

ISSN 2278 - 6554

DEPARTMENT OF MATHEMATICS

POST GRADUATE
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

Conscientia

CONSCIENTIA



ACADEMIC JOURNAL OF

KRISHNAGAR GOVERNMENT COLLEGE

December 2020

December 2020

Volume- VIII

CONSCIENTIA

Vol. VIII

Published by

Officer-in-Charge

Krishnagar Government College

Krishnagar, Nadia, West Bengal, Pin-741101

TEL: 03472-252863; FAX: 03472-252810

e-mail: journalkgc@gmail.com

Website: www.krishnagargovtcollege.org

©Officer-in-Charge, Krishnagar Government College

Printed at:

Maa Kali Artwork

Golapati, Krishnagar, Nadia, West Bengal, Pin-741101

December, 2020

About the Journal:

The peer reviewed journal Conscientia is published annually to promote research in multidisciplinary fields and aims to facilitate discussions on important issues across varied disciplines, enfolding Science, Social Science and Humanities. It publishes original research papers, review works, short communication on subjects of academic as well as of popular interest. The journal also welcomes submissions on innovations in the teaching-learning process and/or learning experiences which focus on general dissemination of knowledge.

The articles reflect the findings/perspectives of the authors. The authors are exclusively responsible for the statements and opinions advanced by them. The editorial board is in no way responsible for the same.

-Editor-In-Chief-

Dr. Sobhan Niyogi, Officer-in-Charge, Krishnagar Government College

-Convenor-

Dr. Kalidas Das, Associate Professor HOD, Dept. of Mathematics, Krishnagar Govt. College

-Editorial Board Members from Krishnagar Government College-

Smt. Sewli Das (Karmakar), Associate Professor HOD, Dept. of Philosophy, Krishnagar Govt. College

Dr. Lila Mahato, Associate Professor HOD, Dept. of Geography, Krishnagar Govt. College

Dr. Pintu Banerjee, Associate Professor HOD, Dept. of Botany, Krishnagar Govt. College

Dr. Mahua Chakrabarti, Associate Professor HOD, Dept. of Economics, Krishnagar Govt. College

-Advisory Board-

Dr. Barendra Mandal, Associate Professor, Dept. of Bengali, Jadavpur University

Dr. Sanjay Pal, Associate Professor, Dept. of Botany, Amrta Vihara Vidyapeetham, Kerala

Dr. Ananda Kumar Sarkar, Dept. of Botany, National Institute of Plant Genome Research.

Dr. Dhruba Prasad Chatterjee, Assistant Professor, Dept. of Chemistry, Presidency University

Prof. Panchanan Das, Professor, Dept of Economics, University of Calcutta

Dr. Subhojit Sengupta, Associate Professor, Dept. of English, University of Burdwan

Prof. Anil Sarkar, Professor, Dept. of History, University of Kalyani

Dr. Ram Prakash Sharma, Associate Professor, Dept. of Mechanical engineering, NIT, A.P.

Prof. Abhijit Banerjee, Professor, Dept. of Mathematics, University of Kalyani

Dr. Prabir Banerjee, Associate Professor, Dept. of Physics, Bidhannagar College

Dr. Biswajit Maiti, Associate Professor, Dept. of Physics, Government General Degree College

Prof. Soumitra Basu, Professor, Dept. of Philosophy, Jadavpur University

Dr. Preetam Ghoshal, Associate Professor, Dept. of Philosophy, Jadavpur University

Dr. Purushottam Pramanik, Principal, Dept. of Physiology, Durgapur Govt. College

Prof. Sankar Moi, Dept. of Chemistry, NIT, Durgapur

Dr. Anil Kumar Biswas, Assistant Professor, Dept. of Political Science, University of Burdwan

Manoj Kumar Halder, Assistant Professor, Dept. of Political Science, Netaji Subhas Open University

Mahamahopadhyay Dr. Sitanath Goswami, Former Professor of Sanskrit, Jadavpur university

Prof. Haridas Sarkar, Professor, Dept. of Sanskrit, Coochbehar, Panchanan Barma University

Dr. Santanu Chakrabarti, Principal, Government General Degree College, Singur

Prof. Gautam Aditya, Dept. of Zoology, University of Calcutta

Dr. Gangadhar Nyayacaryay, Kavyatirtha Professor, Jadavpur University

FOREWARD

Dr. Sobhan Niyogi
Associate Professor and Officer in Charge
Krishnagar Government College

It gives me immense pleasure to announce that volume VIII of **Conscientia**, the academic journal of Krishnagar Government College is being published. Over the past 176 years- ever since the days of the East India Company rule to the present, this college has uninterruptedly carried forward the legacy of quality education in India. Today about 3,500 students enjoy the privilege of using and sharing the same abode of learning that greats such as D.L.Roy, Umesh Dutta, Jadunath Mukherjee, Jadunath Bhattacharjee, Lalit Kumar Banerjee, Satish Chandra Dey and a host of others have used in bygone decades. Teachers deliver lectures from the podium which had once been used by stalwarts like Pandit Madan Mohan Tarkalankar, Babu Ramtanu Lahiri, Suresh Chandra Sengupta and many other names remembered with reverence. I personally feel honoured at obtaining the opportunity to further promote the excellence of this heritage institution, which has witnessed more than 70 eminent Principals (like Roy Bahadur Jyoti Bhusan Bhaduri, Satish Chandra Dey, J.M. Sen and several others) over the course of its 176-year old history thus far. In less than the last ten years this College has secured A grade twice in NAAC evaluation and very recently the University of Kalyani has declared this College as the Best Performing College of Nadia District. The faculty members of the College have been contributing significantly in academic research through regular publications at various levels.

Conscientia, the interdisciplinary journal of research findings launched by our College in 2011 strives to publish high quality articles, since the time of its inception. This journal is an interdisciplinary and multilingual publication and articles include scientific research findings, socially relevant issues as well as literary contributions from the various Humanities Departments. This volume is expected to evoke interest among myriad groups of readers, who will hopefully find the articles academically enriching and stimulants for intellectual discourse.

I wish to thank all the contributors from various Higher Educational Institutions for their submissions, the Editorial Board Members from our College, the Advisory Board Members from various well known Universities and Institutes of West Bengal and India for their active role for the publication of this particular volume.

CONTENTS

1	Hydrothermal Synthesis and Structural Characterization of Novel Iron-bipyridyl Hybrid Keggin Polyoxometalates Rajarshi Chatterjee	7
2	The Development of Ligand Design for the Activation of Low-Reactive C-Cl bond during Palladium Catalyzed Coupling Reaction Debajyoti Saha	17
3	NH ₄ SCN mediated Synthesis of Chromenopyridinone Derivatives From β -Chloro α - β -Unsaturated aldehyde Shaishab Kumar Dinda	31
4	Cu ₂ O NANO Materials thin film Goutam Kumar Paul	40
5	Time Crystal: A new phase of matter Ujjwal Das	44
6	Barrow Holographic Dark Energy Model with GO Cutoff Arindam Saha	52
7	Angle Between Annihilators of Two Frames of subspaces in A Hilbert Space Gopal Das	62
8	Understanding the Barriers in Making the Villages Free from Open Defecation Debasree Bose	66
9	A study on the scope and application of computer assisted GIS system: a brief review Kaustabi Maitra (Choudhury)	80
10	An overview on the spatial distribution of major communicable diseases in Malda district, India Md. Hasan Askari and Krishnendu Gupta	87
11	Role of Spiritual Intelligence in Education and Decision Making Hemen Biswas, Prakiti Ranjan Sarkar, Koustav Kundu, Anirban Pandey	102
12	অভিজ্ঞানশকুন্তলে বিশ্বপরিবেশ ভাবনার প্রেক্ষাপট : একটি সমীক্ষা অর্পিতা নাথ	112
13	সাংখ্যদর্শনে প্রেক্ষিতে বন্ধিমমানুষের স্বরূপ বিশ্লেষণ স্বপন মাল	118
14	শাস্ত্রসমূহে প্রতিগ্রহ প্রস্তাবঃ Mom Roychowdhury	128
15	Revisiting the Terracotta Temples of Cooch Behar: a survey on iconographic and architectural features Arka Acharjee	131
16	জ্ঞানতাত্ত্বিক ন্যাচারালিজম ও তার প্রেক্ষাপট Irani Sil	143
17	Environmental Degradation and Gandhi's Ethical Concern Partha Sarkar	149

Hydrothermal Synthesis and Structural Characterization of Novel Iron-bipyridyl Hybrid Keggin Polyoxometalates

Rajarshi Chatterjee *

Abstract

Hybrid organic-inorganic materials are pulling major attention due to their potential to generate unusual structures and properties by combining the features of the organic and inorganic components. Among them, hybrid materials containing polyoxometalates (POMs) have shown fascinating electronic, optical, magnetic and catalytic properties. However, little work has been done on the synthesis of hybrid organic-inorganic materials containing POMs and iron complexes. Transition metal complexes such as iron (II) polypyridyl complexes have been extensively studied for their applications as photo luminescent compounds and sensitizers in the interconversion of light and chemical energy. Particularly, the tris-(2,2'-bipyridine) iron(II) complex $[\text{Fe}(2,2'\text{-bipy})_3]^{2+}$ is the most widely studied transition metal complex which is capable of splitting water under visible light. In this research, the objective is to study the combination of iron polypyridyl complexes and Keggin polyoxometalate anions through different ways such as coordination bonds, hydrogen bonds and ionic bonds to form hybrid organic-inorganic solids.

Keywords

Polyoxometalates, Solvothermal synthesis, Organic-inorganic hybrid

Introduction

Hybrid organic-inorganic materials are prepared by combining organic and inorganic building blocks [1]. They are attracting increasing interest as a creative alternative for obtaining new materials with tailored structures and properties [2]. These new hybrid materials have a large variety of applications such as sensors, selective membranes, all sorts of electrochemical devices, from actuators to batteries or super capacitors, supported catalysts or photoelectrochemical energy conversion cells [3-4]. Here polyoxometalate is the inorganic fragment of organic-inorganic hybrid POM. Derivatization of POMs with organic partners, including synthetic molecules via covalent bonding as well as electrostatic interaction is expected to result in a synergetic effect and endow novel functions to the POM hybrid [5]. Moreover, the conjugation of an organic ligand onto the POMs offers additional advantages, such as better stability and desirable ligand orientation [6]. It is well known that polyoxometalates (POMs) are early-transition metal

*Assistant Professor, Department of Chemistry, Bidhannagar College, Saltlake, Kolkata-64
Email: rajuchacha.2009@gmail.com

Received: 09 May 2020 / **Accepted:** 02 September 2020

oxygen anion clusters of well-defined structure and distinct sizes. Intriguingly, many elements could be easily incorporated in to the POM frameworks, giving rise to fascinating structural versatility and rich properties. It is therefore not surprising that POMs have broad applications in various fields including material science. The most noticeable advantage of inorganic-organic hybrid POM is that they can favorably combine the often dissimilar properties of organic and inorganic components in one material. In addition, their biphasic structures lead to create multifunctional materials. For example, inorganic clusters or nanoparticles with specific optical, electronic or magnetic properties can be incorporated in organic polymer matrices [7]. The properties of hybrid materials are not only the sum of the individual contributions of both phases, but the role of their inner interfaces could be predominant [8]. The nature of the bonds between organic and inorganic phases has been used to divide into two distinct classes. In Class I, organic and inorganic components are embedded by weak interphase bonding. Only electrostatic interactions, hydrogen bonds, or van der Waals interactions are involved. In Class II materials, the organic and inorganic moieties are linked together through strong chemical covalent or iono-covalent bonds [9]. The major challenge to synthesize organic-inorganic hybrid materials is to keep or enhance the best properties of each of the components while eliminating or reducing their particular limitations. Recently, ruthenium heterocyclic ligand complex-based building blocks have been used for the synthesis of hybrid organic-inorganic solids through the self-assembly. We are interested in the hydrothermal synthesis of iron-polypyridyl complexes and Keggin polyoxometalate anions through different ways such as coordination bonds, hydrogen bonds and ionic bonds to form hybrid organic-inorganic solids. We did choose iron as it is like ruthenium, one of the congeners of same d^6 family. Many procedures can be foreseen to fabricate POM-based hybrid materials, but solvothermal synthesis of hybrid POM is a novel method till date. Here, we report novel hybrid organic-inorganic compound $[\text{Fe}(2,2'\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ which is synthesized under hydrothermal reaction method. The complex is characterized by elemental analysis, UV-vis spectroscopy, thermogravimetric analysis, IR spectroscopy and Single crystal X-ray diffraction.

Experimental

Materials and methods

Sodium nonatungstosilicate, $\text{Na}_{10}[\alpha\text{-SiW}_9\text{O}_{34}]$, was prepared according to the reported method [10] and was recrystallized three times from triply distilled water before use. Chemicals were readily available from commercial sources and were used as received without further purification. FeCl_2 (AR Loba, India), 2,2'-bipyridine (Merck, India), and H_2SO_4 (Merck, India) were of reagent grade and used as received. Deionized water was used as the solvent.

Synthesis of tris-(2,2'-bipyridyl) iron(II) silicotungstate $[\text{Fe}(2,2'\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$

The complex was synthesized hydrothermally from a mixture of ferrous chloride FeCl_2 , 2,2'-bipyridine powder, $\text{Na}_{10}[\alpha\text{-SiW}_9\text{O}_{34}]$ and de-ionized water. The pH of the resulting mixture was adjusted with 0.5 mL of 1M H_2SO_4 to approximately 2. As expected, control of the pH of the reaction mixture is critical for the crystallization of compound 1. It can be crystallized in a narrow pH at around 2 and in a temperature range of 130-150°C. The detailed procedure is as follows: $\text{Na}_{10}[\alpha\text{-SiW}_9\text{O}_{34}]$ (0.614 g, 0.25 mmol) was dissolved in hot water (20 ml). Then solid FeCl_2 (0.158 g, 1.25 mmol) was added to the solution. The mixture was heated with stirring for 30 minutes. 2,2'-Bipy (0.078 g, 0.5 mmol) was then added with constant stirring. The resulting solution was stirred at 80°C for another 30 minutes. The mixture was then transferred with subsequent pH adjustment into a Teflon jacket stainless steel pressure vessel and kept in an oven at 160°C for 5 days under autogenous pressure. The solution was cooled by decreasing the temperature at a regular interval of 5°C over 1 day. The resulting dark red rhombic crystals of $[\text{Fe}(2,2'\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ were filtered off, washed with water, and dried at room temperature. Yield: 55% (based on Fe). Elemental analysis: calculated for $\text{C}_{60}\text{H}_{48}\text{N}_{12}\text{O}_{40}\text{Fe}_2\text{SiW}_{12}$: C, 17.95; H, 1.21; N, 4.19; found: C, 16.85; H, 1.03; N, 3.73%.

Physical measurements

The composition of the starting material ($\text{Na}_{10}[\alpha\text{-SiW}_9\text{O}_{34}]$) and the final polyoxo product $[\text{Fe}(2,2'\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ with respect to the atom% of W and Si were estimated by SEM-EDX method and found to be 9:1 and 12:1 respectively. Elemental analyses were carried out using a Perkin-Elmer 240 elemental analyzer. Spectral measurements were made in a Varian Cary 1E UV-visible spectrophotometer with 1.00 cm glass cells. IR (400–4000 cm^{-1}) was recorded in KBr pellets on a Nicolet Magna IR 750 series-II FTIR spectrophotometer.

Crystal data collection and refinement

For better structural elucidation, both powder and single crystal XRD were done. Powder XRD patterns were obtained by Bruker D8 advance diffractometer with monochromatic $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$) with step size of $0.02^\circ \text{ s}^{-1}$, whereas X-ray diffraction data for compound 1 were collected on a Bruker Kappa Apex II CCD diffractometer with graphite monochromated Mo K radiation ($\lambda=0.71073\text{\AA}$) at 293 K. The structures were solved by the direct methods and refined by full-matrix least squares on F2 using the SHELXTL-97 software. The hydrogen atoms were treated as riding on their parent carbon atoms with $d(\text{C-H})= 0.93\text{-}0.95\text{\AA}$ and $U_{\text{iso}}= 1.2U_{\text{eq}}(\text{C})$. All the non-hydrogen atoms were refined anisotropically. A summary of crystal data and relevant refinement parameters for complex1 are given below in Table 1 and selected bond distances are given in Table 2. Molecular graphics were prepared with the aid of WinGx [11] packages.

Table 1: crystal data and relevant refinement parameters

Crystal Data and details of structure refinements for complex 1.	
Empirical formula	C ₃₀ H ₂₄ FeN ₆ O ₂₀ Si _{0.50} W ₆ (1)
Formula weight	1960
Crystal system	Triclinic
Space group	<i>P</i> -1 (2)
a, b, c (Å)	13.160(14), 14.750(16), 21.85(2)
α, β, γ (°)	90, 94.269(10), 90
Volume (Å ³)	4230(8)
Z	4
Density (calculated) Mg/m ³	3.079
Absorption coefficient mm ⁻¹	16.6
No of observed data	23196
Independent reflections	7775 [R _{int} =0.088]
Data / restraints / parameters	7775/ 0/592
Goodness-of-fit on F ²	1.190
Final R indices [I>2sigma(I)]	R ₁ = 0.0706, wR ₂ = 0.1512
Final R indices (all data)	R ₁ = 0.0865, wR ₂ = 0.1583
Largest diff peak and hole (e.Å ⁻³)	2.034 and -3.662

Compound 1 crystallizes in the triclinic space group P-1. The structure of complex1 consists of Keggin cluster anion [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ and charge balancing cation [Fe(2,2'-bipy)₃]²⁺. At the center of the [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ anion, the SiO₄ tetrahedron is disordered over two positions related by an inversion center at the site of Si atom (Si-O distances are in the range of 1.46(1) -1.77(1) Å). The classic [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ Keggin cluster ion consists of twelve WO₆ octahedra with the three types of W-O bond lengths in normal range [12]. As usual, the W-O bond lengths decrease with the decreasing coordination number of the oxygen atom, with values averaging 2.389(2)Å for four coordination (O_{μ4}), 1.869(7) Å for two coordination (O_{μ2}) and 1.644(4) Å for the terminal oxygen atoms (O_t) (Table-2). Bond valence sum calculations indicate all W atoms have the oxidation number 6⁺. From the variations of Si-O, W-O distances and the bond angles around the Si and W atoms it is evident that there is considerable distortion in the SiO₄ tetrahedra and WO₆ octahedra in the complexes. This is consistent with structural features of polyoxotungstates exhibiting Keggin structures. Even though there are no “classical hydrogen bonds” between the [Fe(2,2'-bpy)₃]²⁺ cations and the Keggin ion [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ anion in compound 1, there are several CH...O contacts in the range 2.28–2.60 Å between these units (Table 3). These interactions involve both terminal and bridged oxo groups of Keggin ions. Each [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ anion is hydrogen bonded to eight [Fe(2,2'-bpy)₃]²⁺ cations, and in turn each [Fe(2,2'-bpy)₃]²⁺ cation is hydrogen bonded to four [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ anions to form a three-dimensional network. The unit cell depicts the one formula unit of the complex where two [Fe(2,2'-bpy)₃]²⁺ cations counter balance the large [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ polyanion as mentioned in ortep view of the complex (Fig1a). Besides, pictorial representation of packing diagram with ball and stick model and overall hydrogen bonded molecular structure are also given below (Fig1b,1c) for better under-

standing.

Table 2: List of bond distances in complex 1

W–O _t	1.626(5)–1.664(1)
W–O _{μ2}	1.767(8) –1.971(6)
W–O _{μ4}	2.191(5) –2.586(6)
Si–O	1.464(7) –1.766(5)
Fe(1) – N(1)	2.32(4)
Fe(1) – N(2)	2.25(4)
Fe(1)– N(3)	2.36(8)
Fe(1) – N(4)	2.21(3)
Fe(1) – N(5)	2.18(2)
Fe(1) – N(6)	2.23(1)

Table 3. Atomic distance (Å) and angles (°) of O_{POM} ... H_{pyr} interactions in the crystal structure of compound 1.

<i>Donor...H...Acceptor</i>	<i>d(D...H)</i>	<i>d(H...A)</i>	<i>d(D...A)</i>	<i>∠ DHA</i>
C(9)...H(9)...O(2)	0.94	2.60	3.34(5)	137°
C(24)...H(24)...O(5)	0.93	2.28	3.19(5)	165°
C(27)...H(27)...O(22)	0.93	2.41	3.26(5)	153°
C(31)...H(31)...O(12)	0.93	2.53	3.38(7)	153°

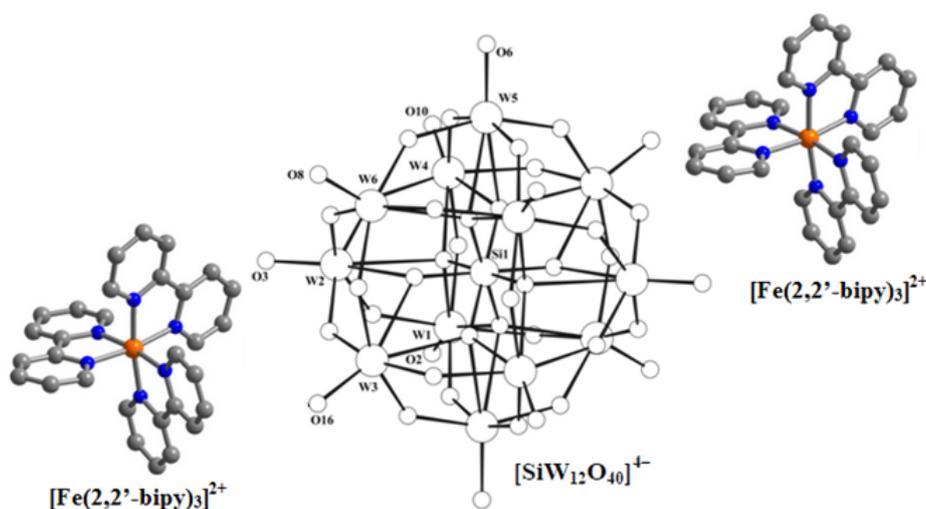


Fig.1a. Combined ball-stick and Ortep view of one formula unit of $[\text{Fe}(2,2\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$

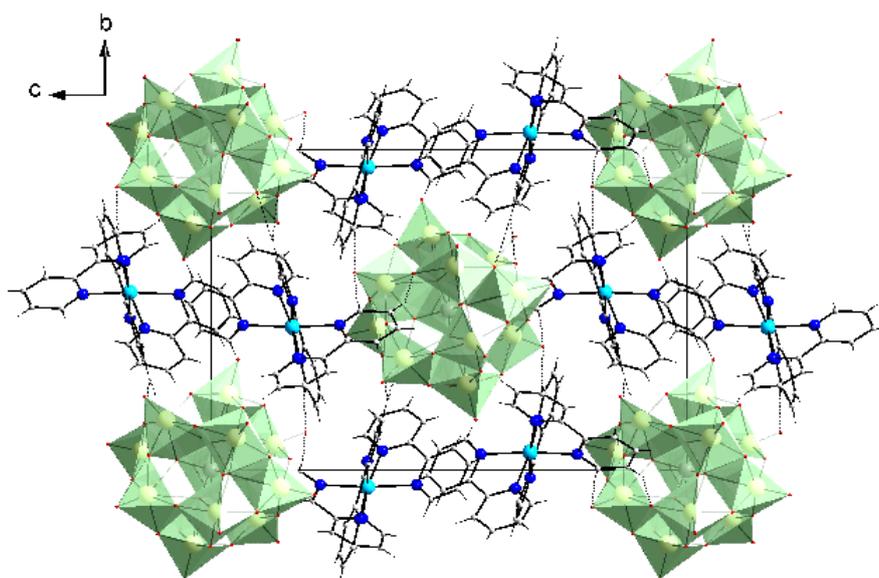


Fig.1b. Packing diagram of combined polyhedral and ball and stick model of $[\text{Fe}(\text{2,2}'\text{-bipy})_3]_2[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ viewed along a-axis.

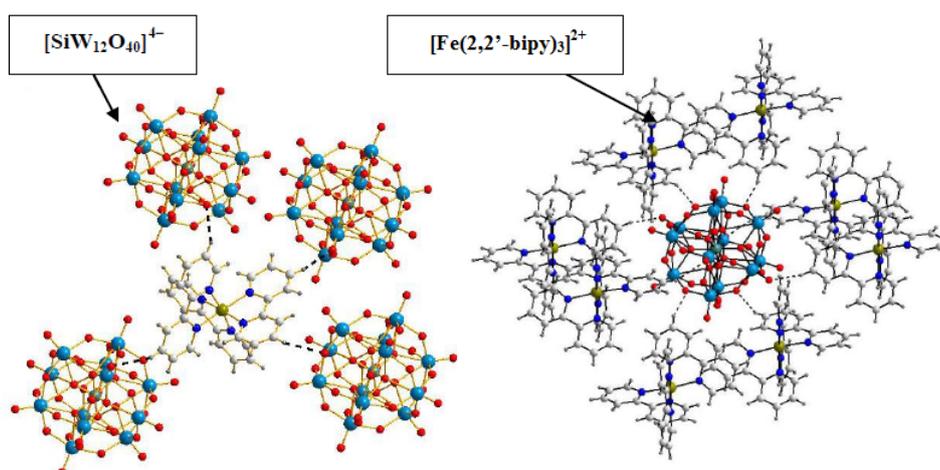


Fig. 1c. The $[\text{Fe}(\text{2,2}'\text{-bipy})_3]^{2+}$ cation linked to $[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]^{4-}$ anions through hydrogen bonding.

The phase purity of compound 1 was confirmed by comparing the powder X-ray diffraction (PXRD) patterns of the pristine sample and the simulated pattern from the crystal structure. Purity of compound 1 was confirmed based on the basis of agreement of their PXRD diffraction patterns and the simulated patterns. (Fig.2)

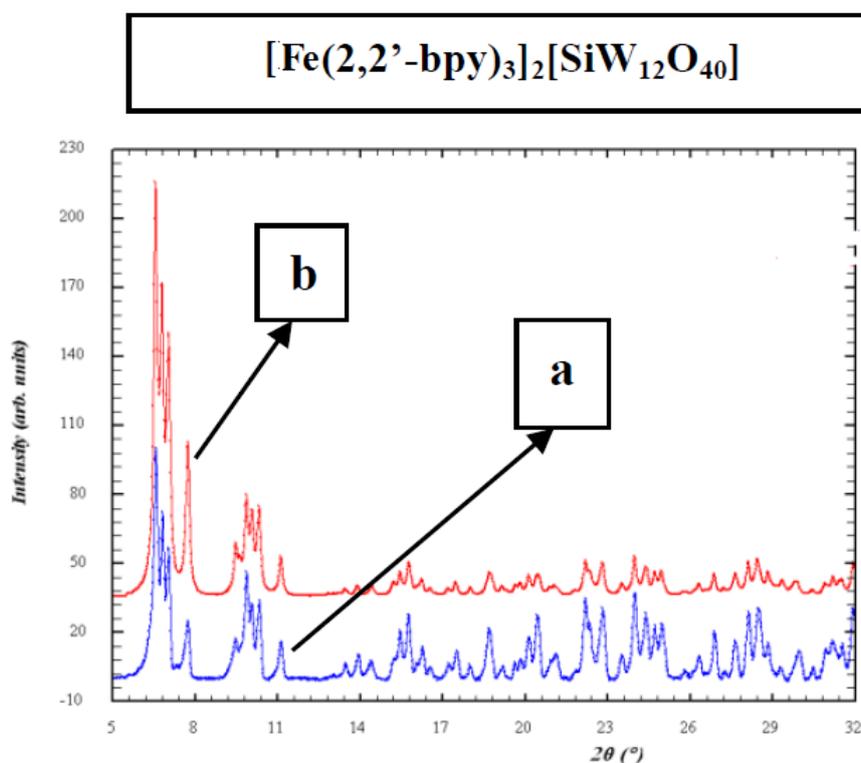


Fig.2. The powder X-ray diffraction patterns (blue line, a) and the simulated patterns (red line, b) of compound 1

Results and discussion

Vibrational and UV-vis spectra

For better reasoning of IR spectral values, Keggin anion $[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]^{4-}$ needs a further elucidation. The oxygen atoms in the Keggin fragment of complex 1 can be classified into three groups i.e. the unshared or terminal O atoms 'O_t', the bridging O atoms (O_b) connecting two W atoms, and the O atoms (O_c) of the central SiO₄ moiety. The IR spectra of the compound (1) gives the characteristic peaks of Keggin anion at 930, 893, 798, and 703 cm^{-1} which are attributed to $\nu(\text{W}-\text{O}_t)$, $\nu(\text{Si}-\text{O}_a)$, $\nu(\text{W}-\text{O}_b)$ and $\nu(\text{W}-\text{O}_c)$ respectively. The higher energies for the W–O and Si–O stretches are consistent with a strong interaction existing between POM anion with iron-bipyridyl cationic complex. This hybrid complex also exhibits a band about 3200 cm^{-1} , which is the characteristic absorption of aromatic C–H stretch vibration of the 2,2'-bipyridine ligand. In addition, bands at 1587, 1470, 1397 and 1265 cm^{-1} are assigned to characteristic vibrations of 2,2'-bipyridine. The bands at 1105, 1020 and 990 cm^{-1} can be ascribed to the vibration of Si–O. The bands at 893 and 798 cm^{-1} are ascribed to the vibration of W=O and W–O–W, respectively. The bands at 1640, 1587, 1397 and 1265 cm^{-1} can specifically be assigned to the bending vibrations of OH, CH, NH, or the ring stretching frequency of the bipy

ligands. The peaks near 3500 cm^{-1} are ascribed to the stretching vibration of $\nu(\text{O-H})$ which indicates the presence of lattice water (Fig-3). The optical absorption spectrum of compound 1 was characterized by a broad band in the visible domain around 445 nm and a band peaking at 270 nm . The visible absorption band is attributed to a metal-to-ligand charge transfer (MLCT) transition in which an electron located in a metal-based d orbital is promoted into a ligand-centered π^* orbital [13]. The UV absorption band corresponds to a ligand-centered $\pi - \pi^*$ transition of 2,2'-bpy ligand, which is overlapped with the band of ligand-to-metal charge-transfer (LMCT) transitions for $\text{W(VI)} (\text{O} \rightarrow \text{W})$.

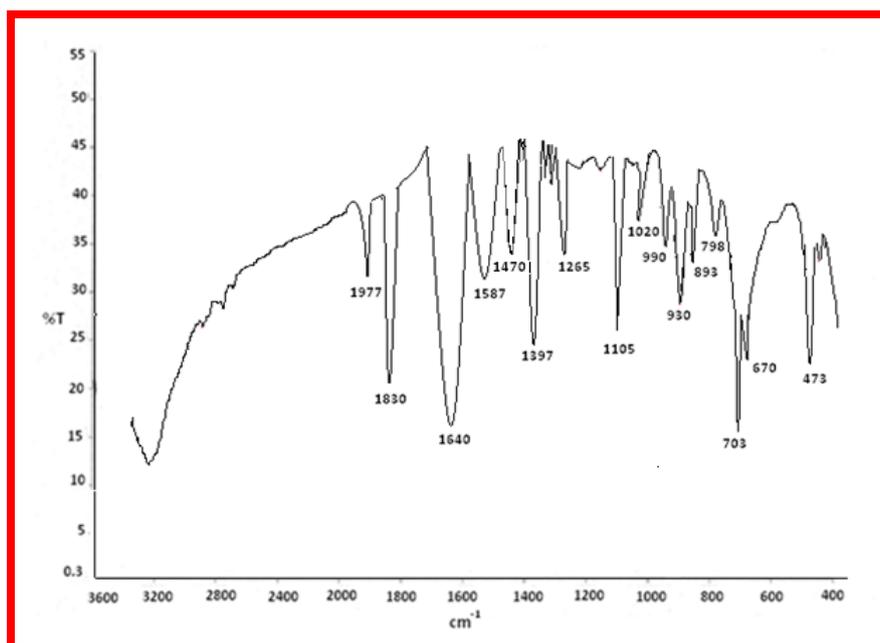


Fig.3. FTIR spectrum of complex 1, taken as KBr pellet

Thermo gravimetric analysis

The thermal stability of compounds 1 was investigated on powder samples in an air atmosphere in the temperature range $30\text{-}700^\circ\text{C}$. The TG plot (Fig-4) of compound 1 shows a weight loss of 1.25% from $30\text{ to }200^\circ\text{C}$, which is attributed to the loss of adsorbed moisture. The weight loss of 23 to 24% in the temperature range $250\text{-}600^\circ\text{C}$ corresponds to the decomposition of 2,2'-bpy ligand molecules (calculated 23.14%).

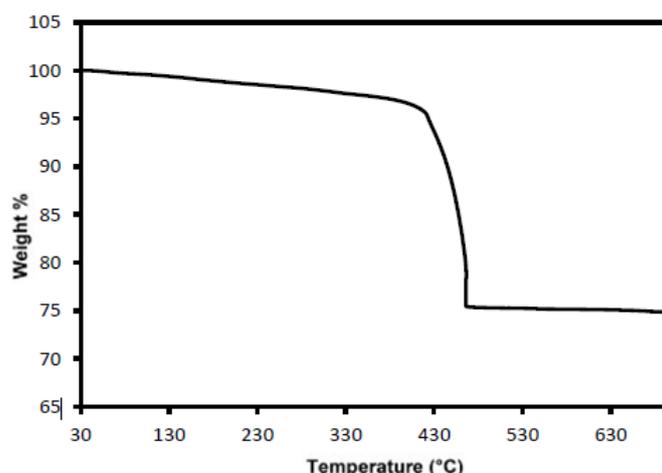


Fig.4. Thermo gravimetric analysis and weight loss profile of complex 1

Conclusion

In summary, a new inorganic-organic hybrid based on the Keggin ion $[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]^{4-}$ was prepared hydrothermally. In this research paper, the synthesis, structure and properties of hybrid solid materials containing iron-bipyridyl complex and polyoxometalate anion have been described. Till date, Mn and Cu-bipyridyl hybrid POM have been successfully synthesized and characterized [14]. The successful isolation of compound 1 demonstrates that the hydrothermal method can also be used for the incorporation of a stable cationic complex like Fe (II)-bipyridyl into solid compounds through an electrostatic interaction to form hybrid materials. The non-covalent interactions play an important role in the assembly of the building blocks into solids which in turn direct the arrangement of these building units in the 3D space and the formation of 3D structures. There is an increasing interest and need to develop a deeper understanding of the 3D nature and behavior of organic-inorganic hybrid in chemistry. This is driven by the increased use of engineered hybrid POM and the increased pressure to commercialize this growing technology. Chatterjee et al [15] in this regard tried new crystal engineering in accordance to POM chemistry. Keeping in mind the greener side of technology, in this research article, we want to emphasize on a new synthetic methodology of the basic one-pot synthesis of polyoxometalate via acid condensation reaction. In short, we have successfully constructed organic-inorganic hybrid by grafting POM with a metal-organic frame work.

Acknowledgments: The author is grateful to the reviewer of this research article who's valuable and critical suggestions have rendered this paper more substantial, pinpointed and better understanding.

References

- [1] Patel A., Narkhede N., Singh S., Pathan S. (2016): Catal. Rev. 58: 337–370.
- [2] Sambrook M.R., Notman S. (2013): Chem. Soc. Rev. 42: 9251–9267.
- [3] Richter M.M. (2004): Chem. Rev. 104(6): 3003-3006.
- [4] Sun L., Akermark B., Ott S. (2005): Coordination Chemistry Reviews. 249: 1653-1663.
- [5] Proust A., Matt B., Izzet G. (2012): Chem. Soc. Rev. 41: 7605
- [6] Kalyani V., Satyanarayana V.S., Singh V., Ghosh S. (2015) Chem. Eur. J. 21: 2250–2258.
- [7] Keggin J.F. (1934): Proceedings of the Royal Society of London. Series A 144: 75-100.
- [8] Azcarate I., Huo Z., Goldmann M., Hasenknopf B. (2015) Chem. Eur. J. 21: 8271.
- [9] Dolbecq A., Dumas E., Mayer C.R., Mialane P. (2014): Chem. Rev. 110: 6009-6048.
- [10] Ginsberg A.P. (Editor in Chief) (1990): Inorganic synthesis, Wiley, 27:87.
- [11] Sheldrick G.M (1998) SHELXTL PLUS. PC Version. A.
- [12] Keggin, J.F. (1933): Nature131: 908-909.
- [13] Li J., Güttinger R., Moré R., Song, F. (2017): Chem. Soc. Rev. 46: 6124–6147.
- [14] Chatterjee R., Drew M.G.B. (2009): Trans Met Chem. 34(1):1-5.
- [15] Chatterjee R., Hazra D. (2014): Polyhedron 68: 265–271.

The Development of Ligand Design for the Activation of Low-Reactive C-Cl bond during Palladium Catalyzed Coupling Reaction

Debajyoti Saha *

Abstract: Ligand environment around palladium has a strong impact on the efficacy of palladium catalyzed coupling reactions. Design of new ligands has been a constant pursuit for several research groups primarily to enable abundantly available and inexpensive, yet highly reluctant, chloroarenes to participate in coupling reactions. In recent years, several research groups have developed new ligands to overcome these challenges. However, very few definite correlations between ligand structure and reactivity exist to aid such a design, except that alkylphosphines are superior to arylphosphines in general and NHCs as ligand permit reactions under mild conditions. This review summarizes the recent advances in ligand design for the activation of aryl chlorides during palladium catalyzed coupling reaction. We divide our discussion in three categories – Palladium catalysts supported by bulky and electron-rich alkylphosphine ligands, Palladium catalysts supported by bulky N-heterocyclic carbenes and palladium catalysts supported by sterically-demanding triarylphosphine ligands. Special emphasis has been given to different catalytic activation modes that enable the construction of challenging carbon-carbon and carbon-heteroatom bond. A brief analysis of substrate scope and limitation as well as reaction mechanism of these reactions has been included.

Keywords: Ligand design, Palladium, Aryl chlorides, Catalysis, Cross-Coupling

1. Introduction

The element carbon has a fantastic ability to form strong bonds to other carbon atoms and to other elements such as hydrogen, oxygen, chlorine and sulphur. A carbon atom can bind other atoms with single, double or triple bonds and form chains, branched structures and rings of different forms and sizes. This area of chemistry is called organic chemistry, since all life on earth is based on the versatility of carbon. Common to all molecules in living organism, so called organic molecules, is the fact that they consist of a more or less complex skeleton of carbon atoms. Carbon-Carbon bonds are the basis of the chemistry of life itself and its importance to chemistry is well illustrated by the fact that the subject matter has now been rewarded with a total of five noble prizes – Grignard reaction (1912), Diels-Alder reaction (1950), Wittig reaction (1979), Alkene metathesis (2005) and cross-coupling reaction (2010).

The palladium-catalyzed cross-coupling reaction is versatile since it allows a desired carbon-carbon or carbon-heteroatom bond formation under mild condition without affecting most of

*Assistant Professor, Department of Chemistry, Krishnagar Govt. College, Krishnagar, Nadia – 741101
Email: Email – djyoti07@gmail.com

Received: 12 January 2020 / **Accepted:** 28 April 2020

other functional groups and with very high selectivity. This explains their ready adaptation in the synthesis of highly complex molecules. A large number of monographs and review articles have documented the increasing popularity of palladium catalyzed cross-coupling process for a wide array of applications, ranging from synthetic organic chemistry to material science¹. The various types of C-C cross coupling reaction are outlined in Figure 1.

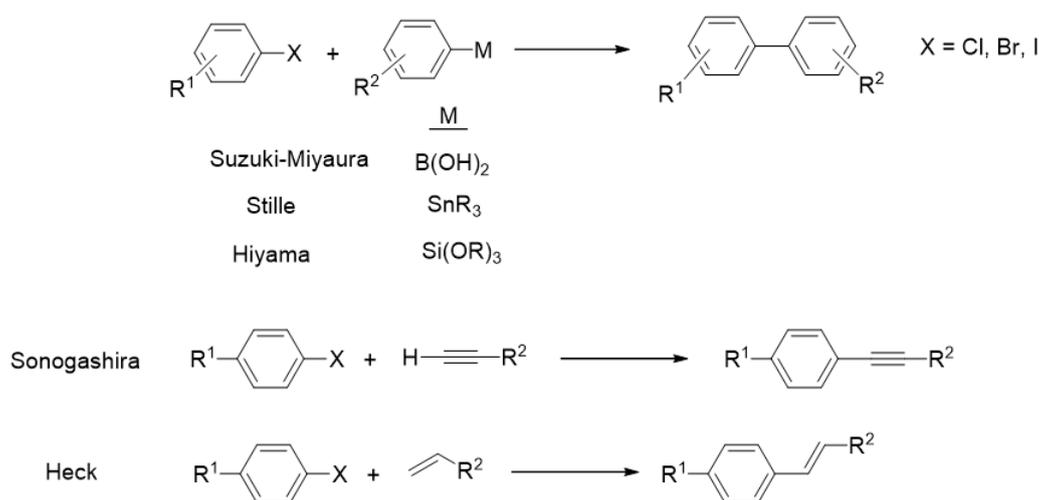


Figure 1. Various types of C-C Cross-Coupling reaction

In synthetic laboratory, the catalyst systems that are typically employed are ubiquitous $[\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4]$ or related catalyst formed *in situ* from a triarylphosphine and an appropriate Pd(0) or Pd(II) precursor.² In the later case, the palladium is reduced *in situ* to give a Pd(0) active species. Unfortunately, whilst useful in promoting coupling of aryl bromides and aryl iodides, these ‘classical’ catalysts systems suffer from two major limitations. Generally, they need to be used in high loading – typically a few mol% Pd and they show little or no activity with more challenging aryl chloride substrates which is cheap and readily available than corresponding bromide and iodide analogs. Low reactivity of chloroarenes is attributed to high C-Cl bond strength compared with C-Br and C-I bond [C-Cl (95 KCal/mol) > C-Br (79 KCal/mol) > C-I (64 KCal/mol)] that disfavors oxidative addition step which is believed to be the rate determining step in most of the cases.

The challenge of overcoming the lack of reactivity of chloroarenes has been addressed by several groups by innovative ligand design³. Before going into the discussion on design of ligand, a detailed understanding of mechanism is necessary. As shown in Figure 2, four different steps are involved in the catalytic cycle.

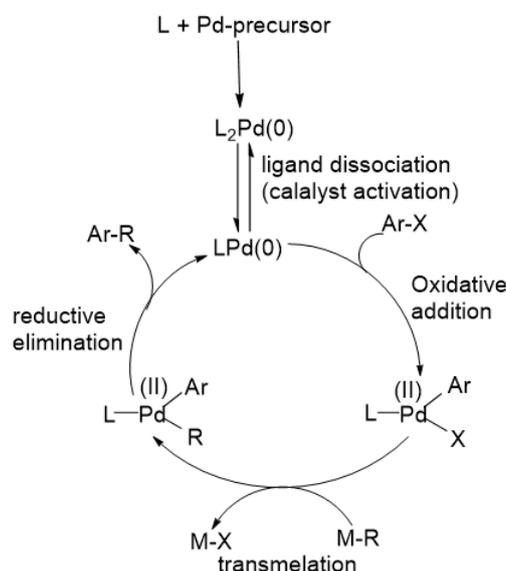


Figure 2. Mechanism of Pd-catalyzed coupling reaction

First, the generation of the catalytically active species from the corresponding palladium precursor needs to be considered. After the ‘true’ catalyst is generated, the oxidative addition of the aryl halide to the palladium (0) centre takes place. Following a transmetalation reaction, the final step is the reductive elimination of product. Since the steps involving the generation of catalytically active species and oxidative addition of palladium (0) into Ar-Cl bond are critical to determine the rate of coupling reaction, the next part is focused on these issues.

1. Formation of Catalytically Active Species from Palladium Precursors:

It is first necessary to address the step in which the catalytically active species are generated from the corresponding palladium precursors. Monoligated LPd species is 14 *es* species. It is coordinatively unsaturated. Therefore, oxidative addition step is facilitated. Several authors have shown that even when the same phosphine or carbene ligand is used in a particular reaction, the source of palladium employed has an important influence on the catalytic cycle. Hartwig and coworkers recently published a study on the palladium-catalyzed amination of five-membered heterocyclic halides in which various combinations of palladium precursors and $t\text{Bu}_3\text{P}$ were tested as catalysts for the reaction of 3-bromothiophene with N-methyl aniline (Figure 3)⁴.

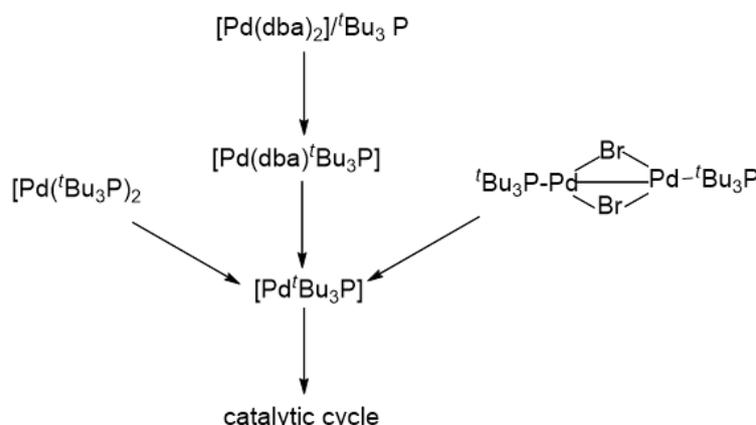


Figure 3. Catalytic active species from Pd-precursors

The observations reported in this paper strongly suggest that the efficiency of the formation of the monophosphine complex $[\text{Pd}(^t\text{Bu}_3\text{P})]$ controls the rate of the amination reaction.

Similar observations were reported also by Littke and Fu, who used $^t\text{Bu}_3\text{P}$ in palladium-catalyzed C-C bond formation,³ by Glorius and co-workers, who used bulky carbenes as supporting ligands⁵ and by Buchwald and co-workers, who used (biphenyl)phosphines in C-N and C-C bond-forming reactions.⁶ According to them, generation of monoligated $[\text{LPd}]$ species plays a very important role in determining the rate of catalysis. There is an equilibrium between $[\text{LPd}]$ and $[\text{L}_2\text{Pd}]$ and the equilibrium shifts to the right if ligand (**L**) is sufficiently bulky (Figure 4).

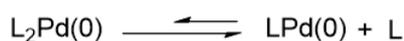


Figure 3. Catalytic active species from Pd-precursors

The steric bulk of the ligand, in such a case, should be able to protect and stabilize the palladium centre against decomposition.

2. Oxidative Addition Step:

Several studies have been carried out to establish the effect of different ligands on the oxidative addition step of catalytic cycle. Sterically demanding ligands have the ability to stabilize low-coordination palladium complexes (LPd) which, owing to their low electron count, are more reactive. On the other hand, electron-donating ligands generate an electron-rich metal complex which undergoes faster oxidative addition reaction.

Brown and co-workers⁷ showed that the mechanism of Ar-Cl addition step to zerovalent $[\text{PdL}_2]$ complexes is highly sensitive to the bulk of the ligand by the studying a series of com-

plexes $[\text{Pd}(\text{}^t\text{Bu}_{3-n}\text{Cy}_3\text{P})_2]$; $n = 0 - 3$ of varying steric bulk. (Figure 5).

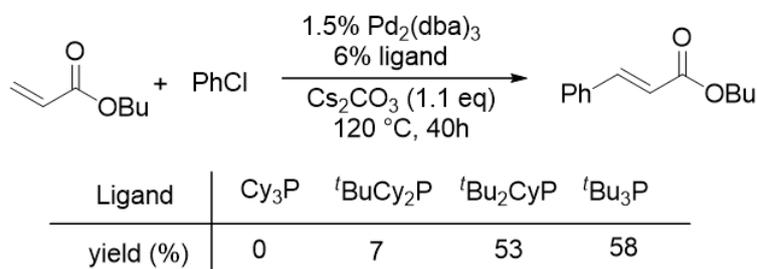


Figure 5. The role of the ligands during oxidative addition

The results indicate that complexes with $\text{R}_3\text{P} = \text{}^t\text{Bu}_3\text{P}$ or $\text{}^t\text{Bu}_2\text{CyP}$ undergo oxidative addition at faster rate. This clearly suggests that the rate of oxidative addition of Pd(0) into less reactive Ar-Cl bond gets enhanced with increase in the ligand bulk.

The dissociative mechanism for the bulkier phosphines has been substantiated by the recent isolation by Hartwig and co-workers⁸ of a series of tricoordinated palladium (II) compounds with general formula $[\text{Pd}(\text{Ph})\text{X}(\text{R}_3\text{P})]$ ($\text{R}_3\text{P} = \text{}^t\text{Bu}_2\text{AdP}$, $\text{}^t\text{Bu}_3\text{P}$). The rates of oxidative addition reactions to generate the $[\text{Pd}(\text{Ph})\text{X}(\text{R}_3\text{P})]$ complexes correlate well with the catalytic rates observed for the corresponding systems in cross-coupling reactions. The X-ray crystal structures of $[\text{Pd}(\text{Ph})\text{X}(\text{R}_3\text{P})]$ revealed that these species have a T-shaped monomeric geometry with the phenyl ring located in a position trans to the open coordination site of the metal. The structural characterization also showed weak agostic interactions between the palladium centre and a C-H bond from a ligand – this was suggested to be the interaction that stabilizes the unusual geometry of these complexes. In this context of palladium-catalyzed coupling reactions, these tricoordinated species are very important because they demonstrate the possibility to obtain monophosphine complexes in which both of the substrates to be coupled are attached to the metal centre.

The steps regarding transmetalation and reductive elimination are less important because these steps are independent of the halide and therefore, are not discussed here. From the above mechanistic explanation, it is believed that both electronic as well as steric factors are important to design a ligand to be effective for the activation of chloroarene. Generally, bulky and electron-rich ligands are used in coupling reaction in the context of chloroarene activation.

3. Palladium catalysts supported by bulky and electron-rich alkylphosphine ligands:

There are several research groups who synthesized sterically demanding electron-rich phosphine ligands for significant progress towards the activation of chloroarene. Though several alkylphosphine ligands are reported in the literature, we enlist here some of the representative ligands which can be divided into two major motifs (Figure 6). One relies on very bulky alkyl phosphines (**A** and **B**).⁹ The other has a biphenyl backbone where a dialkylphosphino group is

attached to the 2-position of a phenyl ring. The ligands developed by Buchwald (**C**),¹⁰ Beller (**D** and **E**)¹¹ and Kwong (**F**)¹² are examples of the second motif (Figure 6).

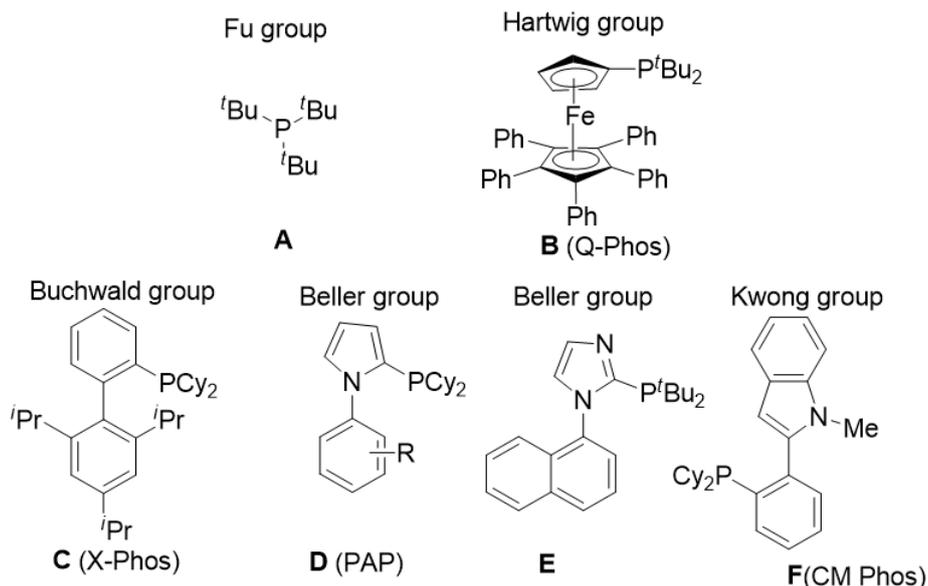


Figure 6. Bulky and electron-rich alkyl phosphine ligands

These ligands are very efficient because alkylphosphines being electron-rich increase the electron-density on palladium thereby facilitating the oxidative addition step. In addition, the ligands are sufficiently bulky to facilitate the formation of monoligated LPd(0) species that are crucial for oxidative addition of Pd(0) into less reactive C-Cl bond. These catalysts have succeeded in achieving the coupling of many difficult substrates (e.g. Csp³-Csp³ coupling and tetra ortho substituted biaryl formation) at low catalyst loading.

4. Palladium catalysts supported by bulky N-heterocyclic carbenes:

Although phosphine-based ligands have been investigated most extensively so as to improve the catalytic proficiency in cross-coupling reactions, recently N-heterocyclic carbene (NHC) ligands have attracted attention because of their many favorable attributes including the relatively high thermal stability of the Pd-NHC bond.¹³ The strong binding of the electron-rich carbene to the metal center ensure longer catalyst lifetime and a consistent reactivity throughout the course of the transformation. A number of monoligated palladium NHC complexes have been prepared and demonstrated to have high levels of reactivity as reported notably by Caddick and Cloke,¹⁴ Bellemin-Laponnaz and Gade,¹⁵ Nolan,¹⁶ Beller,¹⁷ Herrmann,¹⁸ and Organ¹⁹ (Figure 7).

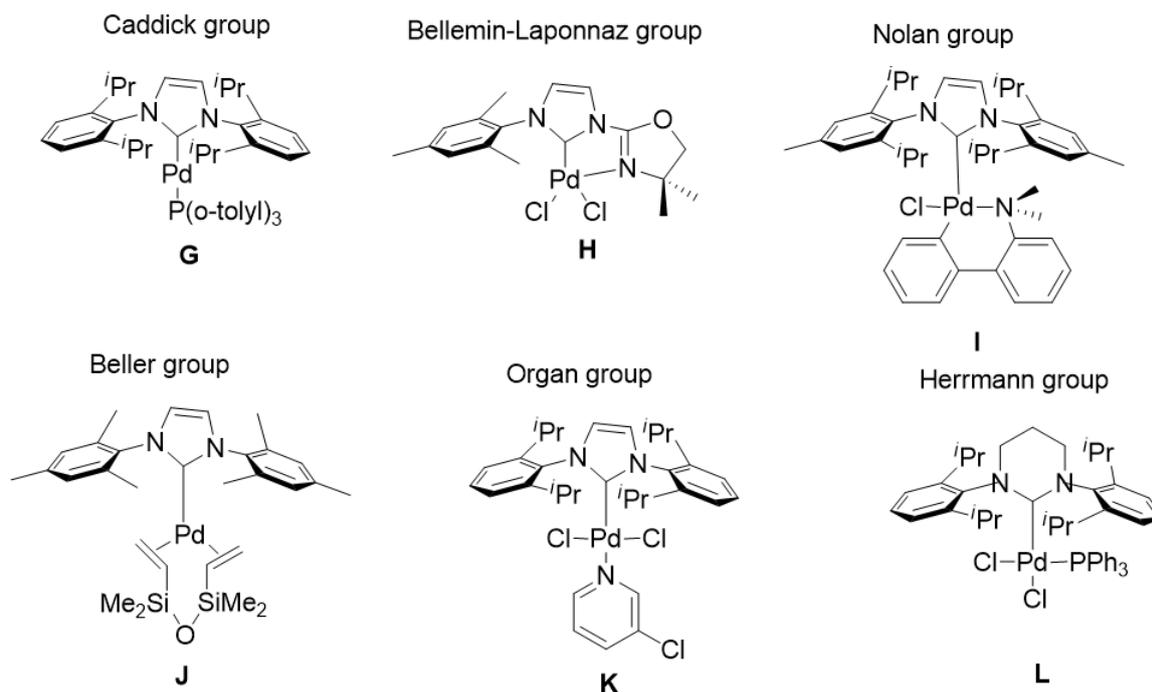


Figure 7. Bulky N-heterocyclic carbenes ligands

The activities of complexes **G** – **L** have been correlated with the steric environment around Pd; in general, the bulkier the NHC, the higher the catalytic activity.²⁰ These NHC ligands like alkylphosphines also promote the C-Cl bond activation very efficiently *i.e.* at room temperature and at low catalyst loading.

Though a number of efficient alkylphosphine and NHC carbene ligands are developed for the activation of chloroarenes, these ligand systems suffer from a severe limitation. First of all, many of these ligands are unstable in air and are more prone to oxidation. Therefore, these ligands must be stored under argon atmosphere. Secondly, these ligands are highly expensive. The cost of some of these ligands, obtained from Strem chemicals is listed below (Figure 8).

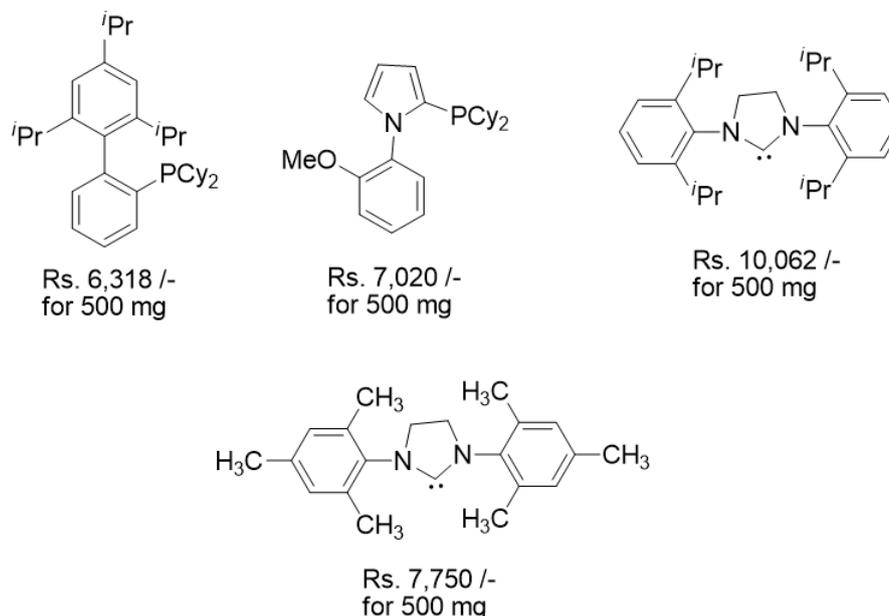


Figure 8. Cost of the alkylphosphines and N-heterocyclic carbenes ligands

This limitation can be removed if ligands are prepared from readily available and inexpensive materials. Aryl phosphines are cheaper than alkyl phosphines and NHC carbenes. Triarylphosphine ligands would be attractive if they can attain comparable catalytic activity with respect to dialkylphosphino-derived ligands. Over the years, there are different types of triarylphosphines have been reported in the literature, which are effective with chloroarenes in coupling reactions.

5. A journey towards the development of palladium catalysts supported by sterically-demanding triarylphosphine ligands:

A surprisingly mild and versatile method for palladium-catalyzed cross-couplings of aryl chlorides in the presence of triarylphosphine ligand was first reported²¹ by Gregory C. Fu *et al.* in 2001. They synthesized a number of ferrocene-derived triarylphosphine ligands **L1-L3** and utilized them in Suzuki-Miyaura coupling reaction of an unactivated aryl chloride (Figure 9).

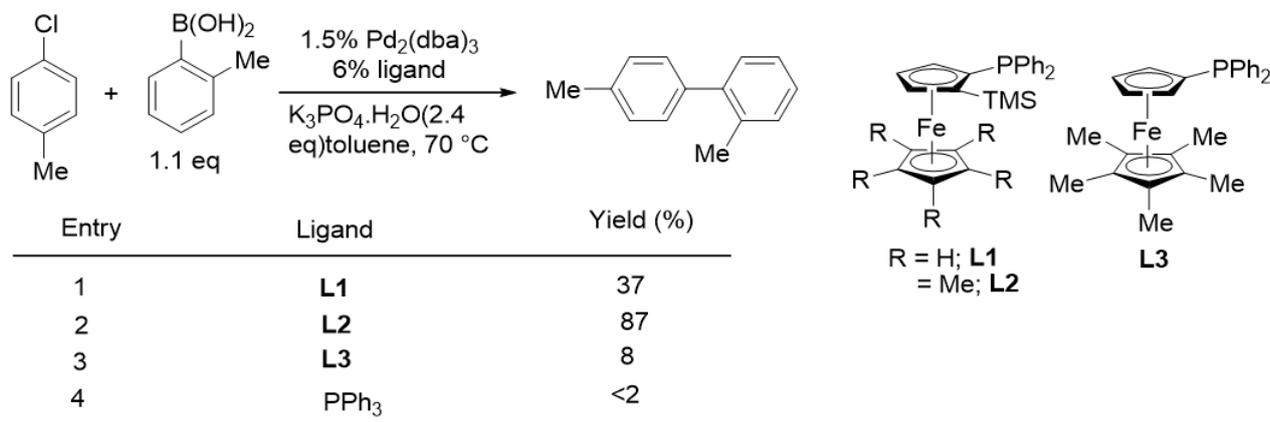


Figure 9. Suzuki reaction of aryl chloride: triarylphosphines as ligands

These results indicate that the TMS group is an important contributor to the remarkable reactivity of **L2**. Around the same time, Richards *et al.* described²² Suzuki coupling of an unactivated aryl chloride (4-chlorotoluene) and an activated aryl chloride (4-chloronitrobenzene) that proceeded in good yield, using a hindered, ferrocene based ligand with palladium.

A triarylphosphine ligand (**L4**) was synthesized by Stockland *et al.*²³ where chlorine group is attached at the ortho position of two of the phenyl rings of Ph₃P. This ligand **L4** is also useful in promoting the C-Cl bond activation in both electron-withdrawing and electron-donating chloroarenes (Figure 10).

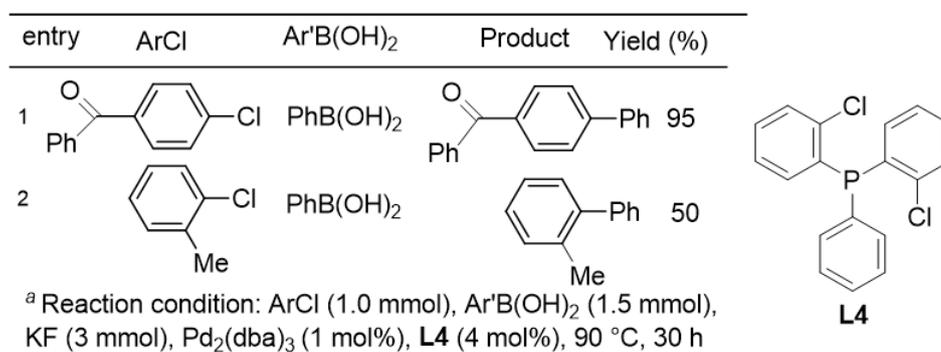


Figure 10. Suzuki coupling of aryl chlorides using **L4**

In 2004, Kwong *et al.* developed²⁴ a new air stable and active ferrocenyl triarylphosphine (**L5**) and established its effectiveness in the palladium-catalyzed Suzuki-Miyaura coupling of chloroarene. Most importantly, ligand **L5** promoted the cross-coupling of chloroarene with alkylboronic acid, a challenging substrate (Figure 11).

entry	ArCl	Ar'B(OH) ₂	Product	Yield (%)
1		<i>n</i> BuB(OH) ₂		95
2		<i>n</i> BuB(OH) ₂		88

^a Reaction condition: ArCl (1.0 mmol), Ar'B(OH)₂ (1.5 mmol)
Pd₂(dba)₃ (2 mol%), **L5** (4 mol%), K₃PO₄ (3.0 mmol), 110 °C,
24 h

L5

Figure 11. Suzuki coupling of aryl chlorides using **L5**

A very interesting result in this field came out in 2006. Tsuji developed a series of ligands²⁵ bearing 2,3,4,5-tetraphenylphenyl (TPPh) moiety on one of the phenyl rings of triarylphosphines (*ortho* **L6**, *meta* **L7**, *para* **L8**). Among them, ligand **L6** is a particularly efficient ligand to utilize unactivated aryl chlorides in different palladium-catalyzed reactions *i.e.* Suzuki-Miyaura coupling and Mizoroki-Heck reaction (Figure 12).

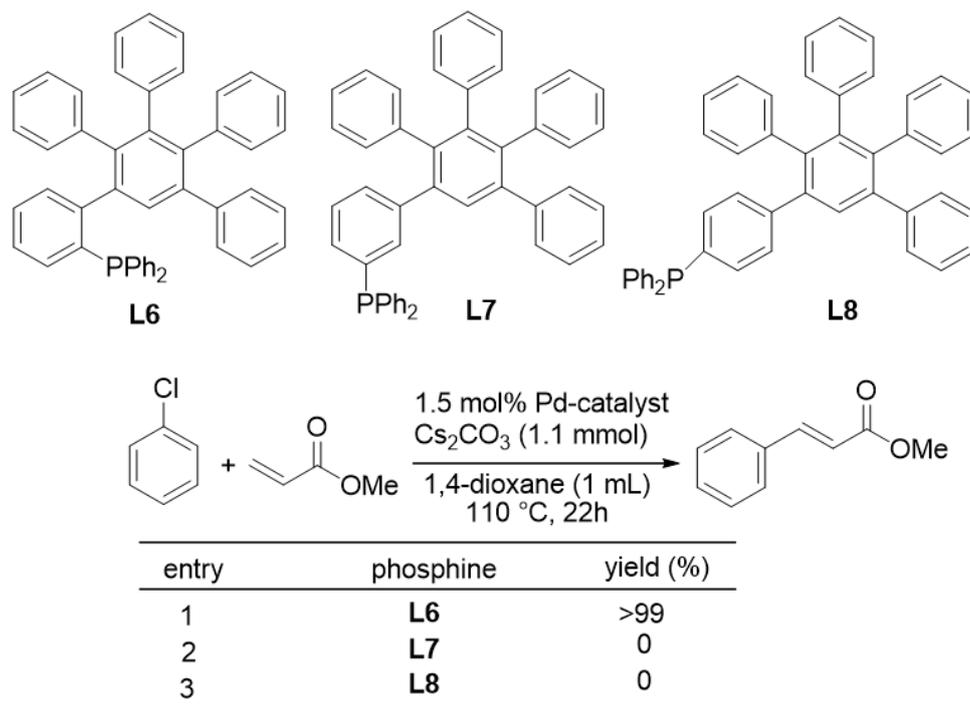


Figure 12. Heck coupling of aryl chlorides using **L6** – **L8**

To elucidate why **L6** is a very efficient ligand in these catalytic reactions, stoichiometric reactions of **L6** with Pd(dba)₂ were carried out at 50°C in THF followed by subsequent addition of maleic anhydride. The complex was crystallized from THF/ pentane mixture. From the X-ray crystal structure, it was found that palladium in the complex is bound to one of the phenyl rings of the TPPh moiety in η² fashion. This η² coordination is only possible with the *ortho* derivatives (**L6**). With the *meta* (**L7**) and the *para* (**L8**) derivatives, such η² coordination and the resulting high catalytic activity cannot be expected. In the catalytic reactions, the intramolecular η² -coordination stabilizes the mono-phosphine species, but such coordination would disrupt to generate highly unsaturated, catalytically active Pd(0) species in presence of the substrate. Similar observation was made by Buchwald *et al.* where they found stabilization of LPd(0) through 1 –coordination²⁶.

In this context, the ligand diphenyl(2',4',6'-triisopropylbiphenyl-2-yl)phosphine (**L9**) synthesized by Buchwald *et al.* cannot be overlooked.²⁷ The ligand **L9** is as efficient as alkylphosphine ligands synthesized by the same group (Figure 13).

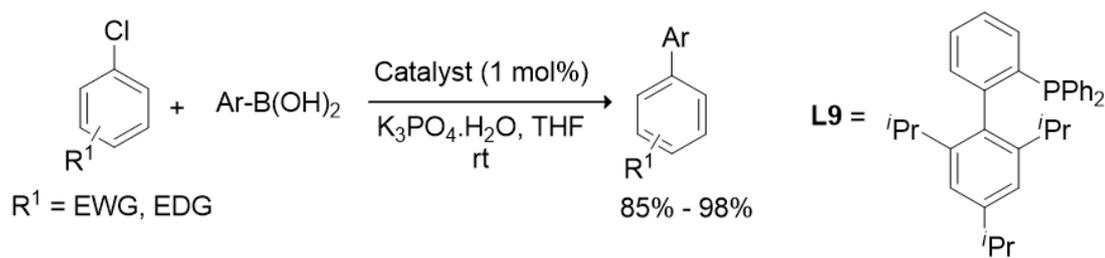


Figure 13. Suzuki coupling of aryl chloride using Ligand **L9**

We also described a new 1,3-diphenylphosphinoindole, **L10** as a useful ligand for palladium catalyzed Suzuki-Miyaura reaction (Figure 14).²⁸ A closer investigation revealed that the ligand operates in a monodentate mode and the 3-diphenylphosphinoindole derivatives were effective as a class of ligand. The donor property and consequent catalytic efficacy of the phosphino group was found to be dependent on the nature of the N-substituent of the indole. A trend of the chemical shift of the ³¹P nucleus seems to be in tune with the observed reactivity trait.

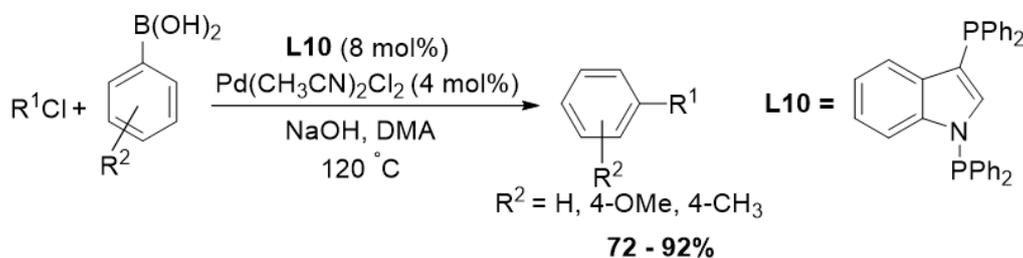


Figure 14. Suzuki coupling of aryl chloride using Ligand **L10**

We reported a set of 1-aryl-pyrazole/ pyrrole derived aryldiphenylphosphino ligands and utilized them for chloro activation of aryl chlorides (Figure 15).²⁹ We also discussed a comparative study of steric and electronic effects of phosphine ligands on a structurally related motif resembling biaryl, in the context of palladium-catalyzed Suzuki-Miyaura and Hiyama coupling reactions with chloroarenes. Based on the results, we concluded: (a) optimal steric environment around phosphorus in a triarylphosphine could render a ligand as effective as its aryldialkyl analog, and, (b) hemilabile participation by a spectator donor atom in the ligand did not necessarily ensure improved catalytic performance.

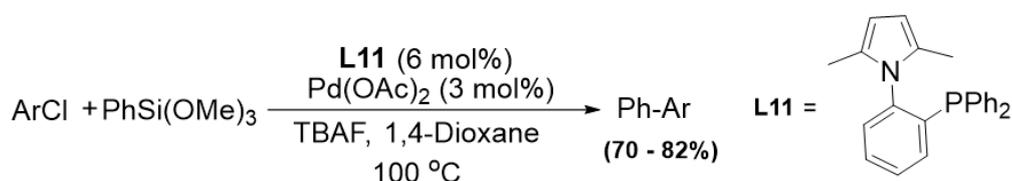


Figure 15. Hiyama coupling of aryl chloride using Ligand L11

6. Conclusion:

Despite the noteworthy advancement, a number of challenges still remain. Obviously, the price advantage of aryl chlorides over other coupling partners only holds if comparable turnover numbers can be attained and if the catalysts are of similar cost. In many of the pioneering studies that have been described above, relatively high catalyst loadings have been employed. For industrial applications in particular, it will be important to establish that higher turnover numbers and turnover frequencies can indeed be achieved. Additionally, more experimental and theoretical studies are required for gaining insights into the reaction mechanisms that will be helpful for designing the ligand for asymmetry catalysis. We hope that this review will encourage further research in this field.

7. Acknowledgement:

I gratefully acknowledge the generous financial support from Science and Engineering Research Board, India (TAR/2018/000075). I also thank Dept. of Chemistry, Krishnagar Govt. College, Nadia for research facilities.

8. References:

- (a) Metal-catalyzed Cross-Coupling Reactions, Vol. 2 (Eds.: A. de Meijere, F. Diederich), Wiley-VCH, Weinheim, 2004. (b) Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions (Eds.: F. Diederich, P. J. Stang), Wiley-VCH, New York, 1998. (c) Tsuji, J. Palladium Reagents and Catalysts, Innovations in Organic Synthesis, Wiley, New York, 1995; (d) Miyaura,

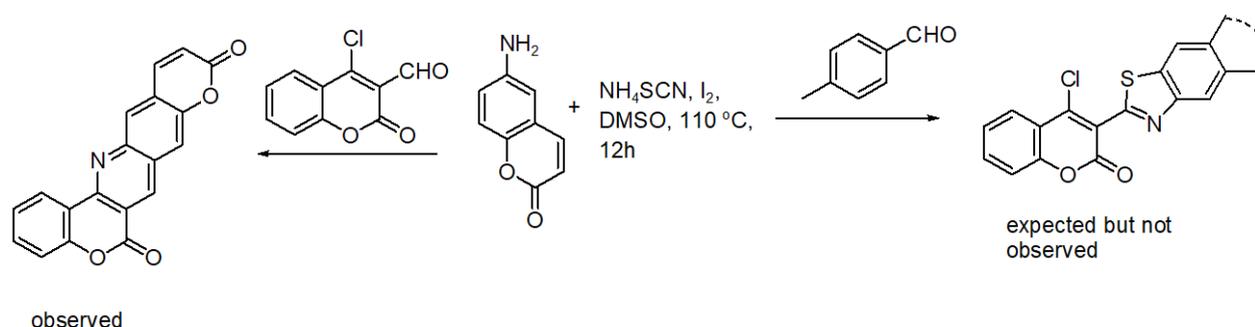
- N. *Top. Curr. Chem.* **2002**, *219*, 11. (e) Suzuki, A. *Chem. Rev.* **1995**, *95*, 2457. (f) Nicolaou, K. C.; Sorensen, E. J. *Classic in Total Synthesis*, VCH, New York, 1996, chap. 31.
2. (a) Amatore, C.; Jutand, A.; M'Barki, M. A. *Organometallics.* **1992**, *11*, 3009. (b) Ozawa, F.; Kubo, A.; Hayashi, T. *Chem. Lett.* **1992**, 2177. (c) Amatore, C.; Jutand, A.; Suarez, A. *J. Am. Chem. Soc.* **1993**, *115*, 9531. (d) Amatore, C.; Carre, E.; Jutand, A.; M'Barki, M. A. *Organometallics.* **1995**, *14*, 1818.
3. (a) Littke, A. F.; Fu, G. C. *Angew. Chem.* **2002**, *114*, 4350.; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2002**, *41*, 4176.
4. Hooper, M. W.; Utsunomiya, M.; Hartwig, J. F. *J. Org. Chem.* **2003**, *68*, 2861.
5. Altenhoff, G.; Goddard, R.; Lehmann, C. W.; Glorius, F. *Angew. Chem.* **2003**, *115*, 3818; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2003**, *42*, 3690.
6. (a) Muci, A. R.; Buchwald, S. L. *Top. Curr. Chem.* **2002**, *219*, 131. (b) Walker, S. D.; Cowley, A.; Hii, K. K.; Jutand, A. *Angew. Chem.* **2002**, *114*, 1838; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2002**, *41*, 1760.
7. Galardon, E.; Ramdeehul, S.; Brown, J. M.; Cowley, A.; Hii, K. K.; Jutand, A. *Angew. Chem.* **2002**, *114*, 1838; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2002**, *41*, 1760.
8. (a) Stambuli, J. P.; Buehl, M.; Hartwig, J. F. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, *124*, 9346. (b) Stambuli, J. P.; Incarvito, C. D.; Buehl, M.; Hartwig, J. F. *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, *126*, 1184.
9. (a) Littke, A. F.; Fu, G. C. *Angew. Chem., Int. Ed.* **1998**, *37*, 3387. (b) Kataoka, N.; Shelby, Q.; Stambuli, J. P.; Hartwig, J. F. *J. Org. Chem.* **2002**, *67*, 5553.
10. Nguyen, H. N.; Huang, X.; Buchwald, S. L. *J. Am. Chem. Soc.* **2003**, *125*, 11818.
11. (a) Zapf, A.; Jackstell, R.; Rataboul, F.; Riermeier, T.; Monsees, A.; Fuhrmann, C.; Shaikh, N.; Dingerdissen, U.; Beller, M. *Chem. Commun.* **2004**, 38. (b) Harkal, S.; Rataboul, F.; Zapf, A.; Fuhrmann, C.; Riermeier, T.; Monsees, A.; Beller, M. *Adv. Synth. Catal.* **2004**, *346*, 1742.
12. (a) So, C. M.; Lau, C. P.; Chan, A. S. C.; Kwong, F. Y. *J. Org. Chem.* **2008**, *73*, 7731. (b) So, C. M.; Lau, C. P.; Kwong, F. Y. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2008**, *47*, 8059.
13. (a) Kantchey, E. A. B.; Brien, C. J. O.; Organ, M.G. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2007**, *46*, 2768. (b) Glorius, F. *Top Organomet. Chem.* **2007**, *21*, 1. (c) Marion, N.; Nolan, S. P. *Acc. Chem. Res.* **2008**, *41*, 1440.
14. Titcomb, L. R.; Caddick, S.; Cloke, F. G. N. Wilson, D. J.; McKerrecher, D. *Chem. Commun.* **2001**, 1388.

15. Sar, V. C.; Bellemin-Lapponnaz, S.; Gade, L. H. *Organometallics*. **2002**, *21*, 5204.
16. (a) Viciu, M. S.; Germaneau, R. F.; Navarro, O.; Stevens, E. D.; Nolan, S. P. *Organometallics*. **2002**, *21*, 5470. (b) Viciu, M. S.; Kelly, R. A.; Stevens, E. D.; Naud, F. Studer, M.; Nolan, S. P. *Org. Lett.* **2003**, *5*, 1479. (c) Navarro, O.; Marion, N.; Scott, N. M.; Gonz, J.; Jez, D.; Amoroso, A.; Bell, S. P. *Tetrahedron*. **2005**, *61*, 9716. (d) Marion, N.; Navarro, O.; Mei, J.; Stevens, E. D.; Scott, N. M.; Nolan, S. P. *J. Am. Chem. Soc.* **2006**, *128*, 4101.
17. Jackstell, R.; Andreu, M. G. ; Frisch, A.; Selvakumar, K.; Zapf, A.; Klein, H.; Spannenberg, A.; Rottger, D.; Briel, O.; Karch, R.; Beller, M. *Angew. Chem.* **2002**, *114*, 1028; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2002**, *41*, 986.
18. Schneider, S. K.; Herrmann, W. A.; Herdtweck, E. *J. Mol. Catal. A*. **2006**, *245*, 248.
19. Brien, C. J. O.; Kantchey, E. A. B.; Valente, C.; Hadei, N.; Chass, G. A.; Lough, A.; Hopkinson, A. C.; Organ, M. G. *Chem. Eur. J.* **2006**, *12*, 4743.
20. Organ, M. G.; Chass, G. A.; Fang, D. -C.; Hopkins, A. C.; Valente, C. *Synthesis*. **2008**, 2776.
21. Liu, S.- Y.; Choi, M. J.; Fu, G. C. *Chem. Commun.* **2001**, 2408.
22. Pickett, T. E.; Richards, C. J. *Tetrahedron Lett.* **2001**, *42*, 3767.
23. Pramick, M. R.; Rosemeier, S. M.; Beranek, M. T.; Nickse, S. B.; Stone, J. J.; Stockland, Jr. R. A.; Baldwin, S. M.; Kastner, M. E. *Organometallics*. **2003**, *22*, 523.
24. Kwong, F. Y.; Chan, K. S.; Yeung, C. H.; Chan, A. S. C. *Chem. Commun.* **2004**, 2336.
25. Iwasawa, T.; Komano, T.; Tajima, A.; Tokunaga, M.; Obora, Y.; Fujihara, T.; Tsuji, Y. *Organometallics*. **2006**, *25*, 4665.
26. Walker, S. D.; Barder, T. E.; Martinelli, J. R.; Buchwald, S. L. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2004**, *43*, 1871.
27. Barder, T. E.; Walker, S. D.; Martinelli, J. R.; Buchwald, S. L. *J. Am. Chem. Soc.* **2005**, *127*, 4685.
28. Saha, D.; Ghosh, R.; Sarkar, A. *Tetrahedron*, **2013**, *69*, 3951.
29. Saha, D.; Ghosh, R.; Mandal, A. K.; Sarkar, A. J. *Organomet. Chem.*, **2015**, *776*, 89.

NH₄SCN mediated Synthesis of Chromenopyridinone Derivatives From β -Chloro $\alpha - \beta$ -Unsaturated aldehyde

Shaishab Kumar Dinda*

Abstract: A green one pot synthesis of 6*H*-chromeno[4,3-*b*] quinolin-6-one derivatives which are the main core of the natural product of Polyneomarine C using ammonium thiocyanate is described. Reaction of 4-chloro-3-formyl coumarin or different β -chloro $\alpha - \beta$ -unsaturated aldehyde and different aromatic amine or 4-amino and 6-amino coumarin in water-methanol solvent (2:1) at 60 °C afforded the desired products. The advantages of this strategy are good yields, no chromatographic separation and free from oxidant, heavy metal catalyst and toxic by-products. The 4-chloro-3-formyl coumarin is obtained by Vilsmeier Haack reaction of 4-hydroxy coumarin.



Keywords: 6*H*-Chromeno[4,3-*b*] quinolin-6-one, green synthesis, ammonium thiocyanate, 4-chloro-3-formyl coumarin, neat reaction, Polyalthianemoralis C.

Introduction: In last one or two decades, one-pot tandem chemical transformation without metal catalyst has widely been used for the synthesis of complex organic molecules. A variety of chemical conversions, like oxidation, reduction, substitution, condensation, etc. have been developed using this principle.^[1] Aqueous reaction without using catalyst has many advantages such as decrease of wastes, less toxicity, maximum efficiency, decrease energy requirement of the reactions, designing bio-degradable products, economic and time factor. Hence, heterocyclic ring formation using this green protocol is an active and attractive field. Coumarin derivatives represent the core structure of many naturally occurring compounds with significant biological activities.^[2] Lamellarins and related pyrrole derived alkaloids isolated

*Assistant Professor, Department of Chemistry, Government General Degree College, Dantan-II, Paschim Medinipur-721445

Email: shaishab.orgchem@gmail.com

Received: 17 August 2020 / Accepted: 09 November 2020

from diverse marine organisms are well known for their remarkable biological activities.^[3] The coumarin derivatives fused with aza-heterocycles specially the pyridine nucleus have been reported to possess antiallergic,^[4a]antidiabetic^[4b]and analgesic^[4c,d,e]properties. Santiagonamine is a naturally occurring pyridine fused coumarin derivatives found in the stems and branches of *Berberis darwinii* Hook which is a shrub that is found in South America having wound-healing properties.^[5] Goniotaline^[6] is another natural pyridocoumarin alkaloid isolated from the Australian rainforest plant *Goniotalamus australis* having antimalarial activity against a chloroquine-sensitive *Plasmodium falciparum* line (3D7). Polyneomarine C^[7] is also a natural 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivative isolated from the *Polyalthia nemoralis* A. DC. used as Chinese herbal medicine. Coumarin fused pyridine^[8] derivatives have been reported to possess anti-hypertensive activities, anti-HIV activity, androgen receptor antagonist activity, optoelectronic activity and can act as fluorescence dyes. All these observations establish the importance and bioactivity of pyridine fused coumarin derivatives. So, the synthesis of pyridine fused coumarin is increasing trends of Organic Chemists. Many methods^[9-10] to synthesize of these types of compounds have been developed by many group of scientists using different types of Lewis acids/Bases, metal catalysts with different solvents. The 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one skeleton constitutes the backbone of Polyneomarine C (Figure 1). We were interested to prepare some non-natural analogs of this type compounds by easy process. Many synthesis of 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives has been described in the literature^[11-12] by some groups using different reagents, catalyst, solvents and ultrasound irradiation. In our present work we have reported a green one pot synthesis of 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives which are the main core of the natural product of Polyneomarine C using ammonium thiocyanate by reaction of 4-chloro-3-formyl coumarin^[13] and different aromatic amine in water-methanol solvent (2:1) at 60°C and various aromatic amines. In this method there is no need for chromatographic separation.

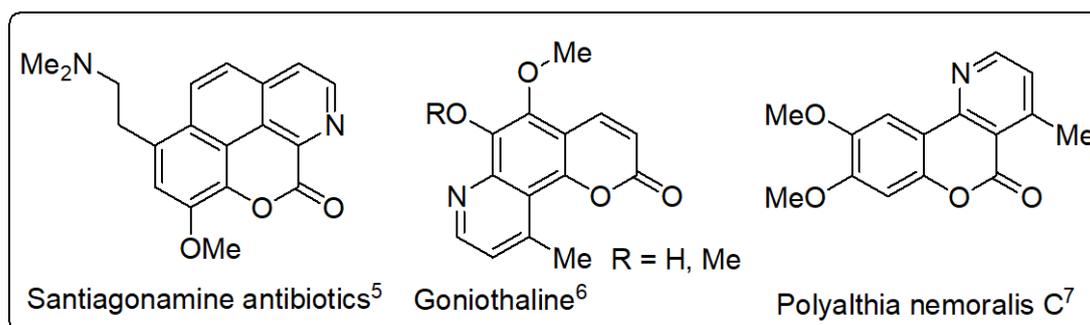


Figure 1: Natural pyridocoumarin scaffolds

Result and Discussions:

Recently A. Hajra and his co-worker have developed a novel, simple method for the synthesis of 2-arylbenzothiazoles by I₂-mediated oxidative annulation of arylbenzaldehydes, aromatic amines, and ammonium thiocyanate as sulphur source. Applying the same methodology, our target was to synthesize 2-coumarinyl benzothiazole starting from 4-chloro-3-formyl coumarin

instead of aromatic aldehyde but we got 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives. So our first task was to find out an optimal condition to prepare the 6*H*-Chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one in best possible yield using different methodologies. Reaction between 4-chloro-3-formyl coumarin (1 equivalent) and 4-chloroaniline (1 or 2 equivalent) (**Scheme 1**) was studied under different conditions with different temperatures and times. But in all cases only pyridocoumarin derivatives were obtained but no 2-coumarinylbenzothiazoles was found. Results of the detailed studies are summarized in Table 1. It was found that reaction of **1** and **2a** in water-methanol solvent (2:1) at 60°C in presence of ammonium thiocyanate proved to be the best condition and leads to the desired product in 98% yield within 2 hours. Here ammonium thiocyanate acts as an acid catalyst not the source of sulphur. Thus treatment of 4-chloro 3-formyl coumarin (1equivalent) and different aromaticamines (1 equivalent) proceeded to give the corresponding 6*H*-Chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives under same condition (Table2). The reaction between Chloro-aldehyde of α -tetralone and 4-chloro aniline under similar condition did not give any cyclised product (scheme 1). The ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) data is in conformity with the assigned structure for the 6*H*-Chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives **3d** and given bellow (Fig. 2) and HRMS data are also in agreement with the molecular formula of **3d**. In general, the reactions are very clean, without any side product with remarkable yields and donot require any chromatographic separation. Recrystallization from hot acetone provides analytically pure sample. The probable mechanism is not certain. Here pyridine ring instead of aylbenzothiazoles is formed due the presence of ortho chlorine atom of the substrate. Imine or enaminoimine is not formed due to high reactivity of 4-chloro-3-formylcoumarin as it contain electron withdrawing lactone as well as chlorine atom.

Table 1. Optimization studies in the selective formation of pyrido[3,2-*c*]coumarin derivatives (**3a**)^a.

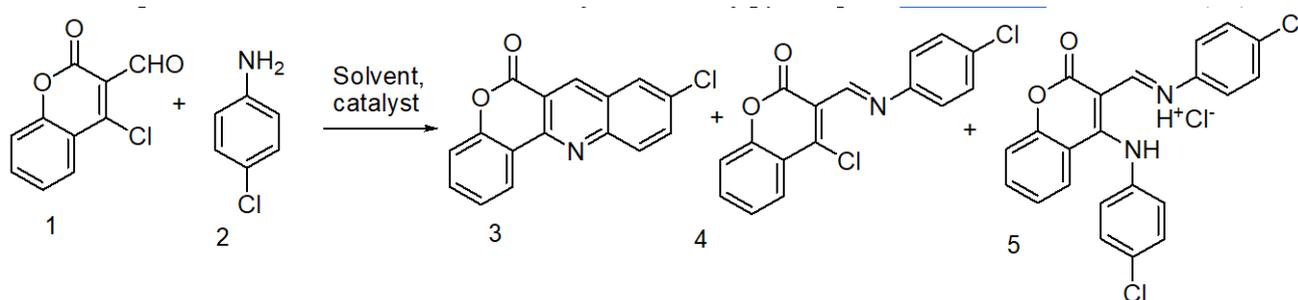
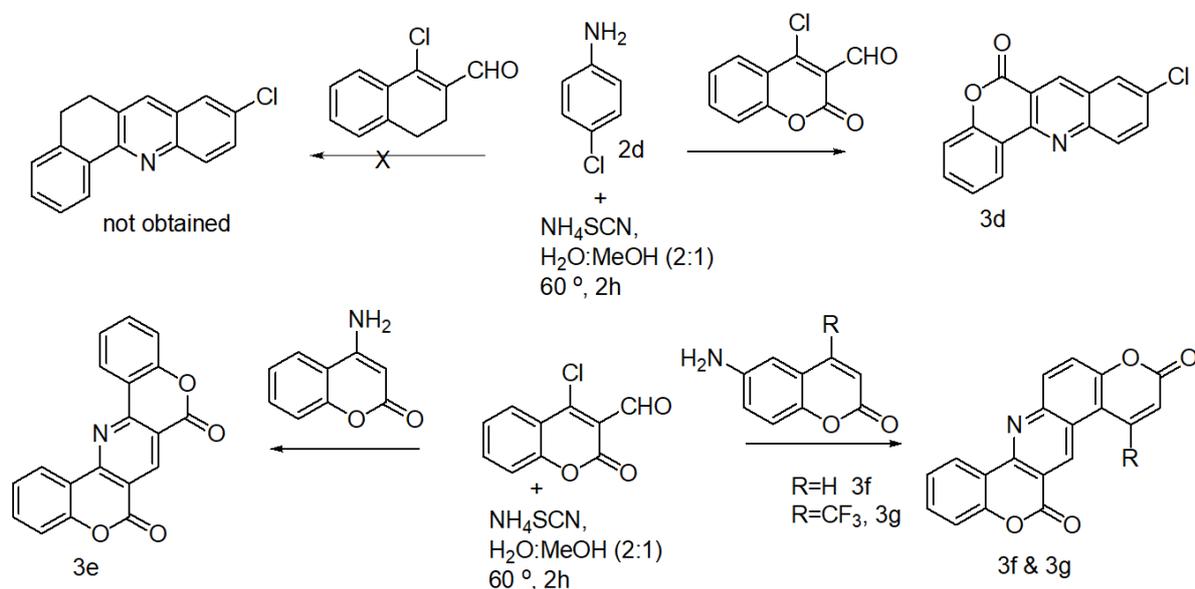


Table 1. Optimization studies in the selective formation of pyridocoumarin **3d**

Entry.	reactants	Solvent	additive	Temp (°C)	Time(h)	Product (3)	Product (4/5) ^{10b,c}
1	1a:1b	DMSO	NH ₄ SCN/I ₂	110	12	95%	-
2	1a:1b	H ₂ O:MeOH	NH ₄ SCN/I ₂	reflux	12	93%	-
3	1a:1b	H ₂ O:EtOH	NH ₄ SCN/I ₂	reflux	12	50%	-
4	1a:1b	H ₂ O:MeOH	NH ₄ SCN	reflux	2	96%	-
5	1a:1b	H ₂ O:MeOH	NH ₄ SCN	60	2	98%	-
6	1a:1b	H ₂ O:MeOH	NH ₄ SCN	80	2	98%	-
7	1a:1b	H ₂ O:MeOH	-	reflux	12	trace	-

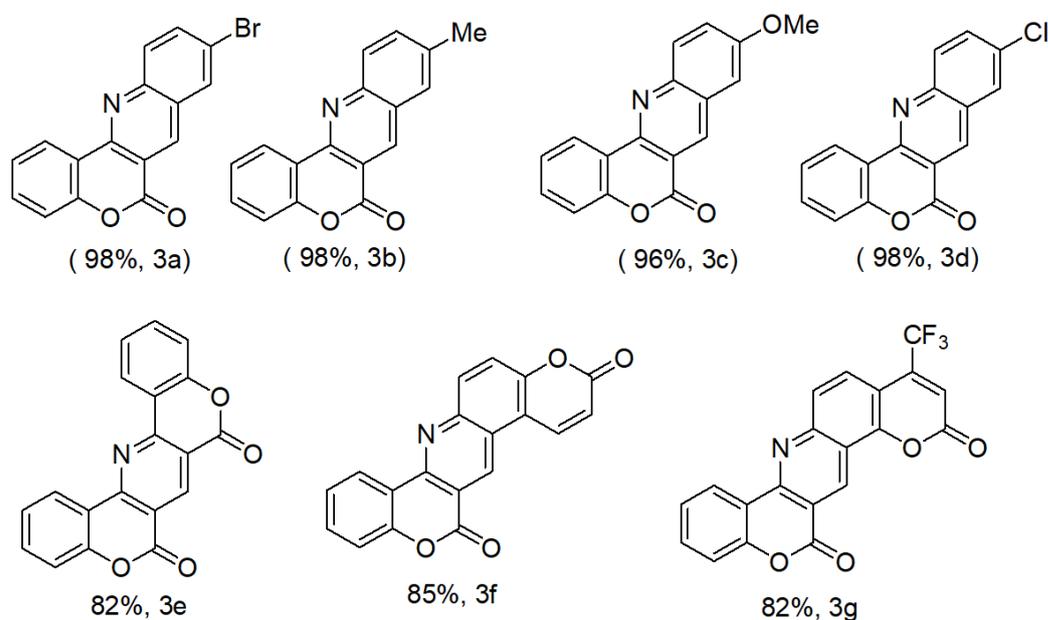
($a=2$; $b=3d$ in equivalent)

Conditions: Best optimum condition for the reaction is shown in bold entry



Scheme 1. Formation of the pyridocoumarin derivatives

Table 2. Substrate scope of reaction for the synthesis of **3(a-g)**



Conclusion: In conclusion, we have developed an environmentally benign method for the syn-

thesis of 6*H*-Chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one derivatives backbone of natural product Polyneomarine C scaffolds in good to excellent yields in presence of ammonium thiocyanate at 60 °C in aqueous methanol solvent without chromatographic separation from 4-chloro-3-formylcoumarin and different substituent aromatic amine. The most noteworthy features of the present protocol are simplicity of procedure, high atom economy, cost effective and superior yields.

Experimental:

Preparation of 6*H*-chromeno [4,3-*b*] quinolin-6-one derivatives 3 (a-g): General method. Compound 1 (1.0 equiv.) and 2 (1.0 equiv.) were taken with 2mL MeOH, 4 mL H₂O and NH₄SCN (1.0 equiv.) in a round-bottom flask (25 ml) and it was placed in a heating oil bath. The heating of the resulting mixture was carried out up to 2 hours in open flask at 60 °C. The progress of the reaction was monitored by TLC. Excess methanol was distilled out, the pale yellow solid mass was filtered, washed with water and dried under vacuum to obtain the 6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one 3(a-g) in 82-98% yield.

9-Bromo-6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one (3a) White solid, yield, 98%; mp 260-261°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) 7.49 (m, 2H), 7.71 (t, 1H, J = 7.4 Hz), 8.13 (brs, 2H), 8.66 (d, 2H, J = 9.4 Hz), 9.35 (s, 1H) ppm; ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆): 110.1, 115.0, 117.4, 123.7, 124.4, 124.6, 127.9, 129.0, 129.3, 130.5, 132.9, 133.1, 141.3, 152.5, 154.1, 161.2; HRMS (ESI, 70 eV): m/z = 325.9821 (M⁺+H), 327.9791 (M⁺+H+2) [Calcd mass for C₁₆H₉BrNO₂: 325.9817 (M⁺+H), 327.9786 (M⁺+H+2)].

9-Methyl-6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one^[11c] (3b) White solid, yield, 98%; mp 231-233°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) 2.56 (s, 3H), 7.49 (t, 2H, J = 8.3 Hz), 7.69 (m, 1H), 7.88 (dd, 1H, J = 1.6 8.7 Hz), 8.08 (s 1H), 8.13 (d, 1H, J = 8.7 Hz), 8.66 (d, 1H, J = 8.0 Hz 1H), 9.25 (s, 1H) ppm; HRMS (ESI, 70 eV): m/z = 262.0874 (M⁺+H) [Calcd mass for C₁₇H₁₂NO₂: 262.0868 (M⁺+H)].

9-Methoxy-6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one^[11a,b] (3c): White solid, yield, 96%; mp 228-230°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) 3.86 (s, 3H), 7.22 (m, 2H), 7.39-7.47 (m, 3H), 8.10 (d, 1H, J = 9.6 Hz), 8.70(m, 1H), 9.0 (s, 1H) ppm; ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆): 56.4, 107.2, 107.3, 117.7, 120.0, 124.7, 125.4, 127.4, 129.0, 130.8, 132.6, 132.7, 139.4, 147.3, 152.5, 158.4, 161.1 ppm; HRMS (ESI, 70 eV): m/z = 278.0811 (M⁺+H) [Calcd mass for C₁₇H₁₂NO₃: 278.0817 (M⁺+H)]

9-Chloro-6*H*-chromeno[4,3-*b*]quinolin-6-one^[11c] (3d) White solid, yield, 95%; mp 243-245°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) 7.51 (t, 2H, J = 8.0 Hz), 7.7 (t, 1H, J = 7.7 Hz), 8.03 (dd, 1H, J = 2.2 9.0 Hz), 8.24 (d, 1H, J = 9.0 Hz), 8.50 (d, 1H, J = 2.2 Hz), 8.68 (d, 1H, J = 7.4 Hz), 9.33 (s, 1H) ppm; ¹³C NMR (¹³C NMR 100 MHz, DMSO-*d*₆): 117.7, 117.9, 121.8, 125.2, 125.6, 128.9, 130.2, 131.4, 133.4, 134.6, 134.7, 140.7, 150.4, 150.5, 153.3, 161.6; HRMS (ESI, 70 eV): m/z = 282.0329 (M⁺+H) [Calcd mass for C₁₆H₉ClNO₂: 282.0322 (M⁺+H)]

Compound(3f):

White solid, yield, 82%; mp 250-252°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) 7.29 (d, 1H, J = 7.7 Hz), 7.43 (d, 1H, J = 8.1 Hz), 7.65-7.74 (m, 3H, J = 7.8 Hz), 8.20 (d, 1H, J = 8.1 Hz), 8.69 (brs, 2H), 9.14 (s, 1H) ppm.

Compound(3g):

White solid, yield, 85%; mp 246-248°C (Acetone); ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) 7.36 – 7.52 (m, 2H), 7.70 (m, 2H), 7.99-8.20 (m, 2H), 8.44 (d, 1H, J = 8.4 Hz), 8.63 (d, 1H, J = 8.4 Hz), 9.32 (s, 1H) ppm.

Compound (3g):

White solid, yield, 82%; mp 237-239°C (Acetone)¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) 7.40 (m, 2H), 7.73 (t, 1H, J = 7.5 Hz), 7.92 (t, 1H, J = 7.4 Hz), 8.02 (d, 1H, J = 8.5 Hz), 8.27 (d, 1H, J = 8.1 Hz), 8.89 (s, 1H), 9.36 (s, 1H).

Acknowledgement: I am thankful to Department of Chemistry, Government General Degree College, Dantan-II, Government of West Bengal.

8. References:

[1] a) K. Tanaka, F. Toda, *Chem. Rev.*, **2000**, *100*, 1025-1074; b) A. Sarkar, S. Santra, S. K. Kundu, A. Hajra, G. V. Zyryanov, O. N. Chupakhin, V. N. Charushin, A. Majee *Green Chem.*, **2016**, *18*, 4475-4525; c) F. Toda, M. Yagi, K. Kiyoshige, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, **1988**, 958; d) F. Toda, K. Kiyoshige, M. Yagi, *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **1989**, *28*, 320; e) F. Toda, K. Tanaka, K. Hamai, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*, **1990**, 3207; f) C. M. Etter, M. G. Frankenbach, J. Bernstein, *Tetrahedron Lett.*, **1989**, *30*, 3617; g) Y. Hayashi, *Chem. Sci.*, **2016**, *7*, 866.

[2] a) F. Borges, F. Roleira, N. Milhazes, L. Santana, E. Uriarte, *Curr. Med. Chem.* **2005**, *12*, 887-916; b) S. Starcevic, P. Brozic, S. Turk, J. Cesar, T. L. Rizner, S. Gobec, *J. Med. Chem.* **2011**, *54*, 248-261 c) F. G. Medina, J. G. Marrero, M. Macias-Alonso, M. C. Gonzalez, I. Cordova-Guerrero, A. G. T. Garcia, S. Osegueda-Roblesa, *Nat. Prod. Rep.* **2015**, *32*, 1472-1507; d) P. Patra, G. K. Kar, A. Sarkar, J. K. Ray, T. Dasgupta, M. Ghosh, S. Bhattacharya, *Synth. Commun.* **2012**, *42*, 3031-3041 e) M. G. Marcu, T. W. Schulte, L. Neckers, *J. Natl. Cancer Inst.* **2000**, *92*, 242-248; f) G. Melagraki, A. Afantitis, O. Igglessi-Markopoulou, A. Detsi, M. Koufaki, C. Kontogiorgis, D. J. Hadjipavlou-Litina, *Eur. J. Med. Chem.* **2009**, *44*, 3020-3026; g) C. Feuer, J. Kellen in *Progress in Medicinal Chemistry 10*, (Eds.; G. Ellis, G. Wert, Amsterdam) North Holland, New York, **1974**. pp. 85-158; h) M. Rajabi, Z. Hossaini, M. A. Khalilzadeh, S. Datta, M. Halder, S. A. Mousa, *J. Photochem. Photobiol. B.* **2015**, *148*, 66-72.

[3] a) R. J. Andersen, D. J. Faulkner, C. He, G. D. Van Duyne, J. Clardy, *J. Am. Chem. Soc.* **1985**, *107*, 5492-5495; b) H. Fan, J. Peng, M. T. Hamann, J.-F. Hu, *Chem. Rev.* **2008**, *108*, 264-287.

[4] a) K. Ukawa, T. Ishiguro, Y. Wada, A. Nohara, *Heterocycles* **1986**, 24, 1931-1941; b) D. Heber, *Arch. Pharm.* **1987**, 320, 402-406; c) D. Heber, T. Berghaus, *J. Heterocycl. Chem.* **1994**, 31, 1353-1359; d) J. P. Michael, *Nat. Prod. Rep.* **1997**, 14, 605-618.

[5] a) E. Valencia, A. Patra, A. J. Freyer, M. Shamma, V. Fajardo, *TetrahedronLett.* **1984**, 25, 3163-3166; b) W. H. Lewis, R. J. Stonard, B. Porrás-Reyes, T. A. Mustoe, (Walter H. Lewis, St. Louis, Mo, US), *Int. PCT Pub. No WO/1992/ US00556847 A*, **1992**.

[6] C. Levrier, M. Balastrier, K. D. Beattie, A. R. Carroll, F. Martin, V. Choomuenwai, R. A. Davis, *Phytochem.* **2013**, 86, 121-126.

[7] Z-M. Lu, Q-J. Zhang, R-Y. Chen, D-Q. Yu, *J. Asian Nat. Prod. Res.* **2008**, 10, 656-664.

[8] a) M. Balasubramanian, J. G. Keay, In *Comprehensive Heterocyclic Chemistry II*; A. R. Katritzky, C. W. Rees, E. F. V. Scriven, Eds.; Pergamon Press: Oxford, **1996**, Vol. 5, Chapter 6, 245-300 and references cited therein; b) H. G. Pars, F. E. Granchelli, R. K. Razdan, J. K. Keller, D. G. Teiger, F. J. Rosenberg, L. S. Harris, *J. Med. Chem.* **1976**, 19, 445-454; c) L. Huang, X. Yuan, D. Yu, K. H. Lee, C. H. Chen, *Virology* **2005**, 332, 623-628; d) H. Xue, X. Lu, P. Zheng, L. Liu, C. Han, J. Hu, Z. Liu, T. Ma, Y. Li, L. Wang, Z. Chen, G. Liu, *J. Med. Chem.* **2010**, 53, 1397-1401; e) H. Fan, J. Peng, M. T. Hamann, J. Hu, *Chem. Rev.* **2008**, 108, 264-287; f) Handy, S. T.; Zhang, Y. *Org. Prep. Proced. Int. (OPPI)* **2005**, 37, 411-445; g) C. Bailly, *Curr. Med. Chem. Anti-Cancer Agents* **2004**, 4, 363-378. h) T. W. Nies, A. S. Taylor in *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 8th ed. Pergamon Press, New York, **1990**, chapter 58, pp.1397-1412; i) J. F. Savouret, A. E. Chauchereau, *Hum. Reprod.* **1994**, 9, 7-11; j) J. P. Edwards, T. K. Jones, J. D. Rigggenberg, E. M. Carreira, (Ligand Pharmaceuticals Incorporated, San Diego, CA, US) *Int. PCT Pub. No. WO/2001/6180794 B1*, **2001**.

Jones, T. K.; Goldmani, M. E.; Hamman, L. G.; Davis, R. L. *Patent WO 96/19458*, **1996**; k) X. Liu, J. M. Cole, P. G. Waddell, T.-C. Lin, S. McKechnie, *J. Phys. Chem. C* **2013**, 117, 14130-14141; l) J. Chen, W. Liu, J. Ma, H. Xu, J. Wu, X. Tang, Z. Fan, P. J. Wang, *J. Org. Chem.* **2012**, 77, 3475-3482; m) I. A. Khan, M. V. Kulkarni, M. Gopal, M. S. Shahabuddin, C.-M. Sun, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2005**, 15, 3584-3587.

[9] P. Patra, *ChemistrySelect* **2019**, 4, 2024-2043

[10] a) S. Ahn, J. A Yoon, Y. T. Han, *Synthesis* **2019**, 51, 552-556; b) P. Patra, G. K. Kar, B. Khatua, *J. Heterocycl. Chem.* **2014**, 51, 1306-1310; c) P. Patra, *J. Heterocycl. Chem.* **2017**, 54, 3656-3662; D.d) A. A. Kudale, D. O. Miller, L. N. Dawea, G. J. Bodwell, *Org. Biomol. Chem.* **2011**, 9, 7196-7206; e) A. T. Khan, D. K. Das, K. Islam, P. Das, *Tetrahedron Lett.* **2012**, 53 6418-6422; f) A. T. Khan, D. K. Das, *Tetrahedron Lett.* **2012**, 53, 2345-2351; g) D. K. Das, S. Sarkar, A. T. Khan, P. Saravanan, S. Patra, *RSC Advance* **2014**, 3581-3590; h) K. Islam, D. K. Das, E. Akram, A. T. Khan, *Synthesis* **2015**, 47, 2745-2755; i) Md. Belal, D. K. Das, A. T. Khan, *Synthesis* **2015**, 47, 1109-1116; j) C. Gurumurthy, N. Fatima, G. N. Reddy, C. G. Kumar, G. Sabitha, KVS. Ramakrishna, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2016**, 26, 5119-5125; k) Z. Chen, L. Hu, F. Peng, *Synlett* **2016**, 12, 1888-1892; l) N. Kausar, A. R. Das, *Tetrahedron Lett.* **2017**, 58, 2602-2607; n) Z. Kibou, D. Villemain, J.-F. Lohier, N. Cheikh, N. Bara, N. Choukchou-Braham, *Tetrahedron* **2016**, 72, 1653-1661; o) G. Galvani, K. H. V. Reddy, C. Beauvineau, N. E. Ghermani, F. Mahuteau-Betzer, M. Alami, S. Messaoudi, *Org. Lett.* **2017**, 19, 910-913; p) T. S. Symeonidis, K. E. Litinas, *Tetrahedron Lett.* **2013**, 54, 6517-6519; q) K. C. Majumdar, S. Ponra, *Synthesis* **2014**, 46, 1413-1420; r) T. S. Symeonidis, D. J. Hadjipavlou-Litina, K. E. Litinas, *J. Heterocycl. Chem.* **2014**, 51, 642-647; s) N. C. Ganguly, S. Chandra, *Tetrahedron Lett.* **2014**, 55, 1564-1568; t) K. Das, S. Sarkar, M. Khan, Md. Belal, A. T. Khan, *Tetrahedron Lett.* **2014**, 55, 4869-4874; u) A. A. Kudale, J. Kendall, D. O. Miller, J. L. Collins, G. J. Bodwell, *J. Org. Chem.* **2008**, 73, 8437-8447; v) M. Suzuki, D. Yu, S. L. Morris-Natschke, P. C. Smith, K. Lee, *Bioorg. Med. Chem.* **2007**, 15, 6852-6858; w) H. Takano, T. Narumi, W. Nomura, H. Tamamura, *J. Org. Chem.* **2017**, 82, 2739-2744; x) S. M. Gomha, S. M. Riyadh, *Synthesis* **2014**, 46, 258-262; y) Keskin, M. Balci, *Org. Lett.* **2015**, 17, 964-967.

[11] a) K. Tabakovic, I. Tabakovic, N. Ajdini, O. Leci, *Synthesis* **1987**, 3, 308; b) N. Ajdini, O. Leci, I. Tabakovic, K. Tabakovic, *Bull. Soc. Chim.* **1984**, 49, 495; c) N. Mulakayala, D. Rambabu, M. R. Raja, C. M., C. S. Kumar, A. M. Kalle, G. R. Krishna, C. M. Reddy, M. V. B. Rao, M. Pal, *Bioorg. Med. Chem.* **2012**, 20, 759-768; d) Jeong A Yoon, Young Taek Han; *Synthesis* **2019**, 51, 4611-4618.

[12] a) M. I. Naumov, A. V. Nuchev, N. S. Sitnikov, Y. B. Malysheva, A. S. Shavyrin, I. P. Beletskaya, A. E. Gavryushin, S. Combes, A. Y. Fedorov, *Synthesis* **2009**, 10, 1673-1682; b) B. S. Dawane, S. G. Konda, R. G. Bodade, R. B. Bhosale, *J. Heterocycl. Chem.* **2010**, 47, 237-241; c) B. Stamboliyska, V. Janevska, B. Shivachev, R. P. Nikolova, G. Stojkovic, B. Mikhova, E. Popovski, *Arkivoc* **2010**, 62-76; d) S. Paul, A. R. Das, *Tetrahedron Lett.* **2012**, 53, 2206-2210; e) P. Bhattacharyya, S. Paul, A. R. Das, *RSC Adv.* **2013**, 3, 3203-3208; f) A. A. Patel, H. B. Lad, K. R. Pandya, C. V. Patel, D. I. Brahmabhatt, *Med. Chem. Res.* **2013**, 22, 4745-4754; g) M. Kidwai, S. Kukreja, S. Rastogi, K. Singhal, N. K. Mishra, *Ind. J. Chem.* **2014**, 53B, 605-609; h) S. R. Yetra, T. Roy, A. Bhunia, D. Porwal, A. T. Biju, *J. Org.*

Chem. **2014**, 79, 4245-4251; b) M. Y. Kornev, D. S. Tishin, V. Y. Sosnovskikh *Mendeleev Commun.* **2019**, 29, 67-68; i) D. Wang, D.-L. Wang, X.-C. Shi, J.-H. Qian, *Heterocycles* **2016**, 92, 2141-2144; j) Z. Chen, J. Bi, W. Su, *Chin. J. Chem.* **2013**, 31, 507-514; k) P. Chidurala, V. Jetti, R. Pagadala, J. S. Meshram, S. Jonnalagadda, *J. Heterocl. Chem.* **2016**, 53, 467-472; l) Z. Li, X.-J. Li, J.-Q. Liu, X.-S. Wang, *J. Heterocl. Chem.* **2017**, 54, 2929-2934; m) A. Yadav, S. Biswas, S. M. Mobina, S. Samanta, *Tetrahedron Lett.* **2017**, 58, 3634-3639; n) V. O. Iaroshenko, S. Ali, T. M. Babar, S. Dudkin, S. Mkrtchyan, N. H. Rama, A. Villinger, P. Langer, *Tetrahedron Lett.* **2011**, 52, 373-376; o) M. Adib, F. Peytam, M. Rahmanian-Jazi, M. Mohammadi-Khanaposhtani, S. Mahernia, H. R. Bijanzadeh, M. Jahani, S. Imanparast, M. A. Faramarzi, M. Mahdavi, B. Larijani, *New J. of Chem.* **2018**, 1-12; p) V. O. Iaroshenko, F. Erben, S. Mkrtchyan, A. Hakobyan, M. Vilches-Herrera, S. Dudkin, A. Bunescu, A. Villinger, V. Y. Sosnovskikh, P. Langer, *Tetrahedron* **2011**, 67, 7946-7955.

[13] A. S. Al-Ayed, *Molecules* **2011**, 16, 10292-10302.

[14] R. Bera, G. Dhananjaya, S. N. Singh, B. Ramu, S. U. Kiran, P. Rajender Kumar, K. Mukkanti, M. Pal, *Tetrahedron* **2008**, 64, 582-589.

Cu₂O NANO Materials thin film

Goutam Kumar .Paul *

ABSTRACT

Nanotechnology R and D is directed toward understanding and creating improved materials, devices, and systems that exploit these new properties. Preparation of cuprous oxide (Cu₂O) thin films on glass substrates and nitrogen doping into Cu₂O were studied by using reactive radio-frequency magnetron sputtering. It has huge potential for application to photovoltaic cells to be more specific for the top layer in a tandem structure. I am trying to improve of Cu₂O properties doping with nitrogen.

Key words: nano, Cu₂O, Thin film

INTRODUCTION

The increased application of transparent conducting oxide film as conducting layer as well as one of the electrodes in modern solar cells is the motivation of study of conducting ZnO films. These films are prepared by several deposition technique like metal organic chemical vapor deposition [1] DC or RF magnetron sputtering [2], spray pyrolysis [3] and sol-gel process [4]. These ZnO films are n-type in nature. On the on the hand cuprous oxide (Cu₂O) is one of the promising direct band-gap semiconductors with band-gap energy 2.0 eV. It has huge potential for application to photovoltaic cells [5-7], to be more specific for the top layer in a tandem structure. It is p-type in nature. In this paper I will discuss the preparation of Cu₂O film and its improvement with doping for use in nano structure solar cell.

EXPERIMENTAL

Polycrystalline p-Cu₂O thin film was grown by means of RF magnetron sputtering on corning 7059 glass substrate using a Cu target of 99.99% purity. Oxygen was introduced during the growth of Cu₂O through a nozzle whose end was placed near the substrate. We prepared two samples for Cu₂O, one undoped (Sample 1) another doped with nitrogen (Sample 2) with flow rate 10ml/sec. The thickness of each film was around 1500nm The hole concentration of Cu₂O was in the range between $6 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ and $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$. The schematic diagram of apparatus is shown in Fig.1.

*Assistant Professor, Department of Physics, Hooghly Mohsin College, Hooghly – 712101
E-Mail address: gkpaul76@yahoo.in

Received: 12 March 2020 / **Accepted:** 22 July 2020

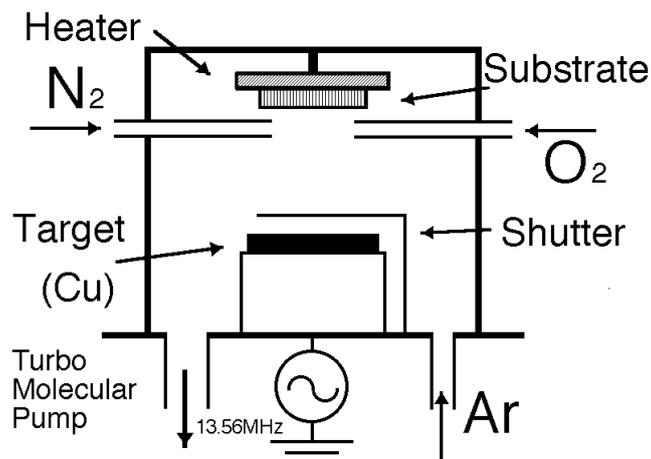


Figure 1

The XRD profiles in $\theta - 2\theta$ mode using $\text{Cu-K}\alpha$ radiation of the heterostructures from sample 1 and sample 2 are shown in Fig.2. Diffraction peaks of (111) planes of Cu_2O observed. We found intensity of Cu (111) diffraction peak for both the sample.

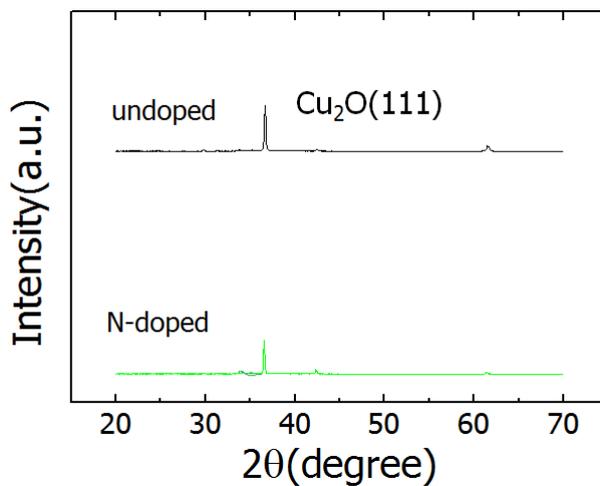


Figure 2

Surface characterization was carried out using atomic force microscopy (AFM). Fig. 3 shows atomic force microscope (AFM) images of samples with undoped Cu_2O and N_2 doped Cu_2O thin films.

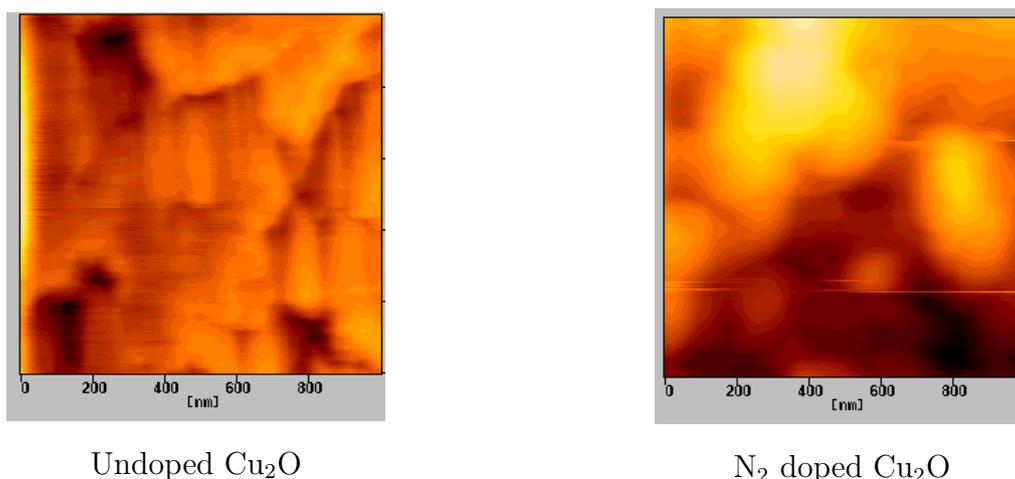


Figure 3

The electrical conductivity, the carrier concentration and Hall mobility of the films were measured by the van der Pauw four-probe technique with a square configuration in the at room temperature. The four contacts each have an area of about 0.05 cm^2 , with gold deposition. Ohmic contact between electrode and Cu_2O films was confirmed before measurements were taken. The measurements for Hall effect were carried out utilizing a magnetic field of 2 kG and the substrate area (1 cm^2) in this measurement was much lower than the area around the pole pieces of the magnet.

RESULTS AND DISCUSSION

The X-ray diffraction (XRD) patterns of three of the doped films are shown in Fig. 1. They indicate a tendency for orientation along the (111) direction. There is no remarkable change in crystallinity and crystalline size with doping but slight gradual decrease peak intensity with doping has been observed. Fig.2 shows the surface morphology of Cu_2O surface. The surface shows polycrystalline structure with well-defined grain boundaries. The average sizes of the grains have increased with doping from 60 nm to 90nm.

The carrier concentration, mobility and resistivity of the samples are listed in table 1. Result indicates that both the carrier concentration and Hall mobility measured at room temperature increase with doping. As a result, the resistivity is decrease with doping. This is due to increase of grain size with doping. The basic model was proposed by Volger [8] and Petriz [9] and the refinements were done by Orton and Powell [10]. The Cu_2O doped with N_2 is better for fabricate electrical devices.

Sample name	Resistivity (Ohm-cm)	Mobility ($\text{Cm}^2/\text{V-S}$)	Carrier concentration (Cm^{-3})
Undoped	32.1	7.0	2.55×10^{15}
N_2 doped	22.2	9.2	1.5×10^{16}

CONCLUSION

In this article I have reported a study of p-Cu₂O thin film prepared by dc reactive magnetron sputtering and subsequently N₂ doping, clearly showing the enhancement of electrical and morphological properties in respect to undoped film.

ACKNOWLEDGMENT

The author acknowledges the help of Prof. K. Akimoto, Tsukuba University, Japan for helpful discussion and suggestions during the experiment. The authors also acknowledge with thanks the cooperation received from Dr. S.Bera of Tamralipta Mahavidyalaya, Tamluk, Purba Medinipur, West Bengal, India in carrying out this study.

REFERENCES

- [1] C. Mattevi, H. Kima and M. Chhowalla, J. Mater. Chem., **21**, 3324 (2011).
- [2] J. Deuermeier, J. Gassmann, J. Brotz, and A. Kleina J. Appl. Phys. **109**, 113704 (2011)
- [3] S. Kozhukharov and S. Tchaoushev, J. Chem. Tech. Meta., **48**, No.1, 111 (2013).
- [4] A. Dehghanhadikolaei, J. Ansary and R. Ghoreishi, Proc. Nat. Res. Soc., **2**, 02008 (2018).
- [5] A. Ait hssi1, L. Atourki, K. Abouabassi, A. Elfanaoui, K. Bouabid, A. Ihlal, S. Benmokhtar and M. Ouafi , AIP Conference Proceedings, **2056**, 020006 (2018).
- [6] C. Jayathilaka , L. S. R. Kumara, K. Ohara, C. Song, S. Kohara, O. Sakata, W. Siripala and S. Jayanetti , Crystals, **10**, 609 (2020).
- [7] K.Akimoto, S. Ishizuka, M.Yanagita, Y.Nawa, G. K. Paul, T. Sakurai., J. Solar energy, **80**, 715, (2006).
- [8] J. Volger, Phys. Rev. **79**, (1950) 1023.
- [9] R. L. Petriz, Phys. Rev. **104**, (1956) 1508.
- [10] J. W. Orton and M. L. Powell, Rep. Prog. Phys. **43**, (1980) 1263.

Time Crystal: A New Phase Of Matter

Ujjwal Das *

Abstract: Idea of time crystal first appeared in Science fiction movie but now it has become a reality in certain sense. Spontaneous breaking of symmetry plays a crucial role in Physics. Time Translation Symmetry is one of the most fundamental symmetry as it maintains the eternity of physical laws of the universe. As the spontaneous breaking of space translation symmetry gives rise to the crystal state of matter, with an analogous way Prof. Frank Wilczek theoretically predicted the possibility of a new phase of matter where as a result of the spontaneous breaking of time translation symmetry, a quantum system spontaneously breaks into persistent temporal oscillations (repeating events in time) and termed it as Time Crystal. Although this immediately proved to be impossible by Eigen State thermalization hypothesis (ETH), this intriguing idea of time crystal fascinated many scientists to search further. And it was found that that Floquet MBL system violate the ETH which was the main culprit for realization of time crystal. Finally in 2017, existence of discrete time crystal in Floquet MBL system was confirmed by two different research-teams. In this brief review, we will try to describe the journey from the prediction of time crystal to its realization.

Key words: Spontaneous symmetry breaking, ETH, MBL, Floquet System, Spin correlation function.

Introduction: The concept of time crystal as proposed by Wilczek, a Nobel laureate and professor at MIT (Wilczek 2012), implied the repeating events in time in the system as a result of spontaneous breaking of time translation symmetry, so the state of system must be time dependent. But according to ETH, all quantum systems are believed to be thermalize eventually and leads to equilibrium state which is evidently time independent. So this was the reason why the time crystal was an impossibility. We shall investigate here what thermalization means and how Floquet system (periodically driven system) with many body localization (MBL) can really violating ETH leads to the possibility of discrete time crystal (DTC) by breaking discrete time translation symmetry. In the end we shall also briefly describes the experimental verification of existence of DTC.

Thermalization and ETH: Study of the process of thermalization in isolated quantum system reveals that thermalization can happen without the contact of any reservoir because the system can be regarded as consists of two parts say A and B where part B plays the role of reservoir for part A. But the thermalization of a quantum system leads to a paradox as the system starting from a pure initial state reach a mixed state or Gibbs state by the unitary time

*Assistant Professor, Department of Physics, A.P.C.Roy.Govt.College, ,Darjeeling
Email: dasujjwal77@gmail.com.

Received: 18 May 2020 / **Accepted:** 19 August 2020

evolution. This or Gibbs state thermal state seems to lose all the initial information about the system which contradicts the fundamental unitary principle of quantum mechanics. This problem can be resolved by the fact that actually all the initial information are not wiped out but hidden in other degrees of freedom of the system which then obeys the volume law of entropy (von Neumann law) which is the signature of entanglement with other degrees of freedom. This entanglement conspires in hiding the information of initial state retrieving which requires global operator which is not feasible. The state of the isolated quantum system obeying the volume law of entanglement is a consequence of Eigenstate Thermalization Hypothesis (ETH) (Deutsch 1991; Rigol et al 2008; D'Alessio 2015) which was actually the boldest argument (Bruno 2013) to rule out the possibility of realization of Time Crystal.

Floquet System and its Thermalization: Floquet system is a periodically driven system that can be described by a periodic Hamiltonian so that $H(t + T) = H(t)$. So time evolution operator can be defined as $U = \exp(-i \int_0^T H(t) dt)$. So state of the system at time t (which is integral multiples of time period T) $t=nT$, can be expressed in terms of initial state $|\psi(0)\rangle$ as $|\psi(nT)\rangle = U^n |\psi(0)\rangle$. Thus, a Floquet system can be thought of as the analogue of an isolated system with a time-independent Hamiltonian, but where the time evolution happens in discrete steps rather than continuously. As the Hamiltonian of the Floquet system is not time independent so Energy conservation principle does not hold here. So nothing is here to prevent the system from thermalization (Lazarides et al 2014) and the system reaches a state of maximum entropy (a state of infinite temperature) without any constraint, so it exhibits no interesting features. Now this thermalization can be inhibited by Many-Body-Localization (MBL). So let us explore the concept of MBL.

Many-Body-Localization: Many-body-localization is a modified version of Anderson Localization (Anderson 1958) but with interactions. To understand Anderson localization, we consider a chain of atomic sites having an electron at a particular site with all other sites empty. Normally in the course of time probability amplitude of the de-Broglie wave packet representing electron spreads by leaking through to the other sites and it is called extended phase. But if the potential at different sites are modified (instead of constant or similar potential) by some disorder, then for a particular strong disorder, if we keep track of the amplitude of electron, then strange observation or result is that the electron remains in localised phase e.g. confined at that particular initial site. This is called Anderson localization and observed experimentally in one dimension.

Now for the Many Body Localised system Hamiltonian (containing disorder and interaction in a lattice of spin-1/2 particles is given by

$$H = (H_0 + \lambda V) \text{ where } H_0 = \sum_j h_j \sigma_j^z .$$

Where h_i indicates disorder and V is interaction term of strength λ . H_0 appears to be a very fine-tuned Hamiltonian, because its eigenstates are product states, specifically S_i^z eigenstates

are of the form $|\cdots \uparrow\uparrow\downarrow\downarrow\uparrow\uparrow \cdots\rangle$ and so forth. This means that the entanglement entropy of an Eigen state is zero which is in sharp contrast to the prediction of the ETH (Nandkishore et al 2015). However, It is possible to construct perturbatively a local unitary U such that $H_{eff} = UH_0U^\dagger$ is diagonal in the eigenstates of H_0 . This local unitary U relates the eigenstates of $H = (H_0 + \lambda V)$ to the eigenstates of a Hamiltonian H_0 of the form $H_0 = \sum_j h_j \sigma_j^z$. Indeed, this can be taken as the definition of MBL (Bauer and Nayak 2013).As a consequence two interesting properties of MBL can be deduced from it as follows.

Characteristics of MBL state:

a) Eigenstate properties: The eigenstates of H_0 are product states. By assumption, if H is MBL this implies that the eigenstates of H are obtained from those of H_0 by a local unitary U . One can show that it can only create entanglement in a region proportional to the boundary of that region, so we immediately conclude that the eigenstates of H_0 obey an area law for the entanglement entropy [22]. This means, in particular, that they do not satisfy the Eigenstate thermalization hypothesis. Thus MBL systems constitute a counter-example to the conjecture that quantum systems generically obey ETH.

b) Dynamical properties: A crucial feature of MBL systems is that they have a complete set of quasi-local integrals of motion [21, 24].To see this, observe that every eigenstate of H_0 is also a simultaneous eigenstate of all the operators σ_i^z . Therefore, every eigenstate of H is also a simultaneous eigenstate of the operators $\tau_i^z = U\sigma_i^zU^\dagger$ (“1-bits”). The existence of these local integrals of motion means that the system cannot self-thermalize without a bath. Indeed, since the τ_i^z are integrals of motion, their expectation values cannot change, so the system will always retain a memory of its initial state even at infinite times

Floquet MBL System: Proof that Floquet MBL does not thermalize: Consider the Hamiltonian of the Floquet-MBL system is of the form $H(t) = H_0 + V(t)$, Where H_0 is a time-independent Hamiltonian which is MBL, and $V(t)$ is a weak driving term. Then it is possible to construct a local unitary which transform the Hamiltonian to get time independent Hamiltonian D :

$$P^\dagger(t) H(t) P(t) - iP^\dagger(t) \partial_t P(t) = D$$

For weak enough driving, D is close to H_0 . Hence, if H_0 is MBL then we expect that so is D . Thus, according to the dynamical property of MBL system discussed above, there can be found a complete set of local integrals of motion τ_i^z for D . The existence of these local integrals of motion means that Floquet-MBL systems cannot thermalize (Else and Nayak 2016). So a non trivial steady state at late times can be achieved by Floquet-MBL.

Floquet Time Crystal: Now we shall try to understand how *discrete* Time-Crystal phase can emerge in Floquet-MBL system(Else et al 2016) .Floquet system driven by a frequency $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ (for example a periodically driving spin lattice) obeys discrete time translation symmetry:

$H(t+T) = H(t)$. (Note that we are not considering the continuous time translation symmetry) Now we want to examine the conditions under which spontaneous breaking of discrete time translation symmetry (SBTTC) can occur for a Floquet-MBL system with a specifically constructed Hamiltonian and leads to the possibility of existence of discrete time crystal (DTC). For this purpose we consider here an example of Ising ferromagnetic system for which time translation symmetry can be broken spontaneously. The symmetry-respecting ground states of an Ising ferromagnet are $|\pm\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\uparrow\uparrow\dots\rangle + |\downarrow\downarrow\downarrow\dots\rangle)$ Such long range correlated Schrödinger “cat states” are unphysical and can never be reached in finite time by any unitary time evolution starting from a short-range correlated starting state. On the other hand, the “physical” combinations $|\uparrow\uparrow\uparrow\dots\rangle$ and $|\downarrow\downarrow\downarrow\dots\rangle$ break the Ising symmetry. To achieve TTSB case, system must exhibit oscillation under time evolution which requires the superposition of states whose phases wind at different rates. That is, whereas in the Ising ferromagnet the two cat states are degenerate in the thermodynamic limit, in a time-crystal they would need to have different eigenvalues under the time-evolution operator. Consider a discrete time evolution operator U_f (which describes periodically driven “Floquet” systems.) Suppose that the states $|\pm\rangle$ have eigenvalues $e^{i\omega_{\pm}}$ under U_f . Then, although the unphysical cat states are time-invariant (up to a phase), a physical state such as $|\uparrow\uparrow\uparrow\dots\rangle$ (Which can be expressed as superposition of Cat states) will evolve according to

$$(U_f)^n |\uparrow\rangle \propto \text{Cos}(\omega n) |\uparrow\uparrow\uparrow\dots\rangle + i \text{Sin}(\omega n) |\downarrow\downarrow\downarrow\dots\rangle, \text{ where } \omega = \frac{(\omega_+ - \omega_-)}{2}.$$

Now a state is said to have short range correlations if for any local operator the following condition is satisfied: $\langle\psi|\Phi(x)\Phi(x')|\psi\rangle - \langle\psi|\Phi(x)|\psi\rangle\langle\psi|\Phi(x')|\psi\rangle \rightarrow 0$ for $|x-x'| \rightarrow \infty$. So the superposition defined above are not short-range correlated under this definition, while a state such as $|\uparrow\uparrow\uparrow\dots\rangle$ is short range correlated. “Floquet” systems driven at a frequency $\Omega = 2\pi/T$ and its time-evolution is described by a time-dependent Hamiltonian $H(t)$, with a discrete time translation symmetry such that $H(t) = H(t+T)$ for some T .

Now TTSB can be defined (in the thermodynamic limit) in two equivalent ways: Let $U(t_1, t_2)$ be the corresponding time evolution operator from time t_1 to t_2 .

a) TTSB-1: TTSB occurs if for each t_1 , and for every state with short ranged correlations, there exists an operator Φ such that $\langle\psi(t_1+T)|\Phi|\psi(t_1+T)\rangle \neq \langle\psi(t_1)|\Phi|\psi(t_1)\rangle$, where $\psi(t_1+T) = U(t_1+T, t_1)\psi(t_1)$.

b) TTSB-2: TTSB occurs if the eigenstates of the Floquet operator $U_f = U(T, 0)$ cannot be short-range correlated.

So next thing is to show how a time-dependent Hamiltonian $H(t)$ can be constructed which satisfies the conditions for TTSB given above so that for such a system, even though the time-evolution is invariant under the discrete TTS generated by time translation by T , the expectation value of some observables ($\Phi(x)$ spin correlation function for example) is only invariant under translations by nT for some $n > 1$. In other words, the system responds at a fraction $\frac{\Omega}{n}$ of the original driving frequency $\Omega = \frac{2\pi}{T}$.

Consider one-dimensional spin-1/2 systems with Floquet unitaries of the form:

$$U_f = \exp(-it_0 H_{MBL}) \exp(it_1 \sum \sigma_i^x)$$

Where $H_{MBL} = \sum_i J_i \sigma_i^z \sigma_{i+1}^z + h_i^z \sigma_i^z + h_i^x \sigma_i^x$

We choose $t_1 \approx \pi/2$, such that the application of $\sum \sigma_i^x$ in this stroboscopic time evolution has the effect of approximately flipping all of the spins since $\exp\{i\frac{\pi}{2} \sum \sigma_i^x\} = \prod_i i\sigma_i^x$. This is followed by time evolution for an interval t_0 under the Hamiltonian H_{MBL} . The period of the drive is $T = t_0 + t_1$.

For $h=0$ and $t_1 = \pi/2$, the eigen states of H_{MBL} are also the eigen states of the individual σ_i^z . Consider such an eigen state $|\{s_i\}\rangle$ with $s_i = \pm 1$ so that $\sigma_k^z |\{s_i\}\rangle = s_k |\{s_i\}\rangle$.

Then $H |\{s_i\}\rangle = (E^+ (\{s_i\}) + E^- (s_i)) |\{s_i\}\rangle$ where $E^+ (\{s_i\}) = \sum_i J_i s_i s_{i+1}$ and $E^- (\{s_i\}) = \sum_i h_i^z s_i$. The Floquet eigen states are $e^{it_0 E^- (\{s_i\})/2} |\{s_i\}\rangle \pm e^{-it_0 E^- (\{s_i\})/2} |-\{s_i\}\rangle$ and corresponding eigen values are $\pm \exp(it_0 E^+ (\{s_i\}))$. Hence TTSB is satisfied for $h=0$ and $t_1 = \pi/2$.

Experimental discovery of Time Crystal:

a) Experimental design of Floquet MBL for DTC: Spontaneous braking of discrete time translation symmetry i.e. time crystal phase of matter was first observed experimentally in a system of spin chain of trapped atomic ions (Zhang 2017) under the influence of a periodic Floquet Hamiltonian where quantum many-body Hamiltonian with a long range Ising interactions and disordered local effective fields is implemented using optical control technique. Here unitary time evolution the spin chain system is governed by Floquet Hamiltonian H which is constructed as $H = H_1 + H_2 + H_3$. Single Floquet period T consists of $T = t_1 + t_2 + t_3$, where $H_1 = g(1 - \epsilon) \sigma_y^i$ applied for time t_1 , $H_2 = \sum_i J_{ij} \sigma_i^x \sigma_j^x$ applied for time t_2 and $H_3 = \sum_i D_i \sigma_i^x$ applied for time t_3 in sequence (Fig-1). Here $\sigma_i^\gamma (\gamma = x, y, z)$ is the Pauli matrix acting on the i^{th} spin, g is the Rabi frequency with small perturbation ϵ . J_{ij} is the coupling strength between spins i and j , and D_i is a site-dependent disordered potential sampled from a uniform random distribution with $D_i \in [0, W]$.

The unitary time evolution under a single Floquet period is $U(T) = e^{-iH_3 t_3} e^{-iH_2 t_2} e^{-iH_1 t_1}$. Effect of first evolution operator $e^{-iH_1 t_1}$ is to flip all the spins around y -axis of the Bloch sphere by an angle $2gt_1 = \pi$ with also a controlled perturbation in the angle $\epsilon\pi$, where $\epsilon < 0.15$. The second evolution operator $e^{-iH_2 t_2}$ causes the spin-spin Ising interaction and the third evolution operator $e^{-iH_3 t_3}$ provides disorder to localize the system and is programmed so that the variance of the disorder is set by $Wt_3 = \pi$.

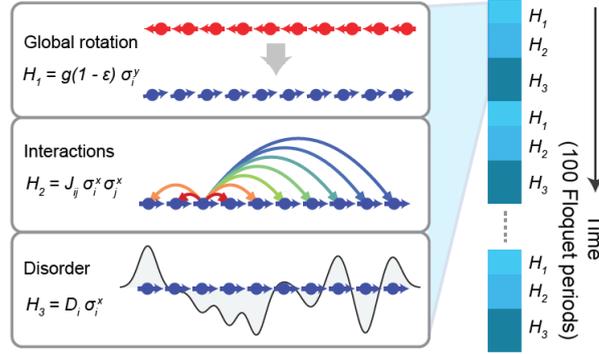


FIG. 1(Zhang 2017): One period of Floquet unitary evolution of a spin chain under the influence of the Hamiltonian $H(H = H_1 + H_2 + H_3)$ consists of H_1 (a global spin flip of nearly π), H_2 (long-range Ising interactions) and H_3 (strong disorder) applied sequentially in time. Experiment involves the measurement of spin correlation after 100 Floquet periods.

Preparation and measurement: To observe the DTC, the spins of the system are initialized to the state $|\psi_0\rangle = |\downarrow\rangle_x = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\downarrow\rangle_z + |\uparrow\rangle_z)$ through optical pumping followed by a global $\frac{\pi}{2}$ rotation. After 100 Floquet periods, the magnetization of each spin along x is measured to calculate the time correlation function $\langle \sigma_i^x(t) \rangle = \langle \psi_0 | \sigma_i^x(t) \sigma_i^x(0) | \psi_0 \rangle$. Measured spin magnetization dynamics represented both in the time and the frequency domain, up to $N = 100$ Floquet periods is shown in Fig-2.

Experimental Results: a) Effect of disorder and interaction: The global π -pulse $e^{-iH_1 t_1}$ rotates the spins roughly half way around the Bloch sphere, so the system return to its initial spin state after two Floquet periods i.e. the system responds at half of the Floquet frequency. The frequency of this sub harmonic response in the magnetization is sensitive to the precise value of the global rotation in H_1 and is therefore expected to track the perturbation ϵ . This results in coherent beats and causes a splitting in the Fourier spectrum by 2ϵ (Fig. 2(a)). But when disorder $e^{-iH_3 t_3}$ is added to the Floquet period, the each spin precess at different Larmor rates (Fig. 2(e)) and are not in phase with respect to each other destroying the beat pattern (Fig. 2(b)). The spin synchronization is restored only with the application of Ising interaction $e^{-iH_2 t_2}$ (Fig. 2(c,f)).

b) Hints of existence of time crystal phase and Phase transition: The most important result is that with the application of both interaction and disorder, the splitted Fourier peaks from Fig. 2(b) merge into a single peak in Fig. 2(c) which signifies that *the temporal response is locked to twice the Floquet period*. This phase is a stable as it is insensitive to variation of perturbation strength ϵ to the drive in H_1 up to the value of ϵ less than 0.11. However when perturbation is too strong (say for $\epsilon = 0.11$) the system exhibits a *phase transition from discrete time crystal phase to normal symmetry unbroken phase*.

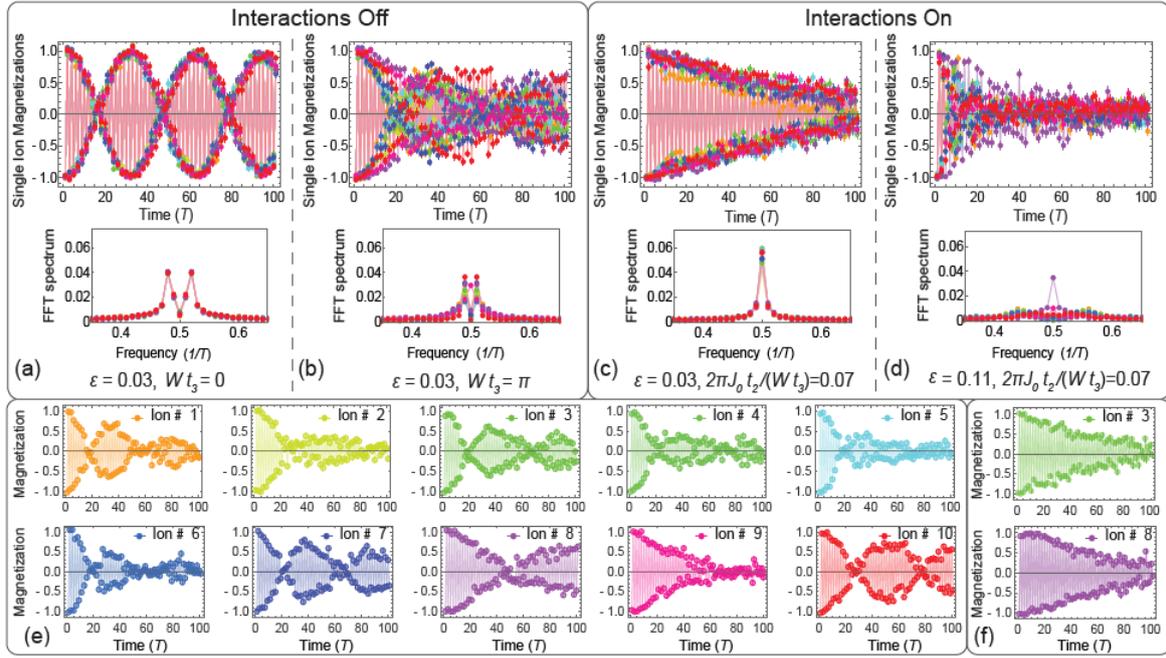


FIG. 2(Zhang 2017): Spontaneous breaking of discrete time translation symmetry. Top panel: Time-evolved magnetizations of each spin $\langle \sigma_i^x(t) \rangle$ and their Fourier spectra, showing sub-harmonic response of the system to the Floquet Hamiltonian. (a)When only the H_1 spin flip is applied, the spins oscillate with a sub-harmonic response that beats due to the perturbation $\epsilon = 0.03$ from perfect π -pulses, with a clear splitting in the Fourier spectrum. (b) With both the H_1 spin flip and the disorder H_3 , the spins precess with various Larmor rates in the presence of different individual fields. (c) Finally, adding the spin-spin interaction term H_2 (shown with the largest interaction phase $J_0 t_2 = 0.036$ rad), the spins lock to the sub-harmonic frequency of the drive period. Here the Fourier spectrum merges into a single peak even in the face of perturbation ϵ on the spin flip H_1 . (d) When the perturbation is too strong ($\epsilon = 0.11$), we cross the boundary from the discrete time crystal into a symmetry unbroken phase. Bottom panel: Individually resolved time traces. (e) Spin magnetization for all 10 spins corresponding to the case of (b). (f) Spin 3 and 8 corresponding to the case of (c)

Conclusions: Discovery of Discrete Time Crystal in a system obeying discrete time translation symmetry provides high impetus to the research towards further exploration of time crystal phase of matter. For example the Field Theoretical analysis of system which may exhibit spontaneous breaking of continuous time translation symmetry reveals the existence of goldstone modes just as expected. As Time Crystal is an emergence of a stable, energy –conservative and macroscopic clock in an interacting many body system without requiring a constant source of energy, so it is essentially a kind of realization of an impossible dream of physicist for perpetual motion (fundamental obstacle for possibility of existence of perpetual motion machine was the second law of thermodynamics even in the absence of any energy-dissipative effect).Recent experimental research also trying to design time crystal of larger size and to study interaction between different time-crystals. Scientist believe that time crystal will play a great role in the quantum computer design in near Future.

Reference:

1. F. Wilczek, Phys. Rev. Lett. 109, 160401 (2012), arXiv: 1202.2539 [quant-ph]
2. J. M. Deutsch, Phys. Rev. A 43, 2046 (1991).
3. M. Rigol, V. Dunjko, and M. Olshanii, Nature 452, 854 (2008), arXiv:0708.1324.
4. L. D'Alessio, Y. Kafri, A. Polkovnikov, and M. Rigol, "From Quantum Chaos and Eigenstate Thermalization to Statistical Mechanics and Thermodynamics," (2015), arXiv:1509.06411
5. Bruno, P. Impossibility of spontaneously rotating time crystals: A no-go theorem. Phys. Rev. Lett. 111, 070402 (2013).
6. A. Lazarides, A. Das, and R. Moessner, Phys. Rev. E 90, 012110 (2014), arXiv:1403.2946 .
7. P. W. Anderson, Phys. Rev. 109, 1492 (1958).
8. R. Nandkishore and D. a. Huse, Annu. Rev. Condens. Matter Phys. 6, 15 (2015), arXiv:1404.0686 .
9. B. Bauer and C. Nayak, J. Stat. Mech: Theor. Exp. 9, P09005 (2013), arXiv:1306.5753 .
10. D. A. Huse, R. Nandkishore, and V. Oganesyan, Phys. Rev. B 90, 174202 (2014), arXiv:1408.4297 .
11. D. V. Else and C. Nayak, Phys. Rev. B 93, 201103 (2016), arXiv:1602.04804 .
12. D. V. Else, B. Bauer, C. Nayak, "Floquet Time Crystals", Phys. Rev. Lett. 117, 090402 (2016). C2016 American Physical Society.
13. Zhang J, Hess P W, Kyprianidis A, Becker P, Lee A, Smith J, Pagano G, Potirniche I D, Potter A C, Vishwanath A, Yao N Y and Monroe C 2017 Nature 543217–220 (Preprint 1609.08684)

Barrow Holographic Dark Energy Model with GO Cutoff

Arindam Saha *

ABSTRACT: This paper deals with Barrow holographic dark energy (BHDE) model in a spatially flat FLRW universe with Granda-Oliveros infrared (IR) cutoff, $L = (\alpha H^2 + \beta \dot{H}^2)^{-\frac{1}{2}}$. We investigate the evolution of universe which is assumed to be filled with noninteracting pressureless matter and BHDE as dark energy (DE) candidate. Both interacting and non-interacting cosmological scenario are considered here. It is found that this model is theoretically powerful to describe the late time accelerated phase of the universe. We note that the model behaves as the phantom source and the stability of the model is seen to depend on the Barrow exponent Δ .

Keywords- Barrow holographic dark energy, FLRW universe, Granda-Oliveros infrared (IR) cutoff, Cosmological parameters

I. INTRODUCTION

Accumulated data from various cosmological observations indicate that our universe is now experiencing a phase of accelerating [1]. It has been predicted that this late accelerating phase is attributed to an unknown matter having negative pressure known as dark energy (in short DE). There are many models proposed for dark energy in the literature through modified theories of gravity ([2] - [3]) and dynamical scalar fields ([4] - [8]).

Recently, a new form of dark energy based on holographic notion has been proposed considering the existence of some cosmic horizon. Based on the holographic principle in the framework of quantum gravity, the holographic dark energy (HDE) has been constructed. This dark energy model is very effective in describing the late-time acceleration quantitatively ([9] - [14]) and has been tested through observations ([15] - [17]). This model associates the dark energy density to the cosmic horizon and horizon entropy plays a crucial role in the HDE models. Another characteristic feature of HDE models is the long-distance cut off, also known as infrared cutoff (IR cutoff hereafter). This cutoff is not uniquely defined in cosmology. The particle horizon radius (R_H), the Hubble horizon ($L = H^{-1}$), the future event horizon (r_h), the Ricci scalar curvature radius (R_{CC}), the apparent horizon radius ($L = (H^2 + \frac{k}{c^2})^{-\frac{1}{2}}$), the formal generalization of R_{CC} , known as **Granda-Oliveros (GO)** cutoff, given by $L = (\alpha H^2 + \beta \dot{H}^2)^{-\frac{1}{2}}$, the age of universe (T), the conformal age of the universe (η), the radius of the cosmic null hypersurface, etc ([18] and the references there in are a comprehensive but not complete list of IR cut off

*Assistant Professor, Department of Physics, Jalpaiguri Government Engineering College, W. B., Pin-735102
Email: arindamjal@gmail.com

Received: 09 October 2020 / **Accepted:** 02 December 2020

used in cosmology).

Cosmological models are usually constructed taking into account perfect fluids or a mixture of non-interacting perfect fluids and each of them evolves separately according to energy conservation law. But the cosmological observations admit an interaction between them, hence it is interesting to study cosmologies with an interacting mixture of fluids. The exchange of energy among these fluids might play important role in the evolution of the universe.

J. D. Barrow ([19]) investigated the consequences for the black-hole area introducing fractal structure for the horizon geometry and proposed a new black-hole entropy relation which is given by

$$S_B = \left(\frac{A}{A_0} \right)^{1+\frac{\Delta}{2}} \quad (1)$$

where A and A_0 are the standard horizon area and Planck area respectively. The exponent Δ is bounded as $0 \leq \Delta \leq 1$ and denotes the quantum -gravitation deformation and hence the deviation from Bekenstein-Hawking (BH) entropy. This expression resembles Tsallis entropy but the involved physical principles and interpretation are completely different. With help of holographic principle, the use of Barrow entropy leads to Barrow holographic dark energy (BHDE) whose energy density is given by

$$\rho_B = CL^{\Delta-2} \quad (2)$$

where C is a parameter. The standard holographic dark energy density $\rho_D = 3c^2 M_P^2 L^{-2}$ can be obtained in this case $\Delta = 0$, where $C = 3c^2 M_P^2$ with c^2 the model parameter and M_P is the Planck mass.

In this present paper, we consider BHDE model in flat FRW universe with GO cutoff, which is defined as ([20], [21])

$$L = (\alpha H^2 + \beta \dot{H}^2)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Hence, substituting L in Eq. (2), we obtain the energy density of Barrow holographic dark energy namely

$$\rho_B = C(\alpha H^2 + \beta \dot{H}^2)^{\frac{2-\Delta}{2}} \quad (4)$$

where α and β are constants.

Recently, Saridakis [22] shown that the BHDE possesses basic HDE as a sub-case in the limit where Barrow entropy becomes the usual Bekenstein-Hawking one and this new scenario exhibits more richer and interesting phenomenology. Anagnostopoulos et al. [23] showed that the BHDE is in agreement with observational data, and it can serve as a good candidate for the description of dark energy. In the present work we study the dynamics of flat FLRW universe filled with a pressure less matter and BHDE. In the next section the cosmological parameters

are discussed using relevant field equations of flat FLRW cosmology. In section (3) a non-interacting and in section (4) an interacting BHDE model are discussed and finally in section (5) results from interacting and non-interacting models are compared and overall findings are summarized.

II. FIELD EQUATIONS AND THE COSMOLOGICAL MODEL

The dynamics of universe is governed by Einstein field equation is given by:

$$R_{AB} - \frac{1}{2}g_{AB}R = kT_{AB}, \quad (5)$$

where A and B runs from 0 to 4, R_{AB} is the Ricci tensor, R is the Ricci scalar and T_{AB} is the energy-momentum tensor. The 5-dimensional spacetime metric of Kaluza-Klein (KK) cosmology is (Ozel C. et al. 2010) the following:

$$ds^2 = dt^2 - a^2(t) \left[\frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 (d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \right], \quad (6)$$

where a(t) denotes the scale factor and $k = 0, 1(-1)$ represents the curvature parameter for flat and closed(open) universe. The Einstein's field equation in flat universe for the metric given by (2) becomes:

$$\rho = 3\frac{\dot{a}^2}{a^2} \quad (7)$$

$$p = -2\frac{\ddot{a}}{a} - \frac{\dot{a}^2}{a^2}. \quad (8)$$

The Hubble parameter is defined as $H = \frac{\dot{a}}{a}$ and the covariant derivative of five dimensional energy-momentum tensor $T_{;B}^{AB} = 0$ yields the continuity equation:

$$\dot{\rho} + 3H(p + \rho) = 0, \quad (9)$$

Using the equation of state $p = \omega\rho$ in five dimensions, the equation of continuity reduces to

$$\dot{\rho} + 3H\rho(1 + \omega) = 0, \quad (10)$$

where the total energy density $\rho = \rho_B + \rho_m$, where ρ_B corresponds to dark energy and ρ_m is for matter including Cold Dark Matter (CDM) with $\omega_m = 0$. For non-interacting fluid, the conservation equations for p_B, ρ_B and p_m, ρ_m are separately satisfied. For interacting dark energy models:

$$\dot{\rho}_m + 3H\rho_m = 0, \quad (11)$$

$$\dot{\rho}_B + 3H\rho_B(1 + \omega_B) = 0, \quad (12)$$

Density parameters are defined as

$$\Omega_m = \frac{\rho_m}{\rho_{cr}}, \quad \Omega_B = \frac{\rho_B}{\rho_{cr}}, \quad (13)$$

where $\rho_{cr} = 3H^2$. Eq. (12) can be written in terms of density parameters as:

$$\Omega_m + \Omega_B = 1 \quad (14)$$

Using Eqs. (13) and (14) we obtain:

$$r + 1 = \frac{1}{\Omega_B} \quad (15)$$

Substituting Eq.(2) in the expression of density parameter as in Eq.(13) we obtain

$$\frac{\dot{H}}{H^2} = \frac{1}{\beta} \left[-\alpha + \left(\frac{3\Omega_\beta}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \right] \quad (16)$$

Taking the time derivative of the density parameter with Eqs. (7) and (11) and defining $\Omega_B' = \frac{d\Omega_B}{d(\ln a)}$ we get

$$\Omega_B' = (1 - \Omega_B) \left[\frac{2}{\beta} \left(-\alpha + \left(\frac{3\Omega_\beta}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \right) + 3 \right] \quad (17)$$

Furthermore, the equation of state for Barrow holographic dark energy is given by

$$\omega_B = -1 - \frac{1}{3\Omega_B} \left[\frac{2}{\beta} \left(-\alpha + \left(\frac{3\Omega_\beta}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \right) + 3(1 - \Omega_B) \right] \quad (18)$$

Deceleration parameter is also evaluated as

$$q = -1 - \frac{\dot{H}}{H^2} = -1 - \frac{1}{\beta} \left[-\alpha + \left(\frac{3\Omega_\beta}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \right] \quad (19)$$

III. COSMIC EVOLUTION OF NON-INTERACTING BHDE MODEL

To describe the cosmic evolution the cosmological parameters Ω_B , ω_B and q have been plotted versus z for some values of Δ in Figs. (1), (2) and (3) respectively, whenever $\Omega_{B0} = 0.73$ and $H_0 = 0.07 \text{ Gy}^{-1}$.

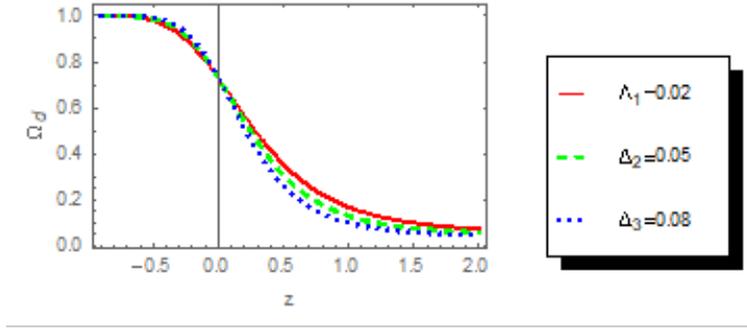


Figure 1: The evolution of Ω_B with z for different values of Δ . Here, $\Omega_{B0} = 0.73$, and $H_0 = 0.07 \text{ Gy}^{-1}$

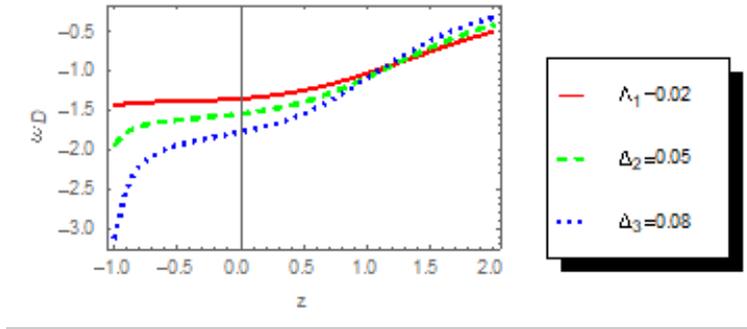


Figure 2: The evolution of EoS parameter ω_B with z for different values of Δ . Here, $\Omega_{B0} = 0.73$, and $H_0 = 0.07 \text{ Gy}^{-1}$.

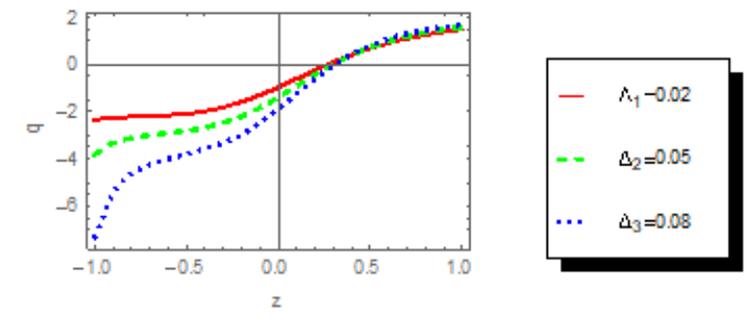


Figure 3: The evolution of q with z for different values of Δ . Here, $\Omega_{B0} = 0.73$, and $H_0 = 0.07 \text{ Gy}^{-1}$.

The evolution of density parameter Ω_B with redshift(z) for different values of model parameter Δ is found consistent with the current observations. Dark energy clearly dominated the late universe and gradually evolves to $\Omega_B = 1$ in the future regardless Δ values. We can observe that the EoS parameter of BHDE with GO cutoff begins in a quintessence era $\omega_B > -1$, but remains in phantom era in late time. Moreover it is observed that ω_B approaches to the cosmological constant ($\omega_B = -1$) at a value of redshift parameter in past and it is independent

of model parameter Δ , however it varies considerably with Δ throughout the evolution of universe. For higher Δ values the universe transits into the phantom era faster as compared to lower Δ values. Fig. (3) shows the evolution behaviour of the deceleration parameter (q) of the BHDE model versus redshift (z). The deceleration parameter goes to negative in recent past, suggesting a late time acceleration of the universe. For different values of Δ , the present value of q is seen to vary from -0.3 to -0.1 which is very much acceptable in light of supernovae data. For Δ is high the universe entered the accelerated phase earlier. In order to investigate the classical stability of the BHDE, we need to study the evolution of of the square of the sound speed evaluated as

$$v^2 = \frac{dp_B}{d\rho_B} = \frac{\dot{p}_B}{\dot{\rho}_B} = \omega_B + \omega_B \frac{\rho_B}{\dot{\rho}_B} \quad (20)$$

For the present model of BHDE v^2 is given by

$$v^2 = \omega_B + \frac{M}{\Omega_B} + \frac{2N}{3(1 + \omega_B)\Omega_B} \frac{\dot{H}}{H^2}, \quad (21)$$

where

$$M = 1 - \frac{2\alpha}{3\beta} - \frac{2\Delta}{3\beta(2 - \Delta)} \left(\frac{3\Omega_B}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \quad (22)$$

and

$$N = 1 - \frac{2\alpha}{3\beta} - \frac{2\Delta}{3\beta(2 - \Delta)} \left(\frac{3\Omega_B}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \left(1 - \frac{1}{H^2} \right) \quad (23)$$

The square speed of sound v^2 , represented by Eq. (21), is plotted as a function of redshift (z). It is observed that the BHDE model is unstable during the cosmic evolution.

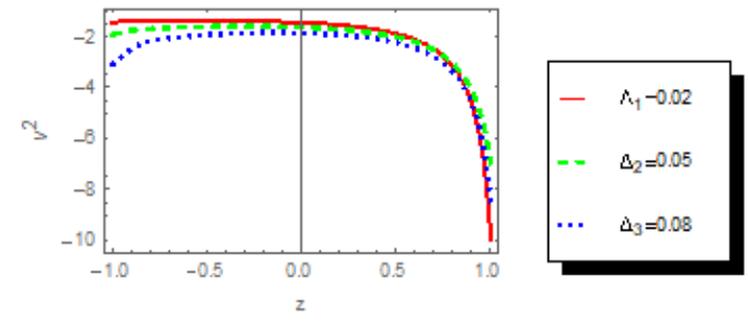


Figure 4: v^2 versus z for different values of Δ . Here, $\Omega_{B0} = 0.73$, and $H_0 = 0.07 \text{ Gy}^{-1}$.

IV. COSMIC EVOLUTION OF INTERACTING BHDE MODEL

We now study the evolution of universe filled by two liquids that are interacting. The total energy density $\rho = \rho_m + \rho_B$, where ρ_m and ρ_B denote the energy density of dark matter (DM) and BHDE respectively. The conservation law is decomposed as

$$\dot{\rho}_m + 3H\rho_m = Q, \quad (24)$$

$$\dot{\rho}_B + 3H\rho_B(1 + \omega_B) = -Q, \quad (25)$$

$$(26)$$

where Q gives the interaction between BHDE and DM. Here $Q = 3b^2H(\rho_m + \rho_B)$, where b^2 is the coupling constant. One can easily show that the the deceleration parameter (q) and EoS parameter (ω_B) have the same form as those of the non-interacting case. This indicates that the mutual interaction between DE and DM does not affect them. We only need to calculate Ω_B and v^2 in this case. The calculation leads to

$$\Omega'_B = (1 - \Omega_B) \left[\frac{2}{\beta} \left(-\alpha + \left(\frac{3\Omega_\beta}{C} \right)^{\frac{2}{2-\Delta}} H^{\frac{2\Delta}{2-\Delta}} \right) + 3 \right] - 3b^2 \quad (27)$$

From the Eq. (26) one can easily notice the dependency of evolution of the density parameter (Ω_B) on both the model parameter and the coupling parameter b^2 . It is observed that the future evolution of the density parameter is more influenced by the variation in the coupling parameter value (Fig. (5)). In the future universe the dark energy density dominates but its share is suppressed for a higher value of b^2 . On the other hand, the future evolution of the density parameter is almost independent on the model parameter Δ (Fig.(6)).

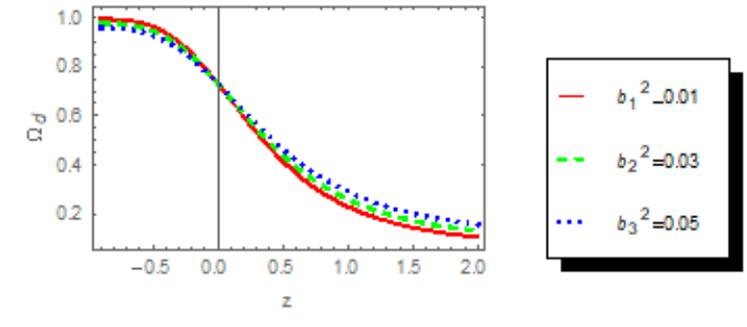


Figure 5: The evolution of density parameter Ω_B with redshift (z) for different values of b^2 . Here $\Delta = 0.08$.

Again to explore the classical stability of the interacting BHDE model we calculated the square speed of sound as

$$v^2 = \omega_B + \frac{M}{\Omega_B} + \frac{2N}{3\Omega_B \left[(1 + \Omega_B) + \frac{b^2}{\Omega_B} \right]} \frac{\dot{H}}{H^2} \quad (28)$$

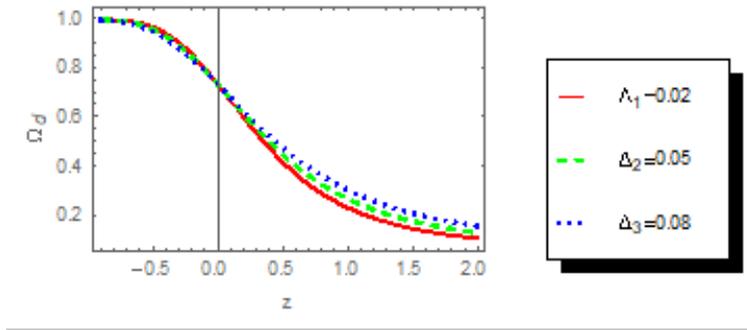


Figure 6: The evolution of density parameter with redshift for different values of Δ . Here $b^2=0.01$.

where M, N are given by Eqs. (22) and (23) respectively. Evolution of the classical stability of this model is shown in Fig. (7). It is interesting to note that the interacting BHDE model with GO horizon as the IR cutoff is stable throughout the whole cosmic evolution for a particular choice of the model parameter (Δ) and the coupling parameter (b^2). This is in contrast with the model with Tsallis holographic dark energy models where it begins to show stability from itself whenever $q \rightarrow \frac{1}{2}$ [24].

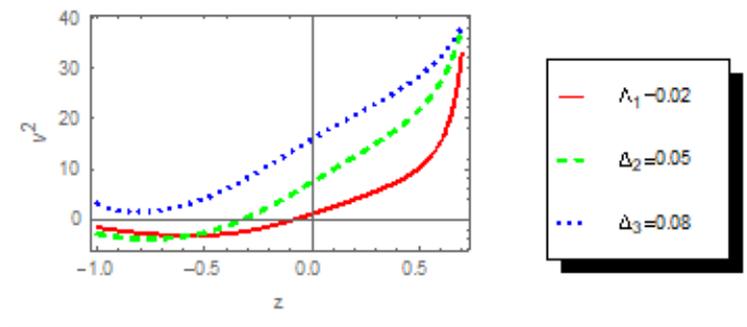


Figure 7: Classical stability of the interacting BHDE model for different values of Δ .

V. DISCUSSION

The recently suggested Barrow holographic dark energy has been investigated in flat FLRW universe with Granda-Oliveros infrared (IR) cutoff. With this choice of IR cutoff we have derived evolution of the cosmological parameters such as the density parameter (Ω_B), the equation of state (EoS) parameter (ω_B) and the deceleration parameter (q) as a functions of the redshift parameter z . It is seen that the present model can successfully incorporate late time acceleration of universe, though accommodating a late time phase of acceleration is often challenging in HDE without interaction in dark sector. One can obtain the usual thermal history of the universe, with the sequence of matter and dark energy eras. In other words both interacting and non-interacting BHDE models shows a smooth transition from deceleration era in early

universe to present acceleration era of the universe. Dark energy dominates the late universe and gradually evolves to $\Omega_B = 1$ in future regardless of Δ value. But its share is suppressed for a higher value of the coupling parameter b^2 in case of the interacting model. The corresponding dark energy equation of state (EoS) begins in a quintessence regime, remains in phantom regime in late time. It varies considerably with Barrow exponent Δ during the evolution of universe, but becomes equal to the cosmological-constant value -1 at a value of z which is independent of Δ . We also observe that non-interacting BHDE model is stable during the cosmic evolution. The interacting dark energy model, however, is favourable for a stable universe depending on the choice of model parameter Δ . Finally we would like to mention here that one can extend the analysis of the present paper in the case where Barrow exponent depends on time and scale to incorporate more complex and dynamical deformation of black hole horizons. This necessary study lies beyond the scope of the present work and is left for future investigation.

Reference:

- [1] Riess A G and et al. 1998 Astron. J. **116**, 1009; Perlmutter S and et al. 1998 Nature **51**, 391; Perlmutter S and et al. 1999 Astrophys. J. **517**, 565; Perlmutter S and et al. 2003 Astrophys. J. **598**, 102
- [2] Tsujikawa S. 2013 Class. Quantum Grav. **30**, 214003
- [3] Chiba T and et al. 2000 Phys. Rev. D **62**, 023511
- [4] Harko T and et al. 2011 Phys. Rev. D **69**, 024020
- [5] Nojiri S and Odintsov S D 2006 Phys. Rev. D **74**, 086005
- [6] Nojiri S, Odintsov S D and Oikonomou V K 2017 Rep. **692**, 1-104
- [7] Cladwell R R 2002 Phys. Lett. B **515**, 23
- [8] Alves M E S and et al 2011 Phys. Lett. B **700(5)**, 283-288
- [9] Li M 2004 Phys. Lett. B **603**, 1
- [10] Wang S and Wang Yi and Li Miao 2017 Physics reports **696**, 1-57
- [11] Pavon D and Zimdahl W 2005 Phys. Lett. B **628**, 206
- [12] Nojiri S and Odintsov S D 2006 Gen. Relativ. Grav. **38**, 1285
- [13] Setare M R and Saridakis E N 2006 Phys. Letts. B **642**, 1
- [14] Setare M R and Saridakis E N 2008 Phys. Rev. D **670**, 1

- [15] Zhang X and Wu F Q 2005 Phys. Rev. D **72**, 043524
- [16] Li M and et al. 2009 JCAP **0906**, 036
- [17] Sadri E 2019 Eur. Phys. J. C **79(9)**, 762
- [18] Ghaffari S and et al 2014 Phys. Rev. D **89**, 123009
- [19] Barrow J D 2020 Phys. Letts. B **808**, 135643
- [20] Granda L N 2008 Phys. Letts. B **669**, 275
- [21] Granda L N 2009 Phys. Letts. B **671**, 199
- [22] Saridakis E N 2020 Phys. Rev. D **102**, 123525
- [23] Anagnostopoulos Fotios K. and et al 2020 Eur. Phys. J. C **80**, 826
- [24] Zadeh MA 2018 Eur. Phys. J. C **78**, 940

Angle Between Annihilators of Two Frames of subspaces in A Hilbert Space

Gopal Das *

Abstract

In this paper, we study the angle between two closed subspaces of H in terms of annihilators of frames of subspaces.

Keywords: Annihilators of subspaces, frames, angle between subspaces

1. Introduction :

Let H be a separable Hilbert space. A sequence $\{f_k\}_{k \in I}$ in H is called a frame for H , if for all $f \in H$,

$$A\|f\|^2 \leq \sum_{k \in I} |\langle f, f_k \rangle|^2 \leq B\|f\|^2$$

for some positive constants A, B and I is an index set.

The constants A, B are called a lower and an upper bound of the frame respectively. The notion of frames was first introduced by Duffin and Schaeffer (1952) in the context of nonharmonic Fourier Series. Daubechies et. al. (1986) applied the notion of frames in the field of wavelet and frequency analysis, analysis and design of over sampled filter banks and error corrections codes. Young (1980) proved that every element in the space can be represented as a series in terms of elements in a frame. In next section we recall some definitions and related results.

2. Some Definitions and Notations: A frame is called exact, if it ceases to be a frame when an element in removed. A sequence in H is said to be a frame sequence if it is a frame for its closed span.

If M and N are closed subspaces of H . We denote $M \ominus N = M \cap N^\perp$ where $N^\perp = \{x \in H : \langle x, y \rangle = 0 \text{ for all } y \in N\}$. If $M \cap N = \{\theta\}$, we denote by $M \dot{+} N$ the direct sum of M and N . If the sum is orthogonal, we write $M \oplus N$. Here we recall the definition of angle between two subspaces of H which was introduced by Kato (1984).

Definition 1: Let M and N be two closed subspaces of the Hilbert space H . The cosine of the angle of M and N is

$$c[M, N] = \sup\{|\langle u, v \rangle| : u \in M \ominus N, v \in N \ominus M, \|u\| = 1, \|v\| = 1\}.$$

*Assistant Professor, Department of Mathematics, Krishnagar Government College, Krishnagar, Nadia
Email: gopaldasju@gmail.com

Received: 09 February 2020 / **Accepted:** 21 April 2020

If $M \subset N$ or $N \subset M$, we define $c[M, N] = 0$. The sine of this angle is denoted by $s[M, N] = (1 - c[M, N]^2)^{1/2}$.

Following properties are well known from Antezana et al. (2005):

1. $c[M, N] = c[N, M] = c[M \ominus N, N] = c[M, N \ominus M]$
2. If $\dim M < \infty$, then $c[M, N] < 1$.
3. $c[M, N] < 1$ if and only if $M + N$ is closed.
4. $c[M, N] = c[M^\perp, N^\perp]$.
5. $c[M, N] = \|P_M P_{N \ominus M}\| = \|P_{M \ominus N} P_N\| = \|P_M P_N - P_{M \cap N}\|$
6. $s[M, N] = \text{dist}(N, \{x \in M \ominus N : \|x\| = 1\})$

Definition 2: If V is a vector space over the field F and S is a subset of V , **the annihilator of S** is the set S^0 of linear functionals on V such that $f(\alpha) = 0$ for every $\alpha \in S$.

In this paper we study the angle between two closed subspaces of H in terms of annihilators of frames.

3. Main Results If V is a vector space over the field F and S is a subset of V , **the annihilator of S** is the set S^0 of linear functionals on V such that $f(\alpha) = 0$ for every $\alpha \in S$.

In this paper we study the angle between two closed subspaces of H in terms of annihilators of frames.

3. Main Results:

Suppose H be a finite dimensional Hilbert space with inner product \langle, \rangle . We show that every frame in H contains a subset which is a basis for H . Here we use the notion of frame operator. For each frame $\{f_k\}_{k=1}^m$ in H , we define following operators in H as follows:

$$T: \mathbb{C}^m \rightarrow H$$

by $T(\{c_k\}_{k=1}^m) = \sum_{k=1}^m c_k f_k$

T is called synthesis operator and $S = TT^*$ is called frame operator, where T^* is the adjoint operator of T and

$$S: H \rightarrow H$$

is defined by

$$S(f) = TT^*(f) = \sum_{k=1}^m \langle f, f_k \rangle f_k, \forall f \in H$$

Theorem 3.1:

Let $\{f_k\}_{(k=1)}^m$ be a frame in H . Then $\{f_k\}$ has a subset which is a basis for H .

Proof: Suppose $S: H \rightarrow H$ be the frame operator of the frame $\{f_k\}_{(k=1)}^m$ in H . Clearly S is self-adjoint and bijective.

Now for each $f \in H$, $f = SS^{-1}f = \sum_{k=1}^m \langle S^{-1}f, f_k \rangle f_k$, f can be represented as

$$f = \sum_{k=1}^m \langle f, S^{-1}f_k \rangle f_k,$$

Therefore $span\{f_k\}_{k=1}^m = H$. If $\{f_k\}_{k=1}^m$ is linearly independent, the $span\{f_k\}_{k=1}^m$ is a basis of H , otherwise by deletion theorem of vector space, there is a subset of $span\{f_k\}_{k=1}^m$ in H which is a basis of H .

Now we study the cosine of the angle of two subspaces in terms of annihilators of the subspaces.

Suppose $P = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ and $Q = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ be two subsets of H and $F = span(P)$ and $G = span(Q)$. The annihilators of P and Q are defined as

$P^0 = \{g \in H^* : g(f_i) = 0 \text{ for all } f_i \in P\}$ and $Q^0 = \{h \in H^* : h(g_i) = 0 \text{ for all } g_i \in Q\}$, where H^* is the dual space of H .

Then $P^0 = span\{f_1^*, f_2^*, \dots, f_k^*\}$ and $Q^0 = span\{g_1^*, g_2^*, \dots, g_m^*\}$ where $\{f_1^*, f_2^*, \dots, f_k^*\}$ and $\{g_1^*, g_2^*, \dots, g_m^*\}$ denote the dual bases of P and Q respectively.

Now for any $g \in P^0$ and $h \in Q^0$, g and h can be expressed as $g = \sum_{i=1}^k g(f_i)f_i^*$ and $h = \sum_{i=1}^m h(g_i)g_i^*$.

Then

$$\langle f_i^*, g_j^* \rangle = \begin{cases} \sum_{l=1}^k \overline{g_j^*(f_l)} f_l^*(g_i) & \text{if } m \leq k \\ \sum_{l=1}^m \overline{g_j^*(f_l)} f_l^*(g_i) & \text{if } m > k \end{cases} = \langle f_i, g_j \rangle$$

Theorem 3.2: Let H be a finite dimensional Hilbert space with the inner product $\langle \cdot, \cdot \rangle$ and $P = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ and $Q = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ be two subsets of H and $F = span(P)$ and $G = span(Q)$. Then $c[F, G] = c[P^0, Q^0]$, where S^0 denotes the annihilator of the set S .

4. Conclusion:

A frame in a finite dimensional Hilbert space H spans H and so it has a subset which is a basis of H , and angle between two subspaces of H is equal to the angle between the annihilators of frames of those subspaces.

References

[1] Antezana JA, Corach G, Ruiz M, Stojanoff D (2005) *Weighted projections and Riesz frames*, Linear Algebra Appl. 402, 367-389

- [2] Daubechies I, Grossmann A, Meyer Y(1986)*Painless non-orthogonal expansions*, J. Math. Phys. 27, 1271-1283.
- [3] Duffin JR, Schaffer AC (1952) A Class of non-harmonic Fourier series, 72, 341-366.
- [4] Kato T (1984) *Perturbation theory of Linear Operators*, 2nd ed, Springer, New York.
- [5] Young R (1980) *An Introduction to nonharmonic Fourier series*, Academic Press, New York.

Understanding the Barriers in Making the Villages Free from Open Defecation

Debasree Bose *

ABSTRACT: Sanitation is a way of life, which requires change in attitude and behavior based on internalization of the need for sanitation. There are many social, economic and other types of barriers which are faced by the individual or the community in adopting sanitation practices and making the area ODF. However, sanitation programme in India has remained essentially top down which fails to address the bottlenecks at the said levels and being guided by a blue print approach even lower units of administration also face bottleneck in implementing the programme. Therefore, situation in the grass root level in adoption of sanitary practices seems to change very slowly or is hardly changing in some areas. UNICEF and World Bank have developed a tool for Bottle Neck Analysis (WASH-BAT) in inter-related sector of Water, Sanitation and Hygiene. The overall aim of the WASH-BAT is to increase sector resources and efficiency to achieve more sustainable and equitable outcomes. The core field visit in the GPs reveal quite contrasting features among ODF and Non-ODF GPs which has been addressed in the above section. Naturally, the outcome of WASH-BAT complements the causes behind poor performance of the GPs. The barriers are actually turned out as the main reasons for lack of progress in the GPs. The paper has also suggested some policies for improvement of such scenario.

Key words: Sanitation, WASH-BAT, ODF, Gram Panchayat (GP), Community

1. Introduction:

Sanitation is a way of life, which people acquire with general improvement of their social and economic conditions. That is hardly felt as a need by the people in the rural areas. However, given the importance of safe sanitation practice for a healthy living and the high burden of preventable diseases to which people are exposed due to poor sanitary practice the government has given much importance to making the country ODF (Open Defecation Free). However, it is also interesting to note that even understanding at the policy level has matured over time and focus on making compact geographical areas ODF has been given only recently, nearly three decades after the Central Rural Sanitation Programme (CRSP) was launched and construction of toilets was the expected programme outcome. Improving sanitary practices requires action at the level of every individual requiring change in behaviour which also requires more resources to be invested onetime for acquisition of requires sanitary facilities and small amount of regular expenditure for procuring soap and other cleaning materials to facilitate rigorous hygiene practice. Therefore, migration to a better sanitary behaviour requires not only social issues

*Assistant Professor, Department of Economics, Krishnagar Govt. College

Email: bosedebasree91@gmail.com

Received: 2 March 2020 / **Accepted:** 8 August 2020

related to behaviour changes and demand for required infrastructure but also issues related to delivery of services for construction of sanitary structures as well as availability of funds. The latter is associated with both adoption of appropriate policy for allocation of resources and management of supply for smooth delivery of services. Usually demand of the people is taken care by the market but due to poor demand operation of market has been limited, particularly in the rural areas. In this context the government has to step in for both generation of demand and also take care of the supply arrangement as has been adopted in implementation of sanitation programme in India. The programme interventions should ideally take care all the issues involving demand of toilets and supply of quality infrastructure for attainment of ODF status. There has been improvement in approach to sanitation to make the programme more participatory and led by the people. However, the same has remained essentially top down which fails to address the bottlenecks at the implementation level.

This paper analyses the bottlenecks found through field survey in the rural areas of Maharashtra. The bottlenecks have been identified through two different processes. The first is through field study conducted for identifying bottlenecks in the year 2014 and 2015 and the second one is visit to study status of implementation of Swachh Bharat Mission (SBM) in selected ODF Gram Panchayats (GPs) and poor performing GPs during the year 2016. Main findings are that there exists severe bottlenecks and the bottlenecks faced to implement the programme increases as one goes down from the district to the village level. The paper also identifies some of the required policy changes to remove the bottlenecks in attainment and sustenance of ODF status in the rural areas, which are generally applicable for the other states also. The first and the most crucial step to take action against any social problem is to locate the areas of shortfalls and difficulties that hindering the smooth path of progress. Many have raised concern about the poor sanitation scenario in rural India; a “social stigma” for which the country had been fighting a multi-decade battle. Acute state of sanitation in rural India is well known but the causes behind such condition still remains a puzzle. Sanitation has been accorded with high priority in National Agenda now a days with the initiation of Swachh Bharat Mission (SBM). But the situation in the grass root level seems to change very slowly or hardly changing in some of the cases. The reasons behind such sluggish rate of progress required to be addressed as soon as possible to let the hard stone rolling. The bottleneck analysis fetches out the existing barriers in each tiers of hierarchical system of administration in rural Maharashtra.

2. Data and Methodology:

UNICEF and World Bank have developed a tool for Bottle Neck Analysis (WASH-BAT) in inter- related sector of Water, Sanitation and Hygiene. The overall aim of the WASH-BAT is to increase sector resources and efficiency to achieve more sustainable and equitable outcomes. It is basically a sector analysis tool that identifies enabling factors to measure the extent of bottlenecks by providing suitable scores against each factors. For this study four districts, namely, Nanded, Osmanabad, Aurangabad and Jalna, with different geographic settings and performances under SBM, have been chosen. Two blocks from each of these districts, one with better and the other with worse performance under SBM (G) during the year 2015-16, were

selected for the study.

Sampling Method: GPs were identified keeping in mind the diversity in performance and phase of implementation of the SBM across four districts following stratified random sampling method so that each district must have at least one NGP and one AIP poor performing GP for the sake of comparison. The study conducted in 13 GPs as shown in the Table 1 below, which also shows the nature of each GP selected for the study. The study is based on mainly Focus Group Discussion (FGD) and observations. Hence entire GPs are served as samples of the study. The community level study was conducted in the villages within the GPs where the study was conducted and HHs from wide section of the society was consulted to obtain their feedback.

Table 1: List of GPs Studied and their Features

Sl. No.	District	Block	GP	Nature of GP
1	Aurangabad	Sillod	Bharadi	AIP Poor performing
2			Sarati	NGP GP
3		Aurangabad	Apatgaon	AIP Good performing
4			Jowdwadi	AIP Poor performing
5	Nanded	Ardhapur	Delub	NGP GP
6			Amrabad	AIP Poor performing
7		Mukhed	Tandali	AIP Poor performing
8	Osmanabad	Lohara	Nagral	NGP GP
9		Tuljapur	Arli (Khard)	AIP Poor performing
10			Sarola	NGP GP
11	Jalna	Mantha	Thengewadgaon	NGP GP
12			Ambodakadam	AIP Poor performing
13		Ghanswangi	Maharjawala	AIP Good performing

For the selection of enabling factors an indicator was worked out against every enabling factor to judge the condition to be satisfied for presence of the factor. There are several aspects to be judged against each indicator for which five predominant criteria, which need to be satisfied for having favorable conditions for the enabling factor to be operative, were identified based on previous experience and prior visit to the field. For Community level the enabling factors were 5 and that for the GP was 10 (same as 2014-15) and those at the Block and ZP levels increased to 7 from 6 considered during the exercise taken up in the year 2014-15. The ground reality in respect of each criteria was to be captured through a system of assigning score. Such exercise tends to become subjective. To avoid subjectivity to the extent possible, the most possible five scenarios were identified in respect of each criteria through preliminary discussions and field knowledge gathered from visiting the districts. Thus, each question related to any particular indicator had five possible levels of responses from most enabling to most obstructing situations and that helped to classify the replies for assigning scores objectively.

Based on the ground reality, a score in a scale of 0 to 1, in steps of 0.25, has been assigned to indicate each possible scenario. The scheme of scoring is given in Table 2 below. The score

is 1 if the criterion has no possibility of facing a bottleneck and the score is 0 if the chance of facing a bottleneck is very high. The situation in between has been segregated into three different categories: (i) one with adequate performance which does not substantially affect the implementation of SBM, (ii) the next condition reflects equal chance of performance or non-performance and the same has been termed as average performance against the criteria and (iii) the third condition reflects a more adverse scenario in which severe bottleneck is likely to be faced but the work does not get stopped and the same has been termed as weak performance against criteria. The score has been assigned based on the score of the possible response, which is closest to the actual response for any enabling criterion. All the factors and the criteria have been given equal weightage since working out relative weightage is neither easy nor felt necessary. The score of each enabling factor in respect of each tier has been worked out by taking the average score considering all the responses from that particular tier.

Total score below 2 under any enabling factor has been considered to signify severe bottleneck and that between 2 and below 4 is considered moderate bottleneck. The analysis presented below is based on total score under each factor. For easier interpretation of the score those have been shown in different colours. Red signifies severe bottleneck, yellow signifies moderate bottleneck and green signifies absence of any significant bottleneck.

Table 2: Scoring Criteria

Score	Description
1.00	No issue associated with criterion
0.75	Adequate performance against criterion
0.50	Average performance against criterion
0.25	Weak performance against criterion
0.00	No performance against criterion

3. Results and discussion:

a. Bottlenecks Faced at Community Level

The summarized score sheet for the community is shown in Table 3. There are bottlenecks in all the five enabling factors of which two are of severe nature. In the analysis of the previous year, four of the enabling factors faced severe bottlenecks. To appreciate the change in existence of bottlenecks the scores of the previous year is also shown in the table. The overall score during the year 2014-15 was 1.5 indicating severe bottlenecks and the same has improved to 2.0, which is just above severe category implying that there has been a general reduction of the barriers at the community level. The improvement is maximum for supply arrangement, which is more driven by the market. The least improvement has been for the social context, which is more difficult to change and the same is followed by resources available with the GP. In order to appreciate the association of the bottlenecks with the socio-economic background of the HHs, the average score of HHs from selected backgrounds are given in Table 4.

Table 3: Summarized Score Sheet for Community Level BAT

Enabling Factors	Score (2015-2016)	Score(2014-2015))
Social context	2.2	2.1
Availability of Resources	1.9	1.7
Advocacy for demand generation	2.2	1.3
Supply arrangement	2.1	1.0
Participation and equity	1.8	1.2
Average score	2.0	1.5

Table 4: Average Scores by selected socio-economic profile of the community members

Profile	Indicator ¹ 1	Indicator 2	Indicator 3	Indicator 4	Indicator 5
Economic level					
APL	2.72	2.34	2.19	2.62	1.85
BPL	1.80	1.54	2.16	1.57	1.70
Caste					
SC	1.95	1.78	2.60	1.84	1.92
ST	1.62	1.65	1.63	1.57	2.19
VJNT	0.41	1.04	0.52	0.42	0.23
OBC	3.00	2.18	2.63	2.75	2.75
Other	3.18	2.46	2.39	3.24	2.58
Open defecation/Not having toilet	1.32	1.07	1.63	1.08	1.40
Total	2.2	1.9	2.2	2.1	1.8

The most critical bottleneck being faced at the community level is the participation of the people and their willingness to improve their sanitary practices. It was found that open defecation was very common in the study villages. Most critically, no mechanism exists within the community to watch and keep these villages ODF and clean. Involvement of household members from weaker sections in making the village ODF was not much encouraging. From Table 4 it is noted that in relation to community participation the possibility of facing bottlenecks is comparatively higher among socially disadvantaged sections and BPL households than the other caste group members and APL households. This reflects the need for a continuous advocacy and ensuring participation of all households, particularly the poorer and the socially weaker sections. The possibility of not facing bottlenecks for community participation is much higher among the households where the members use the toilets than the households who do not use

¹Note: Indicator 1 denotes “Socio- economic political context”; Indicator 2 denotes “Availability of necessary resources”; Indicator 3 denotes “Demand for construction of toilets”; Indicator 4 denotes “Community awareness of supply arrangement and its functionality”; and Indicator 5 denotes “Willingness of community to improve their sanitary practice”. Socially disadvantageous caste group includes households belong to SC, ST, VJNT and OBC communities.

toilets or practice open defecation. It implies that the low hanging fruits have been harvested and there must be greater effort in reaching the weaker and the poorer families to ensure their participation. Table 5 also revealing that in relation to advocacy and demand generation the possibility of facing bottlenecks is comparatively higher for BPL than the APL households and the socially backward sections than the others. The study also found that the sensitization programs for the poorer or socially weaker section, including tribal population was not very effective. It clearly indicates that IEC for awareness generation activities have not been taken up appropriately and adequately. One positive factor is that the villagers were aware of the ODF goal and willing to achieve that. However, the involvement of the community members in preparation of the ODEP was limited and many of them were neither aware of ODEP nor so willing to support its implementation.

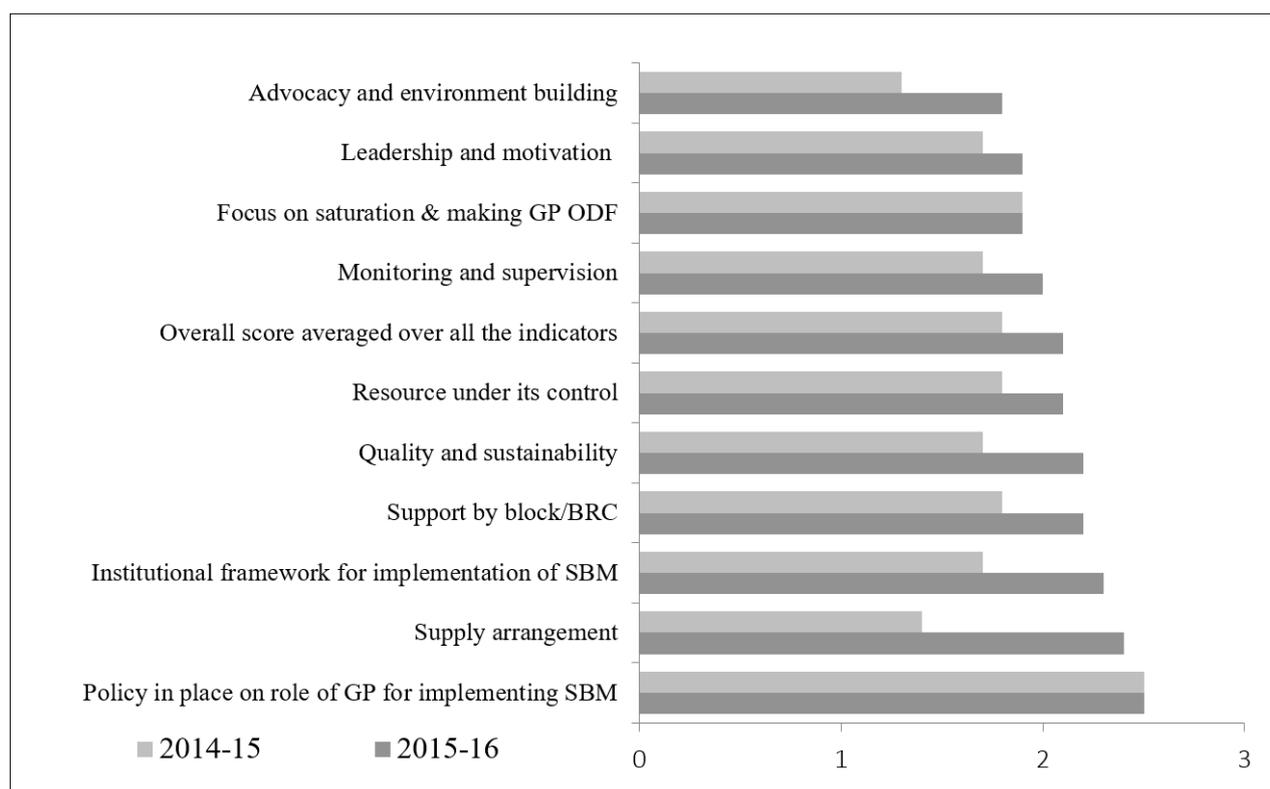
b. Bottlenecks Faced at GP Level

Ten enabling factors, which are the same as those used in the earlier exercise, were considered for understanding the bottlenecks at the GP level. The combined scores for all the GPs visited in respect of each of the 5 indicators for every enabling factor has been given in Annexure A2. The summarized score in respect of each enabling factor is given in Table 5 below along with the corresponding scores of the previous year. There has been a general improvement of the scores for all the enabling factors and the average score has improved from 1.8 to 2.1 indicating reduction of bottlenecks at the GP level. However, three of the enabling factors stand to be still critical due to existence of severe bottlenecks. These are 'Advocacy for demand generation', 'Capacity to deliver and motivation' and 'Focus on saturation making GPs ODF'. In respect of the first two of these three factors there has been some improvement over that of the last year but in respect of the third factor the same status as that of last year has been continuing. However, though there has been improvement in barriers faced at GP level on taking up advocacy, the response at the community level does not really substantiate that such activities were actually carried out since the barrier is still severe. So, the effectiveness of advocacy needs to be looked into. The improvement is probably due to effort by the implementing authorities in improving the various enabling factors. Some of the factors, like supply arrangement has improved to some extent through market mechanism. However, one should feel concerned with the bottleneck at the GP level, as it is still far behind the target. Comparative scores for the two years are shown graphically in Figure 1. The current status and its implication in implementation of SBM is narrated below for the enabling factors.

Table 5: Summarized Score Sheet for GP Level BAT

Sl. No.	Gram Panchayat level	Score (2015-2016)	Score (2014-2015)
1	Policy in place on role of GP for implementing SBM	2.5	2.5
2	Institutional framework for implementation of SBM	2.3	1.7
3	Capacity to deliver and motivation	1.9	1.7
4	Supply arrangement	2.4	1.4
5	Advocacy for demand generation	1.8	1.3
6	Resource under its control	2.1	1.8
7	Monitoring and supervision	2.0	1.7
8	Support from Block Development Office (PS)	2.2	1.8
9	Quality and sustainability	2.2	1.7
10	Focus on saturation & making GPs ODF	1.9	1.9
	Overall score averaged over all the indicators	2.1	1.8

Figure 1: Changes in bottlenecks at GP level between 2014-15 and 2015-16



Advocacy and demand generation seems to be the most important bottleneck at the GP level although there has been some improvement. Though, in most of the GPs IEC materials developed by the state are available for use but there is no uniformity in implementation of IEC

activity. Nirmal Doots designated to promote awareness and encourage toilet usage through IEC activities are also not there and use of community workers like ASHA/Anganwadi workers etc. or civil society members is limited. Initiatives taken up by GPs to promote IEC including IPC to meet local need are insufficient. Due to lack of fund hardly any IEC activity is performed by the GPs of their own though some GPs took IEC activities which involved no or little cost. Lack of focus on reaching saturation by universalizing coverage of household toilets for making the villages ODF is the only enabling factor for which there has been no improvement over the year. So, it continues to be one of the most critical bottleneck at the GP level. Many GPs are not that serious to take action against those defecating in the open for which strong directive is necessary from the government. In a project for demonstration of ICT for improved and evidence-based monitoring of sanitation status by RF, all the 10 GPs taken up under the project were found to have all their 101 Hagandaris in use.

Many GPs reported that due to non-availability of specific guideline from Government they could not use the 14th FC fund for sanitation program. Use of MGNREGS fund for constructing toilets is possible but the GP functionaries are apprehensive of the cumbersome and lengthy processes. However, own resources of the GPs are inadequate for making substantial investment in improving sanitation. Therefore, the GPs are not able to provide support to repair the defunct toilets, which have been kept outside the scope of the activities to be funded under SBM. . It was also observed that there is a lack of adequate knowledge on the technical aspects of the structure of the underground pits and other features of a hygienic toilet. However, the support from the Block Development Offices has improved over the last one year. However substantial bottlenecks still exist and this is an area where further improvement is possible through administrative efforts. The main areas which require improvement are timely sharing of all GRs and explaining the same to all the functionaries of the GPs, more frequent visit of the block officials and Junior Engineer (JE) for technical guidance and taking measurements and promptly addressing the problems reported by the GPs or observed by the block functionaries. GPs have operational freedom to take up sanitation works within the guidelines of the SBM. However, GP functionaries have neither any clearly defined accountability to the elected representatives or the people for implementation of SBM nor the Sarpanches/Gram Sabha are so empowered to demand accountability from the GSs.

Lack of proper supply arrangement is another bottleneck in this aspect, though the situation has improved over the last one year. Since total number of construction has increased that has resulted in widening the market and the market mechanism has probably resulted in reduction of bottleneck in this respect. There are relatively fewer bottlenecks related to policy on role of GP in implementing SBM. However, the functional responsibilities are not so institutional assigning providing access to sanitation as a core function of the GP. Only few GPs feel that making the area ODF is their responsibility as a local Government.

c. Bottlenecks Faced at Block Level

Eight blocks of four districts were selected for understanding the bottlenecks at the block level. One of the block in each district had good performance during the current year while the other had poor performance. The study team visited all the eight blocks but required interaction

was not possible in two blocks because persons concerned were not available. Some information were gathered from those blocks but those have not been used for scoring the enabling factors. The role of the block is mostly of supportive and supervisory nature, which is very critical for activating the entire GP and community level processes. Timely flow of fund has been found to be an important enabling factor requiring better understanding of the issues involved. Therefore, a separate factor on Fund Flow has been added in the study of 2015-16, which makes the total number of enabling factors to be 7 for the block level analysis. The summarized score sheet is placed in Table 6 below along with corresponding score for the previous year.

Table 5: Summarized Score Sheet for GP Level BAT

Sl. No.	Block/Panchayat Samiti level	Score (2015-2016)	Score (2014-2015)
1	Policy on role of block (PS) in implementing SBM	2.6	2.8
2	Institutional framework for delivery	2.3	2.5
3	Fund flow and related processes	1.8	-
4	Capacity to deliver and motivation	1.9	1.7
5	Advocacy for demand generation	2.2	1.4
6	Support received from ZP	3.1	3.3
7	Monitoring and supervision	2.2	1.7
	Overall score averaged over all the indicators	2.3	2.2

There has been substantial improvement in ‘Advocacy and environment building’ followed by ‘Monitoring and supervision’. There has been a marginal decline in score for ‘Support received from ZP’ although that has the highest score indicating least bottleneck among all the block level enabling factors. It may be mentioned that support received from KRCs has been added in the current year as an indicator under this category. The average score has improved marginally from 2.2 worked out in the previous year to 2.3. However, the newly added factor has a score of 1.8, which has pulled down the average score. This indicates that implementation of the program has gradually contributed to removing bottlenecks.

The most severe bottlenecks at the block level are those related to flow of fund to the beneficiaries and meeting financial requirement at the block office. Procedural delay is common in sanctioning the proposals from GPs for construction of IHHLs. Though one third of the blocks have an annual budget for IEC or training but flow of fund for taking up such activities is very limited and uncertain. The rest of the blocks do not have any scope to spend money for such activities. The other serious bottleneck at the block level is the lack of capacity and motivation to take up the challenge of making the area ODF in a time bound manner. Trainings for BRC and CRC staff are also not adequate. Many blocks do not have trained BRC or CRC. Average vacancy of the BRCs and the CRCs were 22% and 26% respectively. However, the same varies widely across districts, from nil to 63% for the former and 9 to 44% for the latter category. Further, infrastructural arrangement is also not adequate for them to perform their responsibilities. The score on the policy framework is higher than many other enabling factors but there has been a marginal decline in the score compared to that of the last year.

There is scope for improvement in the policy framework so that the PS has more clearly defined roles in implementation of SBM. Resources for discharging such responsibilities should also be available with as little dependence on higher tiers as possible. A substantial proportion of the block level employees feel that responsibilities are not clearly assigned or they find the GRs difficult to understand. Except in a few blocks, allocated fund is not sufficient and fund flow is rather irregular.

d. Bottlenecks Faced at ZP Level The bottlenecks faced at the ZP level have been worked out using the ZP level tools in four ZPs, namely Nanded, Aurangabad, Jalna and Osmanabad districts. The enabling factors used for ZP has remained the same as that of the last year except that fund flow and related processes has been added as a new factor, similar to what has been done for the block level analysis. The summarized score sheet is shown in Table 7 below.

Table 7: Summarized Score Sheet for District Level analysis

Sl. No.	Block/Panchayat Samiti level	Score (2015-2016)	Score (2014-2015)
1	Policy on role of ZP in implementing SBM	2.7	3.1
2	Institutional framework for delivery	2.4	2.4
3	Fund flow and related processes	3.0	-
4	Capacity to deliver and motivation	3.0	3.4
5	Advocacy and demand generation	2.5	1.9
6	Support received from state government	3.1	3.3
7	Monitoring and supervision	2.8	1.9
	Overall score averaged over all the indicators	2.8	2.7

The lowest score among all the enabling factors for ZP level analysis is for institutional framework for delivery. Though, many ZP functionaries have all the GRs with them, but responsibilities are not clearly assigned to many of them. . Overall vacancy of DWSM has been 28% which varied from 19% to 38%. ZP functionaries are held responsible for any failure by the political executives in two districts while ZP functionaries have never been asked to explain any poor performance in the other two districts, implying poor functional accountability. Again, understanding of the state policy and responsibility of ZP differs across the districts. In half of the districts, ZP functionaries own the programme and have clear understanding of their role as assigned to ZP through GRs, while in the remaining districts, the work of ZP functionaries are getting affected in the absence of clarity of such understanding. From the field experience, it seems that involvement of CEO in personally monitoring SBM makes a lot of difference and the state has to ensure their involvement in monitoring of SBM. During the last one year, ZP functionaries of one district did not face any shortage of funds for releasing incentive. However, receiving allotted fund from treasuries for being credited in SBM account normally takes more than a month, which delays the process of fund utilization. In two districts, MGNREGS funds

are used to construct 25% or more of total construction while in the remaining two districts MGNREGS funds is used only in selected blocks.

e. **Overall assessment of bottlenecks at various levels** The summarized average scores reflecting overall bottlenecks faced at different levels is shown in the Table 8.

Table 8: Average Scores during the Two Years

Level	Community	GP	Block	ZP
Average score (2015-16)	2.0	2.1	2.3	2.8
Average score (2014-15)	1.5	1.8	2.2	2.7

Table 8 clearly shows that severity of bottlenecks faced is highest at the community level. Average score for ZP is the highest at 2.8 which declined to 2.3 for PS and 2.1 for GP. Average score for community level is 2.0, which is the lowest but marginally above the score for GP level bottlenecks. However, the general pattern of more severity of bottlenecks faced at lower levels compared to those faced by the higher tiers, like that of the previous year. The maximum improvement during the last one year has taken place at the community level followed by that at the GP level. The improvement in these two levels were higher since the absolute level of bottlenecks were quite low in the previous year and it was easier to improve from that level. Therefore, even small interventions resulted in reduction of the bottlenecks to some extent. The change in average incidence of bottleneck being faced at different levels as one moves from ZP to the community level is shown schematically in Figure 2.

Figure 2: Change in Average Score Reflecting Incidence of Bottlenecks across Tiers



Table 10: Scores for Common Enabling Factors across Three Tier Panchayats

Enabling factors	ZP	Block	GP
Institutional framework for delivery	2.4	2.3	2.3
Advocacy & demand generation	2.5	2.2	1.8
Support from higher tier	3.1	3.1	2.2
Monitoring and supervision	2.8	2.2	1.9
Overall incidence of bottleneck	2.8	2.3	2.1

Table 10 provides the scores of enabling factors which are common in all the tiers of Panchayats, which also corroborates of growing bottlenecks faced at the lower levels. Therefore, maximum attention has to be paid in the community and the GP levels. It may be mentioned that since the administrative arrangement is from top to bottom, the responsibility of reducing the bottlenecks at any particular level rests on the higher tiers.

4. Conclusion & Suggestions:

The core field visit in the GPs reveal quite contrasting features among ODF and Non-ODF GPs which has been addressed in the above section. Naturally, the outcome of WASH-BAT complements the causes behind poor performance of the GPs. The bottlenecks are actually turned out as the main reasons for lack of progress in the GPs. After analyzing the ground reality some suggestions are made which are as follows:

1. Table 9 and 10 and Graph 3 showing the bottlenecks at various levels clearly indicate that there is more severity of bottlenecks in the community levels, in spite of having the maximum improvement in the last one year. There is no alternative but to strengthen IEC IPC activities for covering every household by the GPs. In order to trigger the IEC process there must be one major IEC event in every village taken under AIP within a couple of months of approval of the plan. The IEC plan should be evolved from such plans for each AIP GP. The GP will release the materials to the very poor families and those will be recouped once the family receives the incentive. There has to be a special plan for making those toilets functional.
2. The most critical bottleneck is inability of the GP in conducting intensive advocacy for generating demand and changing attitude and behavior of every individual particularly the weaker sections, towards sanitation. Capacity of the GP level functionaries and other interested persons/NGOs should be enhanced to be able to conduct intense and sustained campaign and the GP should be provided with fund by the ZP, as a part of IEC plan for that purpose. The IEC campaign should include all children in schools and ICDS centres since the change of attitude and behaviour is easiest at that age. The teachers and the Anganwadi workers are to be associated with advocacy activities in general and within their institutions in particular.

3. Improvement in all processes associated with release of incentives, say within one month of submitting the claim to the GP, will be very critical. It should also be ensured that the block sends the proposal for release incentive to the ZP within a week. The human resources available at the block level is inadequate, which may be improved by filling the vacant posts of BRCs and CRCs. Advocacy for generation of demand and change in attitude and behaviour is the other critical area requiring improvement. The blocks do take up advocacy but the same is very inadequate. Every block should have an advocacy plan with sub plan for every AIP GP.
4. The ZP has to take measures for establishing necessary procedure to be followed at each level, watch for its compliance and to coordinate among the three tiers. The ZP and the block should not take more than a week at respective levels for processing the cases. ZP should involve preparing IEC plan for each tier and to build up the plan from GP to block and from block to ZP. The focus of the plan should be to reach the most backward areas and weaker communities, which will require proper monitoring by the ZP. The other important areas for overall improvement is to strengthen the capacity at all levels by organizing training and exposure visits, coordinating with the KRCs to meet specific needs and to extend all supports to the blocks and GPs to meet their needs in being able to discharge their responsibilities.

Acknowledgement: UNICEF had supported and funded the entire survey. I highly acknowledge Dr. M. N. Roy to give the author the opportunity to be a part of this project.

References:

1. Black Maggie Fawcett Ben (2008): “*The Last Taboo-Opening the door on Global sanitation crisis*”, Earthscan, pp-117-122
2. Burki Talha (2015) : “*Prioritising clean water and sanitation*”, www.thelancet.com/infection/ Vol 15 February 2015
3. DFID report (2011): DFID Evidence Paper Water, Sanitation and Hygiene, UKAid, Department of International Development.
4. Diane Coffey, Gupta Aashish, Hathi Payal, Khurana Nidhi, Spears Dean, Srivastav Nikhil, Vyas Sangita (2014): “*Revealed Preference for Open Defecation: Evidence from a New Survey in Rural North India*”, Economic Political Weekly, vol xlix no 38
5. Guidelines of Nirmal Bharat Abhiyan (2012), Ministry of Drinking Water and Sanitation, Government of India
6. Guidelines of Swaachh Bharat Mission (2014), Ministry of Drinking Water and Sanitation, Government of India.

7. Joint Monitoring Report (WHO UNICEF 2017): “*Progress on Drinking Water , Sanitation and Hygiene, 2017 update and SDG Baselines* ”<http://www.unwater.org/new-publication-whounicef-joint-monitoring-programme-2017-report/>
8. Rai Shailesh, Faculty Advisor: Pattanayak Subhrendu (2011): “*An evaluation of the sustained impacts of a sanitation campaign in rural India*”, <http://dukespace.lib.duke.edu/>

A study on the scope and application of computer assisted GIS system: a brief review

Kaustabi Maitra (Choudhury) *

Abstract: Geographical Information System (GIS) helps to measure and represent geographical phenomena by user or people. GIS is nothing without its own creative software. Defining GIS have various concepts with limitations. Recent literature review includes the different types of specialized software using different areas, creating thematic maps depending on raster and vector data set. Thus it is essential to gain knowledge on the different GIS based software that are presently used and understand the scope of applications of these softwares in physical determination of locations from a geographical perspective.

Key words: GIS, Software, Raster, Vector, Mapping

Introduction:

Writing the explanation of GIS and different software used in different subject is a deep task to some extent, each writer can define the meaning of those features of GIS for a limited purpose. Lewis Carroll, as a mathematician, opined that “When I use a word, it means what I choose it to mean-neither more nor less” (Carroll 1987). This essentially means that while defining any specific term, it is the understanding of the author that is more important rather than restricting to a single rigid definition. Keeping this in mind we find that different authors have defined GIS differently. Thus, there are many definitions of GIS by various authors:

“A powerful set of tools for collecting, storing, retrieving at will, transforming and displaying spatial data from the real world” (Burrough 1987)

“A system which uses a spatial data base to provide answers to queries of a geographical nature” (Goodchild 1985)

“An internally referenced, automated, spatial, information system” (Berry 1986)

“A special-purpose digital database in which a common spatial coordinate system is the primary means of reference” (Garg 2017)

“A decision support computer based systems for collecting, storing, presenting and analyzing geographical spatial information” (Reddy 2008).

The term ‘GIS’ is an acronym used for geographic information system that refers to a system designed to capture, store, manipulate, analyze, manage, and present spatial or geographic data (https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system). In France it is SIG which stands for Systems d’Information Geographiques. According to British author it is ‘Geographical Information System’ (Burrough1986). In historical time it was Canada geographic information system. After that it was known as geographic information system (Tomlinson1966,

*Sate Aided College Teacher, Department of Geography, Krishnagar Govt. College, Nadia -741101,
E-mail: kaustabimaitra@rediffmail.com, Mobile: 9831215106

Received: 18 March 2020 / **Accepted:** 21 July 2020

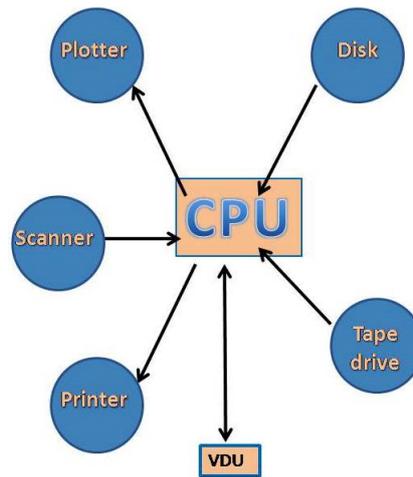
1967). Basically, the GIS based software can be operated by computer programming language like Oracle, SQL and C++. However, explaining the meaning of GIS and its uses by different software can enhance our knowledge and help us to build a platform for easy understanding.

The developments of different GIS software have provided the geographers to locate specific physical locations on a spatial and temporal scale by using computer based applications. This review on the basis of theoretical knowledge is a short description on applicability of GIS software. Furthermore, an attempt has been made to highlight the scope of usage of these softwares from a geographical perspective.

How does GIS work?

To prepare the thematic map and dataset through GIS we need to know about its components. There are two components. These are—

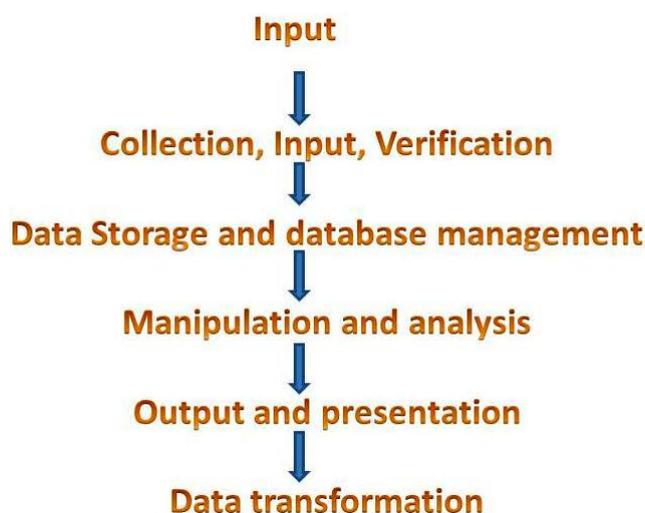
1. Hardware: - these are the hard parts of a computer. It consists of seven parts as has been represented in the under mentioned schematic diagram.



VDU = Visual Display Unit
CPU = Central Processing Unit

CPU, VDU, Disk, Tape drive are input device and Plotter, Scanner, Printer are output device.

2. Software: - These systems consist of five technical modules. They are as follows:



Without those processes we can't prepare a thematic map.

Database creation by software:

As we know that software is an internal function of a computer. GIS based software are used for creating map, geographical data by pixel counting and line, point polygon. These data are raw materials from which we get to know the land information. This data is built and are assembled into records and files. All the information is build depending on geographical XYcoordinates.

GIS data is two types. Raster data and vector data.

1. Raster data: A raster data locates, stores and represent graphical data by using grid or cells or matrix. Raster data resolution is dependent on pixel or grid size. It may vary from meter to many kilometers. It is two dimensional. Pixel is located by XY coordinates. Raster data is the example of Digital terrain models (DTM) and Digital elevation models (DEM). This data or method is suitable for map overlaying, map combination from which we can find out the past and present event of a map.

2. Vector data: The coordinates can assume in all positions, lengths, dimensions which is defined by vector data structure as point, line, polygon for any geographical information. Vector data are used for network analysis, topological modeling.

Invention of GIS software and its application areas:

GIS software is used for the geo referenced data and digital map in various application area. These all are the open source software.

Desktop GIS

Name of software	Source of invention	Application areas	Process/method	Operating system
GRASS GIS (Geographic Resource Analysis Support System)	The United States Army Corps of Engineers (USACE)	Land management, environmental planning	Raster, topological modeling, network analysis, image processing	OS X, Windows, Linux
gv SIG (Generalitat Valenciana Geographical Information System. GIS is SIG which is Spanish word)	Spanish regional authority planning problem in any field	Complex management and Geoprocessing, layout creation	Network analysis OSX	Java, Linux, Windows, Mac
ILWIS (Integrated Land and Water Information System)	International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Netherlands	Land use planning and watershed management	Image processing raster analysis module, high precision, flexible vector and point digitization module, DEM in topological optimization, drainage network extraction, catchment extraction, histogram	Microsoft window, Linux Wine
JUMP GIS(JAVA Unified Mapping Platform)	Vivid Solution Inc.	Provincial boundaries, power-station location, roads and river location sustainable resource management	Analyze data in GML format.	Windows, Linux, Unix, Macintosh

Map Window GIS	United States Environmental Protection Agency (USEPA)	Watershed analysis, stream ordering,	Vector and point digitization,	Windows, Vista
QGIS (Quantum GIS)	Gary Sherman, Open source Geospatial foundation	All physical and cultural areas ,planning	Vector and raster data creation including buffering, image analysis	Windows, Linux, Unix, Mac OSX, Android (beta)

COMMERCIAL GIS:

Name of software	Name of company	Application areas
ENVI (Environment for Visualizing Images)	Developed by David Stern, University of Colorado. Market or by IIT	Engineering, geology, defense, aerospace, intelligence, medica environmental
ERDUS Imagine	Hexagon AB group, Sweden	Land use, land cover change, deforestation, by the process from satellite imagery AVHRR, Landsat MSS, TM, Spot
Arc GIS, Arc View, ArcMap, ArcSDE, ArcIMS, ArcGIS Server	ESRI (Environmental Systems Research Institute, Redlands, California)	Land use mapping, environmental degradation, Biodiversity zoning
MapInfo Professional, Spectrum, Envinsa, Map Xtreme Java, Map Xtreme 2005	MapInfo Corporation, North Greebush, New York	Route analysis, demographic data analysis industrial location.

GIS mapping types:

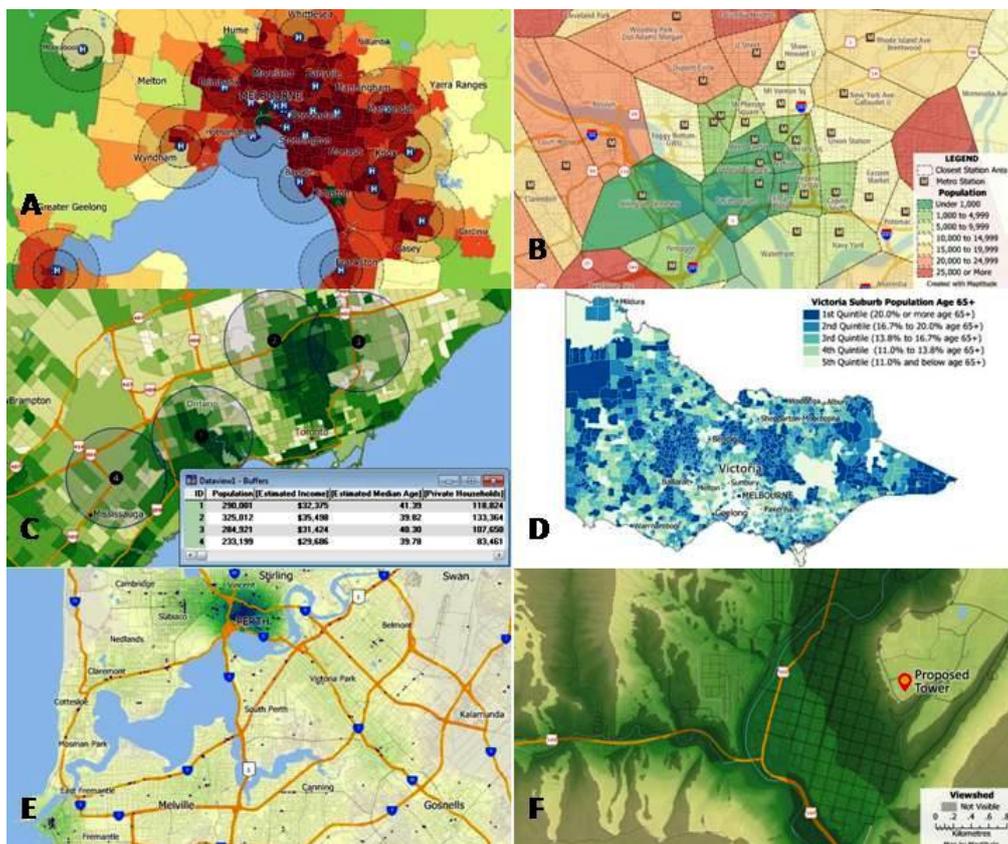
GIS software is preparing thematic maps by using point, line and polygon symbols to sho the density, influential zone, locate a particular place, biological distribution, sho the increasing or decreasing value by applying statistical methods and using TIN model, DEM.

Buffering is a method in GIS to understand as to how large area will be influenced by a particular area. For example, in the given map point symbol represent a hospital and the two circles surrounding the point indicate nearest and longest influential zone. Buffering is also useful for commercial purpose.

Another method is geographical overlay in a buffering zone. For example, this is a map of an overlay on demography assigning between four layers based on the percentage of data for estimated increase in population, estimated median age and private households in territories, buffering zone.

Data classification method is represented by mean, standard deviation, equal weight. This is the map of Victoria and its suburb area here the attribute is population under the age of 65 years. Quartile distributions have shown from 1st to 5th range according to percentage. These ranges have classified the data.

TIN means Triangulated Irregular Network. This method by using polygon can show the smallest divisions of influential area for representing different attribute data. This is the map here all metro stations are located and the influential areas surrounding metro stations are shown by Thiessen Polygon divides the study area by TIN method. Population data has been classified according to ascending order. This population is shown in the influential areas.



Source: https://www.caliper.com/maptitude/gis_software/default.htm

A: Buffering B. Polygon showing areas of influence by triangulated irregular network (TIN) C. Geographic overlaying depending on the data of demography of buffers D. Data classification by standard deviation. Mean, quartile E. Hotspots F. Surface analysis by DEM (Digital Elevation Model)

References

1. Berry JK (1986) Learning computer-assisted map analysis. J Forestry : 39-43

2. Burrough PA (1986) Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Oxford, Clarendon Press
3. Carroll L (1987) Through the Looking Glass and what Alice found there. New York, Schoken Books
4. Chrisman NR (1999) What Does 'GIS' Mean? Trans GIS 3(2): 175-186
5. Goodchild MF (1985) Geographic information systems in undergraduate geography: A contemporary dilemma. The Operational Geographer 8: 34 - 38.
6. Reddy MA (2008) Textbook of Remote Sensing and Geographical Information Systems. 3rd edition, BS Publications pp 1 – 476
7. Tomlinson RF (1966) A geographic information system for regional planning. In: Stewart GA (ed) Land Evaluation. Macmillan, Melbourne pp 1 – 200.
8. Tomlinson R F (1967) An Introduction to the Geographic Information System of the Canada Land Inventory. Ottawa, Department of Forestry and Rural Development
9. Wu S, Qiu X, Wang L (2005) Population Estimation Methods in GIS and Remote Sensing: A Review. GIScience and Remote Sensing. 42(1): 58-74.

An overview on the spatial distribution of major communicable diseases in Malda district, India

Md. Hasan Askari *
Krishnendu Gupta †

Abstract

The concept of disease can be described from various point of views. Diseases may be compared with an iceberg. The small floating part of iceberg represents what the physician can see. Rest of the submerge portion of iceberg may be compared with the hidden responsible factors of diseases, what the physician does not see. Geographical studies play vital role to find out spatio-temporal analysis and cause-effect relation of any disease. This study will portrait the block wise spatial distribution that includes the concentration as well as dispersal of major communicable diseases in Malda district of West Bengal. In this research work, Location Quotient has been considered as the major analytical technique. For each disease, district level comparative study has been discussed to find out the position of study district in West Bengal. After that an effort has been made to portrait block wise spatial distribution to highlight the concentration as well as dispersal of major communicable diseases as compared to district level average condition. The spatial analysis of diseases is very much useful for decision maker and planner to prevent as well as for the eradication of diseases from any place. It provides the real scenario of disease distribution and their growth pattern over a time period in any region.

Key words: Disease, epidemiology, ice berg concept, communicable diseases, spatial analysis.

Introduction:

The concept of disease may be described from various points of views. As per Webster definition, disease is “a condition in which body health is impaired, a departure from a state of health, an alteration of the human body interrupting the performance of vital functions” (Park, 2013). The Oxford English Dictionary defines disease as “a condition of the body or some part or organ of the body in which its functions are disrupted or damaged” (Park, 2013). Ecological concept considers disease as maladjustment situation between human organism and the environment. Sociological perspective considers disease as a common social phenomenon, which is found in all societies. However, there are little differences among the concepts of disease, illness, and sickness. According to the Susser (1971) these terms may be described as:

- Disease is a physiological or psychological dysfunction.

*Assistant Professor, Department of Geography, Turku Hansda Lapsa Hemram Mahavidyalay, Birbhum (W.B.), email- mdhasanaskari90@gmail.com

†Assistant Professor, Department of Geography, Visva-Bharati, Santiniketan (W.B.), email- krishgupta10@gmail.com

Received: 18 January 2020 / **Accepted:** 20 June 2020

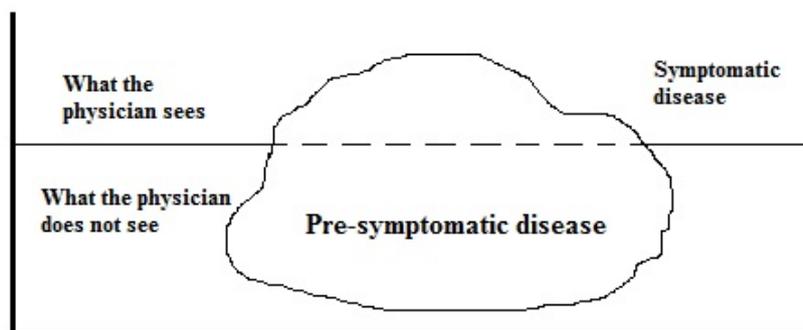
- Illness is a subjective state of the person who feels aware of not being well.
- Sickness is a state of social dysfunction i.e. a role that the individual assumes when ill.

Epidemiological concept of disease

The term epidemiology has been sourced from the word ‘epidemic’, which consists of three words; these are ‘epi’ (among), ‘demos’ (people), and ‘logos’ (study). Some definitions of epidemiology are given below:

- The study of the distribution and determinants of disease frequency in man (MacMahon, 1960).
- “The study of the distribution and determinants of health-related states or events in specified populations, and the application of this study to the control of health problems” (Last, 1988).

Epidemiological study mainly deals with three major components. First, studies of disease frequency; second, studies of the distribution; and third, studies of the determinants. Diseases may be compared with an iceberg (see fig. 1). The small floating part of iceberg represents what the physician can see. Rest of the submerged portion of iceberg may be compared with the large hidden mass of disease, what the physician does not see.



Source: Park, 2013

Fig. 1: Iceberg concept of diseases

In this study, major prevalent communicable diseases of Malda district have been shown to reveal the present scenario of disease epidemiology.

Objectives

The main objective of the study is to portrait the block wise spatial distribution that includes the concentration as well as dispersal of major communicable diseases in Malda district.

Data sources and Methodology

The study is based on secondary data; collected from different sources, such as, population related data were taken from Census of India; health related data were collected from Gazetteer of Malda district written by Lambourne (1918), Chief Medical Officer of Health (CMOH) office of Malda district, Deputy Chief Medical Officer of Health (Dy. CHOH) of Malda district, Swastha Bhavana in Kolkata.

In this study 'Location Quotient' has been considered as the major analytical technique. For each disease, district level comparative study has been discussed to find out the position of Malda district in West Bengal. Although, the study excludes districts like Kolkata and other new districts that have been included with their respective mother districts. After that the study will portrait block wise spatial distribution and then concentration as well as dispersal of major communicable diseases as compared to district level average condition. Location Quotient can be symbolically defined as

$$LQ_i = \frac{P_{ij}/P_i}{P_j/P}$$

Where, P_{ij} = patients in j th disease (= Kala azar, Malaria...n) category of block i = (1,2,...n)

P_i = total number of patients j th disease category

P_j = sum of all patients under j disease category of block i

P = sum of all patients in the district

Study area

The Malda district, in the state of West Bengal lies between 24°40'20" N to 25°32'08" N latitude, and the longitude is 87°45'50" E to 88°28'10" E (Fig. 2). The district covers an area of 3,733 square kilometres. The district comprises two subdivisions: Chanchal and Malda Sadar. English Bazar is the district headquarters. There are 15 development blocks, 2 municipalities (The Portal of North Bengal).

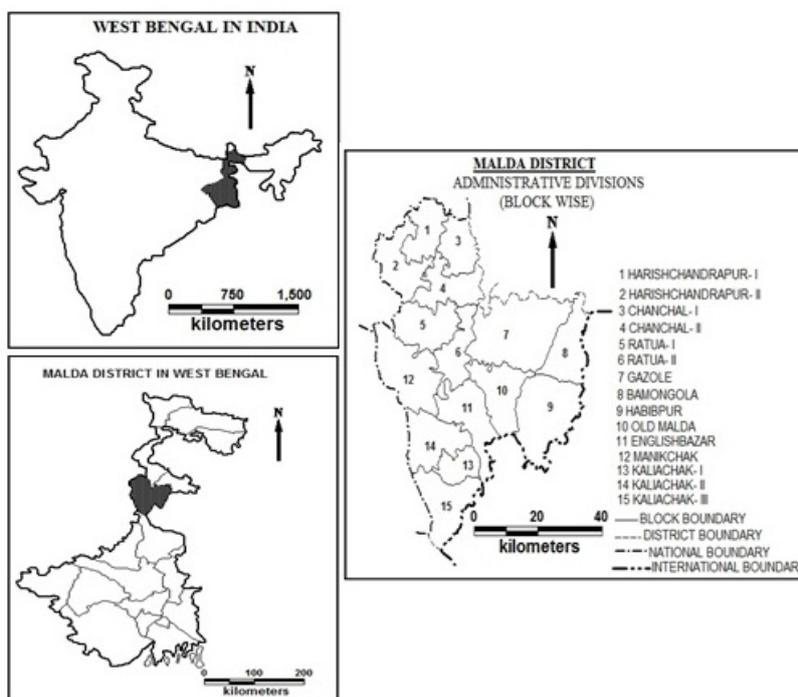


Fig. 2: Location map of Study area

Limitations of the study

The present study, however, has some limitations such as it focused on spatial analysis of major communicable diseases but no field survey has been done for each disease, because the study considered numerous numbers of diseases to portrait the overall picture of disease distribution from the spatial point of view.

Discussion

Spatial distribution of major communicable diseases in Malda district

From the ancient history of Malda district, it is safe to say that occurrence of various diseases like malarious fever, cholera, small pox were very common, but ‘none of these continue with such persistence as to be properly classed with endemics’ (Hunter, 1876). Among above said diseases the outbreak of malaria fever always took place in rainy season. The outbreak took place due to unavailability of medical treatment and misguide of local not qualified practitioners. The other common disease was cholera in the outlying parts of the district. The occurrence of this disease took place during rainy season. Although the accurate statistics is unavailable, but a table furnished by the Civil Surgeon consists the occurrence of diseases among the prisoners in the Malda Jail has been given below (fig. 3) which may show the distribution pattern of diseases in ancient time.

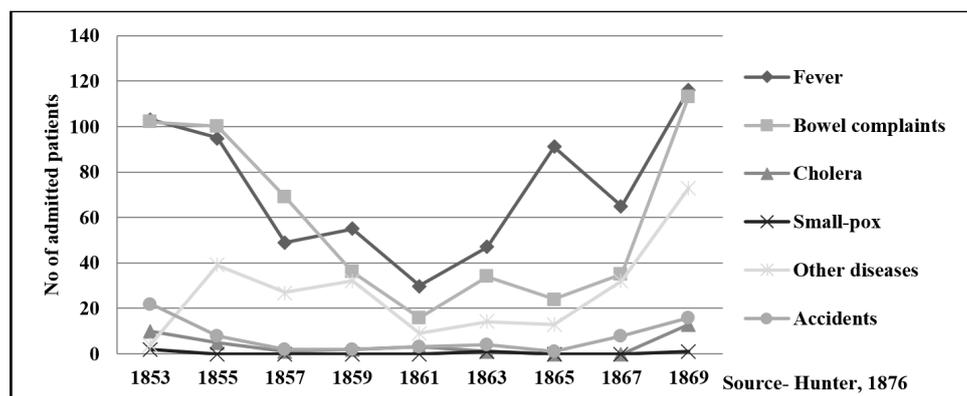


Fig. 3: Distribution of Diseases occurred among the prisoners in the Malda Jail

Another important report by Lambourn (1918) stated that malarial fever was most affecting disease than small pox, cholera and others. The description of mosquitoes by Ralph Fitch in 1556 supports the prevalence of malaria in Malda district. He mentioned that ‘the muscatoes of Gouren were very big’. Besides fever, cholera, small pox many others diseases like diarrhoeal, dysentery, rheumatism, anaemia, hydrocele, worms, skin and eye affections were very common diseases in Malda district.

In spite of the remarkable performance in health sector of India, the communicable diseases remain the major public health problem (Narain, 2016). At present in Malda district, major communicable diseases are Malaria, Kala-azar, Diarrhoeal, Enteric Fever, Pneumonia, Acute respiratory infections, Bacillary dysentery. The importance of discussion related to spatial distribution is to find out the areas having concentration and dispersal of any disease, which will help to investigate the determinants of occurrence of diseases in future.

Malaria

Malaria is a vector-borne disease caused by infection with parasites of the genus Plasmodium and transmitted to the people by the infected female Anopheles mosquito. Any person residing or travelling to malaria prevalent country is at vulnerable condition to be attacked by the disease. The clinical features of malaria vary from mild to severe which is complicated, depends on the type of existing parasite species, the immunity power of the patient, intensity of the infection and other concomitant conditions like malnutrition. Tropical or sub-tropical areas of Asia, Africa and Central as well as South America are more vulnerable to malaria. In the whole world near about 216 million cases of malaria were accounted in 2010. Among them about 81 percent cases concentrated in Africa region followed by the South-east Asia region (13 percent) and East Mediterranean (5 percent). In India 1.31 million people were affected by malaria (Park, 2013). In the year 2012, about 207 million malaria cases and approximately 0.63 million of deaths were estimated by World Health Organization (WHO, 2013).

The given map (no. 4) shows spatial distribution of Malaria disease in different districts of West Bengal. The map reveals that among all districts (excluding Kolkata) few districts such

as Malda, Murshidabad, Puruliya, PurbaMednipur and Howrah were affected badly.

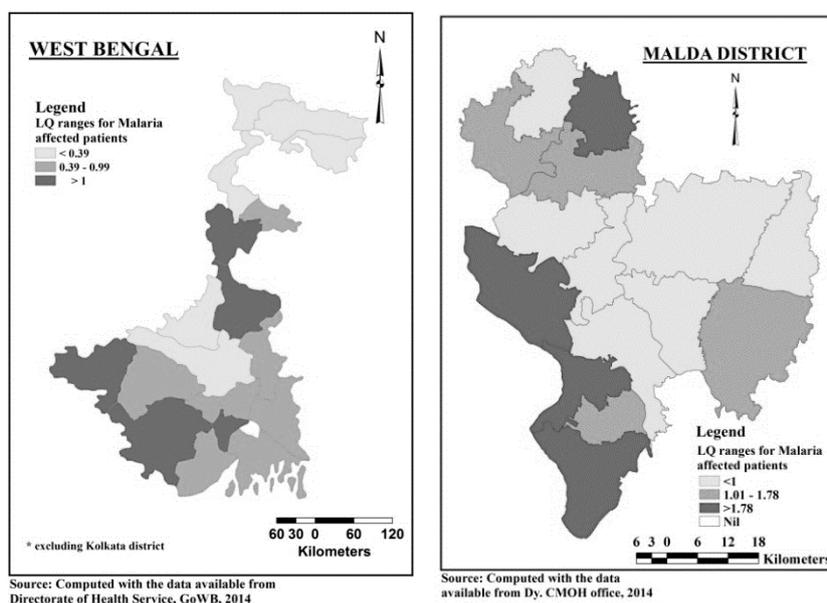


Fig. 4: Spatial pattern of location quotient values in respect of malaria affected patients in West Bengal and Malda district

As per Hunter report which is given above (fig. no. 3), Malaria is one of the prevalent diseases in Malda district from ancient period. To portrait the concentration and dispersal of malaria disease, spatial distribution of location quotient values has been given in figure (no. 4). From the map it is clear that high concentration of malaria patients with more than district level average may be found in Chanchal- I, Manikchak, Kaliachak- II and III blocks. The given map also highlights that most of the blocks appeared with less number of patients with less than district level average location quotient value (< 1).

Kala – Azar

Kala-azar (also known as Visceral Leishmania) can be characterized as slow progressing indigenous disease caused by a protozoan parasite of the genus *Leishmania*, which primarily infects the bone marrow, spleen and liver. In India, *Phlebotomus argentipes* is only one sand fly vector of Kala-azar. Sand flies are very small insects with the body length of 1.5 to 3.5 mm. Favourable environment for the breeding of sand flies are high relative humidity, warm temperature, high sub soil water and abundance of vegetation, micro climatic conditions with high organic matter which is a food of larvae. The life cycle of sand fly takes more than a month, which may vary in various environmental factors like temperature and other ecological conditions. The global incidence of kala azar is about half a million per year, among them 90 percent of cases are found in Bangladesh, Brazil, India, Nepal Sudan (Desjeux, 2001). It has been estimated that about 200 million people in the Indian subcontinent are vulnerable to be

attacked by kala azar (Joshi, et.al, 2008).

The table (no. 1) supports that the condition of West Bengal is alarming in case of Kala-azar distribution accounting for 595 people were affected in 2012 and which is increased to 995 in the year of 2013. The state, West Bengal acquires third rank after Bihar and Jharkhand.

Table 1 Kala-azar affected states of India

Affected States	Number of affected people	
	2012	2013
Assam	4	6
Bihar	10730	16036
Delhi	6	11
Jharkhand	2515	3535
Sikkim	8	5
Uttrakhand	0	7
Uttar Pradesh	11	5
West Bengal	595	995
Total	13869	20600

Source- National Health Portal

The epidemic of Kala azar (black fever) holds slight better condition in West Bengal because many districts were not affected by the disease in the year 2014, although the high concentration of said disease found in very few numbers of districts, for which the district hold three rank. The given map (no. 5) shows the condition was alarming in Malda, Uttar and Dakshin Dinajpur, Darjeeling districts. The map also reveals that north Bengal is more vulnerable to be affected by the disease as compared to the south Bengal.

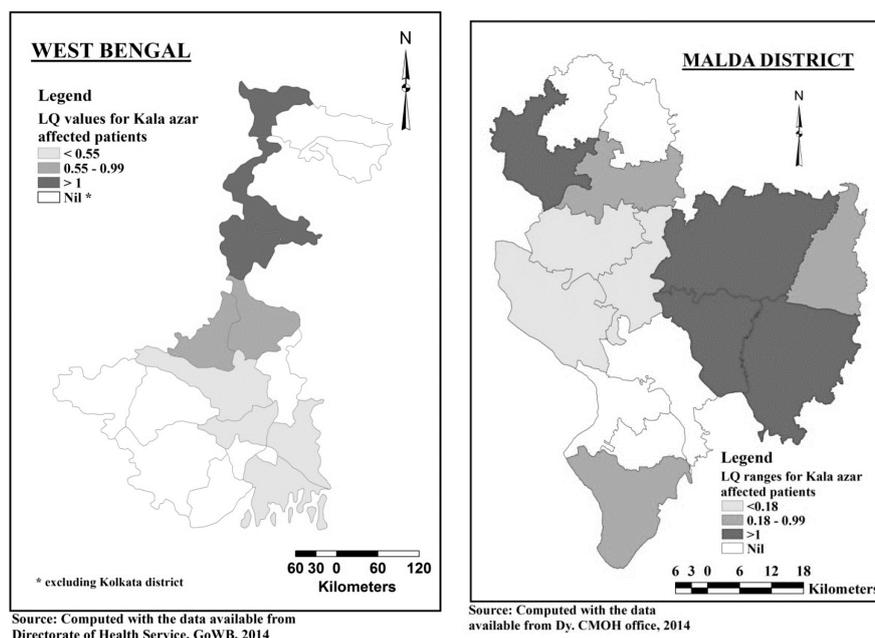


Fig. 5: Spatial pattern of location quotient values in respect of kalaazar affected patients in West Bengal and Malda district

The given figure (no. 5) shows that many of blocks like Harishchandrapur- I, Chanchal- I, Englishbazar, Kaliachak- I and II appeared with no disease cases. Whereas high concentration of kala azar patients found in Harishchandrapur- II, Gazole, Habibpur, Old Malda blocks having more than district level average value. The opposite picture that is low concentration of patients may be found in Ratua- I and II, Manikchak blocks .

Diarrhoeal

Diarrhoeal is the symptom of gastrointestinal infection, which may be defined as passage of three or more loose or liquid stools per day or more frequently than is normal for the individual. The disease can be caused by a variety of viral, parasitic and bacteria organisms (National Health Portal). Consumption of contaminated food or drinking water or poor hygiene are the responsible factors for the spread of this type of disease, which may lead to fluid loss and often may be life threatening specially for the young children. There may be variation in the occurrence of diarrhoeal in various season, like in summer season bacterial diarrhoeal occurs more frequently, whereas viral diarrhoeal (mainly caused by rotavirus) hold peak position during the winter (Park, 2013). Diarrhoeal disease appeared as one of the top three killers of children in the world today (Curtis and Cairncross, 2003). Every year almost 2.5 billion cases of diarrhoeal likely to result in death and most of these cases occur in Africa and south Asia (Mihrete, 2014). Diarrhoeal is a global burden which causes 4 percent of all deaths and 5 percent of health loss to disability (Bbaale, 2011). As per UNICEF report diarrhoeal is very common disease in the world specially India, Nigeria, Afghanistan, Pakistan and Ethiopia accounting for nearly 1.3

million deaths took place among children in the year 2000 worldwide. Although, the number of deaths due to diarrhoeal decreased in 2011, accounting for 0.7 million (UNICEF, 2012). In India, about 10.6 million diarrhoeal cases were reported with 1293 deaths (GoI, 2011). Diarrhoeal is one of the frightening health problems in different districts of West Bengal. The map (no. 6) highlights that maximum districts were reported with remarkable numbers of diarrhoeal cases. As like others district Malda district hold disquieting condition with more than state level average of diarrhoeal incidents.

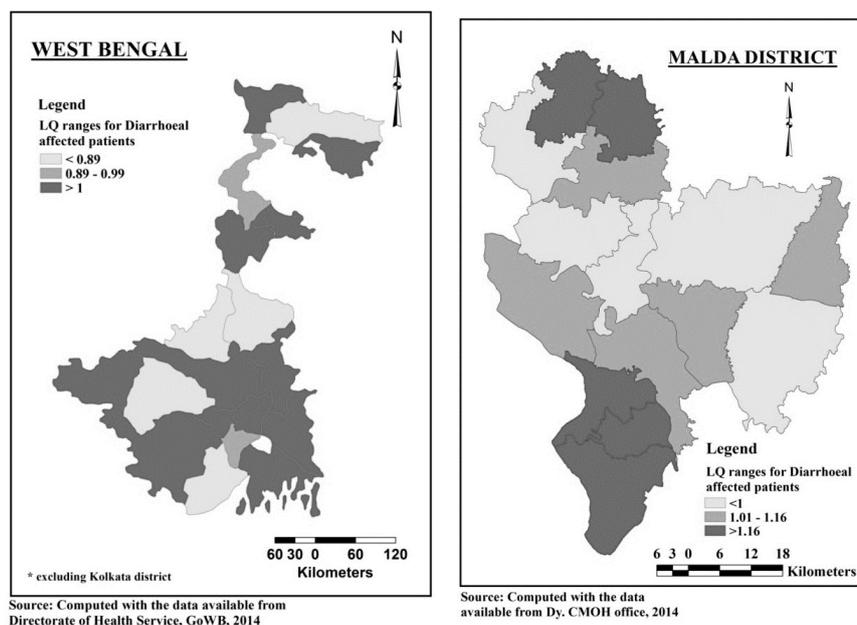


Fig. 6: Spatial pattern of location quotient values in respect of diarrhoeal affected patients in West Bengal and Malda district

To highlight the concentration and dispersal in different blocks of Malda district, a map has been given in figure (no. 6). The map highlights that five number of blocks namely Harishchandrapur- I, Chanchal- I, Kaliachak- I,II and III appeared with high concentration of diarrhoeal patients. Whereas, moderate to low concentration of said patients found in most of the blocks. High dispersal of diarrhoeal patients may be found in Harishchandrapur- II, Ratua- I and II, Gazole and Bamongola blocks.

Enteric Fever

The term ‘enteric fever’ includes both typhoid and paratyphoid fevers caused by the systemic infection mainly *S. Typhi*. Symptoms of enteric fever are high fever, malaise, headache, diarrhoeal, rose colored spots on the chest, enlarged spleen and liver etc. Enteric fever is a global burden of health particularly where water supplies and sanitation conditions are bad to moderate. It was estimated that in the year 2000, total of 21.7 million illnesses and 217000

deaths were occurred due to typhoid in addition to 5.4 million illnesses were occurred due to paratyphoid fever (Crump et. al., 2004). As per WHO report, 21 million cases were reported in the year, 2004 and maximum cases occurred in Asia (WHO, 2008). In India, this situation is also in alarming condition, because 1.06 million cases including 346 deaths were reported in 2011 (GoI, 2011). The state West Bengal prevailed with its spatial variation in distribution of Enteric fever disease. Most of the districts including Malda district consist of more than state level average disease incidents. The given map (no. 7) showed two districts of north Bengal namely Darjeeling and Malda arose with maximum disease concentration. The map also reveals that in the year 2014, districts of south Bengal were more affected than north Bengal by the said disease.

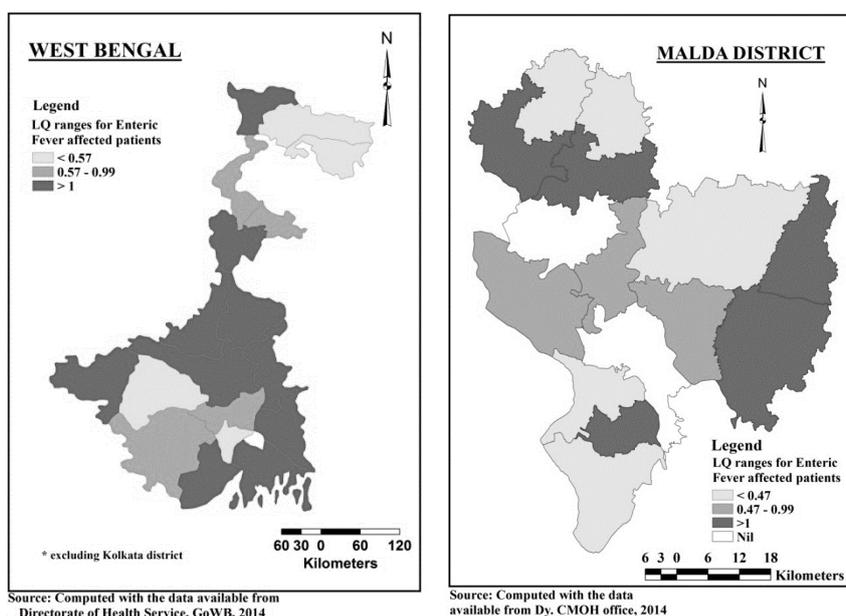


Fig. 8: Spatial pattern of location quotient values in respect of pneumonia affected patients in West Bengal and Malda district

The map (no. 7) shows high concentration of enteric fever patients found in Chanchal- II, Harishchandrapur- II, Bamongola, Habibpur and Kaliachak- I blocks with more than district level average location quotient value (i.e. >1). The map also highlights that no patient has been reported in Ratua- I and Englishbazar blocks, addition to high dispersal in distribution of patients found in Harishchandrapur- I, Chanchal- I, Gazole, Kaliachak- II and III blocks.

Pneumonia

Pneumonia is one of a health hazards worldwide especially in India. It primarily affects the air sacs of lungs called as alveoli, which is responsible for inflammation of tissue in one or both lungs. This disease is mainly the result of infection with viruses or bacteria and less commonly other micro-organisms. There are lots of symptoms of Pneumonia, among them some common

symptoms are: difficulty in breathing such as breathing may be rapid and shallow, rapid heartbeat, fever, sweating and shivering, loss of appetite, pain in chest, blood during cough, headache, vomiting etc. The impact of this disease can be classified into two complications; one is Pleurisy which is inflammation of the pleura, other is septicaemia which can be characterized as blood poisoning. The report by the UNICEF shows that in 2010 near about 3.97 lakhs children less than 5 years old died due to pneumonia in India (National Health Portal). In all districts of West Bengal, the prevalence of pneumonia disease is notable. Most of the districts including Malda district reported with maximum disease concentration having more than state level average location quotient value (Fig. 8). The condition is little bit good in very few numbers of districts like Jalpaiguri, Koachbihar, Hoogly, Bankura and Paschim Mednipur.

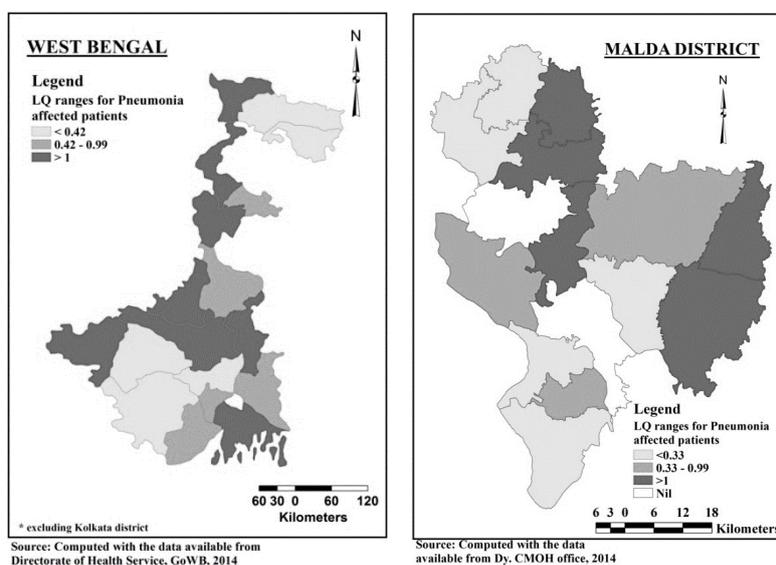


Fig. 8: Spatial pattern of location quotient values in respect of pneumonia affected patients in West Bengal and Malda district

The given figure (no. 8) highlights the concentration and dispersal of pneumonia patients as compared to district level average condition. The high concentration of patients was found in Chanchal- I and II, Ratua- II, Manikchak and Bamongola blocks with more than district level average number of patients. On the other hand, few blocks like harishchandrapur- I and II, Old Malda, Kaliachak- II and III blocks appeared with high dispersal of pneumonia patients.

Acute Respiratory Infections (ARI)

Acute respiratory infection prevents normal breathing function, which is the most common human ailment. This is one of the alarming conditions for the whole world, particularly for children, older and adult people with immune system disorders. This disease is infectious in nature, which can spread from one person to another. It usually attacks the nose, windpipe or lungs and also it may cause inflammation of the respiratory track anywhere from nose to

alveoli. There are various symptoms and signs, such as running nose, cough, sore throat, difficult breathing, ear problem, fever, body ache etc. It also prevents the normal intake of oxygen and can result in death or increase the morbidity and mortality rates.

Estimation was made that more than one-third of the global mortality accounting for 12 to 14 million ages fewer than five children were taken place due to ARI (Wahab et. al., 2008). ARI is the most important cause of acute illnesses for which about one-fifth of total deaths among under five children occur in developing countries (Alam et. al., 2013). According to the estimation by the World Health Organization, the annual number of ARI related deaths in children less than 5 years was 2.1 million in 2001 which contributed 20 percent of all childhood death (Muthoni Ngesa, 2017). The said disease is the leading cause of mortality and morbidity in India, which contributes 15 to 30 percent of all under five deaths. National family health survey (NFHS-3) revealed that two weeks before the survey, 6 percent of fewer than five children had symptoms of an ARI (Choube et. al., 2014).

The Acute Respiratory Infection showed unequal spatial distribution in various districts of West Bengal. Many of districts were uncovered with maximum disease concentration, although as like as most of other districts, Malda consist relatively less numbers of disease incidents as compared to state level average value. The given map (no. 9) highlights that two districts namely Hoogly and Paschim Mednipur appeared with state level average value that is one. At the end it may be said that except few numbers of districts, the overall condition of said disease shows relatively better position.

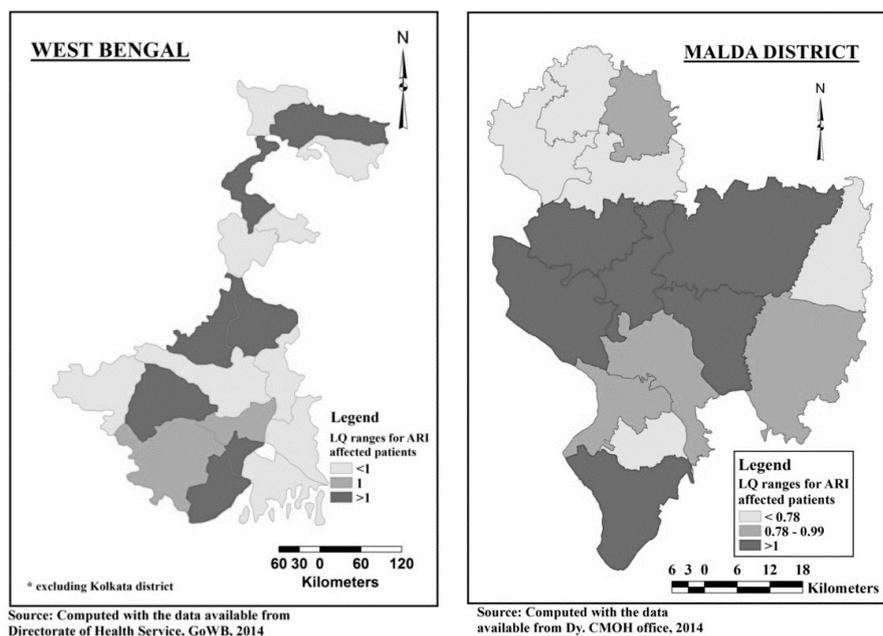


Fig. 9: Spatial pattern of location quotient values in respect of acute respiratory infection affected patients in West Bengal and Malda district

The distribution of ARI patients (Fig. 9) as compared to district level average condition

highlights that most of the blocks consisted high concentration of said patients and the picture is prominent in Ratua- I and II, Gazole, Old Malda, Manikchak, Kaliachak- III blocks. Whereas few numbers of blocks namely Harishchandrapur- I and II, Chanchal- II, Bamongola and Kaliachak- I comprises high dispersal of ARI patients.

Conclusion

The spatial analysis of diseases is very much useful for decision maker and planner to prevent as well as for the eradication of diseases from any place. It provides the real scenario of disease distribution and their growth pattern over a time period in any region. The foregoing discussion dealt with distribution pattern of major communicable diseases from spatial point of view. Among all communicable diseases discussed above, acute respiratory infection and diarrhoeal patients are large in number. The distribution pattern of existing diseases showed spatial variation in different blocks of the district. As mentioned before that this study has few limitations, however, there are many scopes for researchers, as for example, some are given below:

- Disease and health condition related discussion in different community may be discussed in details.
- The vast analysis may be made for each of communicable and non-communicable disease instead off many diseases at a time to find out the responsible determinants as well as cause effect relation.
- Disease diffusion and forecasting of morbidity and mortality patterns among population should be studied.
- Perception of people about the disease, medicine, health care facilities and others need more discussion which will be helpful to take relevant policy for the problematic area.

References

Alam, M., Bhula, M., Lovely, N., Hossain, M., Das, S. (2013). Acute Respiratory Infection and its determinants for Bangladeshi under 5 children. *Bangladesh Journal of Progressive Science and Technology*, 11 (1), 125-132.

Bbaale, E. (2011). Determinants of diarrhoea and acute respiratory infection among under fives in Uganda. *Australasian Medical Journal*, 4 (7), 400-409.

Choube, A., Kumar, B., Mahmood, S., Srivastava, A. (2014). Potential risk factors contributing to Acute Respiratory Infections in under five age group children. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 3 (11), 1385-1388.

Crump, J., Luby, S., Mintz, E. (2004). The global burden of typhoid fever, *Bulletin of World Health Organization*.

Curtis, V., Cairncross, S. (2003). Effect of washing hands with soap on diarrhoea risk in the community: a systematic review. *The Lancet Infectious Diseases* , 3, 275-281.

Desjeux, P. (2001). In Adhikari, S.R., Supakankunti, S., Khan, M.M. (2010). Kala azar in Nepal: Estimating the effects of socioeconomic factors on disease incidence. *Kathmandu University Medical Journal*, 8 (29), 73-79.

GoI. (2011). National Health Profile, 2011. New Delhi, Ministry of Health and Family Welfare.
Hunter, W. (1876). *A Statistical Account of Bengal, Maldah*. London, Trubner Co.

Joshi, A., Narain, J. et.al. (2008). Can visceral leishmaniasis be eliminated from Asia? *Journal of Vector Borne Disease*, 45, 105-111.

Lambourn, G. (1918). *Bengal District Gazetteers, Malda*. Calcutta, The Bengal Secretariat Book Depot.
Last, J.M. (1988). In Frerot, M., Lefebvre, A., Aho, S. et al. (2018). What is epidemiology ? Changing definitions of epidemiology 1978-2019. *PloS ONE*, 13(12), e0208442.

MacMahon. (1960). In Park, K. (2013). *Park's textbook on preventive and social medicine*. Jabalpur, M/s Banarsidas Bhanot.

Mihrete, T., Alemie, G., Teferra, A. (2014). Determinants of childhood diarrhoea among under five children in Benishangul Gumuz Regional state, North west Ethiopia. *BMC Pediatrics*, 14 (102).

Muthoni, K., Ngesa, O. (2017). Determinants and spatial modeling of acute respiratory infections (ARI) among children less than five years in Kenya. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics* , 6 (2), 123-128.

Narain, J.P. (2016). Public Health Challenges in India: Seizing the opportunities. *Indian J Community Med.*, 41 (2), 85-88.

National Health Portal, Committees and Commissions. Retrieved January 30, 2015, from <http://www.nhp.gov.in/directory-services-and-regulations/committees-and-commissions>

Park, K. (2013), *Park's textbook on preventive and social medicine*. Jabalpur, M.P, India, M/s Banarsidas Bhanot.

Susser, M., Waston, W. (1971). In Park. K. (2013). *Park's textbook on preventive and social medicine*. Jabalpur, M.P., India, M/s Banarsidas Bhanot.

The Portal of North Bengal Development Department. Retrieved July 12, 2018, from

http://wbnorthbengaldev.gov.in/HtmlPage/about_malda.aspx

UNICEF. (2012). Committing to child survival: A Promise Renewed, Progress Report.

Wahab, A. et.al. (2008). Etiologic agents and outcome determinants of community-acquired pneumonia in under five children: a hospital based study. *Journal of the National Medical Association*, 100 (4): 370-385.

WHO. (2008). *Weekly Epidemiological Record*, No. 6.

WHO. (2013). *World malaria report*. Retrieved January 12, 2013, from http://www.who.int/malaria/media/world_malaria_report_2013/en/index.html.

Role of Spiritual Intelligence in Education and Decision Making

Hemen Biswas *
Prakriti Ranjan Sarkar †
Koustav Kundu §
Anirban Pandey §

Abstract

The present study makes an attempt to explain the idea of spiritual intelligence to explore the various roles and functions of it in education. In recent times, spiritual intelligence is being increasingly reflected as an essential component with reference to human existence. The study used secondary data from notable physical and online resources published during the past century. A combination of systemic content analysis method followed by inductive analysis and reflective thinking methods were applied to draw out the history, emergence and evolution of spiritual intelligence through the notion of spirituality and intelligence. A theoretical framework is constructed for Spiritual Intelligence and its relation with the theory of Maslow's (1908-1970) hierarchy of needs and self-actualization is established. The role of Spiritual intelligence in education and decision making is uncovered. The findings reveal implications in career choice, personal life and social workplace life.

Keywords: Spiritual Intelligence, Spirituality, Intelligence, Education, Decision Making

Introduction:

Intellectual ability depends upon the quantum of the Intelligence possessed by an individual. The quantitative measurement of intelligence dates back to 1905, when Binet and Simon propounded their first set of intelligence tests. Intelligence, a common word today, was almost unknown in popular speech less than a century ago. During the latter part of the last century, the philosopher Herbert Spencer and Francis Galton, influenced by Darwin's research on the origin of species, studied mental ability and aspects of their individual differences. Subsequent studies dwelled on that there is an inborn human characteristic of general intelligence, distinct from special abilities. At the same time spirituality is one of the inner needs of the human being, which exists within the spirit, mind and in various religious values. In fact, spirituality is the need of going away from us in the day-to-day life and becoming combined with another life other than ourselves. Progress and development of the science of psychology on the one part, and the difficult nature of the modern societies on the other part have caused the spiritual needs of the human-being to become more important, even more than the material needs. In

*Assistant Professor, Post Graduate Department of Zoology, Acharya Brojendra Nath Seal College, Cooch Behar, India, email: hemenbiswas8@gmail.com

†Assistant Professor, Department of Education, Aliah University, Kolkata, India

§Assistant Professor, Post Graduate Department of Zoology, A.B.N. Seal College, Cooch Behar

Received: 21 October 2020 / **Accepted:** 04 December 2020

reality, the spirituality is an eminent sense, which increases the human's interest and attitude of looking for justice and fairness, and causes him to create concord and affection with himself and the world. In the current decades, religious psychology and study on the theoretical subjects may be taken into the thought of the psychologists. These days, the scientists have discovered that the general intelligence and even the emotional intelligence (emotional quotient) may not meet all needs of the human, but there is need for a 3rd factor, which is called Spiritual Intelligence.

Rationale of the study

With then passing of time human life becomes more and more sophisticated with rising conflicts and complicated relationships that also affects education and career options for the new generation. The emergence of spiritual intelligence is an important development that deals with a purposeful and meaningful life. There has been a growing research and writing about spiritual intelligence. The present study tried to explore the roles of spiritual intelligence in education and decision making using inductive content analysis using information from secondary source of data, collected from books, research article, research paper, journal etc. from national and international academia. The present researcher tried to summarise the role spiritual intelligence in education in a comprehensive manner.

Methodology

The study used secondary data from notable physical and online resources published during the past century. A combination of systemic content analysis method followed by inductive analysis and reflective thinking methods were applied to draw out the history, emergence and evolution of spiritual intelligence along with its major roles in education, career options, decision making.

Antiquity of Spirituality

Spirituality is rooted in belief of a superpower operating the universe that is greater than oneself. It has a sense of interconnectedness of all living things. Spirituality is commonly thought of as one's personal pursuit of the divine. It is related but not bound to any particular religious tradition. The spiritual tracks emphasize the importance of finding one's own individual path to spirituality and a greater understanding of God and the absolute. Spirituality has its roots in spirit. All things or all life is governed and derived from a universal life force. This universal life force is invisible and intangible, yet it serves as the basic or raw substance from which all living things exist. Since spiritual abilities underlie aspects of spirituality, it would be appropriate to start off with the definition of spiritualism (spirituality) and then come to the definitions of spiritual intelligence. The word 'spirit' is derived from the Latin word 'spiritus', which means 'breath' or 'soul'. Prior to the emergence of spirituality within psychological literature, the words religion, religiosity or religiousness were more commonly used to describe

all spiritual aspects of the human psyche (James, 1902/2002). While religiosity may have been equated with spirituality at one time, psychologists now make sharp distinctions between the two (King, 2008). Palmer (1998) describes the spiritual as the varied means by which human responds to his heart's wish to be linked with the wholeness of life. This is a longing that animates love and work, particularly the effort called teaching. Koenig, McCullough, and Larson (2000) define religion as a ordered system of beliefs, practices, symbols and rituals designed firstly to facilitate closeness to the sacred or transcendent and, secondly to foster an understanding of one's relation and responsibility to others in living together in community. In contrast, Koenig, McCullough, and Larson (2000) define spirituality as an individual search for understanding the answers to ultimate questions about life, about meaning, and about relationship to the sacred or transcendent, which may or may not arise and lead to the development of religious rituals and the formation of the community.

Parks (2000) describes spirituality as personal search for meaning, transcendence, wholeness, purpose, and the realization of spirit as the animating essence at the core of the life. The Spirituality gives stress on the dynamic wholeness of self in which the self is at one with itself and with the whole of creation and it requires that people regard themselves and others as whole beings (Zohar Marshall, 2000). At the same time King, Speck, and Thomas (2001) state that religion is a framework for a system of beliefs and values, while spirituality involves a person's belief in a power apart from his own existence. Oxford Dictionary of Current English (2001) outlines spiritual as having to do with the human spirit as opposed to physical things. Sinnott (2002) designates spirituality as one's personal relation to the sacred or transcendent, a relation that then informs other relationships and the meaning of one's own life" while religious practices may be the external sign of a spiritual orientation, or simply a set of culturally cohesive practices, beliefs, and habits. Waaijman (2002) defines spirituality as that which touches the core of human existence, namely, the relation to the absolute. Wink Dillon (2002) define spirituality as the self-existential search for ultimate meaning.

Notion of Intelligence

Intelligence is understood as the ability to learn or understand from experience or to respond successfully to new experiences, the ability to acquire and retain knowledge. Its possession implies the use of reason or intellect in solving problems and directing conduct. After Gardner (1983) introduced Multiple Intelligences, the notion of general intelligences had been adopted by psychologists. Multiple intelligences are a new view of human intelligence as a result of his dissatisfaction with the traditional IQ tests. In Multiple Intelligences, different independent ability areas had been proposed. Gardner (1993) called intelligence as a "bio-psychological potential" that could be affected by cultural and motivational factors (Gardner, 1993, p. 7). He states that individuals own at least eight intelligences which are independent and can be genetically inherited, developed or improved through education or social environment. Gardner (1983) initially introduced multiple intelligences in seven intelligences: Linguistic, Spatial, Logical/Mathematical, Interpersonal, Intrapersonal, Bodily-Kinesthetic, and Musical. Later, Gardner (1999) added Naturalistic intelligence and has suggested that an existential intelligence

might exist, but he believed that spiritual intelligence does not exist. He believed that his eight intelligences are as abilities or talents, but it is assumed that quantitative or verbal abilities are referred to as talents. He argued that there is no hierarchy of ability. Before publishing his book "Frames of Mind", Gardner (1999) states that eight intelligences are based on eight criteria: "the potential of isolation by brain damage; an evolutionary history and evolutionary plausibility; an identifiable core operation or set of operations; susceptibility to encoding in a symbol system; a distinct developmental history; the existence of savants, prodigies, and other exceptional people; support from conventionally, the measurement of intelligence was done with the intelligence tests that give the results in the form of **IQ** or intelligence quotient. Almost three decades ago, the concept of emotional intelligence was conceived in the footsteps of Edward Thorndike who used the term social intelligence to describe the extent of one's ability to relate to other people, which he considered distinct from the typically-discussed verbal and mathematical abilities. Emotional intelligence, measured in the terms of **EQ** or emotional quotient was popularized by Goleman who wrote a book on the same. Emotional intelligence refers to the interpersonal and intrapersonal abilities of an individual which help him to understand the relationships and the world better and furthermore, act wisely in human relations. The intelligence of latest invent is the spiritual intelligence, measures as **SQ** or spiritual quotient.

Emergence of Spiritual Intelligence

Spiritual intelligence may be considered as a permutation of two terms, "Spiritual" and "Intelligence". The foundation of the concept of spiritual intelligence lies in 'spirituality' and 'intelligence'. Danah Zohar (1997) introduced the term 'Spiritual Intelligence' in her book 'Re-Writing: The Corporate Brain'. However first it is important to know what spirituality is. Spirituality is the quality of being concerned with the spirit or self as averse to material things Spirituality is a science and it is an exercise of healthiest mind, said by Swami Vivekananda. NoIQ is the ability to think rightly, EQ is the ability to feel rightly and SQ is the ability to know the self or spirit rightly (Zohar, 2005). I.Q means Intelligence Quotient, which discovered in the early 20th century and is mainly measuring by Stanford-Binet Intelligence scale. This intelligence refers to the logical, rational and rule-bound problem-solving intelligence (Zohar, 2005). EQ refers to Emotional Quotient, Daniel Goleman described this intelligence in his book 'Emotional Intelligence: why it can matter more than IQ' as the intelligence of the management of self-emotions also other emotions, it is also the intelligence of relationship management (Goleman, 1995). Now let's come to the main point is what is spiritual intelligence? Spiritual intelligence is termed as SQ by Danah Zohar Marshall (2000) in her book 'Spiritual Intelligence: The ultimate intelligence'. It underpins IQ EQ. S.Q is the intelligence of solving problems related to meaning of life, values and self. It is nothing but the ultimate intelligence of human life (Zohar Marshall 2000). It is an intelligence of deep self-awareness in which one becomes more and more aware of the dimension of self, not only as the body but also as the mind spirit (Sisk, 2002). Woolman (2001) also explained SQ as the capacity of human to asking the ultimate question about the value of life, and to experience the bonding or connection with each of us or with our living world. It helps us to live more

creatively, more consciously, more happily. A spiritually intelligent person is always aware of the environment around him (Griffiths, 2012) and his current problems. He always looks for solutions and moves forward in new ways. The soul is the ultimate source of love, wisdom, peace, harmony, compassion, joy and creativity (Griffiths, 2012). Thus, S.Q is the intelligence of love, wisdom, compassion, joy, creativity and peace. Richard Griffiths (2012-21) described spiritual intelligence is the combination of 3Q (S.Q, E.Q, I.Q). Neurological study confirmed that spiritual intelligence (S.Q) activates our whole brain, when rational intelligence (I.Q) only activates our left brain and emotional intelligence (E.Q) activates our right brain only (Zohar, 2001). The whole brain activity increases the brain function and result better fulfilment in life, higher ability to goal attainment, more problem-solving skills, more work efficiency (Griffith, 2012) and also more productivity which leads to better economic growth. As Danah Zohar (2000) said, it is the ultimate intelligence, which is the major key of success in every aspect of life. Spiritual intelligence is the only tool to improve the body, mind and spirit/soul together. So, such intelligent accomplished people are very much needed in the society. Thus, it is also necessary to know how to increase such intelligence, how to measure or what are the different components or dimensions of the intelligence.

Theoretical Framework of Spiritual Intelligence

The Need hierarchy developed by Maslow (1908-1970) was famous for his work in behavioural psychology and motivation. Two basic principles of his work have particular significance for individual growth, education, and the spiritual development. His hierarchy of needs theory is most well-known of Maslow's theories is based on a hierarchy of needs pyramid. Maslow (1943) described these needs in a ladder or pyramid of progression that contained the five main sets of goals: *physiological, safety, love, esteem, and self-actualization*, with the basic physiological needs being at the foundation and moving up to the highest self-actualization needs. Physiological needs contain deficiency needs delineated as the need for safety, love, respect and information (Maslow, 1943, cited in Brown, 2001). These are opposed to growth needs, which include "need to know and understand, aesthetic, and *self-actualization* needs" (Slavin, 2003,). *Self-actualization* is one of the important concepts in Maslow's hierarchy of needs. The ongoing process of self-actualization within individuals was expanded and defined by Maslow as an "actualization of potentials, capacities and talents, as fulfilment of mission (fate, destiny, or vocation), as a fuller knowledge of, and acceptance of, the person's own intrinsic nature, as an unceasing trend toward unity, integration or synergy within" (Maslow, 1968, cited in Heylighen, 1992, p. 41). To be self-actualized is an ongoing process with the fundamental goal to develop all of one's talents and to reach ultimate fulfilment. He felt that the primary goal of education was to help all to reach their ultimate capacities or to become self-actualized (Heylighen, 1992). According to Maslow (1968, cited in Heylighen, 1992), self-actualization includes eight ways: (a) exhibits total absorptive self-awareness; (b) participates in an on-going growth procedure; (c) listens to his or her inner voice; (d) allows personal intuition to guide his or her life; (e) honestly takes responsibility for his or her own actions; (f) makes wise choices for personal satisfaction; (g) encounters and recognizes when he or she has faced a peak experience;

and lastly (h) analyzes, identifies, and renounces personally erected defences. Sisk (2002), in his

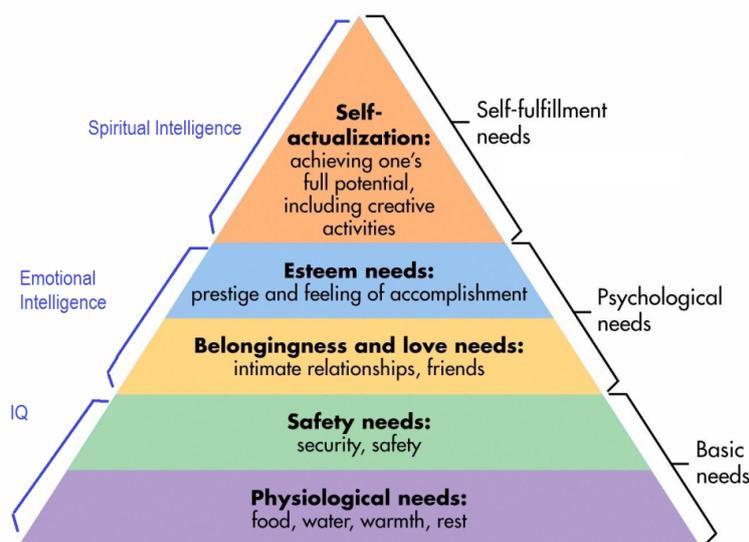


Figure: 1.0 Spiritual Intelligence at the top of Maslow's Need Hierarchy

article mentioned Maslow's work on self-identity as foundational to their work with SI. Maslow discussed important aspects in self-identity that are significant to understanding SI and its concepts. He felt that unfortunately, external educational experiences could sometimes squelch the internal, inherent natures of self. He encouraged a type of meditational separateness that allowed for the quietness necessary to search for one's individuality or self (Sisk, 2002). This was in line with Sisk's (2002) views that "SI can be described as a deep self-awareness in which one becomes more and more aware of the dimensions of self, not simply as a body, but as a mind-body and Spirit" (Sisk, 2002, p. 209). This reinforces Emmons (2000) view that "the intelligent use of spiritual intelligence can contribute to positive life outcomes such as emotional well-being, positive functioning, and an enhanced overall quality of life" (Emmons, 2000, p. 20).

Zohar and Marshall (2000) mentioned idea about the indicators of spiritual intelligence in their book. They mention several indicators for Spiritual Intelligence. Zohar (2004) has described 12 principles: **Spontaneity**: Living in the present moment., **Being vision led**: Acting from deep belief live accordingly. **Holism**: A sense of connection and belongingness. **Compassion**: Deep empathy and feeling-with , **Celebration of diversity**: Admire every people irrespective of their diversity what are. **Field independence**: Having own understanding and conviction. **Humility**: Take part as player of the larger drama in the world. **Tendency to ask fundamental "Why?"**: Have the courage to question everything in a motive of better understanding. **Ability to reframe**: Understand the bigger picture of every situation by watching it from different angle. **Positive use of adversity**: Growing up from the adverse situation. **Sense of vocation**: Having the attitude of serve and giving back to the world.

Findings of the study

A spiritually intelligent person can get benefit of being spiritually intelligent in Education and decision making. The spiritual intelligence can **play major roles** for four life situations *Education Career Choice, Personal life, Social life and Workplace life*.

In Education and Career Choice: Being spiritually intelligent the person is more aware of his weaknesses and strengths in life. S/he will understand the breaks in life and s/he will work to fill those gaps. Whatever the problem is, any issue has to be looked at in a broad way. Evaluation: A person can push the keys, fitting them in the lock and rotate to open the space. A learner can take decisions for career options in the new uncharted territory from the zone of higher consciousness of vision and mission in life.

In Personal Life: Spiritual intelligence helps maintain peace and prosperity in the personal lives and helps keeping the personal relationships clean. This intelligence enhances respect and love for each other. When human perceive their souls, they interact with each other without any desire, without any agenda. Above all, spiritual intelligence builds trust in one another and helps one to make one's life more meaningful. Persons become more aware of them and gain the capacity to express themselves to the optimum.

In Social Life: Spiritual intelligence helps to be more liberated in family and social life and helps to overcome the dependencies that exist in human relationships. Everyone learns to live with love, not attachment to each other. All human beings get the opportunity to grow up freely. They can pass the great values to the next generation by providing a high-quality culture and high-quality belief. Spiritual intelligence puts an end to all these things like violence, fights, unrest in the society. Because everybody can know themselves as a spirit and understand that there is no place to compete with each other, but to lead each other is life.

In Workplace Life: In modern times, the concept of spiritual intelligence is widely used in professional life. Different spiritual leaders are imparting spiritual knowledge to those who are involved in different work. So that they can earn more money by keeping their focus in one point or maintain better quality relationships with co-workers or employees at a company. Spiritual intelligence is also essential for making the correct decisions to maintain a better quality of workplace environment and to work happily.

Discussion

Evident from the discourse and based on the available resources, and literatures investigated in this study. It can be said that the tune of spiritual intelligence is evolving as a new dimension to intelligence. Society is experiencing a resurgence of spirituality that is spilling over into educational thought. At this time it is very difficult to maintain well-being in life. But if someone is able to focus on the spiritual intelligence then it may be easier to proceed through the well-

being route. The spiritual intelligence can contribute in a great way to healthy daily life and overall human well-being and to be a better decision maker. It is such a way that helps people also the learning community in a number of ways. The first of these is that spiritual intelligence expands the understanding of holism in educational setup. Secondly, spiritual intelligence provides a platform from which to build deeper relationships with institution and organisational members. Thirdly, spiritual intelligence provides greater insight into augmenting instructional designs and practices by facilitating learner-centred contexts. Fourthly, spiritual intelligence awareness has the potential to increase the success of leaders in educational institutions by providing important insight into their affective domain of life-world that would enable them to transform schools, colleges and universities. Effective leadership expands beyond managerial and instructional knowledge to tap into the realm of decision making based on an affective-cognition of collective realm as well as individual realm, community needs, culture, and shared values. Hence spiritual intelligence makes us to be more -aware, spontaneous, being Vision-led, holism, compassionate, diversity recognisers, independent, humane, capacity re-framer, resilient in adversity, sensitive of vocation, responsible, free, creative, goal orientated, socially adhered , happy, empathetic, honest, empowered with good health, education wisdom. All these help in Decision-making in a rational way. The course of action and several possibilities and is an important component of the process of cognition. The consequence of the decision-making process is the availability of choice of possible action. This process embeds within itself the personality of the decision-maker, which is an amalgamation of his affective-cognition of Spiritual Intelligence.

Conclusion

Operationalizing the construct, spiritual intelligence stands as the capacity of an individual to possess a socially relevant purposeful understanding of 'self' and having a high degree of conscience, compassion and commitment to human values. So, Spiritual intelligence is such an ability in every human being which can be exploited in Education for solving problems and deep understanding of career issues and decision making which are related to life values. Spiritual intelligence motivates individuals to find out relations and unification to achieve self actualization. It may have different degrees in different people. There are only a few direct premises that Spiritual intelligence directly influence on education system but modern psychologists and socio-culturists support the impact of Spiritual intelligence on learning, career options and decision making. The modern culture of self-centeredness is leading to the commoditization of human relationships, where people wish for maximal gain and minimal loss. The awakening of spiritual intelligence may lead to the humanization of relationships, and awakening of a struggle towards the sanctification of relationships. The impact of Spiritual intelligence on education would be strengthened when teachers with high spiritual intelligence can elicit progress in students' education. It will surely ensure self-guidance and self-counselling to create balanced decision makers.

References

- Bowel, R.A. (2004). *The seven steps of Spiritual Intelligence: The practical pursuit purpose, success and happiness*. London: Nicholas Brealey Publishing.
- Brown, H. D. (2001). *Teaching by principles: An interactive approach to language Pedagogy* (2nded.). New Jersey: Prentice Hall Regents.Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Cherniss, C. (2010). Emotional Intelligence: Toward Clarification of a Concept. *Industrial and Organizational Psychology*. 110-126. <https://doi.org/10.1007/s10943-020-01005-8>
- Emmons, R.A (2000). Is spirituality an intelligence? Motivation, Cognition and Psychology of ultimate concern. *International Journal for the Psychology of Religion*. 10, 3-26.
- Emmons, R.A. (1999). *The Psychology of ultimate concern: Motivation and Spirituality in Personality*. New York: Guilford.
- Esmaili, M., Zareh, H. Gole, M. (2014). *Spiritual Intelligence: Aspects, Components and Guidelines to Promote it*. *International Journal of Management*.1(2).
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence: Why it can matter more than IQ*. New York: Bantam.
- Griffiths, R. (2012). *The Definition of Spiritual Intelligence*. UK: 3Q Institute.
- Heylighen, F. (1992).A cognitive-systemic reconstruction of Maslow's theory of self-actualization. *Behavioral Science*, 37, 37-58. <https://sqi.co/definition-of-spiritual-intelligence/>
- James, W. (1890/2002).*The Principles of Psychology*.(Vols.1 and 2). Cambridge, MA: Harward University Press.
- King, D.B. (2008). *Rethinking claims of spiritual intelligence: A definition model and*
- King, M., Speck, P., Thomas, A. (2001). The royal free interview for spiritual and religious beliefs:Development and validation of a self-report version. *Psychological Medicine*, 31, 1015-1023.
- King. D. B. (2008). *Rethinking claims of spiritual intelligence: A definition, model and measure*. Unpublished Master's Thesis. Trent University, Peterborough, Ontario, Canada
- Koenig, H. G., McCullough, M., Larson, D. B. (2000).*Handbook of religion and health*. New York: Oxford University Press.
- Mangal, S.K. (2015). *Advance Educational Psychology*. New Delhi: PHI. measure. Unpublished Master's Thesis.Canada:Trent University.
- Nazel, D.D. (2004). *Spiritual Orientation in relation to spiritual intelligence: A consideration of traditional Christianity and New age/individualistic spirituality*. Unpublished doctoral dissertation. Australia: University of South Australia
- Nobel, K.D. (2001). *Spiritual Intelligence: A new frame of mind*. *Spirituality and Giftedness* 9, 1-29.
- Palmer, P. J. (1998). *The courage to teach: Exploring the inner landscape of a teacher's life*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers
- Parks, S. (2000). *Big questions, worthy dreams: Mentoring young adults in their search for meaning, purpose, and faith*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Salovey, P., Mayer, J.D. (1990).Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*. 185-211. <https://doi.org/10.2190>
- Scott, B. K. (2020). *Spiritual Care in Holistic Nursing Education: A Spirituality and Health Elective Rooted in T.R.U.S.T. and Contemplative Edu-*

- cation. *Journal of holistic nursing: official journal of the American Holistic Nurses' Association*. SAGE.
- Sinnott, J. D. (2002). Introduction. *Journal of Adult Development*, 9, 199–200.
- Sisk, D. (2002). *Spiritual Intelligence: The Tenth Intelligence that Integrates All Other Intelligences*. Gifted Education International. <http://dx.doi.org/10.1177/026142940201600304>
- Sisk, D. A. (2002). *Spiritual intelligence: The tenth intelligence that integrates all other intelligences*. *Gifted Education International*, 16, 208- 21
- Slavin, R. E. (2003). *Educational psychology: Theory into practice (7thed.)*. Boston: Allyn Bacon.
- Smith, S. (2005). *Exploring the Interaction of Emotional Intelligence and Spirituality*. Traumatology. United States: American Psychological Association.
- Srivastava, P.S (2016). *Conceptual Input of Spiritual Intelligence with respect to Indian Philosophers*. *International Journal of Advanced Education and Research*. ISSN:
- Tzounis, E. (2017). *Constructing and Deconstructing the Terminology of Spirituality: A journey Back to the Greek Roots*. *Journal of Traditional Medicine Clinical Naturopathy*. 2.
- Varma, A. (2011). *What is spiritual intelligence*. Times of India. <https://timesofindia.indiatimes.com/what-is-spiritual-intelligence/articleshow/5343214.cms>
- Vaughan, F. (2003). *What is spiritual intelligence?*. *Journal of Humanistic Psychology*. 42, 3.
- Waaajman, K. (2002). *Spirituality. Forms, foundations, methods*. Leuven: Peters
- Wechsler, D. (1944). *The measurement of adult intelligence (3rd ed.)*. Williams Wilkins Co. <https://doi.org/10.1037/11329-000>
- Wink, P., Dillon, M. (2002). *Spiritual development across the adult life course: Findings from a longitudinal study*. *Journal of Adult Development*, 9, 79–94.
- Zohar, D. (1997). *Rewriting the Corporate Brain: Using the new science to rethink how we structure and lead organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers Inc.
- Zohar, D. (2004). *Spiritual Capital: Wealth we can live by*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers Inc.
- Zohar, D., Marshall, I. (1997). *Spiritual Intelligence: The Ultimate Intelligence*. New York: Bloomsbury.

অভিজ্ঞানশকুন্তলে বিশ্বপরিবেশ ভাবনার প্রেক্ষাপট : একটি সমীক্ষা

অর্পিতা নাথ *

সারাংশিকা (Abstract)

সাহিত্যস্রষ্টারূপে কবি হলেন প্রজাপতি। তিনি তাঁর লেখনীর স্পর্শে কাব্যের প্রতিপাদ্য কাহিনীকে জীবন্ত করে তোলেন। সাহিত্যের মাধ্যমে কবির ভাবজগতের প্রকাশ যেমন ঘটে, তেমনই সাহিত্য দ্বারা তৎকালীন সমাজ ও পরিবেশের সার্বিক চিত্রও প্রকাশিত হয়। সেদিক থেকে সাহিত্য শিক্ষার ও সচেতনতার মাধ্যম হয়ে ওঠে। কল্পনার মিশেলে বাস্তবিক পরিবেশ মায়াময়রূপে উপস্থাপিত হয় কবির রচনার মাধ্যমে। বঙ্গীয় সাহিত্যের বিভিন্ন কবির লেখনীতে যেমন পরিবেশ ও তার অবক্ষয়ের প্রতিবাদমূলক ছবি চোখে পড়ে, তেমনই সংস্কৃত সাহিত্যেও সৃষ্টির আদিলগ্ন থেকে সৃষ্টিতত্ত্ব, পরিবেশ প্রভৃতি বিষয়ে কবির অনুসন্ধিৎসার পরিচয় পাওয়া যায়। দৃষ্টান্তস্বরূপ ঋগ্বেদের দশমমণ্ডলান্তর্গত কয়েকটি দার্শনিক সূক্তের উল্লেখ করা যায়। যেখানে সৃষ্টিতত্ত্বমূলক বিষয়ের বর্ণনা পরিলক্ষিত হয়। যার মধ্যে হিরণ্যগর্ভসূক্ত(১০/১২১), নাসদীয়সূক্ত(১০/১২৯) এবং অঘমর্ষণসূক্ত (১০/১৯০) প্রধান। বেদ পরবর্তী সংস্কৃত সাহিত্যেও একইভাবে পরিবেশ সংক্রান্ত নানান বিষয় উঠে এসেছে বারংবার। প্রকৃতিপ্রেমিক কবি কালিদাসরচিত মহাকাব্যে, নাটকে প্রাকৃতিক পরিবেশের নানা চিত্র প্রকাশিত হয়েছে। তার মধ্যে কবির অনবদ্য রচনা অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ নাটকের মাধ্যমে আমরা জানতে পারি, মানুষের কাছে পরিবেশ সংরক্ষণ কতটা গুরুত্বপূর্ণ ছিল। সেখানে পরিবেশ এবং মানুষ যেন এক সূত্রে গাথা। কিন্তু ক্রমাগত বিবর্তনের ফলে আধুনিক বিশ্বে প্রাচীন পরিবেশের ভারসাম্যতার দিকটি প্রায় অবহেলিত হয়ে চলেছে এবং অর্থনৈতিক উন্নয়নের এক মরণোন্মুখী প্রতিদ্বন্দ্বিতায় লিপ্ত। কৃষি এবং শিল্পক্ষেত্রের উন্নতি কল্পে পৃথিবী ব্যাপী চলছে অনবরত প্রকৃতিক সম্পদের যথেষ্ট লুপ্তন। যার ফলে পরিবেশের ভারসাম্য অনেকাংশে বিনষ্ট হয়েছে। এইরূপ ভারসাম্য হীনতার কারণে এমন এক প্রতিকূল অবস্থার সৃষ্টি হয়েছে যা জীব-জগতের অস্তিত্বকে সংকটময় করে তুলেছে। মূলতঃ সেই কারণেই অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ নাটকের দ্বারা নির্মল প্রাকৃতিক চিত্রের সাথে বর্তমান সময়ের প্রাকৃতিক পরিবেশের অবনমনের বিষয়টি তুলনামূলক আলোচনার মাধ্যমে আলোচ্য গবেষণাপত্রে উপস্থাপিত হল।

মুখ্যশব্দসমূহ (Key-words)- বেদ, কাব্য, পরিবেশ, উন্নয়ন, অবক্ষয়।

ভূমিকা -

সাহিত্য একদিকে যেমন সহৃদয় পাঠককুলকে আনন্দ দান করে, তেমনি তার মধ্যে প্রচ্ছন্নভাবে লুকিয়ে থাকে নানাবিধ উপদেশ বা লোকহিতকারী বার্তা। কাব্যপ্রকাশকার আচার্য মন্মট কাব্যের দ্বারা যে শিক্ষালাভ হয় সে প্রসঙ্গে বলেছেন-

কাব্যং যশসেহর্থকৃতে ব্যবহারবিদে শিবেতরক্ষতয়ে।

সদ্যঃ পরনির্বৃত্তয়ে কান্তাসম্মিততয়োপদেশযুজে।¹

অর্থাৎ কাব্যের দ্বারা যেমন ব্যবহার জ্ঞানলাভ হয়, অমঙ্গলনিবৃত্তি হয় এবং আনন্দলাভ হয়, তেমনি কান্তাসম্মিত উপদেশও লাভ হয়। সরসতা উৎপাদনপূর্বক জ্ঞান লাভও হয়ে থাকে। তাই সাহিত্যের প্রয়োজন শুধুমাত্র মানবের চিত্তবিনোদন নয়,

*সহকারিণী অধ্যাপিকা, বাসন্তী দেবী কলেজ, কলকাতা, পশ্চিমবঙ্গ,
arpita.nath111@gmail.com, দূরভাষ সংখ্যা - 9903804781

Received: 15 February 2020 / Accepted: 25 May 2020

¹কাব্যপ্রকাশ - ১/২

তার দ্বারা লোকব্যবহারের জ্ঞানও জন্মায়। সাহিত্যস্রষ্টা কবি হলেন প্রজাপতি ব্রহ্মাতুল্য। কবি যেমন কল্পনা করেন তেমন রূপেই কল্পনার মিশেলে জগতকে তুলে ধরেন। অগ্নিপুরাণে বলা হয়েছে-

অপারে কাব্যসংসারে কবিরেব প্রজাপতিঃ।
যথা বৈ রোচতে বিশ্বং তথৈদং পরিবর্ততে।।²

তিনি তাঁর লেখনীস্পর্শে তৎকালীন সমাজ ও পরিবেশের সার্বিক চিত্রকেও কখনো প্রত্যক্ষভাবে আবার কখনো বা পরোক্ষভাবে প্রকাশ করেন। পৃথিবীর সমস্ত ভাষার সাহিত্যের মধ্যেই এমনভাবে প্রকাশ পায়। বঙ্গীয় সাহিত্য এবং সংস্কৃত সাহিত্যও তার ব্যতিক্রম নয়। বাংলাভাষার সাহিত্যে যেমন পরিবেশ ও তার অবক্ষয়ের তথা নানাবিধ সামাজিক সমস্যার কথা উঠে এসেছে, তেমনি সংস্কৃত সাহিত্যেও কাহিনী পরিবেশনার মাধ্যমে তৎকালীন পরিবেশ ও পরিবেশসংক্রান্ত বিষয় বর্ণিত হয়েছে। বৈদিকযুগ থেকে আরম্ভ করে লৌকিক ও আধুনিক সংস্কৃতসাহিত্যে পরিবেশসংক্রান্ত বিভিন্ন তত্ত্ব আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়। ঋগ্বেদের দশমমণ্ডলের বেশ কয়েকটি সূক্তে বিশ্বসৃষ্টিতত্ত্ব সম্বন্ধে চিন্তামূলক মন্ত্র পাওয়া যায়। বৈদিক ঋষিগণের সৃষ্টিবিষয়ক ধ্যানধারণার পরিচয় পাওয়া যায় এইসব রচনা থেকে। এর মধ্যে হিরণ্যগর্ভসূক্ত(১০/১২১), নাসদীয়সূক্ত(১০/১২৯) সর্বপ্রধান। সৃষ্টিবিষয়ে বৈদিক ঋষিদের চিন্তা কতখানি সূক্ষ্মতা অর্জন করেছিল তার জ্বলন্ত দৃষ্টান্ত নাসদীয়সূক্তটি। সেখানে বলা হয়েছে-

নাসদাসীন্মো সদাসীন্মদানীং নাসীদ্রজো নো ব্যোম পরো যৎ।
কিমাৱরীৱঃ কুহ কস্য শর্মন্মভঃ কিমাসীদ গহনং গভীরম্।।³

অর্থাৎ সৃষ্টির পূর্বে কিছুই ছিলনা - না সৎ, না অসৎ, মৃত্যুও ছিলনা, অমৃতত্বও ছিলনা, দিনও ছিলনা, রাত্রিও ছিলনা, সমস্ত স্থানই ছিল তমোময় ও জলমগ্ন।
পৃথিবীর প্রথম অবস্থা যে অব্যক্ত, অচিন্ত্যনীয়, বৈদিক ঋষিরা তা অনুভব করেছিলেন বলে পরম সত্যকে বুঝতে চাওয়ার আকুতি তাদের মনে জিজ্ঞাসার উদয় ঘটায়।

কো অদ্বা বেদ ক ইহ প্রবোচৎ
কুত অজাতা কুত ইয়ং বিসৃষ্টিঃ।।⁴

আবার ঋগ্বেদেরই দশমমণ্ডলের অঘমর্ষণসূক্তে(১০/১৯০) সৃষ্টির আদ্যাবস্থা এবং সৃষ্টিপ্রক্রিয়ার বিষয় সংক্ষিপ্তভাবে আলোচিত হয়েছে। অথর্ববেদের ভূমিসূক্তে বা পৃথিবীসূক্তে(১২/১) পৃথিবীকে রক্ষা করার প্রসঙ্গ উঠে এসেছে। সেখানে পৃথিবী জীবের প্রাণধারণকারিণী, মাতৃস্বরূপা, যাকে আশ্রয় করে নদ-নদী প্রবাহিত হয়েছে, যিনি শস্যদাত্রী, জীবের ভরণপোষণকারিণী এবং সেখানে বারংবার তাকে রক্ষা করার কথাই উঠে এসেছে।

অতঃপর লৌকিক সংস্কৃতসাহিত্যে পরিবেশের নানান চিত্র কিভাবে বর্ণিত হয়েছে এবং সেই প্রসঙ্গে কালিদাসের অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ - এর পরিবেশের কিরূপ চিত্র প্রকাশিত হয়েছে, সেটি বর্ণনার প্রসঙ্গ আসে। সাহিত্য একার্থে জীবনদর্পণ এবং সমাজদর্পণ তাই বাস্তবিকতার ছোঁয়াও সেখানে ব্যাপকরূপে উপস্থিত। বেদ পরবর্তীযুগের বিভিন্ন কবিদের রচনায় প্রকৃতির চিত্র নানা আঙ্গিকে উল্লিখিত হয়েছে। এ প্রসঙ্গে কালিদাসের পূর্বসূরী বিখ্যাত নাট্যকার ভাসের সর্বাঙ্গোপেক্ষা জনপ্রিয় নাটক স্বপ্নবাসবদন্তম্ নাটকের কথা উল্লেখনীয়। এই নাটকের প্রথমার্ধে তৎকালীন তপোবনাশ্রিত আশ্রমের সুচারু বর্ণনা পাই, যা তখনকার গ্রাম্য দূষণমুক্ত পরিবেশের চিত্রকেই তুলে ধরেছে। যেখানে বন্যপ্রাণীরা নির্ভয়ে বিচরণ করছে, পুষ্প-পত্র সমন্বিত বৃক্ষ অতি সযত্নে রক্ষিত হয়েছে-

²অগ্নিপুরাণ - ৩৪০/১০

³নাসদীয়সূক্ত - ১০/১২৯/১

⁴তদেব - ১০/১২৯/৬

বিশ্রক্ং হরিণশ্চরন্ত্যচকিতা দেশাগতপ্রত্যয়াঃ
বৃক্ষাঃ পুষ্পফলৈঃ সমৃদ্ধবিভবাঃ সর্বে দয়ারক্ষিতাঃ ।।⁵

আবার এই নাটকের প্রথমক্ষেই তার বিপরীত চিত্রেরও উল্লেখ আছে। নগরায়ণ বৃদ্ধি পেলেই প্রাকৃতিক পরিবেশ যে ক্ষতিগ্রস্ত হয়, পরিবেশের অবক্ষয় কিঞ্চিৎমাত্রায় হয় তার উল্লেখ পাই এখানে। নাটকের অন্যতম প্রধান চরিত্র মন্ত্রী যৌগন্ধরায়ণের উক্তি - ‘কোহয়ং ভো নিভূতং তপোবনমিদং গ্রামীকরোত্যাঙ্কয়া’⁶ অর্থাৎ শান্ত তপোবনকে কে বা কার আদেশে গ্রামে পরিণত করেছে। নগরায়ণ উন্নত সভ্যতার পরিচায়ক, কিন্তু নগরায়ণের ফলে প্রাকৃতিক পরিবেশের অবক্ষয় ঘটে তার সমর্থন এখানে রয়েছে।

কালিদাসের রচনায় চিত্রিত পরিবেশ সম্পর্কে বলতে গেলে বলতে হয় কবির প্রকৃতিপ্রেমিক সত্তা তাঁর প্রায় সব রচনায় পূর্ণরূপে প্রকাশিত। তাঁর রচনাসম্মানে প্রকৃতিপ্রেম এবং প্রকৃতির সঙ্গে মানবজীবনের আত্যন্তিক ঘনিষ্ঠতা অনুভূত হয়। প্রাকৃতিক বৃক্ষলতা, পশু পাখি যেন মানবের সখা। কোথাও তাদের ভ্রাতা-ভগিনীরূপে আবার কোথাও বা সখারূপে বর্ণনা করা হয়েছে। নিষ্কলুষিত পরিচ্ছন্ন পরিবেশের বর্ণনার চিত্রই প্রকাশিত হয়। তপোবনের পরিবেশরক্ষণ ও পশুপাখিকে রক্ষা করার বর্ণনা আমাদের বনসংরক্ষণ ও পশুসংরক্ষণের কথাই মনে করায়। অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ নাটকে প্রতিফলিত তৎকালীন দূষণহীন পরিবেশের চিত্রের সাথে বর্তমান পরিবেশের তুলনা করলেই উপলব্ধি করা যায় পরিবেশের অবক্ষয়ের অবস্থা কিরূপ? বৃক্ষরাজি এবং বন্যপ্রাণী পরিবেশের অঙ্গ। তাদের রক্ষা করা অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। এপ্রসঙ্গে উল্লেখ্য মৃগয়ারত রাজা দুষ্যন্ত যখন হরিণকে বাণবিদ্ধ করতে উদ্যত হয়েছিলেন তখন মহর্ষি কথের শিষ্য বৈখানসের নিষেধবাণী - রাজন্, আশ্রমমৃগোহয়ং ন হন্তব্যো ন হন্তব্যঃ।

ন খলু ন খলু বাণঃ সন্নিপাত্যোহয়মস্মিন্
মৃদুনি মৃগশরীরে তুলারাশাবিবাল্লিঃ ।
ক্ব বত হরিণকানাং জীবিতং চাতিলোলং
ক্ব চ নিশিতনিপাতা বজ্রসারাঃ শরাস্তে ।।⁷

এই নিষেধ যেন পরিবেশের জীবরক্ষায় সচেতন ঋষিকুমারের নিষেধ। এই সচেতনতা রাজার মধ্যেও জাগরিত হল। তিনি তাঁর বাণ সংবরণ করলেন। আবার দ্বিতীয়াঙ্কে স্বয়ং রাজাই সেনাপতিকে মৃগয়া বন্ধের নির্দেশ দিলেন - ‘মহিষেরা জলাশয়ের জল শিং দ্বারা তোলপাড় করতে করতে ম্লান করুক, হরিণগুলি দলবদ্ধ হয়ে ছায়ায় বসে রোমন্থন করুক, শূকরগুলি মনের সুখে উর্বী ঘাসের গোড়া উৎপাটন করুক এবং শিথিল জ্যায়ুক্ত আমার ধনুও বিশ্রাম লাভ করুক’।

গাহস্তাং মহিষা নিপানসলিলং শৃঙ্গৈর্মুহুস্তাডিতং
ছয়াবদ্ধকদম্বকং মৃগকুলং রোমস্থমভাস্যতু ।
বিশ্রক্ং ক্রিয়তাং বরাহততিভির্মুস্তাক্ষতিঃ পল্ললে
বিশ্রামং লভতামিদং চ শিথিলজ্যাবন্ধমস্মাদ্ধনুঃ ।।⁸

প্রাচীন যুগে বৃক্ষরাজি পরিচর্যার এরকমই একটি দৃশ্য দেখা যায় শকুন্তলা নাটকের প্রথমক্ষে, যেখানে শকুন্তলা ও তার দুই সখী অনসূয়া আর প্রিয়ংবদাকে বৃক্ষমূলে জলসেচন করতে দেখা যায়। দুষ্যন্তের উক্তি থেকে তা স্পষ্ট - ‘অয়ে এতাস্তপস্বিকন্যাঃ স্বপ্রমাণানুরূপৈঃ সেচনঘট্টৈর্বালপাদপেভ্যঃ পয়ো দাতুমিত এবাভিবর্তন্তে’⁹ শকুন্তলার প্রতি অনসূয়ার উক্তি থেকেও জানা যায় যে আশ্রমবৃক্ষপরিচর্যার দায়িত্ব শকুন্তলার উপর ন্যস্ত - ‘হলা শকুন্তলে, ত্বত্রু অপি তাতকাশপস্য আশ্রমবৃক্ষকাঃ প্রিয়তরেতি তর্কয়ামি যেন নবমালিকা কুসুমপেলবা অপি ত্বম্ এতেষাম্ আলবালপূরণে নিযুক্তা’¹⁰ আবার

⁵স্বপ্নবাসবদন্তম্ - ১/১২

⁶স্বপ্নবাসবদন্তম্ - ১/৩

⁷অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ - ১/১০

⁸তদেব - ২/৬

⁹তদেব - প্রথমাক্ষ

¹⁰তদেব

বৃক্ষের প্রতি প্রেমকে সহোদরস্নেহরূপে উল্লেখ করা থেকে শকুন্তলার সাথে বৃক্ষসমূহের নিবিড় আত্মিক ঘনিষ্ঠতা প্রকাশিত হয় –‘অস্তি মে সোদরস্নেহঃ অপি এতেষু’।¹¹ সর্বোপরি শকুন্তলা বন্যপ্রাণী ও গাছসমূহকে সন্তানস্নেহে পালন করত, আশ্রমের বৃক্ষমূলে জলসেচন না করে সে নিজে জল পর্যন্ত গ্রহণ করত না। আবার সেই গাছেই নব পুষ্পোদগম, ফলোদগম হলে তার উৎসব পালনের ন্যায় আনন্দ হত।

পাতুং ন প্রথমং ব্যবস্যতি জলং যুস্মাস্পীতেষু যা
নাদত্তে প্রিয়মগুণাপি ভবতা স্নেহেন যা পল্লবম্।
আদ্যে বঃ কুসুমপ্রসূতিসময়ে যস্য ভবতুৎসবঃ
সেয়ং যাতি শকুন্তলা পতিগৃহং সর্বৈরনুজ্জায়তাম্।¹²

মহাকবি কালিদাসের এইরূপ অরণ্যভাবনার দ্বারা প্রভাবিত হয়ে বিশ্বকবি রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর শ্লোকানুবাদ এইভাবে করেছেন

তোমাদের জল না করি দান
যে আগে জল না করিত পান,
সাধ ছিল যার সাজিতে তবু
স্নেহে পাতাটি না ছিঁড়িত কভু
তোমাদের ফুল ফুটিত যবে
যে জন মাতিত মহোৎসবে,
পতিগৃহে সেই বালিকা যায়
তোমরা সকলে দেহ বিদায়।¹³

তাছাড়াও সেখানে অরণ্যবাসীদের সাথে বন্ধুত্বের দিকটিও লক্ষ্য করার মতো।

অনুমতগমনা শকুন্তলা
তরুভিরিয়ং বনবাসবন্ধুভিঃ।
পরভূতবিরুতং কলং যথা
প্রতিবচনীকৃতমেভিরীদৃশম্।¹⁴

অভিজ্ঞান-শকুন্তলম্ নাটকের চতুর্থাঙ্কে প্রাকৃতিক পরিবেশের পশুপাখির সাথে জীবনের যোগ বিশেষভাবে চিত্রিত হয়েছে। শকুন্তলার কণ্ঠাশ্রম থেকে পতিগৃহের উদ্দেশ্যে যাত্রাকালে বিদায়ের আসন্নলগ্ন সূচিত হয়েছে কোকিলদের কুহুরবের দ্বারা উক্ত শ্লোকে। শকুন্তলার আসন্ন বিচ্ছেদ ব্যথায় তার আত্মীয় পরিজনের সাথে সমব্যথী হয়েছে তপোবনের সমস্ত পশু-পাখীরা। ময়ূরেরা নাচ বন্ধ করেছে, হরিণদের মুখের গ্রাস পড়ে যাচ্ছে, লতাগুলি থেকে গুঞ্জনপত্রমোচন ঘটছে, যেন মনে হচ্ছে শকুন্তলার আসন্ন বিরহে তারা অশ্রু বিসর্জন করছে-

উদগলিতদর্ভকবলা মৃগ্যঃ পরিত্যক্তনর্তনা ময়ূরাঃ।
অপসৃতপাণ্ডুপত্রাঃ মুখঃস্ত্যশ্রুণীব লতাঃ।¹⁵

চতুর্থাঙ্কে দৈববাণীতে শকুন্তলার যাত্রাপথে উদ্ভিদ ও পরিবেশের আনুকূল্য প্রার্থনা করা হয়েছে - সরোবরগুলি ফুটন্ত পদ্মে ও সবুজ মৃগালে সুন্দর হোক, ছায়া প্রধান বৃক্ষগুলি সূর্যের তাপ হরণ করুক -

¹¹তদেব

¹²তদেব - ৪/৯

¹³রবীন্দ্রনাথকৃত প্রাচীন সাহিত্য, শকুন্তলা

¹⁴অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ - ৪/১০

¹⁵তদেব - ৪/১২

রম্যাস্তরঃ কমলিনীহরিতৈঃ সরোভি-
শ্চায়াদ্ৰুমৈর্নিয়মিতাকর্মযুখতাপঃ ।
ভূয়াৎ কুশেশয়রজোম্‌দুরেণুরস্যাঃ
শান্তানুকূলপবনশ্চ শিবশ্চ পত্নাঃ ।।¹⁶

সপ্তমাঙ্কে রাজার স্বর্গ থেকে প্রত্যাগমনকালে যেরূপ অনুভূতি হয় তার বর্ণনা মহাকবি দিয়েছেন -

অয়মরবিবরেভ্যশ্চাতকৈর্নিষ্পতন্তি -
হরিভিরচিরভাসাং তেজসা চানুলিগুৈঃ ।
গতমুপরি ঘনানাং বারিগর্ভোদরাণাং
পিশুনয়তি রথস্তে সীকরক্লিন্ননেমি ।।¹⁷

এখানে মেঘের অপূর্ব বর্ণনা প্রদত্ত হয়েছে। পুনরায় মহাকবি বনের হিংস্র পশুও কিভাবে বাৎসল্যরসে আশ্রিত হয়ে মানবশিশুর সাথে ক্রীড়ারত তার উল্লেখ করেছেন- দুয়ন্তপুত্র বালক সর্বদমন একটি সিংহশিশুর কেশরাকর্ষণ করে বলছে- জম্ব্বস্ব সিংহ, দন্তান্ তে গণয়িষ্যে।¹⁸ অর্থাৎ ওরে সিংহ, মুখ খোল, তোর দাঁত গুণবো। কিন্তু বাৎসল্যরসের আধিক্যে যাতে কোনোভাবেই প্রাণীদের প্রতি অত্যাচার প্রকাশ না পায়, তার জন্য বালককে নিবৃত্ত করার জন্য মারীচাশ্রমে তাপসী বললেন - অবিনীত, কিং নঃ অপত্যনির্বিশেষাণি সত্ত্বানি বিপ্রকরোষি।¹⁹ অর্থাৎ ওরে অবাধ্য, অকারণে কেন সন্তানতুল্য এই পশুদের উপর উৎপীড়ন করছো? এই সমস্ত উল্লেখ থেকে বলা যায় যে, প্রায় সমগ্র নাটকেই নানাভাবে প্রাণীসংরক্ষণ এবং পরিবেশের সাথে মানুষের আত্মিক যোগ বারংবার প্রকাশিত হয়েছে।

অতএব সেকালে বনসৃজন, বন্যপ্রাণী সংরক্ষণ ও নির্মল পরিবেশের বর্ণনার দ্বারা যে আভাস পাওয়া যায় তা থেকে বলাই যায় যে পরিবেশের অবক্ষয় তৎকালীন যুগে অপেক্ষাকৃত কম ছিল। তবে সেকালে নগরায়ণের ফলে প্রাকৃতিক পরিবেশের যে অবনমন হয় তার ইঙ্গিতও ঈষদাকারে লক্ষ্য হয় এই নাটকের পঞ্চমাঙ্কে। যেখানে অরণ্যচারী কণ্ঠশিষ্যদ্বয় রাজধানীতে এসে অস্বস্তি অনুভব করেছেন যে নগরের পরিবেশ কৃত্রিমতায়, কোলাহলে পরিপূর্ণ- 'জনাকীর্ণং মন্যে হৃতবহপরীতং গৃহমিব'।²⁰ অতএব অভিজ্ঞানশুকুন্তলম্ নাটকের পরিপ্রেক্ষিতে বন্য পরিবেশের সজীবতা ও নাগরিক সভ্যতার সমান্তরাল দুটি চিত্র খুব স্পষ্ট হয়।

সেকালের পরিবেশ ও পরিবেশসংক্রান্ত নিয়ম-কানুনের আলোচনার পর বর্তমানের পরিবেশ তার পরিবর্তন এবং পরিবেশগত অবক্ষয়ের বিষয়টি আলোচনার প্রসঙ্গ আসে। সভ্যতার উন্নয়নের সাথে সাথে মানুষের সঙ্গে প্রাকৃতিক যোগসূত্র ক্রমেই ক্ষীণতর হতে দেখা যাচ্ছে। আধুনিক পৃথিবীর প্রত্যেকটি দেশ পরিবেশকে অবহেলা করে অর্থনৈতিক উন্নয়নের লক্ষ্যে মরণোন্মুখী প্রতিদ্বন্দ্বিতায় লিপ্ত হয়েছে। বর্তমান আর্থ-সামাজিক ব্যবস্থার নিরিখে কৃষি ও শিল্পক্ষেত্রের উন্নতিকেই যে কোনো দেশের অগ্রগতির একমাত্র মাপকাঠিরূপে চিহ্নিত করা হয়। আর এই অর্থনৈতিক উন্নয়নের স্বার্থে প্রাকৃতিক সম্পদগুলি ক্রমাগত ক্ষয়ের দিকে এগিয়ে চলেছে। তার ফলস্বরূপ পরিবেশগত ভারসাম্য বিনষ্ট হচ্ছে। বন্যপ্রাণীর বিভিন্ন প্রজাতি অবলুপ্ত হয়ে যাচ্ছে। এই প্রতিকূল অবস্থার কারণে মানবসহ সমগ্র জীবকূলের অস্তিত্ব সংকটে। এই সমস্যা প্রতিকারকল্পে কেন্দ্রীয় সরকার নানা উদ্যোগ গ্রহণ করে চলেছেন। *Wild Life Protection Act-1972* দ্বারা বন্যপ্রাণী ও উদ্ভিদ সংরক্ষণ আইন পাশ করা হয়েছে। যার কারণে বন্যজীবহত্যা দণ্ডনীয় অপরাধরূপে স্বীকার করা হয়েছে। বিশ্ব পরিবেশদিবস এবং আন্তর্জাতিক বিশ্ব অরণ্য ও পরিবেশ দিবস পালন করা হয়, উদ্দেশ্য মানবের সচেতনতা বৃদ্ধি করা। তাছাড়া G.I.M অর্থাৎ *The National Mission for Green India* প্রকল্প নেওয়া হয়েছে ভারত সরকার কর্তৃক যার মূল লক্ষ্য হল দেশজ জীব-বৈচিত্র্য, জল, ম্যানগ্রোভ অরণ্য সংরক্ষণ করা।

¹⁶তদেব - ৪/১১

¹⁷তদেব - ৭/৭

¹⁸তদেব, সপ্তমাঙ্ক

¹⁹তদেব

²⁰তদেব - ৫/১০

উপসংহার-

প্রকৃতপক্ষে পরিবেশের অবক্ষয় প্রতিরোধ করতে গেলে মানবসমাজে সচেতনতা বৃদ্ধির প্রয়োজন আর সেই কারণেই অভিজ্ঞানশকুন্তলম্ নাটকের প্রাসঙ্গিকতা, কারণ তৎকালীন পরিবেশ রক্ষণাবেক্ষণের যে চিত্র প্রকাশিত হয়েছে এই নাটকের মাধ্যমে তার উল্লেখের দ্বারা মানবের বন্যপ্রাণী ও পরিবেশবান্ধব গাছপালার প্রতি ভালোবাসা বর্ধিষ্ণু হোক এবং সচেতনতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হোক - বর্তমান ক্ষয়িষ্ণু বিশ্বে তা মুখ্য প্রয়োজন।

নির্বাচিত গ্রন্থপঞ্জী

- আহমেদ, রফিক, ১ম প্রকাশ ১৯৯৭, ৪র্থ পুনর্মুদ্রণ ২০১০, আবহাওয়া ও জলবায়ুবিজ্ঞান, জ্ঞান কোষ প্রকাশনী, ঢাকা, বাংলাদেশ
- গুপ্ত, শুভেন্দু, ১ম প্রকাশ ২০১২, প্রাচীন ভারতে পরিবেশ চিন্তা, সাহিত্য সংসদ, কলকাতা
- গোস্বামী, বিজয়া, ১ম প্রকাশ ২০১৪, কাব্যপ্রকাশ, পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষৎ, কলকাতা
- ঘোষ, বিদ্যুৎ বরণ, ২য় সংস্করণ ২০১১, সংস্কৃত-রচনায় প্রতিফলিত পরিবেশ-সচেতনতা, সংস্কৃত পুস্তক ভাণ্ডার, কলকাতা
- চক্রবর্তী, সত্যনারায়ণ, ৩য় সংস্করণ ১৯৯৬, অভিজ্ঞান-শকুন্তলম্, সংস্কৃত পুস্তক ভাণ্ডার, কলকাতা
- ঠাকুর, রবীন্দ্রনাথ, ২৪তম পুনর্মুদ্রণ ২০১৭, প্রাচীন সাহিত্য, বিশ্বভারতী, কলকাতা
- বন্দ্যোপাধ্যায়, শান্তি, ৪র্থ সংস্করণ ১৪০৭ বঙ্গাব্দ, স্বপ্নবাসবদত্তম্, সংস্কৃত পুস্তক ভাণ্ডার, কলকাতা
- Cowie, Jonathan, 1st Ed. 2007, 3rd Rpt. 2009, Climate Change: Biological and Human Aspects, Cambridge University Press, Newyork, U.K.
- Khan, T. N., 1st Ed. 2000, Environmental Science, B. M. Publication Pvt. Ltd., Calcutta
- Rama, S., V. S., 2015, Essentials of Ecology and Environmental Science, PHI Learning Pvt. Ltd., Delhi
- Stump, Roger. W., Rpt. 2015, The Geography of Religion, Faith, Place and Space, Rowman and Little field Publishers Inc., USA
- Walker, Gordon, 1st Ed. 2012, Rpt. 2016, Environmental Justice, Concept, Evidence and Politics, Taylor and Francis Group, Newyork

সাংখ্যদর্শনের প্রেক্ষিতে বঙ্কিমমানসের স্বরূপ বিশ্লেষণ

ডঃ স্বপন মাল *

শোভসার Abstract

বঙ্কিমচন্দ্র চট্টোপাধ্যায় বাংলাসাহিত্যে এবং বঙ্গীয় জনজীবনে সাহিত্যসম্রাট বলিয়া খ্যাত। তিনি পাশ্চাত্যের জ্ঞান এবং বিজ্ঞানধারার বিবিধ গ্রন্থ অধ্যয়ন করিয়াছেন। প্রাচ্যসাহিত্য ও সভ্যতার অন্যতম প্রখ্যাত বিদ্বানদিগের মধ্য হইতে তিনি অন্যতম। কেন না, প্রাচ্যের এমন কোনো প্রাচীন গ্রন্থ নাই যে তিনি পাঠ করেন নাই। বেদ, বেদান্ত, কাব্য, অলংকার, দর্শন, বিজ্ঞান প্রভৃতি শাস্ত্রের অমূল্য গ্রন্থ পাঠ করিয়া তিনি স্বীয় প্রতিভাবলে সেই সকল গ্রন্থের সূক্ষ্ম বিশ্লেষণ এবং বিচার করিয়াছেন। দর্শনশাস্ত্র তাঁহার নিকট অন্যতম প্রিয় বিষয় বলিয়া গ্রাহ্য হইত। চার্বাক, বৌদ্ধ, জৈন, সাংখ্য, যোগ, ন্যায়, বৈশেষিক, মীমাংসা, বেদান্ত, তন্ত্র, শৈব, বৈষ্ণব প্রভৃতি শাস্ত্র তিনি নিবিড় মনোযোগের সহিত অধ্যয়ন করিয়াছেন। তথাপি সাংখ্যদর্শন, তন্ত্রদর্শন এবং বৈষ্ণবদর্শনে তাঁহার প্রীতি ছিল সর্বাধিক। সাংখ্যসম্মত পঞ্চবিংশতিতত্ত্বের সহিত বিজ্ঞান শাস্ত্রের জৈবনিক তত্ত্বের সাদৃশ্য তিনি দেখাইয়াছেন। বঙ্কিমচন্দ্র কর্তৃক রচিত কপালকুণ্ডলা উপন্যাসে তন্ত্রের শক্তিতত্ত্ব এবং সাংখ্যের প্রকৃতিতত্ত্ব মিশ্রিতরূপে উপস্থিত হইয়াছে এবং বিবিধ প্রবন্ধের অন্তর্গত সাংখ্যদর্শন নামক প্রবন্ধে ঋষি বঙ্কিমচন্দ্র স্বীয় তীক্ষ্ণ যুক্তি ও প্রতিভার দিব্যালোকে সাংখ্যসম্মত পঞ্চবিংশতিতত্ত্বের সবিশদ ব্যাখ্যা করিয়াছেন। প্রথম পরিচ্ছেদে উপক্রমণিকা, দ্বিতীয় পরিচ্ছেদে বিবেক, তৃতীয় পরিচ্ছেদে সৃষ্টি, চতুর্থ পরিচ্ছেদে নিরীশ্বরতা এবং পঞ্চম পরিচ্ছেদে বেদ নামক বিষয়সমূহ বিশ্লেষিত হইয়াছে। এই সকল তাত্ত্বিক বিষয় সাংখ্যদর্শনের প্রেক্ষিতে বঙ্কিমমানসে কিয়ৎখানি প্রভাব বিস্তার করিয়াছে- তাহার স্বরূপ বিশ্লেষণই আলোচ্যমান গবেষণা পত্রের সারাৎসার।

মুখ্যশব্দসমূহ - সাংখ্যদর্শন, পঞ্চবিংশতিতত্ত্ব, প্রকৃতি, পুরুষ, ঈশ্বর, মুক্তি।

সাংখ্যদর্শনের প্রেক্ষিতে বঙ্কিমমানসের স্বরূপ বিশ্লেষণ

ভূমিকা - স্রষ্টাকে না জানিলে, তাঁর সৃষ্টির সকল রহস্যভেদ ও সকল রসভোগ সম্ভব হয় না। সেইরূপ সাহিত্যের সৃষ্টি যাঁরা করেন, তাঁহাদিগকে ভাল করিয়া না জানিলে, তাঁহাদের সৃষ্ট সাহিত্যেরও সকল রহস্যভেদ ও সকল রস সম্ভোগ করা যায় না।¹ এইরূপ মহাবাক্যকে আধার করিয়া বঙ্কিমসাহিত্যের আলোচনার সূত্রপাত হইতেছে। রবীন্দ্রপূর্ববর্তী যুগে আবির্ভূত বঙ্গীয় সাহিত্যিকদিগের মধ্য হইতে পণ্ডিতমূর্ধন্যরূপে অগ্রগণ্য ছিলেন সাহিত্যসম্রাট বঙ্কিমচন্দ্র চট্টোপাধ্যায়। অতি শৈশবকাল হইতেই তিনি অধ্যয়নে অত্যধিক মনোযোগী ছিলেন। অতি সমৃদ্ধ সাংস্কৃতিক পরিমণ্ডলে অবস্থানহেতু তিনি অতি স্বল্প বয়স হইতেই জ্ঞান-বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় পারদর্শী হইয়া উঠিয়াছিলেন। তদনন্তরকালে তিনি বঙ্গভাষার সম্রাটরূপে প্রতিভাত হইয়াছিলেন। বঙ্কিমচন্দ্র সম্পর্কে রবীন্দ্রনাথ বঙ্কিমচন্দ্র প্রবন্ধে লিখিয়াছিলেন, তিনি আপনার শিক্ষাগর্বে বঙ্গভাষার প্রতি অনুগ্রহ প্রকাশ করিলেন না, একেবারেই শ্রদ্ধা প্রকাশ করিলেন। যত কিছু আশা আকাঙ্ক্ষা, সৌন্দর্য্য, প্রেম, মহত্ত্ব, ভক্তি, স্বদেশানুরাগ, শিক্ষিত পরিণত বুদ্ধির যত কিছু শিক্ষাজাত চিন্তাজাত ধনরত্ন সমস্তই অকুণ্ঠিতভাবে বঙ্গভাষার হস্তে অর্পণ করিলেন।² শৈশবাবস্থায় মাতামহীর নিকট অবস্থানকালে সংস্কৃতসাহিত্যের প্রতি তাঁহার মনোযোগ আকৃষ্ট হইয়া থাকে। সংস্কৃতসাহিত্যের অন্তর্গত বেদ, বেদান্তাদি সকল শাস্ত্রসমূহ এবং বাল্মীকি, ব্যাস, কালিদাসাদির গ্রন্থ প্রবল আগ্রহের সহিত পাঠ করিয়াছিলেন। ভারতবর্ষীয় প্রমুখ দর্শনশাস্ত্রের সহিত বঙ্কিমচন্দ্র আদ্যোপান্ত সম্বন্ধযুক্ত ছিলেন - এবিষয়ে কোন সন্দেহ

*সহায়কাধ্যাপক, সংস্কৃতবিভাগ, রায়গঞ্জ বিশ্ববিদ্যালয়, উত্তর দিনাজপুর, পঃ বঃ

Email: swapanmalvb@gmail.com, দূরভাষ সংখ্যা- ৮৯২৭০৬২৭৮২

Received: 09 May 2020 / Accepted: 02 September 2020

¹বঙ্কিমচিন্তা : বিপিনচন্দ্র পাল, বারিদবরণ ঘোষ, পৃ. ৩-৪

²বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ৯

নাই এবং এইরূপ সিদ্ধান্তের অন্তরালে প্রসিদ্ধ গবেষকগণের সুচিন্তিত যুক্তি রহিয়াছে। প্রখ্যাত গবেষক বিষ্ণুপদ ভট্টাচার্য্য বঙ্কিমচন্দ্র ও ভারতীয় দর্শন শীর্ষক আলোচনাকালে মন্তব্য করিয়াছেন যে, বঙ্কিমচন্দ্র যে মোটামুটি হিন্দুর ষড়্-দর্শনের প্রধান প্রধান সিদ্ধান্তগুলির সহিত ঘনিষ্ঠভাবেই পরিচিত ছিলেন – সে বিষয়ে কোনও সন্দেহ নাই। ন্যায় বিষয়ে ‘ভাষাপরিচ্ছেদ’ গ্রন্থ, বেদান্ত বিষয়ে সদানন্দ যতি প্রণীত ‘বেদান্তসার’, আচার্য্য শঙ্কর প্রণীত ‘গীতাভাষ্য’ ও ব্রহ্মসূত্রের উপর ‘শারীরক ভাষ্য’, বিভিন্ন উপনিষদ্-ভাষ্য, সাংখ্য দর্শনের মূল প্রামাণিক গ্রন্থগুলি বঙ্কিমচন্দ্র পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে অনুশীলন করিয়াছিলেন, ইহার অত্রান্ত কারণ তাঁহার রচনার মধ্যে ইতস্ততঃ ছড়াইয়া আছে। বিশ্বনাথ প্রণীত ‘কারিকাবলী’র “অন্যথাসিদ্ধিশূন্যস্য নিয়তা পূর্ববর্তিতা কারণত্বম্” – এই কারণলক্ষণটি তিনি ‘বিজ্ঞান রহস্যের’ অন্তর্গত ‘জৈবনিক’ প্রবন্ধে তাঁহার বক্তব্যের সমর্থনে উদ্ধার করিয়াছেন।³ বিশ্বনাথ ন্যায় পঞ্চগনন ভট্টাচার্য্য বঙ্গদেশীয় প্রখ্যাত নৈয়ায়িক, যিনি ভাষাপরিচ্ছেদকারিকাবলী এবং সিদ্ধান্তমুক্তাবলীটীকার প্রণেতা। ন্যায়দর্শনের ইতিহাস পর্যালোচনা করিলে পরিলক্ষিত হয় যে, প্রাচীন ন্যায়দর্শন এবং নব্যন্যায়দর্শন এই দ্বিবিধ সম্প্রদায়ের মধ্যে নব্যন্যায়দর্শনের উদ্ভাবক হইলেন আচার্য্য গঙ্গেশোপাধ্যায় এবং উদ্ভবস্থল হইল মিথিলা। উত্তরকালে নব্যন্যায়দর্শনের লীলাভূমি কিংবা উক্ত দর্শনের চরমোৎকর্ষতার পৃষ্ঠভূমি হইল বঙ্গদেশীয় নবদ্বীপ। তদ্ব্যতীত বঙ্গদেশে অন্যান্য দর্শন অপেক্ষা ন্যায়দর্শনের পর্যালোচনাই সর্বাধিক। অতএব ঋষি বঙ্কিমচন্দ্র চট্টোপাধ্যায় যথার্থই বলিয়াছেন – এদেশীয় প্রাচীন দর্শন সকলের মধ্যে বঙ্গদেশে ন্যায়ের প্রাধান্য। দেশীয় পণ্ডিতেরা সচরাচর সাংখ্যের প্রতি তাদৃশ মনোযোগ করেন না। কিন্তু ভারতবর্ষে সাংখ্য যে কীর্তি করিয়াছে, তাহা অন্য দর্শন দূরে থাকুক, কোনো শাস্ত্রের দ্বারা হইয়াছে কিনা সন্দেহ।⁴ সুতরাং সাংখ্যদর্শন যে বঙ্কিমচন্দ্রের মননে সর্বাধিক বিস্তৃতি লাভ করিয়াছিল এইবাক্য হইতে তাহা সহজেই অনুমেয়।

আস্তিক এবং নাস্তিকদর্শন সম্প্রদায়সমূহকে একত্রিত করিলে প্রসিদ্ধ ভারতীয় দর্শনের সংখ্যা হয় নববিধ। অংশতঃ চার্বাকদর্শন ব্যতীত সকল ভারতীয় দর্শনে স্বীকৃত হইয়াছে যে, জগৎ দুঃখময় এবং দুঃখ হইতে চিরতরে পরিত্রাণই জীবের পরম পুরুষার্থ। পরম পুরুষার্থ তথা মোক্ষ প্রাপ্তির সাধন হইল বৈরাগ্য এবং অভ্যাস। যোগসূত্রে মহর্ষি পতঞ্জলি বলিয়াছেন – অভ্যাসবৈরাগ্যাভ্যাং তন্নিরোধঃ।⁵ বঙ্কিমচন্দ্রের যথার্থ অনুভব এইবিষয়ে স্মরণযোগ্য। তিনি বলিয়াছেন – সংসার যে দুঃখময়, দুঃখ নিবারণ মাত্র আমাদিগের পুরুষার্থ একথা ... বোধ হয়, পৃথিবীর আর কোনো জাতির মধ্যে হয় নাই। তাহার বীজ সাংখ্যদর্শনে। তন্নিবন্ধন ভারতবর্ষে যে পরিমাণে বৈরাগ্য বহুকাল হইতে প্রবল, তেমন আর কোনো দেশেই নহে।⁶ এইরূপে সাহিত্যসম্রাট অত্যন্ত সুকৌশলে সাংখ্য দর্শনের অন্তর্নিহিত তত্ত্বালোচনায় উন্মুখ হইয়াছেন।

পঞ্চবিংশতিতত্ত্বাত্মক সাংখ্যদর্শনের তত্ত্বসমূহ হইল – পুরুষ, প্রকৃতি, মহৎ(বুদ্ধি), অহংকার, পঞ্চজ্ঞানেন্দ্রিয়, মন, পঞ্চকর্মেন্দ্রিয়, পঞ্চতন্মাত্র এবং পঞ্চমহাভূত। ঋষি বঙ্কিমচন্দ্র উপলব্ধি করিয়াছেন – সাংখ্যের প্রকৃতি পুরুষ লইয়া তন্ত্রের সৃষ্টি।⁷

তন্ত্রসাহিত্যের পরিধিও যথেষ্ট ব্যাপক। তন্ত্রসাহিত্যের বিবিধ শাখার মধ্যে বৌদ্ধতন্ত্র অতি প্রসিদ্ধ।

বেদে প্রামাণ্যবাদী সাংখ্যদর্শনের সূত্রপাত দুঃখতত্ত্বের উপস্থাপনের মাধ্যমে। বৌদ্ধধর্ম এবং দর্শনের সহিত সাংখ্যদর্শনের আপেক্ষিক সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হইলেও অতি সূক্ষ্ম বৈসাদৃশ্যের দিকটির প্রতি আলোকপাত করিয়াছেন বঙ্কিমচন্দ্র। তাঁহার মতে – সহস্র বৎসর কাল বৌদ্ধধর্ম ভারতবর্ষের প্রধান ধর্ম ছিল। ... ভারতবর্ষ হইতে দূরীকৃত হইয়া সিংহলে, নেপালে, তিব্বতে, চীনে, ব্রহ্মে, শ্যামে এই ধর্ম অদ্যাপি ব্যাপিয়া রহিয়াছে। সেই বৌদ্ধধর্মের আদি এই সাংখ্য দর্শনে। বেদে অবজ্ঞা, নির্বাণ ও নিরীশ্বরতা, বৌদ্ধধর্মের এই তিনটি নূতন; এই তিনটিই এই ধর্মের কলেবর। ... নির্বাণ, সাংখ্যের মুক্তির পরিমাণ মাত্র। বেদের অবজ্ঞা সাংখ্যে প্রকাশ্যে কোথাও নাই, বরং বৈদিকতার আড়ম্বর অনেক। কিন্তু সাংখ্যপ্রবচনকার বেদের দোহাই দিয়া শেষে বেদের মূলোচ্ছেদ করিয়াছেন।⁸ সুতরাং পূর্বমীমাংসা কিংবা উত্তরমীমাংসা দর্শনের ন্যায় সাংখ্যদর্শনে বেদের মহত্ত্ব প্রতিপাদিত হয় নাই।

পাঠক-পাঠিকাগণ প্রায় সকলেই এই বিষয়ে অবগত যে, সংস্কৃতসাহিত্য অতি প্রাচীন কাল হইতে প্রচলিত হইবার কারণে

³বঙ্কিম-মনীষা, বিষ্ণুপদ ভট্টাচার্য্য, পৃ. ৬

⁴বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২১

⁵পতঞ্জলিকৃত যোগসূত্র - ১/১২

⁶বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২২

⁷তদেব, পৃ. ২২২

⁸তদেব, পৃ. ২২২

এবং সংস্কৃতকবিদিগের সমীপে জন্মস্থান ও জন্মকাল বর্ণনা অপেক্ষা কীর্তিস্থাপন মূল লক্ষ্য হইবার কারণে সংস্কৃতসাহিত্যের কবিগণের জন্মস্থান, উৎপত্তিকাল প্রভৃতি নিশ্চয়রূপে নির্ণয় করা প্রায়তঃ সম্ভবপর নহে। এইরূপ কালিদাসের কাল বিষয়ে বিশ্বকবি রবীন্দ্রনাথের মন্তব্য সকলের গোচরীভূত হইয়াছে – ইহা অনুমিত হইতে পারে। বঙ্কিমচন্দ্রও সাংখ্যদর্শনের উৎপত্তিকাল এবং প্রণেতা নির্ণয় সম্বন্ধে সমমত পোষণ করিয়াছেন – সাংখ্যের প্রথমোৎপত্তি কোন কালে হইয়াছিল, তাহা স্থির করা অতি কঠিন। সম্ভবত উহা বৌদ্ধধর্মের পূর্বে প্রচারিত হইয়াছিল। কিংবদন্তী আছে যে, কপিল উহার প্রণেতা। কিন্তু তিনি কে, কোন কালে জন্মগ্রহণ করিয়াছিলেন তাহা জানিবার কোনো উপায় নাই।⁹ সর্বাধিক প্রচলিত মত হইল এই যে, মহর্ষি কপিল হইলেন সাংখ্যদর্শনের প্রণেতা। তথাপি উল্লেখনীয় যে, শঙ্করাচার্য ব্রহ্মসূত্রের শারীরকভাষ্যে বহু কপিলের উল্লেখ করিয়াছেন। তদপি স্মৃতিশাস্ত্রে, শ্বেতাশ্বতরোপনিষদে, বিষ্ণুপুরাণে, ভাগবত-পুরাণে, মহাভারতে, গীতাতে কপিল নামের উল্লেখ রহিয়াছে। তদ্ব্যতীত প্রখ্যাত গবেষক সুধীন্দ্র চন্দ্র চক্রবর্তীর মতে – সাংখ্যদর্শন ভারতীয় দর্শনের অন্যতম। মহর্ষি কপিল ইহার প্রবর্তক।¹⁰ ঋষি বঙ্কিমচন্দ্র গবেষকগণের সিদ্ধান্ত এবং সাংখ্য দর্শনের বিষয়বস্তু স্বীকার করিয়া স্বশৈলী সহকারে স্বমত উপস্থাপন করিয়াছেন তাহার সাংখ্যদর্শন প্রবন্ধে। এই বিষয়ে তাহার বচন উদ্ধৃতিযোগ্য – কপিল অর্থাৎ সাংখ্যদর্শনের প্রধান অধ্যাপকের যে মত, তাহাই আমাদের আদরণীয় ও সমালোচ্য; এবং যাহা কপিলসূত্র বলিয়া চলিত, তাহাই আমরা অবলম্বন করিয়া অতি সংক্ষেপে সাংখ্যদর্শনের স্থূল উদ্দেশ্য বুঝাইয়া দিবার যত্ন করিব। আমরা যাহা কিছু বলিতেছি তাহাই যে সাংখ্যের মত, এমত বিবেচনা কেহ না করেন।¹¹ সাংখ্যকারিকা গ্রন্থের প্রণেতা আচার্য ঈশ্বরকৃষ্ণ প্রথম কারিকায় বলিয়াছেন –

দুঃখত্রয়াভিঘাতাজ্জিঞ্জাসা তদবঘাতকে হেতৌ।
দৃষ্টে সাংপার্থা চেন্নৈকান্তাত্যন্ততোহভাবাৎ।¹²

অর্থাৎ জীব আধ্যাত্মিক, আধিদৈবিক এবং আধিভৌতিক এই ত্রিবিধ দুঃখে জর্জরিত হইয়া এই দুঃখ বিনাশের উপায় জানিবার ইচ্ছা করে। দৃষ্ট উপায় দ্বারা দুঃখনাশ হইলে এই জিঞ্জাসা ব্যর্থ তাহা বলা যায় না। কারণ দৃষ্ট উপায় দ্বারা দুঃখের অবশ্যসম্ভাবী ও আত্যন্তিক নাশ হয় না। তত্ত্বকৌমুদীটীকাকার আচার্য বাচস্পতি মিশ্রের মতে – তদেতৎ প্রত্যাহ্নবেদনীয়ং দুঃখং রজঃ পরিণামভেদো ন শক্যতে প্রত্যাহ্নাতুম্। তদনেন দুঃখত্রিকেনান্তঃকরণবর্তিনা চেতনাশক্তেঃ প্রতিকূলবেদনীয়তয়া অভিসম্বন্ধো অভিঘাত ইতি। এতাবতা প্রতিকূলবেদনীয়ত্বং জিহাসাহেতুঃ উক্তঃ। যদ্যপি ন সন্নিরূধ্যতে দুঃখং তথাপি তদভিভবঃ শক্যঃ কতুমিত্যুপরিষ্টাদুপপাদয়িষ্যতে। তস্মাদুপপন্নং তদবঘাতকে ইতি।¹³ অর্থাৎ প্রত্যেকের নিজ অনুভবগম্য রজোগুণের পরিণামবিশেষ এই দুঃখকে কেহই প্রত্যাহ্নান করিতে পারে না। অন্তঃকরণস্থিত এই ত্রিবিধ দুঃখের সহিত চেতনাশক্তি পুরুষের প্রতিকূল আঘাতরূপ সম্বন্ধকে অভিঘাত বলে। ইহা দ্বারা বলা হইল প্রতিকূল আঘাত দুঃখত্যাগের ইচ্ছার কারণ। যদিও সং পদার্থ দুঃখ নিরোধ করা যায় না, তথাপি তাহার অভিভব সম্ভব-ইহা পরে বলা হইবে। সুতরাং দুঃখের অপঘাতের হেতু যে বলা হইয়াছে তাহা যুক্তিযুক্ত। দুঃখের সম্পূর্ণ নাশ না হইলেও অভিভব সম্ভব। বঙ্কিমচন্দ্র সাংখ্যদার্শনিকগণের মতকে অস্বীকার করিয়া বলিয়াছেন – সংসার কেবল দুঃখময়, ইহা বলিবার যথেষ্ট কারণ আছে। সাংখ্যকারও তাহাই বলেন। ... পৃথিবীতে যে কিছু সুখ আছে, তাহাও অস্বীকার্য নহে। সাংখ্যকার বলেন যে, সুখ অল্প। কদাচ কেহ সুখী (সাংখ্যসূত্র-৬/৭) এবং সুখ দুঃখের সহিত এরূপ মিশ্রিত যে, বিবেচকেরা তাহা দুঃখপক্ষে নিষ্ক্ষেপ করেন (সাংখ্যসূত্র-৬/৮)। দুঃখ হইতে তাদৃশ সুখাকাঙ্ক্ষা জন্মে না (সাংখ্যসূত্র-৬/৬)। অতএব দুঃখেরই প্রাধান্য। সুতরাং মনুষ্যজীবনের প্রধান উদ্দেশ্য দুঃখমোচন। এইজন্য সাংখ্যপ্রবচনের প্রথম সূত্র – “অথ ত্রিবিধদুঃখাত্যন্তনিবৃত্তিরত্যন্তপুরুষার্থঃ”।¹⁴ এই পুরুষার্থ কি প্রকারে সিদ্ধ হয়, তাহারই পর্যালোচনা সাংখ্যদর্শনের উদ্দেশ্য। সাংখ্যদর্শনে জন্মান্তরবাদ স্বীকৃত এবং দুঃখের আত্যন্তিক নিবৃত্তি না হইলে জন্ম-জন্মান্তরাবধি তাহা ভোগ করিতে হয়।

⁹তদেব, পৃ. ২২২

¹⁰সাংখ্যকলিকা, সুধীন্দ্র চন্দ্র চক্রবর্তী, পৃ. ১

¹¹বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৩

¹²সাংখ্যকারিকা - ১

¹³তত্ত্বকৌমুদী, সাংখ্যকারিকা - ১

¹⁴বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৪

সাময়িক দুঃখ নিবৃত্তি হইলে পুনরায় তাহার উৎপত্তির সম্ভাবনা রহিয়া যায়। এই হেতু সাংখ্যকার ঐকান্তিক ও আত্যন্তিক দুঃখ নিবৃত্তিকেই পরম পুরুষার্থ বলিয়া প্রচার করিয়াছেন। এই প্রসঙ্গে তত্ত্বকৌমুদীকার আচার্য্য বাচস্পতি মিশ্র মহাশয়ের বক্তব্য উদ্ধৃতিযোগ্য - একান্তো দুঃখনিবৃত্তেরবশ্যস্তাবঃ। অত্যন্তো নিবৃত্তস্য দুঃখস্য পুনরনুৎপাদঃ। তয়োরেকান্তাত্যন্তয়োরাভাবঃ।¹⁵ সাংখ্যসূত্র অবলম্বনপূর্বক সাহিত্যসম্রাট ঘোষণা করিয়াছেন এবং সতর্ক করিয়াছেন যে, সাংখ্যকার জন্মান্তর মানেন এবং লোকান্তরে জন্ম পৌনঃপুন্য আছে ভাবিয়া এবং জরামরণাদিজ দুঃখ সমান ভাবিয়া তাহাও দুঃখনিবারণের উপায় বলিয়া গণ্য করেন না (সাংখ্যসূত্র-৩/৫২-৫৩)। আত্মা বিশ্বকারণে বিলীন হইলেও তদবস্থাকে দুঃখনিবৃত্তি বলে না, কেননা যে জলমগ্ন, তাহার আবার উত্থান আছে (সাংখ্যসূত্র-৩/৫৪)।

তবে দুঃখ নিবারণ কাহাকে বলি? অপবর্গই দুঃখনিবৃত্তি।

অপবর্গই বা কি? “দ্বয়োরেকতরস্য বৌদাসীন্যমপবর্গঃ” (সাংখ্যসূত্র- ৩/৬৫)। ... অপবর্গ ইত্যাদি প্রাচীন কথা শুনিয়া পাঠক ঘৃণা করিবেন না। যাহা প্রাচীন, তাহাই যে উপধর্মকলঙ্কিত বা সর্বজনপরিজ্ঞাত, এমন মনে করিবেন না। বিবেচক দেখিবেন, সাংখ্যদর্শনে একটু সারও আছে। অসার বৃক্ষে এমন স্থায়ী ফল ফলিবে কেন?¹⁶

সাংখ্যীয় পুরুষ-প্রকৃতিতত্ত্ব -

চার্বাক দর্শনানুসারে কথিত হয় শরীর এবং আত্মা সমান তত্ত্ব। ভূমি, বারি, অনল এবং অনিল - এই চতুর্ভূতের সমন্বয়ে ভৌতিক শরীর উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং কিণ্বাদি ফল হইতে মাদকশক্তি উৎপন্নের ন্যায় উক্ত চতুর্ভূতের মিশ্রণে চৈতন্য উৎপন্ন হয়। অতএব আমি স্থূল, আমি কৃশ, আমি শ্যাম প্রভৃতির উপলব্ধি হইতে আত্মা এবং দেহের সামানাধিকরণ্য প্রমাণিত হয়। শরীরেই সুখ-দুঃখাদির উপলব্ধি হইয়া থাকে। সায়ণমাধবীয় সর্বদর্শসংগ্রহে কথিত হইয়াছে -

অত্র চত্বারি ভূতানি ভূমিবার্যনলানিলাঃ।
চতুর্ভূতঃ খলু ভূতেভ্যশ্চৈতন্যমুপজায়তে।।
কিণ্বাদিভ্যঃ সমেতেভ্যো দ্রব্যেভ্যো মদশক্তিবৎ।
অহং স্থূলঃ কৃশোহস্মীতি সামানাধিকরণ্যতঃ।।
দেহঃ স্থৌল্যাদিযোগাচ্চ স এবাত্মা ন চাপরঃ।
মম দেহোহয়মিত্যুক্তিঃ সম্ভবেদৌপচারিকীতি।।¹⁷

সাংখ্যদর্শনে আত্মা পুরুষ শব্দের বাচক। এই দর্শনে সুখ, দুঃখাদির ভোগকর্তা হইলেন পুরুষ অর্থাৎ চেতন সত্তা। সাংখ্যকারিকা গ্রন্থে আচার্য্য ঈশ্বরকৃষ্ণ পুরুষের অস্তিত্বের ব্যাখ্যায় নির্বচন করিয়াছেন -

সংঘাতপরার্থত্বাৎ ত্রিগুণাদিবিপর্যয়াদধিষ্ঠানাৎ।
পুরুষোহস্তি ভোক্তৃভাবাৎ কৈবল্যার্থং প্রবৃত্তেষ্চ।।¹⁸

সংঘাতবস্তু অপরের প্রয়োজন সাধন করিয়া থাকে। ত্রিগুণ প্রভৃতির বিপরীত ধর্মী কেহ আছেন। কোন চেতন অধিষ্ঠাতা ব্যতীত জড়বর্গ চালিত হইতে পারে না। ভোক্তা ব্যতীত ভোগ্য বস্তুর সমাবেশ হয় না। জীব সংসারে ত্রিগুণের বন্ধন হইতে মোক্ষলাভের চেষ্টা করে। এই সকল কারণ হইতে বুঝিতে পারা যায় যে, চেতন, অধিষ্ঠাতা, ভোক্তা কোন পুরুষ বা আত্মা আছেন।

¹⁵তত্ত্বকৌমুদী, সাংখ্যকারিকা - ১

¹⁶বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৪

¹⁷সর্বদর্শনসংগ্রহে চার্বাকদর্শনম্, সত্যজ্যোতি চক্রবর্তী, ১ম খণ্ড, পৃ. ২

¹⁸সাংখ্যকারিকা - ১৭

মূল কারণ প্রকৃতি -

কারণ পরস্পরা অনুসন্ধান করিতে করিতে অবশ্য এক স্থানে অন্ত পাওয়া যাইবে; কেননা কারণ শ্রেণী কখনও অনন্ত হইতে পারে না। আমি যে ফলটি ভোজন করিতেছি, ইহা অমুক বৃক্ষে জন্মিয়াছে; সেই বৃক্ষ একটি বীজে জন্মিয়াছে; সেই বীজ অন্য বৃক্ষের ফলে জন্মিয়াছিল; সেই বৃক্ষও আর একটি বীজে জন্মিয়াছিল। এইরূপে অনন্তানুসন্ধান করিলেও অবশ্য একটি আদিম বীজ মানিতে হইবে। এইরূপ জগতে যাহা আদিম বীজ, যেখানে কারণানুসন্ধান বন্ধ হইবে, সাংখ্যিকার সেই আদিম কারণকে মূল প্রকৃতি বলেন(১৭৪)।¹⁹ প্রকৃতি হইলেন সত্ত্ব, রজঃ এবং তমোগুণের সাম্যাবস্থা। টীকাকার বলিয়াছেন - তত্র কা প্রকৃতিরৈব ইত্যত উক্তম্ - মূলপ্রকৃতিরবিকৃতিঃ ইতি। প্রকরোত্তীতি প্রকৃতিঃ প্রধানম্, সত্ত্বরজস্তমসাং সাম্যাবস্থা, সা অবিকৃতিঃ, প্রকৃতিরৈবেতার্থঃ। কস্মাদিত্যুক্তং মূলেতি। মূলধ্বংসৌ প্রকৃতিশ্চেতি মূলপ্রকৃতিঃ। বিশ্বস্য কার্যসম্ভবাতস্য সা মূলম্, ন তস্য মূলান্তরমস্তি, অনবস্থাপ্রসঙ্গাৎ। ন চানবস্থায়াম্ প্রমাণমস্তীতি ভাবঃ।²⁰ বঙ্কিমচন্দ্রের দৃষ্টিভঙ্গীও সাংখ্যসম্মত তত্ত্বকেই সমর্থন করে। তিনি বলিয়াছেন - আমি যত দুঃখ ভোগ করি - কিন্তু আমি কে? বাহ্যপ্রকৃতি ভিন্ন আর কিছুই আমাদের ইন্দ্রিয়ের গোচর নহে। তুমি বলিতেছ, আমি বড় দুঃখ পাইতেছি, - আমি বড় সুখী। কিন্তু একটি মনুষ্যদেহ ভিন্ন “তুমি” বলিব, এমন কোন সামগ্রী দেখিতে পাই না। তোমার দেহেরই এই সুখ-দুঃখ ভোগ বলিব? তোমার মৃত্যু হইলে, তোমার সেই দেহ পড়িয়া থাকিবে, কিন্তু তৎকালে তাহার সুখ দুঃখ ভোগের কোন লক্ষণ দেখা যাইবে না। আবার মনে কর, কেহ তোমাকে অপমান করিয়াছে, তাহাতে দেহের কোন বিকার নাই, তথাপি তুমি দুঃখী। তবে তোমার দেহ দুঃখভোগ করে না। যে দুঃখ ভোগ করে, সে স্বতন্ত্র। সেই তুমি। তোমার দেহ তুমি নহে। এইরূপ সকল জীবের। অতএব দেখা যাইতেছে যে, এই জগতের কিয়দংশ অনুমেয় মাত্র; ইন্দ্রিয়গোচর নহে, এবং সুখ দুঃখাদির ভোগকর্তা। যে সুখ দুঃখাদির ভোগকর্তা, সেই আত্মা। সাংখ্যে তাহার নাম পুরুষ। পুরুষ ভিন্ন জগতে আর যাহা কিছু আছে, তাহা প্রকৃতি।²¹

পুরুষের দুঃখের কারণ -

দেহাদি হইতে ভিন্ন হইল পুরুষ - ইহা পূর্বালোচনা হইতে প্রমাণিত। পুরুষ যে দুঃখ ভোগ করে তাহা ত্রিবিধ। যথা - আধ্যাত্মিক, আধিদৈবিক এবং আধিভৌতিক। ত্রিবিধমাধ্যাত্মিকমাধিভৌতিকমাধিদৈবিকং চ দুঃখম্। তত্রাত্মানং স্বসম্ভবাতমধিকৃত্য প্রবৃত্তিমিত্যাধ্যাত্মিকম্ - শারীরং মানসং চ। তত্র শারীরং ব্যাধ্যাদ্যুতম্। তথা ভূতানি প্রাণিনোহধিকৃত্য প্রবৃত্তিমিত্যাধ্যাত্মিকম্ - ব্যাঘ্রচৌরাদ্যুতম্। দেবানগ্নিবায়ুদিনধিকৃত্য প্রবৃত্তিমিত্যাধিদৈবিকম্ - দাহশীতাদ্যুতমিতি ভাবঃ। যদ্যপি সর্বমেব দুঃখং মানসং তথাপি মনোমাত্রজন্যত্বাজন্যত্বাভ্যাং মানসামানসত্ববিশেষঃ। এষাং ত্রিবিধদুঃখানাং যাহতন্তনিবৃতিঃ স্থূলসূক্ষ্মসাধারণ্যে নিশেষতো নিবৃতিঃ, সোহত্যন্তঃ পরমঃ পুরুষার্থঃ পুরুষাণাং বুদ্ধিরিষ্ট ইত্যবান্তরবাক্যার্থঃ।²² পুরুষ অসঙ্গ হইলেও প্রকৃতির সান্নিধ্যে আসিলে পঙ্গু-অন্ধন্যায় সম্মতভাবে সৃষ্টিকার্যে অংশগ্রহণ করিয়া দুঃখ ভোগ করে মহাদাদি জড়তত্ত্বের সাহচর্যে। অচেতন মহাদাদি ত্রয়োবিংশতি ব্যক্ততত্ত্ব চেতন পুরুষের সংযোগে চেতনের ন্যায় প্রতিভাত হয়, পুরুষ অচেতনের ন্যায় কর্তৃত্বাভিনয় করে। তদ্ব্যতিক্রম ব্যক্ততত্ত্ব নিহিত রজোগুণের পরিণামজনিত দুঃখ পুরুষে প্রতিফলিত হয় এবং সেই দুঃখ পুরুষ ভোগ করিয়া থাকে। সাংখ্যিকারিকাকার ঘোষণা করিয়াছেন -

পুরুষস্য দর্শনার্থং কেবল্যার্থং তথা প্রধানস্য।
পঙ্গুবদুভয়োরপি সংযোগস্তৎকৃতঃ সর্গঃ।।
প্রকৃতের্মহাস্ততোহংকারস্তস্মাদ্ গণশ্চ ষোড়শকঃ।
তস্মাদপি ষোড়শকাং পঞ্চভ্যঃ পঞ্চভূতানি।।
তস্মাত্তৎসংযোগাদচেতনং চেতনাবদিব লিঙ্গম্।

¹⁹বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৭

²⁰তত্ত্বকৌমুদী, সাংখ্যকারিকা - ৩

²¹বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৪-২২৫

²²বিজ্ঞানভিক্ষুকতং সাংখ্যপ্রবচনভাষ্যম্, সাংখ্যসূত্রম্ - ১

গুণকর্তৃত্বে চ তথা কর্তেব ভবত্ব্যদাসীনঃ।।²³

সাংখ্যতত্ত্বের এই সকল নিগূঢ় সূক্ষ্ম তত্ত্বসমূহ অতি নিবিড়ভাবে অধ্যয়ন এবং সম্যক্ বিবেচনাপূর্বক বন্ধিমচন্দ্র আকর শাস্ত্রের সহায়তায় বর্ণনা করিয়াছেন এইভাবে - শরীরাদি ব্যতিরিক্ত পুরুষ। কিন্তু দুঃখ ত শরীরাদিক। শরীরাদিতে যে দুঃখের কারণ নাই, এমন দুঃখ নাই। যাহাকে মানসিক দুঃখ বলি, বাহ্য পদার্থই তাহার মূল। আমার বাক্যে তুমি অপমানিত হইলে; আমার বাক্য প্রাকৃতিক পদার্থ। তাহা শ্রবণেন্দ্রিয়ের দ্বারা তুমি গ্রহণ করিলে, তাহাতে তোমার দুঃখ। অতএব প্রকৃতি ভিন্ন কোন দুঃখ নাই। কিন্তু প্রকৃতিঘটিত দুঃখ পুরুষে বর্তে কেন? “অসঙ্গোহয়ং পুরুষঃ”। পুরুষ একা, কাহার সংসর্গবিশিষ্ট নহে (সাংখ্যসূত্র-১/১৫)। অবস্থাদি সকল শরীরের, আত্মার নহে (সাংখ্যসূত্র-১/১৫)। “ন বাহ্যান্তরয়োরুপরজ্যোপরঞ্জকভাবোহপি দেশব্যবধানাৎ শৃঙ্খলপাটলীপুত্রস্থয়োরিব”। বাহ্য এবং আন্তরিকের মধ্যে উপরজ্য এবং উপরঞ্জক ভাব নাই; কেন না, তাহা পরস্পর সংলগ্ন নহে; দেশব্যবধানবিশিষ্ট। যেমন একজন শৃঙ্খলনগরে থাকে, ইহাদিগের পরস্পরের ব্যবধান তদ্রূপ। পুরুষের দুঃখ কেন?

প্রকৃতির সহিত সংযোগই পুরুষের দুঃখের কারণ। বাহ্যে আন্তরিকে দেশব্যবধান আছে বটে, কিন্তু কোন প্রকার সংযোগ নাই, এমত নহে। যেমন স্ফটিকপাত্রের নিকট জবা কুসুম রাখিলে, পাত্র পুষ্পের বর্ণবিশিষ্ট হয় বলিয়া, পুষ্প এবং পাত্রে একপ্রকার সংযোগ আছে বলা যায়, এ সেইরূপ সংযোগ। পুষ্প এবং পাত্রমধ্যে ব্যবধান থাকিলেও পাত্রের বর্ণ বিকৃত হইতে পারে, ইহাও সেইরূপ। এ সংযোগ নিত্য নহে, দেখা যাইতেছে। সুতরা তাহার উচ্ছেদ হইতে পারে। সেই সংযোগ উচ্ছেদ হইলেই, দুঃখের কারণ অপনীয় হইল। অতএব এই সংযোগের উচ্ছিন্নিই দুঃখনিবারণের উপায়। সুতরাং তাহাই পুরুষার্থ। “যদ্বা তদ্বা তদুচ্ছিত্তিঃ পুরুষার্থস্তদুচ্ছিত্তিঃ পুরুষার্থঃ” (সাংখ্যসূত্র-৬/৭০)²⁴

মোক্ষের উপায় -

আচার্য্য ঈশ্বরকৃষ্ণঃ তাঁহার সাংখ্যকারিকা গ্রন্থে উল্লেখ করিয়াছেন -

দৃষ্টবদানুশ্রবিকঃ স হাবিশুদ্ধিক্ষয়াতিশয়যুক্তঃ।
তদ্বিপরীতঃ শ্রেয়ান্ ব্যক্তব্যক্তজ্ঞবিজ্ঞানাৎ।।
তেন নিবৃত্তপ্রসবমর্থবশাৎ সগুরূপবিনিবৃত্তাম্।
প্রকৃতিং পশ্যতি পুরুষঃ প্রেক্ষকবদবস্থিতঃ স্বস্থঃ।।²⁵

অর্থাৎ বৈদিক যাগ-যজ্ঞ দৃষ্ট উপায়ের ন্যায়। কারণ, ইহা অবিশুদ্ধি ক্ষয় ও অতিশয়যুক্ত। ইহার বিপরীত উৎকৃষ্টতর ব্যক্ত, অব্যক্ত ও জ্ঞ - এর জ্ঞান হইতে ত্রিবিধ দুঃখের অবশ্যই সম্পূর্ণরূপে নিবৃত্তি হয়।

সেই তত্ত্বজ্ঞান দ্বারা পুরুষ-প্রকৃতি বিবেক জ্ঞানরূপ প্রয়োজন সিদ্ধ হওয়ায় স্বস্বরূপে অবহিত পুরুষ বুদ্ধি অহংকারাদি কার্য্য জননে নিবৃত্তা ও সগুণাদি ভাবশূন্যা প্রকৃতিকে উদাসীন দর্শকের ন্যায় দেখেন। সাহিত্যসম্রাট ঘোষণা করিলেন - প্রকৃতি-পুরুষের সংযোগের উচ্ছিন্নিই অপবর্গ বা মোক্ষ। তাহা কি প্রকারে প্রাপ্ত হওয়া যায়? সাংখ্যকার বলেন, বিবেকের দ্বারা। কিন্তু কোন প্রকার বিবেকের দ্বারা মোক্ষলাভ হয়? প্রকৃতিবিষয়ে যে অবিবেক, সকল অবিবেক তাহার অন্তর্গত। অতএব প্রকৃতি-পুরুষসম্বন্ধীয় জ্ঞানদ্বারাই মোক্ষ লাভ হয়।²⁶

উপহাসচ্ছলে প্রাচ্যে-পাশ্চাত্যে জ্ঞান প্রসঙ্গ -

সাংখ্যদর্শন জ্ঞানপ্রামাণ্যবাদী তাত্ত্বিক দর্শন। এই দর্শনে সম্যক্ জ্ঞানের দ্বারাই মুক্তির বাণী উদ্ঘোষিত হইয়াছে। বহুবর্ষ যাবৎ প্রাচ্যবাদীগণ জ্ঞানের মাধ্যমে পরম মুক্তির অনুসন্ধান করিয়াছেন। অপরদিকে পাশ্চাত্যবাদীগণ জ্ঞানান্বেষণের মাধ্যমে শক্তি

²³সাংখ্যকারিকা - ২১-২২, ২০

²⁴বন্ধিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৫

²⁵সাংখ্যকারিকা - ২, ৬৫

²⁶বন্ধিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৬

পাইয়াছেন। এই স্থলে পারলৌকিক এবং ইহলৌকিক কল্যাণের ক্ষেত্রে দুই প্রস্থানের ভেদ ঘটয়াছে। বঙ্কিমচন্দ্র অনুভব করিলেন - সাংখ্যে জ্ঞানেই মুক্তি স্বীকৃত। পাশ্চাত্য সভ্যতার মূল কথা জ্ঞানেই শক্তি (Knowledge is power); ... দুটি জাতি দুটি পৃথক্ উদ্দেশ্যানুসন্ধানে এক পথেই যাত্রা করিলেন। পাশ্চাত্যেরা শক্তি পাইয়াছেন - আমরা কি মুক্তি পাইয়াছি? বস্তুতঃ এক যাত্রার যে পৃথক ফল হইয়াছে, তাহাতে সন্দেহ নাই। ইউরোপীয়েরা শক্তি অনুসারী, ইহাই তাঁহাদের উন্নতির মূল। আমরা শক্তির প্রতি যত্নহীন। ইহাই আমাদের অবনতির মূল। ইউরোপীয়দের উদ্দেশ্য ঐহিক, তাঁহারা ইহকালে জয়ী। আমাদের উদ্দেশ্য পারত্রিক - তাই ইহকালে আমরা জয়ী হইলাম না। পরকালে হইব কিনা তদ্বিষয়ে মতভেদ আছে।

কিন্তু জ্ঞানেই মুক্তি, একথা সত্য হইলেও ইহার দ্বারা ভারতবর্ষের পরম লাভ হইয়াছে বলিতে হইবে। ... সাংখ্যকার বলিলেন, কর্ম অর্থাৎ হোম যাগাদির অনুষ্ঠান পুরুষার্থ নহে। জ্ঞানেই পুরুষার্থ। জ্ঞানেই মুক্তি। কর্মপীড়িত ভারতবর্ষ সে কথা শুনিল।²⁷

সৃষ্টিতত্ত্বালোচনায় বঙ্কিমচন্দ্রের উদারতা -

সাংখ্যীয় সৃষ্টিতত্ত্বের পর্যালোচনায় বঙ্কিমচন্দ্রের মানসিক চিন্তনের প্রশস্ত উদারতার পরিচয় পাওয়া যায়। বিবিধ মত ও পথের প্রতি সম্যক্ শ্রদ্ধা প্রদর্শন করিয়া তিনি সাংখ্যসম্মত সৃষ্টিতত্ত্বালোচনায় লেখনী ধরিয়া বলিলেন - ঈশ্বরের অস্তিত্ব একটি পৃথক্ তত্ত্ব, সৃষ্টিপ্রক্রিয়া আর একটি পৃথক্ তত্ত্ব। “ঈশ্বরবাদীও বলিতে পারেন যে, আমি ঈশ্বর মানি কিন্তু সৃষ্টিপ্রক্রিয়া মানি না। ঈশ্বর জগতের নিয়ন্তা, তাঁহার কৃত নিয়ম দেখিতেছি, নিয়মতিরিক্ত সৃষ্টির কথা আমি বলিতে পারি না।” এক্ষণকার কোন কোন খ্রীষ্টীয়ান এই মতাবলম্বী। ইহার মধ্যে কোন্ মত অযথার্থ, কোন মত যথার্থ, তাহা আমরা কিছুই বলিতেছি না। যাঁহার যাহা বিশ্বাস, তদ্বিরুদ্ধ আমাদের কিছুই বক্তব্য নাই।

সাংখ্যকার ঈশ্বরের অস্তিত্ব মানেন না ... কিন্তু তিনি সর্ববিৎ সর্বকর্তা পুরুষ মানেন, এইরূপ পুরুষ মানিয়াও তাঁহাকে সৃষ্টিকর্তা মানেন না; সৃষ্টিই মানেন না। এই জগৎ প্রাকৃতিক ক্রিয়ামাত্র বলিয়া স্বীকার করেন।²⁸

সাংখ্যে নিরীশ্বরতা -

পঞ্চবিংশতিতত্ত্বাত্মক সাংখ্যদর্শনে ঈশ্বরতত্ত্বের প্রত্যক্ষ উপস্থিতি নাই। সেই কারণে বহু বিদ্বান সাংখ্যদর্শনকে নিরীশ্বর সাংখ্য বলিয়া প্রচার করিয়া থাকেন। পরন্তু সাংখ্যদর্শন নিরীশ্বর কি না - সেই বিষয়ে বিশিষ্ট প্রখ্যাত গবেষকগণ সাংখ্যদর্শনকে সেশ্বর বলিতে প্রস্তুত। আন্তর্জাতিক খ্যাতিসম্পন্ন গবেষক অধ্যাপক সুধীন্দ্র চন্দ্র চক্রবর্তী বলিয়াছেন - মূল সাংখ্যমতে প্রকৃতির পরিণাম বিষয়ে ঈশ্বরের কিছুমাত্র সম্পর্ক নাই। এইজন্য কপিলের সাংখ্যদর্শন নিরীশ্বর সাংখ্য বলিয়া পরিচিত। কিন্তু বিজ্ঞানভিক্ষু এবং পরবর্তী কেহ কেহ সাংখ্যদর্শনকে নিরীশ্বর শাস্ত্র বলিতে প্রস্তুত নহেন। তাহাদের মতে মহর্ষি কপিল স্পষ্টত ঈশ্বরের অস্তিত্ব স্বীকার করেন নাই। তিনি শুধু বলিয়াছেন যে, ঈশ্বরের অস্তিত্ব প্রমাণযোগ্য নহে। ... বিজ্ঞানভিক্ষু বলিয়াছেন যে, সাংখ্যদর্শন মোক্ষশাস্ত্র, ইহার বিষয়বস্তু জীবের মোক্ষলাভের উপায় বর্ণন। এই প্রসঙ্গে ঈশ্বরের অস্তিত্বের প্রশ্নই উঠে না। কারণ, মুক্তি কেবলমাত্র আত্মজ্ঞানেই হইতে পারে। এইজন্যই সাংখ্যকার ঈশ্বরের অস্তিত্ব সম্বন্ধে বিশেষ কিছুই বলেন নাই।²⁹ দর্শনশাস্ত্রের প্রমুখ গ্রন্থ পাঠ করিয়া বঙ্কিমচন্দ্র সাংখ্যদর্শনে ঈশ্বরের স্থান নির্ণয়ে কৌতুহলী হইলেন এবং ঘোষণা করিলেন - সাংখ্যদর্শন নিরীশ্বর বলিয়া খ্যাত কিন্তু কেহ কেহ বলেন যে, সাংখ্য নিরীশ্বর নহে। ডাক্তার হল একজন এই মতাবলম্বী। মক্ষমূলের এই মতাবলম্বী ছিলেন, কিন্তু এক্ষণে তাঁহার মত পরিবর্তনের লক্ষণ দেখা গিয়াছে। কুসুমাজ্জলিকর্তা উদয়নাচার্য বলেন যে সাংখ্যমতাবলম্বীরা আদিবিদ্বানের উপাসক। অতএব তাঁহার মতেও সাংখ্য নিরীশ্বর নহে। সাংখ্যপ্রবচনের ভাষ্যকার বিজ্ঞানভিক্ষুও বলেন যে, ঈশ্বর নাই, এ কথা বলা কপিল সূত্রের উদ্দেশ্য নহে। অতএব

²⁷তদেব, পৃ. ২২৬

²⁸তদেব, পৃ. ২২৬-২২৭

²⁹সাংখ্যকলিকা, সুধীন্দ্র চন্দ্র চক্রবর্তী, পৃ. ৫৩

সাংখ্যদর্শনকে কেন নিরীশ্বর বলা যায়, তাহার কিছু বিস্তারিত লেখা যাউক।³⁰

ঈশ্বরাসিদ্ধিঃ,³¹

যৎ সম্বন্ধসিদ্ধং তদাকারোল্লেখি বিজ্ঞানং তৎ প্রত্যক্ষম্,³²

প্রমাণাভাবাৎ ন তৎসিদ্ধিঃ,³³

সম্বন্ধাভাবানুমানম্,³⁴

শ্রুতিরপি প্রধানকার্যত্বস্য,³⁵

মুক্তাত্মনঃ প্রশংসা উপাসা সিদ্ধস্য বা,³⁶

মুক্তবন্ধয়োরন্যতরাভাবান্ন তৎসিদ্ধিঃ,³⁷

উভয়থাপ্যসৎকরত্বম্।³⁸

যদি তোমায় জিজ্ঞাসা করি, তোমার প্রপিতামহের প্রপিতামহের কয়টি হাত ছিল, তুমি বলিবে দুইটি। তুমি তাঁহাকে কখন দেখে নাই – তবে কি প্রকারে জানিলে তাঁহার দুইটি হাত ছিল? বলিবে, মানুষমাত্রেই দুই হাত, এইজন্য। অর্থাৎ মানুষত্বের সহিত দ্বিভুজতার নিত্য সম্বন্ধ আছে, এইজন্য।³⁹

সাংখ্যদর্শনে ঈশ্বরতত্ত্বের স্বরূপ –

উপর্যুক্ত বিশদ আলোচনার অনন্তর সাংখ্যদর্শনে ঈশ্বরতত্ত্বের স্বরূপ সম্বন্ধে বঙ্কিমচন্দ্র সাংখ্যসূত্র এবং প্রবচনভাষ্যের সহায়তায় স্বমত উপস্থাপন করিলেন। তিনি বলিলেন – ঈশ্বরতত্ত্ব সম্বন্ধে সাংখ্যদর্শনের একটি কথা বাকি রহিল। পূর্বেই বলিয়াছি, অনেক বলেন, কাপিল দর্শন নিরীশ্বর নহে। একথা বলিবার কিছু একটু কারণ আছে। তু. অ. ৫৭ সূত্রে সূত্রকার বলেন, “ঈদৃশেশ্বরসিদ্ধিঃ সিদ্ধা”। সে কি প্রকার ঈশ্বর? “স হি সর্ববিৎ সর্বকর্তা”, ৩,৫৬। তবে সাংখ্য নিরীশ্বর হইল কই? ⁴⁰

বাস্তবিক একথা ঈশ্বর সম্বন্ধে উক্ত হই নাই। সাংখ্যকার বলেন, জ্ঞানেই মুক্তি, আর কিছুতেই মুক্তি নাই। পুণ্যে, অথবা সত্ত্ববিশাল উর্দ্ধলোকেও মুক্তি নাই; কেন না, তথা হইতে পুনর্জন্ম আছে, এবং জরামরণাদি দুঃখ আছে। শেষ এমনও বলেন যে, জগৎকারণে মুক্তি হইলেও মুক্তি নাই; কেন না তাহা হইতে জলমগ্নের পুনরুত্থানের ন্যায় পুনরুত্থান আছে (৩,৫৪)। সেই লয়প্রাপ্ত আত্মা সম্বন্ধে তিনি বলিয়াছেন যে, তিনি “সর্ববিৎ এবং সর্বকর্তা”। ইহাকে যদি ঈশ্বর বলিতে চাও, তবে ঈদৃশেশ্বর সিদ্ধ। কিন্তু ইনি জগৎস্রষ্টা বা বিধাতা নহেন। “সর্বকর্তা” অর্থে সর্বশক্তিমান, সর্বসৃষ্টিকারক নহে।⁴¹

উপসংহার –

সাংখ্যদর্শনের যে সিদ্ধান্তটি বঙ্কিমচন্দ্রকে সর্বাধিক প্রভাবিত করিয়াছিল, তাহা হইতেছে প্রকৃতি-পুরুষ, জড় ও চেতন এই দুইটি পৃথক তত্ত্বের স্বীকার। সাংখ্যের প্রকৃতিবাদে প্রকৃতিরই সর্বময় কর্তৃত্ব স্বীকৃত। প্রকৃতিরই গুণত্রয়ের বিচিত্র আনুপাতিক সংমিশ্রণে এই বিশাল জড়প্রপঞ্চের অন্তর্গত পদার্থরাজির মধ্যে পরস্পর প্রভেদ সংঘটিত হইয়া থাকে, নতুবা এদের মূল

³⁰বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৮

³¹সাংখ্যসূত্রম্ – ১/৯২

³²তদেব – ১/৮৯

³³তদেব – ৫/১০

³⁴তদেব – ৫/১১

³⁵তদেব – ৫/১২

³⁶তদেব – ১/৯৫

³⁷তদেব – ১/৯৩

³⁸তদেব – ১/৯৪

³⁹বঙ্কিম রচনাবলী, ২য় খণ্ড, পৃ. ২২৯

⁴⁰তদেব, পৃ. ২২৯

⁴¹তদেব, পৃ. ২৩০

ভৌতিক উপাদানের স্বরূপগত কোন প্রভেদ নাই। আধুনিক বিজ্ঞানের প্রকৃতিবাদের সহিত সাংখ্যীয় প্রকৃতিবাদের এই গূঢ় সাম্য বন্ধিমের তীক্ষ্ণ দৃষ্টি এড়াইতে পারে নাই। যদিও সচেতন ও অচেতন ভেদে সৃষ্টির বৈচিত্র্য আধুনিক বিজ্ঞান কর্তৃক স্বীকৃত, তথাপি আধুনিক বিজ্ঞানেও একই জৈবনিকে সর্ব নির্মিত। বন্ধিমের ভাষায় বলা যায় – যে ধান ছড়াইয়া তুমি পাখীকে খাওয়াইতেছ, সে ধান যে সামগ্রী, পাখীও সে সামগ্রী, তুমিও সেই সামগ্রী। যে কুসুম ঘ্রাণ লইয়া মাত্র লোকমোহিনী সুন্দরী ফেলিয়া দিতেছেন, সুন্দরীও যাহা তুমিও তাই। কীটও যাহা, সম্রাটও তাই। সকলই জৈবনিক। প্রভেদও গুরুতর। ... গোস্পদেও জল, সমুদ্রেও জল, গোস্পদে ও সমুদ্রে প্রভেদ নাই কে বলিবে? ... অতএব আমাদের এই চঞ্চল, সুখ দুঃখবহুল বহু স্নেহাস্পদ জীবন, কেবল জৈবনিকের ক্রিয়া, রাসায়নিক সংযোগ সমবেত জড়পদার্থের ফল।⁴² বন্ধিমচন্দ্র যে দর্শনশাস্ত্রে, প্রাচ্য ও পাশ্চাত্য উভয়বিধ দর্শনশাস্ত্রেই গভীর ব্যুৎপত্তি অর্জন করিয়াছিলেন, সে বিষয়ে কোন সন্দেহ নাই। তাঁহার ক্লাস্তিবিহীন জ্ঞানান্বেষণ আত্মানুসন্ধিৎসারই নামান্তর। ধর্মতত্ত্বের একস্থলে তিনি লিখিয়াছেন – অতি তরুণ অবস্থা হইতেই আমার মনে এই প্রশ্ন উদিত হইত এ জীবন লইয়া কি করিব? লইয়া কি করিতে হয়? সমস্ত জীবন ইহারই উত্তর খুঁজিয়াছি। উত্তর খুঁজিতে খুঁজিতে জীবন প্রায় কাটিয়া গিয়াছে। অনেক প্রকার লোক প্রচলিত উত্তর পাইয়াছি, তাহার সত্যাসত্য নিরূপণজন্য অনেক ভোগ ভুগিয়াছি, অনেক কষ্ট পাইয়াছি। যথাসাধ্য পড়িয়াছি, অনেক লিখিয়াছি, অনেক লোকের সঙ্গে কথোপকথন করিয়াছি, এবং কক্ষক্ষেত্রে মিলিত হইয়াছি। সাহিত্য, বিজ্ঞান, ইতিহাস, দর্শন, দেশী বিদেশী শাস্ত্র যথাসাধ্য অধ্যয়ন করিয়াছি। জীবনের সার্থকতা সম্পাদন জন্য প্রাণপাত করিয়া পরিশ্রম করিয়াছি। সুতরাং তাঁহার মুখনিঃসৃত মহতী বাণী হইতে সহজেই অনুমেয় হইয়া থাকে যে, কেবল বঙ্গভাষা ও সাহিত্যবিভাগে নহে, বিশ্বসাহিত্যের সমস্ত শাস্ত্র এবং গ্রন্থের প্রতি তাঁহার গভীর শ্রদ্ধা ছিল। সমস্ত ভাষার সাহিত্যের সাথে তাঁর সাহিত্যভাবনার আঙ্গিক নিবিড়ভাবে সম্পৃক্ত। তুলনামূলক সাহিত্য চর্চার ক্ষেত্রে তাঁহার লেখনী গবেষকদিগের বিবিধ দিক্ উন্মোচিত করিতে পারিবে – ইহা অনায়াসেই অনুমেয় হইয়া থাকে।⁴³

নির্বাচিত গ্রন্থপঞ্জী

অভেদানন্দ, স্বামী, ১৯৯৮, সাংখ্য, বৌদ্ধ ও বেদান্ত দর্শন, শ্রীরামকৃষ্ণ বেদান্ত মঠ, কলিকাতা
কবিরাজ, গোপীনাথ, ২০০৯, তান্ত্রিক সাধনা ও সিদ্ধান্ত, বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়, বর্ধমান
গোস্বামী, নারায়ণ চন্দ্র, ১৪১৮ বঙ্গাব্দ, সাংখ্যতত্ত্বকৌমুদী, সংস্কৃত পুস্তক ভাণ্ডার, কলকাতা
ঘটক, পঞ্চগনন, ২০০৯, সাংখ্যদর্শন(২য় খণ্ড), প্রোগ্রেসিভ পাবলিশার্স, কলকাতা
ঘটক, পঞ্চগনন, ২০১১, সাংখ্যদর্শন(১ম খণ্ড), প্রোগ্রেসিভ পাবলিশার্স, কলকাতা
ঘোষ, বারিদবরণ, ১৯৮৯, বন্ধিম চিন্তা : বিপিনচন্দ্র পাল, বর্গালী, কলিকাতা
চক্রবর্তী, সত্যজ্যোতি, ১৪১৫ বঙ্গাব্দ, সায়ণমাধবীয় সর্বদর্শনসংগ্রহ, সাহিত্যশ্রী, কলকাতা
চক্রবর্তী, সুধীন্দ্র চন্দ্র, ২০১১, সাংখ্য কলিকা, প্রোগ্রেসিভ পাবলিশার্স, কলকাতা
চক্রবর্তী, সুবোধ, ১৯৯১, বন্ধিম রচনাবলী, সাহিত্য সমগ্র (২য় খণ্ড), কামিনী প্রকাশালয়, কলকাতা
তর্কবাগীশ, ফণীভূষণ, ২০০৬, ন্যায় পরিচয়, পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষৎ, কলকাতা
প্রজ্ঞানানন্দ, স্বামী, ৪র্থ সংস্করণ, ২০১০, তত্ত্ব তত্ত্ব ও সাধনা, শ্রীরামকৃষ্ণ বেদান্ত মঠ, কলকাতা
বিশী, প্রমথনাথ, ১৪২১বঙ্গাব্দ, বন্ধিম-সরণী, মিত্র ও ঘোষ পাবলিশার্স প্রা. লি., কলকাতা
বিশ্বাস সেনগুপ্ত, শ্যামশ্রী, ২০১২, বন্ধিম রবীন্দ্রনাথ এবং অন্যান্য প্রবন্ধ, পত্রকথা, কলকাতা
ভট্টাচার্য, রামশঙ্কর, ২০২২ বিক্রমাব্দ, সাংখ্যসূত্রম্, ভারতীয় বিদ্যা প্রকাশন, বারাণসী
ভট্টাচার্য, বিষ্ণুপদ, ১৩৯৪ বঙ্গাব্দ, বন্ধিম-মনীষা, প্যাপিরাস, কলকাতা
ভর্গানন্দ, স্বামী, ২০০৪, পাতঞ্জল যোগদর্শন, উদ্বোধন কার্যালয়, কলকাতা
মিশ্র, জগদীশচন্দ্র, ২০১৬, ভারতীয় দর্শন, চৌখম্বা সুরভারতী প্রকাশন, বারাণসী
রায়, অলোক, উপাধ্যায়, অশোক, ১৪১০ বঙ্গাব্দ, শচীশচন্দ্র চট্টোপাধ্যায়ের বন্ধিম-জীবনী, পুস্তক বিপণী, কলকাতা

⁴²তদেব, পৃ. ১৫১-১৫২

⁴³তদেব, পৃ. ৬২২

রায়, সত্যেন্দ্রনাথ, ২০০৩, সাহিত্য সমালোচনায় বঙ্কিমচন্দ্র ও রবীন্দ্রনাথ, দে'জ পাবলিশিং, কলকাতা
Basu, Manoranjan, 1986, Fundamentals of the Philosophy of the Tantras, Mira Basu Publishers, Calcutta
Suparnanda, Swami, 2017, Studies on the Tantras, Ramkrishna Mission Institute of Culture, Kolkata

शास्त्रसमूहे प्रतिग्रहप्रस्तावः

Mom Roy Chowdhury *

ब्राह्मणक्वद्वियवैश्याशूद्राणां चतुर्वर्णानां प्रभुस्वरूपो हि ब्राह्मणवर्णे जन्मना कर्मणा च। चतुर्वर्णेषु केवलं ब्राह्मणवर्णस्यैव प्रतिग्रहाधिकारः स्वीक्रियते। यतः षट्-कर्मा विप्रवरौ हि प्रतिग्रहपात्रस्वरूपः शास्त्रनिर्देशानुसारात्। प्रकृष्टब्राह्मणस्य तथा निकृष्टब्राह्मणस्यापि उल्लेखो दृश्यते शास्त्रसमूहेषु। शमदमादियोगेन आश्रितत्वेन ब्राह्मणो हि श्रेष्ठतम इति बोध्यम्। विप्रगुणनिर्णयप्रसङ्गे मनुना पञ्जिकृपावनो ब्राह्मणस्तथा पञ्जिकृदूषको ब्राह्मण इति प्रभेदः क्रियते। पञ्जिकृपावनस्य विप्रस्य प्रकारचतुष्टयं तेनैवोक्तं प्रसङ्गहस्मिन्।

ब्रह्मज्ज्ञाननिष्ठो विप्रवर इति प्रथमप्रकारः, स्वाध्यायतत्परो ब्राह्मण इति द्वितीयप्रकारः, प्राजापत्यादिनिरतः अग्नेजन्मा इति तृतीयप्रकारः तथा यज्ज्ञानुष्ठानपरायणश्चेति चतुर्थ-प्रकारः। जातिविद्यानुष्ठानतपःसमुच्चयानामुत्तरोत्तर एव श्रेष्ठतर इति भूयः उच्यते वृद्धेः। जातिमात्रसारो ज्ञानहीनस्तु विप्रो बाह्यल्येन निन्दितः सर्वैरेव मन्वादिभिः शास्त्रकारैः। उच्यते यं मनुना भगवता -

“विद्यातपःसम्पन्नेषु हतं विप्रमुखाग्निषु।
निस्तारयति दुर्गाच्च महतश्चैव किल्बिषात्।।” इति।।

(मनुसंहिता - ७/९८)

आगमविहितस्य प्रायश्चित्तकार्यस्य तथा दैवे पित्र्ये च कर्मणि ह्यव्यवहारयोः सम्प्रदानविषये बह्वृत्तौ वेदज्ज्ञः श्रोत्रियो हि धर्मपात्रस्वरूपः। उच्यते यं अत्रिणा महामुनिनावसरे अस्मिन् -

“जन्मना ब्राह्मणं ज्ञेयं संस्कारैर्दिज उच्यते।
विद्याया याति विप्रत्वं श्रोत्रियस्त्रिभिरैव च।।”

(अत्रिसंहिता - १९१)

विद्यातपोभ्यां हीनेन विप्रेण प्रतिग्रहस्वीकरणं कदापि न कर्तव्यम्। ऋष्टब्राह्मणेभ्यस्तथा दूर्वाङ्गणेभ्यो दानकर्तापि नरकं गच्छति प्रभवम्। यदि दाता दूर्वाङ्गणेभ्यः सुवर्णं अन्नं ददाति, तर्हि दातुरायुर्नाशो भवति। निष्ठुणैः विप्रैः गृहीतं भूदानं तथा धेनुदानं दातुः देहविनाशहेतुभूतम्। गुणहीनेन ब्राह्मणेन प्रतिग्रहीतं वस्त्रग्रहणफलं दानकर्तुः चर्मनाशं करोति निश्चितम्। विद्याचारादिभिः रहितो ब्राह्मणो यदि घृतग्रहणं करोति, तर्हि दानकर्तुः तेजोहानिः स्यात्। अनुरूपं तिलदातुः सन्ततिनाशो हि प्रभवति ज्ञेयम्। स्मृतिशास्त्रपरिषु सुकर्तुरा निर्देशिका इयं न दृश्यते। केवलं भगवता मनुना हि विधीयते प्रतिग्रहविधिरयम्। प्रतिग्रहसमर्थेन विप्रेण प्रतिग्रहस्य प्रत्याख्यानं कदापि न कर्तव्यमित्यभिमतमुल्लिखितं महर्षिणा याज्जबल्लेन। दुष्कृतिपरायणैः जनैः कृतं दानमपि ग्राह्यं सादरेण। अन्यथा शास्त्रविधानस्यापलापो भवेत्।

दातुः पापराशिरपि देयद्रव्यैः सह प्रतिग्रहीतारमुपैति। अतो धीमता विप्रेणापि सदैव परिहार्यः प्रतिग्रहप्रसङ्गः। प्रतिग्रहाद् विप्रस्य ब्रह्मप्रभावहानिः भवेत्। तथाहि प्रज्जबता विप्रेण क्कुपावसन्नेनापि प्रतिग्रहकर्म बर्जनीयं सदा।

द्विजोत्तम्यां शास्त्रनिर्दिष्टानां द्रव्याणां दानेनाभ्युदयमाप्नोति सृजनः। परस्तु न किल विप्रमात्रस्यैव प्रतिग्रहपात्रतानुमोदिता

*Assistant Professor, Department of Sanskrit, Krishnagar Govt. College.

Email: mroychowdhury75@gmail.com

Received: 15 May 2020 / Accepted: 08 August 2020

শাস্ত্ৰকায়ৈঃ। মুখা হি ভবতি দুষ্টেভ্যঃ অপকীৰ্তি-পরায়ণেভ্যো বিপ্ৰেভ্যঃ সম্প্ৰদানফলম্।

মনুসংহিতায়াং প্রতিগ্রহানর্হাণাং বিপ্রাণামুল্লেখঃ ক্রিয়তে ভগবতা মনুনা। স্মৃত্যন্তরেষপি দৃশ্যতে প্রস্তাবোহয়ম্। বিকলাঙ্গানাং তথা বিকৃতান্জানামেব বিপ্রাণাং প্রতিগ্রহানর্হত্মুচ্যতে। ক্লীবদুৰ্বলকুনখশ্যামদন্তক্ষয়রোগগ্রস্তজাড্যবক্রকারণেন্দ্ৰাণাং দানপাত্ৰতা-স্বীকৃতা প্রতিগ্রহবিষয়ে বুধৈঃ। গণ্ডমালাযুক্তানাং তথা অপস্মাররোগগ্রস্তানাংপি প্রতিগ্রহযোগ্যতা ন বিদ্যতে। শঙ্খস্মৃতৌ তথা বৃদ্ধগৌতমস্মৃতাংপি অতিরিক্তাঙ্গানাং তথা উনাঙ্গানাঞ্চ প্রতিগ্রহানর্হত্বং স্বীকৃতম্। বহুযাজকো দেবলো ব্রাহ্মণঃ সর্বথা ত্যাজ্যঃ প্রতিগ্রহবিষয়ে। শ্রৌতস্মার্তান্নি-কলোপজীবী বিপ্রো নার্হতি সংকৃতিম্। পঞ্চমহাযজ্ঞানুষ্ঠানরহিতো বিপ্রো নরাকৃতিঃ নৈষ্কৃতিকো বেত্যেনোভিধীয়তে। তস্যাপি প্রতিগ্রহপাত্ৰতা নাস্তি। নাস্তিকানাং মুণ্ডানাং জটিলানাং বা প্রতিগ্রহানর্হত্বং প্রতিপাদিতম্।

পিতরৌ পরমগুরুস্বরূপৌ সदैব পূজনীয়ৌ। অতস্তয়োঃ সেবা সदैব করণীয়া। যদি বিপ্রঃ কশ্চিদ্ অকারণং পিতৃত্যাগী মাতৃবিরোধী বা ভবেৎ, তর্হি সঃ অবশ্যমেব প্রতিগ্রহানর্হঃ শাস্ত্রানুসারাৎ। বিদ্যাগুরোঃ প্রতিকূলাচরণকারী জনো নার্হতি সংকৃতিম্। চিকিৎসকবাণিজক-বান্ধুযিকপশুপালকতৈলিকা দানানর্হাঃ শাস্ত্রানুসারাৎ। প্লাবকবাদককথকয়োধকমৃতনির্ঘাতকাঃ সর্বে বিকর্মস্থাঃ নার্হন্তি সংকৃতিম্। ঋণগ্রহীত্রে ব্রাহ্মণায় সম্ভোজনী ন দাতব্য। কুশীলববৃত্তীনাং ঐন্দ্রজালিককুহকজীবীনাং তথা বৈতালিকানাংপি প্রতিগ্রহনিবারণং শাস্ত্রবিহিতম্। রসক্ষীর-বিষাণাং বিক্রয়কারিণঃ প্রকৃত্যা নিরয়গামিন ইতি কথিতাঃ শাস্ত্রেষু। উপায়ান্তরাভাবাৎ স্বেচ্ছয়া বা যদি কশ্চিদ্ বিপ্রঃ এতেষামেব নিষিদ্ধব্যাণাং বিক্রয়ং करोতি, তর্হি তস্য নিয়ন্ত্রণমপি ন কর্তব্যং দৈবে পিত্রে চ কর্মণি।

মনুসংহিতায়াং তথা বৃদ্ধগৌতমসংহিতায়াঞ্চ কানীনসহোঢ়কুণ্ডগোলকাদীনাং বিপ্রাণাং দানপাত্ৰত্বং প্রত্যাখ্যাতম্। পুত্রিকা-পূর্বপুত্রস্তথা পুনর্ভূপুত্রশ্চ সংকৃতিং নার্হতি। ঈদৃশো বিপ্রো দুষ্টবীজত্বাৎ অপরিজ্ঞাতপূর্বঃ পাপসম্ভব ইতি নিন্দিতঃ সর্বজনৈঃ। বৃদ্ধগৌতমেন পুনস্তেষাং চণ্ডালযোনিত্বং বিধীয়তে। অসতীপ্রসূতঃ কোলটিনেয়ঃ ইত্যাদিনা বহিষ্কৃতঃ স অপাঙ্কেয়ঃ। অত্যাহারী বিপ্রঃ কুণ্ডশীতি নিন্দিতো লোকে। তস্যাপি প্রতিগ্রহযোগ্যতা নাস্তি দৈবে পিত্রে চ কর্মণি। ব্যবহারাদিসু কূটসাক্ষিণঃ পরিত্যাজ্য দৈবে পিত্রে চ। পরগৃহচ্ছেদকঃ পরগৃহদাহকঃ মিত্রচ্ছেদকঃ বিষপ্রদায়কশ্চ সর্বে পাপরতাঃ নিরয়গামিনশ্চ। তেষাং প্রতিগ্রহানর্হত্বং ন স্বীক্রিয়তে। দ্যুতবৃত্তিধারী তথা কিতবো ব্রাহ্মণোহপি ন প্রতিগ্রহলাভর্হঃ। ভৃতকাধ্যাপকস্তথা ভৃতকাধ্যাপিতো বিপ্রো নামন্ত্রণীয়ঃ হব্যকব্যেযু সংকারকার্যেযু। শূদ্রশিষ্যস্য শূদ্রশিক্ষকস্যপি সংকারানর্হত্বং ন স্বীক্রিয়তে। ব্রাহ্মণেষু বেডালব্রতিকাঃ মিথ্যাধর্মলিঙ্গিনঃ বাহ্মাত্ৰেণাপি নাচরয়েৎ। শৌচাচারবিবর্জিতাঃ শূদ্রান্নরসংপৃষ্ঠাঃ সর্বে বিপ্রাঃ পঙ্ক্ত-দূষকাঃ। বেদবাহব্রতিনঃ বিকর্মস্থাঃ প্রতিষিদ্ধবৃত্তিজীবিনশ্চ নাচনীয়াঃ। বিদ্যাশ্লাতকাঃ ব্রতশ্লাতকাঃ বিদ্যাব্রতশ্লাতকাঃ শ্রোত্রিয়াঃ হব্যকব্যোনাচনীয়াঃ সদা।

স্মৃতিগ্রহেষু কেবলম্ অরুণস্মৃতাংবিব বিপ্রকৃতস্য প্রতিগ্রহস্য প্রায়শ্চিত্তবিধিঃ বর্ণিতো বৈশদ্যেন। বিপ্রকৃতঃ প্রতিগ্রহস্ত দ্বিবিধঃ কুৎসিতপ্রতিগ্রহঃ দুষ্টপ্রতিগ্রহশ্চেতি। দুষ্টজনকৃতং প্রতিগ্রহং স্বীকৃত্য ভবতি কিল্বিধী। কুৎসিতজনকৃতং প্রতিগ্রহং স্বীকৃত্যপি বিপ্রো ভবতি প্রায়শ্চিত্তভর্হঃ। অতস্তেন পাশাশয়েন ত্রিভিঃ কৃচ্ছ্রেঃ আত্মশোধনং করণীয়ম্। প্রতিগ্রহাঘ-মোচনায় জপযজ্ঞানুষ্ঠানং তথা হোমার্ঘ্যপ্রদানঞ্চ ব্রাহ্মণেনাশুকর্তব্যম্। অজাপ্রতিগ্রহেণ মহিষীপ্রতিগ্রহেণ তথা বৃষলযুক্তলাঙ্গলস্যপি প্রতিগ্রহেণ বিপ্রো ভবতি পাশাশয়ঃ। ঋগ্বেদস্য পুরুষসূক্তস্য পাঠেন তথা রুদ্রসূক্তস্য খণ্ডিতজপেনাপি প্রতিগ্রহাঘমোচনং ভবেৎ। অশ্ব-প্রতিগ্রহো ন দোষাবহঃ শাস্ত্রানুসারাৎ। প্রতিগ্রহলক্ষস্যশ্বস্য বিক্রয়স্ত মহাপাপস্বরূপঃ। অসংভাষ্যঃ অপাঙ্কেয়ঃ পাপিষ্ঠ এব স বিপ্রো দুরাত্মা হয়বিক্রয়ী। যদি কশ্চিদ্ বিপ্রঃ ঋণপরিশোধার্থং প্রতিগৃহীতস্যশ্বস্য বিক্রয়ং करोতি, তর্হি চান্দ্রায়ণব্রতেন তথা জ্যোতিষ্টোম-যাগেনৈব তেন পাপশ্চালনং কর্তব্যম্। প্রমাদবশাৎ প্রতিগ্রহলক্ষস্য ঘোটকস্য বিক্রয়ে কৃতে সতি প্রায়শ্চিত্তং কর্তব্যম্নরূপম্। নিত্যস্বাধ্যায়শীলাঃ সায়েং প্রাতর্হৃত্যশাঃ দস্তাচারবিযুক্তাঃ স্বদারনিরতা বিপ্রা ধর্মপাত্ৰস্বরূপা ইত্যুচ্যতে সর্বৈঃ শাস্ত্ৰকায়ৈঃ। অবসরে অস্মিন্ পঙ্ক্তপাবনস্য দ্বিজোত্তমস্য গুণাঃ কথিতা মনুনা মহামতিনা। সর্বশাস্ত্রনিপুণাঃ সদাচারপরায়ণাঃ তরণতারণ-সমর্থা বিপ্রা হি পঙ্ক্তপাবনা ইতি। কথিতং মনুনা মহামতিনা যৎ -

“অগ্ৰ্যাঃ সর্বেষু বেদেষু সর্বপ্রবচনেষু চ।

শ্রোত্রিয়ান্নয়জাশ্চৈব বিজ্ঞেয়াঃ পঙ্কিপাবনাঃ ।।
ত্রিণাচিকेतঃ পঞ্চগ্নিস্তিসুপর্ণঃ ষডঙ্গবিৎ ।
ব্রাহ্মদেয়াগ্নসংতানো জ্যেষ্ঠসামগ এব চ ।।
বেদার্থবিৎ প্রবক্তা চ ব্রাহ্মচারী সহস্রশঃ ।
শতায়ুশ্চৈব বিজ্ঞেয়া ব্রাহ্মণাঃ পঙ্কিপাবনাঃ ।।” ইতি ।।

(মনুসংহিতা - ৩.১৮৩-১৮৬)

ইখং প্রতীয়তে যৎ অর্হত্তমায় বিপ্রায় হি দানং কর্তব্যম্ অন্যথা মুধৈব জায়তে সর্বম্ । বিদ্যায়া তপসা চ উৎকৃষ্টেভ্যো বিপ্রেভ্যো হি দ্রব্যানি কব্যানি চ প্রদেয়ানি ন মুর্খেভ্যঃ । ন হি রক্তাজ্ঞৌ হস্তৌ রুধিরেণৈব বিশুদ্ধৌ ভবতঃ কিন্তু বিমলজলেন । অতঃ প্রতিগ্রহপ্রস্তাবে গুণানুরোধেনৈব ব্রাহ্মণবিচারঃ কার্য ইতি শম্ ।

তথ্য ও গ্রন্থপঞ্জী:-

1. *Who were the Shudras?* B.R.. Ambedkar; Thacker Co. Ltd, BOMBAY, 1974.
2. *History of Dharmatra (Ancient and Mediaeval Religious and Civil Law)*. PandurangVaman. Kane. Vol. II Part I, Second Edition. Bhandarkar Oriental Research Institute, Poona. 1974.
3. ‘Rgyedasamhita ed.Arya,Ravi Prakash;K.L Joshi.;withEnglish translation according to H.H. Wilson Bhasya of Sayanacarya, 2nd revised edition,Vol.IV. Parimal Publications, Delhi, 2001.
4. মনুসংহিতা, শ্রীমৎকুল্লুকভট্টকৃত টীকা ও বঙ্গানুবাদ সহিত, সম্পাদক শ্রীযুক্ত পঞ্চগনন তর্করত্ন, কলিকাতা, সংস্কৃত পুস্তক ভাণ্ডার, ১৯৯৩

Revisiting the Terracotta Temples of Cooch Behar: a survey on iconographic and architectural features

Arka Acharjee *

Abstract:

Temple in India is considered as an abode of God Almighty, a center of reverence. The Hindu temple, in more than one sense, epitomizes the numerous sides and complex processes of the cultural development of Hinduism through its architecture. The history of Indian temple architecture since its beginning has witnessed various stylistic trends found in all parts of India. From late mediaeval period Bengal may be singled out as a region which massively followed the application of terracotta as a medium of art in its architecture. Actually the topographical characteristics of Bengal favored this kind of artistic movements by virtue of which Bengal holds an important status in the architectural atlas of India. Though this type of exclusive and unique architectural style was mainly prevalent in the Southern part of Bengal but Cooch Behar (a peripheral part of Bengal) was also influenced by this trend which is proved by the construction of two rare and unique terracotta temples dating from the late mediaeval to the modern period. Through this article an attempt has been made to explore, examine and perceive the distinguishable features of these temples by undertaking field survey in Cooch Behar.

Keywords: *Regionalism, Pluralism, Hybridism, Quadrangular, Amalgamation, Terracotta Plaques.*

“Architecture is the matrix of civilization”

-Lethaby (Brown 2015, 1)

The Gupta period marks the beginning of structural temple architecture. As evident from the extant monuments, there was experimentation in a number of forms and designs, out of which two significance temple styles evolved, one in the north and the other in the south. The following well defined types may be identified: 1) Flat Roofed, square temple with a shallow pillared porch in the front. 2) Flat Roofed, square temple with covered ambulatory around the sanctum and proceeded by Pillared porch, sometimes with a second storey above. 3) Square temple with a low and squat Sikhara (Tower) above. 4) Rectangular temple with an apsidal back and a barrel vaulted roof above and 5) Circular temple with Shallow rectangular projections at the four cardinal faces.

Neither the fourth nor in the fifth type seem to have any marked effect on subsequent development. But the first three types are seen as precursors of later Indian temple styles.

*Assistant Professor, P.G. Dept. of History, A.B.N. Seal College, Cooch Behar, W.B
Email-arkaa1990@gmail.com

Received: 21 January 2020 / **Accepted:** 15 April 2020

Illustrative examples of the first include Kankali Devi Temple at Tigawa and Vishnu and Varaha temple at Eran, all in Madhya Pradesh. The second type is seen in the Parvati Temple at Nachna Kuthara, the Siva Temple at Bhumara, both in Madhya Pradesh. The example of third type of temple architecture is a disputable issue. Some archaeologists said that the Dasavatara temple at Deogarh (Jhansi District) and the brick temple at Bhitargaon are the examples of 3rd type of temple architecture. But the other did not agreed on their view in this issue (Swarup 1968, 135-138). But all the experts agreed unanimously on one point that the brick temple of Bhitargaon (erected approximately 6th century A.D.) was one of the earliest finest representation of terracotta temples in this subcontinent (Basu 2015,3). The various terracotta plaques (special reference on the Gaṇeśa icon with mōdaka in one of his hand) in this temple are really praiseworthy and influenced greatly on the future terracotta temples in Bengal.



The Brick Temple at Bhitargaon

*[Source: Plate-2.02- Basu, Srila. Banglar Terracotta Mondir. Calcutta: Ananda Publishers Private Limited, 2015]

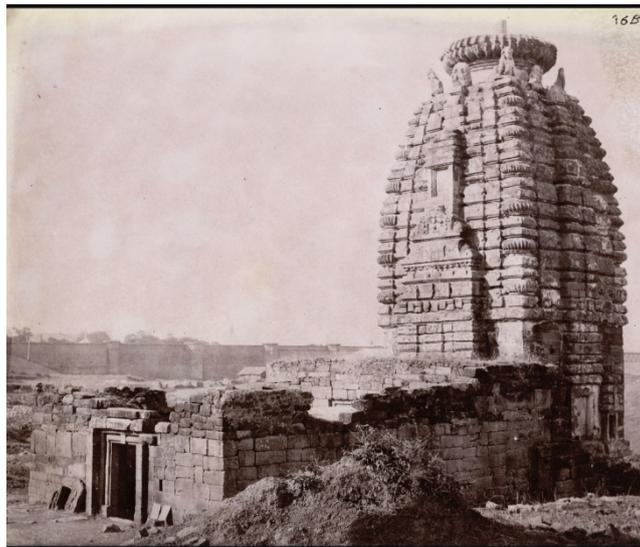
The second and the third type of Gupta temple to be called “Vimana” (Storeyed) and “Sikhara” (cruciform) types. In the following centuries, these two types supposedly underwent further improvements and crystallized to form two distinctive temple styles respectively in the South and North.

The major temple styles listed and described in the “Vastu Shasta” texts are the Nagara, Dravida and Vesara, of which the prime position is assigned to the Nagara of North India as the leading style. Next in important is the Dravida in South India. All the available texts are agreed on the point that the Nagara style was prevalent in the region between Himalayas and Vindhyas. The Dravida country is well known and the texts rightly confine the Dravida style

to that part of the country lying between the river Krishna and Kape Kanyakumari; while the Vesara style is sometimes associated with the area between the Vindhyas and Krishna River. Hardy points out that Nagara and Dravida Should be understood as architectural languages, in the sense that they provide a vocabulary, a range of elements and a family of forms which can be put together in different ways (Singh 2008, 625).

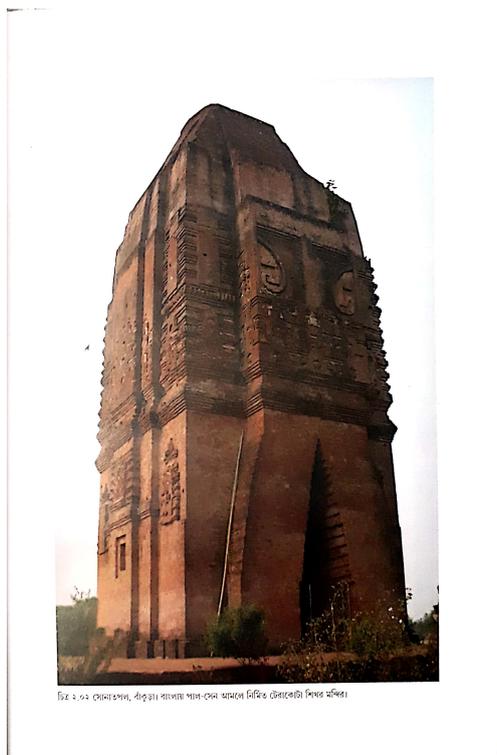
The history of temple architecture in Bengal suitably categorized into two periods: I. Early Hindu (up to the end of the 13th century) II. Hindu revival (16th to 19th century) (Santra 1998, 1). In the first phase Bengal temple mainly known as one of the counterpart of the Nagara style. The temples in this period have mostly disappeared but from the remains of the few structures we knew that the chief style prevalent in this period is the tall curvilinear rekha deul with the common north Indian latina sikhara (Champakalakshmi Kris 2001, 66). Bengal temples in this period mainly build under the royal patronage of the Pala Sena rulers (8th -12th century A.D.) without some innovative and unique elements. Siddhesvari temple at Barakar in Burdwan considered as the chief example of the earliest temple still standing which undoubtedly belongs to this group (Mccutchion 1972, 3). The history of the construction of terracotta temples also commenced from this period which finally culminated into next stage. Some of the notable important temples build in this period are- Jatar Deul (South 24 Pargana), Sun Temple of Sonatpaul (Bankura), Deulghata (Purulia) etc. (Basu 2015, 4).

Temple architecture of Bengal received a new impetus in its later phase (popularly known as 'revival phase') by the emergence of unique Bengal school which comprises of a series of analogous distinct temple styles. In this phase Bengal temple differentiate itself from the mainstream North Indian Nagara style by incorporating some local and foreign attributes. The key elements which mainly responsible for these innovative diverse stylistic trends in Bengal are **Regionalism, Pluralism Hybridism**. These rudiments played a very crucial role to set the background which finally helps to culminate the appearance of a distinct Bengal temple school. For instance in the second phase of Bengal temple architecture probably marked by its distinctive regional identity which helped to reduce the influence of the leading North Indian Nagara style on Bengal temples. This was best illustrated by the origin of two completely new styles of temple in Bengal- I. Hut or Chālā style inspired by the general village house made by bamboo with sloping thatched roof and II. Ratna or Pinnacle style inspired by the Islamic architecture (Mccutchion 1972, 4). Apart from these two major unique types of temple other minor styles of temple but unique in importance are- **3. DOMED** Roofing, **4. SPIRED** Roofing, **5. Flat-roofed (DALAN/CHADNI)**, **6. RĀSMAÑCHA, DOLMAÑCHA TULASĪMAÑCHA** **7. Miscellaneous** types (Datta 1975, 22). Terracotta temple building activity also received some new impetus in this period primarily by the active patronage of the famous Malla dynasty of Bishnupur along with some enthusiastic local Kings, Zamindars and merchant class who were influenced by the Vaishnavite movement organized by the famous Vaishnava saint Shri Chaitanya in mediaeval Bengal (Basu 2015, 4).



Siddhesvari temple at Barakar

*[Source: <https://1.bp.blogspot.com/> -retrieved on 05/05/2019 at 7 p.m.]



Sun Temple of Sonatpaul (Bankura)

*[Source: Plate-2.02- Basu, Srila. *Banglar Terracotta Mondir*. Calcutta: Ananda Publishers Private Limited, 2015]

According to Stella Kramrisch terracotta art classified in to two sections (Basu 2015, 7-8)-

a) **The Ageless-** executed ‘**in the round**’ shape mainly used in various ceremonial programs (example: several terracotta toys, bullock carts, icons of gods and goddesses found by the excavation work at *Pandu Rajar Dhibi, Chandraketurah ,Paharpur, Mahsthangarh*).

b) **The Time bound-** executed ‘**in relief**’ shape mainly created for the satisfaction of the artistic mind (Ghosh 2002, 55), used as a designing motif in the panels of temples (especially in ‘revival age’).

The artist generally prepare first the clay models from which moulds were made. After that these moulds were burnt in fire, then casting out and dried carefully and finally cut out (Datta 1975, 70). In such way the terracotta plaques were prepared and used as an ornamentation of temple art. Generally the use of terracotta as a medium of temple art may be categorized into following divisions (Ghosh 2002, 245-248)-

- a) **Trimings of stone relief works on brick temples**
- b) **Embellishments of terracotta decoration on laterite temples**
- c) **Mixed medium of terracotta and stone relief decoration**
- d) **Paintings as a medium of temple decoration**
- e) **Wood carving as a medium of temple decoration**
- f) **Terracotta- stucco as a mixed medium of decoration**

Cooch Behar is an indispensable part of the north-eastern region of Bengal from very ancient times. Its geographical position is also very unique and interesting. Architecturally temples of this zone also demonstrated firmly its innovativeness along with hybridism from late medieval times. Socio-cultural-political context geographical condition chiefly exerted its influences on the style of temple architecture in Cooch Behar. Categorically most of the temple in Cooch Behar belongs to the miscellaneous type. But an interesting point may also to be noted here that apart from its long distance from the Southern part of Bengal (especially Bankura, Bishnupur, Birbhum etc.) which considered as the prime center of the construction of traditional terracotta temples of Bengal, this peripheral part of Bengal also failed to dislocate itself from this trend and two miscellaneous type terracotta temples were built from late medieval to modern times. Before discussing the iconographic and architectural features of this temple it is very much important to know that there were two trends prevailed simultaneously regarding construction of temples in Cooch Behar. - I. Under Royal patronage II. By Personal initiative. The construction of the terracotta temples of Cooch Behar also fall under same category.

CONCEPTUAL FRAMEWORK:-

Undoubtedly Hinduism has an astonishing ability to integrate and unite other creeds and unfamiliar cults this fact is strengthened intensified by the temples which are considered as agents of Hinduizations by receiving royal patronage (Eschmann 1986, 79). Generally temples are represented as the most emblematic universal symbol of the religious core of ‘Hindu’ India. The eminence of the temple has significantly developed since the early medieval times with some basic reasons behind that. In Colonial or Nationalist Historiography Post-Gupta

and Post-Harsha periods are actually projected by the rise of local kingdoms all over the sub-continent and culturally there was a marked deviation from 'Classical' norms, recognized as a 'Feudal' type due to feudal social formation (Chattopadhyaya 2016, 154-156.). Meanwhile there was intensification of Brahmanism by the gradual successful incorporation and fusion of Non-Brahmanical and Non-Aryan groups into Hinduism. The rulers of tribal foreign background thus claim Kshatriya origin and trace their lineage to Aryan ancestors. The scholars experts of Brahmanism has connected the descent of the tribal foreign clans with the mythical lineages by the intrusion/addition of accounts in the Puranic and Epic literatures. They proved their heritage and also the expansion of Brahmanical order in the various parts of this subcontinent mainly through three successive steps-

I. Royal patronage of places of tirtha or pilgrimage centers of regional background in order to upgrade it to all-India importance to transform the mundane remote place into the limelight of sacred landscape within their respective domains.

II. An organised and comprehensive-scale settlement of Brahmins

III. New structural symbol of culture i.e. imperial temples are created in respective newly organized kingdoms. (Kulke 1986, 131-132).

The traces of above mentioned steps have been found in the proposed area of research prominently since the late medieval period. These steps were taken by the new imperial Hindu *Rājās* who were chiefly descendants of tribal heads, for the consolidation of their fresh small kingdoms by the gradual extension of agro-economy in this nuclear-peripheral areas of sub-regional and regional zone of Bengal. But ultimately these steps were smoothly accomplished only after the partial integration of tribes in this periphery into Hinduism by their gradual insertion into the lower strata of caste system and also through their addition into the militia of the Hindu court which has been called *Kṣatriyaization*. This process ultimately paved the way for the legitimization of Hindu royal power in this tribal zone of Bengal and subsequently and more importantly for the Hinduization of their deities. This led to the royal patronage of the dominant autochthonous tutelary deities only after their amalgamation with Brahmanical gods and goddesses which we may call as 'the *śākta śaiva* typology of Hinduization' according to the theory of Anncharlott Eschmann (Eschmann 1986, 85-97). The last pivotal stage of this process of Hinduization is when these aboriginal autochthonous tutelary deities were upgraded from the village cult to temple cult which means they were incorporated into the Hindu temples (Eschmann 1986, 83). Because the temple actually has been projected and viewed as an important entity for developing the centre of political and cultural integration in this periphery and that's why various important temples were erected by the Khen and Koch rulers as a policy chiefly try to construct a consolidated politico-ritual structure of authority like Orissa (Mubayi 2005, 17-18). This is the background for the construction and reconstruction of various important temples by royal patronage in this peripheral part of Bengal.

The First Introduction of Koch Architecture:

The first introduction of architectural activities of Koch dynasty was centered on the rebuilding process of the famous Kāmākhyā Temple of Assam. The total restoration work was undoubtedly a very tough work because after two consecutive failed attempts finally the work was completed in 1565 A.D. under the active initiative of famous Koch King Naranarayan (1534-1587 A.D). It is mentioned in the Darrang Rājavaṃśāvalī that many artisans and craftsmen from Kochbehar were engaged during the process (Sharma 1988, 123) and the whole work was conducted and supervised by Meghamukdum who was the military general of Koch army as well as the officer-in-charge of erection, directly appointed by the king himself (Ghosal 2005, 138). After the completion of the total renovation work of this magnificent temple some important points regarding the first introduction of Koch architecture must be added here-

1. The Koch architects have lack of knowledge experience in traditional architectural profile (Rekha Deul),
2. They also unfamiliar with stone masonry works which was clearly provident from the first two failed efforts of restoration.
3. Finally in third time they have finished the rebuilding of this temple with the aid of brick masonry work.
4. This ultimately gave birth a new architectural variety/style which became very much popular in the following century mainly in this regional part of India
5. This specific style of architecture has also influenced the adjoining Ahom architecture to such extent that this form of architecture popularly known as 'Nīlāchala' type in this area as because this type of architecture was experimented for the first time in the reconstruction of Kāmākhyā temple which is situated in Nīlāchala mountain (Sharma 1988, 124).

Bhitarkuthi Terracotta Śiva Temple: The construction of Bhitarkuthi terracotta Śiva temple belongs to 2nd category. This temple was built by Gourinandan Mustafi approximately in 1720-1735 A.D., who was worked as a "Khasnobis" under Cooch King Maharaja Upendranarayan (1714-1763 A.D.) later as a "Prodhan karbari" (i.e. Prime Minister) under Maharaja Devdramanarayan (1763-1765 A.D.). The temple approximately 30 ft. in height and there is an amalgamation of Bengali traditional *Charchālā* style surmounted by Islamic dome with unique octagonal phase. This temple is a finest representation of Indo-Sarasanic architecture. A *Śiva liṅga* (2.5 ft. in height approximately) was also installed in this temple by Gourinandan Mustafi himself (Bagchi 2015, 437). Professor Bagchi draws our attention by mentioning one important noticeable item i.e. addition of latticed window in this temple which clearly signify the cultural negotiations with the Islamic tradition (Bagchi 2015, 439) in this marginal part of Bengal. Another unique feature of this temple is its unique 93 quadrangular terracotta plaques which include the relief sculptural panel representation of Brahmanical Gods and Goddesses (example- Dasavatara of Vishnu, Mahisasurmardini Durga, Laxmi, Saraswati etc.). In these terracotta plaques the influence of religious, legendary and also folk art are also prominent. By the calamitous earthquake in 1897 the four-cornered pillars which elongated on the top of the dome (3 ft. in height), broke into pieces and the temple also fall down to 8 ft. Since 1949 (after Cooch Behar merged with India) very long time this temple actually becomes an enclave of Bangladesh. But after the famous "India-Bangladesh enclave agreement" in 2015 this temple

now becomes the part of India (Bhattacharya 2018.7). In the context of this temple one important reference must be mentioned here that the construction of this octagonal Indo-Sarasanic terracotta temples may be one of the important part of the process of similar type structure build in Rangpur and Mymensingh district (now in Bangladesh) in same century (i.e. deul of Kashipur Rajbari in Mymensingh Kali temple of Ulipur, Dimla in Rangpur) (Ghosh 2002, 283).



Bhitarkuthi Terracotta Śiva Temple (Photograph was taken by the Author himself)



Terracotta Plaques with various contents in Bhitarkuthi Terracotta Śiva Temple (women musician, a saint worshipping Śiva *linga*, floral motifs etc.)
(Photograph was taken by the Author himself)



Terracotta Plaques of Mahisasurmardini, Ganesha, Saraswati etc. in Bhitarkuthi Terracotta
Śiva Temple
(Photograph was taken by the Author himself)

Siddhanatha *Śiva* Terracotta Temple: The next and last of its kind is the famous Siddhanatha *Śiva* Terracotta Temple at Dhaluabari (located 5 km away from Cooch Behar town on the way to Cooch Behar Sadar- Dinhata high road). Dhaluabari is the previous capital of the Koch Kings Since 1821 (Chaudhuri 2010, 279). This temple belongs to 1st category as because it was totally built under Royal patronage. But the main debatable issue is that under whose direction and supervision this temple was erected. According to Madhav Swaroop Vats (then [1950-1953] director general of A.S.I) this temple was constructed under the supervision of Maharaja Upendra Narayan (1714-1763 A.D.). But Harendra Narayan Chaudhuri in his book “The Cooch Behar State and its Land Revenue Settlement” clearly stated that the construction work of this temple initially started by Maharaja Harendra Narayan (1783-1839 A.D.) (Chaudhuri 2010, 280) But finally completed by his son Shivendra Narayan (1839-1847 A.D.) he also installed the Siddhanatha *Śiva* *linga* in it after a royal ceremony (Chaudhuri 2010, 286). From the famous “*Rajopakhyana*” of Joynath Munshi we found the same information (Munshi 1985, 137). Another debatable issue is what the actual architectural style of this temple. Scholars and experts gave diverse opinion and explanation regarding this matter. On one side again Madhav Swaroop Vats opined that the architectural style of this temple is similar like the ‘Beguniya’ type of architectural style (Ray 2017, 45) of Barkar, Asansol. But on general viewpoint it looks like *ratna* type of temple. According to some expert it is a finest example of *pancharatna* type of temple in this periphery but interesting point is that the central Pinnacle is absent here. Buchanon Hamilton also did not find this one when he visited this temple (1808 A.D.) (Das 1985, 95). So on another viewpoint some scholars enumerated that it is a quadrangular temple which consisted by four Pinnacle in four cardinal points which resembles like the *Sarvatobhadra* (Acharya 2015, 624) type of temple mentioned in the “*Vāstuśāstra*”. Same type of temple also seen in the famous Kamakshya temple complex (Kali temple) in

Assam which akin like this temple in respect of architectural details (Chakraborty 2017, 50). By undertaking field survey the authors directly noticing this temple and from this observation it is undoubtedly confirmed by us that this temple is a finest example of the amalgamation of two unique style i.e. fusion of traditional Bengali *Charchālā* type surmounted by four *Ratna* or Pinnacle style inspired by the Islamic architecture. Unquestionably this temple is a prominent and beautiful example of Indo-Islamic architecture which is also reflected by the introduction of *Mihrab* (i.e. semicircular niche) inside the northern wall of this temple. The *līṅga* (near about 4.5 ft. in height) installed inside the shrine popularly known as Siddhanatha Śiva and this aniconic object (headed by a hooded snake icon) with *Gouripatta* is the prime center of worship. The temple is south facing with the height of 25 ft. approximately 2 ft. thickness of the wall having two gateways. Southern gateway considered as a main gateway. The upper section of the both entrance doorway are very unique because it reflected like the traditional *chālā* house of South Bengal (Chakraborty 2017, 52). The old and small typed of bricks were the main building materials used for the construction of this shrine.

But the main importance of this temple lies in its rich terracotta decoration which is very unique in this periphery. The terracotta decoration mainly covers the frontal wall (i.e. facade) of this temple and are well proportioned both vertically and horizontally (Bagchi 2015, 436). This temple has approximately 73 quadrangular terracotta plaques which reflects socio-cultural and political aspect in this periphery. Some important and noticeable plaques which contained - *Vighnēśvara Ganēśa* , Joydurga, floral motifs, Indigenous(Koch) soldier holding gun, British soldier holding gun, dancing man etc. attracts the attention of the viewer. So undoubtedly the terracotta plaques of this temple covers wide range of varieties relating to the mythology and also folk art also. According to Professor Bagchi, the terracotta decoration of this temple though initiated in an experimental mode but unquestionably executed in a beautiful way (Bagchi 2015, 436).

In the context of this temple an important point which come to our mind must be mentioned here that the architectural style of this temple may be influenced to some extent by the famous *Radhabinod Temple of Joydev* at Ilambazar which was constructed at 1683 A.D. unlike it has triple arched doorway which was absent in Siddhanatha Śiva Terracotta Temple. But the arrangement of terracotta plaques and the amalgamation of traditional Bengali *Charchālā* type surmounted by *Ratna* or *Pinnacles* – are the same features which applicable on both temples.



Introduction of *Mihraḥ* (approximately 8 ft. in height) along with the famous Siddhanatha *Śiva līṅga*
(Photograph was taken by the Author himself)



Terracotta Plaques with various contents in Siddhanatha *Śiva* Terracotta Temple
(*Vighnēśvara Ganēśa*, *Joydurga* Indigenous (Koch) soldier holding aiming the gun)
(Photograph was taken by the Author himself)



Terracotta Plaques with various contents in Siddhanatha *Śiva* Terracotta Temple (British soldier holding the gun floral motifs)
(Photograph was taken by the Author himself)



Siddhanatha *Śiva* Terracotta Temple
(Photograph was taken by the Author himself)



Radhabinod Temple of Joydev at Ilambazar
(Photograph was taken by the Author himself)

So from the above all discussion it is clearly recognized Cooch Behar though situated in the marginal part of Bengal but also has a few but qualitatively remarkable specimen of terracotta temple. It is undoubtedly prove that in building these temples influence of temple of South Bengal generally falls in it but on the whole these temples successfully retained their originality, assimilation and uniqueness by the inclusion of folk culture in its sculptural panel introduction of some architectural features which clearly prove the cultural negotiations with Islamic tradition.

References:

1. Acharya, Prasanna Kumar. A Dictionary of Hindu Architecture (Manasara series I). Delhi: Low Price Publications, 2015.
2. Bagchi, Anita. "Revisiting the Art and Architecture of the Śiva Temples of Jalpaiguri and Cooch Behar in North Bengal and Beyond" In Omnibus of North Bengal (Volume II), edited by Anita Bagchi, Delhi: B. R. Publishing Corporation, 2015.
3. Basu, Srila. Banglar Terracotta Mondir. Calcutta: Ananda Publishers Private Limited, 2015.
4. Bhattacharya, Sankhnad. "Chapa Pora 300 Bachar" – article published in Uttarbanga sangbad on 18th march, 2018.
5. Brown, Percy. Indian Architecture (Buddhist and Hindu). New Delhi: CBS Publishers Distributors Pvt. Ltd., 2014.

6. Chakraborty, Surya Sekhar. "Terracotta Karukarje Sambriddho Siddhanath Shivmandir" In D. Chaki (edt.) "Uttar Prasanga -Cooch Behar Dev-Debatra-Devalaya" (A local Journal), Cooch Behar: 2017.
7. Champakalakshmi, R. and Kris, Usha. The Hindu Temple. New Delhi: Lustre Press Roli Books, 2001.
8. Chattopadhyaya, Brajadulal. Studying Early India (Archaeology, Texts and Historical Issues), Delhi, Permanent Black, 2016
9. Chaudhuri, Harendra Narayan. The Cooch Behar State and its Land Revenue Settlement. Siliguri: N.L.Publishers, 2010.
10. Das, Biswanath (edt.). Uttarbanger Purakirti. Kolkata: Nath Publishing House, 1985.
11. Datta, Bimal Kumar. Bengal Temples. Delhi: Munshiram Manoharlal Publishers Pvt. Ltd., 1975.
12. Eschmann, Anncharlott. "Hinduization of Tribal Deities in Orissa: The Śākta and Śaiva Typology" In The Cult of Jagannath and the Regional Traditions of Orissa, edited by Anncharlott Eschmann, Hermann Kulke and Gaya Charan Tripathi, New Delhi, Manohar Publication, 1986.
13. Ghosh, Nihar. Art of Ancient Bengal Terracottas. Kolkata: Suchetana, 2002.
14. Ghosal, Sarat Chandra. A History of Cooch Behar, N.L. Publishers, Siliguri, 2005.
15. J. Mccutchion, David. Late Medieval Temples of Bengal. Kolkata: The Asiatic Society, 1972.
16. Kulke, Hermann. "Royal Temple Policy and the Structure of Medieval Hindu Kingdoms" In The Cult of Jagannath and the Regional Traditions of Orissa, edited by Anncharlott Eschmann, Hermann Kulke and Gaya Charan Tripathi, New Delhi, Manohar Publication, 1986.
17. Mubayi, Yaaminey. Altar of Power (The Temple and the State in the Land of Jagannatha), Delhi, Manohar Publishers and Distributors, 2005.
18. Munshi, Joynath. Rajopakhyan. Kolkata: Indrlekha Press, 1985.
19. P.C., Sharma. Architecture of Assam, Agam Kala Prakashan, Delhi, 1988.
19. Ray, Swapan Kumar. "Dharmiyo Chetonamoi Protnakhetro Cooch Behar" In Pradosh Ranjan Saha (edt.) "Ekhon Duars-Cooch Behar" (A local Magazine), Jalpaiguri: January, 2017.
20. Satra, Tarapada. Paschimbanglar Dharmio Sthapatya: Mandir o Masjid. Kolkata: Paschimanga Bangla Academy, 1998.
21. Singh, Upinder. A History of Ancient and Early Medieval India. Chennai: Pearson, 2008.
22. Swarup, Shanti. 5000 years of arts and crafts in India and Pakistan. New Delhi: B.Taraporevala Sons Co. Pvt. Ltd., 1968.

জ্ঞানতাত্ত্বিক ন্যাচারালিজম ও তার প্রেক্ষাপট

ইরাণী শীল ■

দৃশ্যমান জগতের মূল স্বরূপের অনুসন্ধানই ছিল মানুষের প্রথম দার্শনিক জিজ্ঞাসা। পাশ্চাত্য দর্শনের ইতিহাসের দিকে মনোযোগী হলে বোঝা যায় যে, দৃশ্যমান পরিবর্তনশীল জগতের পিছনের অপরিবর্তনীয়তার সন্ধানই দার্শনিক আলোচনার সূত্রপাত ঘটায়। অর্থাৎ জগতের মূল স্বরূপটি কি আমাদের পার্থিব ইন্দ্রিয় অভিজ্ঞতার সীমার মধ্যেই বিধৃত হয়ে আছে, না এই মূল পরম সত্যটির অনুসন্ধান করতে হবে দৃশ্যমান জগতের অতিবর্তী কোন স্তরে – মূলত এই সমস্যা সমাধানের উদ্দেশ্যেই দার্শনিক আলোচনার সূত্রপাত। তারপর আলোচনা তার নিজস্ব গতিতে এগিয়েছে। নানা বিতর্ক, দ্বন্দ্ব থেকে জন্ম নিয়েছে নতুন সংশ্লেষণ, নতুন তত্ত্ব যা দর্শনকে সমৃদ্ধ করেছে, পরিপুষ্ট করেছে। এই আড়াই হাজার বছরের ইতিহাসে দর্শন যে একরৈখিক গতিতে সমানভাবে এগিয়েছে তা নয়; নতুন বোঁক, কিছু যুগান্তকারী চিন্তা এই সুপ্রাচীন চিন্তাধারাকে আমূল পরিবর্তন করে, তাকে ঢেলে সাজাতে চেয়েছে। এমনই একটি নতুন চিন্তা হল ‘ন্যাচারালিজম’ বা ‘প্রকৃতিবাদ’। শুধু দর্শন নয়, সমাজ বিজ্ঞানের প্রায় প্রতিটি শাখাতেই এই ন্যাচারালিজম বা প্রকৃতিবাদ অত্যন্ত সুপরিচিত একটি তত্ত্ব। বিংশ শতাব্দীর প্রথম দিকে প্রথম এই শব্দটি ব্যবহৃত হতে দেখা যায়। ন্যাচারালিজম বা প্রকৃতিবাদ বলতে মূলত বোঝায় সেই ঘরানাকে যেখানে মনে করা হয় যে, যাবতীয় তাত্ত্বিক ধারণাগুলি কোন না কোন প্রাকৃতিক ধারণার দ্বারা ব্যাখ্যাযোগ্য বা সংজ্ঞায়িত হবার যোগ্য। অর্থাৎ, কোন অপ্রাকৃতিক অতীন্দ্রিয় বিষয়কে ব্যাখ্যায় অন্তর্ভুক্ত করার বোঁক তারা সম্পূর্ণভাবে এড়িয়ে যেতে চান। ন্যাচারালিজম বলতে চায় যে দার্শনিক সমস্যাগুলির সমাধান অনুসন্ধান করতে হলে আমাদের প্রকৃতির কাছেই ফিরে আসতে হবে; প্রাকৃতিক শব্দ, প্রাকৃতিক ব্যাখ্যা দ্বারাই দার্শনিক প্রত্যয়গুলিকে সংজ্ঞায়িত করতে হবে।

ন্যাচারালিজমের মূল বক্তব্য হল যাবতীয় বিষয় বা ঘটনা বা দার্শনিক প্রত্যয় এই অর্থেই প্রাকৃতিক যে সেগুলি প্রাকৃতিক শব্দ বা প্রত্যয়ের দ্বারা ব্যাখ্যাযোগ্য; সমগ্র জগৎ প্রাকৃতিক বস্তু ও ঘটনা দ্বারা সংগঠিত, যেগুলি দেশ-কাল ও কারণিক নীতির শৃঙ্খলে আবদ্ধ। লক্ষ্যণীয় যে, এই কারণিক নীতিটিকেও কিন্তু ন্যাচারালিজম প্রাকৃতিক শব্দ ও ধারণা দিয়েই সংজ্ঞায়িত করবে; কোন অতীন্দ্রিয় বা অভিজ্ঞতা অতিরিক্ত বিষয়কে এই নীতির ব্যাখ্যায় সে অন্তর্ভুক্ত করবে না। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, ন্যাচারালিস্ট কিন্তু এমন বলতে চাইবেন না যে প্রাকৃতিক বস্তু বা ঘটনাগুলি, একটিকে অপরটিতে পর্যবসিত করা যায় এবং এই পর্যাবসান প্রক্রিয়ার শেষে যে বস্তুটিকে পাওয়া যাবে, একমাত্র সেটিই পরম সৎ (Absolute/Real)। বরং তাঁরা বলবেন, প্রতিটি প্রাকৃতিক বস্তু পরস্পর থেকে স্বতন্ত্র এবং প্রতিটিই সৎ। অর্থাৎ, যাবতীয় আলোচনার কেন্দ্রীয় প্রত্যয়টিকে তাঁরা প্রাকৃতিক জগতের মধ্যে সীমাবদ্ধ করবেন, কেন্দ্রীয় নীতিটিকে প্রাকৃতিক প্রত্যয়ের দ্বারা সংজ্ঞায়িত করবেন এবং সমগ্র প্রক্রিয়াটিকেই প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া বলবেন। উল্লেখ্য, ‘প্রকৃতি’ কিন্তু তাঁদের কাছে কতকগুলি জড় জাগতিক বস্তুর সমষ্টি নয়, বরং তা হল এই সমস্ত প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া নিয়ে গঠিত একটি তন্ত্র, যার অংশগুলি আলাদাভাবে বোধগম্য হলেও একটি একক সমগ্র হিসেবে তা বোধগম্য নয়, কেননা তাহলে এমন একটি বিষয়কে স্বীকার করতে হবে যা প্রকৃতিজগৎ বহির্ভূত। এক্ষেত্রে প্রশ্ন হতে পারে যে, সবকিছুর প্রাকৃতিক ব্যাখ্যা যে সম্ভব এমন নয়, সেগুলিকে কি ন্যাচারালিজম তাহলে আলোচনার পরিসর থেকে বাদ দেবে? ন্যাচারালিস্ট বলবেন যে, সেগুলি অন্ততঃ নীতিগতভাবে প্রাকৃতিক প্রত্যয়ের দ্বারা ব্যাখ্যাযোগ্য হবে। অর্থাৎ যে কোন অ-প্রাকৃতিক ব্যাখ্যাই নীতিগতভাবে প্রাকৃতিক ব্যাখ্যা দ্বারা সংশোধন ও পরিবর্তনযোগ্য।

উক্ত আলোচনা থেকে এটুকু স্পষ্ট যে, কোন একটি বিশেষ প্রেক্ষিতে ন্যাচারালিজম বা প্রকৃতিবাদ বলতে কী বোঝায় তা নির্ভর করে প্রাকৃতিক প্রত্যয়, প্রাকৃতিক ব্যাখ্যা, প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া বলতে ইত্যাদি শব্দগুলি কীভাবে ব্যবহৃত ও বিশ্লেষিত হচ্ছে তার ওপর। ন্যাচারালিজমের আলোচনাকে দুটি ধারায় বা দৃষ্টিভঙ্গিতে ভাগ করা যায়,- লাক্ষণিক বা অধিবিদ্যাগত দৃষ্টিভঙ্গি এবং প্রক্রিয়াগত বা জ্ঞানতাত্ত্বিক দৃষ্টিভঙ্গি। লাক্ষণিক বা অধিবিদ্যাগত দৃষ্টিভঙ্গিতে বলা হয় যে, জগতে যা কিছু আছে, তার সবকিছুকেই প্রাকৃতিক ধারণার দ্বারা সংজ্ঞায়িত করা যায়; কোন অ-প্রাকৃতিক বা অতিপ্রাকৃতিক বিষয় বা

*Assistant Professor, Department of Philosophy, A.B.N.Seal College, Coochbehar (W.B.),
email- iranisl22@gmail.com

Received: 08 May 2020 / Accepted: 20 July 2020

ধারণাকে ব্যাখ্যার অন্তর্ভুক্ত করার প্রয়োজন নেই। অর্থাৎ, এদিক থেকে বলতে গেলে ন্যাচারালিস্টদের মতে জগতের স্বরূপ বা মনের স্বরূপকে ব্যাখ্যা করার জন্য কোন অতিজাগতিক আকারের (যেমন প্লেটো ফর্ম বা আকার স্বীকার করেছেন, বা কান্ট নুমেনা স্বীকার করেছেন বা ডেকার্ট দেহ বহির্ভূত বিস্তারহীন মন স্বীকার করেছেন) প্রতি ইঙ্গিত না করলেও চলবে। অন্যদিকে, জ্ঞানতাত্ত্বিক ন্যাচারালিজম বলতে বোঝায়, জ্ঞানীয় প্রক্রিয়া হল শেষাবধি একটি অভিজ্ঞতা ভিত্তিক প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া; যেখানে জ্ঞান সংগ্রহ বা বিশ্বাসের 'জ্ঞান' হয়ে ওঠার মানদণ্ড অর্থাৎ ন্যায্যতার (justification) ক্ষেত্রে কোন অভিজ্ঞতা নিরপেক্ষ নীতির প্রতি নির্ভর করার প্রয়োজন নেই। পর্যবেক্ষণযোগ্য প্রাকৃতিক কার্যকারণ তত্ত্বের দ্বারাই জ্ঞানীয় প্রক্রিয়া ব্যাখ্যাত হতে পারে। এই দুই দৃষ্টিভঙ্গির ক্ষেত্রেই এ কথা বলা যায় যে, এক্ষেত্রে মূল উদ্দেশ্য হল দর্শনকে যথাসম্ভব প্রাকৃতিক বিজ্ঞানানুসারী করে তোলা। জ্ঞান সংগ্রহের ও মানবিক অনুসন্ধানের প্রথম যুগে বিজ্ঞান ও দর্শনের মধ্যে খুব বেশি দূরত্ব ছিল না; কিন্তু মানুষের জ্ঞানভান্ডার যতই বৃদ্ধি পেতে থাকে ততই এই দুটি শাস্ত্র পরস্পর থেকে দূরে সরে যেতে শুরু করে। একসময় দাবি করা হয় যে দর্শন ও দার্শনিক পদ্ধতি থেকে বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি সম্পূর্ণ পৃথক। মধ্যযুগের অন্ধকারাচ্ছন্ন অধ্যায়ের পর বিজ্ঞানের, বিশেষত প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের সাফল্য ও সাধারণের কাছে তার গ্রহণযোগ্যতা দার্শনিকদের অনুপ্রাণিত ও প্রভাবিত করে দর্শনে অনুরূপ পদ্ধতি গড়ে তোলার কথা ভাবতে। যার প্রতিফলন আমরা দেখি দেকার্ট, হিউম প্রমুখের তত্ত্বে এবং যার অনিবার্য ফলশ্রুতি হিসেবে উঠে আসে যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদী দর্শন, যার অন্যতম ঘোষিত প্রকল্প ছিল দর্শনকে বিজ্ঞানের কাঠামোর অনুরূপে গড়ে তোলা। এরই অন্যতম প্রকাশ ন্যাচারালিজম বা প্রকৃতিবাদী দৃষ্টিভঙ্গি, যার খুব স্পষ্ট প্রতিচ্ছবি দেখতে পাওয়া যায় অধিবিদ্যা নীতিবিদ্যা জ্ঞানতত্ত্ব ও মনোদার্শনিক আলোচনার শাখায়।

এই বক্তব্য থেকে যদি মনে করা হয় যে এটি অত্যন্ত আধুনিক মতবাদ তাহলে ভুল হবে। পাশ্চাত্য দর্শনের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যাবে যে, অতি প্রাচীন যুগের দার্শনিকদের রচনাতেও ন্যাচারালিজমের প্রভাব সুস্পষ্ট, যদিও তাঁরা ঘোষিতভাবে ন্যাচারালিস্টিক তত্ত্ব গড়ে তোলেননি। প্রাচীন গ্রীক দর্শনে দার্শনিক আলোচনা শুরু হয়েছিল এই জিজ্ঞাসা দিয়ে যে 'দৃশ্যমান ভৌত জগতের মৌলিক স্বরূপটি কী?' থেলস্ (৫৮০ খ্রিষ্টপূর্বাব্দ) যাকে প্রথম পাশ্চাত্য দার্শনিক হিসেবে অভিহিত করা হয়, তিনি মনে করেছিলেন যে, জগত হল একটিমাত্র মৌল দ্রব্যের বিভিন্ন অভিব্যক্তি এবং সেই মৌল দ্রবাই হল জগতের মূল উপাদান। থেলস এই অন্যতম মৌল দ্রব্য হিসেবে 'জল'কে নির্দেশ করেছিলেন যা অবশ্যই প্রাকৃতিক; অর্থাৎ তার কাছে জগতের মূল স্বরূপটি একটি প্রাকৃতিক প্রত্যয় দ্বারা ব্যাখ্যাত হতে পারে। থেলসের এই বক্তব্যকে অধিবিদ্যক ন্যাচারালিজমের আদি রূপ বলা যেতে পারে।

থেলসের পরবর্তীকালের দার্শনিকরা অনেকেই তাঁর বক্তব্যের দ্বারা প্রভাবিত হয়েছিলেন এবং তাঁর অনুসৃত পদ্ধতিতেই দার্শনিক অনুসন্ধান ও তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা গঠন করেছিলেন। এঁদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন সিনিক এবং স্টোয়িক দার্শনিকরা (৩০০ খ্রীঃ পূর্বাব্দ-২০০ খ্রীঃ)। এই দুই মতাদর্শের মধ্যে প্রভূত পার্থক্য থাকা সত্ত্বেও একথা বলা যায় যে, তাঁরা মনে করতেন যে একজন ব্যক্তি তখনই নৈতিকভাবে সদৃশগণসম্পন্ন (virtuous) হবেন, যখন তিনি যাবতীয় প্রথা (convention) ও আড়ম্বরতা (artificial) ত্যাগ করে সরল ও স্বাভাবিকভাবে জীবন যাপন করবেন। স্টোয়িক দার্শনিকরা মনে করতেন যে, মানব প্রকৃতি, বিশ্ব প্রকৃতিরই অংশ। তাই মানবিক বুদ্ধি, কর্ম ও ইচ্ছার সঙ্গে প্রাকৃতিক নিয়মের সমন্বয়সাধনই হল সেই পরম নৈতিক গুণ (virtue), যা মানুষের কাম্য হওয়া উচিত। অর্থাৎ নৈতিকতাকে তাঁরা বৌদ্ধিক ক্রিয়া দ্বারা ব্যাখ্যা করেছেন, কোন অতীন্দ্রিয় বা অতিপ্রাকৃত বিষয়ের প্রতি ইঙ্গিত না করে। তাঁরা একথাও বলেন যে, বুদ্ধি মানুষের জন্মগত স্বভাব, কোন অতিপ্রাকৃত দৈব-প্রদত্ত শক্তি নয়। সমাজ গঠনের সেই শৈশব যুগে নৈতিকতাকে ধর্মীয় ঐশী শক্তির দ্বারা ব্যাখ্যা না করে, মানুষের জন্মগত স্বাভাবিক প্রবৃত্তির দ্বারা ব্যাখ্যা করার এই ঝোঁক অত্যন্ত গভীর মননেরই পরিচায়ক। এবং খুব সঠিকভাবেই হয়ত বলা যায় যে, এই বক্তব্য নৈতিক প্রকৃতিবাদের ভিত স্থাপন করে।

প্রখ্যাত গ্রীক দার্শনিক অ্যারিস্টটলের (৩৮৪-৩২২ খ্রীঃ পূঃ) বক্তব্য কিন্তু সিনিক এবং স্টোয়িক দার্শনিকদের থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। তিনি তাকেই নৈতিকভাবে ভালো বা শুভ বলবেন যা মানুষ হিসেবে আমাদের জীবনের উদ্দেশ্য পালনে সহায়তা করে। তাঁর মতে এই উদ্দেশ্যগুলি হল,- নিজের প্রজাতিক রক্ষা করা, জীবনকে সুরক্ষিত করা, সামাজিক জীবন যাপন করা এবং পরম নীতির (Logos) আরাধনা করা। পরম নীতি বলতে তিনি কিন্তু কোন অভিজ্ঞতা নিরপেক্ষ নীতিকে নির্দেশ করছেন না, বরং প্রাকৃতিক নিয়মের অন্তর্নিহিত সুসংহত কাঠামোকে জানা ও মান্য করাকেই বুঝেছেন। সিনিক এবং স্টোয়িক দার্শনিকদের বক্তব্যকে যদি নৈতিক ন্যাচারালিজমের ভিত হিসেবে নির্দেশ করা যায়, তাহলে বলা যায়

যে, অ্যারিস্টটলের বক্তব্য তাঁর উপর নির্মিত প্রথম ধ্রুপদী কাঠামো। কিন্তু অ্যারিস্টটলের দর্শনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ দিক হল তাঁর আধিবিদ্যক আলোচনা। তাঁর পূর্বসূরী প্লেটো বলেছিলেন, যে ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য জগতে আমরা বাস করি তা বিশেষের জগত। এই জগত কেবলমাত্র ব্যবহারিক ক্ষেত্রেই সৎ। সামাণ্যগুলি কিন্তু এই ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য আভিজ্ঞাতিক জগত বহির্ভূত এবং একমাত্র সামান্য বা আকারই (Form) হল পরম সৎ। এবং এই সামান্যই দৃশ্যমান অভিজ্ঞতাভিত্তিক পরিবর্তনশীল জগতের একমাত্র অপরিবর্তনীয় পরম স্বরূপ (Reality); বিশেষগুলি সামান্যের প্রতিলিপি মাত্র। এর থেকে বোঝা যায় যে তিনি সামান্য বা আকারকেই সত্তাগত প্রাধান্য দিয়েছিলেন। কিন্তু অ্যারিস্টটল প্লেটোর সামান্যতত্ত্ব বিস্তৃত যুক্তির মাধ্যমে খণ্ডন করে বলেন, সামান্য ও বিশেষ পরস্পর অত্যন্ত ভিন্ন নয়, সামান্য বা আকার বিশেষের মধ্যে অন্তঃসূত হয়ে থাকে, বিশেষের মাধ্যমেই সামান্যের প্রকাশ ঘটে। বিশেষ বিশেষ বস্তুগুলিই মুখ্য দ্রব্য (primary substance) যার স্বাধীন সত্তা বিদ্যমান। এছাড়া অন্য সব কিছুই গৌণ দ্রব্য (secondary substance)। কেননা এগুলি বিশেষের উপর নির্ভরশীল। অ্যারিস্টটল জগতকে কতকগুলি প্রাকৃতিক বর্গে বিভক্ত করেন এবং বলেন যে, বিশেষগুলি কোন না কোন বর্গের (category) অন্তর্ভুক্ত আমাদের জ্ঞানীয় বৃত্তি মূলতঃ ওই বর্গগুলির অন্তর্ভুক্ত সদস্য হিসেবে বিশেষ বস্তুগুলিকে গ্রহণ করে। অর্থাৎ ঐ বর্গগুলি যেন প্লেটো কথিত সামান্য বা আকার যা প্রতিটি বিশেষের ভিতরে নিহিত, কিন্তু বিশেষ ব্যতীত তা প্রকাশিত হতে পারে না। এক্ষেত্রে লক্ষ্যণীয় অ্যারিস্টটল তাঁর তত্ত্বে সত্তাগত প্রাধান্য দিলেন প্রাকৃতিক বস্তুগুলিকে, এবং সেগুলিকেই জ্ঞানীয় বৃত্তির বিষয় সংক্ষেপে জ্ঞানের বিষয় রূপে স্বীকার করলেন। তাঁর এই বক্তব্যের ফলে আধিবিদ্যক সত্তা এবং জ্ঞানতাত্ত্বিক সত্তা একই বিন্দুতে এসে মিলিত হল।

অ্যারিস্টটলের সমসাময়িক দার্শনিক এপিকিউরাসের (৩৪১-২৭০ খ্রীঃ পূঃ) বক্তব্যেও ন্যাচারালিজমের পরিচয় পাওয়া যায়। ভারতীয় দার্শনিকদের মতই এপিকিউরাস বলেছিলেন দার্শনিক তত্ত্ব অবশ্যই আত্মার অ-সুখের প্রতিকার করবে, দুঃখ নিবৃত্তির পথ প্রদর্শন করবে। এর থেকেই তাঁর বক্তব্যের ভ্রান্ত ব্যাখ্যা করে বলা হয় যে, তিনি যে কোন উপায়ে সুখ লাভকেই নৈতিকভাবে ভাল বলে নির্দেশ করেছেন। কিন্তু বস্তুতঃ এপিকিউরাস দুঃখের আত্যন্তিক অভাবকেই চরম সুখ বলে নির্দেশ করেন। তাঁর মতে, সেই ব্যক্তিই সুখী যে আত্ম সংযমী। প্রাচুর্য পরিহার করে সাধারণভাবে জীবন যাপন করলে তবেই সেই চরম সুখের সন্ধান পাওয়া যায় যা মানুষকে শারীরিক ও মানসিক অসুস্থতা থেকে মুক্তি দেয়। তাঁর মতে পরম নৈতিক গুণ (virtue) এবং সুখী জীবন পরস্পর এমন ওতোপ্রোতোভাবে জড়িত যে এঁদের কোনটিকে অন্যটি থেকে পৃথক করা যায় না। সুখী জীবনের জন্য প্রয়োজন সংযমী হওয়া ও প্রতুলতাকে পরিহার করে চলা। এপিকিউরাসের এই বক্তব্য থেকে একথা স্পষ্ট যে পরম নৈতিক গুণ কোন অতিজাগতিক বিষয় নয়, বরং সাধারণ ব্যবহারিক জীবন-যাপন লক্ষ্য।

মধ্যযুগ দর্শনের ইতিহাসে এমন একটা সময় যখন সমস্ত কিছুই প্রাকৃতিক ব্যাখ্যাকেই নিরুৎসাহিত করা হয়েছিল। ঐশী শক্তির অঙ্গুলিহেলনেই জগত ও তাঁর যাবতীয় ক্রিয়া পরিচালিত হয় এমন আলোচনাই প্রধান হয়ে দাঁড়িয়েছিল দর্শনে। কিন্তু সেই সময়ের প্রখ্যাত দার্শনিক থমাস অ্যাকুইনাসের (১২২৪-১২৭৪ খ্রীঃ) বক্তব্যের প্রতি মনোযোগী হলে বোঝা যায়, তিনি প্রাচুর্য্যভায়ে প্রকৃতিবাদী দৃষ্টিভঙ্গীরই সমর্থক। অ্যাকুইনাস বলেন, ঐশী নিয়ম বলে যদি কিছু স্বীকার করতেই হয়, তাহলে প্রাকৃতিক নিয়মকে ঐশী নিয়ম হিসেবে স্বীকার করাই শ্রেয় এবং এরূপ নিয়মই নৈতিক নিয়মের ভিত্তি। অন্যান্য নিয়মগুলি ঐ প্রাকৃতিক নিয়ম থেকেই নিঃসৃত হয়। সেই সমস্ত রাষ্ট্রীয় আইন বা রাজনৈতিক বিধিই যথাযথ বা ন্যায্য যেগুলি প্রাকৃতিক নিয়মের সঙ্গে সঙ্গতিপূর্ণ। অর্থাৎ তাঁর মতে, যে কোন নীতিরই ভিত্তি হল ঐশী নিয়ম, যা প্রাকৃতিক নিয়মের সঙ্গে অভিন্ন। ন্যাচারালিজম বলতে যদি সেই তত্ত্বকেই বোঝায় যা প্রাকৃতিক দৃষ্টিভঙ্গি থেকে গঠিত যুক্তিকে প্রাধান্য দেয়, তাহলে অ্যাকুইনাসের বক্তব্যকে ন্যাচারালিজম বলতে কোন অসুবিধা থাকে না।

আধুনিক ব্রিটিশ অভিজ্ঞতাবাদী ঘরানার প্রতিষ্ঠাতা জন লক (১৬৩২-১৭০৪ খ্রীঃ) এমন দার্শনিক তত্ত্ব গড়ে তুলতে চেয়েছিলেন যাকে মানুষের ব্যবহারিক জীবনে প্রয়োগ করা যাবে। লক হলেন মনস্তাত্ত্বিক অভিজ্ঞতাবাদের প্রবক্তা যিনি অভিজ্ঞতাকেই যথার্থ জ্ঞানের অন্যতম উৎস হিসেবে স্বীকার করতে চেয়েছিলেন। তাঁর মতে, ইন্দ্রিয় সংবেদন ও অন্তর্বেদন প্রাপ্ত ধারণাগুলিই জ্ঞানের অন্যতম উপাদান। কিন্তু শেষাবধি তিনি জ্ঞানকে অভিজ্ঞতার এলাকায় সীমিত না করে স্বজ্ঞামূলক জ্ঞানকেই সর্বোচ্চ পর্যায়ের জ্ঞান হিসেবে স্বীকার করায় তাঁর জ্ঞানতাত্ত্বিক বক্তব্য আত্মবিরোধী হয়ে দাঁড়ায়। কিন্তু লকের এই মনস্তাত্ত্বিক অভিজ্ঞতাবাদ চরম পরিণতি লাভ করে ব্রিটিশ দার্শনিক ও কূটনীতিবিদ হিউমের (১৭১১-১৭৭৬ খ্রীঃ) রচনায়। হিউম মানবিক অনুসন্ধানের বিষয়গুলিকে দুটি ভাগে ভাগ করেছিলেন, যাকে জ্ঞানের বা জ্ঞান প্রকাশক বচনের

বিভাজন হিসেবেও দেখা যায়,- ধারণার সম্বন্ধ (relations of idea) এবং বস্তুস্থিতি (matters of fact)। প্রথম ভাগের অন্তর্ভুক্ত হল সেই সব জ্ঞান, যা দুটি ধারণার পারস্পরিক সম্বন্ধকে প্রকাশ করে এবং যার বিরুদ্ধ জ্ঞানটি স্ববিরোধী হয়ে থাকে। যেমন, গাণিতিক জ্ঞানগুলি। এই ধরণের জ্ঞান স্বতঃসিদ্ধ ও নিশ্চিত। পাশাপাশি, দ্বিতীয় ভাগের অন্তর্ভুক্ত হল সেই সব জ্ঞান যা বস্তুস্থিতিকে প্রকাশ করে, যার বিরোধী জ্ঞানটি মিথ্যা হতে পারে, কিন্তু স্ববিরোধী হয় না। যাবতীয় বৈজ্ঞানিক জ্ঞান এই দ্বিতীয় বিভাগটির অন্তর্ভুক্ত। হিউমের মতে এই বিভাজনটি বিসংবাদী (exclusive) এবং সম্পূর্ণ (exhaustive)। অর্থাৎ, এই দুই বিভাগকে একত্রিত করলে আমরা দার্শনিক অনুসন্ধানের প্রয়োজনীয় যাবতীয় জ্ঞানকে পাই এবং কোন একটি জ্ঞান দুটি বিভাগেরই অন্তর্ভুক্ত হতে পারে এমন নয়। এই বক্তব্যের পাশাপাশি হিউম কারণিক নীতির আবশ্যিকতাও খণ্ডন করেন। উক্ত মানদণ্ডের ভিত্তিতেই বলা যায় যে, কারণিক নীতি প্রকাশক বচনের বিরোধী বচনগুলি যেহেতু স্ববিরোধী নয়, তাই স্বভাবতই তারা ধারণার সম্বন্ধকে প্রকাশ করে না। অর্থাৎ এরা আবশ্যিক বচন হতে পারে না। যেহেতু অভিজ্ঞতার দ্বারাই আমরা কারণিক সম্পর্ককে জেনে থাকি, তাই এগুলি বস্তুস্থিতির অন্তর্ভুক্ত; আসলে কারণিক নীতির আবশ্যিকতা হল আমাদের বারংবার দৃষ্ট অভিজ্ঞতাজনিত অভ্যাসের ফসল। হিউমের এই দুটি বক্তব্য ন্যাচারালিজমের আলোচনাকে এক নতুন মাত্রা প্রদান করে। তাঁর পূর্ববর্তী অনেক দার্শনিকের রচনাতেই ন্যাচারালিজমের প্রকাশ ঘটলেও তিনি তাঁর পূর্বসূরীদের তুলনায় অনেক স্পষ্টভাবে ন্যাচারালিজমকে প্রকাশ করতে পেরেছেন।

হিউমের পরবর্তীতে যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদী দার্শনিকরা প্রায় যেন হিউমের ছেড়ে যাওয়া সূত্রটি ধরেই অগ্রসর হয়েছেন। তাঁরা নিজেরাও অবশ্য হিউমকে নিজেদের ঘোষিত পূর্বসূরী হিসেবে স্বীকার করেছেন। কিন্তু তাঁদের আলোচনা বা বিশ্লেষণের ভঙ্গিটি এতাবৎ দার্শনিকদের তুলনায় কিঞ্চিৎ ভিন্ন ধরনের। দেকার্ত থেকে শুরু করে ঊনবিংশ শতকের শেষ অবধি জ্ঞানীয় অনুসন্ধানই দর্শনের কেন্দ্রীয় আলোচ্য বিষয় হিসেবে গৃহীত হয়েছিল, যা সমগ্র দার্শনিক আলোচনার কাঠামোটিকে নির্ধারণ করত। কিন্তু বিংশ শতকের প্রথম ভাগে (সঠিকভাবে বলতে গেলে ১৯২৩ নাগাদ) যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদী ঘরানার আবির্ভাব ঘটে, যারা ভাষাগত বিশ্লেষণের মাধ্যমে দার্শনিক আলোচনার কাঠামোটি নির্ধারণ করতে চেয়েছেন। তাঁরা মনে করতেন যে, যেহেতু যাবতীয় জ্ঞান ও আলোচনা ভাষার মাধ্যমেই প্রকাশিত হয়, তাই ভাষার বিশ্লেষণ প্রয়োজন। ভাষায় যদি অস্পষ্টতা, দ্ব্যর্থতার মত আবিলাতা থাকে, তাহলে সেই ভাষার দ্বারা কোন স্পষ্ট দার্শনিক আলোচনা হওয়া অসম্ভব। তাঁরা পদার্থবিজ্ঞানকেই আদর্শ শাস্ত্র হিসেবে গ্রহণ করেছিলেন। তৎকালীন যুগে পদার্থবিজ্ঞানের সাফল্য ও সর্বজনগ্রাহ্যতা তাঁদের অনুপ্রাণিত করেছিল বিজ্ঞানের পথেই দর্শনকে চালিত করতে। এটি করতে গিয়ে তাঁরা একটি মানদণ্ডের প্রয়োজনীয়তা অনুভব করেছিলেন যা দর্শনে এখনো অবধি সঞ্চিত হয়ে থাকা অবৈজ্ঞানিক উপাদানগুলি বর্জনে সাহায্য করবে। এই পর্যায়ে তাঁরা পেয়েছিলেন যাচাইযোগ্যতার নীতিটিকে। যাচাইযোগ্যতার নীতি অনুযায়ী সেই বচনই অর্থপূর্ণ যা অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে যাচাইযোগ্য। অর্থাৎ অভিজ্ঞতায় যে বচনগুলিকে সত্য বা মিথ্যা হিসেবে যাচাই করা যাবে, সেটি অর্থপূর্ণ; অন্যদিকে যেটিকে যাচাই করা যাবে না, অর্থাৎ সত্য বা মিথ্যা কোনো কোটিতেই ফেলা যাবে না, সেটি অর্থহীন এবং তা দার্শনিক তত্ত্বগঠনের ক্ষেত্রে বর্জনীয়। আধিবিদ্যক বচনগুলিকে যেহেতু অভিজ্ঞতায় যাচাই করা যায় না, এমন কি এমন কোনো অভিজ্ঞতাভিত্তিক বৈজ্ঞানিক পরিস্থিতিও চিন্তাগতভাবে নির্মাণ করা যায় না, যে পরিস্থিতিতে সেগুলিকে যাচাই করা যাবে, তাই সেগুলি অবশ্য বর্জনীয়। আসলে যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদীরা অনুভব করেছিলেন যে, দর্শন যদি অধিবিদ্যার রহস্যময়তার উর্ধ্বে উঠতে না পারে তাহলে তাকে জ্ঞানবিষয়ক চর্চার অন্যতম শাখা হিসেবে প্রতিষ্ঠা করা যাবে না। ফলে হিউমের ঐতিহ্য অনুসরণ করেই তারা অধিবিদ্যা বর্জনকে অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ প্রকল্প হিসেবে গ্রহণ করেছিলেন।

যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদ বচনকে দুটি শ্রেণীতে বিভক্ত করেছিলেন,- তথ্যগত (factual proposition) যেগুলি অভিজ্ঞতায় যাচাইযোগ্য এবং আকারগত বচন (formal proposition) যেগুলি আকারগতভাবে যাচাইযোগ্য। অর্থাৎ তাঁদের মতে সত্য শর্তটি আসে হয় অভিজ্ঞতায় প্রদত্ত বাহ্য জগৎ থেকে অথবা বচনের অন্তর্নিহিত আকার থেকে। এক্ষেত্রে খেয়াল রাখতে হবে যে যাচাইযোগ্যতার মানদণ্ডটি কিন্তু কেবলমাত্র বচনের অর্থপূর্ণতা বিচারের মানদণ্ড হিসেবে গৃহীত হয়েছে তা নয়, এটি জ্ঞানীয় মানদণ্ডও বটে; অর্থাৎ কোন বিশ্বাস জ্ঞান কিনা তার ন্যায্যতা বিচারের মানদণ্ডও এটি। কিছু কিছু বিশ্বাস কিভাবে জ্ঞান হয়ে ওঠে সে প্রশ্নের উত্তর দিতে যাচাইযোগ্যতার মানদণ্ড ব্যর্থ হয়। প্রাতিষ্ঠানিক জ্ঞানতাত্ত্বিকদের কাছে অন্যতম দায়িত্ব ছিল সংশয়বাদীদের উত্তর দেওয়া। সংশয়বাদীরা মনে করেন বাহ্য জগৎ সম্বন্ধে আমাদের কোন নিশ্চিত জ্ঞান সম্ভব নয়। অন্যদিকে জ্ঞানতাত্ত্বিক বলেন সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন করলে অবশ্যই নিশ্চিত জ্ঞানে উপনীত হওয়া যায়। এক্ষেত্রে তাঁরা কার্তেসীয় প্রকল্পটিকেই অনুসরণ করেছিলেন। দেকার্ত যেমন আন্তর অভিজ্ঞতা থেকেই নিশ্চয়তার অনুসন্ধান শুরু করেছিলেন, তেমনই প্রাতিষ্ঠানিক জ্ঞানতাত্ত্বিকরাও এমন একটি মানদণ্ড খোঁজার চেষ্টা করেছেন যা স্বরূপত প্রাকসিদ্ধ

এবং সেজন্যই নিশ্চয়তার ধারক। সেজন্যই ন্যায্যতার স্বরূপ ও তার সমস্যা বিষয়ে আলোচনার উপরেই প্রাতিষ্ঠানিক জ্ঞানতাত্ত্বিক তাদের যাবতীয় মনোযোগ ন্যাস্ত করেন।

যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদের অন্যতম উত্তরসূরী কোয়াইন কিন্তু এই প্রচেষ্টার সমালোচনা করে বলেন জ্ঞানতাত্ত্বিকরা দীর্ঘকাল ধরে সংশয়বাদীদের সম্বন্ধে করতে চাইলেও সে প্রয়াস সাফল্য লাভ করতে পারেনি। জ্ঞানতত্ত্বের একটি নিশ্চিত ভিত্তি অনুসন্ধানের প্রয়াস ব্যর্থ হয়েছে। দীর্ঘদিন ধরে একই বক্তব্যকে পুনর্নির্মাণ করতে করতে এবং একই সমস্যার বিভিন্ন সম্ভাব্য সমাধান অনুসন্ধান করতে গিয়ে জ্ঞানতত্ত্ব একটি বন্ধ জায়গায় আটকে পড়েছে, তার প্রবাহমানতা রুদ্ধ হয়ে গেছে। এজন্যই অন্যধারায় জ্ঞানতাত্ত্বিক আলোচনাকে চালিত করা প্রয়োজন যাতে তা অপরুদ্ধতা কাটিয়ে উঠতে পারে। এই নতুন আলোচনার পথ হিসেবেই কোয়াইন জ্ঞানতত্ত্বকে ন্যাচারালাইজ করতে চেয়েছেন অর্থাৎ। তিনি বলেন ‘কীভাবে আমাদের বিশ্বাস গঠন করা উচিত’- এর পরিবর্তে জ্ঞানতাত্ত্বিকদের মনোযোগী হতে হবে ‘বাস্তবে কীভাবে বিশ্বাস গঠিত হয়’- এই আলোচনার ওপর। সংশয়বাদীদের যদি দেখানো যায় যে কিভাবে একটি ক্ষুদ্র সংবেদন তুলনায় ব্যাপক জ্ঞানীয় উৎপাদন ঘটায়, তাহলে হয়তো সংশয়বাদীদের সম্বন্ধে করা যাবে অর্থাৎ জ্ঞানতত্ত্ব সেই প্রাকৃতিক প্রক্রিয়াটিকে বিবর্তন করে যেটি একটি বিশ্বাসকে জ্ঞানের পর্যায়ে উন্নীত করে। এক্ষেত্রে যে আবশ্যিক প্রশ্নটি উঠবে তা হল জ্ঞানতত্ত্ব নিঃসন্দেহে একটি মূল্যায়নসূচক শাস্ত্র। কোয়াইনের প্রস্তাব স্বীকার করলে তা বিবরণমূলক শাস্ত্রে পরিণত হবে। জ্ঞানতত্ত্বের কেন্দ্রীয় আলোচ্য বিষয় হল ‘জ্ঞান’ যা অবশ্যই মূল্যায়নসূচক প্রত্যয়। ফলে, কোয়াইন এই মূল্যায়নসূচক প্রত্যয়কে কেন্দ্র করে কীভাবে বিবরণমূলকতার প্রস্তাব দিচ্ছেন তা বিস্ময়কর। জ্ঞানতত্ত্বকে ন্যাচারালাইজ করার প্রস্তাবে কোয়াইন প্রথমেই বলেন যে জ্ঞানতত্ত্বের কেন্দ্রীয় আলোচ্য বিষয় হল ব্যক্তি বা জ্ঞাতা (physical human subject); এবং এই জ্ঞাতা কীভাবে একটি সামান্য উপাদানকে বিস্তৃত ব্যাখ্যায় রূপান্তরিত করে অর্থাৎ সামান্য ইন্দ্রিয় সংবেদনকে কিভাবে ‘ন্যায্য সত্য বিশ্বাস’-এ রূপান্তরিত করে সেই মানসিক প্রক্রিয়ার বিবরণই হল জ্ঞানতত্ত্ব। অর্থাৎ কোয়াইন প্রথমেই জ্ঞানতত্ত্বের কেন্দ্রীয় বিষয় হিসেবে ‘জ্ঞান’ নামক বিমূর্ত প্রত্যয়কে অপসারণ করে জ্ঞানতত্ত্বকে প্রাকৃতিক বিজ্ঞানগুলির সমপর্যায়ভুক্ত করলেন। ফলে জ্ঞানীয় নির্মাণ হয়ে দাঁড়ালো একটি প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া যার বিবরণ দেওয়াই হল জ্ঞানতাত্ত্বিকের প্রধান কাজ। অর্থাৎ উদ্দীপক ও প্রতিক্রিয়ার পারস্পরিক সম্পর্কের বিবরণ দেবে জ্ঞানতত্ত্ব। ফলে জ্ঞানতত্ত্ব অনিবার্যভাবে মনোবিজ্ঞানে পর্যবসিত হয়। এই স্তরেই তীব্র সমালোচনার সম্মুখীন হয়েছেন কোয়াইন। তিনি বুঝতে পারেন যে ন্যায্যতার প্রত্যয়টিকে এভাবে বর্জন করলে জ্ঞানতত্ত্ব নিজের তাৎপর্যই হারিয়ে ফেলবে। ফলে পরবর্তীকালে তিনি মূল্যায়নসূচকতা বর্জন না করে তাকেও ন্যাচারালাইজ করতে চেয়েছেন।

এই ন্যাচারালাইজ মূল্যায়নসূচকতা হল জ্ঞাতার বিশ্বাসমন্ডলী সাপেক্ষে কোন বিশ্বাসের সঙ্গতিপূর্ণতা। কোয়াইনের মতে কোন ব্যক্তি তার ব্যক্তিগত ইতিহাস সামাজিক সাংস্কৃতিক শিক্ষা অর্থাৎ যাবতীয় গৃহীত বিশ্বাস থেকে বিচ্ছিন্ন হতে পারে না। সে যখন জ্ঞান সংগ্রহে অগ্রসর হয় তখন অভিজ্ঞতার সূচনাপর্ব থেকে ধীরে ধীরে গড়ে ওঠা এই সমস্ত বিশ্বাস তার অবচেতনে অস্পষ্ট বা প্রচ্ছন্নভাবে ক্রিয়াশীল থাকে। জ্ঞাতার এই বিশ্বাসগুলি পরস্পর সংযুক্ত হয়ে এমন একটি বহুমাত্রিক জাল গঠন করে যে জ্ঞাতা ঐ জাল থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে জ্ঞানীয় প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারে না। জ্ঞান অর্জন করার মুহূর্তে ও তাকে যাচাই করে দেখার সময়ও তার অবচেতনে এই বিশ্বাসের জাল বিস্তৃত হয়ে থাকে। জগত সম্পর্কে জ্ঞাতার দৃষ্টিভঙ্গি, জাগতিক বিষয়ের ব্যাখ্যা প্রদান সবই এই বিশ্বাসের জাল দ্বারা নির্ধারিত হয়। যে কোন বিশ্বাসই এই বিশ্বাসমন্ডলী সাপেক্ষে গৃহীত বা বর্জিত হয়। যে মানদণ্ডটি এক্ষেত্রে সক্রিয় থাকে তা হল বৈজ্ঞানিক সংসক্তিপূর্ণতা। অর্থাৎ, বিশ্বাসমন্ডলীতে অন্যান্য বিশ্বাসের পাশাপাশি সমকালীন বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব সঞ্জাত জ্ঞানগুলিও স্থান পায় এবং এগুলিই নির্ধারণ করে যে কোন বিশ্বাসটি গৃহীত হবে এবং কোনটি বর্জিত। এই বিশ্বাস মন্ডলী সাপেক্ষে সংসক্তিপূর্ণতাকেই কোয়াইন ন্যাচারালাইজড মূল্যায়নসূচকতা বা অভিজ্ঞতাভিত্তিক মূল্যায়নসূচকতা বলেছেন। এবং জ্ঞানতত্ত্ব শেষাবধি এই অভিজ্ঞতাভিত্তিক মূল্যায়নসূচকতা সাপেক্ষেই জ্ঞানীয় প্রক্রিয়ার পর্যালোচনা করবে।

পাশ্চাত্য দর্শনের ন্যাচারালিজমের সূত্র স্রোত ও কোয়াইনের সমকালীন দার্শনিক ভাবনার মিলিত ফসল হলো কোয়াইনের ন্যাচারালাইজড জ্ঞানতত্ত্ব। একদম আদি যুগ থেকে জ্ঞানীয় প্রক্রিয়া ও তৎসংক্রান্ত আলোচনা পদ্ধতির বিশেষ পরিবর্তন দেখা যায় না। প্লেটো জ্ঞানের যে সংজ্ঞা নির্ধারণ করেছিলেন দীর্ঘদিন দর্শনে সেই সংজ্ঞাই গৃহীত হয়ে এসেছে। দেকার্ত প্রথম জ্ঞানতত্ত্বের উদ্দেশ্যটিকে চিহ্নিত করেছিলেন,- নিশ্চয়তার অনুসন্ধান। কিন্তু তত্ত্ব ও তথ্যের মাঝের সেতুটি কিভাবে নির্মিত হবে, বা নির্মিত হতে পারে, সে বিষয়ে জ্ঞানতাত্ত্বিকরা কোনদিনই খুব একটা নিখুঁত সিদ্ধান্তে আসতে

পারেননি। কান্ট খুব অভিনব পদ্ধতিতে এই দুইয়ের মেলবন্ধন করার চেষ্টা করেছিলেন ঠিকই, কিন্তু তাঁর সেই প্রচেষ্টা শেষ অবধি আমাদের অজ্ঞেয়বাদের সিদ্ধান্তের সম্মুখীন করে। আসলে হিউম খুব সঠিকভাবেই তত্ত্ব ও তথ্যের দূরত্ব অনপনীয়, তার প্রতি আমাদের দৃষ্টি আকর্ষণ করেছেন। পরবর্তীকালে যৌক্তিক প্রত্যক্ষবাদ চেষ্টা করেছিল যেভাবে বিজ্ঞানে তত্ত্ব ও তথ্য পরস্পরের পরিপূরক হয়ে ওঠে, সেভাবে দার্শনিক পদ্ধতির পুনর্নির্মাণ করতে, যার অনিবার্য ফসল হলো কোয়াইনের তত্ত্ব। কোয়াইন বলেছিলেন জ্ঞানতত্ত্বের মুখ্য উদ্দেশ্য হল বিজ্ঞানের যৌক্তিক ভিত্তি প্রদান করা, কীভাবে তথ্য-প্রমাণ তত্ত্বের সঙ্গে সম্পর্কিত হয়, তাকে ন্যায্যতা প্রদান করে, তাকে পর্যবেক্ষণ করে তার বিবরণ দেওয়া। কিন্তু জ্ঞানতত্ত্ব শুধুমাত্র বিবরণে সন্তুষ্ট থাকতে পারে না। মূল্যায়নসূচকতার খোঁজ তাকে করতেই হয়। কোয়াইনের বক্তব্যের অভিনবত্ব এখানেই যে তিনি ঐ মূল্যায়নসূচকতার প্রত্যয়টিকেই ন্যাচারলাইজ করতে চেয়েছেন যাতে তত্ত্ব ও তথ্যের দূরত্ব অতিক্রম্য হয়।

তথ্য ও গ্রন্থপঞ্জী:-

1. মৈত্র, শেফালী। ২০০৩। নৈতিকতা ও নারীবাদ। কলকাতাঃ নিউ এজ পাবলিশার্স।
2. Ayer, A. J., ed. 1959. Logical Positivism. London : George Allen and Unwin Ltd.
3. Barrett, R. B. and R. Gibson. 1990. Perspectives on Quine. Cambridge : Basil Blackwell.
4. Bonjour, L. 2002. Epistemology : Classic Problems and Contemporary Responses. Rowman and Littlefield.
5. Hume, David. 1751. An Enquiry Concerning Human Understanding.
6. Kim, Jagwon. 1998. What is Naturalized Epistemology?. in Epistemology : The Big Questions, ed. by Linda Martin Alcoff, Oxford : Blackwell Publishers.
7. Kornblith, Hillary, ed. 1985. Naturalizing Epistemology. MA: MIT Press.
8. Plato. Theaetetus.
9. Quine, W. V. O. and J. S. Ullian, 1978. The Web of Belief. New York : Random House.
10. Quine, W. V. O. 1961. From a Logical Point of View. New York : Harper and Row Pub.
11. _____. 1969. Epistemology Naturalized, in Ontological Relativity and Other Essays. New York : Columbia University Press.
12. _____. 1990. Pursuit of Truth. Cambridge: Harvard University Press.
13. Russell, B. 1946. History of Western Philosophy. London : George Allen and Unwin Ltd.

Environmental Degradation and Gandhi's Ethical Concern

Partha Sarkar *

Environmental Ethics is defined as the moral relationship between human and the natural environment. It is an area of environmental philosophy that faces a lot of conflicts due to the various subdivisions in term of ethical perceptions. it is also a systematic process of protecting the environment. It includes the whole system of environment comprising of trees, human beings, animals and every other living on earth. The aim is to maintain a right balance in the environment and to protect certain species of living beings from total extinction. It was naturally understood that all the lives are interlinked and the great bond of empathy and respect were established.

When we think of the ancient Indian perspective on environment, we are compelled to think about the fact that most of the environment related things are expressed in the feminine gender. the environment itself is called "prakriti" which is a feminine term. The earth is imagined as mother and all of us are her children. As the mother protects the baby in her womb, similarly the earth also nurtures the seeds of crops in her soil. The earth is described as mother because of her feminine qualities of patience, kindness and nourishment. She gives us food, shelter and everything we need to live. So, we should not consider the environment as the "other". Thus, ancient people tried to make a strong bond with nature.

But modern human beings are inclined to believe that they are entitled to cross natural resources easily. They use nature to fulfil their mean agendas. By which they create a dangerous situation and endanger innocent lives. Human's ill-treatment towards the environment is not only drastically altering the ecosystem but also threatening human's survival. According to M.K. Gandhi, unlimited wants of modern men are the cause of environmental degradation. the passion to have more and more at the expense of nature and members of own species and a lot of others in the system who are less fortunate, is indeed on of the root causes of environmental problems. Recent, Threats of environmental pollution and depletion of non-renewable resources both are deteriorating ecological balance. As a result, the world is today catastrophic situation. some environmentalists feel that if the present way continues, there may be no one to live. So, we have to stop the destruction of mother Earth and we have to protect it otherwise we are only left with task of postmortem.

To protect the nature, there are several Acts like, the environmental protection Act (1986), the forest conservation Act (1980), the wildlife protection Act (1972) besides these, NGOs, conferences, etc., but we fail to protect our nature. Therefore, we need to focus not only on judicial laws and various environment protection acts but also on environmental ethics which can actually create mass awareness through various scientific and non-scientific methods. Here, I will

*Assistant Professor, Department of Philosophy, Govt. General Degree College, Mohanpur,
Email ID- partha253ju@gmail.com /8961450166

Received: 10 January 2020 / **Accepted:** 21 May 2020

confine myself what is stated in Gandhi's philosophy of life about environmental awareness as well as sustainable development. Gandhian principles can serve as a guide to understand the problem in proper perspective.

Gandhi's ethical values have much significance today because society is witnessing the degradation of values. His virtue of self-control is much needed in a materialistic world which is driven by the desire to achieve and acquire more and more. Present social values have degraded to such an extent that people do not hesitate to destroy nature and kill someone for the gratification of their own need.

This paper has been divided into two parts. In first part of the paper, I have proposed to discuss Gandhi's critique of modern civilization which is important cause of environmental degradation and in the second part of my paper, an attempt has been made to discuss Gandhi's idea of human harmony with nature which is crucial for balancing environment.

Modern civilization is the cause of miseries of our present life because, it promotes the present model of development which is unsustainable in nature and is also responsible for the present environmental crisis. It is true that modern civilization does not respect nature's needs and a development which does not respect people's needs but, threatening human survival. Gandhi was critical of modern civilization, rapid industrialization, galloping urbanization, consumerism etc. as they are disturbing right kind of beings.

Industrialization:

Gandhi was opposed to western industrialism blindly because of the associated environmental, social and economic problems. The main reason was that such industrialism is based on an assumption that resources are unlimited, which is actually not the case. The biosphere does not have unlimited capacity to bear the eco-degradation resulting from the unsustainable development. While our planet's resources do not grow, population and wants grow exponentially. This means that there cannot be unlimited and infinite growth and development with limited and finite resources. He advocated that we should not become slaves to unlimited desire for material growth. Modern industrial civilization has changed the whole scenario of the nature. There is a drastically change in man's attitude toward nature and environment. Most of people are in mad rush to exploit nature for their excessive greed. Gandhi was not against industrialism but he was opposed to those industrialization which is dehumanizing machine culture. His systematic study of process and effect of domination of machines led him to conclude that industrialization is a satanic civilization as it cannot able to promote welfare for the most numbers of people of the society. If we draw a graph of development of industrial growth and superimpose it on a graph of parameters that representing environmental degradation, one will be amazed to see that they are almost similar. So, it can be said that industrial development one of important cause of environmental degradation. Gandhi was not against the industrialism

but modern industrialization. He advocated village industries which are always less like to be harmful to the natural environment.

Urbanization:

Rapid industrialization throughout the world has promoted a high rate of urbanization. Gandhi was against the craze of urbanization. The present unchecked and unplanned urbanization has brought it all the vices of the city life, including tremendous pressure on the environment. Gandhi regarded city-life as the center of vices and exploitation where the condition of workers is miserable and workers work as a slave. They are physically, psychologically and economically exploited. Gandhi was in favour of the revival of village communities. In his opinion, Indian villages have produced and supplied to the town and cities all their wants. But the cities have impoverished villages by dumping cheap and shoddy goods from foreign land. Gandhi wanted to establish healthy and moral relationship between city and village life. Gandhi regarded India as the inheritor of rural civilization. It cannot be uprooted and substituted for an urban civilization. Thus, Gandhi was in favour of village life. This, Gandhian thought, not only suited best to India's needs but was also more eco-friendly.

Modern civilization and Consumerism:

Gandhi understood that the problems of environment that we face today only symptoms of modern civilization. Gandhi all along his life advocated for simple living, highly thinking and curbing of wants. Western materialism is based on maximum production and maximum consumption. This attitude of life leads to consumerism. It is based on capital-oriented mood of production, multiplication of wants, desires and expectations where tradition, culture and morality are missing. As a result, human beings are inclined to believe that they are entitled to cross natural resources easily. They use nature to fulfill their mean agendas. By which they create dangerous situation and endanger innocent lives. Gandhi was against such consumerism as it affected human life as well as nature. M.K. Gandhi once said, "the earth provides enough to satisfy everyone's needs but not any one's greed". These lines of M.K. Gandhi reflect upon how human behaviour destroy natural resources and how a sustainable way of living is the need of the hour. Gandhian trusteeship holds relevant in the current scenario as people live lavish life-style and destroy the natural resources recklessly indebting future generations.

Technology:

Modern technology is used to multiple production, cost reduction, atomization and replacing human labour. Besides environmental pollution, nuclear and other hazard, mental tension, violence, crime all are the direct result of technology. Gandhi was against this kind of technol-

ogy. But he favoured those technology which promote maximum benefit of maximum number of people and do not promote environmental degradation.

Gandhi draws our attention to the need of environmental protection and to guard against the abuse of the natural resources. As our mindless destruction of natural resources is alarming. Gandhi encourages to rethink about our inadequate and risky development model putting too much stress on economic prosperity.

Gandhi's idea of human harmony with nature:

he had profound concern for nature and all living beings including plants and animals. He led a life which was essentially non- violent and giving due respect to nature and its creations. According to him, trees and living beings are just like us. They live and breathe, feed and drink as we do and like us, they need sleep also. He said, we should feel a more living bond between ourselves and rest of animate creations.”

Gandhi's philosophy of life provides environmental awareness, sustainable development which are symbiotic with nature. Gandhian environmental ethics comes from philosophy of worldview that is totally depends on his own principle non-violence. Gandhi's vision of life call for application of truth and non-violence in all walks of life. He said, “non-violence is not a garment to be put on and off all will, its seat is in the heart and must be inseparable part of our very being”. Non- violence is not merely a ‘live and let live’, formula, but it involves a principle of ‘live and help other to live’ and these “other” should include human beings, animal and nature. Gandhi visualized a non-violent economic order based on equality and justice. He advocated a simple life which fulfils basic necessities of life and is in tune with nature. Gandhi's non-violent economic ideas revolved around Swadeshi and khadi. Khadi is not a piece of cloth but it is a symbol of decentralization of production and distribution. It stands for a non- violent life style.

According to him, human existence is a unified whole. He believed in the unity and oneness of all life and its interconnects. As he followed and believed on advaitabad of Shankaracharya. So, he believed in the essential unity of man as well as every creature.

Unity and oneness are the essence of Sarvodaya ideology which can be considered as the underpinning of deep environmental philosophy. Gandhi's philosophy of Sarvodaya is based on the principle of the wellbeing of all human as well as sentient beings. Gandhi wrote in his Autobiography “to see the universal and all-pervading spirit of the truth face to face, one must be able to love the meanest creation as oneself.” Gandhi states that if one able to see truth or non- violence, he/ she must able to love to all creations as himself/herself.

Sarvodaya society is free from undue exploitation of nature as, in this society everyone has

to perform to lead an ideal life in the tune with nature trying to return whatever he/she takes from nature. Gandhi said, everyone should use natural resources with the sense of Aparigraha for the common welfare of the people. Aparigraha is a concept of Jaina philosophy which used Gandhi in his own philosophy, means to take what you require for your legitimate needs, one should not take a single thing from the nature still it is actually required. He also made a conscious effort to use the resources of nature to the bare minimum in an attempt to conserve natural resources. His attitude was that one should not take even a single thing from nature when it is not actually required. The application of Gandhian principles will allow human beings to satisfy their basic needs without harming interests of fellow beings and nature. Gandhi stated that “the earth provides enough to satisfy every man’s need but not for every man’s greed”. By this line, Gandhi reminds us that man cannot infinitely exploit nature to satisfy his/her ultimate wants. men should live with simple and harmony with nature. The environmental wisdom of Gandhi is ingrained in this mantra. He lived a life which was in tune with environment and he was placed a life-style before humanity which was in tune with nature.

“Yojana” is another important idea of Gandhian ethics that promote free from undue exploitation of nature. According to Gandhi, “yojana” means an act directed to the welfare of others, done without desiring any return for it, whether of a temporal or a spiritual nature. Yojana is not merely engagement in bodily labour but it gives an opportunity for an individual to repay the debt one owned to the society. In conclusion, although Gandhi’s ideas on modern civilization were futuristic, already there has begun serious thinking on these issues in the Western. It has also become clear that as long as we blindly follow the pattern of unsustainable development set by the Western civilization, the very future of the human race is in danger. modern civilization has changed the whole scenario of the nature. Last two-decade climate has been changed dramatically so, we have to stop the destruction of nature otherwise, we cannot survive in the planet earth. I, think Gandhian principles can help us to make a balancing environment.

Bibliography

- Gandhi, M.K. Hind Swaraj, (Ahmedabad: Navajivan), p. 45,
- Gandhi, M.K. Harijan (Jan.27,1939), p. 282
- Iyer, Raghavan, Gandhi and Global Nonviolent Transformation, The Director Gandhi Smriti and Darshan Smriti, New Delhi-1100011
- Khoshoo, N. T, Mahatma Gandhi and the Environment, The Energy and Resources Institute Teri Press, New Delhi-110003
- Kumar. Arvind, Environmental Ethics, Shree publishers, New Delhi, 2009.
- Shiva, Vandana, Talking Environment, Oxford University Press, UK, 2013.

- Singer, Peter, Practical Ethics, Cambridge University Press, 1993
- Taylor Paul,W., Respect for Nature, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1986

Manuscript style-guide for authors and editors

Below are the main elements of the formatting style that the authors are requested to follow while preparing their research paper. That will help faster and error-free processing for publication.

1. General guidelines

- o The entire text should be in Arial font with font size 11 and line spacing 1.5.
- o The length of the original articles and review articles should not exceed 4000 words and 6000 words, respectively.
- o The writers should provide full details for correspondence together with their current affiliation.
- o All submissions should be accompanied by an abstract of a maximum of 200 words.
- o Authors will also provide four to six keywords for their papers.

2. Headings and Labels

- o Title of the paper should use title-case, with 14 font size, bold and centred.
- o The name of the author should be in 11 font size bold, in italics, and right-aligned.
- o The official designation of the author(s) should be mentioned as a footnote at the bottom of the first page
- o Other sections of the paper should use sentence-case.
- o In order to maintain the hierarchy of headings, please keep it to a maximum of three levels. For example,

4 Economic Development (Level 1)

4.1 Family Income (Level 2)

4.1.1 Education (Level 3)

- o Kindly restrict yourself to two levels of headings; it is advisable to avoid the third level if not absolutely necessary.

3. Tables and Figures

- o Please cite each table or figure in the main text. Below are examples to be followed.
- o Column labels should be centred.
- o Graphs and charts should be prepared in MS Office and not in jpeg or other formats.

- o All sources of information in the table and/or figure should be mentioned below the respective table/figure.

The production of paddy was 52 million tonnes in 2001 compared to 41 tonnes in 1993 (Table 3).

Production rose from 6800 light and medium vehicles in 1978-88 to more than 10,000 a year by 1998-99 (Figure 1).

4. In-text citations

(a) Author-date

- o All author-date citations will go in the text, with full references in the bibliography.
- o Please do not use *ibid.* or *op.cit.* In case of repeated citations, all such citations must follow the author-date citation approach.

The studies revealed that advanced medicinal knowledge rarely reached the community. (Barua, 1993).

Barua (1993) revealed that advanced medicinal knowledge rarely reached the community.

(b) Page numbers

The author and date should be provided, followed by a colon and the specific page number.

According to Basu's analysis, self-development is related to education. (1986: 74).

Theories on sustainability should consider environmental aspects. (Banerjee 1998: 19–27).

4. Citations and References

(a) Article in a scholarly journal

Author(s) (Year): "Title of article," Title of journal, Volume, Issue, pages - this sequence and style should be followed.

Chatterjee, A. (1993): "From Hegemony to Counter Hegemony: A Journey in a Non-imaginary Unreal space", *Economic Political Weekly*, Vol 23, No 5, pp 41–50.

(b) **Government publications**

- o The ministry, committee, agency or any subdivision that served as the author needs to be cited first.
- o Next should be the date, title, place, and publisher.

Committee on Irrigation and Water Resources (1981): "Debate on the Water Policy," Monsoon session, 1981, Lok Sabha, New Delhi: Government Press.

(c) **Books**

For a book citation, the style should be - Last name, First name (Year of publication): Title of book, Place of publication: Publisher.

(i) **Book with one author**

Beck, George (1974): *Society: A New Perspective*, New York: Penguin.

(ii) **Book with more than one author**

- o First author name will be written with last name/ surname first;
- o Subsequent author names will be written with the first name first and then the last name/surname.

Fisher, Henry and Adams Joe (1995): *Sustainable Development*, Boston: Academic Corp.

(iii) **Two or more books by the same author**

A long dash should be used for the author's name after the first entry. The books should be listed according to the year of publication.

Bhowmick, Bikash K. (1941): *Struggle for Independence: A Social Narration*, Good Earth: Southern London University Press.

— (1947) *New Independent India*, Denver: Academic Press

(d) **Online citations**

- o Providing only the URL is usually not sufficient.
- o The author, title of the text, date, title of the website, the electronic address, and the page numbers should be mentioned.
- o Also the date when the source was accessed must be mentioned.