1

" Mathematics is a way to settle in the mind a habit of reasoning"

Lock

-: प्रकरण २ रे :-

गणित : अर्थ, शालेय अभ्यासक्रमातील स्थान व महत्व

२.१ प्रास्ताविक -

२.२ गणिताचा अर्थ.

२.३ गणिताचे स्वरूप.

२.४ गणिताची व्याप्ती.

२.५ गणिताचे माध्यमिक शालेय अभ्यासक्रमातील स्थान.

२.५ अ) गणिताचे महत्व.

२.५ आ) गणित अध्यापनाचे फायदे.

२.६ माध्यमिक शाळेतील गणित अध्यापनाची उद्दिष्टे.

२.७ अ) गणिताचा अभ्यासक्रम.

२.७ आ) गणिताच्या अभ्यासक्रमाची तत्वे.

२.७ इ) गणिताचा सध्याचा अभ्यासक्रम.

२.८ गणिताचे क्रमिक पुस्तक.

२.८ अ) क्रमिक पुस्तकाची आवश्यकता.

२.८ आ) क्रमिक पुस्तकाचे निकष.

२.९ समारोप.

-: प्रकरण २ :-

गणित : अर्थ, शालेय अभ्यासक्रमातील स्थान व महत्व

२.१ प्रास्ताविक :-

शिक्षणाने विद्यार्थ्यांचा सर्वांगिण विकास झाला पाहिजे. हे सर्वमान्य झाले आहे, विद्यार्थ्यांचा सर्वांगिण विकास म्हणजे बौध्दिक, भावनिक, आणि कौशल्यात्मक विकास होय. त्यादृष्टीने शाळेमध्ये निर्धारित केलेली विषय योजना म्हणजे त्या बौध्दिक स्तरावर विकास घडवून आणण्यासाठी कार्यान्वित केलेली प्रक्रिया होय. विद्यार्थ्यांच्या आवडी-निवडी, कल, वृत्ती इत्यादी भावनिक बाबींच्या विकासासाठी शिक्षण आयोगाने (१९६४–६६) नवीन अभ्यासक्रमाची शिफारस केली, त्या नुसार महाराष्ट्र शासनाने नवीन अभ्यासक्रम तयार केला. लीला पाटील यांनी " आजचे शिक्षण आजच्या समस्या" या ग्रंथात कोठारी आयोगाच्या शिफारशी दिल्या आहेत त्यात

" माध्यमिकशिक्षण क्रमात शास्त्र व गणित या विषयांचा अभ्यास सक्तीचा करावा."[१]

अशी एक शिफारस आहे. गणित हा विद्यार्थ्यांच्या व्यक्तिमत्व विकासा मध्ये महत्वपूर्ण विषय आहे. विशेषत: तर्कशुध्द विचार, विचारातील स्पष्टपणा, नेमकेपणा, चिकाटी, स्वावलंबन या गुणांचा विकास होण्यासाठी गणित अध्यापन अत्यंत महत्वपूर्ण असते.

२.२ गणिताचा अर्थ :-

एखादा समाज किंवा देश किती प्रगत आहे ? हे अजमावयाचे असेल तर त्या देशाची शास्त्राची व शास्त्राची प्रगती किती आहे यावरून पाहिले जाते. शास्त्राची प्रगती गणिताच्या प्रगतीवर अवलंबून आहे. यावरून समाजाच्या किंवा देशाच्या प्रगतीचे प्रतिबिंब गणिताच्या प्रगतीमध्ये पहावयास मिळते, आपल्या देशात भौतिक शास्त्राच्या प्रगती मुळे माणसाला संपन्नता निर्माण झाली आहे.यावरून

"भौतिकशास्त्राचा पाया म्हणजे गणित आहे"

गणित या शब्दाचा अर्थ मो. वा. औन्धकर यानी "गणितात प्राविण्य कसे मिळवाल"१ या पुस्तकात खालील प्रमाणे दिला आहे.

" गणित हा शब्द "गण" या मुळ संस्कृत धातूपासून तयार झाला आहे. या गणधातूचा अर्थ "मोजणे" असा आहे. गणित म्हणजे मोजमापाचे शास्त्र होय."२.

पुर्वीपासून सभोवारच्या वस्तुची मोजदाद करताना अंकाचा शोध लागला व गणिताची सुरूवात झाली. मराठी विश्वकोष खंड ४ मध्ये गणिताची व्याख्या खालील प्रमाणे दिली आहे.

" गणित या शब्दावरून गणन क्रिया कशी करावयाची हे ज्या शास्त्रात शिकविले जाते त्या शास्त्रास हे नांव पडले आहे. हे उघड आहे. मानवी मनाचा परमोच्च अविष्कार म्हणजे गणित, अशी ही गणिताची व्याख्या केली जाते."3.

विज्ञानाचे अनेक शोध, प्रयोग यशस्वी झाले ते गणितामुळेच. कारण शास्त्रामध्ये जितक्या प्रमाणात गणित असते. तितक्याप्रमाणात ते सिध्दांत स्पष्ट व निश्चित होतात. यावरून "गणित हे काटेकोर मोजमापाचे शास्त्र" होय.

कुलबीरसिंग सिध्दू यांनी "The Teaching of mathematics" या ग्रंथात गणिताची व्याख्या खालील प्रमाणे स्पष्ट केली आहे.

" Mathematics is defined as the science of quantity and space. It is a systematised organised and exact branch of science."4.

गणिताची व्याख्या आणखी स्पष्ट करण्यासाठी कुलबीरसिंग सिध्दू यांनी आपल्या "Teaching of Mathematics" या ग्रंथात काही लेखकांच्या व्याख्या दिल्या आहेत. त्या खालील प्रमाणे.

Mathematics is the Gate-way and key to all Science."5 Roger Bacon.

Mathematics is the indispensable instrument of all physical researches".6 Berthelot

" Mathematics is a mirror of civilization."[7] Hogben.

" Mathematics is but the higher development of symbolic logic".[8] W.C. whetham

बेकनने म्हटले आहे की. शास्त्राचे प्रवेशद्वार व किल्ली म्हणजे गणित. बर्थेलॉटच्या मते"गणित असे साधन आहे की. त्यामळे भौतिक शोधाला. सिध्दांताला निश्चितता येते."

हॉगबेनच्यामते "नागरिकत्वाचा आरसा म्हणजे गणित " व्हेटमच्या मते "तार्किक चिन्हांची उत्कृष्ट प्रगती म्हणजे गणित" यावरुन गणित हे विज्ञान व इतर शास्त्राची संबधित आहे.

डॉ. एस. के. मंगल यांनी "गणित शिक्षण" या ग्रंथात गणित म्हणजे काय ? ते खालील प्रमाणे विषद केले आहे.

" गणित अंक, अक्षर तथा चिन्ह आदि संक्षिप्त संकेतोका वह विज्ञान है। जिसकी सहायतासे परिणाम दिशा और स्थान इत्यादीका भली भाँती बोध हो सकता है।"[९].

गणित हे अक्षर अंक. चिन्ह. याचे शास्त्र आहे. गणितामुळे दिशा, स्थान, यांचा बोध होतो. यावरुन गणित हे मोजमापाचे शास्त्र आहे. यामुळेच शास्त्राच्या सिध्दांताला निश्चितता येते.

२.३ गणिताचे स्वरुप.:-

दैनंदिन जीवनातील प्रत्येक हालचालीत गणित आढळून येते. कोठे ? किती उंच ? या प्रश्नांना उत्तरे देण्यासाठी सामान्य नागरिकाला गणिताचा आश्रय घ्यावा लागतो. गणित अध्यापनाचा पहिला उपयोग व्यवहारात येतो. बाजारहाट करताना, व्यापार धंदा करताना पावलो-पावली गणिताचा उपयोग होतो. लाकडी घर. बंगला. विटा. राजवडा या सर्व निवाऱ्याच्या उभारणीत अंकगणित. बीजगणित. भूमिती. त्रिकोणामिती अशा गणिताच्या शाखांतील ज्ञान आवश्यक असते. अधुनिक

दळणवळणाची साधने, रासायनिक वस्तुचे कारखाने यामध्ये गणित आलेच. सागरावर, जमीनीवर मनुष्याला प्रवास करायचा असेल तर गणिताचा उपयोग करावा लागतो.

गणितामुळे विद्यार्थ्याला रेखीवपणा, पध्दतशीरपणा, अचुकपणा, अनुमान करणे यांची सवय होते. म्हणजे शिस्तविषयक दृढ वळण लागते.

गणितामुळे निसर्गातील, कलामधील आनंद मिळवू शकतो. तो मोठा सांस्कृतिक अविष्कार आहे. निसर्गातील पाने, फुले, फळे यांचे भौमितीक आकार कोळ्याच्या जाळ्यातील रेखीवपणाप्रमाणे मनोहारी असतात. नर्तकाबरोबर गणिताचा अविष्कार, नर्तकाबरोबरच रसिक प्रेक्षकांना मोहवीत असतो. अशा रीतीने गणिताचे स्वरुप विविध प्रसंगी विविध गुणांनी, प्रकारांनी, विविध अनुभूतीने साकार होऊ शकते. अशा गणिताचे अध्यापन करण्यासाठी कोणत्या क्षेत्रात गणिताचा अविष्कार होत असतो हे समजून घेतले पाहिजे.

२.४ गणिताची व्याप्ती :-

सध्याच्या युगाला विज्ञानयुग म्हणतात. विज्ञान युग हे सर्व त-हेच्या भौतिक शास्त्रावर आधारलेले आहे. जगामध्ये संपन्नता ज्या भौतिक शास्त्रामुळे प्राप्त झाली ती सर्व शास्त्रे गणिताच्या मजबूत पायावर उभी आहेत. शास्त्राला जी निश्चितता प्राप्त होते, ती गणितामुळेच होय. कोणत्याही शास्त्रामध्ये जितक्या प्रमाणात गणित असेल तितके ते शास्त्र निश्चित व स्पष्ट होते. म्हणून गणिताला "काटेकोर मोजमापाचे शास्त्र" म्हणतात. व्यवहारात प्रत्यक्षपणे वस्तूचे मोजमाप करते ते अंकगणित होय. कांही वेळा अप्रत्यक्ष मोजमाप दाखविणा-या गणितामध्ये बीजगणित, भुमिती, त्रिकोणमिती इत्यादीचा समावेश करावा लागेल. सध्याच्या अणुयुगात तरी भौतिक व अधिभौतिक शास्त्राची झपाट्याने वाढ होत आहे. प्रत्येक शाखेत गणिताचा उपयोग दिसून येतो.

उदाहरणार्थ :- खगोलशास्त्र, अर्थशास्त्र, रसायन शास्त्र, पदार्थ विज्ञान, हवामान शास्त्र, अभियांत्रिकी, कृषीशास्त्र, व्यापार शास्त्र, संख्याशास्त्र या मध्ये गणिताच्या वापरामुळेच प्रगती झाली आहे.

जीवशास्त्र पेशी, आकार ठरवताना, वनस्पतीच्या वर्गीकरणामध्ये गणित आहे. आलेख, सूत्र, मापण यातुन आयुर्विमाशास्त्र उदय पावले. गणितानेच त्याच्या अंतरंगात आकडे देऊन चेतना व भाषा दिली आहे. सौदर्य आकारातून जन्म घेते. समवाय, प्रमाणबध्दता, समतोलपणा यामध्ये सादृश्य गणितामळेच येते.. म्हणून बी एन. चड्डा यांनी "Teaching of mathematics" या ग्रंथात विज्ञान व गणित यांचा संबध स्पष्ट करताना म्हंटले आहे की.

" Mathematics is a science of all sciences and art of all arts".10

यावरून "गणितहे सर्व शास्त्राचे शास्त्र आहे व सर्व कलांची कला आहे " म्हणून लक्ष्मण गद्रे यानी "गणित कसे शिकवावे"१ या ग्रंथात गणित व इतर शास्त्राचा संबंध स्पष्ट करताना म्हंटले आहे की.

" गणित हा शास्त्राचा आत्मा होय. देशाच्या सामाजिक आर्थिक प्रगतीमध्ये गणिताचा प्रमुख वाटा आहे. मानवी जीवनाचा हा एक अविभाज्य घटक आहे. देशाच्या व समाजाच्या सुधारणा व प्रगतीशी गणिताचाच संबंध आहे. गणित शास्त्राच्या व सुधारणांच्या दृष्टीने एक सर्वव्यापी विषय आहे."११.

२.५ गणिताचे माध्यमिकशालेय अभ्यासक्रमातील स्थान :-

प्राचीन काळापासून गणिताला अभ्यासक्रमात महत्वाचे स्थान आहे. एम.एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल यांनी "गणित शिक्षण" या ग्रंथात गणिताचे स्थान खालील प्रमाणे स्पष्ट केले आहे की,

" प्लेटोने आपनी पाठशालाके दरवाजेपर लिखा था कि,जो व्यक्ति गणित नही पढते वह शिक्षा लेनेको प्रवेश नही करे"।१२

त्याचप्रमाणे हर्बार्ट फ्रोबेल, पेस्टॉलॉजी, सरपरसीनन् या सर्व शिक्षकांनी गणिताला अभ्यासक्रमामध्ये उच्च स्थान दिले होते. कारण गणित हे माणसाच्या बौध्दिक व सांस्कृतिक विकासाचे सर्वश्रेष्ठ साधन आहे. देशाची उन्नती ही गणिताच्या उन्नतीवर अवलंबून आहे. म्हणून गणित आणि माणसाचे जीवन यांचा घनिष्ठ संबंध आहे. गणिताला

व्यापार व विज्ञानाचा जन्मदाता मानले जाते. जगातील संपन्नता ज्या भौतिक शास्त्रामुळे प्राप्त झालेली आहे ती सर्व शास्त्रे गणिताच्या मजबूत पायावर उभी आहेत. म्हणून गणित व विज्ञान यांचा घनिष्ठ संबंध आहे. शास्त्राला गणितानेच निश्चितता प्राप्त झाली आहे. शिक्षण आयोगाने (१९६४-६६) अहवालात म्हंटले आहे की,

" भारताला आपल्या विकासाची उद्दिष्टे गाठावयाची असतील तर प्रत्येक प्रकारचे काम पार पाडण्यासाठी आवश्यक असलेल्या सुशिक्षित तज्ञांचा पुरवठा झाला पाहिजे. यासाठी अभ्यासक्रमात गणित विषय सक्तीचा असला पाहिजे."१३.

सध्याच्या युगात माणसाचे दैनंदिन जीवन गणिताने व्यापले आहे. कारण विज्ञान उपकरणाच्या वापरासाठीही गणिताच्या ज्ञानाची आवश्यकता आहे.

१९८६ च्या नवीन शैक्षणिक धोरणात व. रा. नागपूरे यांनी "शैक्षणिक अव्हानाकडून कृतीकार्यक्रमाकडे" या ग्रंथात शिक्षणाचा आशय स्पष्ट करताना म्हंटले आहे की,

" विद्यार्थ्यांमध्ये चौकसबुध्दी, सृजनशीलता, वस्तुनिष्ठता, सौंदर्य दृष्टीबाबत निश्चित अशा क्षमता आणि मुल्ये यांचा विकास करण्यासाठी विज्ञानाचे शिक्षण मजबुत केले जाईल त्या साठी गणिताचे ज्ञान आवश्यक आहे."
१४

देशाच्या आर्थिक व सामाजिक प्रगतीतही गणिताचा प्रमुख वाटा आहे. एम.एस. रावत व मुकूट बिहारीलाल अग्रवाल यांनी "गणित शिक्षण" या ग्रंथात स्पष्ट केले आहे की,

" गणित विज्ञानका जन्मदाता कहा जाता है" /१५.

गणिताचा इतर शास्त्राशी संबंध आहे. उदाहरणार्थ - अर्थशास्त्र, नाट्य शास्त्र, गायनशास्त्र, स्थापत्यशास्त्र, यामध्ये गणित उपयोगी आहे.

भा. गो. बापट आणि कुलकर्णी यांनी,

" गणित अध्ययन अध्यापन" या ग्रंथात "गणिताचे महत्व स्पष्ट करताना म्हंटले आहे की, " बालनागरिकांच्या सर्वांगिण विकासासाठी इतर शालेय विषयाच्या बरोबरीने गणित विषयाचा उपयोग होतो"१६.

२.५ अ) गणिताचे महत्व :-

क) दैनंदिन व्यवहारासाठी गणित :-

माणसाचे दैनंदिन व्यवहार गणिताने व्यापले आहेत. ज्याप्रमाणे आंधळ्याची काठी हरवल्यावर त्याची अवस्था होते. त्या प्रमाणे गणिता शिवाय व्यवहार करणाऱ्याची अवस्था होते. घरातून बाहेर पडताना आपण किती वाजले? म्हणतो. पोस्ट बँक यांच्या व्यवहाराचे ज्ञान कुटुंबातील प्रत्येक व्यक्तीला गणितामुळेच होते. जीवनातील व्यवहार यशस्वी रीतीने करण्यासाठी गणिताचे ज्ञान आवश्यक आहे.

ख) समाज प्रगतीसाठी गणित :-

देशातील विज्ञान व तंत्रज्ञान यांच्या प्रगतीवरच देशाची प्रगती अवलंबून आहे. रात्रंदिवस ज्वालामुखीच्या सानिध्यातरहाणाऱ्या जपानने तंत्रज्ञाच्या जोरावर आश्चर्यजनक प्रगती केली आहे. या तंत्रज्ञानाला आवश्यक असणारी गोष्ट म्हणजे गणित होय. समाजाच्या प्रगतीसाठी तंत्रज्ञानाची प्रगती आवश्यक आहे. तंत्रज्ञानाच्या प्रगतीसाठी गणिताचे ज्ञान असणे आवश्यक आहे.

ग) व्यक्तिच्या बौध्दिक विकासासाठी गणित :-

शालेय अभ्यासक्रमात गणित हा विषय असा आहे की, व्यक्तीच्या बुध्दिला आव्हान देतो. गणितामुळे विचार करणे, तर्ककरणे, अनुमान काढणे, पृथःकरण करणे इत्यादी क्रिया बुध्दीला चेतना देतात. बुध्दिसतत कार्यरत ठेवणे हे बौध्दिक विकासाचे लक्षण आहे. गणित सोडवतांना एका समस्येतून दुसरी समस्या, दुसरीतून तिसरी यामुळे बुध्दिचा विकास होतो. समस्या पूर्तींच्या कष्टापासून जो दूर राहतो त्याचा बौध्दिक विकास होत नाही व गणित विषय कठीण वाटू लागतो.

घ) भावप्रकटी-करण्यासाठी गणित :-

माणसाच्या मनातील भावना कल्पना, विचार प्रगट करण्यासाठी भाषेचा उपयोग होतो. परंतु कल्पना भाषेतून स्पष्ट होत नाही. त्यासाठी भौमितीक आकृत्यांचा आधार घ्यावा लागतो. यावरून गणिताच्या प्राथमिक ज्ञानाशिवाय भाषेचे ज्ञान अपूरे आहे. व. पा. देशमुख यांनी "गणिताचे अध्यापन" या ग्रंथात म्हंटले आहे की,

" गणिताच्या अभ्यास हा विद्यार्थ्यांच्या विचार आचार, उच्चारात नेमकेपणा, निश्चितता, ठाशीवपणा, कोरीव-कातीवपणा आणल्याशिवाय वचित राहणार नाही."[१७]

यावरून माणसाच्या मनातील भाव प्रकट करण्यासाठी भाषेची व गणिताचीही आवश्यकता आहे.

ङ) स्वावलंबनासाठी गणित :-

गणिता मध्ये प्रथम सोपी उदाहरणे नंतर अवघड अशारीतीने क्रमवार मांडणीअसते. सोपे उदाहरण सोडविण्यास आल्यानंतर अवघड उदाहरण सोडविण्यास येते अशा रीतीने विद्यार्थ्यांचा आत्मविश्वास वाढतो. विद्यार्थी समस्या सोडविण्याच्या पाठीमागे लागतो. त्याला तर्कसंगत विचार करण्याची सवय लागते. सोडविलेले उदाहरण चुक की बरोबर याचा पडताळा घेण्याची सवय लागते. आत्मविश्वास निर्माण होतो म्हणून विद्यार्थ्यांचा सर्वांगिण विकास हे शिक्षणाचे ध्येय साध्य करण्यात गणिताचा महत्वाचा वाटा आहे. कुलबीरसिंग सिध्दू यांनी "Teaching of Mathematics" या ग्रंथात गणिताचे महत्व सांगताना म्हंटले आहे. "M athematics is necessary for complete all round and harmonious development of the personality of the learner".18.

गणितामुळे विद्यार्थ्यांमध्ये नियोजकता, आत्मविश्वास, स्वावलंबन इत्यादी गुणांचा विकास होतो. शिक्षण आयोग(१९६४-६६) च्या मराठी अनुवादात म्हंटले आहे की,

" गणित हा सक्तीचा व पायाभूत विषय मानावा, गणन यंत्राच्या वापरासाठी गणिताचा अभ्यास आवश्यक आहे." १९.

गणिताचा अभ्यासक्रम कृतीप्रधान, व्यावसायकेंद्री, अनुभवनिष्ठ असेल तरच त्या विषयाची उपयुक्तता वाढणार आहे.

२.५ आ) गणित अध्यापनाचे फायदे :-

व्यक्तिमत्वाचा विकास हे शिक्षणाचे प्रमुख ध्येय आहे. हे साध्य करण्यासाठी गणित अध्ययनाची आवश्यकता आहे. गणित अध्ययनामुळे खालील फायदे होतात. हे फायदे म्हणजेच गणित अध्यापनाची मुल्ये होय. ती खालील प्रमाणे आहेत.

क) प्रयोगात्मक मुल्ये.

ख) सामाजिक मुल्ये,

ग) नैतिक मुल्ये,

घ) सौदर्यात्मक मूल्ये.

ङ) बौध्दिक मुल्ये.

च) शिस्तविषयक मूल्ये.

छ) सांस्कृतिक मूल्ये.

ज) आंतरराष्ट्रीय मूल्ये.

क) प्रयोगात्मक मूल्ये :-

दैनंदिन जीवनात गणिताचा वापर पदोपदी होतो. उदाहरणार्थ वर्तमानपत्र उघडले तो मध्यवर्ती सरकारचे अंदाजपत्रक आलेख रुपाने दाखविलेले असते. बागेत रोपे लावतांना आपण लांबी रुंदी पाहतो. क्रीडांगणावर रेषा ओढतांना रेखिवता असते. अशा कितीतरी कार्यक्रमातून भूमितीची तत्वे नकळत वापरतो. दररोज आपण बोलतांना सुध्दा समीकरणावजा बोलतो उदाहरणार्थ, त्याचे जसे वागणे तसे बोलणे असते. महिनाअखेर देणेघेणे बरोबर होते. गणित भाषेमध्ये याला समीकरण म्हणतात. अंकगणिताचे ज्ञान प्रत्येकाला असणे आवश्यक आहे. कारण मालाची खरेदीविक्री करताना जमाखर्च लिहिताना घेतलेल्या कर्जाचे व्याज आकारतांना

गणिताच्या ज्ञानाची आवश्यकता असते. ज्या प्रमाणे श्वासोच्छवास करण्यास प्राणवायू असतो, त्या प्रमाणे दैनंदिन व्यवहारात गणित हवे असते. उदाहरणार्थ इंजिनिअर, व्यापारी, उद्योगपती, दुकानदार, विमा, बँक या क्षेत्रातील व्यक्तींना गणिताशिवाय व्यवहार करणे अशक्य आहे. गणिताचे महत्व स्पष्ट करताना एम.एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल यांनी "गणित शिक्षण" या ग्रंथात म्हटले आहे की,

"हमारी आधुनिक सभ्यताका आधार भी गणित ही है।" २0.

ख) सामाजिक मुल्ये:-

गणिताचा सामाजिक संघटनेच्या कामात फार मोठा वाटा आहे. मानसातील परस्पर क्रिया व परस्पर संबंधाने समाज निर्माण होतो. समाजाचे रक्षण, शांतता राखण्यासाठी नियमांचे पालन करावे लागते. समाजातील व्यापार व दळणवळण गणितावर आधारीत आहे.

एम.एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल यांनी "गणित शिक्षण" या ग्रंथात स्पष्ट केले आहे की,

"गणित को व्यापार का प्राण कहा जाता हैं।" २१.

सामाजिक जीवन वैज्ञानिक प्रगतिवर अवलंबून आहे. विज्ञानाचे प्रयोग गणितावर आधारलेले आहेत. गणिताविषयी अज्ञानी असलेल्या समाजाची प्रगती होऊ शकत नाही. कुलबीरसिंग सिध्दू यांनी Teaching of Mathematices या ग्रंथात स्पष्ट केले आहे की , " Mathematics is the mirror of civilization". 22

"नागरिकत्वाचा आरसा म्हणजे गणित होय." समाज व्यक्तिंचा तयार होतो. व्यक्तिंची उन्नती म्हणजेच समाजाची उन्नती होय. समाजाची उन्नती म्हणजेच राष्ट्राची उन्नती होय.

ऐतिहासिक काळात ज्या वेळी गणितामध्ये सुधारणा झाली तेव्हा समाजाची प्रगती उल्लेखानीय झाली. एस.के. मंगल यानी "गणित-शिक्षण" या ग्रंथात नेपोलियनचे वाक्य गणिताचे महत्व स्पष्ट करताना उद्धृत केले आहे.

"गणित की उन्नती तथा वृध्दी देशकी संपन्नतासे संबंन्धित है।" २३.

समाजाच्या प्रगतीमध्ये गणिताचा महत्वाचा वाटा आहे. या विज्ञान युगात चंद्रावर किंवा मंगळावर मानव गेला त्याला गणिताचाच मुख्य आधार आहे. समाजात वैज्ञानिक दृष्टीकोन व सुव्यवस्था दिसत आहे, त्याचे श्रेय गणिताला आहे.

ग) नैतिक मुल्ये :-

गणिताच्या अध्ययनामुळे विधार्थ्यांत चारित्र्य निर्मिती होते. चारित्र्यवान व्यक्तिमध्ये सत्य, प्रामाणिकपणा, पवित्राविचारश्रेणी, न्यायप्रियता, समयसुचकता, कर्तव्यानिष्ठा, धैर्यशिलपणा, आत्मसन्मान, आत्मविश्वास, सहनशिलता, नियमाचेपालण करणे या गुणांचा विकास गणिताच्या अध्ययनामुळे होतो. गणित नेहमी सत्य असते. सर्व भावनेवर नियंत्रण ठेवणारा विषय म्हणजे गणित होय. गणिताचा अभ्यास केल्याने मानसाच्या मनातील घृणा निघून जाते. व. पा. देशमुख यानी "गणिताचे अध्यापन" या ग्रंथात स्पष्ट केले आहे की,

"उधाचा समाज खऱ्या अर्थाने सुसंस्कृत करावयाचा असेल तर त्यातील प्रत्येक व्यक्तीचा गणिताबाबतचा दृष्टीकोन चांगला तयार होणे सर्वथैव इष्ट आहे." २४.

गणिताचे अध्ययन केल्याने व्यक्तिचा गणिताबाबतचा दृष्टीकोन तयार होऊन मानसिक शक्तीचा विकास होतो.

घ) सौंदर्यात्मक मुल्ये :-

गणित हा विषय अवघड व नाआवडीचा विषय आहे, असा समज आहे. परंतू गणित प्रेमी व्यक्तींना गणित एक कला आहे,

गीत आहे, आनंद मिळविण्याचे साधन आहे असे वाटते. लक्ष्मण रामचंद्र गद्रे यांनी "गणित कसे शिकवावे ? " या ग्रंथात म्हटले आहे.

"स्वरूपता, समतोलन यांच्या गणिती मेळानेच सोज्वळ चित्त-थरारक असे स्वरूप प्राप्त होते. गणितामुळेच हा रस निर्माण होतो. गणितानेच त्याला अस्वाद घेण्याची पात्रता प्राप्त होते. गणिता-मुळेच तो जीवनात आनंद निर्माण करण्यास समर्थ ठरतो." २५.

विद्यार्थ्यांनी गणिताचे उदाहरणे सोडविल्यावर तो उत्तरात बघतो तेंव्हा त्याला कितीतरी आनंद वाटतो. गणित मूर्तीकला, स्थापत्यकला, नृत्यकला यामध्ये आहे. तसेच सितार, तबला, बासरी इत्यादी वाद्ये गणितावर आधारलेले आहेत. नृत्यकलेतही पायाचा ताल धरण्यास गणिताची गरज पडते. गणित कलाचे सौंदर्य प्रसाधन आहे. गणितामुळे मनाचे शुध्द मनोरंजन होते.

ड) बौध्दिक मूल्ये : -

गणिताच्या अध्ययनामुळे कल्पनाशक्ती, स्मरणशक्ती, एकाग्रता, मौलिकता, चिंतनशिलता तर्कसंगत विचार या गुणांचा विकास होतो. तसेच गणित हा मानसिक स्वास्थ राखण्यासाठी केलेला सुव्यवस्थित सुनियोजीत व्यायाम आहे. डॉ. एस. के. मंगल यांनी "गणित अध्यापन या ग्रंथात गणिताचे महत्व स्पष्ट करताना प्रा. शुलटेज यांचे मत दिले आहे.

" गणित की शिक्षा मुख्य रूपसे मानसिक शक्तियोंको विकसित करणे के लिये दी जाती है। " २६.

गणिताचे उदाहरण सोडविताना कोणते नियम लागू करतात याचा विचार केल्याने तर्क संगत विचार करण्याची क्षमता निर्माण होते.

च) शिस्तविषायक मूल्ये :-

गणिताच्या अध्ययनाने फक्त मानसिक शक्तीचाच विकास होत नाही तर विद्यार्थ्यांचे संपूर्ण व्यक्तिमत्व विवेकपूर्ण बनते, गणितामध्ये नियमाचे पालन करून उदाहरणे सोडविली जातात ही सवय शिस्तप्रिय

जीवन जगण्यास उपयोगी पडते. गणिताचे अध्ययन केलेला मनुष्य कोणताही निर्णय घेण्यापूर्वी विवेकपूर्ण व तर्कसंगतविचार करतो. नियमाविरुध्द वर्तणूक करणे गणिताच्या विद्यार्थ्याला पटत नाही. कारण तो समाजाच्या नियमांचे पालन करणारा शिस्तप्रिय नागरिक तयार होतो. बी.एन. चड्डा यांनी आपल्या Teaching of Mathematics या ग्रंथात शिस्तविषयक ध्येय स्पष्ट करताना लॉकचे म्हणणे उद्धृत केले आहे.

> " Mathematics is a way to settle in the mind &
> Habit of reasoning".27.

गणित अध्ययनामुळे प्रत्येक गोष्टीमागील कार्यकारणभाव शोधण्याची सवय निर्माण होते.

छ) सांस्कृतिक मूल्ये :-

कोणत्याही देशाची संस्कृती ही त्या देशातील रीती-रिवाज राहणीमान, कलात्मक, वैज्ञानिक, सामाजिक, राजकीय परिस्थितीवरून माहिती होते. या सर्व क्षेत्रातील प्रगती गणिताच्या प्रगतीवर अवलंबून आहे. विद्यार्थ्यांमध्ये गणिती दृष्टीकोन निर्माण झाला पाहिजे. कोणत्याही विद्यार्थ्याला सुशिक्षित करावयाचे असेल तर तो सुसंस्कृत बनावयास पाहिजे. सुसंस्कृत बनण्यासाठी व्यवहारिक ज्ञान आवश्यकआहे. शालेय शिक्षण झालेला विद्यार्थी व्यावहारीक दृष्ट्या कुशल असतो. त्याच्या मध्ये स्पष्टता, शुध्दता व वास्तविकता या गुणांचा विकास झालेला आढळतो. आपल्या देशातील सांस्कृतिक परिवर्तन व विकास होण्यासाठी गणिताचा महत्वाचा वाटा आहे. शास्त्राची झपाट्याने वाढ झाली आहे ती गणितामुळेच. शास्त्र प्रगल्भ व समृध्द झाले आहे. विज्ञानाची भौतिक सुख देणारी विज्ञानाची साधने जीवनात रस निर्माण करणारी ठरली आहेत.

9612
BARR. BALASAHEB KHARDEKAR LIBRARY
SHIVAJI UNIVERSITY, KOLHAPUR

ज)आंतरराष्ट्रीय मूल्ये :-

गणिताचे सिध्दांत व शास्त्रीय एखाद्या देशापुरतेच मर्यादीत नसतात, तर ते ज्ञान सर्व जगाला उपयोगी पडते. सर्व जगातील गणित तज्ञ व वैज्ञानिक एकत्र येऊन विचारांची आदान प्रदान करतात तसेच त्यांनी लिहलेले लेख, शोध, पुस्तके एकमेकांना देतात त्यामुळे वेगवेगळ्या राष्ट्रातील मानसामध्ये विश्वबंधूत्वाची भावना निर्माण होते. गणित हा शास्त्राच्या प्रगतीचा पाया असल्यामुळे विश्वबंधुत्वाची भावना गणितामुळेच वाढत जाते. हे स्पष्ट करताना म. बा. कुंडले यांनी "शैक्षणिक तत्वज्ञान व शैक्षणिक समाजशास्त्र" या ग्रंथात सर्वपल्ली राधाकृष्णनांचे मत दिले आहे.

" शिक्षणात देशी परदेशी असे काहीच नसते, निरनिराळी राष्ट्रे म्हणजे एकच विश्वव्यापक सांस्कृतिक लोकसत्तेमधील वेगवेगळे प्रदेश होत. रशियन गणित, नाझी केमेस्ट्री, न्यू फिजिक्स असा भेदाभेद शिक्षणक्षेत्रात राहूच शकत नाही. संस्कृती व विज्ञान यांचे स्वरूप विश्वात्मकच असते". २८

या वरून कोणतेही नवीन ज्ञान हे एका देशाचे नसून ते विश्वव्यापक असते. यामुळेच विद्यार्थ्यांमध्ये विश्वबंधूत्वाची भावना निर्माण होते.

वरील सर्व मूल्ये लक्षात घेऊन गणिताचे अध्यापन केल्यास विद्यार्थ्यांच्या मनातील कोतेपणा निघून जाईल, कारण अचूक विचार हे गणिताचे ध्येय आहे. उदारता, रसिकता अंगी येऊन मन विशाल होईल व पूर्णत्वाकडे जाण्याचे मानसाचे ध्येय साध होण्यास मदत होईल. गणिताचे महत्व स्पष्ट करताना भा. गो. बापट आणि कुलकर्णी यांनी "गणित अध्ययन आणि अध्यापन" या ग्रंथात म्हंटले आहे की,

"गणित विषयामुळे टापटीप रेखीवपणा, अचुकता, कष्ट करण्याची तयारी, स्वावलंबन अशा प्रवृत्तीची वाढ करता येते. हे अल्पवयीन नागरिकाच्या दृष्टीने खूपच महत्वाचे आहे. सर्वसामान्य १० वी पर्यंतच्या

अभ्यासक्रमास जे शिकवावयाचे ते गणित सखोल रीतीने शिकवावे व त्यासाठी सर्व शाखा पैकी, मर्यादीत भागच अभ्यासक्रमात अंतर्भूत करावा." २९.

गणित अध्यापन करतांना जी उद्दिष्टे डोळ्यासमोर ठेऊन शिक्षकांनी अध्यापन करावयाचे असते ती उद्दिष्टये पुढे दिली आहेत.

२.६. माध्यमिक शाळेतील गणित अध्यापनाची उद्दिष्टे :-

विद्यार्थ्यांच्या व्यक्तिमत्वाचा सर्वांगिण विकास करणे हे शिक्षणाचे ध्येय असले तरी गणिताचे ध्येय " विधायक कल्पकतेचा विकास " हे आहे. हा विकास साधण्यासाठी शिक्षकांनी विद्यार्थ्यांत वर्तन बदल कसा करावा हे ध्येय कसे गाठावे १ हे समजण्यासाठी ठरविलेले टप्पे म्हणजे उद्दिष्टये होय.

"शिक्षण शास्त्र संस्था महाराष्ट्र राज्य पुणे" यांनी अध्यापन संयोजन इयत्ता ९ वी साठी या ग्रथांत गणित अध्यापनाची उद्दिष्टये खालील प्रमाणे दिली आहेत.

१) बेरीज व वजाबाकी, गुणाकार. भागाकार. परिचित क्रियांचा नैसर्गिक- संख्या पूर्णांक संख्या. परिमेय संख्या. वास्तव संख्या या निरनिराळ्या संख्या प्रमाणालीच्या संदर्भात विद्यार्थ्यांना परिचय होणे.

२) चलाचा उपयोग करुन व्यवहारीक प्रश्नांचे रुपांतर गणिती रुपात करणे.

३) भाषेतील प्रश्नाकरता सयोग्य अशी गणिती प्रतिकृती निर्माण करुन ते प्रश्न सोडवण्याचे कौशल्य निर्माण होणे.

४) रेषीय आणि वर्गीय राशींचा परिचय होणे.

५) विद्यार्थ्यांना सभोवतालच्या द्विमिती व त्रिमिती गुणधर्म कळणे व त्याचे आकलन होणे.

६) परिचित द्विमिती व त्रिमिती आकृत्यांच्या गुणधर्मांची ओळख होणे एका गुणधर्माचे दुसऱ्या गुणधर्माशी संबंध जाणाने

७) कोणत्याही गुणधर्माचे उपयोजन उदभवलेल्या प्रसंगात करणे.

८) काही गुणधर्माचे गट पडतात या गटातील गुणधर्माचे घनिष्ट असे परस्पर संबंध असतात. त्याच्या आकलनातून भूमितीय संरचनेचे सुसंगत असे ज्ञान होणे. ३०

महाराष्ट्र राज्य माध्यमिक व उच्चमाध्यमिक शिक्षण मंडळाने शिक्षणाची राष्ट्रीय उद्दिष्टे डोळ्यासमोर ठेऊन गणित विषयाची खालील उद्दिष्टे दिली आहेत.

१) गणितामधील खुणा, चिन्हे, संज्ञा, संकल्पना, सिध्दांत गृहितके, प्रमेय यांचे ज्ञान संपादन करण्यासाठी विद्यार्थ्याला सहाय्य करणे.

२) संज्ञा, संकल्पना, व्याख्या आकृत्यांचे गुणधर्म, संख्यात्मक संबंध व त्यांचा उपयोग याबाबतचे आकलन विद्यार्थी करू शकेल अशा दृष्टीने त्याला मदत करणे.

३) जीवनातील समस्या सोडविता येण्यासाठी गणिताच्या ज्ञानाचे उपयोजन करण्याची क्षमता संपादन करण्यास व ह्या क्षमतेची वाढ करण्यास विद्यार्थ्यांना सहाय्य करणे.

४) आकडे मोड, आलेख, काढणे, आकृत्यांचे वाचन करणे, गणिती तक्त्यांचा वापर करणे यामध्ये कौशल्य संपादन करण्यात विद्यार्थ्याला मदत करणे.

५) तर्कसुध्द विचार व समस्या सोडविण्याची क्षमता यांचा विकास घडवून आणण्यात विद्यार्थ्याला सहाय्य करणे.

६) गणितातील उदाहरणे समस्या सोडविणे आणि गणित विषयक वाङ्मयाचे वाचन करणे या मध्ये विद्यार्थी आवडीने सहभागी होण्याच्या दृष्टीने त्याच्या वृत्ती विकासाला सहाय्य करणे.

७) आपल्या कल्पना थोडक्यात मुद्देसुद अर्थपूर्ण स्वरूपात मांडण्याची सवय विद्यार्थ्याला लागावी यासाठी मदत करणे.

८) वैज्ञानिक व तांत्रिक प्रगतीमधील गणिताची भूमिका किती महत्वपूर्ण आहे याची जाणिव विद्यार्थ्यांमध्ये निर्माण होण्यासाठी त्याला मदत करणे. ३१.

ध्येयस्य असणारी ही शैक्षणिक उद्दिष्टे गाठण्यासाठी विविध टप्याटप्याने प्रवास करावा लागतो. अभ्यासक्रमाद्वारे शैक्षणिक

उद्दिष्टे संपादन करतांना या छोटया व महत्त्वपूर्ण टप्प्याकडे लक्ष ठेवावे लागते यांनाच अध्यापनाची उद्दिष्टे म्हणतात.

डॉ. ब्लुम यांनी Taxonomy of Educational objectives या ग्रंथात गणित अध्यापनाची खालील उद्दिष्टे दिली आहेत.

१) ज्ञान २) आकलन ३) उपयोजन ४) कौशल्य ५) अभिरुची ६) गणितीय दृष्टिकोण ७) रसग्रहण ८) व्यक्तिमत्वाचा विकास. ३२

ज्ञान, आकलन, उपयोजन, कौशल्य ही तात्कालिन उद्दिष्टे आहेत. अभिरुची गणितीय दृष्टिकोन, रसग्रहन, व्यक्तिमत्वाचा विकास ही दुरगामी उद्दिष्टे आहेत. वा. ना. दांडिकर यांनी " शैक्षणिक मुल्यमापण व संख्याशास्त्र" या ग्रंथात ब्लुमच्या उद्दिष्टांचे स्पष्टीकरण खालील प्रमाणे दिले आहे.

गणित अध्यापनामध्ये ज्ञान, आकलन, उपयोजन, कौशल्य या उद्दिष्टावर भर दिला जावा. ३३.

१) <u>ज्ञान</u> :- गणितासारख्या विषयात ज्ञान याचा अर्थ गणितामधील विविध घटकांचे ज्ञान संपादन करणे.

स्पष्टीकरणे :-

क) गणितामधील विविध संज्ञा, सुत्रे, नियम, व्याख्या इत्यादी आठवतो.

ख) गणितातील विविध संज्ञा, सुत्र, नियम, पध्दती ओळखतो.

२) <u>आकलन</u> :- विद्यार्थ्यांची आकलन क्षमता विकसित करणे.

स्पष्टीकरणे :-

क) गणितातील संज्ञा, सुत्रे, नियम, चिन्हे इत्यादीचा अर्थ सांगतो.

ख) गणितामधील संकल्पना स्पष्ट करतो.

ग) एखादया उदाहरणातील चूक शोधून दुरुस्त करतो.

घ) दिलेल्या उदाहरणावरुन समीकरण तयार करतो.

ड) उदाहरणाचे उत्तर पडताळून पहातो.

च) दोन पध्दतीची किंवा सुत्रांची तुलना करतो.

छ) सुत्रांचा व चिन्हांचा वापर करुन उदाहरणे सोडवितो.

ज) आलेखामध्ये दिलेल्या माहितीचा अर्थ लावतो.

झ) एखादे प्रमेय किंवा उदाहरण सोडविताना पाय-यांचा क्रम लावतो.

त्र) एखादे उदाहरण सोडविताना कोणत्या सुत्राचा व पध्दतीचा वापर करावयाचा सांगतो.

ट) एखादे उदाहरण सोडविण्यासाठी आवश्यक ती सर्व माहिती दिली आहे किंवा नाही हे सांगतो.

३) <u>उपयोजन</u> :- गणितात शिकलेल्या नियमांचा नवीन परस्थितीमध्ये उपयोग करणे.

<u>स्पष्टीकरणे</u> :-

क) प्रमेय शिकल्यावर त्यावर आधारीत प्रश्न सोडवितो.

ख) बीजगणितातील कुट प्रश्न दिले असता समीकरण तयार करतो.

ग) कोष्टके, तक्ते, आलेख, वाचून त्यावर निष्कर्ष काढतो.

घ) पोष्ट, बँक, इत्यादी ठिकाणचे व्यवहारकरतो.

ड) सुत्राचा वापर करून उदाहरणे सोडवितो.

च) दिलेल्या माहितीवरून काढलेले अनुमान बरोबर आहे का ? नाही ते सांगतो.

छ) लांबी, वजन, आकारमान, क्षेत्रफळ इत्यादी परिमाणे वापरतो.

ज) एखादे घटनेचे संभाव्य परिणाम नियमांच्या आधारे सांगतो.

४) <u>कौशल्य</u> :- गणित विषयाच्या अध्ययनाने खालील कौशल्य विद्यार्थ्यांमध्ये येईल.

<u>स्पष्टीकरणे</u> :-

क) <u>उपकरणांचा वापर करण्याची कौशल्ये</u> -

१) योग्य उपकरणांची निवड करतो.

२) मापे घेतांना योग्यती दक्षता घेतो.

३) अचुक मापे घेतो.

ख) <u>आकृत्या काढण्याची कौशल्ये</u> -

१) दिलेल्या मापा नुसार आकृती काढतो.

२) इष्ट गतीने आकृती काढतो.

३) उपकरणाविना अंदाजाने आकृती काढतो.

४) दिलेल्या सूचनानुसार आकृतीत बदल करतो.

ग) <u>आकडे मोड करण्याचे कौशल्ये.</u>

१) तोंडी आकडे मोड सफाईने करतो.

२) लेखी आकडेमोड बिनचूक स्पष्ट गतीने करतो.

३) सुत्रांचा वापर करतांना विविध संज्ञा, चिन्हे यांचा वापर करतो.

४) एखादे उदाहरण सोडवितांना आवश्यक आकडे मोड टाळतो.

घ) <u>कोष्टके, तक्ते, आलेख या बाबतची कौशल्ये.</u>

१) दिलेल्या कोष्टकामधून आवश्यकती कोष्टके निवडतो.

२) उदाहरण सोडवितांना आवश्यक त्या गणिती कोष्टकांचा वापर करतो.

३) आलेख वाचून निष्कर्ष सांगतो.

स्पष्टीकरण :-

क) पुस्तका खेरीज इतर पुस्तके, मासिके वाचून आपले ज्ञान वाढवितो.

ख) गणितातील कुट प्रश्न शोधून काढून तो सोडविण्याचा प्रयत्न करतो.

ग) गणितातील कोडी, कुट प्रश्न स्वत: तयार करतो.

घ) एखादा प्रश्न सुटला नाहीतर तो सुटेपर्यंत प्रयत्न चालू ठेवतो.

ङ) गणित मंडळाच्या कार्यामध्ये भाग घेतो.

च) गणितातील संबंध, मनोरंजक माहिती, कोडी इत्यादीचे संकलन करतो.

छ) गणितातील नियम, तत्वे, इत्यादींच्या सिध्दतेसाठी कांही मॉडेल, तक्ते इत्यादी तयार करतो.

६. <u>गणिती दृष्टिकोण :-</u>

गणिताच्या अभ्यासाद्वारे चिकित्सक वृत्ती निर्माण करणे.

स्पष्टीकरण :-

क) अपू-या माहितीवरुन एकदम निष्कर्ष काढीत नाहीत.

ख) तर्काला पटणारे विधान स्वीकारतो.

ग) निष्कर्षाप्रत येण्यापुर्वी एखादा समस्येचा विविध अंगानी विचार करतो.

घ) आपला निष्कर्ष चुकीचा आहे हे तर्कानि पटवून दिल्यास मान्य करतो.

ड.) पूर्वग्रहदुषित दृष्टिकोन न ठेवता नवीन कल्पनांचा स्वीकार करतो.

७. व्यक्तिमत्वाचा विकास :-

गणित अध्यापन करणाऱ्या शिक्षकाने टापटीप अचुकता चिकाटी इत्यादी गुणांना महत्व दिले पाहिजे व व्यक्तिमत्व विकसित करण्यास मदत केली पाहिजे.

स्पष्टीकरणे:-

क) उदाहरणे सोडवितांना बाह्य घटकामुळे अवधान विचलीत होऊ देत नाहीत.

ख) आपले विचार मुद्देसुद मांडतो.

ग) दिलेले काम काटेकोर व इष्ट गतीने करतो.

घ) एखादे उदाहरण सोडविण्याचा चिकाटीने प्रयत्नकरतो.

ड) अपयश आल्यास निराश न होता प्रयत्न चालू ठेवतो.

च) चर्चा करताना गैरलागू विधाने स्वत: करीत नाही.

छ) काम करतांना गोंधळून जात नाही.

ज) आपल्या बोलण्यात व वागण्यात रेखीवपणा, सुसंगती, तंतोतंतपणा इत्यादी गुण दाखवितो.

८. रसग्रहण :-

गणितातील तत्वांचा अविष्कार दैनंदीन जीवनात करणे.

स्पष्टीकरणे :-

क) निसर्गातील विविध घटकामध्ये दिसणाऱ्या विविध गुणांचा शोध घेतो.

ख) गणितामुळे व्यक्तिच्या जीवणात रेखीवपणा, सुसंगती, संक्षिप्तता. इत्यादी गुण कसे दिसतात हे सांगतो.

ग) भुमितीय आकृत्यांच्या सहाय्याने नयनमनोहर अशा आकृत्या काढतो.

घ) गणितातील तत्वांना अनुसरुन विविध आकृत्या प्रतिमाने इत्यादी रचनेमध्ये सुधारणा सुचवितो.

"महाराष्ट्र राज्य माध्यमिक व उच्च माध्यमिक शिक्षण मंडळाने" गणिताचे आठवी ते दहावीची पाठ्यपुस्तके निर्माण करताना खालील उद्दिष्टे दिली आहेत.

१) विद्यार्थ्यांच्या चौकस प्रवृत्तीस जाग आणून तिची वाढ करणे.
२) तर्कसंगतविचार करणे. त्याच प्रमाणे त्याची मांडणी करणे, गणिता विषयी गोडी उत्पन्न करणे.
३) गणिताच्या पोटशाखातील परस्पर संबंध त्याच्या निदर्शनास आणणे.
४) विज्ञान शाखांच्या आशयांच्या आकलनाकरिता गणिताचे ज्ञान कसे आवश्यक आहे त्याची जाणिव करून देणे.
५) गणित विषयाला स्वतंत्र अशी त्याची भाषा आहे. ती समजली पाहिजे, बोलता, लिहिता आली पाहिजे. याची विद्यार्थ्यांस जाणाव करून देणे.
६) विद्यार्थ्यांमध्ये उदाहरणे व प्रश्न सोडविण्याची क्षमता वाढविणे. ३४

गणिताचे अध्यापन करीत असतांना ही उद्दिष्टये लक्षात घेतली पाहिजेत, तसेच ज्ञान आकलन यावरच भर न देता अभिरुची, सुयोग्य दृष्टिकोण, रसग्रहण या स्थरापर्यंत विद्यार्थी जाऊन पोहचला पाहिजे. ही उद्दिष्टये साध्य होण्यासाठी अभ्यासक्रम कसा असावा याचे विवेचन पुढे केले आहे.

२.७ अ) गणिताचा अभ्यासक्रम :-

शाळा व जग यांचा समन्वय झाला पाहिजे. शाळेचा समाज जीवनाशी संबंध राहिला पाहिजे. शास्त्र, व्यापार, उद्योगधंदे यांची वाढ होत असते म्हणून समाजाच्या गरजाप्रमाणे शिक्षणाचो ध्येय उद्दिष्टये ठरावली जातात. ही ध्येय उद्दिष्टये साध्य करण्यासाठी अभ्यासक्रम ठरविला जातो. हा अभ्यासक्रमाद्वारे उद्दिष्टये साध्य होण्यासाठी अध्यापन पध्दती शोधल्या जातात. अभ्यासक्रम म्हणजे शिक्षणाचा ध्येय साध्य करण्याचे सर्वांत शिस्तबद्द आणि प्रभावी माध्यम आहे.

ह. ना. जगताप यांनी " गणित अध्यापन पध्दती" या ग्रंथात अभ्यासक्रमाची व्याख्या दिली आहे. " अभ्यासक्रम म्हणजे सुनियोजित शैक्षणिक अनुभूतीची गोळाबेरीज की, ज्यायोगे विद्यार्थी शिक्षणाची उद्दिष्टये गाठू शकतात." ३५.

या व्याख्या मध्ये उद्दिष्टये गाठण्यासाठी जे शैक्षणिक अनुभव दिले जातात ते सर्व अभ्यासक्रमात येते. म. बा. कुंडले यांनी शैक्षणिक तत्वज्ञान व शैक्षणिक समाज शास्त्र या ग्रंथात अभ्यासक्रम म्हणजे काय ? हे स्पष्ट करतांना मुदलीयार आयोगानी केलेली अभ्यासक्रमाची व्याख्या दिली आहे.

" अभ्यासक्रम म्हणजे केवळ पुस्तकी ज्ञान देणारे व रुढ पध्दतीने शिकविले जाणारे विषय नव्हेत तर, शाळेत मिळणा-या सर्व प्रकारच्या अनुभवाचा यात अंतर्भाव होतो. या दृष्टिने विद्यार्थ्यांच्या जीवनाला सर्व बाजूने स्पर्श करणारे व त्यांच्या व्यक्तिमत्वाचा समतोल स्वरुपात विकास करणारे संपूर्ण शालेय जीवन म्हणजे अभ्यासक्रम", ३६

२.७ आ) <u>गणिताच्या अभ्यासक्रमाची तत्वे :-</u>

अभ्यासक्रम तयार करीत असतांना खालील गोष्टींची आवश्यकता आहे.

१) <u>उद्दिष्टानुगामी अभ्यासक्रम:-</u> गणित विषयाची उद्दिष्टये साध्य करणारा अभ्यासक्रम असावा ही उद्दिष्टये साध्य होणा-या सर्व गोष्टींचा अंतर्भाव असला पाहिजे.

२) <u>व्यवहारीक उपयुक्ततेला साजेसा अभ्यासक्रम</u> :- अभ्यासक्रम विद्यार्थ्यांच्या दैनंदिन गरजा पूर्ण करणारा असला पाहिजे त्यामुळे तो विद्यार्थीप्रिय होतो. पाहिलीते सातवी पर्यंत दैनंदिन व्यवहाराशी उपयुक्त अशा भुमिती, बीजगणिताचा अभ्यासक्रम असला पाहिजे. ८वी ते १०वी पर्यंत बीजगणित भुमितीचे ज्ञान देणे आवश्यक आहे. त्यामुळे महाविद्यालयीन शिक्षणाची पूर्वतयारी झाली पाहिजे. थोडक्यात ७वी नंतरच्या अभ्यासक्रमातील गणिताचा भाग हा भावी आयुष्यात विद्यार्थ्याला याना त्या-रितीने उपयोगी पडेल असा असावा.

३) <u>विद्यार्थी केंद्रीत व कृती युक्त अभ्यासक्रम:-</u> गणिताचा अभ्यासक्रम तयार

करीत असताना विद्यार्थी हा केंद्रबिंदू मानला पाहिजे. कारण विद्यार्थी भिन्न कुवतीचे असतात. विद्यार्थीच्या कुवतीचा विचार करुन अभ्यासक्रम तयार करावा व अभ्यासक्रम राबविताना विद्यार्थ्यांच्या कुवतीला जास्तीत जास्त वाव असावा.

४) प्रायोगिकता :- बीजगणित, भुमिती यातील सिध्दांताचा पडताळा घेता येईल अशी योजना अभ्यासक्रमात असावी की, त्यामुळे विद्यार्थ्यांचा आत्मविश्वास वाढत जातो. पाचवी ते ७वी पर्यंत प्रायोगिक गणिताची आवश्यकता आहे.

५) लवचिकता :- अभ्यासक्रम हा दैनंदिन व्यवहाराशी मिळताजुळता असेलतरच उपयुक्तता राहते म्हणुन बदलत्या काळा नुसार अभ्यासक्रम बदलला पाहिजे.

६) स्पष्टता :- अभ्यासक्रम कमालिचा स्पष्ट असावयास हवा, शिक्षक कृती विद्यार्थी कृती इत्यादीचा स्पष्ट उलेख असणे आवश्यक आहे. उदाहरणे कोणती असावीत?व ती सोडवून देताना विद्यार्थ्यांकडून अपेक्षा कोणत्या आहेत?याची कल्पना अभ्यासक्रमात दिली जावी. त्यामुळे शिक्षकाला सोयीचे होते.

७) मनोरंजकता :- अभ्यासक्रम उपयुक्तते साठी जितका आवश्यक आहे तितकाच तो का शिकायचा?हा हेतु ही स्पष्ट असला पाहिजे. हेतू समजल्यामुळे मुलांना तो मनोरंजक वाटेल. यावरच अभ्यासक्रमाचे यश अपयश अवलंबून आहे.

अभ्यासक्रम मनोरंजक करण्यासाठी विविध प्रकारची उदाहरणे,घटका मधील विविधता इत्यादी गोष्टीचा दैनंदिन जीवणाशी व इतर शालेय विषयाशी तो कसा निगडीत आहे याची दखल घेणे जरुरीचे आहे.

८) समवाय :- अभ्यासक्रम तयार करताना परस्पर घटकातील संबंध, अन्य विषयाचा संबंध हा विद्यार्थ्यांच्या लक्षात येईलतितका अभ्यासक्रम मनोरंजक वाटेल. विद्यार्थ्याला अभ्यासक्रमाचा दैनंदिन व्यवहाराशी संबंध लक्षात आल्यास त्याला गणिता बद्दल गोडी वाटू लागेल. उदाहरणार्थ बँकेचे, पोष्टोचे, विम्याचे व्यवहार इत्यादी अभ्यासक्रमात असतील तर विद्यार्थ्याला उपयुक्तता समजते. व अभ्यासक्रमाकडे पहाण्याची विद्यार्थ्यांची दृष्टि बदलते.

९) अध्यापन सुत्राचा अवलंब :-

अभ्यासक्रम तयार करीत असतांना मुर्ताकडून अमूर्ताकडे, सुगमाकडून दूर्गमाकडे, विशिष्टाकडून सामान्याकडे या सुत्रांचा अवलंब करून अभ्यास क्रमाची रचना केली तर विद्यार्थ्याला पाठयवस्तूचा अभ्यासकरणे सोयीचे होईल.

१०) मानसशास्त्र व तर्कशास्त्राचा वापर :-

अभ्यासक्रम हा मानसशास्त्रीय दृष्टिकोन ठेऊन तयार केला पाहिजे. तारकिक दृष्टिकोणाही समोर ठेवला पाहिजे.

गणिताचा हा अभ्यासक्रम शिक्षकांनीच तयार केला पाहिजे. अनेक अनुभवी शिक्षकांनी एकत्र येऊन समाजांच्या गरजांची चर्चा करून समाजाच्या गरजेप्रमाणे अभ्यासक्रम तयार केला पाहिजे. हल्ली अभ्यासक्रमात एकसुत्रते- च्या नावाखाली अभ्यासक्रम साचेबंद झाला आहे. स्थानिक गरजांची पुर्ती करणारा अभ्यासक्रम असला पाहिजे. गावातील उद्योग, व्यापार, व्यवहार यांना उपयोगी पडेल असाच गणिताचा अभ्यासक्रमअसला पाहिजे.

२.७ ई) गणिताचा सध्याचा अभ्यासक्रम :-

महाराष्ट्र राज्यात सध्या राबविण्यात आलेला गणिताचा अभ्यासक्रम उद्दिष्टाची पुर्ती करणारा आहे. उदाहरणार्थ भूमितीमध्ये दोनरेषा एकमेकींना एक आणि एकच बिंदूत छेदतात, या भाषेमुळे विद्यार्थ्यांच्या भाषेत नेमकेपणा येतो. उपयुक्ततेच्या कसोटीवर अभ्यासक्रम तपासतांना लक्षात येते की, पाचवी ते सातवी पर्यंतचा अभ्यासक्रम दैनंदिन व्यवहारा- शी मिळता जुळता आहे. परंतु ८ वे १० वीचा अभ्यासक्रम पुढील शिक्षणाची पुर्व तयारी साठी दिसतो. पाचवी ते सातवी मध्ये पोष्टाचे व्यवहार, जमाखर्च इत्यादी भाग आहे. परंतु पाचवीत एकदम इंग्रजी अंक लिहीतांना विद्यार्थ्याला आवघड जाते कारण इंग्रजी भाषेची सुरूवात इयत्ता पाचवीतच होते. म्हणून गणित अवघड वाटते.

अभ्यासक्रम हा पाचवी ते सातवी पर्यंत कृतीवर भर दिलेला आहे. परंतु आठवीते दहावीच्या गणित पाठयपुस्तकात सिध्दांताचा भरणा जास्त आहे. व्यक्ति भिन्नतेचा विचार केलेला दिसत नाही. हुशार

विद्यार्थ्यांसाठी अभ्यासक्रमात तशी सोय नाही. त्यामुळे त्यांची कुचंबना होते व मंद विद्यार्थ्यांची ओढाताण होते. असे आजचे चित्र आहे.

लवचिकतेच्या बाबतीत आजचा अभ्यासक्रम आघाडीवर आहे. वेळोवेळी अभ्यासक्रम बदलतो दहावीतील भाग आठवीत येतो अशा विद्वान मंडळी सूचना करतात. हा पोरखेळ पणा दिसतो. अभ्यासक्रमातील अदलाबदल करण्याची घिसाडघाई केल्यामुळे शैक्षणिक व आर्थिकदृष्टया फार मोठे नुकसान होत आहे. इयत्ता ८ वी ते ९ वी मध्ये भौमितीक रचना, शेअर्स या प्रकरणांचे पूर्वज्ञान होईल असे घटक नाहीत, एकदम दहावीच्या गणित पाठ्यपुस्तकात आहेत तसेच आलेख प्रकरणासाठी नववीमध्ये हवेतेवढे पूर्व ज्ञान होत नाही. त्यामुळे १० वी मध्ये आलेख प्रकरण अवघड जाते.

नवीन अभ्यास क्रमाची वैशिष्टये म्हणजे स्पष्टता, पाठ्यमुद्दे शिक्षक कृती, विद्यार्थी कृती शैक्षणिक साहित्य यांचा स्पष्ट असा उल्लेख आढळून येतो. शिक्षकाला फारशी अडचण पडत नाही. शिक्षकासाठी अध्यापन पुस्तिका असल्याने अभ्यासक्रमात अधिकाधिक स्पष्टता आली आहे.

आजचा अभ्यासक्रम कितीही उपयुक्त असलातरी तो विद्यार्थ्याला आकृष्ट करु शकत नाही, कारण त्यात मनोरंजकता नाही. गणित हा क्लीष्ट भाग आहे. ही विद्यार्थ्यांची समजुत आहे. ८ वी मध्ये सिध्दांत उपयोजन करुन त्यात कोडी घालुन रंजकता आणता येते. तसेच संख्याच्या चमत्कारावर कुट प्रश्न निर्माण करुन मनोरंकता आली असती. शिक्षकाने केवळ अभ्यासक्रमावर आधारीत न रहाता असेकुट प्रश्न तयार करुन अभ्यासक्रम मनोरंजक तयार करता येतो.

समवयाच्या कसोटीला ५, ६, ७ मधील अभ्यासक्रम उतरला आहे. अंक गणित संपूर्ण बीजगणित केव्हा सुरु होते ते लक्षात सुध्दा येत नाही. दैनंदिन जिवनातील व्यवहार बीजगणित, भूमिती यांचा मिलाफ झालेला आढळून येतो.

अभ्यास-क्रमात ५ वी व ६ वी मध्ये पोष्टातले व्यवहार यांचा समावेश आहे. यामुळे अभ्यासक्रमात सुसंगती दिसते. पण १० वी

चा अभ्यासक्रम तयार करतांना खालच्या वर्गातील अभ्यासक्रम विचारात घेतला गेला नाही म्हणून विद्यार्थ्याला व्याख्या भिन्न वाटतात व ते गोंधळतात. इयत्ता ७ वी मध्ये द्विपद राशीचा वर्ग हा भाग असून तो ८ वीच्या अभ्यासक्रमा मध्ये घातला आहे. याचे कारण समजत नाही. अभ्यास-क्रम तयार करीत असतांना अनुभवी शिक्षकांना सहभागी करून घ्यावे. सर्वसुविधांनी युक्त असलेल्या शाळामधील शिक्षकांनाच या मंडळावर घेतले गेले तर सामान्य विद्यार्थ्यां बद्दल पुर्ण विचार केला जाणे कठीणच आहे. अशा कठीण वाटणाऱ्या अभ्यासक्रमामुळे महाविद्यालयाची दारे अशा विद्यार्थ्यांसाठी बंद होतील. एस.एस.सी. परीक्षेला गणित हा सक्तीचा विषय असल्यामुळे अभ्यासक्रम सर्वसामान्य विद्यार्थ्यांचा विचार करूनच तयार केलागेला पाहिजे. जिल्हा निहाय ज्या विषय शिक्षक संघटना आहेत त्यांचे सहकार्य अभ्यासक्रम तयार करतांना किंवा बदलतांना निश्चित फलदायी ठरेल. या संघटनांनीच एकत्र येऊन अभ्यासक्रम तयार केला पाहिजे. महाराष्ट्रा मध्ये गणित अधापक महामंडळ अतिशय क्रियाशिल पणे काम करते आहे. यामध्ये असणारी मंडळी गणितविषय तज्ञ आहेत. विविध स्तरावर काम करीत असलेले गणित शिक्षक महाविधालयातील प्राध्यापक या घटकांनी एकत्र येऊन अभ्यासक्रम तयार केला पाहिजे. या शिवाय अभ्यासक्रम राबवितांना बारकाईने निरक्षण केले पाहिजे. ज्या प्रमाणे एखादा इंजिनिअर नवीन मशीनची चाचणी घेतांना निरीक्षण करतो त्या प्रमाणे अभ्यासक्रम सर्व ठिकाणी चालू करण्या पूर्वी कांही शाळा निवडून तो प्रथम राबविला जावा त्यातील उणिवा निरीक्षण करून अलग कराव्या त्या दूर करून नंतरच तो अभ्यासक्रम सर्वशाळामध्ये राबवावा या मध्ये वेळ खर्च झाला तरी हरकत नाही.

अभ्यासक्रम मंडळ प्राथमिक ते महाविधालयीन स्थरापर्यंत एकच असावे त्यात लघु मंडळे स्थापन करून अभ्यासक्रम तयार करावा. या मुळे प्राथमिक ते महाविधालयीन अभ्यासक्रमामध्ये सुसंगती राहिल. तो एकजिणशी वाटेल. सधा ५ वी, ७ वी व ८ वी, १० वी अशा दोन्ही प्रकारच्या अभ्यासक्रमाचे दोन्ही गट वाटतात ते या मंडळाच्या अस्तित्वाने दूर होतील.

डॉ य. सो. सोनवणे, रीडर हिंदी विभाग मराठवाडा विद्यापीठ औरंगाबाद हे गणित शिक्षण जून १९८९ या मासिकात "गणित शिक्षण एक पुनर्विचार " या लेखात गणित अभ्यासक्रमा संबंधी लिहीतात.

" माध्यमिक स्तरावर गणिताची अनिवार्यता असावी एवढेच नव्हे तर प्राथमिक स्थराच्या ६ वी ते ८ वी पर्यंत गणित विषयाचा पाठ्य क्रमे दोन प्रकारचा असावा. गणितात ज्यांना रुची वाटत असेल त्यांच्या साठी उच्चस्तरीय गणित असावे व गणिताची आवड नसणा-यासाठी निम्न स्थराचा गणिताचा अभ्यासक्रम असावा. शास्त्रीय पध्दतीने विचार केल्यास माझे म्हणणे सहज पटू शकेल." ३७.

डॉ. सोनवणे यांच्या म्हणण्या प्रमाणे सर्वांनाच गणिताचा सारखा अभ्यासक्रम न ठेवता गणित आवडीच्या विद्यार्थ्यांना उच्च गणित व कमी आवडीच्या विद्यार्थ्यांना सर्वसाधारण गणित ठेवावे म्हणजे इयत्ता १० वीचा निकाल सुधारण्यास मदत होईल. गणिताचा अभ्यासक्रम गळी उतरविण्याचे महत्वाचे साधन म्हणजे पाठ्यपुस्तक या संबंधी विवेचन पुढे दिले आहे.

२.८ गणिताचे क्रमिक पुस्तक :-

शिक्षणाची ध्येय उद्दिष्टये साध्य करण्याचे साधन म्हणजे अभ्यास क्रम, हा अभ्यासक्रम विद्यार्थ्यांना दृश्य स्वरुपात देण्यासाठी क्रमिक पुस्तक हा एक घटक आहे.

२.८ अ) क्रमिक पुस्तकाची आवश्यकता :-

दैनंदिन अध्यापनामध्ये खडू, फळा, चित्रे नकाशे या साधनाची आवश्यकता असते त्या पेक्षा जास्त आवश्यकता गणित पुस्तकाची असते. कारण क्रमिक पुस्तकामुळे अध्ययनाला विशिष्ट दिशा मिळते. अध्यापनामध्ये सुसुत्रता येते. पुस्तकामध्ये अनेक उदहारणे असतात त्या मुळे अभ्यासक्रमातील सुसुत्रता समजते, बारकावे समजतात. त्यात उदाहरणे अनेक असतात. त्यामुळे दिलेल्या सिध्दांताचे उपयोजन होते. उदाहरणे सोडविता आलीतर गणिताबद्दल गोडी वाटते व एक

प्रकारचा आत्मविश्वास निर्माण होतो त्या मुळे विद्यार्थी जोमाने अध्ययन करण्यास प्रवृत्त होतो. विद्यार्थ्याला शिक्षका शिवाय घरी शिकण्यास क्रमिक पुस्तका शिवाय पर्याय नाही.

२.८ आ) क्रमिक पुस्तकाचे निकष :-

क्रमिक पुस्तक चांगले होण्यासाठी दोन अंगाचा विचार केला पाहिजे. १) बाह्यअंग २) अंतरंग.

१) बाह्यांग :- गणित हा सक्तीचा विषय आहे. काही विद्यार्थ्यांना गणिता बद्दल गोडी वाटत नाही म्हणुन गणित पुस्तक अधिका अधिक आकर्षक मुखपृष्ठाचे असले पाहिजे ते चटकन हातात घ्यावयासे वाटावे पुस्तक कोणत्या वर्गासाठी आहे त्या वर्गाचा वयोगट लक्षात घेऊन त्याचा आकार व आतिल मुद्रण पुस्तकासाठी वापरलेला कागद विचारात घेणे आवश्यक असते. लहान वर्गासाठी असलेले पुस्तकातील कागद जाड, मोठे, मुद्रण कमी पृष्ठ संख्या कमी किंमत असणे आवश्यक असते कारण लहान विद्यार्थ्यांची हाताळण्याची पध्दती लक्षात घेता पातळ कागद वापरुन चालत नाही. अतिशय बारीक छपाईचे मुद्रण चालत नाही. विद्यार्थ्यांच्या डोळ्यावर अनिष्ट परिणाम होण्याची शक्यता असते. पुस्तकाची किंमत कमी असली पाहिजे. म्हणजे सर्व विद्यार्थी पुस्तक खरेदी करतात अन्यथा पुस्तक खरेदी करण्याचे टाळतात. गणिताचे पुस्तक विद्यार्थी दररोज किमान एक वेळा तरी हाताळीत असतात म्हणुन पुस्तकाची बांधणी चांगली असली पाहिजे.

पाठय पुस्तकासाठी सवलतीच्या दरात कागद पुरविण्याचे सरकारी धोरण स्वागतार्ह व स्तुत्य आहे.

२) पुस्तकाचे अंतरंग:- कोणत्याही विषयाचे पुस्तक तयार करताना त्या विषयाची उद्दिष्टये लक्षात घेऊनच पुस्तके तयार केली पाहिजेत. गणित पाठ्यपुस्तकाची प्रस्तावना अध्यक्ष माध्यमिक व उच्चमाध्यमिक शिक्षण मंडळ व अप्पर शिक्षण संचालक, महाराष्ट्र राज्य पुणे, यांनी लिहीलेली आहे. या प्रस्तावनेत पुस्तक लिखानाची उद्दिष्टे दिली आहेत. ८वीच्या पुस्तकात गणिताची स्वतंत्र्य भाषा आहे. तशी पुस्तकात भाषा वापरली गेली पाहिजे व विद्यार्थ्याला तर्कसंगतविचार

विचार करता आला पाहिजे.

पुस्तकात ठेवलेली पाठयवस्तू ठळक, बिनचुक व सोप्या भाषेत असावी उदाहरणे चुकीची असतील तर विद्यार्थ्यांमध्ये गोंधळ उडतो. शिक्षकाने किती-हीसमजाऊन सांगितले, तरी विद्यार्थी सहजासहजी शिक्षकावर विश्वास ठेवत नाहीत. म्हणून पाठयपुस्तके शुध्द व सोप्या भाषेत लिहिली पाहिजेत. शुध्दलेखनाच्या बाबतीत दक्षता घेतली पाहिजे पाठयपुस्तकात आवश्यक तेवढीच पाठयवस्तु असावी. मुलभूत सिध्दांत व त्याचे उपयोजन असावे. कल्पना स्पष्ट होण्यासाठी उदाहरणे असणे आवश्यक आहे.

क्रमिक पुस्तक केवळ माहितीवर असू नये तर विद्यार्थ्यांच्या विचार शक्तिला, कल्पना शक्तीला चालना या पुस्तकातून मिळाली पाहिजे. पुस्तक वाचतांना एक प्रकारचे समाधान विद्यार्थ्यांना वाटले पाहिजे. विषया बद्दलची ओढ निर्माण करणारे पुस्तक हवे.

पाठयपुस्तकाची मांडणी नेटकेपणाने व अध्यापन सुत्रे विचारात घेऊन केली पाहिजे. गणिता मध्ये सोप्या कडुन आवघडा कडेयाच अध्यापन सुत्राचा अवलंब करावा म्हणजे प्रथम सोपी उदाहरणे देऊन नंतर अवघड उदाहरणे दयावीत उदाहरणार्थ :- $(X+Y)^2=X^2+2XY+Y^2$ द्विपदीचा विस्तार शिकवितांना $(X+2)^2$, $(X+4)^2$ अशी सोपी उदाहरणे घेऊन नंतर $(2X+3)^2$ = किती अशी थोडी आवघड उदाहरणे घ्यावीत.

गणित पाठयपुस्तकात, नियम, सुत्रे, चित्रे, रेखाकृती, नकाशे आलेख यांचा समावेश असावा. चित्रे शक्यतो रंगीत असावीत.

गणिताच्या पुस्तकात स्वाध्यायासाठी भरपूर उदाहरणे असावीत सुबोध कल्पना, नियम, सुत्रे चांगल्या प्रकारे रूजवायचे असेल तर भरपूर उदाहरणे दिली पाहिजेत. उदाहरणे चढत्या क्रमाणे कधी नसावीत.

विद्यार्थ्यांना गणिताचे पुरक वाचन म्हणून मासिके, लेख, पुस्तके कोणती वाचावित त्या त्या इयत्तासाठी पुरक आहेत या संबंध माहिती पाठयपुस्तकातून पूरविली गेली पाहिजे. विद्यार्थ्यांच्या ज्ञानाला हे संदर्भ अतिशय उपयुक्त ठरतील. निर्दोष पाठय पुस्तक तयार करावयाचे असेलतर

अनुभवी शिक्षक प्राध्यापक, शिक्षण महाविद्यालयातील प्राध्यापक यांनी एकत्र येऊन ती लिहावीत.

सध्याची क्रमिक पुस्तके माध्यमिक शिक्षण मंडळ नामांकित शिक्षक व प्राध्यापकांना निमंत्रित करून पाठय पुस्तके तयार करून घेते, या मुळे क्रमिक पुस्तके निश्चितच दर्जेदार आहेत. या शिवाय अशी पुस्तके लिहीण्यावर इतर लेखकांना बंदी आहे. ती बंदी न घालता, पाठय पुस्तकाला मदत करण्यासाठी अशा पुस्तकांना प्रोत्साहन द्यावे त्या मुळे अनेक उत्तमोत्तम पुस्तकांची निर्मिती होईल. एकच पाठय मुद्दा निरनिराळ्या लेखकांनी वेगवेगळ्या पध्दतीने मांडल्या मुळे त्यातील बारकावे शिक्षकांच्या लक्षात येतील तो आपले ज्ञान वाढवील.

२.९ समारोप :-

या प्रकरणा मध्ये गणित म्हणजे काय ? गणिताचे अभ्यासक्रमातील महत्त्व, गणित अध्ययनामुळे होणारे फायदे, गणित अध्यापनाची उद्दिष्टे, उद्दिष्टा प्रमाणे अभ्यासक्रम, पाठय पुस्तक यांची चर्चा केली आहे. गणित अध्यापनाची उद्दिष्टे साध्य करण्यासाठी प्रभावी अध्यापन पध्दतीची आवश्यकता असते. त्या राबविण्यास शिक्षक कुशल असावा लागतो. म्हणुन पुढील प्रकरणात गणित अध्यापनाच्या पध्दती व गणित शिक्षका विषयी माहिती दिली आहे.

-: संदर्भ :-

१. लीला पाटील :- आजचे शिक्षण आजच्या समस्या
पुणे, श्री विद्याप्रकाशन, १९७४, पृ. १०९

२. मो. वा. औन्धकर :- गणितात प्राविण्य कसे मिळवाल १.
मुंबई, मॅजेस्टिक बुक स्टॉल, १९७६, पृ. १

३. लक्ष्मण शास्त्री जोशी :- मराठी विश्वकोष खंड ४
मुंबई महाराष्ट्र राज्य, साहित्य संस्कृतिक मंडळ, १९७६. पृ. ८११.

४. कुलबीरसिंग सिध्दू :- The Teaching of Mathematics"
Delhi, Sterling, Publishers 1967
Page 1.

५. कुलबीरसिंग सिध्दू :- रॉजरबेकन यांचे गणिता विषयीचे विधान उध्दृत
तत्रैव, पृ. ३६.

६. कुलबीरसिंग सिध्दू :- बर्थेलॉट यांचे गणिता विषयी विधान उध्दृत
तत्रैव, पृ. ३६.

७. कुलबीरसिंग सिध्दू :- या हॉगबेन यांचे गणिताविषयी विधान उध्दृत,
तत्रैव, पृ.७.

८. कुलबीरसिंग सिध्दू :- व्हेदम यांचे गणिताविषयी विधान उध्दृत
तत्रैव, पृ. ४६.

९. डॉ. एस. के. मंगल :- गणित शिक्षण
नई दिल्ली, आर्यबुक डेपो, १९८६, पृ. ३२

१०. बी. एन. चड्डा :- Teaching of Mathematics
Delhi, GurDas kapur & Jons Ed.3rd
Page.37.

११. लक्ष्मण गट्रे :- गणित कसे शिकवावे.
पुणे ठोकळ प्रकाशन, १९६३, पृ. ४८.

१२. एम. एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल :- प्लेटोचे गणिता विषयी विधान उध्दृत, गणित शिक्षण आगरा, विनोद पुस्तक मंदीर आ. इ. १९६६. पृ. ४.

१३. समाज प्रबोधन संस्था पुणे :- *शिक्षण आयोग १९६४-६६* पुणे, समाज प्रबोधन संस्था, पृ. ३९.

१४. व. रो. नागपूरे :- *राष्ट्रिय शैक्षणिक धोरण १९८६ शैक्षणिक आव्हानाकडून कृतीकार्यक्रमा कडे.* पुणे, महाराष्ट्र राज्य शैक्षणिक संशोधन व प्रशिक्षण परिषद, पुणे १९८७. पृ. १४७.

१५. एम. एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल :- *गणित शिक्षण* उपरिनिर्दिष्ट पृ. ५.

१६. भा. गो. बापट आणि कुलकर्णी :- *गणित अध्ययन अध्यापन* पुणे, व्हिनस प्रकाशन, १९८९, पृ. २२.

१७. व. पा. देशमुख :- *गणिताचे अध्यापन* पुणे, मॉडर्न बुक डेपो, १९७२, पृ. १५.

१८. कुलबिरसिंग सिध्दू. :- *Teaching of Mathematics* उपरिनिर्दिष्ट पृ. १५.

१९. समाज प्रबोधन संस्था पुणे :- *शिक्षण आयोग (१९६४-६६)* उपरिनिर्दिष्ट, पृ. १०४.

२०. एम.एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल :- *गणित शिक्षण* उपरिनिर्दिष्ट, पृ. १३.

२१. एम. एस. रावत व मुकुट बिहारीलाल अग्रवाल :- तत्रैव, पृ. ५

२२.	कुलबीरसिंग सिध्दू	:-	उपरिनिर्दिष्ट पृ. ७.
२३.	एस. के. मंगल	:-	उपरिनिर्दिष्ट , पृ. ६.
२४.	व. पा. देशमुख	:-	उपरिनिर्दिष्ट पृ. २३.
२५.	लक्ष्मणरामचंद्र गद्रे	:-	<u>गणित कसे शिकवावे</u> १. पुणे, ठोकळ प्रकाशन, १९६३ प. १४
२६.	एस. के. मंगल	:-	शुलट्झे यांचे गणित मुल्या विषयी विधान उध्दृत, उपरिनिर्दिष्ट पृ. ९.
२७.	बी. एन. चड्डा	:-	<u>Teaching of Mathematics</u> उपरिनिर्दिष्ट, पृ. १७.
२८.	म. बा. कुंडले	:-	<u>शैक्षणिक तत्वज्ञान व शैक्षणिक समाज शास्त्र</u> पुणे, श्री विद्याप्रकाशन १९७७ आ. ई पृ. ४५९.
२९.	भा. गो. बापट आणि कुलकर्णी	:-	उपरीनिर्दिष्ट, पृ. ८३.
३०.	महाराष्ट्र राज्यशिक्षणशास्त्र संस्था पुणे.	:-	<u>अध्यापन संयोजन नववी गणित</u> पुणे, महाराष्ट राज्य शिक्षण शास्त्र, संस्था १९७४ पृ. ६.
३१.	महाराष्ट्र राज्य उच्चमाध्यमिक मंडळ पुणे	:-	<u>अध्यापन पुस्तीका आठवी</u> पुणे महाराष्ट राज्य माध्यमिक व व उच्च माध्यमिक मंडळ पुणे पृ. १०
३२.	Bloom, Benjamin S.	:-	<u>Taxonomy of Educational Objectives</u> London, Longmans 1956 Page 62.

३३. वा. ना. दांडिकर :- शैक्षणिक मुल्यमापन व संख्याशास्त्र
पुणे, श्री विद्याप्रकाशन पुणे आ.२ १९८५, पृ. ५६.

३४. महाराष्ट्र राज्यमाध्यमिक व उच्चमाध्यमिक शिक्षणमंडळ पुणे :- इयत्ता १० वी भुमिती
पुणे, महाराष्ट्र राज्य माध्यमिक व उच्च माध्यमिक शिक्षण मंडळ पणे १९८३.

३५. ह. ना. जगताप :- गणित अध्यापन पध्दती
पुणे, नुतन प्रकाशन १९८७ पृ १३३.

३६. म. बा. कुंडले :- मुदलीयार आयोग (१९५२) यातील गणित अभ्यासक्रमाबद्दलचे मत उध्दृत शैक्षणिक तत्वज्ञान व शैक्षणिक समाजशास्त्र.
पुणे, श्री विद्याप्रकाशन, १९७७, पृ. २२१.

३७. महाराष्ट्र गणित अध्यापक महामंडळ :- गणित शिक्षण (जुन १९८९)
औरंगाबाद. संपादक मंडळ प्रकाश
मं. भ. गंधे श्री मुद्रणालय, औरंगाबाद.
पृ. २०.