणे ज्या विद्यार्थी शिक्षकांनी कौशल्यामध्ये प्रभुत्व संपादन केले होते त्यांनाही मार्गदर्शन करण्यास सांगितले व त्यावरुन पाठटाचणाचा जादा सराव करुन घेतला. प्रभुत्व प्राप्त करु न शकणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांना पुन्हा चाचणी देण्यात आली. याप्रमाणे ८०% विद्यार्थी ८०% गुण प्राप्त करुन कौशल्यावर प्रभुत्व मिळवित नाहीत तोपर्यंत ही क्रिया चालू होती.

गट EP मध्ये प्रथम प्रयत्नामध्ये स्पष्टीकरण कौशल्यामध्ये १५ पैकी ९ विद्यार्थी शिक्षकांनी कौशल्य प्राप्त केले. म्हणजेच ६०% विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रथम प्रयत्नामध्ये स्पष्टीकरण कौशल्य संपादन केले. शिल्लक ६ विद्यार्थी शिक्षकांवर विविध मार्ग अवलंबिल्यावर ५ विद्यार्थी शिक्षकांनी दुसऱ्या प्रयत्नात कौशल्याचे प्रभुत्व संपादन केले. म्हणजे स्पष्टीकरण कौशल्यामध्ये ९३% विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. प्रश्न विचारणे कौशल्यामध्ये १५ पैकी ७ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रथम प्रयत्नामध्ये कौशल्यावर प्रभुत्व संपादन केले. म्हणजे ४६.५% विद्यार्थी शिक्षक प्रथम प्रयत्नामध्ये यशस्वी झाले. ८ विद्यार्थी शिक्षकांवर विविध मार्ग अवलंबिल्यानंतर ३ विद्यार्थी शिक्षकांनी दुसऱ्या प्रयत्नात कौशल्याचे प्रभुत्व प्राप्त केले. त्यामुळे यशस्वीतेचे प्रमाण ७३.३ झाले. पुन्हा ५ विद्यार्थी शिक्षकांसाठी विविध मार्गांचा अवलंब केला. २ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केल्यामुळे प्रश्न विचारणे कौशल्याचे प्रभुत्व संपादन ८०% झाले. फलकलेखन कौशल्यामध्ये १५ पैकी १३ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रथम प्रयत्नात प्रभुत्व संपादन केले. त्याची टक्केवारी ८६.६ आहे.

त्यानंतर विद्यार्थी शिक्षकांचे सूक्ष्म अध्यापनाचे पाठ घेण्यात आले. त्यामध्ये प्रथम अध्यापन, प्रत्याभरण, पुर्ननियोजन, पुर्नअध्यापन, पुर्नप्रत्याभरण यांचा समावेश होता. तीन कौशल्यावर

प्रत्येकी एक सूक्ष्म पाठ घेण्यात आला. त्यानंतर त्याच कौशल्यावर आधारित सेतूपाठ घेण्यात आला.

गट ETP हा सैध्दांतिक भागावर तसेच पाठनियोजन या दोन्ही भागांवर प्रभुत्व असणारा गट आहे. त्यामुळे या गटासाठी गणित अध्यापनासाठी निवडलेली तीन कौशल्ये घेऊन त्या कौशल्याची माहिती द्यावयाची असून पाठनियोजनाबाबतही मार्गदर्शन करावयाचे आहे. गटामध्ये प्रथम प्रत्येक कौशल्याची त्याच्या उपघटकासह माहिती देण्यात आली. प्रत्येक कौशल्यावर आधारित चाचणी देण्यात आली. चाचणीमध्ये ८०% गुण मिळविणाऱ्या विद्यार्थ्यांनी संबंधित कौशल्याच्या माहितीबाबत प्रभुत्व मिळविले. प्रभुत्व प्राप्त न करणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सुचनात्मक पाठाचे आयोजन केले. कौशल्यातील महत्वाच्या उपघटकांची पुनरावृत्ती केली. प्रभुत्व प्राप्त केलेल्या विद्यार्थी शिक्षकांकडून मार्गदर्शन दिले. काय करा व काय करु नका हे सांगितले. असे विविध मार्ग अवलंबिल्यानंतर पुन्हा चाचणी देण्यात आली. याप्रमाणे ८०% विद्यार्थी चाचणीमध्ये ८०% गुण प्राप्त करुन कौशल्याच्या माहितीवर प्रभुत्व मिळवित नाहीत तोपर्यंत ही क्रिया सुरु ठेवली. या गटातील विद्यार्थी शिक्षकांसाठी लगेच पाठनियोजनावर प्रभुत्व हा भाग घेतला. तीन कौशल्यांवर आधारित पाठटाचणे तयार करणे हा प्रमुख भाग होता. मार्गदर्शक अध्यापकाने प्रत्येक कौशल्यासंबंधी पाठटाचणांसंदर्भात माहिती दिली. त्यानंतर प्रत्येक कौशल्यांच्या पाठटाचणांचे नमुने विद्यार्थी शिक्षकांना अभ्यासायला दिले. त्यानंतर विद्यार्थी शिक्षकांना चाचणी दिली. चाचणीसाठी विद्यार्थी शिक्षकांना इ. ८ वी चे पाठ्यपुस्तकातील घटक घेण्यास सांगून कोणत्याही घटकावर कौशल्यावर आधारित पाठटाचण तयार करावयास सांगितले. संशोधकाने प्रत्येक कौशल्यावर आधारित पंचबिंदूरेषा पाठटाचण मूल्यमापन परिक्षिका तयार केली होती. विद्यार्थी शिक्षकांनी तयार केलेले पाठटाचण हे पाठटाचण मूल्यमापन परिक्षिकेशी पडताळून पाहिले. चाचणीमध्ये ८०% गुण मिळविणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांनी संबंधित कौशल्याच्या पाठ नियोजनावर प्रभुत्व मिळविले. प्रभुत्व प्राप्त न करु शकणाऱ्या विद्यार्थी शिक्षकांसाठी संशोधकाने सुचनात्मक पाठ घेतला. त्यांच्यासाठी पुन्हा नवीन पाठटाचणांचे नमुने ठेवले. ज्यांनी प्रभुत्व संपादन केले त्यांच्याकडून मार्गदर्शन दिले. त्यांना पुन्हा चाचणी दिली. याप्रमाणे ८०% विद्यार्थी शिक्षक चाचणीमध्ये ८०% गुण प्राप्त करुन कौशल्याच्या पाठनियोजनावर प्रभुत्व मिळवित नाहीत तोपर्यंत ही क्रिया सुरु ठेवली.

गट ETP मध्ये स्पष्टीकरण कौशल्यांतर्गत घेतलेल्या सैध्दांतिक माहितीमध्ये १५ पैकी

११ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले तर पाठनियोजनामध्ये १५ पैकी ११ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. दुसऱ्या प्रयत्नांमध्ये सैध्दांतिक माहितीमध्ये ४ पैकी ३ विद्यार्थी शिक्षकांनी तर पाठनियोजनामध्ये ४ पैकी २ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. म्हणजे स्पष्टीकरण कौशल्यांतर्गत दुसऱ्या प्रयत्नांपर्यंत सैध्दांतिक माहितीवर ९३% व पाठनियोजनावर ८६.६% विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व प्राप्त केले. प्रश्न विचारणे कौशल्यामध्ये सैध्दांतिक माहितीच्या पहिल्या प्रयत्नांत १५ पैकी १२ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले तर पाठनियोजनामध्ये १५ पैकी १० विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रभुत्व संपादन केले. पाठनियोजनाच्या दुसऱ्या प्रयत्नामध्ये ५ पैकी २ विद्यार्थी शिक्षकांनी कौशल्यावर प्रभुत्व संपादन केले. फलक लेखन कौशल्यात सैध्दांतिक माहिती व पाठनियोजन या दोन्हीमध्ये १५ पैकी १३ विद्यार्थी शिक्षकांनी प्रथम प्रयत्नात कौशल्य संपादन केले.

प्रभुत्व संपादनानंतर विद्यार्थी शिक्षकांचे सूक्ष्म अध्यापनाचे पाठ घेण्यात आले. त्यामध्ये प्रथम अध्यापन, प्रत्याभरण, पुर्ननियोजन, पुर्नअध्यापन, पुर्नप्रत्याभरण यांचा समावेश होता. तीन कौशल्यावर सूक्ष्म पाठ घेण्यात आले. त्यानंतर त्याच कौशल्यांचा वापर करुन सेतूपाठ घेण्यात आला.

गट C हा नियंत्रित गट आहे. या गटासाठीही गणित अध्यापनासाठी निवडलेली तीन कौशल्ये घेऊन त्यावर सूक्ष्म अध्यापन पाठ, पुर्नध्यापन घेतले. पाठासंदर्भात प्रत्याभरण दिले. सर्व गटांचे उपक्रम योग्य समान कालावधीसाठी होते. त्यामुळे या गटामध्ये त्या कौशल्यांसंदर्भात अधिक सराव पाठ घेण्यात आले. शेवटी तीन कौशल्यावर आधारित सेतूपाठ घेण्यात आला.

सूक्ष्म अध्यापनाच्या उपक्रमासाठी लागणाऱ्या वेळेचे नियोजन पुढीलप्रमाणे केले होते.

सारणी क्रमांक ३.८

सूक्ष्म अध्यापन वेळेचे नियोजन

अ.क्र.	तपशील	कालावधी
१	विद्यार्थी शिक्षकांच्या याद्या गोळा करणे.	१ दिवस (२१.६.२०००)
२	उपक्रमामध्ये सामील विद्यार्थी शिक्षिकाना उपक्रमासंबंधी माहिती.	१ दिवस (२२.६.२०००)
३	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी दिग्दर्शन पाठ	१ दिवस २३.६.२०००
४	अप्रगत कौशल्ये शोधणेसाठी विद्यार्थी शिक्षक पाठ	३ दिवस २४.६.२००० ते २७.६.२०००
५	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी अप्रगत कौशल्ये शोधल्यानंतर विश्लेषण पाठ	१ दिवस २८.६.२०००
६	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी सूक्ष्म अध्यापन संकल्पना, कौशल्य तात्विक माहिती व कौशल्य दिग्दर्शन पाठ.	५ दिवस २९.६.२००० ते ४.७.२०००
७	विद्यार्थी शिक्षकांसाठी गटानुसार कौशल्य माहिती, पाठनियोजन, सूक्ष्मपाठ व सेतूपाठ.	१६ दिवस ५.७.२००० ते २२.७.२०००

सूक्ष्म अध्यापन कौशल्ये व क्षमता यांचा जवळचा संबंध आहे. संशोधकाने गणित शिक्षकांसाठी आवश्यक क्षमता, त्याच्या उपक्षमता आणि त्यांचा सूक्ष्म अध्यापनातील कौशल्ये यांचा संबंध पुढीलप्रमाणे दाखविला आहे.

सारणी क्रं. ३.९

कौशल्य व क्षमता संबंध तक्ता.

कौशल्य	क्षमता	उपक्षमता
स्पष्टीकरण	उ आशययुक्त ध्यापन	१) पाठ्यांशाचे मुद्दे व त्यांचे परस्परसंबंध स्पष्ट करणे. २) घटनेचा कार्यकारण संबंध सांगणे. ३) संकल्पनेच्या गुणविशेषानुसार सामान्यीकरण करणे. ४) संकल्पनेशी साम्य व भेद असणारी विधाने सांगणे. ५) अमूर्त संकल्पनांसाठी परिचित मूर्त उदाहरणांचा वापर करणे.
	विषयावर प्रभुत्व	१) विद्यार्थ्यांच्या बोबोलण्याचार्थ लावणे. २) शैक्षणिक साहित्याचा वापर करणे. ३) विद्यार्थ्यांच्या परिचयाची भाषा वापरणे. ४) मुख्य मद्द्यावर लक्ष केंद्रित करणेसाठी विविध कृ ती करणे. ५) विविध मुद्यांची जोडणी विद्यार्थ्यांपुढे ठेवणे.
	बोलण्यातील रक	१) प्रवाही भाषा. २) स्पष्ट बोलणे. ३) विद्यार्थी वयानुरुप गतीने बोलणे. ४) आवाजात चढउतार व हावभावात बदल करणे. ५) मोठा आवाज व योग्य उच्चार.
प्रश्न विचारणे	प्रश्न रचना करणे.	१) प्रश्न नेमका व विचार प्रवर्तक तयार करणे. २) व्याकरणदृष्ट्या निर्दोष प्रश्न तयार करणे. ३) विद्यार्थी कुवतीनुसार प्रश्न तयार करणे. ४) उद्दिष्टानुरुप प्रश्न तयार करणे. ५) अनुत्तरीय प्रश्नांसाठी उपप्रश्न तयार करणे. ६) आवश्यक शब्द वापरुन प्रश्न आटोपशीर करणे.
	प्रश्न विचारणे.	१) सर्वांना सहभागी होहोण्यासाठी प्रश्न विचारणे. २) प्रश्नाच्या क काठिण्यतळीनुसार विद्यार्थ्यांना विचारास वेळ देणे. ३) विद्यार्थ्यांच्या सृजनशीलतेला नावाव णे. ४) प्रश्नाद्वारे अध्ययनाबद्दल अभिरुची निर्माण करणे. ५) उत्तरा संदर्भात विद्यार्थ्यांच्या शंकांचे निरसन करणे. ६) प्रश्न व उत्तर यांना महत्त्व देऊन सुसंगत गुंफण करणे.
	प्रतिसाद	१) उत्तरास योग्य प्रोत्साहन देणे. २) सूचक शब्दांचा वापर करणे. ३) अधिक प्रयत्नाला उत्तेजन देणे. ४) प्रश्न व उत्तराची पुनरावृत्ती टाळणे. ५) उत्तरातील अचूक भागाची स्वीकृती करणे. ६) अयोग्य उत्तराप्रत नेण्याचा प्रयत्न करणे.

कौशल्य	क्षमता	उपक्षमता
फलक लेखन	लेखनातील सुवाच्यता	१) अक्षर चागले व सुस्पष्ट. २) दोन अक्षरांमध्ये योग्य अंतर ३) अक्षरांचे योग्य वळण. ४) अक्षरांचा योग्य आकार.
	लेखनातील व्यवस्थितपणा	१) सरळ ओळीत लेखन. २) लेखन व्याकरणदृष्ट्या शुध्द. ३) लेखनाचे योग्य नियोजन (कच्चे / पक्के) ४) विविध पायऱ्यानुसार क्रमबध्द लेखन.
	लेखनातील नेमकेपणा	१) मुद्द्यांची योग्य गुंफण (मुद्दे क्रमाने लिहिणे) २) लेखनातील आटोपशीरपणा. ३) अवधान खेचणेसाठी पूर्व योजना (रंगीत खडूचा वापर)
स्पष्टीकरण	गणिती दृष्टीकोन.	१) पृथ:करणात्मक संयोजन. २) विचार सुसंगत व तर्कसंगत रीतीने सांगणे. ३) आवश्यक व योग्य नव्या कल्पनांचा स्विकार. ४) स्वतंत्र विचाराची सवय.

संशोधकाने विद्यार्थी शिक्षकांमधील गणित विषयासाठी आवश्यक क्षमता वाढविण्यासाठी सूक्ष्म अध्यापनातील कौशल्यांचा वापर केला आहे. सूक्ष्म अध्यापनातील कौशल्यांची सैध्दांतिक माहिती, पाठनियोजन, सूक्ष्म अध्यापन पाठ व सेतू पाठ यामध्ये विद्यार्थी शिक्षकांना प्रभुत्व पातळीपर्यंत नेले आहे.

सूक्ष्म अध्यापनामधून प्राप्त ज्ञानाचा विद्यार्थी शिक्षकाने सराव पाठामध्ये वापर केला. संशोधकाने सरावपाठाचे निरीक्षण करण्यासाठी पंचबिंदू सरावपाठ निरीक्षण तक्ता तयार केला आहे. परिशिष्ट 'भ' मध्ये जोडला आहे. त्या पंचबिंदू सरावपाठाच्या निरीक्षण तक्त्याचा वापर करुन विद्यार्थी शिक्षकांच्या सरावपाठाचे निरीक्षण करुन मूल्यमापन केले. विद्यार्थी शिक्षकांच्या प्रत्येक पाठानंतर निरीक्षक अध्यापकांनी पाठाविषयी चर्चा करुन निरीक्षणामध्ये एकवाक्यता ठेवली.

विद्यार्थी, शिक्षकांच्या मिळालेल्या गुणांवरुन संशोधकाने गटवार मध्यमान, प्रमाण विचलन काढले. संशोधकाने परिक्षणासाठी प्रायोगिक व नियंत्रित गटांची तुलना करण्यासाठी प्रसरण विश्लेषण काढले. त्यावेळी प्रत्येक गटाची दुसऱ्या गटाशी तुलना केली आहे. त्याचप्रमाणे विद्यार्थी शिक्षकांना मिळालेल्या गुणांचा आलेख काढून प्रत्येक गटाची दुसऱ्या गटाशी तुलना केली आहे.

गटागटातील येणाऱ्या मध्यमानातील फरक सार्थक आहे का ? असल्यास कोणत्या स्तरावर सार्थक आहे हे पाहण्यासाठी प्रसरण विश्लेषण या सांख्यिकीचा वापर केला.