

## CONTENTS

BODHI ARTHAM		AUTHORS	
1	From internet to internet of things - a new dimension	Dr. Debashis Kundu	2
2	Deposits and investments of commercial bank: an analysis	Shri Akash Balmiki	18
3	Relative importance of selected parameters on stock price of Larsen & Toubro	Dr. Madhusree Kundu (Banerjee)	25
BODHI KALA			
1.	সমসাময়িক সংস্কৃতসাহিত্যের ইতিহাসে (১৯৭০-২০২০) কলকাতা এবং তার পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের প্রতিষ্ঠানগুলোর অবদান	ড. অভিষেক দাস	37
2.	মেছো-মন, মতাদর্শীয়-মন, না মধ্যবিত্ত-মন— এক ব্যক্তিগত উৎসুকতা	লাল্টু মাইতি	71
3.	Some notable bengalee women freedom fighters: a bio-bibliographical approach	Dr. Puravi Sen Dr. Binod Bihari Das	81
4.	India's regional policy vis-à-vis the small neighbours during the cold war period	Krishnendu Mukhopadhyay	116
5.	জীবনানন্দ: জোনাকির রঙে বিলম্বিত	ড. অভিজিৎ বিশ্বাস	131
6.	বেদে মানবিক মূল্যবোধ- একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা	ড. মানবেন্দু সরকার	136
BODHI BIJNAN			
1	A study of solvable time dependent potentials with moving boundary condition	Sreya Dutta, Suhana Khatun, Dr. Debraj Nath	141
2	Global analysis of an SEI plant disease model with saturation incidence rate	Dr. Debasis Mukherjee	155
3	Cellular power source hijacked: Unravelling how obesity cripples mitochondria, our metabolic engines.	Dr. Gunjan Dhar	173
4	Cytoanatomical profile of the cerebral neurosecretory cells of lymnaea (radix) luteola in concurrence to different temperature fluctuations	Dr. Trijit Nanda Sandipan Mondal Dr. Malabika Bhattacharjee	183
5	Phytoremediation of heavy metals: a brief overview	Sumana Mukherjee	191
6	A study on multivariate process control & control ellipsoid	Nilkanta Mukherjee Dr. Manisha Pal	204
7	Law review on the case of whether coal can be considered a biological resource, as defined under section 2(C) of the biological diversity act, 2002	Utsav Biswas	225

We are here: <https://www.vckolkata63.org>

Published by: Principal, Vivekananda College, Thakurpukur, 269 D.H. Road, Kolkata – 700063, West Bengal, India.

Printed by: Ganguly Graphix, 142/2, Sodepur Road, Haridevpur, Kolkata- 700 082

ISSN 2277-4831



# Bodhi



Publication of  
**VIVEKANANDA COLLEGE, KOLKATA**  
<https://www.vckolkata63.org>

Bodhi  
ISSN 2277-4831

Volume 4

2021

Vivekananda College, Kolkata  
<https://www.vckolkata63.org>



It was not the best of times when this edition of BODHI was conceptualized and published. It was when COVID 19 was on a rampage and had created havoc in our lives, upsetting our daily routine, besetting fear and anxiety in our minds, confinement due to lockdown- a complete withdrawal from society as such. Teachers combated the situation as best as they could by taking online classes, counselling and mentoring students, organizing webinars, keeping them engaged with a semblance of normalcy. BODHI was the window that provided teachers the opportunity to have their share of engagement and thus we were overwhelmed by the enthusiasm of our faculty from all three streams, enabling us to publish all three sections- BODHI KALA, BODHI BIJNAN and BODHI ARTHAM, even in such difficult times when both personal and collective experience is abraded due to pain, apprehension and loss.

The BODHI team worked meticulously to ensure that the journal does see the light of day defying all odds. The articles in all the sections speak for themselves, reflecting the sincerity and dedication of the authors which gives us the impetus to hold on to our determination to carry on with this journey against all impediments.







# **Bodhi Artham**

*For Economics, Commerce and Management*



Publication of

**VIVEKANANDA COLLEGE, KOLKATA**

<https://www.vckolkata63.org>







## **From Internet to Internet of Things – A New Dimension**

**Dr. Debashis Kundu\***

Assistant Professor, Department of Commerce, Vivekananda College, Thakurpukur

### ***Abstract***

*This paper looks at the new dimension of Internet called the Internet of Things (IoT) where the smart devices make up a global network. Although IoT emerged just about a decade back, its effect on daily life is already being felt. Many protocols and standards have been developed, many new segments have emerged. The market size of IoT in India and the world is exploding. Automotive and Industrial IoT segments are generating the maximum revenue. However, there is a growing risk of security breach in this vast network of mostly tiny, unsecured and underpowered IoT devices. The area also lacks proper regulation which must be quickly addressed by the Governments across the world.*

### **INTERNET of THINGS – THE CONCEPT**

Internet – the ubiquitous network – that now permeates all aspects of human civilisation, had a very humble start during the latter half of the twentieth century. But once the technology developed, the communication system improved, the storage capacity increased – Internet was able to reach every nook and corner of the world.

As with the evolution of the human race, Internet too started to evolve into another dimension during the year 2010. Originally Internet was all about joining computers based on a common protocol for information sharing. However, in the second phase, Internet started to connect ‘smart devices’ that can talk to each other autonomously making tasks easier for humans. So, IoT or Internet of Things is all about an autonomous network of smart devices that can perform their functions without human intervention. These devices communicate based on the set of

---

\* Email: [debashis.kundu@gmail.com](mailto:debashis.kundu@gmail.com)

Received 16 October 2020

Accepted in revised form 20 December 2020

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Artham-2021-001



protocols that have been incorporated into these devices by the manufacturers. The primary objective is to make work less risky and tedious for human beings.

Although there are several IoT devices having different functions, but they are all similar in terms of how they work. All IoT devices are physical objects that sense things going on in the physical world. They contain an integrated CPU, network adapter and firmware, and are usually connected to a Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server. It also requires an IP address to identify itself and communicate over the network.

Most IoT devices are configured and managed through a software application. An app on a smartphone can control the lights in our homes, or switch on/off any connected gadget. Some devices also have integrated web servers, which eliminates the need for external applications. For example, a pilotless aircraft can take off and land all by itself without any human operator. This has become possible due to the development of smart but cost-effective sensors and complex algorithms.

The paper has been segregated into **nine sections** – the first section defines the concept, the second part looks into similar articles by other researchers followed by the objectives. The fourth part outlines the present-day developments in IoT. In the fifth section, there are the protocols of IoT, followed by the present global and Indian market scenarios. Then we have most common applications of IoT, followed by the challenges faced by IoT. Finally there is the conclusion.

## LITERATURE REVIEW

Some studies on this emerging technology have taken place both in India and abroad. Let us now look into the findings of these studies. The studies are lined up chronologically.

Abdul-Qawy *et. al.* (2015) found out that Information and Communications Technology (ICT) has become a part of our life critical infrastructure. A few examples include personal computing, sensing, surveillance, smart homes, entertainment, transportation and video streaming. The paper provides an overview of the IoT paradigm, its concepts, principles and potential benefits.





Farooq *et. al.* (2015) saw the transformation of communication from human-human or human-device to the Internet of Things (IoT) where the type of communication is machine-machine (M2M). This paper aims to provide a comprehensive overview of the IoT scenario and reviews its enabling technologies and the sensor networks. The article describes a six-layered architecture of IoT and points out the related key challenges.

Lee *et. al.* (2015) describes the Internet of Things (IoT) as the Internet of Everything or the Industrial Internet. This article presents five IoT technologies that are essential to the deployment of successful IoT-based products and services. It discusses three IoT categories for enterprise applications used to enhance customer value. In addition, it examined the net present value method and the real option approach that are used for IoT investment. Finally, this article discusses five technical and managerial challenges.

Ahmad Khan *et. al.* (2017) looks at a major drawback of IoT devices – the risk of hacking the connected devices that are on the internet. As these IoT devices are limited in computing power, storage, and network capacity, they are more vulnerable to attacks than other devices such as smartphones, tablets, or computers. The paper is based on a survey of major security issues for IoT. It categorises the security issues in IoT architecture, protocols and management. It outlines the security requirements for IoT and state-of-the-art solutions. Finally, the paper underlined that blockchain technology can help in solving many IoT security problems.

Gokhale *et. al.* (2018) correctly mentions that the phrase Internet of Things (IoT) was first proposed by Kevin Ashton in 1999. The paper deals with various layers used in IoT and the architecture of IoT. It says that IoT is already under implementation and is having an impact on more than just technological development.

Kumar *et. al.* (2019) states how the Internet of Things (IoT) has changed the traditional way of living a high tech life style. Smart city, smart homes, pollution control, energy saving, smart transportation, smart industries are such transformations due to IoT. The main goal of this review article was to discuss the different challenges and key issues of IoT, architecture and important application domains. The importance of Big Data and its analysis with respect to IoT has been discussed.



Khanna *et. al.* (2020) in their joint paper evaluated the various contributions of researchers in different areas of applications. These papers were investigated on various parameters identified in each application domain. Furthermore, existing challenges in these areas are highlighted. Future research directions in the field of IoT have also been highlighted in the study to guide future researchers in this area and to improve upon them with innovative ideas.

## OBJECTIVES OF STUDY

After going through the existing literature, it was found out that IoT is still in its nascent stage but growing very rapidly all over the world. Quantitative data hasn't been generated much. Hence the objectives of this paper are based on theoretical assessment of the subject. The following two objectives have been framed –

1. To explore the present contours of IoT in India and the world.
2. To understand the technical framework of IoT.
3. To understand the challenges facing IoT.

## PRESENT CONTOURS OF IoT

It is widely accepted that the term “Internet of Things” or IoT was first coined by Kevin Ashton in 1999. But the term got wide publicity when Gartner, the global research and consulting services provider for businesses, added IoT to its list of new emerging technologies in 2011. A latest count by Gartner puts the number of active connected devices at around 21.7 billion in the world, out of which more than 11.7 billion (about 54 percent) were IoT devices. So within a short span of time, IoT has surpassed the number of non-IoT devices.

The growth in IoT has been aided by the advancements in associated technologies like –

- Access to affordable and reliable sensors (temperature, pressure, tactile etc.)
- Increase in the availability of cloud computing platforms (in the form of IaaS, PaaS and SaaS)
- Advances in machine learning and AI technologies (with support from ‘Big Data’).

IoT devices can be small ordinary household security or cleaning devices to sophisticated industrial and military tools. The IoT enabled smart devices ‘talk’ to each other through a



Unique Identifier (UID) protocol that helps them to transmit data without the assistance of humans.

The growth of any new technology depends on its commercial or practical success. The same is the case for IoT. Many startups and existing companies are leveraging the tremendous business value IoT can offer. Here are some of the most important objectives of IoT –

- To generate new business models and revenue streams
- To improve business decisions through data-driven insights from IoT data
- To increase productivity and efficiency of business operations by saving time and money in business operations
- To enhance customer experience
- To enhance employee productivity by putting the right man on the job.
- Helps the company management in making better business decisions.
- Some benefits are industry-specific while some are applicable across multiple industries.

The IoT family has already expanded with many new applications being added quite often. The many types of IoT applications based on their usage are as follows –

- Consumer IoT – This is primarily for everyday household use like home appliances, voice assistance, and light fixtures.
- Commercial IoT – They are primarily used in the healthcare and transport industries like smart pacemakers, automated toll-tax collection, and vehicle monitoring systems.
- Military Things (IoMT) – This is mainly used for the application of IoT technologies in the military field like surveillance robots, pilotless aircrafts, and soldier-wearable combat devices.
- Industrial Internet of Things (IIoT) – This is being used in industrial applications, such as in the manufacturing and energy sectors like digital control systems, smart agriculture and industrial big data.
- Infrastructure IoT – The concept of smart city is based on this type of IoT required for managing infrastructure sensors and traffic management systems.





## IoT PROTOCOLS and STANDARDS

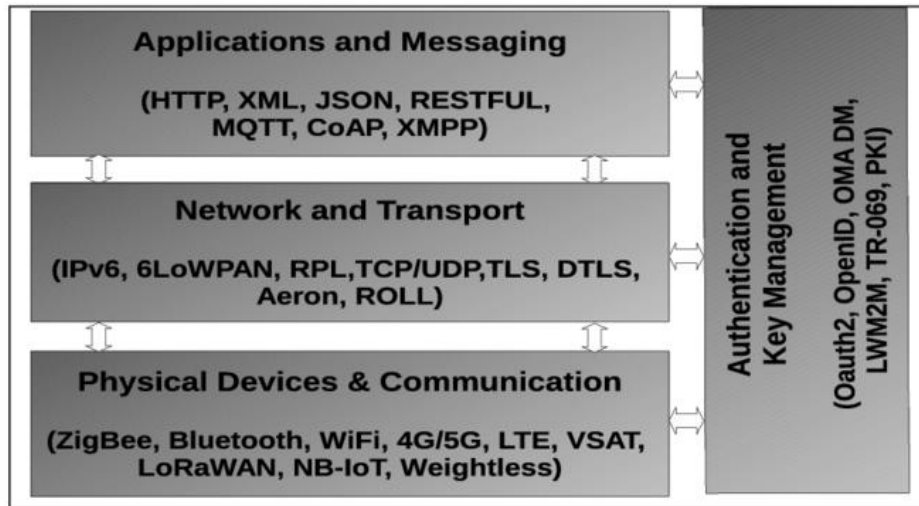
An IoT (Internet of Things) protocol refers to a set of rules and standards that enable smart devices to communicate and exchange data. These protocols primarily define the methods and formats for data transmission, device discovery, connectivity, and security in an IoT network.

IoT devices mostly have limited resources such as processing power, memory, and energy. So the protocols are designed to provide efficient and reliable communication between devices, while minimising bandwidth usage and power consumption.

IoT standards, on the other hand, define the requirements for IoT devices and systems. They look after security, interoperability, and data formats. IoT standards are developed and maintained by various organizations and consortia. The prominent organizations among them are –

- *International Electrotechnical Commission (IEC)*: IEC is a global organisation that develops and publishes international standards for electrical, electronic, and related technologies that are used for communication protocols, security, and energy efficiency.
- *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*: IEEE is a professional association that help to develop standards under the IEEE 802 family, which cover areas such as wireless communication, network protocols, and energy efficiency.
- *Industrial Internet Consortium (IIC)*: The IIC is a consortium of industry leaders, academic institutions, and technology companies that work together to propagate the adoption of the Industrial Internet of Things (IIoT).
- *Open Connectivity Foundation (OCF)*: It is a consortium that develops a standard IoT connectivity framework. They develop specifications and certification programs for IoT devices and applications.
- *Thread Group*: The Thread Group is an industry alliance that develops the Thread networking protocol for IoT devices in the smart home and commercial sectors.
- *Connectivity Standards Alliance*: This group was formerly known as the Zigbee Alliance. It is developing Zigbee wireless communication standard, which is used in IoT applications such as home automation, smart energy, and lighting control.

The next figure shows the important IoT protocols that are in use by the industry.



[Source: IoT Security: Review, Blockchain Solutions, and Open Challenges]

**Figure 1:** Common IoT standards and protocols

In the next two paragraphs, we shall look at a **few standards** widely used in the IoT space. The important IoT standards include:

- **IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN)** is an open standard created by Internet Engineering Task Force (IETF). It enables any low-power radio to communicate on the internet, including Bluetooth Low Energy and Z-Wave for home automation, industrial monitoring and agriculture.
- **Zigbee** is also a low-power, low-data rate wireless network used mainly in home and industrial settings. ZigBee is based on the IEEE 802.15.4 standard. The ZigBee Alliance also created Dotdot, the universal language for IoT.
- **Data Distribution Service (DDS)** was developed by the Object Management Group. It is an industrial IoT (IIoT) standard for real-time, high-performance machine-to-machine (M2M) communication.

IoT standards often use specific protocols for device communication. A chosen protocol dictates how IoT device data is transmitted and received. Technologists can select from multiple communication protocols when building a network to serve their IoT ecosystem. Some common example **IoT protocols** include the following:

1. AMQP or Advanced Message Queuing Protocol – AMQP is an open standard protocol using message-oriented middleware. It enables messaging interoperability between systems securely, even at a distance or over poor networks. It supports communications, even when systems aren't simultaneously available.
2. Bluetooth and BLE – Bluetooth is a short-range wireless technology that uses short-wavelength, ultrahigh-frequency radio waves. It supports low-power, low-range connectivity among connected devices. A newer option is Bluetooth Low Energy, or BLE, which is a new version optimized for IoT connections. BLE consumes less power than standard Bluetooth used now in health and fitness trackers and smart home devices.
3. Cellular – Cellular communications range over longer distances with higher bandwidth. Newer standards namely, 4G/LTE and 5G can send high quantities of data.
4. CoAP or Constrained Application Protocol – CoAP relies on User Datagram Protocol or UDP to provide secure communications between multiple points. It is mainly used for machine-to-machine (M2M) applications. CoAP enables constrained devices to join an IoT environment with low bandwidth, low availability and/or low-energy devices.
5. DDS or Data Distribution Service – This is a M2M standard allowing high-performance and highly scalable real-time data exchange using a publish-subscribe pattern.
6. LoRa and LoRaWAN – LoRa is a non-cellular wireless technology offering long-range communication capabilities. The LoRa Alliance maintains LoRaWAN, an open cloud-based protocol that enables IoT devices to communicate LoRa.
7. LWM2M or Lightweight M2M – It is a device management protocol designed for sensor networks. It was designed specifically for remote device management and telemetry in IoT environments and other M2M applications.
8. MQTT – It was initially known as Message Queuing Telemetry Transport, or just MQTT. There is no longer any message queueing in this protocol. It uses a publish-subscribe architecture<sup>1</sup> to enable M2M communication with constrained devices. It

---

<sup>1</sup> A Publish-Subscribe architecture is a messaging system where the publishers broadcast messages, with no knowledge of the subscribers. Similarly the subscribers 'listen' to the messages they are interested in without any knowledge of who the publishers are.



- enables communication between multiple devices in low-bandwidth situations. MQTT is now the leading open source protocol for connecting IoT and industrial IoT devices.
9. Wi-Fi – Wi-Fi is a frequently used IoT protocol. It offers fast data transfer and can process large amounts of data. Wi-Fi is well suited over short- to medium-range distances. But it is too power-consuming for some IoT applications.
  10. XMPP – It stands for Extensible Messaging and Presence Protocol. It's for real-time M2M communication between multiple entities on a network, and most often used for smart appliances.
  11. Z-Wave – Z-Wave is a wireless mesh network communication protocol built on low-power radio frequency technology. It lets smart devices communicate with encryption. It's commonly used for home automation products and security systems, as well as in commercial applications, such as energy management technologies.

However, there is no best IoT communications protocol. Rather, the technologists must determine which protocol will be best for their organisation.

## APPLICATIONS OF IoT

This section discusses how the top IoT applications are proving beneficial to the human society.

1. *Smart Health Monitoring* – Healthcare is one of the biggest industries adopting IoT for developing state-of-the-art medical devices. This is crucial in considering the importance of accuracy and real-time monitoring of various attributes such as heart rate, body temperature, and other vital parameters of a patient.
2. *Smart Fitness Trackers* – The rise of the health and wellness industry has made consumers more aware of their fitness regimes through state-of-the-art consumer electronics like connected fitness bands or smart shoes with body sensors. These devices may be again connected to the smartphone of either the doctor or the hospital. The smart fitness trackers have IoT-enabled sensors such as accelerometer sensors, ultraviolet sensors, ambient light sensors, skin response sensors, and bioimpedance<sup>2</sup> sensors.

---

<sup>2</sup> Bioimpedance is the response of a living organism to an externally applied electric current. It measures the resistance to the flow of electric current by body tissues.



3. *Smart Home Solutions* – Connected homes with intelligent, voice-controlled devices are now a reality. Intelligent microcontrollers<sup>3</sup>, in combination with sensors, can help to operate various appliances remotely, simply using the internet.

4. *Connected Home Security* – In order to protect our homes or kids living in the home when parents are away, connected security devices have made smart locks one of the most popular applications of IoT.

5. *Smart Cars and Railways* – This is another area using IoT in a big way. Smart cars now have features like real-time tracking, speed control, location tracking, and scheduling, smart infotainment, and smart parking systems. Driverless trains are already running in metro routes, while driverless cars are being tested.

6. *Connected Factory* – This is ushering in the fourth industrial revolution or Industry 4.0. Here, factory automation has evolved into a connected factory layout. However, designing an automated factory is a very complex task especially for small-scale factories.

7. *Smart Retail management* – The emergence of IoT has helped this sector a lot. IoT is now being integrated into a number of devices like smart shopping trolley, smart cart, smart barcode reader, and automatic billing system. This cuts down queues at supermarkets, saves time and increase sales for the seller.

8. *Smart Infant Monitor* – Infant monitors help the parents to monitor the actions of their baby remotely and 24x7. IoT-enabled baby monitors are integrated with cameras and other sensors that carry out movement and cry detection, to track baby's breathing and diagnose symptoms for asthma, sleep disorders etc.

9. *Smart Agriculture* – As the world population continues to grow, more food, healthy food without wastage is needed from existing resources. IoT can play a vital role here with temperature and moisture sensors, luminosity sensors, colour sensors, and others. Western countries are already encouraging farmers to automate various farming operations, such as irrigation, through IoT to further enhance productivity and farming efficiency.

---

<sup>3</sup> A microcontroller is a compact integrated circuit designed to control a specific operation in an embedded system. A microcontroller includes a processor, memory and input/output (I/O) peripherals on a single chip.



10. *Smart Grids* – Smart grids collect and use data regarding patterns of electricity supply and consumption. These technologies work together to enhance the efficiency and reliability of electrical supply and respond to changing electric demand.

11. *Smart Supply Chain* – The Internet of Things has drastically minimised redundancies along the supply chain. It provides a real-time approach with predictive power to track goods on the road, calculate the best delivery route, besides exchanging inventory information with suppliers.

12. *Industrial Security and Safety* – IoT-enabled detection systems, sensors and cameras can be placed in restricted areas to control entry of trespassers. The system can identify pressure or temperature changes and small leaks of hazardous chemicals and fix them before they become serious problems.

13. *Motion Detection* – Motion sensors are now used to detect vibrations in buildings, bridges, dams and other large-scale public structures. These devices can identify anomalies and disturbances in the structures that could lead to catastrophic failures causing huge loss of lives. They can also be used in areas susceptible to floods, landslides, and earthquakes.

14. *Military applications* – IoT or IoMT in defence is mainly used in two ways – for training and warfare. The devices include items such as sensors, vehicles, robots, UAVs, human-wearable devices, ammunitions, smart weapons etc.

IoMT in training is used to simulate warfare scenarios thus giving soldiers real feel of the battlefield. The same technology can be used to give edge to the soldiers in actual warfare over the enemy forces.

## **MARKET POTENTIAL of IoT**

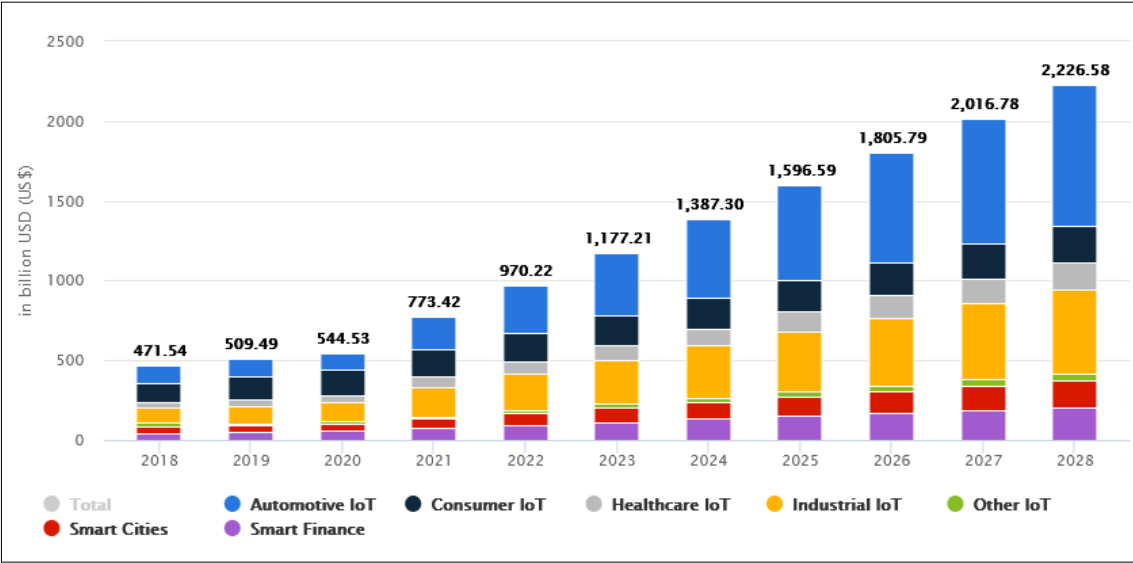
The worldwide spending on IoT devices and systems has been significantly impacted by the economic effects of COVID-19 pandemic. But a study by IDC (International Data Corporation) shows that it will still be able to achieve a CAGR of 11.3 percent by the 2020-2024 forecast period.



There were said to be 11.7 billion IoT connections in 2020 versus about 10 billion non-IoT connections like smartphones and computers – according to market research firm IoT Analytics. It further estimates that the number of IoT connections will swell to 30.9 billion by 2025.

In the following graph (**Figure 2**) taken from the well-known statistical data provider Strata, the market size over an eleven year period from 2018 to 2028 has been shown. The study expects the market to grow at an annual growth rate of 12.57%, reaching a remarkable market value of US\$ 2,227 bn by 2028.

Among the seven segments mentioned, Automotive IoT and Industrial IoT are expected to lead the pack. By 2028, Automotive IoT is poised to become the largest segment with a value of US\$ 494.20 bn in 2028.



[Source: <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/worldwide>]

**Figure 2:** Global Market size of IoT segments over 2018 – 2028

The next table is actually derived from the first four years data given in the above figure. This gives us the actual market values of the different segments over the previous four years.

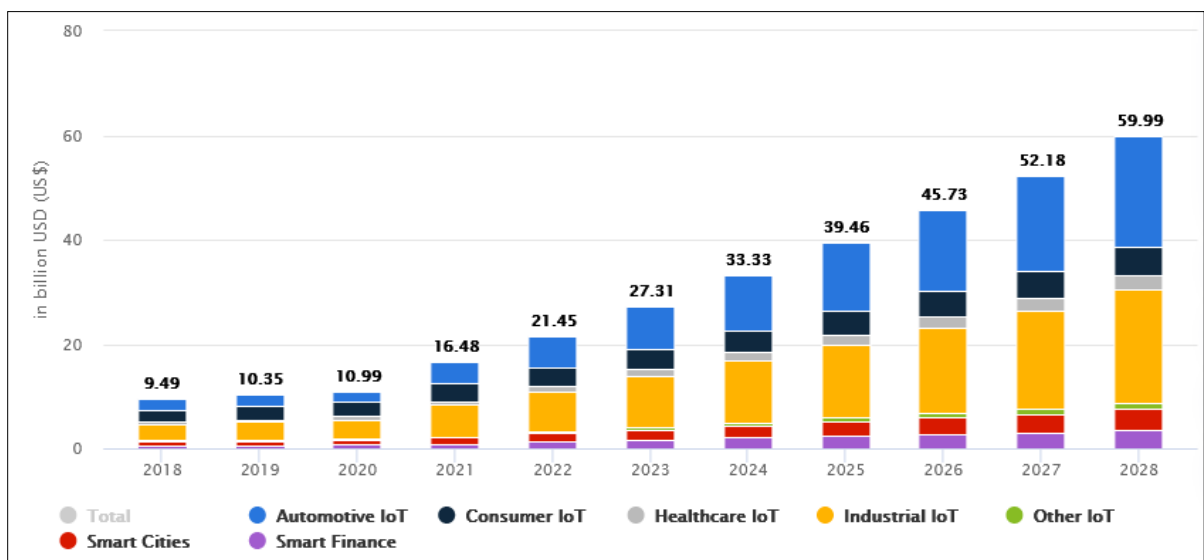
**Table 1:** Market size (last 4 years) of Key IoT segments  
(in bn. \$)

Segments	2018	2019	2020	2021
Automotive	116.7	106	106.4	203.3
Consumer	118.7	145.1	154.8	173.5
Healthcare	34.63	42.06	49.47	64.25
Industrial	94.99	110.2	112.6	184.1
Other	22.52	11.7	17.76	10.1
Smart cities	37.48	40.6	43.72	58.98
Smart Finance	46.52	53.83	59.78	79.19

[Source: <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/worldwide>]

The above figures show that Automotive, Consumer and Industrial IoT are the three largest segments. But the industrial IoT space has just doubled over this period highlighting the emergence of Industry 4.0. The military IoT is not in this picture as it is difficult to get the actual amount spent by different countries to modernise their defence forces.

The next figure shows the Indian market size of various IoT segments over the same 2018 to 2028 period. The Indian market seems to mirror the global trend. The same two segments of Automotive and Industrial IoT hog the limelight here.



[Source: <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/india#revenue>]

**Figure 3:** Indian IoT Market size over 2018 – 2028



## POTENTIAL CHALLENGES

IoT, in spite of its many advantages, has a number of drawbacks. These can be broadly classified into three groups –

- Security challenges
- Design challenges
- Deployment challenges

The **Security challenges** to IoT come from various sources. A basic limitation is the lack of encryption. The IoT devices have very limited storage and processing capabilities that cannot handle complex encryption programs. The small IoT devices also do not get enough testing and updates. And with thousands of thousands of IoT devices being deployed, it becomes a nightmare to manage such a large system securely. There is also a new threat in the form of botnets. These botnets pose massive risks to the cryptocurrency system. Even if the devices are robust enough, the communication networks are not appropriately guarded. Finally there is the problem of ‘Insider threats’ which can come from an organization’s own employees, contractors and suppliers who are within the system. Some of their actions may be accidental or deliberate.

The **Design challenges** in IoT (Internet of Things) refer to the technical difficulties in creating hundreds of connected devices that are both functional and secure. A key design challenge is Interoperability. Interoperability means the ability of different systems, devices, or components to work together seamlessly and exchange data effectively. This is hampered by lack of standardisation in the IoT. Privacy of sensitive data is another area that needs specific attention. Design issues also involve scalability. It refers to the ability of a system to handle increasing workloads without a significant decline in performance. In the context of the Internet of Things (IoT), scalability is a major challenge as the number of connected devices is rapidly growing, leading to an increased volume of data and communication. Scalability challenge includes data management, network capacity and device management.

Another issue is reliability of the system to perform its function consistently and without failure over time. To address these reliability challenges, organisations should implement robust and



reliable hardware and software designs for IoT devices, have regular testing, and implement redundant systems.

The IoT devices must have lower power consumption, leading to greater battery life and energy-efficient designs for IoT devices. Effective power management techniques, such as sleep modes, also reduce the power consumption of IoT devices when they are not in use.

**Deployment challenges** in IoT comprise of issues like connectivity among the sensors and controllers, cross platform capability, data collection and its processing, proper training of employees, integration with existing computer systems, if any.

The organisation must build and maintain the network infrastructure needed to support the large number of connected IoT devices. And all these shall be done without compromising on security and at a lower cost.

## CONCLUSION

Internet of Things is not a completely new system. It has already been accepted by companies worldwide and now is becoming a part of our daily life. IoT has now even got new segments that came into prominence in the last few years. The recent incident of chip shortage in automotive industry has shown the importance of this sector.

However, regulation is lagging far behind this new technology. Hence most of the new applications of IoT are not governed by any laws. India and other countries must work hard to develop new rules and systems so that the application of IoT remains within public control. Another aspect is the unsecured public domain where IoT operates. While individuals and corporates spend much time and money to keep individual systems safe, the same does not happen when information is shared autonomously among the IoT devices. A hacker or a cybercriminal can exploit this loophole and cause serious damage to any equipment which may lead to injury or death of a person. In spite of its advantages, IoT has run much ahead of its regulations. So the time has come to expedite government actions and make IoT safe and secure for all.

## Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## Data availability statement

Not applicable

## BIBLIOGRAPHY

1. Balasubramaniam, S. and Kangasharju, J. (2013). *Realising the internet of nano things: Challenges, solutions, and applications*. Computer, IEEE, vol. 46 (2), pp. 62-68
2. J. Stankovic (2014). *Research directions for the internet of things*. Internet of Things Journal, IEEE, vol. 1 (1), pp. 3-9.
3. I. Lee and K. Lee, (2015). *The internet of things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*. Business Horizons, Elsevier, vol. 58 (4), pp. 1-10
4. Antar Shaddad Abdul-Qawy, Pramod P. J, E. Magesh, T. Srinivasulu, (2015). *The Internet of Things (IoT): An Overview*. International Journal of Engineering Research and Applications, vol. 5 (12), pp.71-82
5. Farooq, M.U., Waseem M., Mazhar S., Khairi A., and Kamal T. (2015). *A Review on Internet of Things (IoT)*. International Journal of Computer Applications, vol. 113(1), pp. 1-7
6. Salah, K. and Khan, M. (2017). *Future Generation Computer Systems*. pp. 1-32, doi: 10.1016/j.future.2017.11.022.
7. Kumar S., Tiwari P. and Zymbler M. (2019). *Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A review*. Journal of Big Data, pp. 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
8. Khanna A. and Kaur S. (2020). *Internet of Things (IoT), Applications and Challenges: A Comprehensive Review*. Wireless Personal Communications, Vol. 114(15), pp. 1-76, <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07446-4>.

## Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.





## **Deposits and investments of scheduled commercial bank: an analysis**

**Shri Akash Balmiki\***

Assistant Professor, Department of Commerce, Vivekananda College, Thakurpukur

### ***Abstract***

*The research concentrates on the deposits mobilised and the investments made by the scheduled commercial banks in India during the financial year 2019 – 20. The study analysed the demand deposits and the time deposits using the independent sample  $t$  – test and the same test was applied to study the investments made by the scheduled commercial banks in India.*

### **INTRODUCTION**

Investments through banks have been one of the most trusted avenues of investment. Time Deposits and Demand Deposits are the most common form of deposits made by the investors through the scheduled commercial banks in India. A time deposit is a fixed amount deposited by the investors which shall mature on as a fixed date in the financial institution. The investor cannot withdraw the money before the maturity date. Time deposits are of two types – fixed deposit and recurring deposit. In the recurring deposit scheme, a particular amount of money is invested at a fixed interval, the investment made earns interest and the principal amount and the interest received can be withdrawn on the maturity date. Fixed deposit, on the other hand, offers a fixed amount which is invested for a particular time period. The accumulated interest and the invested money both can be withdrawn at end of the maturity period. However, Demand Deposits offer the facility to withdraw funds by the investors at any point of time or

---

\* Email: akashbmk@gmail.com

Received 10 November 2020

Accepted in revised form 23 December 2020

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Artham-2021-002



on – demand. The demand deposit is generally used for covering up the regular expenses by the investors

Besides accepting deposits, investing the deposited money, is also a very important function of the scheduled commercial banks in India. The scheduled commercial banks mainly reinvest the deposited money though government approved securities and other approved securities. Generally, Government approved securities are considered risk free investment avenue due to the backing of the government and these investment option provides regular income to the investors (i.e. the banks investing the funds of its customers in government approved securities receive regular interest payments). The scheduled commercial banks also invest in other approved securities (securities approved by the Reserve Bank of India).

## **REVIEW OF EXISTING LITERATURE**

Amrutrao (2019) conducted a study to analyse the deposits and credits of scheduled commercial banks in India and understand the pattern of deposits and credits population wise, maturity and amount wise. The study concluded that amidst various investment avenues, banks enjoy preference from the investors and one of the factor responsible for this is the security and stability offered by the banks. The fixed deposit has been considered as one of the most famous choice of investment across maturity, population and amount. The study further concluded that the investors prefer government banks more than private banks.

Abinaya and Alamelu (2023) conducted a study to understand the unclaimed deposits of the scheduled commercial banks and concluded that irrespective of the type of deposit account and bank sector the unclaimed deposits are on rise and to counter the situation the Reserve Bank of India started the ‘100 days 100 pays ‘ campaign.

## **RESEARCH OBJECTIVE**

- To analyse the demand deposits and time deposits of scheduled commercial banks in India.
- To analyse investment in government approved securities and other approved securities of scheduled commercial banks in India.

## RESEARCH METHODOLOGY

The research collected the monthly data of time deposits, demand deposits, investment in government approved securities and other approved securities of the scheduled commercial banks in India for the year April 2019 to March 2020 from the Handbook of Statistics on the Indian Economy. Independent Sample t-test was applied to analyse the difference between the time deposits and demand deposits of scheduled commercial banks in India. Similarly, Independent Sample t-test had been applied to analyse the difference between investment in government approved and other approved securities.

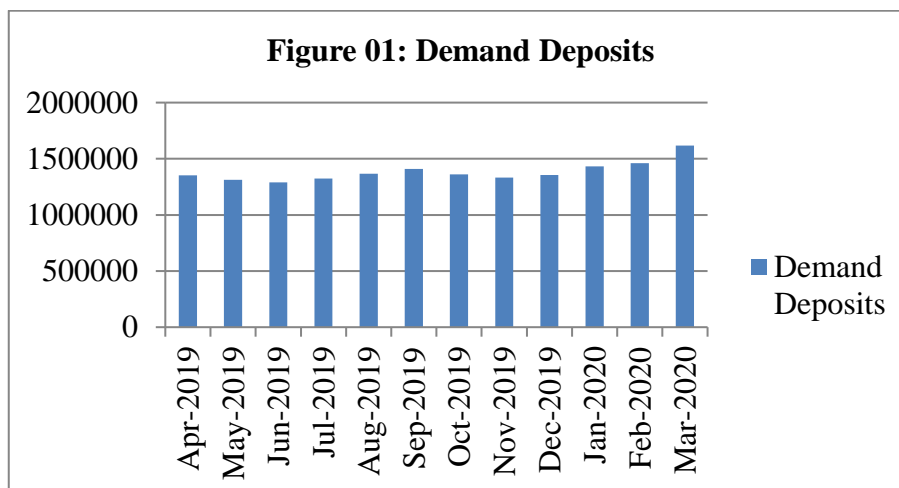
## Hypothesis Formulation

H01: There exist no significant difference between demand deposits and time deposits.

H02: There exist no significant difference between investment in government approved securities and other approved securities.

## ANALYSIS

The demand deposits (Figure 01) of the scheduled commercial banks in India reflected an average rise every month for the year 2019 – 20. The highest demand deposit recorded by scheduled commercial banks in India was in the month of March 2020 during the period of the study.



The time deposits (Figure 02) of the scheduled commercial banks in India reflected a steadiness for the year 2019 – 20. April 2019 recorded the lowest time deposit, thereafter the scheduled commercial banks recorded rise in time deposits, with highest in March 2020.

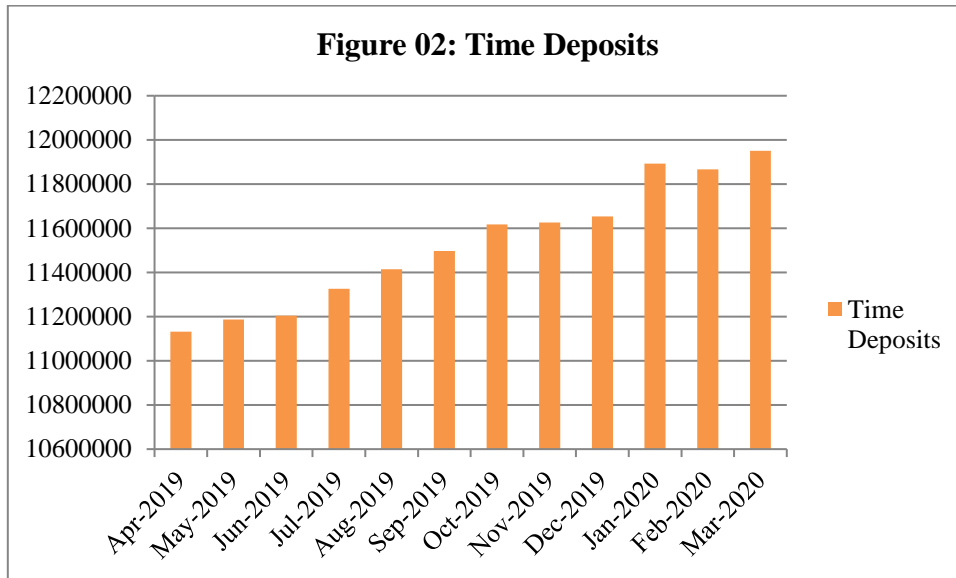


Figure 03 represents the investments in government securities of the scheduled commercial banks in India during the period of study. The investments in government securities increased over the months and the highest was recorded in February 2020.

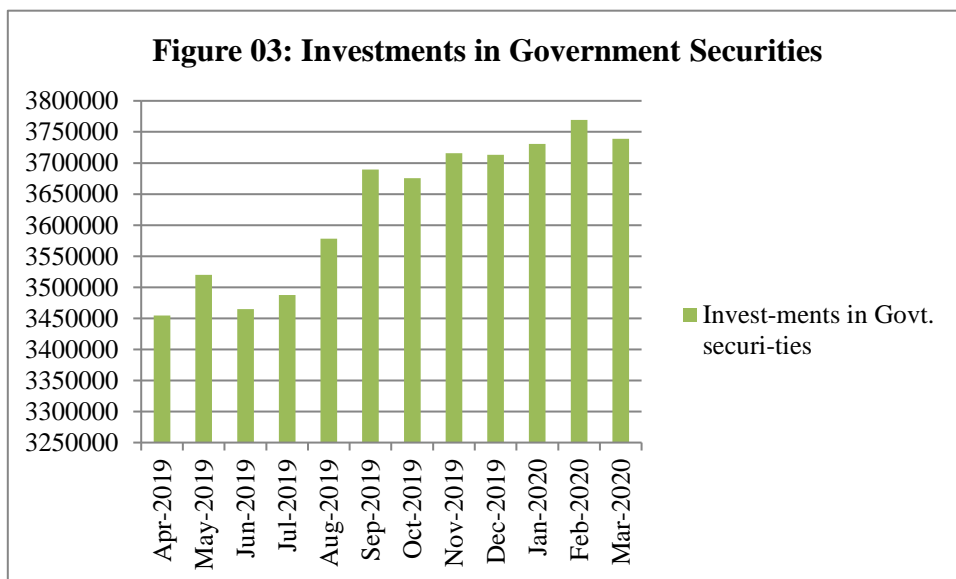


Figure 04 represents the investments in other approved securities by the scheduled commercial banks in India. December 2019 recorded the investment in other approved securities by the scheduled commercial banks in India. However, the next month January 2020, witnessed a very sharp fall in the investment in other approved securities by the scheduled commercial banks in India.

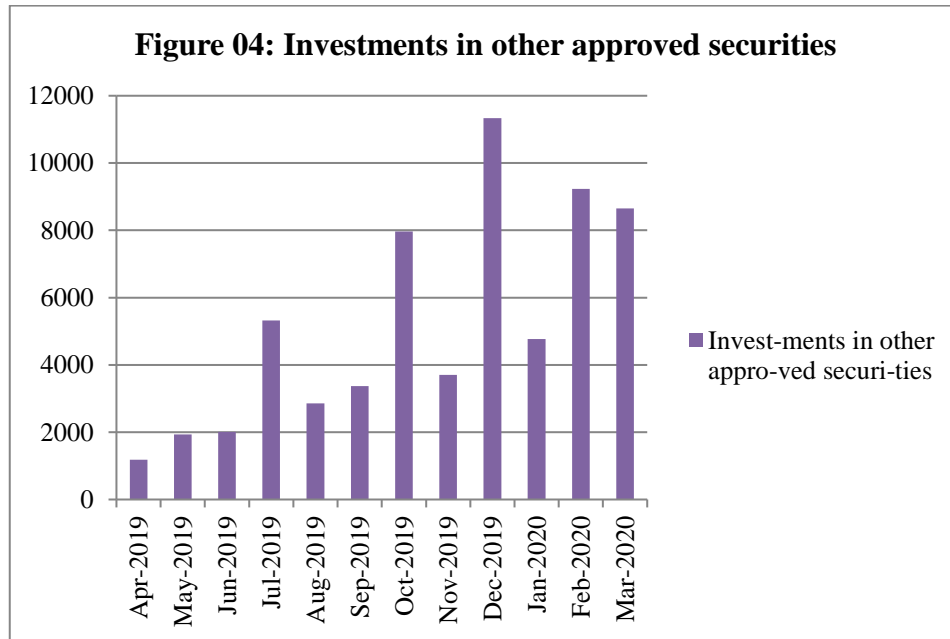


Table 01 reflected the independent sample T – Test result for the significant difference between the demand deposits and time deposits by the scheduled commercial banks in India. The p-value (0.000) is less than 0.05. Hence, **the null hypothesis is rejected.**

Table 01: Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Amount	Equal variances assumed	15.64	.001	-117.827	22	.000	10146555.833	86113.709	10325144.736	9967966.930
	Equal variances not assumed			-117.827	13.09	.000	10146555.833	86113.70	10332451.754	9960659.911

Table 02 reflected the independent sample t-test result for the significant difference between the investments in government securities and investments in other approved securities by the scheduled commercial banks in India. The p-value (0.000) is less than 0.05. Hence, **the null hypothesis is rejected.**



**Table 02: Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Amt	Equal variances assumed	71.244	.000	105.880	22	.000	3622868.583	34216.765	3551907.354	3693829.811
	Equal variances not assumed			105.880	11.017	.000	3622868.583	34216.765	3547572.444	3698164.722

## Conclusion

The demand deposits reflected steadiness of the deposits through scheduled commercial banks in India, which suggests that the investors prefer to keep their money in this avenue to meet up the regular expenses. The time deposits reflected a rise throughout the year and were at the highest in March 2020 reflecting the motive of people to keep their money locked in for a particular period of time and earn interest on the principal amount. The independent sample t – test concluded that there exists significant difference between the time and demand deposits. On the other hand, investments in government securities by scheduled commercial banks in India reflected that over the period of study the scheduled commercial banks constantly increased their investments in government approved securities and benefitted from the securities backed by the government. The highest investment in government approved securities was marked in February 2020. The other approved securities attracted the highest investment from scheduled commercial banks in the month of December 2019. The independent sample t – test again reflected that there exists significant difference between government approved and other approved securities.

## Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## Data availability statement

Not applicable



---

## REFERENCES

- Amrutrao, S. (2019). *Analysis of Deposits and Credit Pattern of Schedule Commercial Banks in India*. Research Review International Journal of Multidisciplinary. vol. 04, issue – 11, pp. 144 – 117.
- S. Abinaya, S. and K. Alamelu, K. (2023). *Unclaimed deposits in Scheduled Commercial Banks: Exploring the rising trend*. The Journal of Indian Institute of Banking & Finance. Vol. 94 No. 02, pp 29 – 36.

## Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



## **Relative Importance of Selected Parameters on Stock Price of Larsen & Toubro**

**Dr. Madhusree Kundu (Banerjee)\***

Assistant Professor, Department of Commerce, City College of Commerce and Business  
Administration

### ***Abstract***

*There have been quite a few studies on the effect of accounting results on the stock price of a company. In this paper, the effect of some selected accounting parameters like total income, Operating Profit, Earnings per Share, Cash Flow, and Book Value per share were studied on the share price of top Indian engineering company L&T Limited. It is generally expected that past accounting results do have significant impact on share prices. But in this study conducted over a crucial ten year period from 2007 to 2016 gives an opposite outcome. The selected parameters, whether individually or jointly, hardly influence the share price of L&T. A general conclusion can thus be made that fundamental analysis does not have significant power in determining the share prices of engineering companies in India.*

### **BACKGROUND OF THE STUDY**

The era of globalisation and liberalisation led to increased demand for long term capital by private sector companies. While financial institutions supplied mostly the debt funds, the capital market became the source for equity funds. This has led to the expansion and growth of the Indian capital market. However, this growth can be sustained only if investors are able to

---

\* Email: madhusree19c@gmail.com

Received 10 November 2020

Accepted in revised form 05 January 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Artham-2021-003



make more gains than by investing in fixed income securities. This has naturally led to the search for those companies and sectors which can give super-normal returns to investors.

Fundamental analysis is the tool to identify the fundamentally strong but undervalued companies in the market. Smart investors go deeper and try to identify the specific factors that might have an impact on stock prices.

The Engineering industry has been giving great returns of late. As we know, Engineering is one of the largest industrial sectors in India accounting for 3.53% of Gross Domestic Product (GDP). The country's engineering sector comprises manufacturing iron, steel, related products, non-ferrous metals, industrial machinery, automobiles, auto components and other engineering products. It is also a highly organised sector dominated by large players employing over four million skilled and semi-skilled labour.

**Larsen & Toubro (L&T)** is the largest among these Indian companies. L&T has integrated capabilities spanning the entire spectrum of 'design-to-deliver'. Its track record covers products, projects and processes executed to international benchmarks. It has customers in over thirty countries around the world.

This paper tries to identify some specific accounting parameters that might signal future price movements in L&T. A thorough literature review is done to identify those important parameters.

## LITERATURE REVIEW

There have been quite a number of studies on the effect of company specific factors on share prices. The literatures considered for this paper are given in a chronological pattern.

**Srivastava (1968)** has analysed the significant effect of retained earnings and dividend on share price determination in India. This analysis suggests that retained earnings have no significant influence on share prices in India. Investors buy shares without paying much attention to retained earnings of the firms. The effect of dividend supply was not found to be a serious issue.



**Ohlson (1995)** developed and analysed a model of a firm's market value as it relates to contemporaneous and future earnings, book values, and dividends. It found out that dividends reduce current book value but do not affect current earnings.

**Kadri *et. al.* (2009)** investigated the value relevance of book value and earnings and the relationship between earnings and operating cash flow of two different financial reporting regimes in Malaysia. The result of market valuation approach of the pool sample showed that book values and earnings are value relevant. The results of non-market valuation approach on the other hand, show that the change in financial reporting regime has no significant effect on the relationship between earnings and operating cash flow.

**Kundu (2010)** looked at statistically significant relationship between quarterly share price and accounting performance of seven major Indian companies over twenty quarters between 2004 and 2005. The study was done on selected companies – both from private and public sector. The findings support positive relationship between share price and accounting results for only privately managed companies. The government-owned companies' shares prices hardly moved in tandem with their accounting performance. Even private companies under extensive government regulation did not reflect their performance through share price. There was even poor association between share prices and a national economic indicator like GDP. Overall the general market trend represented by Nifty was found to have even better association with share prices.

**Sharma (2011)** examined the empirical relationship between equity share prices and explanatory variables such as book value per share, dividend per share, earnings per share, price earnings ratio, dividend yield, dividend payout, size in terms of sale and net worth. He observed that earnings per share, dividend per share and book value per share have significant impact on the market price of share. The study suggested that liberal dividend policy and regular dividend affects market price of share in positive direction.

**Bhatt, *et. al.* (2012)** studied the impact of earnings per share (EPS) on the market value of Indian equity shares. The study concluded that EPS does impact the market value of an equity share in the Indian context.



**Sharma (2014)** examined the value relevance of accounting information of public and private sectors in India. It was found that value relevance of book value, earnings, and dividends independently and jointly was higher in public sector companies than in private companies over the study period.

## OBJECTIVE OF STUDY

In view of the above, this paper has a single objective.

- a) To find out the relative impact of the selected accounting parameters on share prices, if any

## IDENTIFICATION OF PARAMETERS

The survey of existing literature helps to identify some key parameters – Total Revenue or Income (TI), Operating Profit (OP) or EBIDTA (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortisation), Earnings per Share (EPS), Cash Flow (CF), and Book Value per share (BV).

Since TI, OP, CF, EPS and BV may get individually affected by certain accounting adjustments, the examination of earnings growth should include all the five parameters for a proper analysis.

This study is based on the effect of fundamental parameters on the share price of the top Indian engineering company – Larsen & Toubro. In this context, let us first go through the basic **definitions** of the parameters that are proposed to be used in this study.

The '**Share Price**' is the price of a single share out of the total paid-up share capital of a company, derivative or other financial assets. In layman's term, the share price of a company is the present value of its future cash flows. The higher the cash flows, the higher will be the stock price, and vice versa.

'**Total income**' of a company is the sum of all taxable incomes earned by a company during a financial year.

'**Operating Profit**' or 'EBITDA' (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortisation) is an accounting measure that acts as a proxy for a company's current operating profitability, *i.e.*, how much profit it makes from its present assets and operations.



**‘Cash Flow’** is the movement of money into or out of a business measured during a specified and limited period of time. Measurement of cash flow is used for calculating the other parameters that give information on a company’s value or situation, like internal rate of return, etc.

**‘Book Value’** per share of a company indicates the value of a company’s assets minus its liabilities calculated on per share basis. It is also known as ‘owner’s equity’ or ‘shareholder’s equity’.

**‘Earnings Per share’** (EPS), the last parameter, is the monetary value of earnings per each outstanding share of a company’s paid-up share capital.

The study is conducted over a ten year period, from 2006-07 to 2015-16. During these ten years since 2007, the Indian economy has passed through a set of challenging economic and political conditions and financial turmoil, like the international financial crisis starting with the bursting of US housing bubble, macroeconomic problems in the Eurozone specially in the P-I-G-S (Portugal, Ireland, Greece, Spain) countries, Quantitative Easing (QE) by the developed economies causing cheap money to flood the global markets, sharp fluctuations in the price of crude oil, slowdown in the Indian export market, sharp fluctuations in foreign exchange rates across the world, and so on.

## RESEARCH DESIGN

This section aims at searching the relative importance of accounting parameters in determining share price. In order to find out the specific accounting variables (all or some of them) that influence the market price of shares and to ensure that the optimum number of variables are used in the final regression equation, the Study is based on the methodology outlined by Srivastava and Rego (2008)<sup>4</sup>. It has been done by two different statistical techniques as follows–

- a) Bivariate correlation analysis<sup>5</sup> among YEP and RDDP with the five selected accounting parameters has been done in order to select the ‘Price’ that has the maximum relation

---

<sup>4</sup> Srivastava and Rego (2008). ‘Statistics for Management’, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi, pp. 9.21-9.23.

<sup>5</sup> Correlation analysis measures the comparative movement of two related variables in the same or opposite direction. Movement in same direction indicates positive correlation, while movement in opposite direction indicates negative correlation.

with accounting parameters. The price (RDDP or YEP) that has the highest correlation coefficient with a particular accounting parameter has been considered for the first regression analysis in the second part.

- b) Framing of eleven progressive multiple regression models were done next. In the regression equations, the share price (YEP or RDDP) is taken as the dependent variable and the numbers of independent variables are steadily increased depending on the robustness of the model as indicated with the help of Adjusted  $R^2$ , Durbin-Watson d-statistic, F-ratio and average VIF figures. This analysis helps us to find out the best parameters to predict the share price of a company.

The aim is to identify the parameter(s) singly or jointly that are best able to explain the share price changes in the selected top companies. The outcome may also highlight the inability of the accounting figures to have any effect on share price.

The formula used for Pearson's Bivariate correlation analysis is given below:

$$r = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

where,  $Cov(x, y) = \frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})$ .

A strong linkage between stock prices and selected parameters implies a high degree of positive or negative correlation (close to 1) between YEP or RDDP with the figures of TI, OP, EPS, CF, and BV.

The final regression equation that considers all the variables is as follows:

$$\text{YEP or RDDP} = a + b.TI + c.OP + d.EPS + e.CF + f.BV + z$$

Where, **a** is the constant term;

**b, c, d, e, and f** are the regression coefficients;

**z** is the error term.

In order to test the efficacy of the models, the equations are further examined for goodness-of-fit (through *adjusted* coefficient of determination ( $R^2$ ) and F-ratio), autocorrelation (through Durbin-Watson 'd' statistic), and multicollinearity (through Variance Inflation factor *i.e.*, VIF).

The '**t-value**' is the ratio of the estimated coefficients to their standard errors. The greater the value of  $t$ , the better is the significance of the variable. Adjusted  $R^2$  is the 'coefficient of determination'. It indicates the 'goodness of fit' of a model. The greater the value (close to 1.00), the better is the model.

The Durbin-Watson '**d**' statistic is a test of autocorrelation. A value of '2' means that the residuals are uncorrelated. Variance Inflation Factor (**VIF**) measures collinearity among the independent variables. Average VIF is the arithmetical mean of individual VIFs. An average VIF value of close or equal to '1' indicates that multicollinearity is not a problem. The higher the value of the **F-ratio** the more accurate will be the predictive power of the regression model. Also, the standard error of F-ratio close to zero indicates a good model.

## FINDINGS AND INTERPRETATION

In the first part, the correlation between accounting performance of L&T and its year-end and result-day price are studied. The output indicates negative correlation in all the cases, however none is found to be statistically significant at either 1% or 5% levels.

**Table 1: Correlation coefficients (r) with RDDP and YEP**

	<b>T.I.</b>	<b>O.P.</b>	<b>EPS</b>	<b>C.F.</b>	<b>B.V.</b>
<b>YEP</b> [Sig. level]	-0.397 [0.26]	-0.361 [0.31]	-0.463 [0.18]	-0.198 [0.58]	-0.319 [0.37]
<b>RDDP</b> [Sig. level]	-0.548 [0.10]	-0.539 [0.11]	-0.532 [0.08]	-0.463 [0.18]	-0.434 [0.21]
* = Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)					
** = Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)					

The above table shows that correlation parameters with RDDP are relatively stronger. Hence it is selected as the main dependent variable with total income as the best correlated variable. A total of eleven progressive regression equations have been computed where RDDP have been considered as the dependent variable.

**Table 2: Key aspects of First Regression (R1)**

Sl. No.	Variables taken	Adj. R <sup>2</sup>	d-statistic	F-ratio [sig.]	Avg. VIF
R1	RDDP (dependent) and TI	0.212	2.663	3.428 (0.10)	1.00

The above table shows that the model is not having such a good fit, although it is relatively free from autoregression and multi-collinearity. In the next set of regressions, other variables like OP, EPS, CF and BV are progressively added.

**Table 3: Key aspects of Second to Fifth Regressions (R2 to R5)**

Sl. No.	Variables taken	Adj. R <sup>2</sup>	d-statistic	F-ratio [sig.]	Avg. VIF
R2	RDDP (dependent) and TI, OP	0.107	2.735	1.540 (0.28)	8.20
R3	<i>RDDP (dependent) and TI, EPS</i>	<i>0.136</i>	<i>2.734</i>	<i>1.708 (0.25)</i>	<i>8.321</i>
R4	RDDP (dependent) and TI, CF	0.105	2.728	1.527 (0.28)	2.497
R5	RDDP (dependent) and TI, BV	0.206	2.816	2.169 (0.19)	10.756

In this table, the third regression equation (R3) with TI and EPS is comparatively better in terms of autoregression and multicollinearity factors. But it lags behind in terms of goodness-of-fit.

**Table 4: Key aspects of Sixth to Eighth Regressions (R6 to R8)**

Sl. No.	Variables taken	Adj. R <sup>2</sup>	d-statistic	F-ratio [sig.]	Avg. VIF
R6	RDDP (dependent) and TI, EPS, OP	-0.007	2.714	0.978 (0.46)	11.475
R7	RDDP (dependent) and TI, EPS, CF	-0.001	2.827	0.997 (0.46)	6.986
R8	<i>RDDP (dependent) and TI, EPS, BV</i>	<i>0.132</i>	<i>2.873</i>	<i>1.455 (0.32)</i>	<i>11.945</i>

In **Table 5**, OP, CF and BV are added to the third regression. The output highlights the eighth equation as being comparatively better than the rest. All the regressions however suffer from autoregression and multicollinearity problems. The next table thus adds OP and CF to the eighth equation.

**Table 5: Key aspects of Ninth and Tenth Regressions (R9, R10)**

Sl. No.	Variables taken	Adj. R <sup>2</sup>	d-statistic	F-ratio [sig.]	Avg. VIF
<b>R9</b>	RDDP (dependent) and TI, EPS, BV, OP	-0.042	2.874	0.909 (0.52)	13.276
<b>R10</b>	<i>RDDP (dependent) and TI, EPS, BV, CF</i>	<i>-0.014</i>	<i>3.015</i>	<i>0.969</i> (0.50)	<i>9.879</i>

Both the equations have very poor fit and usual statistical problems. The tenth equation is comparatively better. Hence the final equation of the series considers all the independent variables.

**Table 6: Key aspects of Eleventh Regression (R11)**

Sl. No.	Variables taken	Adj. R <sup>2</sup>	d-statistic	F-ratio [sig.]	Avg. VIF
<b>R11</b>	RDDP (dependent) and ALL other variables	-0.243	3.069	0.648 (0.68)	14.074

This equation is even worse in terms of standard statistical parameters. The coefficient of determination (adj. R<sup>2</sup>) has been the worst among all indicating no fit at all.

In five of the eleven equations, the value of adjusted R<sup>2</sup> is even negative which should not be the case normally. But as in SPSS, the statistical package used in this analysis, there have been negative correlations for all bivariate relations, the final output has also become negative. Considering all the equations together, it can be concluded that **the share price movements of L&T does not at all depend on its accounting parameters.**

The second regression equation that has comparatively better fit for L&T is given below. But although the equation seems to be better, the diagnostic values are so poor, that the dependent variable hardly seems to have any relation with Total income of the company.



**Table 7: Detailed statistics of selected Equation**

Dependent variable	= constant	variable	Error term
<b>RDDP =</b>	<b>2406.76</b>	<b>-0.00TI</b>	<b>416.83</b>
s.e.	418.86	0.00	
t-value	5.75	-1.85	
p-value	0.00	0.10	
Table Value	2.26	2.26	
Adj. $R^2 = 0.21$ ; d-statistic = 2.66; Average VIF= 1.00; F= 3.43(0.10)			

$[R^2 = \text{coefficient of determination; s.e.} = \text{standard error of variables}$   
 $t\text{-value} = \text{Student's } t \text{ value; } p\text{-value} = \text{probability of occurrence}$   
 $d = \text{Durbin Watson } d\text{-statistic; VIF} = \text{variance inflation factor}]$

An important reason may be that because L&T is a multinational company, its revenues and fortunes may be guided more by foreign exchange rates, international economic scenarios and other complex factors rather than its internal performance.

## CONCLUSION and FUTURE SCOPE

The analysis tries to find out the effect of specific variables (accounting parameters) on daily share price, through progressive multiple regressions for Larsen & Toubro. In most of the eleven equations, the value of adjusted  $R^2$  of L&T was negative, which is not normal. It can be concluded thereby that the share price movements of L&T did not at all depend on its accounting parameters.

All in all, when coefficients were added to the final equations it was found that the predictive power of the independent variables became almost zero for many of the models. Thus the actual number of relevant variables is less than the number of statistically significant variables.

The study has wide ranging implications for a wide variety of users – investors, Government, regulatory agencies, analysts and researchers. This is because the study proves that for L&T in particular and the engineering in general, the accounting performance does not seem to influence its share price. Hence fundamental analysis might have limited value in determining the share prices of engineering sector stocks.

Regulators like SEBI, RBI and the Government must also consider this fact and try to limit the effect of macroeconomic and global factors on engineering industry rather than looking at internal accounting parameters of these companies. It was noticed during literature review that solid research-driven long-term analysis on the basis of accounting performance of a company

was in short supply. The present study fulfils a vital need for investors and upgrades the existing literature for the Researchers.

The current research has covered a crucial ten year period from 2007 to 2016. During this period, several momentous changes have occurred in India and the world affecting business and capital market scenarios. These include:

- Exit of United Kingdom from the European Union (a.k.a. Brexit)
- Rise of Chinese influence and economic might in the global economy
- Trade War initiated by USA against many countries, China in particular
- NPA crisis and financial scams affecting the Indian banking sector and the non-banking financial companies
- Devaluation of many other currencies of the world

The above mentioned changes have introduced new variables in the equity valuation process. The independent variables that have so far caused share price changes may not remain relevant any more. Hence new parameters may have to be considered for future research. Some of them may be –

- 1) Increasing the time span from the present ten to fifteen years or more
- 2) Other statistical and econometric tools may be used based on their significance
- 3) Comparison may be done between fundamental and technical analysis to judge the better technique in the present context
- 4) Macroeconomic parameters like interest rates, exchange rates, foreign investments may also be considered alongwith the existing parameters
- 5) Qualitative factors like experience of managers, support of good quality investors, etc. can also be included in the analysis in the form of dummy variables
- 6) Quarterly accounting figures may also be used instead of annual figures to understand any relative difference in outcome

## **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper



## Data availability statement

Not applicable

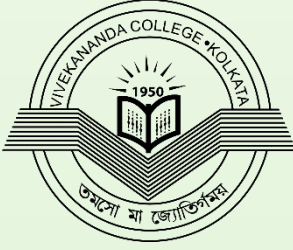
## REFERENCES

1. Srivastava, S.C. (1968). *Share prices, dividends and earnings*. Economic and Political Weekly, vol. 3, pp. 89-95.
2. Bernard, L.V. and Thomas, K.J. (1990). *Evidence that stock prices do not fully reflect the implications of current earnings for future earnings*. Journal of Accounting and Economics, vol. (13), pp. 305-340
3. Ohlson, A. J., (1995). *Earnings, Book values, Dividends on Equity Valuation*. Contemporary Accounting Research, vol. 11(2), pp. 661-687
4. Kundu, D. (2010). *Does Stock Prices Signal Change in Accounting Revenues?* Indian Journal of Accounting, vol. XL(2), pp. 64-72
5. Ganguli, S. K. (2011). *Accounting Earning, Book Value and Cash Flow in Equity Valuation: An Empirical Study on CNX NIFTY Companies*. IUP Journal of Accounting Research and Audit Practices, vol. 10 (3), pp. 68-77
6. Sharma, S. (2011). *Determinants of equity share Prices in India*. Researchers World, vol. II (4), pp. 51-60.
7. Bhatt, P. and Sumangala J.K. (2012). *Impact of Earnings per share on Market Value of an equity share: An Empirical study in Indian Capital Market*. Journal of Finance, Accounting and Management, vol. 3(2), pp. 1-14
8. Dawar, V. (2012). *Determinants of Share Prices In Indian Auto Industry*. International Journal of Computing and Business Research (IJCBR), vol. 3(3), Online
9. Glezakos, M., Mylonakis, J. and Kafouros, C. (2012). *The Impact of Accounting Information on Stock Prices: Evidence from the Athens Stock Exchange*. International Journal of Economics and Finance, Vol. (4), February, pp. 56-68.
10. Sharma, M. (2014). *Value Relevance of Accounting Information: A Comparative Study of Public And Private Sector Companies In India*. Asia Pacific Journal of Research, vol. I (XII), pp. 113-121.

## Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.





# **Bodhi Kala**

*For Humanities*



Publication of  
**VIVEKANANDA COLLEGE, KOLKATA**

<https://www.vckolkata63.org>



## সমসাময়িক সংস্কৃতসাহিত্যের ইতিহাসে (১৯৭০-২০২০) কলকাতা এবং তার পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের প্রতিষ্ঠানগুলোর অবদান

ড. অভিষেক দাস\*

সহকারী অধ্যাপক, সংস্কৃত বিভাগ, বিবেকানন্দ কলেজ, ঠাকুরপুকুর, কলকাতা -৬৩

কলকাতা কেন্দ্রিক সংস্কৃতচর্চার ( ১৯৭০-২০২০) ইতিহাসে এই পঞ্চাশ বছর খুব ই গুরুত্বপূর্ণ। সত্তরের দশকের মাঝামাঝি থেকে সংস্কৃত শিক্ষায় বিভিন্ন কারণে জনপ্রিয়তার অভাব দেখা যায়, বলে কেউ কেউ মনে করেন। অথচ এই সময়ের মধ্যে বহু বিশ্ববিদ্যালয়, মহাবিদ্যালয় প্রতিষ্ঠিত হয়। সংস্কৃত বিভাগ গঠিত হয়। বহু বিদ্বজ্জনেরা নতুন নতুন গ্রন্থ রচনা করেন। কিন্তু বিভিন্ন ঘাত-প্রতিঘাতের মধ্যে দিয়ে সংস্কৃত চর্চা এগিয়ে চলতে থাকে। তাই তার প্রেক্ষাপটটা সঠিকভাবে না জানলে বিষয়টি সম্পূর্ণ হবে না। সেই বিষয়ে আলোকপাত করা এই গবেষণা পত্রের উদ্দেশ্য।

**সূচক শব্দাবলি** সংস্কৃতচর্চা, প্রতিষ্ঠান, উদ্যোগ, সমসাময়িক।

১৭৮১ খৃষ্টাব্দে ইংরেজ শাসকরা যখন নিজেদের হাতে ভারতের শাসনভার গ্রহণ করলেন, তখন ভিন্ন ভাষাভাষী, ভিন্ন ধর্মাবলম্বীদের ন্যায়বিচার দেওয়া তাঁদের পক্ষে দুষ্কর হয়ে উঠল। তখন প্রতিষ্ঠানগুলোর সুবিধার জন্য কিছু জজ, পণ্ডিত, মৌলবী নিযুক্ত করলেন। ইংরেজশাসকেরা হিন্দু, মুসলমান শাস্ত্রের মর্মার্থ কিছু বুঝতেন না। তাঁদের পণ্ডিত ও মৌলবীদের মুখাপেক্ষী হয়ে থাকতে হতো। অনেক সময় বিচারে প্রজা সন্তুষ্ট হতো না। তখন হিন্দু ও মুসলিম আইন ইংরেজি তে লিপিবদ্ধ করলেন। তাতে পণ্ডিত, মৌলবী জজের পদ উঠে গেলো - সংস্কৃত শিক্ষার আবশ্যিকতা কমে গেলো।

পরে ইংরেজ সরকার যখন বুঝলেন এদেশে, এদেশীয় বিদ্যা ও বিদ্বানের আদর কমে যাচ্ছে তখন সংস্কৃত শিক্ষার ধারা রক্ষা করতে নানা উপায় উদ্ভাবন করতে লাগলেন।

এই বিষয়ে তৎকালীন বড়লাট লর্ড মিন্টো (১ম)বাহাদুরের মন্তব্য এখানে উদ্ধৃত হলো-

\* Email: [abhishekrony9@gmail.com](mailto:abhishekrony9@gmail.com)

Received 11 February 2021

Accepted in revised form 12 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-001



"অনেক উৎকৃষ্ট গ্রন্থ আর অধীত হয় না; এমনকি অনেক ভাল ভাল গ্রন্থ বিলুপ্ত হইয়া যাইতেছে ; এবং এরূপ সম্ভব বোধ হইতেছে যে গভর্ণমেন্ট যদি সাহায্যকারী হইয়া হস্তার্পণ না করেন, অচিরে পাঠ্যগ্রন্থের ও উপযুক্ত অধ্যাপকের অভাবে বিদ্যার পুনরুদ্ধার অসাধ্য হইয়া পড়িবে।"<sup>1</sup>

১৭৮১ তে ওয়ারেন হেস্টিংস্ (Warren Hastings) কলকাতা মাদ্রাসা ( Calcutta Madrasa ) এবং জোনাথন ডেকন(Jonathan Decon) বেনারস পাঠশালা শুরু করেন।

ইউরোপীয় রা সংস্কৃত শিক্ষায় আগ্রহ দেখাতে থাকে। ১৭৮৪তে স্যর উইলিয়াম জোন্স (Sir Willam Johns ) এবং স্যর চার্লস উইকিন্স ( Sir Charls Wikins ) এশিয়াটিক সোসাইটি প্রতিষ্ঠা করেন। ১৮০০ খৃষ্টাব্দে কলকাতায় তখনকার গভর্নর ওয়েলেসলি ফোর্ট উইলিয়াম কলেজ প্রতিষ্ঠা করেন। ইংরেজ কর্মচারীদের ভারতীয় ভাষা শিক্ষা দেওয়াটা ছিল প্রধান উদ্দেশ্য।

১৮১৩ খৃষ্টাব্দে কমিটি অফ পাবলিক ইনস্ট্রাকশান নামে একটি কমিটি গঠিত হয়। সেই সভার সভ্যেরা একলক্ষ টাকা প্রাচীন সংস্কৃত ও আরবি গ্রন্থের মুদ্রাঙ্কন, পণ্ডিতদের বৃত্তি ও সংস্কৃত শিক্ষার্থীদের বৃত্তি প্রভৃতিতে ব্যয় করতে আরম্ভ করেন।

১৮১৭ তে হিন্দু কলেজ (১৮৫৫ খৃষ্টাব্দে নাম পরিবর্তিত হয়ে প্রেসিডেন্সি কলেজ হয়।) ১৮১৮তে উইলিয়াম কেরী শ্রীরামপুরে শ্রীরামপুরকলেজ প্রতিষ্ঠা করেন। শ্রীরামপুরমিশন ও ফোর্ট উইলিয়াম কলেজের মধ্যে যোগসূত্র তৈরী করেন কেরি।

১৮২৪এ সংস্কৃত কলেজ প্রতিষ্ঠিত হয়। এই কলেজকে কেন্দ্র করে সংস্কৃত চর্চা আবর্তিত হতে থাকে। ১৮৩০ এ চার্চ অফ স্কটল্যান্ড (Church of Scotland ) র আলেকজান্ডার ডাফ্ (Reverend Alexander Duff), জেনারেল অ্যাসেম্বলিজ ইনস্টিটিউশন ( General Assembly's Institution) প্রতিষ্ঠা করেন। ১৮৪৪এ ফ্রি চার্চ ইনস্টিটিউশন (Free Church Institution ) এর সঙ্গে একত্রে স্কটিশ চার্চ কলেজ (Scottish Church College ) প্রতিষ্ঠা করেন। নব্য বাংলা আন্দোলন (Young Bengal Movement ) এবং বাংলা নবজাগরণের ইতিহাসে এই প্রতিষ্ঠানগুলোর যথেষ্ট ভূমিকা ছিলো।

১৮৭৯ তে বেথুন কলেজ ( John Bethune র উদ্যোগে), উত্তরপাড়া কলেজ ও বঙ্গবাসী (১৮৮৭) ক্রমান্বয়ে প্রতিষ্ঠিত হয়।<sup>2</sup> ধীরে ধীরে মহাবিদ্যালয় ও বিশ্ববিদ্যালয়গুলি আত্মপ্রকাশ করতে থাকে। দীর্ঘদিন ধরে চলে আসা টোলের (চতুষ্পাঠী) শিক্ষার পরিবর্তে বিদ্যালয় শিক্ষার ওপর গুরুত্ব আরোপ হতে থাকে। ফলে টোলের শিক্ষায় আগ্রহ ক্ষীণ হতে থাকে। তবু কিছু কিছু কেন্দ্রের কথা জানতে পারা যায়।

কলকাতা ও তার পাশ্বেবর্তী অঞ্চলে টোলের নাম -মণীন্দ্র চতুষ্পাঠী, বি.টি. রোড



মহামায়া চতুষ্পাঠী, কালীঘাট রোড

পাথুনিয়াপটি টোল, কালীঘাট

কমলা চতুষ্পাঠী, সরকারবাড়ি লেন

জ্যোতিষ বিদ্যালয়, কাশীমিত্র ঘাট স্ট্রীট

জ্ঞানদা চতুষ্পাঠী, কৃষ্ণদাসপাললেন।<sup>3</sup> ইত্যাদি

স্বাধীনতার পর ভারত সরকার শিক্ষার উন্নয়নের জন্য কয়েকটি কমিশন নিয়োগ করে। ১৯৪৮-৪৯এ রাধাকৃষ্ণন কমিশনে Dr.S.Radhakrishnan ডিগ্রী কোর্সে সংস্কৃতকে বিষয় হিসাবে নির্বাচনের জন্য অনুমোদন দিয়েছিলেন।

মুদালিয়র কমিশন (১৯৫২-৫৩) সারা দেশে সংস্কৃত শিক্ষা এগিয়ে নিয়ে যাবার ব্যাপারে মত দিয়েছিলেন।

বি.জি. খের (B.G.Kher), chairman of the official language commission (1955-56)এ প্রাদেশিক ভাষায় গল্পের মাধ্যমে সংস্কৃত শিক্ষার ব্যাপারে নির্দেশ দিয়েছিলেন।

১৯৫৬-৫৭ সালে কেন্দ্রীয় সরকার সুনীতি কুমার চ্যাটার্জীর নেতৃত্বে Sanskrit Education Commission গঠন করেছিলেন যেখানে গ্রেড কোর্স (grade course) চালু করার ব্যাপারে মত দেওয়া হয়েছিলো।

কোঠারি কমিশনে ( ১৯৬৪-৬৬) বলা হয়েছিল - প্রাদেশিক ভাষা শিক্ষাকে সঙ্গে নিয়ে ত্রিভাষা চর্চা হবে। মাতৃভাষার পাশাপাশি সংস্কৃত এবং অন্যান্য ভাষা গুলিকে ঐচ্ছিক রূপে পাঠ্যসূচিতে রাখা যাবে।

পশ্চিমবঙ্গ-রাজ্য সরকার ১৯৪৭ থেকে ১৯৭৭ এর মধ্যে দুটি কমিটি প্রস্তুত করেছিলেন -

১। মাধ্যমিক শিক্ষা কমিশন (১৯৫৪)

২। হিমাংশু বিমল মজুমদার কমিটি (১৯৭৪)

ডক্টর বিধান রায় এর আমলে তাঁর অসীম চেষ্টায় মানবিক বিভাগে (Humanities) সংস্কৃত আবশ্যিক হয়েছিলো। সিদ্ধার্থশংকর রায় এর মন্ত্রীসভা একাদশ শ্রেণির পরিবর্তে ১০+২ পাঠ্যক্রম প্রবর্তন করলো। সেই সময়ে ১৯৭৪ সালের জানুয়ারি মাসে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃতবিভাগের পুনর্মিলন উৎসব চলাকালীন জানা যায়, বিদ্যালয় শিক্ষায় দ্বিভাষানীতি চালু করা হবে।

কলকাতা হাইকোর্টের বিচারপতি (অবসরকালীন) রমাপ্রসাদ মুখোপাধ্যায় সেই সভায় উপস্থিত ছিলেন। সরকারের এই সিদ্ধান্ত ছাত্র-ছাত্রীদের পছন্দ হয় নি। তারা একটি সংগঠন স্থাপন করে এই প্রতিবাদ চালিয়ে যেতে চাইছিলেন। প্রতিবাদী কমিটি প্রস্তুত হলো। নাম হলো- সংস্কৃত ও সংস্কৃতি বাঁচাও সংগ্রাম সমিতি ( Save Sanskrit & Culture Action Committee)। শান্তিনাথ ঘোষ ও দেবব্রত মুখোপাধ্যায় যুগ্ম সম্পাদক, নিখিলেশ চক্রবর্তী

কোষাধ্যক্ষরূপে দায়িত্ব নেন। সেই সংগঠনের ডাকে মহাকরণ অভিযান (1974) হয়। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে সেই মিছিল বেরিয়ে ছিল। প্রকাশ্যে সংস্কৃতির জন্য আন্দোলনের সেই ছিল সূচনা। এরপর বিভিন্ন স্থানে সভা-সমিতি হতে আরম্ভ করে। এই মিছিলের পর পশ্চিমবঙ্গের মুখ্যমন্ত্রী সিদ্ধার্থশংকর রায়, শিক্ষামন্ত্রী মৃত্যুঞ্জয় বন্দ্যোপাধ্যায় এর কাছে Board President সত্যেন্দ্রনাথ আর্জি জানালে সিদ্ধার্থশংকর রায় মহাকরণের রোটাভা হলে ভাষাবিভাগের অধ্যাপক দের নিয়ে সভা করেন। সেই সভায় সংস্কৃত ভাষার পক্ষ থেকে রমারঞ্জন মুখার্জী, কে.জি. গোস্বামী, হিন্দি ভাষার পক্ষ থেকে বিষ্ণুকান্তশাস্ত্রী, বাংলার পক্ষ থেকে অসিত বন্দ্যোপাধ্যায় ছিলেন। ১৯৭৫ এ এই কমিটি সিদ্ধান্ত অনুযায়ী মাধ্যমিকে অনেক গুলি ভাষার সঙ্গে যৌথ তালিকায় সংস্কৃত আবশ্যিক তৃতীয় ভাষা হিসাবে পাঠ্য হলো।

সংগঠন থেকে দাবি উঠেছিল সংস্কৃত কে যৌথ তালিকা থেকে বের করে স্বতন্ত্র ভাবে আবশ্যিক করতে হবে। মিটিং, মিছিল, আইন অমান্যের মাধ্যমে প্রতিবাদের ধারা অব্যাহত ছিল।

১৯৭৬ এর পরে Save Sanskrit & Culture Action Committee পরিবর্তিত হয়ে সংস্কৃত সংস্কৃতি সংগ্রাম সমিতি তে পরিণত হয়। নিখিল বঙ্গ সংস্কৃত সেবি সমিতি র সংগে একসাথে কাজ করতে থাকে। ১৯৭৭ সালে মন্ত্রীসভা বদল হলো। সংস্কৃতির ওপরে আবার আঘাত নেমে এলো। ১৯৭৮ সালে মাধ্যমিকে আবশ্যিক পাঠ্য তালিকা থেকে সংস্কৃত সহ সমস্ত তৃতীয় ভাষা বাতিল হলো। প্রতিবাদ চলতে লাগলো। তৎকালীন সরকার সংস্কৃত কে বৈকল্পিক করার পথে অগ্রসর হলে বিষ্ণুপদ চক্রবর্তী সাজ্জার কমিশন থেকে আরম্ভ করে ব্রিটিশ শাসন ও পরবর্তীকালের সব কাগজপত্র নিয়ে সংস্কৃত শিক্ষার সারবত্তা প্রতিবেদনে অগ্রসর হন।<sup>৪</sup> বহু চেষ্টার পর সংস্কৃত শিক্ষা বহাল রাখা হয়।

কিন্তু ১৯৮০ তে নতুন সরকার ক্ষমতায় এলে সংস্কৃত কে পাঠ্যক্রমে সম্পূর্ণ রূপে বৈকল্পিক করার চেষ্টা করা হয়। আন্দোলন চলতে থাকে। অবশেষে সপ্তম-অষ্টম শ্রেণিতে আবশ্যিক এবং নবম-দশমশ্রেণিতে ঐচ্ছিক বিষয় রূপে সংস্কৃত স্থান পায়।

অনেক চেষ্টার পরে যখন সমস্যার সুরাহা হল না, তখন সংস্কৃতশিক্ষা সেই অবহেলায় পড়ে রইলো<sup>৫</sup>।

পশ্চিমবঙ্গে সংস্কৃত শিক্ষাব্যবস্থার সামগ্রিক উন্নতি র জন্য ১৫ই জুলাই, ১৯৮১তে অধ্যাপক ভবতোষ দত্তের অধীনে একটি শিক্ষা কমিশন গঠিত হয়। এই ভবতোষ দত্ত কমিশন ১৯৮৪তে তাদের প্রতিবেদন জমা দেন। সেই প্রতিবেদনে পশ্চিমবঙ্গের সংস্কৃতশিক্ষার উন্নতি র জন্য বলা হয়<sup>৬</sup>-

১. সংস্কৃতশিক্ষাকে বিদ্যালয় স্তরে বাধ্যতামূলক করতে হবে।



২. উচ্চমাধ্যমিকস্তরে মেধাবী ও ইচ্ছুক ছাত্র -ছাত্রীদের জন্য অতিরিক্ত সংস্কৃত পাঠ্যক্রম রাখতে হবে যাতে ভবিষ্যতে বিজ্ঞান ও কারিগরী বিষয়ের তথ্যকে বাংলায় অনুবাদ করার জন্য উপযুক্ত পরিভাষা ও প্রতিশব্দ জিজ্ঞাসুরা সংগ্রহ করতে পারে।

৩. কলকাতা সংস্কৃত কলেজ কে একটি সংস্কৃত বিশ্ববিদ্যালয়ে উন্নীত করতে হবে।

৪. পশ্চিমবঙ্গের চতুষ্পাঠীগুলিতে অধ্যাপকদের জন্য নির্দিষ্ট বেতনক্রম চালু করতে হবে।

কিন্তু তৎকালীন সরকার এই প্রতিবেদনের একটি মতামত গ্রহণ করেন নি।

তবে, ১৯শে এপ্রিল, ১৯৮২তে গৌরীনাথ শাস্ত্রী কমিটি সংস্কৃত শিক্ষার বিস্তার ও উন্নয়ন করতে চেয়ে প্রতিবেদন তৈরি করে। ১৯৮৩তে এই কমিটি তাদের প্রতিবেদন জমা দেয়। রাজ্যসরকার এই সুপারিশ গুলোর অধিকাংশ গ্রহণ করেন। এরপর ১৩ই আগস্ট, ১৯৯১এ অশোক মিত্র কমিশন গঠিত হয়। অধ্যাপক মিত্র সংস্কৃত কলেজের কিছু বিশিষ্ট অধ্যাপকদের সঙ্গে আলোচনা করে যে প্রতিবেদন টি জমা দেন, তাতে সুস্পষ্ট ভাবে লেখেন <sup>৭</sup>-

১. বিদ্যালয়স্তরে অন্তত ৫০ মার্কস্ সংস্কৃত পাঠ্যক্রম বাধ্যতামূলক করতে হবে। বাংলা ভাষার ৩০০ নম্বর থেকে ৫০ নম্বর সংস্কৃত শিক্ষার পাঠ্যক্রমে দিতে হবে।

২. চতুষ্পাঠীর সামগ্রিক উন্নতি ও চতুষ্পাঠীর অধ্যাপকদের বেতন বৃদ্ধি

৩. তাঁদের জন্য বেতনক্রম নির্দিষ্ট ইত্যাদি।

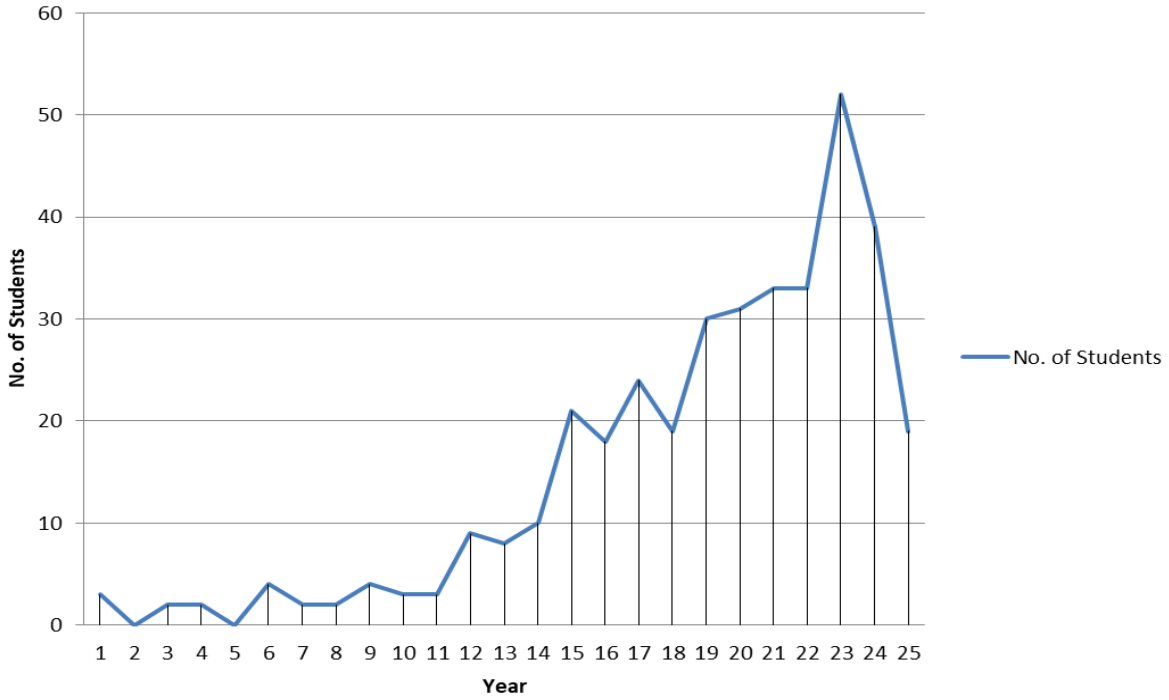
তদানীন্তন সরকার এই ব্যাপারে উৎসাহ দেখান নি।

তবে আন্দোলন, মিটিং, মিছিল এর মাধ্যমে যে আন্তরিক চেষ্টা তা একেবারেই বিফলে যায় নি। কঠিন সময়েও ফল্গুধারার মতো সংস্কৃতচর্চা চলেছিলো। বিভিন্ন মহাবিদ্যালয়ে, বিশ্ববিদ্যালয়ে অত্যন্ত কমসংখ্যক হলেও ছাত্র-ছাত্রী অধ্যয়ন করতেন। উদাহরণ হিসাবে বিবেকানন্দ কলেজ ঠাকুরপুকুর এর ১৯৯৬-২০২০ সালের মধ্যে তৃতীয় বর্ষে সফল ছাত্র-ছাত্রীদের একটি তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো <sup>৮</sup>-

বছর	ছাত্র -ছাত্রীর সংখ্যা	বছর	ছাত্র -ছাত্রীর সংখ্যা
১৯৯৬ -	৩	২০০১-	৪
১৯৯৭-	০	২০০২-	২
১৯৯৮ -	২	২০০৩-	২
১৯৯৯-	২	২০০৪-	৪
২০০০-	০	২০০৫-	৩

বছর	ছাত্র -ছাত্রীর সংখ্যা	বছর	ছাত্র -ছাত্রীর সংখ্যা
২০০৬-	৩	২০১৩-	১৯
২০০৭-	৯	২০১৪-	৩০
২০০৮-	৮	২০১৫-	৩১
২০০৯-	১০	২০১৬-	৩৩
২০১০-	২১	২০১৭-	৩৩
২০১১-	১৮	২০১৮-	৫২
২০১২-	২৪	২০১৯-	৩৯
		২০২০-	১৯

সংগৃহীত সংখ্যারাত্মিকে রৈখিক চিত্রের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়েছে -



এবার আলোচ্য সময়সীমার মধ্যে কলকাতা কেন্দ্রিক প্রতিষ্ঠানগুলোর ভূমিকা নিয়ে আলোচনা করা হবে।

সংস্কৃতশিক্ষার প্রতিষ্ঠানগুলো কে দুভাগে ভাগ করতে পারা যায় -

- সরকারি উদ্যোগে প্রতিষ্ঠিত
- বেসরকারি উদ্যোগে প্রতিষ্ঠিত

## সরকারি উদ্যোগে প্রতিষ্ঠিত

### দ্য এশিয়াটিক সোসাইটি

তৎকালীন সরকারি উদ্যোগে গড়ে ওঠা চর্চা কেন্দ্রের মধ্য এ প্রথমেই নাম উঠে আসে দ্য এশিয়াটিক সোসাইটি। ১৭৮৪ খ্রিষ্টাব্দে উইলিয়াম জোনস্ এর নেতৃত্বে তিরিশ জন উচ্চশিক্ষিত ইংরেজকে নিয়ে এশিয়াটিক সোসাইটি প্রতিষ্ঠিত হয়। সোসাইটির পৃষ্ঠপোষক ছিলেন ওয়ারেন হেস্টিংস (১৭৩২-১৮১৮ খ্রিষ্টাব্দ)। জোনস্ ছিলেন প্রথম ও আজীবন সভাপতি। ১৭৮৩ খ্রিষ্টাব্দে ইংল্যান্ডের ব্যাপটিস্ট মিশন কর্তৃক প্রেরিত হয়ে পাদরি উইলিয়াম কেরি বাংলায় আসেন এবং সোসাইটির কার্যক্রমের সঙ্গে যুক্ত হন।

সোসাইটি প্রতিষ্ঠা হবার পর প্রায় ষোলো বছর ধরে ওই প্রতিষ্ঠানকে কেন্দ্র করে সাহেবদের এদেশীয় ভাষা শিক্ষা ও শাস্ত্র চর্চা চলতে থাকে তারই সঙ্গে ছাপাখানা প্রতিষ্ঠা করে ইংরেজি ভাষায় লেখা বইপত্রের বাংলা অনুবাদ প্রকাশিত হতে থাকে, অন্যদিকে সংস্কৃত ও ভারতীয় অন্য ভাষার রচনাবলি ইংরেজি ভাষায় অনূদিত হতে থাকে। এভাবে মোটামুটি আঠারো শতকের শেষ দুই দশক এ দেশে একটি বৌদ্ধিক পরিমণ্ডল গড়ে উঠতে থাকে। ধীরে ধীরে তা জগতবিখ্যাত হয়ে ওঠে। সেই থেকে ভারততত্ত্ববিদ্যার চর্চা আজো সমান ভাবে বহমান আছে।

Journal of the Asistic society এর নিয়মিত সংখ্যাগুলো যথাযোগ্য প্রমাণ।

সোসাইটি থেকে প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভারের কয়েকটির নাম নীচে দেওয়া হলো-

১. আশ্বলায়ন শ্রীতসূত্র
২. দণ্ডক -তিলক (২০০৪)
৩. গীতগোবিন্দ ও ভারত সংস্কৃতি (২০১৯)
৪. মধ্যযুগীয় ভারতে সংস্কৃত সাহিত্য (২০১৭)
৫. বহিপুরাণ (২০১২)
৬. সর্বদর্শনসংগ্রহ (২০১৯)
৭. অথর্ববেদীয়া পৈপ্পলাদসংহিতা (২০১৭)
৮. The Rgveda Samhita (২০০৪)
৯. রসগঙ্গাধর Vol-1 (২০১৮)
১০. মনুটীকাসংগ্রহ (১৯৮৬)

১১. নীতিসার (২০০৮)

১২. তত্ত্বালোক (প্রথম থেকে দ্বাদশ আঙ্গিক) (২০১৫)

১৩. সংগীতদামোদর (২০০৯)

১৪. তারানাথ তর্কবাচস্পতির জীবনচরিত (২০১০)

১৫. দানসাগর, বল্লালসেন (২০১৯) ইত্যাদি।

এশিয়াটিক সোসাইটির সংগ্রহে দুর্লভ ও দুস্ত্রাপ্য পুঁথি রয়েছে। প্রচুর পাণ্ডুলিপি রয়েছে। সোসাইটি থেকে অনুদান নিয়ে প্রচুর গবেষক গবেষণার কাজে ব্যাপ্ত রয়েছেন। বিভিন্ন মনীষীদের নামাঙ্কিত শিক্ষাসত্র, আলোচনা সভা, স্মারক বক্তৃতার আয়োজন করা ইত্যাদি এই প্রতিষ্ঠান গুরুত্ব সহকারে পালন করে থাকে।

### সংস্কৃত কলেজ ( The Sanskrit College and University )

সরকারি উদ্যোগে ১লা জানুয়ারি ১৮২৪ সালে প্রতিষ্ঠিত হয় সংস্কৃত কলেজ। কলেজের প্রথমদিকের ইতিহাসের সঙ্গে মহেশচন্দ্র ন্যায়রত্ন ভট্টাচার্য এর নাম স্বর্ণাঙ্করে লিখিত রয়েছে। প্রাচ্যবিদ্যার প্রসার ও মূল ভাষার রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ইংরেজ শাসকেরা উদ্যোগী হয়েছিলেন। বৌবাজারের একটি ভাড়াবাড়ীতে সংস্কৃত কলেজ স্থাপিত হয়। পরে বর্তমান স্থানে স্থানান্তরিত হয়।

একদম প্রথমে সচিব ছিলেন রসময় দত্ত ও সহকারী সচিব ছিলেন রামমাণিক্য বিদ্যালঙ্কার। বেঙ্গল প্রেসিডেন্সির জনশিক্ষার উন্নয়নের জন্য ইংরেজরা সংস্কৃতশিক্ষার উন্নতির দিকে বিশেষ দৃষ্টি দিয়েছিলেন। প্রথমটায় শুধুমাত্র ব্রাহ্মণ ও বৈদ্যছাত্রদের শিক্ষার কথা বলা হয়েছিলো। সেজন্য রামমোহন রায় যথেষ্ট বিরোধিতা করেছিলেন। পরবর্তীকালে এই নিয়ম শিথিল হয়।

রামমাণিক্যের মৃত্যুর পর সহসচিবের দায়িত্ব পান ঈশ্বরচন্দ্র বিদ্যাসাগর। রসময় বাবুর মৃত্যুর পর তিনি প্রথম অধ্যক্ষ হন। ১৮৫১-৫৮ পর্যন্ত দায়িত্বভার সামলেছেন। পরবর্তীকালে অধ্যক্ষ হিসেবে যাঁরা দায়িত্ব নিয়েছিলেন, তাঁদের কয়েকজনের নাম দেওয়া হলো,

ড. ঈ. বি. কাওয়াল ১৮৫৮-৬৩

প্রসন্ন কুমার সর্বাধিকারী ১৮৬৩-৭৬

মহামহোপাধ্যায় মহেশচন্দ্র ন্যায়রত্ন ১৮৭৬-৯৫

মহামহোপাধ্যায় নীলমণি মুখোপাধ্যায় ১৮৯৫-১৯০০ প্রমুখরা।





অধ্যক্ষ ছাড়াও যেসব প্রথিতযশা পণ্ডিত ব্যক্তির এই শিক্ষাকেন্দ্রের সঙ্গে যুক্ত ছিলেন, তারা হলেন- ব্রহ্মানন্দ গুপ্ত, জয়দেব গাঙ্গুলি, প্রণব রায়, সত্যপদ ভট্টাচার্য প্রমুখ জন।

এই প্রতিষ্ঠান বেদচর্চার কেন্দ্র হিসাবে যথেষ্ট পরিচিতি লাভ করে। গৌরীনাথ শাস্ত্রী, পট্টাভিরাম শাস্ত্রীর মতো পণ্ডিত ব্যক্তির বেদ পড়িয়েছেন।

#### গৌরীনাথ শাস্ত্রী ১৯০৯-১৯৯২

বিখ্যাত বংশে জন্ম। খ্যাতনামা পণ্ডিত ও প্রখ্যাত শিক্ষাবিদ। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে প্রথম শ্রেণিতে প্রথম। এম. এ, পি. এইচ. ডি, ডি.লিট উপাধি লাভ করেন। প্রেসিডেন্সি কলেজ, ১৯৫৭ (১৯৫৭-৬৭) তে সংস্কৃত কলেজের অধ্যক্ষ হয়েছিলেন। কিরণাবলী ওখণ্ডে, ব্যোমবতী, ন্যায়কন্দলী দর্পণ প্রভৃতি গ্রন্থের রচয়িতা। তার পরবর্তীতে বিভিন্ন সময়ে যেসব বিদ্বান মানুষেরা এই কলেজের দায়িত্বভার যোগ্যতার সঙ্গে পালন করেছেন, তারা হলেন-

কালীচরণ শাস্ত্রী (১৯৬৭-৬৮)

ড. তারাশংকর ভট্টাচার্য (১৯৬৮-৬৯)

বিষ্ণুপদ ভট্টাচার্য (১৯৬৯-৮৩)

ড. দিলীপ কুমার কাঞ্জিলাল ১৯৯০ পর্যন্ত। ইত্যাদি।

২০১৬ তে সংস্কৃত কলেজ, বিশ্ববিদ্যালয়ে উন্নীত হয়। ২০১৯ থেকে টোল বিভাগের তত্ত্বাবধানে সেবিকা নাগ, লোকনাথ চক্রবর্তী, পলাশ বিশ্বাস প্রমুখেরা রয়েছেন। কাব্য, অদ্বৈত বেদান্ত ইত্যাদি বিষয়ে পঠনপাঠন আরম্ভ হয়েছে। ২০২৪এ ২০০ বছরে পদার্পণ করেছে শতাব্দী প্রাচীন প্রতিষ্ঠান। এই প্রতিষ্ঠানটির সংগ্রহশালায় প্রচুর পুঁথি রয়েছে। ১৮৫৩-৫৪ খ্রিষ্টাব্দের প্রতিবেদনে উল্লেখ আছে যে ওই সময়ে গ্রন্থাগারে সংস্কৃত পুস্তক ছাড়া ইউরোপীয় ভাষার প্রকাশনা সংগ্রহ করা হয়েছে। ১৯৪৪র একটি প্রতিবেদন থেকে জানা যায় গ্রন্থাগারে গ্রন্থের সংখ্যা ছিল ২৬৫৯২। ৪০০০ এর মতো পুঁথি ও পান্ডুলিপি ছিলো। ১লা ফেব্রুয়ারি, ২০২২ পশ্চিমবঙ্গের হেরিটেজ কমিশন সংস্কৃত কলেজ ও বিশ্ববিদ্যালয় কে Heritage এর মর্যাদা দিয়েছেন। বর্তমান উপাচার্য - ড. অনুরাধা মুখোপাধ্যায় এর সুদক্ষ পরিচালনায় প্রতিষ্ঠানটির ক্রমবর্ধমান উন্নতি লক্ষ্য করার মতো। Our Heritage -এই পত্রিকার ইতিহাস অত্যন্ত গৌরবময় এবং বহু গুণী মানুষের গবেষণালব্ধ রচনায় সমৃদ্ধ। এখনো পত্রিকা টি লোকনাথ চক্রবর্তীর তত্ত্বাবধানে স্বমহিমায় প্রকাশিত হয়।

এছাড়াও, বিজ্ঞপ্তিমাত্রতাসিদ্ধিঃ

বেদান্ত পরিভাষা

Navyanyaya Bhasapradip

ইত্যাদি গ্রন্থ প্রকাশিত হয়েছে।

কলকাতা সংস্কৃত কলেজের টোল বিভাগে (Oriental Chatuspathi) যে সব প্রাচীনস্মরণীয় ব্যক্তিত্বেরা ছিলেন, তাঁদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন-

কালীপদ তর্কাচার্য (১৮৮৮-১৯৭২)

১৯৩১ সালে কলকাতা সংস্কৃত কলেজে ন্যায়শাস্ত্রের অধ্যাপক এবং টোল বিভাগের সর্বোচ্চ পদলাভ করেন। অবসর গ্রহণের পর ঐ কলেজের মহাচার্য শ্রেণিতে অধ্যাপক পদ লাভ করেন। আমৃত্যু কাজ করে গেছেন।

বিদ্যোদয় এবং আর্যপ্রভা নামে দুটি পত্রিকায় অসংখ্য প্রবন্ধ লেখেন। সংস্কৃত পদ্যবাণী নামে ত্রৈমাসিক পত্রিকা পরিচালনা করতেন। তিনি বহু কাব্য-নাটক-মহাকাব্য লিখেছেন। রবীন্দ্রনাথ ঠাকুরের গীতাঞ্জলির সংস্কৃত অনুবাদ (গীতাঞ্জলিপ্রতিচ্ছায়া) করেন। তার রচনাবলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য-

প্রশান্তরত্নাকরম্ (বাল্মীকি), মাণবকগৌরবম্ (বেদ-পুরাণ), সত্যানুভাবম্, যোগিভক্তচরিতম্, আলোকতিমিরবৈভবম্, শৈবসামান্যম্, মন্দাক্রান্তাবৃত্তম্ ইত্যাদি।

পরবর্তী কালে যাঁদের নাম পাওয়া যায়, তারা হলেন-

শ্রী চারুকৃষ্ণ দর্শনাচার্য

শ্রী রাধাবল্লভ জ্যোতিস্তীর্থ

শ্রী নৃত্যগোপাল পঞ্চতীর্থ

শ্রী হরিপদ ভট্টাচার্য কাব্যতীর্থ ইত্যাদি।

সিদ্ধেশ্বর চট্টোপাধ্যায়, নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায় এর নাম মহাচার্য বিভাগের সঙ্গে জড়িয়ে রয়েছে।

রাজ্য সরকারের উদ্যোগে নবদ্বীপের ফরাসডাঙ্গায় মহাপ্রভু শ্রী চৈতন্য সংস্কৃত সংস্কৃতি গবেষণা কেন্দ্র নামে দ্বিতীয় শাখা প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। ২০২২ সালের নভেম্বর মাস থেকে সংস্কৃত ও বাংলা বিষয়ে স্নাতকোত্তর স্তরে শিক্ষাদান শুরু হয়েছে। আশা করা যায়, ভবিষ্যতে গবেষণামূলক কাজে প্রতিষ্ঠানটি অগ্রণী ভূমিকা পালন করবে।

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়

এই বিশ্ববিদ্যালয় প্রতিষ্ঠিত হয় ২৪শে জানুয়ারি, ১৮৫৭তে। এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগ প্রতিষ্ঠিত হয় ১৯০৭এ। ইন্ডিয়ান ইউনিভার্সিটি অ্যাক্ট ১৯০৮ যখন গৃহীত হয়, তখন বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ অনুভব করলেন,

বেশ কিছু গুরুত্বপূর্ণ কারণে সংস্কৃতে উচ্চতর শিক্ষা দেবার ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। প্রথমত, বেদশিক্ষা অত্যন্ত অবহেলিত ছিলো।

দ্বিতীয়ত, আধুনিকবৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসারে সংস্কৃতির বিভিন্ন শাখাতে সংস্কৃত শিক্ষাদান গুরুত্বপূর্ণ ছিলো।

তৃতীয়ত, গবেষণার জন্য উচ্চমানের পরিবেশ তৈরী করার প্রয়োজন ছিলো।

প্রথমদিকে এই বিভাগে শুধু বক্তৃতামালার আয়োজন করা হতো। ১৯২৬ এ আশুতোষ প্রফেসরশিপ অফ সংস্কৃত তৈরি হলো। ভগবান কুমার গোস্বামী শাস্ত্রী প্রথমে যোগদান করেন। পরবর্তীতে প্রভাতকুমার চক্রবর্তী ঐ স্থলাভিষিক্ত হন। তার আকস্মিক মৃত্যুর পর পণ্ডিত বিধুশেখর শাস্ত্রী ঐ আসন অলংকৃত করেন। ১৯৪২ এ তার অবসর গ্রহণের পর সাতকড়ি মুখার্জী যুক্ত হন। ৩১শে মে, ১৯৫৫ পর্যন্ত তিনি বিভাগের সব দায়িত্ব পালন করেন। তারপর আশুতোষ শাস্ত্রী ঐ স্থান গ্রহণ করেন। আটজন সম্পূর্ণ সময়ের এবং ছয়জন আংশিক সময়ের শিক্ষকের পাণ্ডিত্যে বিভাগটি সমৃদ্ধ হয়েছিলো। তাঁরা হলেন- সীতারাম শাস্ত্রী, ফণীভূষণ তর্কবাগীশ, চিন্ময়ী শাস্ত্রী, অনন্ত কৃষ্ণ শাস্ত্রী, শ্রীজীব ন্যায়তীর্থ, পট্টাভিরাম শাস্ত্রী, গৌরীনাথশাস্ত্রী, ভূতনাথ সপ্ততীর্থ।

পরবর্তীকালে বেদাধ্যয়নের পাশাপাশি অন্যান্য ধারার চর্চা চলতে থাকে। বিভিন্ন ইউরোপীয় পণ্ডিতেরা এই বিভাগে বিভিন্ন সময়ে পড়িয়েছেন। স্নাতকোত্তর স্তরে সাহিত্য, বেদ, স্মৃতি, মীমাংসা, বেদান্ত, সাংখ্য, যোগ, ন্যায়, বৈশেষিক, সাধারণ দর্শন, প্রাকৃত, অভিলেখ ইত্যাদি বিষয় পড়ানো হতো। এখনো এই চর্চা অব্যাহত আছে। বিভাগের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ জুড়ে অবস্থান করছে Manuscript Section। সুবিশাল ও সমৃদ্ধ এই বিভাগের কলেবর আজো বৃদ্ধি হয়ে চলেছে। এই বিশ্ববিদ্যালয় থেকে প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভারের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো -

Vedantaparibhasa-I

Vedantaparibhasa-II

Some Essays on Utilitarianism

Morality and Religion Some Reflections

নিরুক্ত (৪র্থ) (১৯৭০)

অশোক অভিলেখ (২০১৪)

বিভাগীয় গবেষণা পত্রিকায় প্রবন্ধ প্রকাশের মাধ্যমে এই বিভাগ নিজের স্বাতন্ত্র্যের পরিচয় রেখেছে। এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের অধ্যাপকদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন-

### সুখময় মুখোপাধ্যায় (১৯২৩-১৯৯৫)

পশ্চিমবঙ্গের কোচবিহার জেলার অন্তর্গত আলিপুরদুয়ারে ১৯২৩ সালে জন্মগ্রহণ করেন। পরে উত্তর চব্বিশ পরগনার সোদপুরে বসবাস করতে থাকেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে দীর্ঘদিন ধরে অধ্যাপনা করেছেন। ১৯৯৫ এ জীবনাবসান হয়। রচিত গ্রন্থের মধ্যে মেঘছায়া (মেঘদূত অবলম্বনে), কুমারছায়া (কুমারসম্ভব), কাব্যমঞ্জরী, অধ্যাত্মমঞ্জরী, প্রকীর্ত্তম্ এর নাম এক নিঃশ্বাসে উঠে আসে। তিনটি নাটক রচনা করেছেন। সেগুলি হলো-

দীনাকররাজকুমারহেমলেখম্ (১৯৭১, শেক্সপীয়ারের হ্যামলেটের সংস্কৃতানুবাদ),

কবিরূপসংবাদঃ (১৯৮২, সংস্কৃতভারতী পত্রিকা) এবং সংস্কৃতোদ্ধরণম্।

### সীতানাথ আচার্য ১৯৩৯-২০২১

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ছিলেন। ভাববিলসিতম্ ১৯৯৮, শিশুযুবদুর্দৈববিলসিতম্ ১৯৯৯, কাব্যনিবন্ধী ২০১০ ইত্যাদি কাব্যগ্রন্থের মাধ্যমে মৌলিক প্রতিভা র পরিচয় রেখেছেন। আজীবন সাহিত্যচর্চার জন্য রাষ্ট্রপতি পুরস্কার পেয়েছিলেন। ভারতবর্ষের অন্তর্গত রাজস্থানের পোখরানে হাইড্রোজেন বোমা পরীক্ষা সফল হলে আনন্দ সহকারে কবি লিখেছিলেন- বুদ্ধঃ স্ময়মানঃ। ২০২১ সালে কবির জীবনাবসান হয়।

### যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়

১৯৫৫ খ্রিষ্টাব্দে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রতিষ্ঠা হয়। সংস্কৃত বিভাগ ১৯৫৬ তে শুরু হয়। স্নাতক, স্নাতকোত্তর, গবেষণাকার্যে এই বিভাগ নিজের নাম উজ্জ্বল রেখেছে। অসীক্ষা নামের বিভাগীয় পত্রিকা র মাধ্যমে গবেষণা সম্পর্কে পাঠকসমাজ অবহিত থাকেন।

প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভার

Sri Aurobindo, The poet, Yogi and Philosopher

Ethics: An Anthology

তর্কভাষা (১ম খণ্ড)

তর্কভাষা (২য় খণ্ড)

ন্যায়দর্শনে নিগ্রহস্থান

শব্দশক্তিপ্রকাশিকা

শব্দার্থ সম্বন্ধ সমীক্ষা



## ব্যাপ্তিপঞ্চকম্

এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের অধ্যাপকদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন-

### সীতানাথ গোস্বামী

১৯৫২ খ্রিষ্টাব্দে রেকর্ড নাম্বার পেয়ে এম.এ. তে প্রথম শ্রেণিতে প্রথম স্থান অধিকার করেন। ১৯৫৬ খ্রিষ্টাব্দে লেকচারার হিসাবে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন। ১৯৬১ তে রীডার এবং ১৯৭৪ এ অধ্যাপক হন। তাঁর পাণ্ডিত্যের ছটায় সংস্কৃত বিভাগের খ্যাতিবৃদ্ধি হয়। কঠোপনিষদ তাঁর উল্লেখযোগ্য গ্রন্থ।

### রমারঞ্জন মুখোপাধ্যায় (০১.০১.১৯২৮-১৩.০৩.২০১১)

পশ্চিমবঙ্গের বীরভূম জেলার সিউডি তে অমিতারঞ্জন ও শংকরীবালাদেবীর পুত্র রূপে ড. মুখোপাধ্যায়ের জন্ম। ১৯৪৪ সালে বিদ্যাসাগর কলেজ থেকে সংস্কৃতে স্নাতক হন। স্নাতকোত্তর ডিগ্রী লাভের পর ড. সাতকডি মুখোপাধ্যায়ের অধীনে ভারতীয় নন্দনতত্ত্বে রসতত্ত্ব এই বিষয়ে পি. এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন। সারা ভারতের বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। প্রচুর পুরস্কারে সম্মানিত হয়েছিলেন। ১৯৮৯ এ UGC তাঁকে Emeritus fellow নির্বাচন করেন। ২০১০ এ পদ্মশ্রী উপাধি পান। ড. মুখোপাধ্যায়ের হাত ধরে ১৯৫৫ তে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের জয়যাত্রা শুরু হয়।

### প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভার

Harsacarita- The first Indian autobiography.

Introduction in an Indian Romance.

Suffixes-National and International. ইত্যাদি।

### বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়

১৯৬০ সালের ১৫ই জুন সুকুমার সেন (ICS) এর তত্ত্বাবধানে এই বিশ্ববিদ্যালয় প্রতিষ্ঠা হয়। রাজা উদয় চন্দ্র মহতাবের দান করা সম্পত্তির ওপর তৎকালীন মুখ্যমন্ত্রী বিধান চন্দ্র রায় এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সূচনা করেন। ১৯৬০ সালেই সংস্কৃতবিভাগের পথ চলা শুরু হয়। অন্যান্য বিশ্ববিদ্যালয়ের মতো এই বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম.এ, এম.ফিল, পি.এইচ.ডি, ডি.ফিল ইত্যাদি ডিগ্রী দেওয়া হয়। ড. পার্শ্বপ্রতিমদাস (epigraphy), ড. ভাস্করজ্যোতি ঘোষাল(literature), ড. অদিতি সরকার (Epigraphy) প্রমুখ বিশিষ্ট জনেরা বিভাগের দায়িত্বে আছেন। গৌরীনাথ শাস্ত্রী, সিদ্ধেশ্বর চট্টোপাধ্যায়, অনন্ত লাল ঠাকুর, বিষ্ণুপদ ভট্টাচার্য প্রমুখ বিদগ্ধ ব্যক্তিদেরা এই বিভাগের সঙ্গে যুক্ত ছিলেন।



প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভার

হস্তামলক

শ্রুতিসংগঠনম্ ১ম ও ২য়

বৈদিক স্বর রহস্য

বেদ-আবহমান (২০১৫)

Kalidasa's Imagery in the Meghaduta (1991)

সংস্কৃতবিভাগীয়া গবেষণা পত্রিকা প্রকাশের মাধ্যমে এই বিভাগ সংস্কৃত সাহিত্যে গবেষণার ধারা অব্যাহত রেখেছে। এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের অধ্যাপকদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন-

সিদ্ধেশ্বর চট্টোপাধ্যায় (১৯১৮-১৯৯৩)

নাট্যকার, নট, নাট্যনির্দেশক, নাট্যতত্ত্ববিদ হিসাবে তাঁর যথেষ্ট পরিচিতি ছিল। ব্রেখট কে তিনি ই সর্বপ্রথম বাংলা তথা ভারতের মঞ্চে নিয়ে আসেন। অসামান্য কাজের পুরস্কার স্বরূপ বার্লিনের ব্রেখট-গ্যালারিতে তাঁর নাম স্বর্ণাক্ষরে লিখিত আছে। পরিচালনার জন্য স্বর্ণকলসম্ পুরস্কার পান। সাগরনন্দীর নাটকলক্ষণরত্নকোষ এর ওপর গবেষণা করে পি.এইচ.ডি ডিগ্রী লাভ করেন। চারটি নাটক লিখে সংস্কৃতসাহিত্যজগতে বিশেষ স্থান লাভ করেছেন।

ধরিত্রী-পতি-নির্বাচনম্ ১৯৭১

অথ কিম্ ১৯৭৪

স্বর্গীয় -হসনম্ ১৯৭৭

ননাবিতাড়নম্ ১৯৭৪।

রবীন্দ্রভারতী বিশ্ববিদ্যালয়

১৯৬০ সালে প্রতিষ্ঠা হয়। ১৯৮৯ তে বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের (UGC) আর্থিক সহায়তায় The School of Vedic studies স্থাপিত হলেও ১৯৯০ থেকে কাজ আরম্ভ করে। School of Vedic Studies এর উদ্দেশ্য হলো বক্তৃতা, কার্যশালা প্রভৃতির আয়োজন, গবেষণা কার্যে সহায়তা, সেই সংক্রান্ত বিভিন্ন পুস্তক ও পত্রিকার প্রকাশ এবং পাণ্ডুলিপির সংরক্ষণ ইত্যাদি।



প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভার

MuktaDhara-Vartagrham (1988)

রবীন্দ্রনাথ ও সংস্কৃত চর্চা (১৯৯৯)

প্রাচীন ভারতীয় বৌদ্ধিক ঐতিহ্য : পূর্ব মীমাংসাদর্শন (২০০৭) ইত্যাদি।

এই বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের অধ্যাপকদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলেন-

তারাপদ ভট্টাচার্য (১৯২৫-

নিশিকান্ত ও ভুবনমোহিনী দেবীর পুত্ররূপে তারাপদ ভট্টাচার্য অধুনা বাংলাদেশের ঢাকা জেলার বিক্রমপুর পরাগণায় জন্মলাভ করেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম.এ. পরীক্ষায় সাংখ্যদর্শনে প্রথমবিভাগে প্রথম স্থান অধিকার করেন। প্রথমে কলকাতার চারুচন্দ্র কলেজে পরে রবীন্দ্রভারতী বিশ্ববিদ্যালয়ে কর্মজীবন অতিবাহিত করেন। দীর্ঘদিন ধরে কলকাতা বেতার কেন্দ্রের সংস্কৃত শিক্ষার আসরের পরিচালক ছিলেন। সংস্কৃত ছোটগল্পের রচনাতে নতুনত্বের সৃষ্টি করেন। তিনি কথা দ্বাদশ, শাস্ত্রী কথা, রূপে অরূপ -এই তিনটি গ্রন্থের রচয়িতা ছিলেন। কথা দ্বাদশ ১২টি সংস্কৃত ছোটগল্পের সংকলন। শৈবলী গল্পে কালো মেয়ের যন্ত্রণা কে তুলে ধরেছেন। অথ ভেজালকথা গল্পে আধুনিক সমাজের ভেজালসর্বস্বতার কথা কথোপকথনের মাধ্যমে প্রকাশ করেছেন। এছাড়াও স্ত্রী প্রহার, প্রবঞ্চনা, বিবাহ বিড়ম্বনার কথা স্থান দিয়েছেন।

সমীরণ চন্দ্র চক্রবর্তী

প্রথিতযশা লেখক ও সম্পাদক। রবীন্দ্রভারতী বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগের প্রধান ছিলেন। বহু সম্মান ও উপাধি লাভ করেছিলেন। রাষ্ট্রপতি পুরস্কারে ভূষিত হয়েছিলেন।

গোবিন্দ গোপাল মুখোপাধ্যায় (২৩.০৫.১৯১৮-২৬.০৩.২০০৯)

নদীয়া জেলার কৃষ্ণনগরে প্রাণগোপাল ও সুরবালা দেবীর পুত্ররূপে জন্মগ্রহণ করেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের বি.এ., এম. এ করার পর বেনারস হিন্দু বিশ্ববিদ্যালয় থেকে রাধাকৃষ্ণনের তত্ত্বাবধানে গবেষণা কার্য সম্পন্ন করেন। প্রথমে বেনারস হিন্দু বিশ্ববিদ্যালয়, পরে কৃষ্ণনগর গভর্নমেন্ট কলেজ, প্রেসিডেন্সি, সংস্কৃত কলেজের পরে ১৯৭৮ খ্রিষ্টাব্দে বর্তমান বিশ্ববিদ্যালয় থেকে অবসর নেন। গোলপার্ক রামকৃষ্ণমিশন, রবীন্দ্রভারতী, যাদবপুরের সঙ্গে যুক্ত ছিলেন। শ্রুতিসংগঠন ১৯৭৭, উপনিষদ তাঁর উল্লেখযোগ্য গ্রন্থ। সম্পাদনার দিক থেকে ও তাঁর অসম্ভব গুরুত্ব রয়েছে। যেমন-

Govindagopal Mukhopadhyaya and Gopikamohan Bhattacharya, A Tri-Lingual Dictionary, Lexico no.1, Kolkata, Sanskrit College, 1966



এই সময়কালের মধ্যে নারীরা সংস্কৃতচর্চায় এগিয়ে আসেন। সমসাময়িক সাহিত্য ক্ষেত্রে পুরুষদের পাশাপাশি তাঁরাও স্বীয় প্রতিভার স্বাক্ষর রাখেন।

• রমা চৌধুরী (০৮.১২.১৯১১-২০.০৩.১৯৯১)

আধুনিক সংস্কৃতনাট্য আন্দোলনের পুরোধা এই নাট্যব্যক্তিত্ব কলকাতার বিখ্যাত বংশে জন্মগ্রহণ করেন। প্রথম ভারতীয় মহিলা যিনি অক্সফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি. এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন। লেডি ব্র্যাবোর্ন কলেজের প্রথমে অধ্যাপিকা, পরে অধ্যক্ষ হয়েছিলেন। তারও পরে রবীন্দ্রভারতী বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য হয়েছিলেন। রয়েল এশিয়াটিক সোসাইটি অফ বেঙ্গল থেকে প্রথম মহিলা ফেলোর সম্মান লাভ করেন। বহু মূল্যবান নাটক, প্রবন্ধ ইত্যাদি রচনা করেছেন।

• সুকুমারী ভট্টাচার্য (১৯২১-২০১৪)

লেডি ব্র্যাবোর্ন কলেজ ও যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপিকা ছিলেন। ১৯৮৬ তে যাদবপুর থেকেই অবসর গ্রহণ করেন। বেশ কয়েকটি গ্রন্থ রচনা করেছেন। যেমন-

১. প্রাচীন ভারত : সমাজ ও সাহিত্য ১৯৮৮,

২. বেদের সংশয় ও নাস্তিক্য ২০০০

৩. Women and society in ancient India ১৯৯৪

৪. The Indian Theogony ১৯৭০

বেলাদেবী (১৯১৯-?)

ব্রহ্মচারিণী বেলাদেবী নামেই তিনি সমধিক পরিচিত ছিলেন। আদ্যাপীঠের বালিকাশ্রমের অধ্যক্ষা ছিলেন। তাঁর লিখিত তিনটি একাক্ষী নাটক হলো-

নচিকেতশ্চরিতম্ - ১৯৭৬ সালে কঠোপনিষদের নচিকেতা আখ্যান অবলম্বন করে নাটকটি রচিত হয়।

মহীয়সী গার্গী- ১৯৭৬ সালে নাটকটি রচিত হয়। সম্পূর্ণ নাটকে তো বটেই, এমনকি ভরতবাক্যে ভারতীয় নারীর মহিমার স্তুতি করা হয়েছে।

বিরাড্ গৃহম্- ১৯৭৬ সালে রচিত এই নাটক। মহাভারতের বিরাট পর্বে পাণ্ডবদের অজ্ঞাতবাসের অন্তিমপর্ব, আত্মপ্রকাশ, উত্তরা-অভিমন্যুর বিবাহ এই নাটকের প্রতিপাদ্য। অঙ্কের পরিবর্তে ছয়টি দৃশ্যে নাটকটি উপস্থাপিত হয়েছে।

### গৌরী ধর্মপাল (১৯৩১- ২০১৪)

১৯৩১ সালের ২৫শে আগস্ট কলকাতায় গৌরী দেবীর জন্ম। ছদ্মনাম নিয়ে ছিলেন উমাদেবী সূর্য। লেডি ব্রবোর্ন কলেজের বিভাগীয় প্রধানা ছিলেন। ঐ কলেজ থেকে অবসর নিয়ে ছিলেন। ১৫টি বই তাঁর সারস্বতচর্চা র সাক্ষ্য বহন করছে। বৈদিক মন্ত্রগুলির ভূমিকা ও ভাষ্য সহ অনুবাদ, শিশুপাঠ্য, ধ্রুপদী সংস্কৃত সাহিত্যের কিছু বই, আধুনিক বিষয়ের ওপর লিখিত ছোটোগল্প (তডিদ্বিরতি), নাটক (জননী) ইত্যাদি। শিশুকাব্যরচনা করে তিনি শিশু সাহিত্য সংসদ পুরস্কার (১৯৮৫), শিরোমণি পুরস্কার (১৯৮৫) লাভ করেন। উল্লেখযোগ্য গ্রন্থ গুলি হলো-

বেদের ভাষা ও ছন্দ (২০০৩)

বেদ-আবহমান (২০১৫)

জননী (সংস্কৃত নাটক)

মিলনতীর্থভারতম্

পুরনোতুন বৈদিক দেবীরা ইত্যাদি।

এছাড়াও শিশুসাহিত্যিক হিসাবে তার যথেষ্ট সুনাম ছিলো। সাম্প্রতিককালে লালমাটি প্রকাশনা থেকে গৌরীধর্মপাল সমগ্র দুই খন্ডে প্রকাশিত হয়েছে। শিশুসাহিত্যই তার প্রতিপাদ্য। তৃতীয় খন্ডে সংস্কৃত ভাষার চর্চা দেখা গেছে। ২০১৪ র ২৯শে অক্টোবর তার জীবনাবসান হয়।

### • ঋতা চট্টোপাধ্যায় (১৯৫২- ২০২২)

১৯৫২ সালে উত্তর কলকাতার হাতিবাগানে অধ্যাপিকা ঋতা চট্টোপাধ্যায়ের জন্ম। বেথুন কলেজ থেকে সংস্কৃত অনার্স, কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম.এ. ও পি. এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন। কর্মজীবনের প্রারম্ভে প্রথমে উইমেন্স কলেজ ক্যালকাটা (১৯৮০-১৯৯৫), পরে রবীন্দ্রভারতী বিশ্ববিদ্যালয় (১৯৯৫-২০০২), পরিশেষে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয় (২০০২-২০১৭) থেকে অবসর গ্রহণ করেন। যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগে UGC র এমরিটাস্ ফেলো (২০১৭-২০১৯) র নির্বাচিত হয়েছিলেন।

গ্রিফিথ মেমোরিয়াল প্রাইজ (১৯৮১), মাইসোরের সি আই আই এল্ ফেলো (১৯৯৭-৯৮), কোরিয়ার পস্কে কর্তৃক সম্মানিত (২০০৮-০৯) এবং UGC র এমরিটাস্ ফেলো (২০১৭-২০১৯) ইত্যাদি বহু সম্মানের অধিকারী হয়েছিলেন। পশ্চিমবঙ্গপ্রদেশে আধুনিক সংস্কৃত চর্চার পথপ্রদর্শক। অসংখ্য গ্রন্থের রচয়িতা ড চট্টোপাধ্যায়।

উল্লেখ যোগ্য গ্রন্থগুলির মধ্যে

20th Century Sanskrit Literature (A glimpse into Tradition and Innovation), Sanskrit Sahitya Parishat and Sanskrit Pustak Bhandar, Kolkata, 2008.

Siddheswar Chattopadhyay (buroda) [1918-1993, Vol, 1 and 2 ,First edition 2017, Sanskrit Pustak Bhandar.

Modern Sanskrit Dramas of Bengal (20th Century A.D.), Calcutta, 1992.

মহামহোপাধ্যায় হরিন্দাস সিদ্ধান্তবাগীশের সারস্বত সাধনা, সংস্কৃত সাহিত্য পরিষৎ এবং সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার ২০১৩

পণ্ডিত শ্রীজীব ন্যায়তীর্থ (১৮৯৩-১৯৯২) এর সারস্বত সাধনা, ১৪১১

বাঙালী মনীষা- শতবর্ষের আলোকে, সম্পাদিত, সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০১৮

আধুনিক সংস্কৃত সাহিত্য (১৯১০-২০১০) : ছোটোগল্প ও নাটক, প্রথেসিভ পাবলিশার্স, ২০১২

সীতানাথ আচার্য : কবি ও প্রাবন্ধিক, সংস্কৃত বুক ডিপো, ২০০৮

শতবর্ষে কবি নিত্যানন্দ (১৯২৩-২০০৮), সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০২১

বিদুষী বঙ্গনারী রমা চৌধুরী, সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০২১

জীবনের শেষপ্রান্তে উপনীত হয়ে তিনি Convergence নামে একটি কেন্দ্র গঠন করেন। Convergence কথাটি এসেছে converge এই ক্রিয়াপদ থেকে, যার অর্থ হল: একই বিন্দু বা কেন্দ্রে আসা। তাই বিভিন্ন ভাবনার মিলনকেন্দ্র হল 'convergence'। মূলত শিক্ষাদান, সমাজকল্যাণ এবং সংস্কৃতি চর্চা হল কনভারজেন্স প্রতিষ্ঠানের কর্মকান্ডের অঙ্গ। শিক্ষার অঙ্গনে থাকছে ভারততত্ত্বের চর্চা, নানান বিষয়ের আলোচনা, বক্তৃতা, বিজ্ঞান-বিষয়ক আলোচনা, বিভিন্ন ধর্মের বিভিন্ন আচার অনুষ্ঠানের ব্যাখ্যা, বিভিন্ন ভাষা শিক্ষাদান ইত্যাদি।

#### • কল্লিকা মুখোপাধ্যায় (১৯৩৯-

বিশ্বভারতী র অধ্যাপিকা ছিলেন। মম্মটের কাব্যপ্রকাশের অনুবাদ করেন। প্রাচীন সংস্কৃত নাট্যে সংগীত তাঁর উল্লেখযোগ্য রচনা।

রত্না বসু, দীপ্তি বিশ্বাস, সঞ্জয়মিত্রা সেনগুপ্ত তিনজন অসাধারণ প্রতিভাময়ী নারী কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের সংস্কৃত বিভাগে অধ্যাপনা করেছিলেন।

#### • রত্না বসু (১৯৫১-

জীবনে র প্রারম্ভে বিবেকানন্দ কলেজ, ঠাকুরপুকুরে অধ্যাপনা করেছিলেন। পরে জার্মানি তে গিয়ে গবেষণা করে ফিরে আসেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন।



প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভার

ভাষাবিজ্ঞান ও সংস্কৃত ভাষা, ১৯৭৭

ছন্দসাং ছন্দগতি:, ২০১৭

Aspects of Manuscriptology, সম্পাদনা রত্না বসু।

Buddhist Literary Heritage in India: Text and Context, ২০০৭ ইত্যাদি।

• শান্তি বন্দ্যোপাধ্যায়

যোগমায়া দেবী কলেজ ও পরবর্তীকালে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। সম্পাদিত গ্রন্থের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো-

ভাস প্রণীত স্বপ্নবাসবদন্তম্, ১৪০২, বৈদিকযুগের যাগযজ্ঞ, ১৩৯৫

• শুক্লা সেন

ভিক্টোরিয়া ইনস্টিটিউশনের অধ্যাপিকা ছিলেন। সম্পাদিত গ্রন্থের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো শ্রীতপাঠ, পঞ্চতন্ত্রম্, ২০২১।

• দেবার্চনা সরকার (১৯৫৮-

যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। ১৯৭৭এ স্নাতক, ১৯৭৯ তে স্নাতকোত্তর, ১৯৯৩ এ পি. এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন।

অভিলেখ (Inscription) নিয়ে গবেষণা করা তার অত্যন্ত পছন্দ। বহু কৃতী গবেষকের শোধকার্যের মার্গদর্শক ছিলেন তিনি। প্রকাশিত রচনাসম্ভারের মধ্যে উল্লেখযোগ্য -

নিত্যকালের তুই পুরাতন, ২০১৩

ভারতীয় অভিলেখ ও প্রত্নলিপি একটি সংক্ষিপ্ত সমীক্ষা, ২০১৯

A Dictionary of Technical Terms in Kautilya's Arthashastra, ২০০৫

Ancient Indian Geography in Buddhist Literature, ২০০৩।

পার্বতী চক্রবর্তী, সুতপা ভট্টাচার্য প্রমুখ বিদুষী নারীরা ব্যাকরণ শাস্ত্র চর্চায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছেন।

• সুতপা ভট্টাচার্য লঘু সিদ্ধান্ত কৌমুদী, বৈয়াকরণ সিদ্ধান্ত কৌমুদীর কারক প্রকরণ গ্রন্থে স্থায়ী প্রতিভার পরিচয় রেখেছেন।

•মৌ দাশগুপ্ত (কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়) ইন্দিরাচ্যাটার্জী (রবীন্দ্রভারতবিশ্ববিদ্যালয়) প্রমুখেরা সংস্কৃতচর্চার ধারা অব্যাহত রেখেছেন। সাম্প্রতিক কালে বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয় (১৯৮১), উত্তরবঙ্গ বিশ্ববিদ্যালয় (North Bengal University) এর সংস্কৃত বিভাগের সূত্রপাত (২০০৩ এ, Jalpaigudi Campus এ) রামকৃষ্ণমিশনবিবেকানন্দ এডুকেশনাল অ্যান্ড রিসার্চ ইনস্টিটিউট [Ramakrishna Mission Vivekananda Educational and Research Institute] (RKMVERI ২০০৫), ডায়মন্ডহারবারউইমেসইউনিভার্সিটি (২০১৩) West Bengal State University ( ২০০৮) ইত্যাদি প্রতিষ্ঠিত হয়। আলোচ্য সময়সীমার মধ্যে পাণিহাটি মহাবিদ্যালয়(১৯৭৬), বজবজ কলেজ ও মহেশতলা কলেজ (১৯৭১), স্যার গুরুদাস মহাবিদ্যালয় (২০১৪), সিস্টার নিবেদিতা গভর্নমেন্ট জেনারেল ডিগ্রী কলেজ ফর গার্লস্ (২০১৫), ডক্টর বি.আর. আম্বেদকর শতবার্ষিকী মহাবিদ্যালয় (২০০৫) ইত্যাদি প্রতিষ্ঠানের শুভ সূচনা ঘটে।

### বঙ্গীয় সংস্কৃত শিক্ষা পরিষদ

পশ্চিমবঙ্গ সরকারের শিক্ষা অধিদপ্তরের অধীনে এই বিভাগ টি প্রতিষ্ঠা হয়। ঐতিহ্যবাহী বিষয়ের পরীক্ষার নিয়ামক রূপে এই প্রতিষ্ঠানটি কাজ করতে থাকে। পরীক্ষা শেষে সফল ছাত্রদের আদ্য, মধ্য, তীর্থ উপাধি ইত্যাদি দেবার দায়িত্ব এই প্রতিষ্ঠানের ওপর ন্যস্ত হয়। সংস্কৃত ভাষা চর্চা করার জন্য পশ্চিমবঙ্গের প্রায় ৬০০টি টোলের দায়িত্ব ছিল। যতীন্দ্র বিমল চৌধুরীর নাম এ বিষয়ে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। ১৯৪৯-১৯৬৪ পর্যন্ত তিনি এই পরিষদের সচিব ছিলেন। তার মৃত্যুর পরে বিশিষ্ট জনেরা যেমন- নারায়ণচন্দ্রভট্টাচার্য এই পরিষদের দায়িত্বভার সামলেছেন। বর্তমানে ছাত্রের অভাবে টোলগুলো অস্তিত্ব সংকটে ভুগছে। বেশিরভাগ টোল বন্ধ হয়ে গেছে। নামগুলো জনশ্রুতি মাত্র রয়েছে।

বর্তমানে টোল থেকে প্রাপ্ত ডিগ্রীধারী ছাত্রেরা যথোচিত সন্মান পাচ্ছিলেন না। পরে অবশ্য পশ্চিমবঙ্গ সরকারের হস্তক্ষেপে সেই সমস্যা দূরীভূত হয়েছে।

### বেসরকারি উদ্যোগে প্রতিষ্ঠিত

#### সংস্কৃতসাহিত্যপরিষদ

বেসরকারি উদ্যোগে প্রতিষ্ঠিত উল্লেখযোগ্য প্রতিষ্ঠান সংস্কৃতসাহিত্যপরিষদ। ১৯১৬ খ্রিষ্টাব্দে (১৩২৩ বঙ্গাব্দে) প্রতিষ্ঠিত এই গ্রন্থাগারের উদ্দেশ্য হল সংস্কৃত শিক্ষা এবং গবেষণার প্রসারের জন্য সংস্কৃত ও ভারততত্ত্বের সঙ্গে সম্পর্কিত গ্রন্থসম্পদের যথাসম্ভব সংগ্রহ, রক্ষণাবেক্ষণ করা এবং গবেষক তথা বইপিপাসুদের তৃপ্ত করা। সংস্কৃত সাহিত্য পরিষদের কার্যাবলী মূলত যেভাবে পরিচালিত হয়-

গ্রন্থাগার, টোল, পুঁথি, গবেষণা, পুস্তক-প্রকাশনা, পরিষদ পত্রিকা, কার্যালয়, সাংস্কৃতিক বিভাগ।

কেন্দ্রীয় মানব সম্পদ উন্নয়নের অন্তর্গত রাষ্ট্রীয় সংস্কৃত সংস্থান এই প্রতিষ্ঠানকে প্রয়োজন মতো আর্থিক অনুদান এবং নানাভাবে সহায়তা করে থাকে। এছাড়াও পশ্চিমবঙ্গরাজ্যসরকারের ভূয়সী প্রশংসা করতে হয়। সংস্কৃতসাহিত্যপরিষৎপত্রিকার মাধ্যমে সমাজ গঠন ও শাস্ত্রীয় বিষয় প্রচারের কাজ অদ্যাবধি প্রচলিত রয়েছে।

প্রকাশিত পুস্তকের তালিকা নিম্নরূপ-

1. Contribution of the Traditional Pandits of Bengal. (2012)
2. A Dictionary of Sanskrit -English Technical Terms, Vol-1, Mathematics. (2011)
3. 20th Century Sanskrit Literature. (2008)
4. মেঘদূত উৎসবে ও মননে
5. কথাদ্বাদশ (২০০৪)
6. Science and Technology in Ancient India
7. A Descriptive Catalogue of Sanskrit Manuscripts In The Sanskrit Sahityo Parishat Kolkata (2004), Sanskrit Sahitya Parishat Series No.62
8. ধরিত্রীপতিনির্বাচনম্ ইত্যাদি।

যাঁদের কঠোর পরিশ্রমের ওপর ভিত্তি করে এই গ্রন্থাগার আজ প্রতিষ্ঠানে পরিণত হয়েছে, তাঁদের মধ্যে অন্যতম হলেন-

দীননাথ ত্রিপাঠী (১৯১৪-২০১৯)

পূর্বাশ্রমের নাম দীননাথ। বিভিন্ন শাস্ত্রে টোলের পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হয়ে নবতীর্থ হন। তিনি রবীন্দ্রভারতী থেকে D.Lit, রাষ্ট্রপতি জাতীয় আচার্য ইত্যাদি উপাধি লাভ করেন। পণ্ডিত মানুষ টি আদ্যাপীঠ বালকাশ্রমেই জীবনের উপান্তে অতিবাহিত করেছিলেন। ২০১৪ র ২১শে জুন পশ্চিমবঙ্গ সরকার তাকে মহামহোপাধ্যায় উপাধি দেন। কলকাতা সংস্কৃত কলেজ, আদ্যাপীঠ বালকাশ্রম চতুষ্পাঠী, রামকৃষ্ণমিশন বিবেকানন্দ বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। প্রচুর গ্রন্থ রচনা, সম্পাদনা, অনুবাদ করেন। রচনাগুলি হলো- বিবেকচূড়ামণি, বেদান্তসার, তত্ত্ব চিন্তামণি, ঈশোপনিষদ, কঠোপনিষদ ইত্যাদি।

সমসাময়িক সংস্কৃত সাধকদের মধ্যে যাঁর নাম আনন্দের সঙ্গে গ্রহণ করা হয়, তিনি হলেন-

বীরেন্দ্র কুমার ভট্টাচার্য (১৯১৭-১৯৮২)

দর্শনশাস্ত্রের অধ্যাপক ছিলেন। সরকারি প্রশাসনিক দায়িত্ব সামলিয়েছেন। ১৯৪৯ এ ডি. লিট উপাধি পান। পরিষৎ এর সাথে আজীবন যুক্ত ছিলেন। তাঁর রচনা সম্ভার বিষয় বৈচিত্র্যের দিক থেকে অভিনবত্বের দাবী রাখে। তিনিই প্রথম যিনি সংস্কৃতে কলাপিকা ১৯৬৯ নামে চতুর্দশপদী কবিতা লিখেছিলেন। গীতগোবিন্দম্ ১৯৭৪-গীতিনাটকটি এর ওপরে দ্বাদশশতকে লিখিত গীতগোবিন্দের ছায়া রয়েছে। এই নাটকে গৌরঙ্গের কথা, তাঁর জীবনের গুরুত্বপূর্ণ মুহূর্তগুলি আলোচিত হয়েছে।

সিদ্ধার্থচরিতম্ ১৯৭০- সিদ্ধার্থ (গৌতমবুদ্ধ) এর জীবনকাহিনীর ওপর ভিত্তি করে এই নাটক লিখিত।

বেষ্টনব্যায়োগ ১৯৭১- সমাজের বেকারত্বের মূল সমস্যা র ওপর আলোকপাত করেছেন। শিক্ষা, শিল্প ক্ষেত্রে নিজেদের দাবী আদায়ের জন্য ঘেরাও করে রাখার কর্মসূচি গ্রহণ করতো। তাঁদের প্রাপ্তি-অপ্রাপ্তির কথা এই নাটকে স্থান পেয়েছে। সেই সঙ্গে সামাজিক সমস্যা সুন্দর ভাবে বর্ণিত হয়েছে।

শাদূলশকটম্ -রাষ্ট্রীয় পরিবহন সংস্থার কর্মচারীদের কথা লেখক এই নাটকটিতে তুলে ধরেছেন।

লক্ষণব্যায়োগঃ- নকশাল আন্দোলনের ওপর ভিত্তি করে নাটক টি লিখিত।

শরণার্থিসংবাদঃ ১৯৭২- পূর্ব পাকিস্তান (বর্তমান বাংলাদেশ ) এবং পশ্চিম পাকিস্তানের যুদ্ধ, যুদ্ধে ভারতের ভূমিকা, স্বাধীন বাংলাদেশের জন্ম ইত্যাদি এই নাটকে বর্ণিত হয়েছে। পূর্ব পাকিস্তান থেকে শরণার্থীরা ভারতবর্ষে এসেছিলো। তাদের মধ্যে নানা ধর্মাবলম্বী মানুষ ছিলো। তাদের কথোপকথনের মাধ্যমে নাটকটি অগ্রসর হয়েছে।

### হাওড়া সংস্কৃত সাহিত্যসমাজ

ব্যক্তিগত প্রচেষ্টায় তৈরী হয় হাওড়া সংস্কৃত সাহিত্যসমাজ। ২৭শ ভাদ্র ১৩৪৪ বঙ্গাব্দ কোরারবাগানচতুষ্পাঠীতে প্রিয়নাথ সাংখ্যতীর্থের সভাপতিত্বে এবং রামগোপাল মুখোপাধ্যায়ের আহ্বানে একটি সভা হয়। সেখানে হাওড়া-কলকাতা শহরের অনেক অধ্যাপক উপস্থিত ছিলেন। সেই সভায় সিদ্ধান্ত হয়, সংস্কৃত সাহিত্য সমাজ নামে একটি সভা প্রতিষ্ঠা হবে। প্রতিষ্ঠানের সভাপতি হিসাবে মহামহোপাধ্যায় কালীপদ তর্কচর্চা, যুগ্ম সম্পাদক রূপে বিজয়ানাথ মুখোপাধ্যায়, কাশীপতি সান্যাল, সহকারী সম্পাদক হিসাবে নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায়, কোষাধ্যক্ষ হিসাবে গিরিজানাথ মুখোপাধ্যায় এঁদের নাম গৃহীত হয়।

পরবর্তীতে হাওড়া সংস্কৃত সমাজ নামে আরেকটি প্রতিষ্ঠান এর সঙ্গে যুক্ত হয়। কারণ উপযুক্ত চালকের অভাবে প্রতিষ্ঠানটি রুগ্ন দশা প্রাপ্ত হয়েছিল। দুই প্রতিষ্ঠান একত্রিত হয়ে হাওড়া সংস্কৃত সাহিত্য সমাজের জন্ম হয়।

প্রকাশনা -

১. সম্পত্তিসমর্পণম্ (১৩৮৫ বঙ্গাব্দ)

২. রবীন্দ্র: চিন্তাসংকলনম্ ১৪১৯/২০১২



৩. বামাচরণবৈভবম্ ১৪১৬

৪. দৃশ্যকাব্যসংকলনম্ (প্রথমভাগ)

৫. সংস্কৃত-মৌলিক-রবীন্দ্র-নাটক-সংকলনম্ (১৪২৮)

৬. নাটক-সংগ্রহঃ ১, ১৪১৪

৭. নাটক-সংগ্রহঃ ২, ২০২০

এই প্রতিষ্ঠান থেকে প্রকাশিত সমাজভারতী -পত্রিকার মাধ্যমে সাধারণের মধ্যে শাস্ত্রীয় বিষয় প্রচারের কাজ অব্যাহত রয়েছে। বর্তমানে online ও offline দুভাবে প্রকাশনার কাজ চলছে।

প্রতিষ্ঠানে নিয়মিত সংস্কৃত নাটক অভিনীত হয়। শাস্ত্রচর্চা, কবিসম্মেলন, মেঘদূত উৎসব, বার্ষিক সংস্কৃত প্রতিযোগিতা, বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের সিলেবাস অনুযায়ী ন্যায়-ব্যাকরণ-কাব্য-পৌরহিত্য ইত্যাদি বিষয়ে বিদগ্ধব্যক্তিদের বক্তৃতা, শিক্ষাসত্রের আয়োজন ইত্যাদি কাজ প্রতিনিয়ত চলে। বিনা অর্থে দরিদ্র ছাত্রদের অল্প বস্ত্র বাসস্থানের ব্যবস্থা করা, সমাজ ভবনে নিত্যপূজো, দরিদ্র নারায়ণসেবা, গ্রন্থ প্রকাশনা, সাধারণের মধ্যে সরল সংস্কৃতির প্রচার করা হাওড়াসংস্কৃতসাহিত্যসমাজের অন্যতম মুখ্য উদ্দেশ্য। কিছু কিছু ক্ষেত্রে সরকারি সাহায্য পাওয়া গেলেও বেশিরভাগ ক্ষেত্রে দান, পুস্তক বিক্রি ইত্যাদি র মাধ্যমে সংগৃহীত অর্থের দ্বারা কাজ চলতে থাকে।

নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায় (১৯২৩-২০০৮)<sup>10</sup>

অধুনা বাংলাদেশের যশোরে ১৯২৩ সালে নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায়ের জন্ম। পিতা রামগোপাল মুখোপাধ্যায়, মাতা দীনতারিণী দেবী। কাব্য, দর্শন, স্মৃতি, পুরাণ ইত্যাদি বিষয়ে তাঁর স্বচ্ছন্দ বিচরণ ছিলো। তবুও তাঁর প্রিয় বিষয় ছিলো স্মৃতি। সরকারি নিয়মে তিনি মুক্তবোধ ব্যাকরণের অধ্যাপক ছিলেন। তিনি প্রথম জীবনে কোরারবাগান চতুষ্পাঠীর শিক্ষক ছিলেন। পরে নবদ্বীপ কলেজ, কলিকাতা সংস্কৃত কলেজের মহাচার্য বিভাগে অধ্যাপনা করেছিলেন। ১১৫টি সংস্কৃত নাটক, ১১টি মহাকাব্য, শতাধিক সংস্কৃত কবিতা, প্রবন্ধ ইত্যাদির রচয়িতা ছিলেন। সংস্কৃতির প্রচার, প্রসার তাঁর লক্ষ্য ছিলো। ১৯৯৪ সালে রাষ্ট্রপতি পুরস্কারে ভূষিত হয়েছিলেন।

শুধুমাত্র অধ্যয়ন, অধ্যাপনা নয়, ব্যানার্জি বংশের কুলো পুরোহিত ছিলেন। নিত্য পূজার্চনা, দীক্ষা দান করতেন। সামাজিক কাজে দিকদর্শন করতেন। সাধারণ মানুষের কাছে প্রকৃত অভিভাবকের মতো ছিলেন। গ্রামবাংলায় পুষ্করিণী খননের মতো জনকল্যাণ মূলক কাজে শিষ্যদের উপদেশ দিতেন। শিষ্যরা, ছাত্ররা আজো তাঁকে সশ্রদ্ধ চিন্তে স্মরণ, মনন করেন।

সমাজের প্রাণপুরুষ নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায়ের জন্মশতবার্ষিকী পালিত হতে চলেছে। সেজন্য প্রতিষ্ঠানের পক্ষ থেকে প্রচুর অনুষ্ঠানের আয়োজন করা হচ্ছে।

## প্রাচ্যবাণী

ব্যক্তিগত উদ্যোগে গঠিত অপর একটি সংস্থা প্রাচ্যবাণী। যতীন্দ্রবিমলচৌধুরী (০২/০১/১৯০৯-১০/০৭/১৯৬৪) ও রমাচৌধুরীর(০৮.১২.১৯১১-২০.০৩.১৯৯১) স্বপ্নের প্রতিষ্ঠান। ১৯৪৩ সালের অক্টোবর মাসে প্রাচ্যবাণী মন্দির প্রতিষ্ঠা হয়। সংস্কৃতের ও পালির প্রচার ও প্রসার ছিল প্রধান উদ্দেশ্য। ভারতীয় আদর্শের কথা দেশে-বিদেশে পৌঁছে দেবার সংকল্প গ্রহণ করেছিলো। অতুল গুপ্ত, মহামহোপাধ্যায় যোগেন্দ্রনাথ তর্কতীর্থ, সাতকড়ি মুখার্জী, বি.বি.দত্ত, নলিনীরঞ্জন সেনগুপ্ত প্রভৃতি বিশিষ্ট ব্যক্তিত্বেরা এই সংস্থার সঙ্গে যুক্ত ছিলেন। পঞ্চাশ - ষাটের দশকে সংস্কৃত নাটক অভিনয় ও মঞ্চস্থ (২০টি র ও বেশি) করার পাশাপাশি বিভিন্ন গ্রন্থ প্রকাশনার(১৫০ এর বেশি) কাজ চলতে থাকে। প্রাচ্যবাণী নামে একটি ত্রৈমাসিক পত্রিকা প্রকাশিত হতো। প্রকাশনা ছাড়াও প্রাচ্যবাণী মহিলা মহাবিদ্যালয়, প্রাচ্যবাণী ভাষণ পরিষৎ, প্রাচ্যবাণী সংগীত নাট্য পরিষৎ ইত্যাদি বিভাগ কার্যকরী ছিলো। উল্লেখযোগ্য প্রকাশিত নাটকগুলি হলো-

যুগজীবন ১৯৭০ - শ্রীরামকৃষ্ণের লীলা ও সাধনা অবলম্বনে লেখা হয়েছে।

নিবেদিতনিবেদিতম্ ১৯৭৯- নিবেদিতার জীবন ও সাধনা নিয়ে লেখা হয়েছে।

শঙ্করশঙ্করম্ ১৯৭২ - শঙ্করাচার্যের আধ্যাত্মিক জীবন ও কর্মকাণ্ড মূল প্রতিপাদ্য।

মেঘমেদুরমেদিনীম্ ১৯৭২- মহাকবি কালিদাসের মেঘদূত অবলম্বনে লিখিত।

কবিকুলকোকিলম্ ১৯৭০- কালিদাসের জীবন নিয়ে লিখিত।

দেশদীপম্ ১৯৭০ ইত্যাদি। নিজের স্বামী কে উপজীব্য করে নাটক লিখেছেন - যতীন্দ্রযতীন্দ্রম্।

যতীন্দ্রবিমলচৌধুরীর লেখা প্রায় ২৭ টি নাটকের মধ্যে উল্লেখযোগ্য - সুভাষসুভাষম্ ( সুভাষচন্দ্রবোস কে নিয়ে লেখা ), দেশবন্ধুদেশপ্রিয়ম্ (চিত্তরঞ্জনদাশকে নিয়ে লেখা ), ভারতরাজেন্দ্রম্ (রাজেন্দ্রপ্রসাদের জীবন নিয়ে লেখা), মহিমময়ভারতম্ (দেশের সেচ ব্যবস্থা ও নদীমাতৃকতা), ভারতলক্ষ্মীনাটকম্ (ঝাঁসীর রাণী লক্ষ্মীবাই এর জীবন ও কর্ম), ভাস্করোদয়ম্ , ভারতভাস্করম্ ও ভুবনভাস্করম্ (রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর), জাতীয়সংহতি, স্বপ্নরঘুবংশম্ ইত্যাদি। বর্তমানে এই সংস্থা র কাজ কর্ম প্রায় শুদ্ধ।

## শ্রীসত্যানন্দ মহাপীঠ

শ্রীসত্যানন্দ মহাপীঠ (১৯৯২) নামে দক্ষিণ কলকাতার যাদবপুরে একটি প্রতিষ্ঠান গড়ে ওঠে অর্চনাপুরীর উদ্যোগে। ঠাকুর সত্যানন্দ (১৯০২-১৯৬৯) সংস্কৃত অনুরাগী ছিলেন। প্রতিষ্ঠানের উদ্দেশ্য ছিল -

সাধারণের মধ্যে সরলসংস্কৃতের প্রচারের মাধ্যমে সংস্কৃতের প্রতি সুপ্ত অনুরাগের পুনর্জাগরণ এবং তার উত্তরোত্তর শ্রীবৃদ্ধি করা।



সরল সংস্কৃত ভাষার দ্বারা হিন্দুধর্ম ও সংস্কৃতির প্রচার এবং উচ্চতর মূল্যবোধের জাগরণ তথা দিব্যজীবনচর্চার দিকনির্দেশ।

এই উদ্দেশ্য কে বাস্তবায়িত করতে সম্ভাষণ শিবির, কবি সম্মেলন, পণ্ডিত সম্মর্ধনা, গ্রন্থ প্রকাশনা র কাজ চলছে। মৃগানন্দ, হীরানন্দ, চন্দ্রগুপ্ত বর্ণেকরের মত পণ্ডিত মানুষেরা এই প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ ভাবে যুক্ত ছিলেন।

### রামকৃষ্ণ মঠ ও মিশন

Indological studies বা ভারততত্ত্ববিদ্যারচর্চা র জন্য রামকৃষ্ণ মঠ ও মিশনের সবিশেষ ভূমিকা রয়েছে। **The Ramkrishna Mission Institute of Culture** (গোলপার্ক রামকৃষ্ণ মিশন) সেই ভূমিকা অত্যন্ত যত্নের সঙ্গে পালন করছে। এই প্রতিষ্ঠানটির প্রাতিষ্ঠানিক উদ্বোধন হয় ১৯৩৮-এর ২৯শে জানুয়ারি অ্যালবার্টহল এর তিনতলার একটি কক্ষে। তারপর থেকে নিরবধি কাজ করে চলেছে। এর লক্ষ্য হলো মানবজাতিকে বিশ্বজনীন সাংস্কৃতিক ও আধ্যাত্মিক ভিত্তির ওপর প্রতিষ্ঠিত করা এবং নতুন করে ব্যক্তিত্বের বিকাশ করা, প্রত্যেক মানুষকে অন্তর্নিহিত দেবত্ব সম্পর্কে অবহিত করা, তাদের যথাযথ ও সম্যক জ্ঞান দ্বারা সমৃদ্ধ করা ও বিশ্বশান্তি প্রতিষ্ঠা করা, প্রকৃত আন্তর্জাতিকতাবাদ এবং বাস্তবিকভাবে প্রকৃত সংস্কৃতি র জন্য নিয়োজিত করা।

### কার্য ও পরিকল্পনা

Classes and study circle,  
Lecture,  
Library and reading room,  
Students home,  
Cultural relations,  
Publications, Journal,  
Research works,  
Cultural conference,  
Museum and art gallery,  
Exhibition and Demonstrations,  
Oriental department,  
Guest house,  
Training of youths.

স্বামী নিত্যস্বরূপানন্দের অবসর গ্রহণের পর মহারাজ লোকেশ্বরানন্দ (১৯০৯-১৯৯৮) প্রতিষ্ঠানের দায়িত্ব গ্রহণ করেন। ১৯৩৯এ সংস্কৃত চতুষ্পাঠী খোলা হয়। ১৯৬২ তে তা school of studies এর অংশ হয়ে ওঠে। school of language র প্রসার ঘটে। বর্তমানে বাংলা, হিন্দি, ইংরেজি, সংস্কৃত ভাষার পাশাপাশি বিভিন্ন বিদেশী ভাষাচর্চার ব্যবস্থা আছে। ১৯৯১ খ্রিষ্টাব্দে ভারততত্ত্ব বিষয়ক শিক্ষা ও গবেষণা র ওপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়। সেজন্য Board of studies and research গঠিত হয়। সুনীতি বাবু, রমা চৌধুরীর মতো বিদ্বানরা সদস্য পদ অলংকৃত করেছেন। সেই থেকে উন্নতির ধারা অব্যাহত আছে।

প্রকাশিত গ্রন্থাবলী ছান্দোগ্য, মাদ্ভুক্য, শ্বেতাশ্বতর, তৈত্তিরীয়, কঠ, মুন্ডক, প্রশ্ন, কেন, ঙ্গশ উপনিষদ

বিবেকচূড়ামণি

বেদগ্রন্থমালা : ঋগ্বেদ সংহিতা

প্রপঞ্চসারতন্ত্রম্

ঐতরেয় আরণ্যক

সামবেদ

শতপথ ব্রাহ্মণ ইত্যাদি।

### বেদ বিদ্যালয়

স্বামী বিবেকানন্দের ঐকান্তিক ও ঐশী ইচ্ছায় ১৯৯৩ এর আগস্ট মাসে গঙ্গার তীরে বেলুড়মঠের পুণ্যভূমিতে বিবেকানন্দ বেদ বিদ্যালয়ের সূচনা হয়। বেদ ও সংস্কৃত শিক্ষার অন্যতম বিখ্যাত প্রতিষ্ঠান হিসাবে সুনাম অর্জন করেছে। বৈদিকশিক্ষা যুবসমাজের মধ্যে প্রচার করা এর উদ্দেশ্য ছিলো। ছাত্ররা এখানে সম্পূর্ণ ভাবে আবাসিক। প্রাচীন ভারতের গুরুগৃহের রীতি মেনে শুধুমাত্র ছাত্রদের শিক্ষা দেওয়া হয়। গ্রন্থাগারে ৩৩৮৯ টি বই ও ৪টি সাময়িক পত্রিকা আছে। দক্ষ শিক্ষকদের মাধ্যমে সম্পূর্ণ সংস্কৃত ভাষায় কথোপকথন, শুদ্ধ ভাবে লেখা, ভাষা সম্পর্কে সম্পূর্ণ জ্ঞান, বেদমন্ত্রউচ্চারণ ও বেদাঙ্গের প্রাথমিক ধারণা দেওয়া হয়। ২৬শে ডিসেম্বর, ২০২১ নতুন ভবনের দ্বারোদ্বাটন করেন বেলুড় মঠ ও মিশনের সজ্জাধ্যক্ষ স্মরণানন্দজী মহারাজ। একাদশ ও দ্বাদশ শ্রেণিতে বেদও সংস্কৃত পাশাপাশি ইংরেজি ও কম্পিউটার শিক্ষা দেওয়া।

### শ্রী শ্রী সীতারামদাস ওস্কারনাথসংস্কৃতশিক্ষাসংসদ

এই প্রতিষ্ঠানটি শ্রী শ্রী সীতারামদাস ওস্কারনাথ এর পবিত্র আশীর্বাদ নিয়ে ১৯৮৬ খ্রিষ্টাব্দে যাত্রা শুরু করেছিলো। শ্রী শ্রী সীতারামদাস ওস্কারনাথের জীবন ব্যাপী উদ্দেশ্য ছিল বৈদিক সংস্কৃতি কে বিশ্বের সকল মানুষের মধ্যে সর্বত্র প্রসারিত করা। সেই কথাকে স্মরণে রেখে সংসদ বিভিন্ন অনুষ্ঠানের কর্মসূচি গ্রহণ করেছে। পশ্চিমবঙ্গে



বেশ কিছু বেদবিদ্যালয় স্থাপিত হয়েছে যেখানে পণ্ডিত ও গবেষকরা ছাত্রদের মধ্যে এই ঐতিহ্যবাহী বৈদিক ধর্মের প্রচার ও প্রসারের জন্য চেষ্টা করছেন। ভারতীয় সংস্কৃতি র সঙ্গে সঙ্গতি রেখে বিশিষ্ট ব্যক্তির চিন্তা-ভাবনা সমৃদ্ধ বক্তৃতা দান করছেন। সংসদ সফল ভাবে বেশ কিছু অধিবেশনের আয়োজন করেছে যেখানে ভারতের বিভিন্ন প্রান্ত থেকে শাস্ত্রজ্ঞ ব্যক্তিবর্গেরা এসে মিলিত হয়েছেন। সংসদের কিছু সীমাবদ্ধতা থাকলে উদ্যম রয়েছে পরিপূর্ণ। বৈদিক চিন্তার অনুরণনের পাশাপাশি বিশ্বজীবনে তার প্রতিধ্বনি ধ্বনিত হওয়ার মতো সুন্দর ও ভাবগম্ভীর পরিবেশ তৈরী করতে সমর্থ হয়েছে। প্রকাশিত গ্রন্থসম্ভারের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো -

শ্রীমদ্ভাগবতম্ বাংলা অনুবাদ সহ

প্রভাত সূর্যের দেশে, পুরানো সেই দিনের কথা

বৈষ্ণব সৃষ্টি সমীক্ষা

শান্ত পদাবলী ও শক্তিদর্শন

The Art of life

Anthology of Sanskrit Poetics

Glimpses of Indian Civilization

Some aspects of Ancient Indian Political, Legal and Social Thoughts

সুরভারতী প্রচার পরিষদ

পশ্চিমবঙ্গে সংস্কৃত নাটক অভিনয়ের ধারা কে সঞ্জীবিত রাখতে এই নাট্যগোষ্ঠীর ভূমিকা অনস্বীকার্য। এই নাট্যদলের পরিচালক শ্রী শান্তিনাথ ঘোষ কলকাতা, ভারতের অন্যান্য শহরে যেমন উজ্জয়িনী, এমনকি দেশের বাইরে ইউরোপের সুইজারল্যান্ডে নাটক অভিনয় করে প্রভূত যশ লাভ করেছেন।

সংস্কৃতভারতী, দক্ষিণবঙ্গ (২৭, বিধান সরণি, কলকাতা -০৬)

বাড়িতে বসে পত্রাচারের মাধ্যমে সরল সংস্কৃত শিক্ষার জন্য এই সংস্থা কাজ করে। আন্তর্জাল মাধ্যমে বিভিন্ন পণ্ডিত ব্যক্তিদের বক্তৃতা, সংস্কৃতদিবস পালন ইত্যাদি কাজ করে থাকে।

এছাড়াও NET, SET, SSC ইত্যাদি পরীক্ষা য় সাফল্য অর্জন করার জন্য শাস্ত্রিক, BSSEI(বেলুড়, হাওড়া) ইত্যাদি সংস্থা সাহায্য করে।

## ভারতী চতুষ্পাঠী<sup>11</sup>

কলকাতা থেকে বেশ কিছু টা দূরে অবস্থিত নবদ্বীপ ছিল অতীতে সংস্কৃত চর্চার পীঠস্থান। চৈতন্যধাম হিসাবে পরিচিত থাকলে ও নবদ্বীপের সংস্কৃত তথা ভারততত্ত্ব চর্চার খ্যাতি বিশ্বজোড়া। "Oxford of Bengal" বা বাংলা (মতান্তরে প্রাচ্যের) র অক্সফোর্ড -এই জগতজোড়া খ্যাতি নবদ্বীপের সারস্বত সাধনার গুরুত্ব কে দ্যোতিত করেছে। তার ই উৎকৃষ্ট উদাহরণ এই ভারতী চতুষ্পাঠী সংস্কৃত মহাবিদ্যালয়। তার অনিবার্ণ দীপশিখাটি প্রজ্জ্বলিত রাখার পবিত্র কর্তব্যটি সম্পাদন করার চেষ্টা চলেছে। প্রয়াত পণ্ডিত রাজেন্দ্র চন্দ্র তর্কতীর্থ প্রতিষ্ঠিত স্নাতকোত্তর উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠান "ভারতী চতুষ্পাঠী সংস্কৃত মহাবিদ্যালয়" (স্থাপিত ১৯৯৪ ইং) কেন্দ্রীয় সংস্কৃত মহাবিদ্যালয়ের অনুমোদনাধীন একটি প্রতিষ্ঠান। আমপুলিয়া পাড়ায় অবস্থিত এই প্রতিষ্ঠানের রজতজয়ন্তী বর্ষ অতিক্রান্ত। এই প্রতিষ্ঠান সূচনা লগ্ন থেকেই স্থানাভাব ও পরিকাঠামোগত সমস্যায় জর্জরিত। নিদারুণ অর্থকৃচ্ছতা সত্ত্বেও শিক্ষক, শিক্ষাকর্মী ও পরিচালন সমিতির মহতী আত্মত্যাগ ও নিষ্ঠার ফলে এই শিক্ষাসংগ্রামের কর্মপরিধি ক্রমবর্ধমান। সম্প্রতি নবদ্বীপের সংস্কৃতানুশীলনের এই সুমহান ঐতিহ্যটিকে যথোচিত মর্যাদায় প্রতিষ্ঠিত করতে নবদ্বীপ পৌরসভা মহাবিদ্যালয়কে গঙ্গাতীরবর্তী মনিপুর ঘাট সংলগ্ন এলাকায় দুই বিঘা জমি দান করেছে। মহাবিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ এই জমিতে মহাবিদ্যালয়ের দ্বিতীয় প্রাঙ্গণ স্থাপন, প্রতিষ্ঠাতা পণ্ডিত রাজেন্দ্রচন্দ্র তর্কতীর্থ নামাঙ্কিত ভবন নির্মাণ ও একটি আন্তর্জাতিক মানের 'চৈতন্য চর্চা কেন্দ্র' স্থাপনের পরিকল্পনা গ্রহণ করেছে। সরকারি-বেসরকারি সব আর্থিক প্রতিষ্ঠানের কাছেই আর্থিক সাহায্য কামনা করা হচ্ছে। (সংগৃহীত)

## ভট্টপল্লী (ভাটপাড়া)<sup>12</sup>

পরাদীন ভারতে বাংলার অক্সফোর্ড ভাটপাড়া ছিল সংস্কৃত চর্চা র তীর্থস্থান। ভাটপাড়ার ইতিহাস সংস্কৃত শিক্ষা চর্চার কেন্দ্রস্থল হিসাবে বিশেষভাবে বিখ্যাত হয়ে আছে। সাধারণ পাঠ্যপুস্তকে হয়তো একটি স্থান ব্যতীত কিছু নয়। কিন্তু এই ভাটপাড়া দ্বিতীয় নবদ্বীপ নামে বিখ্যাত হয়ে থাকবে সংস্কৃত চর্চার ইতিহাসে। নবদ্বীপে সংস্কৃত চর্চার অনুকরণ না করেও এবং সর্বভারতীয় কোন যোগসূত্র না পেয়েও ভাটপাড়ার মানুষ স্বাধীনভাবে ও নিজস্ব ভঙ্গিতে শত বছর ধরে স্থায়ী বৈশিষ্ট্যে সংস্কৃত ভাষার চর্চা করে গেছেন। কেউ কেউ বলেন সংস্কৃতে ভাটপাড়া নিজস্ব মৌলিকতা অবদানও বেশ উল্লেখ্য। রাখালদাস ন্যায়রত্ন, শিবচন্দ্র সার্বভৌম প্রমুখরা যেমন ছাত্রসংসদী লব্ধকীর্তি হয়ে সার্থকনামা অধ্যাপক হয়েছিলেন, তেমনি তাঁদের গবেষণাপ্রসূত মৌলিক গ্রন্থও ছিল। এসবের উল্লেখ বাশিষ্ঠবংশ পরিচয় - এ পাওয়া যায়। উক্ত মহামহোপাধ্যায় পণ্ডিতবৃন্দ ন্যায়ের এক একজন দিকপাল ছিলেন। কলকাতার যে সমস্ত সংস্কৃত অধ্যাপক স্মৃতিপথে চির স্মরণীয় হয়ে আছেন, তাঁরা হলেন - কালিপদ তর্কচাৰ্য, তারানাথ তর্কতীর্থ প্রমুখ পণ্ডিতেরা। এঁরা টোলে দ্বাদশবর্ষাধিক পঠন করে তবে দেশখ্যাত খ্যাত হয়েছিলেন। সেই রকম হলধর তর্কচূড়ামণি, মধুসূদন স্মৃতিরত্ন, ঋষিকেশ শাস্ত্রী, চন্দ্রনাথ বিদ্যারত্ন, পঞ্চগনন তর্করত্ন প্রমুখ স্মরণীয় এবং বরণীয় পণ্ডিতেরা বহু বহু পুস্তক রচনা করে গেছেন। অর্থাভাবে অনেক গুলি হয়তো

ছাপা হয়নি, কিন্তু বাংলায় সংস্কৃতভাষা চর্চায় সেগুলো বিশেষ সহায়ক গ্রন্থ, এ খবর হয়তো অনেকেই জানেন না। ভাটপাড়ায় পাশ্চাত্য বৈদিক শ্রেণীর ব্রাহ্মণরা অধ্যয়ন অধ্যাপনাকে জীবনের ব্রত হিসাবে গ্রহণ করা এখানে বহু চতুষ্পাঠী গড়ে উঠেছিল। হালদার বংশের পরমানন্দ হালদার ১৬৬০ থেকে ৭০ খ্রিস্টাব্দ নাগাদ যশোরে ধূলিপুর গ্রাম থেকে বশিষ্ঠ গোত্রীয় নারায়ণ ঠাকুরকে ভাট পাড়ায় বাস করার জন্য গঙ্গাতীরে জমি দান করেছিলেন। এখানে নারায়ণ ঠাকুর স্থায়ীভাবে বাস না করলেও তারপরও চন্দ্রশেখর বাচস্পতি ভাটপাড়ায় বসবাস শুরু করেন এবং তিনি ভাটপাড়ায় প্রথম চতুষ্পাঠী খোলেন। এরপরে ঘরে ঘরে চতুষ্পাঠী গড়ে ওঠে, এতে পাঠদান করতে থাকেন সার্বভৌম, তর্কবাগীশ, তর্কসিদ্ধান্ত, বিদ্যাবাচস্পতি প্রভৃতি উপাধিধারী পণ্ডিতেরা। বাবুপাড়ায় রায়রা এসেও চতুষ্পাঠী খোলেন পণ্ডিত বৈকুণ্ঠ বিহারী রায় কর্তৃক পরিচালিত টোলের নাম ছিল কুসুমকুমারী। (সংগৃহীত)

এ প্রসঙ্গে কয়েক টি টোলের নাম প্রণিধানযোগ্য - ভাটপাড়া টোল, ভাটপাড়া সংস্কৃত কলেজ, ভাটপাড়া সংস্কৃত টোল, শীতলা টোল ইত্যাদি।

ভাটপাড়ার সারস্বত সাধনার সঙ্গে যার নাম ওতপ্রোতভাবে জড়িয়ে আছে, তিনি হলেন শ্রীজীব ন্যায়তীর্থ (১৮৯৩-১৯৯২)। ভাটপাড়া সংস্কৃত কলেজের অধ্যক্ষ ছিলেন। ১৮৯৩ সালের ২৬শে জানুয়ারি পণ্ডিত পঞ্চানন তর্করত্নের পুত্র রূপে তাঁর জন্ম। সংস্কৃত ভাষার সব শাখাতেই ছিল অসাধারণ পাণ্ডিত্য। কলিকাতা ও বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে সম্মানীয় ডি. লিট. ডিগ্রী দিয়েছিলেন। রাষ্ট্রপতি পুরস্কার এবং দেশিকোত্তম (বিশ্বভারতী), মহাকবি (হাওড়া সংস্কৃত সাহিত্য সমাজ), মহামহোপাধ্যায় (কাশী সম্পূর্ণানন্দ বিশ্ববিদ্যালয়) ইত্যাদি উপাধি তাঁর অনন্য সাধারণ পাণ্ডিত্যের স্বীকৃতি। তিনি একাধিক মহাকাব্য, নাটক, প্রহসন, গীতিকাব্য লিখেছেন। কয়েকটির নাম উল্লেখ করা হলো-

স্বাতন্ত্র্যসন্ধিক্ষণম্ - ভারতবর্ষের স্বাধীনতার পূর্বে কিভাবে ভেদনীতি প্রয়োগ করে ভারতকে দ্বিখণ্ডিত করা হয়েছিলো এবং হিন্দু-মুসলমানের মধ্যে কিভাবে বিভেদ সৃষ্টি করা হয়েছিলো ইত্যাদি বিষয় লেখক এই প্রহসনে তুলে ধরেছেন।

সাম্যসাগরকল্লোলম্ - নকশাল আন্দোলনের প্রেক্ষাপটে রূপকটি রচিত।

শতবার্ষিকম্ - কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের শতবার্ষিকী উৎসব উপলক্ষ্যে শ্রীজীব এটি রচনা করেছেন।

চন্দ্রভান্ডবম্ - দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের ভয়াবহতা কে বর্ণনা করা হয়েছে।

সিন্ধুসৌবীরসংগ্রামম্ - কাশ্মীর সমস্যা, পুরুষরমণীয়ম্ - পুরুষের রমণীয়ত্ব লাভ, চিপটকচর্চণম্ - কৃপণ স্বভাব, বিবাহবিডম্ - বৃদ্ধের বিবাহ প্রীতি ইত্যাদি<sup>13</sup> নিয়ে লেখক রূপকগুলো লিখেছেন।



## গ্রন্থাগারগুলোর ভূমিকা

সমাজগঠনে, জনমানসে জ্ঞান বিতরণে গ্রন্থাগার গুলোর ভূমিকা অনস্বীকার্য। মাত্র কয়েকটির নাম উল্লেখ করা হলো -

জনসাধারণের গ্রন্থাগার/পাবলিক লাইব্রেরী

জাতীয় গ্রন্থাগার/ ন্যাশানাল লাইব্রেরী

কলকাতা পাবলিক লাইব্রেরী

কোমলগর পাবলিক লাইব্রেরী ও ফ্রি রিডিং রুম

তালতলা পাবলিক লাইব্রেরী

বাগবাজার রিডিং পাবলিক লাইব্রেরী

বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষৎ ইত্যাদি।

১৯৭০ থেকে ২০২০-এই পঞ্চাশ বছর কলকাতার সংস্কৃতচর্চার ইতিহাসে বেশ গুরুত্বপূর্ণ। সংস্কৃতির জন্য তৎকালীন শাসকগোষ্ঠীর বৈরী মনোভাব, আন্দোলন, টোল ভিত্তিক শিক্ষা র পাশাপাশি বিদ্যালয় শিক্ষার অগ্রগতি এবং টোল শিক্ষা র জনপ্রিয়তা হ্রাস, বিভিন্ন কমিশন/ কমিটির প্রস্তাব, মৃতভাষার তত্ত্বা প্রাপ্তি ইত্যাদি ঘটনা সংক্ষেপে বর্ণিত হয়েছে।

এই সংকট কে সামনে রেখে সমসাময়িক ইতিহাস কে নথিভুক্ত করতে এবং প্রতিবাদ জানানোর উদ্দেশ্যে অনেক পণ্ডিতেরা সংস্কৃত ভাষায় নাটক, কবিতা ইত্যাদি লিখেছেন। যেমন - নিত্যানন্দ মুখোপাধ্যায় মাতৃহননম্ এবং জননীশ্রাদ্ধবাসরম্ লিখেছেন। সিদ্ধেশ্বর চট্টোপাধ্যায়ের নিবেদন ননাবিতাড়নম্। দীপক ঘোষ সুরবাঙ্ঘিলাপঃ কবিতার মধ্যে দিয়ে খেদোক্তি প্রকাশ করেছেন। রচনাগুলি সমসাময়িক সমাজের দর্পণ হিসাবে গণ্য হয়েছে। এই সময়কালের মধ্যে সংস্কৃত কে সাধারণের জীবনের সঙ্গে যোগ করার চেষ্টা চালানো হয়েছে। এখানে গৌরী ধর্মপালের উদ্যোগ নিঃসন্দেহে ধন্যবাদার্থ। পুরনোতুন বৈদিকপদ্ধতির মাধ্যমে তিনি নিঃশব্দে সামাজিক বিপ্লব ঘটিয়েছেন। বর্তমানে তা জনপ্রিয় হয়েছে।

১৯৬৭ সালের ১৪ই ডিসেম্বরে গৌরী ধর্মপাল ও গৌতম ধর্মপালের বিয়েতে আচার্য্য ছিলেন বেদজ্ঞ অনিবার্ণ ও নারায়ণী দেবী। এর পরেই গৌরী ঋক্ বেদের বিবাহ সূক্তের ছন্দোবদ্ধ বাংলা করার গুরুত্ব উপলব্ধি করলেন। যাঁর করা সেই বাংলা মন্ত্র এখন পুরোনোতুন বৈদিক পদ্ধতিতে বিয়েতে বরবধু আনন্দের সঙ্গে উচ্চারণ করে। সঙ্গে থাকে রবীন্দ্রনাথ এর গান বা রবিসাম। পরবর্তীকালে যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের ইংরেজি বিভাগের অধ্যাপিকা সতী মুখোপাধ্যায় সেই মন্ত্রগুলোর ইংরেজি অনুবাদ করেন। এখানে কন্যাদান ইত্যাদি প্রচলিত প্রথা অপ্রয়োজনীয়



মনে করা হচ্ছে। সিঁদুরদানের ক্ষেত্রে ও কিছুটা ভিন্নমত পোষণ করা হচ্ছে। ইদানীং পৌরহিত্যের ব্যাপারেও পরিবর্তন এসেছে। পুরুষের একচেটিয়া আধিপত্য ভেদ করে মহিলা পুরোহিতেরা ( রোহিনী ধর্মপাল, নন্দিনী ভৌমিক, মৌ দাশগুপ্ত প্রমুখেরা বিবাহ , শ্রাদ্ধ, গৃহপ্রবেশ এমনকি দুর্গাপূজো ইত্যাদির কাজ করছেন। এখানে প্রাচীন ও আধুনিক ভাবনা মিলে মিশে একাকার হয়ে গেছে। গোঁড়ামি মুক্ত এমন সমাজ তাই আমাদের সকলের কাম্য।

### গবেষণা জগতে সংস্কৃত

সংস্কৃত ও সহযোগীবিষয়নির্ভর উচ্চতর গবেষণা খুবই তাৎপর্যপূর্ণ ও প্রশংসনীয়। সংস্কৃত ভাষার সঙ্গে ভারতীয় দর্শনশাস্ত্র, শিক্ষাবিজ্ঞান, প্রাচীন ভারতীয় ইতিহাস ও সংস্কৃতি এবং প্রত্নতত্ত্ব—এই সহযোগী বিষয়গুলি গবেষণার দিক উন্মোচন করে। কলকাতা ও মুম্বই Asiatic Society; Indian Museum; National Museum; Oriental Research Institute (ORI)– Baroda, Mysore, Chennai, Trivandrum; Bhandarkar Oriental Research Institute (BORI) Pune প্রভৃতি স্বশাসিত (autonomous) এই গবেষণাকার্য সম্পন্ন হয়—নির্দিষ্ট বৃত্তি (Fellowship)-র মাধ্যমে। এছাড়াও Indian Council for Cultural Research (ICCR); Indian Council for Historical Research (ICHR); Indian Council for Social Science and Research (ICSSR) প্রভৃতি পরিষদ থেকেও বিশেষ গবেষণাবৃত্তি (Research Fellowship)-র দ্বারা এই ধরনের সংশ্লিষ্ট গবেষণাকার্য অনুষ্ঠিত হয়।

### অভিনব গবেষণাকার্য ও সংস্কৃত

সংস্কৃত ভাষায় তথা শাস্ত্রে পারদর্শিতা থাকলে গবেষণার একটি অভিনব দিক কয়েক দশক আগেই উন্মোচিত হয়েছে, তা হল পুঁথিবিদ্যা। ভারতবর্ষে প্রাপ্ত অধিকাংশ পুঁথিই সংস্কৃত ভাষায় লেখা। প্রাচীন ঐতিহ্য তথা শাস্ত্র পরম্পরাকে বাঁচিয়ে রাখে পুঁথি —পুঁথিবিদ্যা—সমীক্ষাত্মক সংস্করণ। সেই সংস্করণের কাজে পুরোধা হিসেবে সংস্কৃতির শিক্ষার্থীই অবস্থান করেন। রাষ্ট্রীয় পাণ্ডুলিপি মিশন (National Mission for Manuscript), ইন্দিরা গান্ধী রাষ্ট্রীয় কলা কেন্দ্র (Indira Gandhi National Centre for the Arts)—এই স্বশাসিত সংস্থাগুলি থেকে পুঁথিবিদ্যার ওপর উচ্চতর গবেষণাকার্য সম্পন্ন করা যায়।

এ প্রসঙ্গে উল্লেখ্য যে শুধুমাত্র ভারতীয় বিশ্ববিদ্যালয় তথা স্বশাসিত সংস্থাই নয়; বিদেশের বিশেষ করে ইউরোপের ফ্রান্স, জার্মানি, ইতালি এবং আমেরিকার বেশ কয়েকটি বিশ্ববিদ্যালয়েও পুঁথিবিদ্যা তথা সমীক্ষাত্মক সংস্করণ (Text-Critical Edition)-এর গবেষণাকার্য সম্পন্ন হয়। প্রতিবছর ভারতীয় নাট্যকলার উৎকর্ষতা বৃদ্ধির জন্য যে নানা ধরনের কার্যধারার সূচনা করে, তাতেও সংস্কৃত জানা—কাব্যশাস্ত্রের তথা নাট্যশাস্ত্রের অভিজ্ঞ ব্যক্তিত্বের প্রয়োজন যথেষ্ট উল্লেখের দাবি রাখে।

## গ্রন্থপঞ্জি-

উনিশ শতকের বাংলা। সম্পাদনা: অলোক রায়, গৌতম চৌধুরী। কলকাতা ; পারুল, ২০২১ (তৃতীয় পুনর্মুদ্রণ, প্রথম সংস্করণ ২০১১)।

কাজীলাল, দিলীপ কুমার। সংস্কৃত কলেজের পাঁচ দশক। কলকাতা; সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০১০।

ঘোষাল, বনবিহারী। অর্বাচীন (আধুনিক) সংস্কৃত সাহিত্যের ইতিহাস : ১৮০১-২০২০(কাব্য, উপন্যাস, ছোটগল্প, নাটক, প্রবন্ধ)। কলকাতা; পারুল প্রকাশনী ২০২১।

চট্টোপাধ্যায়, ঋতা। শতবর্ষে কবি নিত্যানন্দ (১৯২৩-২০০৮)। কলকাতা; সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০২১।

-----,-----। বিদুষী বঙ্গনারী রমা চৌধুরী। কলকাতা; সংস্কৃত পুস্তক ভান্ডার, ২০২১।

চিরন্তনে পঁচাত্তর (১৯৩৮-২০১৩)। সম্পাদনা: সুপর্ণানন্দ স্বামী | কলকাতা ,, রামকৃষ্ণ মিশন ইনস্টিটিউট অফ কালচার, ২০১৬।

রাঢ়ী, কান্তিচন্দ্র। নবদ্বীপ-মহিমা। সম্পাদনা: যজ্ঞেশ্বর চৌধুরী। নবদ্বীপ; নবদ্বীপ পুরাতত্ত্ব পরিষদ, ২০১১ (দ্বিতীয় সংস্করণের পরিবর্তিত সংস্করণ, প্রথম প্রকাশ ১২৯১)।

রায়, শিপ্রা। আধুনিক সংস্কৃত সাহিত্যের সংক্ষিপ্ত ইতিবৃত্ত। কলকাতা; সংস্কৃত বুক ডিপো, ২০১৭।

Contribution of The Traditional Pandits Of Bengal, Towards Growth, Nourishment And Development of Sanskrit Studies. Part-1, General Editor: Manabendu Banerjee, Editor: Karuna sindhu Das: Kolkata; Sanskrit Sahitya Parishat, 2012.

Calcutta The Living City. Vol.1: The Past: Editor Sumanta Chaudhuri. Calcutta; Oxford University Press, 1990.

Sixty years of Sanskrit Studies (Vol. 1): Ed. Radhaballabh Tripathi, 2012.

Mishra, Gopal Chandra. Some Aspects of Sanskrit Literary Criticism. Kolkata; Sanskrit Pustak Bhandar, 2012.

## Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## Data availability statement

Not applicable



## তথ্যসূত্র

- 1 ইংরাজ রাজত্বে সংস্কৃত শিক্ষা / নবদ্বীপ-মহিমা/পৃ: ১৯৪
2. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Education\\_in\\_West\\_Bengal](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Education_in_West_Bengal)
3. পৃ ১৩০,-১৩১, Contributions of the Traditional Pandits of Bengal
4. পৃ-৭১, ৭২। সংস্কৃত কলেজের পাঁচ দশক
5. As interviewed by the interviewer :

Interview:

Name – Dr. Debabrata Mukhopadhyay

Age – 67years

Educational Qualification – M.A., Ph.D, B.Ed, PGDip. Ed, Kavya – Smrititirtha(Gold Medallist)Occupation – Retired H.S. Teacher

Special Designation – Ex Member of executive council, Asiatic Society, Secretary, Howrah Sanskrit Sahitya Samaj ; Secretary, Sri Sri Mahakal Jiu Debottar Estate ( Bhotbagan Math); Vice president ,Nikhil Banga Samskrita Sevi Samiti ; Ex Secretary& Ex President ( State Committee ) , S.T.E. A(s). Secretary, Sanskrit Sahitya Parisad

Economic Status – Middle Class

Address – Howrah Sanskrit Sahitya Samaj, P14, Biblabi Harendra Ghosh Sarani, Howrah

Date – 5th August 2017

Place – Howrah

Interviewer – Abhishek Das

6. পৃ- ১৬৬। সংস্কৃত কলেজের পাঁচ দশক
7. পৃ ১৬৬-১৬৭। সংস্কৃত কলেজের পাঁচ দশক
8. বিবেকানন্দ কলেজ ঠাকুরপুকুর এর সৌজন্যে প্রাপ্ত। রেকর্ডবুক থেকে সংগৃহীত।

9.

<https://www.caluniv.ac.in/academic/Sanskrit.html#:~:text=The%20department%20at%20first%20consisted,Prabhat%20Kumar%20Chakraborty%20MA%20PhD>।

<sup>10</sup> পৃ ১৭২, পরিশিষ্ট-ক।

<sup>11</sup><https://www.facebook.com/100011404935743/posts/1786524968404317/>

<sup>12</sup><https://www.facebook.com/108469694751156/posts/115979874000138/>

<sup>13</sup> শ্রীজীব ন্যায়তীর্থের সারস্বত সাধনা, ঋতা চট্টোপাধ্যায়

#### NEWSPAPER:

নিজস্ব সংবাদদাতা, রাজ্যে কয়েকশত সংস্কৃত শিক্ষকের পদ বিলুপ্ত হচ্ছে, সংস্কৃত-সংস্কৃতি-কথা, ৩০শে জুলাই, ১৯৯৭, পৃষ্ঠা ১।

নিজস্ব সংবাদদাতা, অশোক মিত্র কমিশনের সংস্কৃত বিষয়ক সুপারিশ কি কার্যকরী হবে, সংস্কৃত-সংস্কৃতি-কথা, ৩০শে আগস্ট, ১৯৯৭, পৃষ্ঠা ১।

নিজস্ব সংবাদদাতা, প্রতিষ্ঠান পরিচিতিনিখিল বঙ্গ সংস্কৃত সেবি সমিতি, সংস্কৃত-সংস্কৃতি-কথা, ৩০শে ডিসেম্বর, ১৯৯৭, পৃষ্ঠা ৩।

এই গবেষণা পত্রটি বিবেকানন্দ কলেজ ঠাকুরপুকুর এর Reaserch and Development Cell এর অর্থানুকূল্যে লিখিত।

#### Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.

## মেছো-মন, মতাদর্শীয়-মন, না মধ্যবিত্ত-মন— এক ব্যক্তিগত উৎসুকতা

লালু মাইতি\*

গবেষক, রামকৃষ্ণ মিশন বিদ্যামন্দির, বেলুড়, Howrah 711202, West Bengal, India.

### সারসংক্ষেপ:

বাংলা সাহিত্যের এক উজ্জ্বল কথাকার জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী। বর্তমান নিবন্ধে তাঁর একটি নির্বাচিত গল্পের ব্যক্তিগত পাঠ-বিশ্লেষণ রয়েছে। গল্পটির নাম হল: ‘মাছ’। মাছ শব্দের সঙ্গে বাঙালির প্রাণের যোগ। তার খাদ্য তালিকার প্রথম সারিতে রয়েছে মাছভাত। গল্পটিতে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বাঙালির মাছভাতের ঐতিহ্যকে পটভূমি করে স্বাধীনতা-উত্তর সময়কালে মধ্যবিত্ত বাঙালির এথিকস ও ইনস্টিটুটের দ্বৈতের আখ্যান রচনা করেছেন। আমাদের পিতামাতা তার শিশু সন্তানকে এই উপদেশ দেয়, সর্বদা সত্য কথা বলতে হয়। কারোর সঙ্গে মিথ্যাচার করতে নেই। অথচ সেই শিশুটিই একদিন তার পিতামাতাকে মিথ্যাচার করতে দেখে। এইভাবে সমাজের নতুন সদস্য সমাজের আদবকায়দা সম্বন্ধে ওয়াকিবহল হয়। এই যে দ্বি-মানসিকতা, এই গল্পেও আমরা দেখব এই দ্বি-মানসিকতার টানাপোড়েন। যদিও শেষ পর্যন্ত মানুষ এই পৃথিবীর একটি প্রাণী। তাই-ই হয়তো এ গল্পেও আমরা দেখি এথিকস নস্যাত্ন হয়ে যায় ইনস্টিটুট-এর কাছে! যেমন আমাদের জীবনে প্রতিনিয়ত হয়!

### মূল আলোচনা:

মাছ বাঙালির এক প্রিয় খাদ্য। আমাদের সকলের পরিচিত প্রবাদ, মাছে ভাতে বাঙালি তার নির্দশনও বটে। কবে থেকে বাঙালি মাছ খাচ্ছে বা কেন তার কাছে মাছই প্রিয় খাদ্যতালিকায় উপরের দিকে স্থান করে নিল, এ বিষয় সমূহ আমাদের আলোচনার নয়। আমাদের আলোচনা একটি গল্পের ‘মাছ’। রচয়িতা জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী।

বাংলা সাহিত্যে গল্প লেখার চলন শুরু হয় রবীন্দ্রনাথ থেকে। বিশ শতকের তিনের দশকের শেষের দিকে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী গল্প লিখতে আসেন। শৈশব থেকেই তিনি কবিতা রচনা শুরু করেছিলেন। এক্ষেত্রে তাঁকে উৎসাহ দিয়েছিলেন স্কুলের এক শিক্ষক। এগারো বছর বয়সী এক কিশোর এভাবেই নিজের মনের কথা প্রকাশের মাধ্যম পায়। বিশেষত সেই কিশোর যখন নির্জন প্রিয়। তিনি কবিতা রচনার পাশাপাশি ছবি আঁকাতেনও একটা সময়। অন্তত গল্প রচনার পূর্বে তিনি ছবি আঁকতেন। তাঁর প্রথম সাড়া জাগানো ছোটগল্প হল নদী ও নারী। এই গল্পটি প্রকাশিত হয়েছিল ১৯৩৬ খ্রিস্টাব্দে পরিচয় পত্রিকায়। এ সময় তিনি কুমিল্লাতে থাকতেন। এর পরের

\* maitylal2@gamil.com

Received 10 February 2021

Accepted in revised form 15 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-002

বছর ১৯৩৭ খ্রিস্টাব্দে তিনি কলকাতায় চলে আসেন। শুরু হয় জীবনে বেঁচে থাকার সংগ্রাম। বেকারত্বের যন্ত্রণা ও স্বপ্নের অঙ্গীকার। তিনি নানান কর্মের সঙ্গে নিজেকে যুক্ত করার চেষ্টা করেছিলেন। কিন্তু কোনোটিতেই তিনি স্থিত হতে পারেননি। শেষপর্যন্ত তিনি নিজের প্যাশনকেই পেশা করার সংকল্প করেছিলেন। যেজন্য তাঁর জীবনে অভাব দারিদ্র নিত্যসঙ্গী হয়ে উঠেছিল। যদিও এসব কিছু মধ্যস্থি তিনি সাহিত্য সাধনা করে গিয়েছেন নিজের মত করে। সর্ববাধাবিঘ্ন অতিক্রম করে তিনি নিজের অনুভবকে শাব্দিক রূপ দিয়েছেন।

বাংলা সাহিত্যে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দীর আবির্ভাব ঘটে দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধ সময়কালীন ক্ষণে। একদিকে যখন সারা বিশ্ব যুদ্ধে মগ্ন, তখন বাঙালিকে পেটের ভাত জোগাড়ের চিন্তায় রাত অতিবাহিত করতে হচ্ছে। অথচ স্বপ্ন দেখছে বা দেখানো হচ্ছে স্ব-অধীনতার! এক প্রহেলিকাময় পরিবেশ যেন! সাহিত্যে প্রগতিবাদের হাওয়া বইছে। চতুর্দিকে প্রগতি লেখক সংঘের সদস্য।

জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী সম্পর্কে বলা হয়ে থাকে, তিনি বাংলা সাহিত্যের ব্যতিক্রমী লেখক। কেননা তাঁর লেখন কৌশল ও লেখনভাব অন্যদের থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন। তিনি তাঁর সময়ের সাহিত্যের চলন ও স্বভাবধর্ম থেকে ভিন্ন পথের পথিক হয়েছিলেন। যেজন্য তাঁর সময়কালে তিনি যেমন স্বল্পপাঠিত ছিলেন। আজও তিনি অল্পপাঠিত। এই মনন ও ভাবগত ভিন্নতা তাঁর গল্প আলোচনায় স্মরণীয়। তাঁর একটি মন্তব্য প্রারম্ভিকতা রূপে উদ্ধৃত হল:

...মানুষের জীবনে সাহিত্য-রচনা শিল্প-সৃষ্টি কিছু আকস্মিক বা বিচ্ছিন্ন ঘটনা নয়। একটু একটু করে সে গল্পলেখক হয়ে ওঠে, ঔপন্যাসিক কবি বা চিত্রকর হয়ে ওঠে। বিন্দু বিন্দু করে তার রক্তে শিহরণ সঞ্চারিত হয়।<sup>১</sup> ২২০

এ মন্তব্য সাক্ষ্য দেয়, তাঁর শিল্পী মনের, শিল্পী চেতনার। তিনি কত নিপুণ কারিগর, একইসঙ্গে দক্ষ তার কিছু আঁচ উপরোক্ত অংশে আভাসিত।

।।২।।

জ্যোতিরিন্দ্র নন্দীর ‘মাছ’ গল্পটির কাহিনিকাল একটি দিনের। সকাল থেকে সন্ধ্যা পর্যন্ত। সকালে কাহিনি শুরু হচ্ছে একটি বস্তুর অপ্রাপ্তির ক্রম থেকে। সেই ক্রম এসে মিলিত হচ্ছে প্রাপ্তিতে। এ যেন একটি পরিক্রমা। সূর্য যে রূপ পরিক্রমণ করে এ গল্পেরও যেন তেমনি পরিক্রমণ। এর মধ্যে ঘটে যাচ্ছে বোধগত ধারণার পরিবর্তন। বা অপ্রাপ্তি থেকে প্রাপ্তির পথে যাত্রার গল্পগাছা। গল্পটি শুরু হচ্ছে একটি চরিত্রের (চরিত্রটির নাম তারিণী রায়। যে এই গল্পের প্রধান চরিত্র।) চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য কথনের মধ্য দিয়ে—

দুনিয়াটা কেবল ফ্যাশানের ওপর চলেছে। ফ্যাশান আর ফ্যাশান। সব দেখে শুনে তারিণী রায় তেলেবেগুনে জ্বলে উঠল।<sup>২</sup>

কার্যকারণ সূত্র উল্লেখ করে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী পাঠকদেরকে ভাসিয়ে দিলেন। এখানে বিবেচ্য তারিণী রায়ের বিরক্তি এবং তার কারণ। সুতরাং তিনি যে একজন সচেতন সুস্থ মানুষ সে সম্বন্ধে সন্দেহ নেই। কিন্তু তিনি বিরক্ত ফ্যাশানের প্রতি। এখানে তারিণী রায়ের ব্যক্তিসত্তা উঁকি দিয়ে যায়। তার চেতন জানান দেয়। তিনি যে একটা নীতি আদর্শের দ্বারা পরিচালিত তা আমাদের বুঝিয়ে দেন গল্পকার পরোক্ষভাবে। প্রসঙ্গত ফ্যাশান বলতে গল্পকার যুবক-যুবতীদের তথাকথিত হাবভাবকেই বুঝিয়েছেন বলে আমাদের বিশ্বাস। যে তারিণীর স্বভাবের বিরক্তিগত বৈশিষ্ট্য দিয়ে গল্পের সূচনা, সেই তারিণী রায় আবার গল্পের শেষে গিয়ে দেখব বেশ মুগ্ধ বা তৃপ্ত। অথচ তার এই তৃপ্তি আসছে কিন্তু ফ্যাশানেরই এক রকমফেরের মাধ্যমে! কী অদ্ভুত! গল্পের শেষ অংশ—

তা— তা— মাছের এপিঠ ওপিঠ লেজ মাথা বেশ করে নজর বুলিয়ে বুলিয়ে দেখে নিয়ে মনে-মনে হিসাব করে তারিণী পরে রায় দিল: ‘হুঁ, সাত সের, তার ওপর আরো ন’দশ ছটাক ধরে নিতে পার’।<sup>৩</sup>

অর্থাৎ তারিণীর ব্যক্তিগত বোধের যে স্বরূপ তা খান খান হয়ে গেল। তার ব্যক্তিসত্তা বলে কিছু থাকল না! সে সময় পরিবেশ পরিস্থিতি অনুযায়ী নিজেকে বদল করতে পারে। সেজন্য সে চরিত্রগত কোনো ত্রুটি অনুভব করে না। কোনো রকম মানসিক পীড়া তো নয়ই। বরং এই প্রাপ্তি তে সে বেজায় খুশি এবং উৎফুল্ল। এই যে একটি চরিত্রের বিবর্তন এটাই মধ্যবিত্ত সত্তার স্বভাবগত বৈশিষ্ট্য।

গল্পে আমরা দেখি তারিণী এক কেরানি। রবিবার ছুটির দিনে সে বাজারে যায়। রবিবার একটু রয়েসয়ে তার পরিবারে রান্না হয়। সে এক সাধারণ মধ্যবিত্ত অফিস কেরানি। পলাশ নন্দী একজন উকিল। তার উপর সে রাজনৈতিক নেতা। সুতরাং তার শ্রেণী যে উচ্চবিত্ত তা বলা বাহুল্য।

এ গল্পে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী মধ্যবিত্ত শ্রেণীর অবক্ষয়ের চিত্র তুলে ধরেছেন। গল্পটি প্রকাশিত হয়েছিল ১৯৬১ খ্রিস্টাব্দে বসুধারা পত্রিকায়। এই সময়কালে কলকাতা শহর জুড়ে মধ্যবিত্ত শ্রেণীর অবস্থান দেখলে আমরা বুঝতে পারব তারিণী চরিত্রের এই স্বভাবগত বৈশিষ্ট্যের কারণ। তার পূর্বে আমরা গল্পকারের একটি মন্তব্য উদ্ধৃত করতে চাইছি। তিনি এক সাক্ষাৎকারে বলেছিলেন—

আমি তো মধ্যবিত্ত মানুষ, কাজেই এই জীবনের সঙ্গে যতটা পরিচয় অন্য জীবনের সঙ্গে আমার ততটা পরিচয় নেই। কাজেই এখানে আমি যতটা দেখতে পাই, শুনতে পাই ততটা অন্য জীবনে নয়। সুতরাং এখানে আমার কলম বেশি করে যাবে এটাই তো স্বাভাবিক। আর এটা তো ডেকাডেন্স, অবক্ষয়েরই যুগ।<sup>৪</sup>



সুতরাং এটি যে মধ্যবিত্ত শ্রেণীর অবক্ষয়ের গল্পকাহিনি তা আর বলার অপেক্ষা রাখে না।

১৯৬১ সালের চৌদ্দ বৎসর পূর্বে দেশভাগ হয়েছে স্ব-অধীনতার নামে। তার রেশ বঙ্গে বিশেষত কলকাতা শহরকে বিশৃঙ্খল করে দিয়েছে। কোনোরকম স্থিতিবস্তুর মধ্যে মানুষের জীবন চলছে না। উদ্বাস্তু সমস্যা আন্দোলন, খাদ্য সংকট, বেকারত্ব যন্ত্রণা, ট্রাম ভাড়া বৃদ্ধিতে কলকাতায় আগুন জ্বলা, কৃষকদের আন্দোলন, শিক্ষকদের আন্দোলন, সরকারী কর্মচারীদের আন্দোলন প্রভৃতি আন্দোলন হাঙ্গামার মধ্যেই জীবন যাপিত হচ্ছিল। নিষ্প্রভ হয়ে যাচ্ছিল সামাজিক নীতি শিক্ষা। নৈতিক মূল্যবোধ তলানিতে এসে ঠেকেছিল। বেঁচে থাকাটাই তখন চ্যালেঞ্জ হয়ে দাঁড়িয়েছিল। এক অনিশ্চয়তা চতুর্দিকে মৃত্যুকে আহ্বান করছিল যেন! সুতরাং যেন তেন প্রকরণে বেঁচে থাকা। সেজন্য সব কিছু করতে প্রস্তুত।

মানুষ সমাজবদ্ধ জীব। সমাজ নামক এই বিমূর্ত বিষয়টির উদ্ভাবক সে নিজেই। মানুষ তার নিজের প্রয়োজনে এই সমাজ সৃষ্টি করেছে। তার রীতি নীতি তৈরি করেছে। সময়-সভ্যতার সঙ্গে সঙ্গে এই সমাজ নামক ধারণাটির বিবর্তন ঘটেছে। তবুও মূল কাঠামোর খুব বিশেষ পরিবর্তন ঘটেনি। এই সমাজই আমাদের শিখিয়েছে নীতিশিক্ষার পাঠ। ন্যায়-অন্যায়ের বোধ, মূল্যবোধের ধারণা, রীতি-নীতি নিষ্ঠ থাকা। অর্থাৎ আমাদের মার্জিত, সভ্য করে সমাজ। কিন্তু এক একটা সময় আসে যখন আমাদের এই সমাজের ধারণা বিধ্বস্ত হয়, মূল্যবোধের ধারণায় ধ্বস নামে। আমাদের সহজাত প্রবৃত্তির বিপরীত মেরুতে অবস্থান এই সমাজের তথা সমাজগত শিক্ষার। সে নীতিশিক্ষা হোক কিংবা শিল্পবোধ হোক সবকিছুই। সমাজে যখন প্রবল বিশৃঙ্খলা দেখা দেয়, মানুষের বেঁচে থাকাটাই একটা দায় হয়ে দাঁড়ায়। সে সময়ে সমাজগত সমস্ত শিক্ষা ধূলিসাৎ হয়ে যায়। সুতরাং সমাজগত শিক্ষা এবং সহজাত প্রবৃত্তি এই দ্বন্দ্বিক অবস্থানেই আমাদের আলোচ্য মাছ গল্পটির অবস্থান—

তারিণী কথা বলতে পারছে না, নীরজা নিশ্বাস ফেলতে ভুলে আছে। মাছ দেখছে দুজন। মাছ দেখা শেষ হলে তারা একসঙ্গে ছেলের মুখ দেখল।<sup>৫</sup>

এখানে তাদের মেছো-মনের পরিচয় আদ্যান্ত ফুটে উঠেছে। মাছ পেয়ে তারা যে সব কিছু ভুলে যেতে পারে তা স্পষ্ট। অর্থাৎ বস্তুগত প্রাপ্তি তাদের এথিকসকে নস্যাৎ করে দিয়েছে। মধ্যবিত্ত শ্রেণীর এটাই দস্তুর।

আধুনিক কাল পুঁজিবাদী সমাজব্যবস্থার কথা বলে। আধুনিক সমাজব্যবস্থা পুঁজিবাদের ওপরই প্রতিষ্ঠিত। মধ্যবিত্ত শ্রেণীর উদ্ভব এই আধুনিক সময়কালে, পুঁজিবাদী সমাজব্যবস্থায়। বঙ্কিমচন্দ্র তাঁর কমলাকান্তের দণ্ডের প্রবন্ধগ্রন্থের ‘আমার মন’ প্রবন্ধে বলেছিলেন—

মন! মন আবার কি? টাকা ছাড়া মন কি? টাকা ছাড়া আমাদের মন নাই; টাকশালে আমাদের মন ভাঙ্গে গড়ে।<sup>৬</sup>



এই উক্তি ধনতান্ত্রিক সভ্যতার ও সমাজব্যবস্থা স্বপ্নে চূড়ান্ত সত্যকথা। উনিশ শতকে কলকাতা শহরের পত্তনের সময় থেকে এই ধনতান্ত্রিক সভ্যতা ও সমাজের বিকাশ দেখা দেয়। স্বাধীনতা উত্তর সময়কালে তা পরিপূর্ণতা লাভ করে। সমস্ত কিছুর কেন্দ্রবিন্দু হয়ে দাঁড়ায় অর্থ। অর্থ বিনা কিছু নাই এ সংসারে। এ জাতীয় বোধ দৃঢ় হয়। তৎ সময়ে মানুষের মূল্যবোধ যে শূন্যতায় পর্যবসিত হবে তা অনুমেয়। বিশেষত জীবন যখন মৃত্যুর কিনারে এসে দাঁড়ায়। এ গল্পে তারিণীর তাই হয়েছিল। সে অফিসে কেরানি। মূল্যবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তার বেতন বৃদ্ধি ঘটে না। আমাদের মনে আসবে, ১৯৫৬-১৯৭৮ খ্রিস্টাব্দের সময়কালে সরকারী কর্মচারীরা বেতনবৃদ্ধি, মহার্ঘভাতা বৃদ্ধির দাবীতে আন্দোলন করেছিল। সুতরাং তারিণী রায়ের অর্থনৈতিক স্থিতি যে স্বচ্ছন্দ নয় তা ঐতিহাসিক দিক থেকেও প্রমাণিত।

একই সময়কালে উকিল, রাজনৈতিক নেতাদের প্রচুর রমরমা ছিল। বিশেষত রাজনৈতিক নেতাদের তো নানান কালোবাজারি ইনকাম ছিল। (গল্পে এর দৃষ্টান্ত জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী দিয়েছেন, তারিণী রায়ের উক্তি, ‘আমার তো মনে হয় কেবল ওকালতি না, পলাশ নন্দী সিমেন্ট হোক চাল হোক—কিছু একটার ব্ল্যাকমার্কেটিং চালাচ্ছে— তাই না এমন গাড়ি-বাড়ি-শাড়ির জৌলুশ’<sup>৭</sup>। কিংবা গল্পকারের উক্তি, ‘আহারে সুখের জীবন! ব্ল্যাকমার্কেটের পয়সায় দশরকমের সাধ মেটানো’।<sup>৮</sup>) যার ফলশ্রুতিতে তারা যথেষ্ট টাকা ওড়াত। এ গল্পে আমরা দেখি, পলাশ উকিল রাজনীতির আসরে সবে নামছে। যেজন্য তাকে নানান টোপ ফেলতে হচ্ছে জনমানবের কৌলিন্যতাকে জয় করার। পলাশ নন্দীর কথা ক্রিয়াশীলতা—

বিজয়া হোক আর চৈত্র সংক্রান্তি — বছরের সবদিনই পাড়ার সবক’টি মানুষকে আলিঙ্গন দিতে পলাশ নন্দী হাত বাড়িয়ে আছে। তা না হলে পপুলারিটি থাকে না। ইলেকশন-জেতার আশা থাকে না।<sup>৯</sup>

পলাশ নন্দীর স্ত্রী-র ক্রিয়াশীলতার উদাহরণ—

কোথায় বন্যা হয়েছিল। তিন চারটি মেয়েছেলে সঙ্গে নিয়ে চাঁদার খাতা হাতে করে একদিন মহিলা নীরজাদের বারান্দায় এসে উঠেছিলেন।<sup>১০</sup>

তার পরিবারের ক্রিয়াশীলতা অন্যান্য মানুষজনদের সঙ্গে নিয়ে— পলাশ নন্দী তার সাতটি মেয়েকে নিয়ে চড়ুইভাতি করতে গিয়েছে। বিশু গিয়েছে চড়ুইভাতির ম্যানেজার হয়ে।

তারিণী চরিত্রের মধ্যে মধ্যবিত্ত শ্রেণীর আরো এক স্বভাব বৈশিষ্ট্য রয়েছে। তা হল তার দ্বিধা। সে বাড়িতে নানান কথাবার্তা বললেও। পলাশ উকিলের সামনে যে কিছু বলতে পারবে না। সেটা সে খুব ভালো করেই জানে। আবার পুত্রের এরূপ স্বভাব ও ব্যবহারের জন্য সে নানান হস্তিত্বি করার কথা ভাবে। বড়ো বড়ো অনেক কথা বলে। যেমন—

সাতটা মেয়ে— ফ্যাশানের ফানুস হয়ে পলাশ উকিলের বারন্দায় সিঁড়িতে ছাদে বাগানে চব্বিশ ঘন্টা উড়ছে। আর সেই ফ্যাশানের সমুদুরে তোমার বিশ্বনাথ হাবুডুবু খাচ্ছে।<sup>১১</sup>

কিন্তু যখন পুত্র আসে সে সব ভুলে যায় একটি বস্তুর প্রাপ্তিতে। এই যে দ্বিধা তা তার শ্রেণী চরিত্রকে পরিস্ফুট করে। গল্পটির মধ্যে বিশেষ কোনো কাহিনি নেই। অথচ গল্পটি একটি বিশেষ কাহিনির কথা বলে। সে কাহিনি তারিণী রায় একজন সাধারণ মধ্যবিত্ত মানুষ। তার কাছে এক এক পাই পয়সার হিসাব খুব গুরুত্বপূর্ণ। একে দরিদ্র মধ্যবিত্ত শ্রেণী সে, তার উপর তার নীতিগত শিক্ষা, নান্দনিক বোধ। এই দুই বস্তুর বিষম অবস্থানই তারিণী রায়কে অস্থির করে তুলেছে। মধ্যবিত্ত মানুষের এথিকস ও বেঁচে থাকার সংগ্রাম এই দুই বস্তুর সংঘর্ষে যে নানান মানিয়ে নেওয়ার পর্ব থাকে। এ গল্পটি যেন সেরকমই এক পর্বের কথা বলতে চাইছে।

।।।।।

এবার ‘মাছ’ গল্পটির আঙ্গিক প্রসঙ্গে আসা যেতে পারে। আঙ্গিক নিয়ে জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী অত্যন্ত সচেতন ছিলেন। আঙ্গিক সচেতনতা নিয়ে বলতে গিয়ে ধীমান দাশগুপ্ত বলেছেন,

...মনোবিশ্লেষণে গভীর আগ্রহ আর সংলাপ, পরিবেশ ও মানসিকতার অনুপঞ্জের প্রতি তীক্ষ্ণ নজর জ্যোতিরিন্দ্রের আঙ্গিকের প্রাথমিক দুটি গুণ। যেমন তাঁর সাহিত্যের প্রাথমিক গুণ হল আঙ্গিক চেতনা।<sup>১২</sup>

দেহগত সৌষ্ঠব জ্যোতিরিন্দ্র নন্দীর কাছে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই গল্পটি কোনো পর্ব বা অধ্যায়ে বিভক্ত নয়। গল্পটি টানা চলেছে। সবমিলিয়ে দশ-এগারো পৃষ্ঠার গল্পটি। সে তুলনায় খুব বেশি দীর্ঘ নয়, আবার একেবারেই ছোটও নয়। এই গল্পের কাহিনিকাল একটি দিনের। সকাল থেকে সন্ধ্যা পর্যন্ত। গল্পটিতে মোট চরিত্র রয়েছে পাঁচটি তারিণী রায়, নীরজা রায়, বিশ্বনাথ রায়, পলাশ নন্দী এবং একটি চাকর। প্রধান চরিত্র তারিণী রায়, নীরজা রায়, বিশ্বনাথ। নিম্নে আমরা কতকগুলি উদাহরণ তুলে ধরলাম। গল্পটির আঙ্গিকচেতনা স্পষ্টতার জন্য।

**সংলাপ:**

এমন চমৎকার বেলেমাছ ক’টা কিনা বাজপাখির মতন ছোঁ মেরে তুলে নিয়ে গেল। তা দোকানীর দোষ কি। ওরা দুটো পয়সা বেশি পেলে সেদিকেই ঝুঁকবে। কিন্তু তোমার তো লজ্জা থাকা উচিত— একটা পুরুষ মানুষ দাম করছে আর তুমি কিনা—’<sup>১৩</sup>

সাতটা মেয়ে—ফ্যাশানের ফানুস হয়ে পলাস উকিলের বারান্দায় সিঁড়িতে ছাদে বাগানে চব্বিশ ঘন্টা উড়ছে। আর সেই ফ্যাশানের সমুদ্রে তোমার বিশ্বনাথ হাবুডুবু খাচ্ছে।<sup>১৪</sup>

এই দুটি উক্তিই তারিণী রায়ের। প্রথম উক্তিটি তারিণী করেছে বাজারে কী ঘটেছে তা স্ত্রী নীরজার কাছে বলার প্রসঙ্গে। প্রথম উক্তির মধ্য দিয়ে তারিণী রায়ের মেছো-মনের পরিচয় যেমন ফুটে উঠেছে, একইভাবে তার পুরুষতান্ত্রিক স্বভাবের ছবিও ধরা পড়েছে। এই উক্তিটি একটা চিত্র রচনা করেছে। আমাদের পাঠের সঙ্গে সঙ্গে মনের মধ্যে যা ফুটে উঠে। এই উক্তির ‘বাজপাখি’ উপমাটি আমরা খেয়াল করতে বলছি। অর্থাৎ পুরুষমানুষ হয়ে তারিণী এক মেয়েছেলের কাছে হেরে গিয়েছে এটা তার আঁতে লেগেছে। এটি তারিণী চরিত্রের একটা বৈশিষ্ট্য। দ্বিতীয় উদাহরণটিও তারিণী রায়ের। এই উক্তিটি তারিণী করেছে ছেলের প্রসঙ্গে তার স্ত্রীকে বলার সময়। এই উক্তির মধ্য দিয়ে তারিণীর পিতা চরিত্রের স্বভাব দেখা গিয়েছে।

#### মনোবিশ্লেষণ ও পরিবেশ বর্ণনা:

দোকানী প্রায় নিমরাজী হয়ে গেছিল— ঠিক তখন, বলা নেই কওয়া নেই, শাড়ির আঁচল উড়িয়ে বেণী দুলিয়ে গন্ধ ছড়িয়ে কোথা থেকে একজন ছুটে এসে, তিন টাকা তো বটেই, ঝাড়ির সবকটা বেলে রঙিন থলের মধ্যে ঢুকিয়ে হাওয়ায় ভাসতে ভাসতে সরে গেল।<sup>১৫</sup>

এই বর্ণনাটির মধ্যে যেমন নাটকীয়ত রয়েছে, তেমনই একটি চিত্র রয়েছে। যা আমাদের পাঠের সঙ্গে সঙ্গে ফুটে ওঠে। এ বর্ণনার মধ্যে তারিণীর মাছ কেনার সময়কালের পরিবেশ ফুটে উঠেছে। তার ফ্যাশানের বিরুদ্ধ মানসিকতাও উঁকি দিয়েছে। শুধু তাই নয়, মেয়েছেলেদের যে তারিণী সহ্য করতে পারে না, বিশেষত তাদের কাছে যখন হেরে যাওয়াটা তা খুব স্পষ্ট। রূপমুগ্ধ শিল্পী জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী এখানে এখানে অপরূপ শব্দ যোজনার মধ্য দিয়ে সামগ্রিক পরিবেশটি সৃজন করেছেন।

#### অলঙ্কার:

গল্পটিতে অলঙ্কারের ব্যবহার বেশ লক্ষণীয়। যেমন:

উপমা অলঙ্কার:

‘সব ক’টাই তো মাছখাকী— ঐ পলাশ উকিলের মেয়েগুলো যেমন’।<sup>১৬</sup>

উৎপ্রেক্ষা অলঙ্কার:

‘ট্যাংরা ক’টার জন্য নীরজা ছেলের ভাবনা ভাবতে যেন ভুলে গেছে...’<sup>১৭</sup>

**সমাসোক্তি:**

‘দুনিয়াটা কেবল ফ্যাশানের ওপর চলেছে’। <sup>১৮</sup>

‘ট্রামে বাসে অফিসে কাছারিতে ফ্যাশানটা ছড়িয়ে পড়েছে, এখন হাটে বাজারে তুমি এদের জন্য  
হাঁটতে পারবে না’। <sup>১৯</sup>

**শ্লেষের ব্যবহার:**

গল্পের অন্তিমে আছে এক শ্লেষ যা জ্যোতিরিন্দ্র নন্দীর গল্পের এক বিশেষ বৈশিষ্ট্য।

তারিণী কথা বলতে পারছে না, নীরজা নিশ্বাস ফেলতে ভুলে আছে। মাছ দেখছে দুজন। মাছ  
দেখা শেষ হলে তারা একসঙ্গে ছেলের মুখ দেখল।

মিটমিটি হাসছে বিস্ম। <sup>২০</sup>

**শব্দ ব্যবহার:**

বিশেষণ সব দেখে শুনে তারিণী রায় **তেলেবেগুনে** জ্বলে উঠল। <sup>২১</sup>

বরফ-চাপা পচা **ভুসভুসে** কিছু ট্যাংরা... <sup>২২</sup>

শব্দদ্বৈত— ফ্যাল-ফ্যাল, উসকো-খুসকো, ভুসভুসে, গজগজ, ভনভন, ফটফট, পেটে-পেটে, ঘুরঘুর, দহরম-  
মহরম, টল-টলে

মেয়েলিশব্দ— ছেলেখাকী, মাছখাকী, মুখপুড়ী,

দেশি শব্দ— চপ্পল, মেয়েছেলে, সমুদুর,

চরিত্র নামের অর্থের দিকে দৃষ্টি ফেরালে আমরা দেখতে পাব এক ব্যঙ্গনার আভাস। নীর শব্দের অর্থ হল জল। নীরজ শব্দের অর্থ হল জলজ। অর্থাৎ জল থেকে জাত কোনো বস্তু। যেমন পদ্ম। নীরজ শব্দের স্ত্রীলিঙ্গ হল নীরজা। সুতরাং নীরজা শব্দটি আভিধানিক অর্থে জল থেকে জাত কোনো বস্তু বা দ্রব্যকে বোঝায়। এক্ষেত্রে গল্পে নীরজা যে মাছ প্রেমিক সে আমরা জানি। (ট্যাংরা ক’টার জন্য নীরজা ছেলের ভাবনা ভাবতে যেন ভুলে গেছে—মাছ এমন চিঁজ।) আর মাছ যে জলজ এক প্রাণী তা বলার অপেক্ষা রাখে না। সুতরাং গল্পে নীরজার মাছ প্রীতি তার নামের আভিধানিক অর্থকে সমর্থন করে। তারিণী শব্দের অর্থ হল তারণ করা। কোনো বিপদ বিঘ্ন সমস্যা থেকে যে আমাদের উদ্ধার করে তাকেই আমরা তারিণী বা দ্রাতা বলে থাকি। এ প্রসঙ্গে উল্লেখ্য তারিণী শব্দটি কিন্তু স্ত্রী লিঙ্গ। অথচ এখানে পুরুষ চরিত্রে ব্যবহৃত হয়েছে। এখন আমাদের মনে হতে পারে,

গল্পকার এখানে কীসের তারণ করা বুঝিয়েছেন? মধ্যবিত্ত শ্রেণীর অবক্ষয়ের কাল থেকে তারণ করা বোঝাতে চেয়েছেন গল্পকার? এছাড়াও আমরা বলতে পারি, একটি স্ত্রীলিঙ্গবাচক শব্দ পুরুষ চরিত্রে ব্যবহারের অর্থ কী? গল্পকার কী বলতে চাইছেন, তার শ্রেণীগত অবক্ষয়ের মত তার লিঙ্গতগ অবক্ষয়কে দ্যোতিত করতে চেয়েছেন? প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, তারিণীর কণ্ঠে মেয়েলি শব্দের ব্যবহার পেয়েছি। বিশ্বনাথ শব্দের অর্থ হল, দেবাদিদেব মহাদেব। বিশ্বনাথ এখানে মহাদেব না হয়ে শ্রীকৃষ্ণের এক স্বভাবকে দ্যোতিত করেছে বলে আমাদের মনে হয়। তা হল, শ্রীকৃষ্ণ যেমন সখীসঙ্গ করতেন, এখানে বিশ্বনাথকেও আমরা দেখছি তার বান্ধবী রয়েছে, বান্ধবীদের মধ্যে বেশ জনপ্রিয় সে। চডুইভাতির ম্যানেজার সে। আবার সে বাবার অপ্রাপ্তিকে কীভাবে প্রাপ্তিতে ফিরিয়ে আনতে হয় তাও জানে। অর্থাৎ এ যেন এক যুদ্ধ জয়ের মতো হল।

#### উৎস নির্দেশ:

- ১) জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী, আমার সাহিত্য জীবন আমার উপন্যাস, দ্র. অনিল আচার্য (সম্পা) অনুষ্টিপ, জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বিশেষ সংখ্যা, প্রাক্-শারদীয় ১৪১৬ (২০০৯), পৃ. ২২০
- ২) জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী, মাছ, দ্র. অনিল আচার্য (সম্পা) অনুষ্টিপ, জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বিশেষ সংখ্যা, প্রাক্-শারদীয় ১৪১৬ (২০০৯), পৃ. ৫২
- ৩) তদেব, পৃ. ৬২
- ৪) লোথার লুৎসে গৃহীত সাক্ষাৎকার, দ্র. অনিল আচার্য (সম্পা) অনুষ্টিপ, জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বিশেষ সংখ্যা, প্রাক্-শারদীয় ১৪১৬ (২০০৯), পৃ. ২৫৭
- ৫) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৬২
- ৬) বঙ্কিমচন্দ্র চট্টোপাধ্যায়, আমার মন, দ্র. যোগেশচন্দ্র বাগল (সম্পা), বঙ্কিম রচনাবলী, দ্বিতীয় খণ্ড, সপ্তদশ মুদ্রণ, সাহিত্য সংসদ, কলকাতা, বৈশাখ ১৪২০, পৃ. ৫৫
- ৭) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৭
- ৮) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৮
- ৯) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৭
- ১০) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৫
- ১১) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৬
- ১২) ধীমান দাশগুপ্ত, সোনার পেটিকা, দ্র. অনিল আচার্য (সম্পা) অনুষ্টিপ, জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বিশেষ সংখ্যা, প্রাক্-শারদীয় ১৪১৬ (২০০৯), পৃ. ৩৭৫
- ১৩) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৩
- ১৪) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৬
- ১৫) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫২
- ১৬) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৬০
- ১৭) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৬০
- ১৮) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫২
- ১৯) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৩

- ২০) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৬২  
২১) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫২  
২২) পূর্বোক্ত, মাছ, পৃ. ৫৩

### Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

### সহায়ক গ্রন্থপঞ্জি:

- ১) উজ্জ্বলকুমার মজুমদার। গল্প পাঠকের ডায়েরি। প্রথম প্রকাশ। বঙ্গীয় সাহিত্য সংসদ। ২০০৫। কলকাতা।  
২) উত্তম পুরকাইত (সম্পা)। কথাশিল্পী জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী: নিঃসঙ্গ রূপপিপাসু। উজাগর প্রকাশন। প্রথম প্রকাশ ২০২২। হাওড়া।  
৩) অনিল আচার্য (সম্পা)। অনুষ্টুপ, জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী বিশেষ সংখ্যা। প্রাক-শারদীয় ১৪১৬ (২০০৯)।  
৪) জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী। গল্পসমগ্র। আনন্দ পাবলিশার্স। প্রথম সংস্করণ। ২০১৫ জানুয়ারি। কলকাতা।  
৫) রঞ্জনা দত্ত। স্রোতের বিপরীতে: জ্যোতিরিন্দ্র নন্দী। প্রথম প্রকাশ। জানুয়ারি ২০০০।

### Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



## Some Notable Bengalee Women Freedom Fighters: A Bio-Bibliographical Approach

<sup>1</sup>Dr. Puravi Sen\* and <sup>2</sup>Dr. Binod Bihari Das

<sup>1</sup>Librarian Vivekananda Collge, Thakurpukur, Kolkata -700063, West Bengal, India.

<sup>2</sup>Formerly Assistant Librarian I.S.I., B.T. Roar, Kolkata – 700108, West Bengal, India

### **Abstract**

*In the history of struggle for freedom in India, the women of the country had played a significant role. The bio-bibliography of few women revolutionaries are presented in this piece of work which will help for further research on them. The term 'bio-bibliography' is a bibliography with biographical notes about the author or authors listed. This is a humble attempt to depict a short biography of five Bengalee women freedom fighters namely Pritilata Wadder, Bina Das, Parul Mukherjee, Shanti Ghosh, Sunity Choudhury along with the list of documents written by them and also on them. The coverage of the bibliography is confined to those documents which had been made available through the literature search in important libraries of Kolkata within very short period of time. Five Bengalee women freedom fighters have been highlighted, arranged chronologically. This paper gives directions on freedom movement about the resources i.e. books, autobiographies, as well as files available about these few women freedom fighters.*

### **Introduction: Freedom Movement of India and women**

In the history of struggle for freedom in India, the women of the country had played a significant role. Before joining the movement, their activities were confined at home; and for the first time, they came forward to play an active role in the political activities of the country.

---

\* Email: puravisen29@gmail.com (corresponding author)

Received 28 February 2021

Accepted in revised form 05 May 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-003



The first woman to take part in the freedom struggle was sister Nivedita, though she was of Irish origin but she was Indian by adoption. And gradually, Nivedita came in close touch with the revolutionaries. During the post-world war, Annie Besant and Sarojini Naidu, two eminent women, had been involved in the Indian political field. <sup>1</sup>

In the swadeshi movement, the women had participated through boycotting British goods and using swadeshi materials. As a protest against partition of Bengal in 1905, they had crushed glass bangles and observed non-cooking days during the movement. Consequently, Sarala Devi Chaudhury was also associated with a physical culture movement for the youth of Bengal during the time. Even the women had given shelter to fugitive revolutionaries and had acted as couriers of messages and weapons.

Gandhiji had shifted the focus from motherhood to sisterhood. He invited women to participate in the Rowlatt Satyagraha (1919) and in the non-co-operation movement (1921). Basanti Devi, wife of C. R. Das, his sister Urmila and neice Suniti also participated in open demonstration in Calcutta and courted arrest. The Civil Disobedience which was mostly organised in Bombay, had most militant in Bengal and limited in Madras. In northern India, the picture was that the hundreds of women from respectable families openly participated in movement.

Many women even joined Gandhiji's Dandi March in which Kasturba Gandhi led thirty seven women volunteers from Sabarmati ashram to offer Satyagraha. Women volunteers had prepared salt at home for the demand of abolition of Salt Tax. <sup>2</sup>

## **I. Revolutionary Movement in Bengal and women**

During the revolutionary movement in Bengal, the women had played an important role. In this phase, the women were recruited to different revolutionary associations. They provided food and shelter to the absconding revolutionaries, even propagated revolutionary ideas through literature. They also carried encoded messages, smuggled weapons and explosives and thus rendered valuable services. As a result, many of them had to face court arrest and imprisonment. <sup>3</sup>





## **1. Objectives of this paper:**

The bio-bibliography of few women revolutionaries namely Pritilata Waddedar, Bina Das (Bhowmik), Parul Mukherjee, Shanti Ghose (Das), Sunity Choudhury (Ghose), are presented in this piece of work which will help for further research on them.

## **2. Bio - bibliography - its definition**

The term ‘bio-bibliography’ as in Webster’s Third New International Dictionary is “Bio-bibliography” – a bibliography with biographical notes about the author or authors listed, also: a usu. short biography especially concerned with the bibliography of the biographee. <sup>4</sup>

In Oxford English Dictionary the term “Bio-bibliographical” deals with the life and writings of an author. <sup>5</sup>

In Harrod’s Librarians’ Glossary and Reference Book it is found Bio-Bibliography - A bibliography which contains brief biographical details about authors. <sup>6</sup>

The term Bio – bibliography denotes a book or article combining account of a person’s life with a discussion of works written by or about that person. <sup>7</sup>

## **3. Coverage and Arrangement**

No bibliography can claim that it is a complete and comprehensive one. It is very difficult to keep any bibliography updated as the documents are being published on various subjects. This is also applicable in case of the bibliographies on the freedom fighters of India. This is a humble attempt to depict a short biography of five Bengalee women freedom fighters along with the list of documents written by them and also on them. The coverage of the bibliography is confined to those documents which had been made available through the literature search in important libraries of Kolkata within very short period of time.

Five Bengalee women freedom fighters have been highlighted, arranged chronologically, according to date of birth, under each of them after a short biography, the documents by and on them are arranged in alphabetical sequence according to author/ if not author, then by title, in case of files of police archives by its file number.



## References:

1. Basu, Aparna / The role of women in the Indian struggle for freedom / chapter – II. P. 18 – 20 / In /Indian women: from purdah to modernity / edited by B.R. Nanda / New Delhi / Radiant Publishers / 1990 / xvi, 187p.
2. Kishwar, M./ Gandhi and women's role in the struggle for swaraj / In / Nationalist movement in India: a reader/ edited by S. Bandyopadhyay/ p.241
3. Sarkar, T/ Politics and women in Bengal: the conditions and meaning of participation/In/Nationalist movement in India: a reader/ edited by S.Bandyopadhyay/ p.265
4. Webster's Third New International Dictionary of the English language unabridged with seven language Dictionary/Vol- I/Chicago/Encyclopaedia Britannica/1966 / p. 218.
5. Oxford English Dictionary/London/Oxford University Press/1961 / p. 869
6. Harrod's Librarians' Glossary and Reference Book/compiled by Ray Prytherch/10<sup>th</sup> ed/Ashgate Publishing/2004/xi, 753p/ p. 71
7. <https://www.thefreedictionary.com/bio-bibliography> visited on 30. 09.2019
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Pritilata\\_Waddadar](https://en.wikipedia.org/wiki/Pritilata_Waddadar) on 30.09.2019
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Bina\\_Das](https://en.wikipedia.org/wiki/Bina_Das) on 30.09.2019
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Parul\\_Mukherjee](https://en.wikipedia.org/wiki/Parul_Mukherjee) on 30.09.2019
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Santi\\_Ghose](https://en.wikipedia.org/wiki/Santi_Ghose) on 30.09.2019
12. <https://www.thebetterindia.com/181498/suniti-choudhury-woman-revolutionary-freedom-struggle-india/> on 30.09.2019

### A. Pritilata Wadder (5<sup>th</sup> May, 1911 – September 24<sup>th</sup> 1932)

During Pritilata's birth centenary celebration, it was found from Bethune College archival records that Pritilata spelt her name as 'Wadder'. Since then, Bethune College has been officially using the surname Wadder instead of Waddedar the hitherto known one .<sup>1</sup>

On September 24<sup>th</sup> 1932, Pritilata staged an attack on the European club at Pahartali, District Chittagong and she averted arrest by committing suicide. She was then a girl of twenty-one and one of the members of the Indian Revolutionary Army, Chittagong. Pritilata did it to embrace death for the cause of freedom and blaze the trail for other's to come. <sup>2</sup> Pritalata was born on 5<sup>th</sup> May, 1911, the year which at once brought a boon and blight for Bengal because the annulment of Bengal partition was declared and on the other hand the decision to shift the British Indian capital from Calcutta to Delhi. <sup>3</sup>



*Figure 1: Pritilata Waddar*

So, Pritilata grew up in turbulent times. Her father was Jagatbandhu and mother Protibhamoyee. Pritilata showed signs of promise right from the beginning when she was admitted in Dr. Khastagir Girls' High School and she passed Matriculation in 1928. She left home to join Dhaka Eden College for her Intermediate course where she joined the Dipali Sangha, run by Lila Nag, and Pritilata had taken up lathi and sword play. She was accepted as a member of the Chattagram revolutionary organisation also.

But this involvement did not, however, detract Pritilata from her studies and she stood first among girls in the Intermediate examination of Dhaka Board with a monthly scholarship of Rs 20/-. Then she joined Bethune College in Calcutta with Honours in English and Sanskrit, Bengali and Philosophy as subsidiary subjects.

For two years 1930-1932, she studied in Bethune College, Calcutta. During her study, she had developed contacts with the Jugantar group by joining Chhatri Sangha, the Jugantar platform for female students. Pritilata was given responsibility for the task of spreading the message of Chattogram in Calcutta. During that precise moment, Ramkrishna Biswas of Chattogram received his death sentence for attempting the murder of Mr. Craig, the Inspector General of



Police in Bengal, however, for having killed by mistake Tarini Charan Mukherjee, the Inspector of the Railways.<sup>4</sup>

From the pages of Pritilata's diary and the narration of her biographers it appears that she met Ramkrishna not less than forty times before his execution under a false name. Even the Superintendent of the hostel had any idea of her activities. No one recognised Pritilata.<sup>5</sup>

After Ramkrishna's execution, Pritilata, it appears, lost all her interest in pursuing her academic career and gave up her Honours course and obtained her graduate degree with distinction. She took charge as the Headmistress of Nandan Kanan Girls' High School. During this time, she met Nirmal Sen and Surya Sen in their hideout Ashray in Dhalghat in Chattogram.<sup>6</sup>

At dusk, the police force led by Captain Cameron surrounded the house. Cameron opened fire with machine guns. Other side also fired back with revolvers. Cameron was shot dead.<sup>7</sup> Nirmal Sen also died. Very soon Apurba Sen died, who was familiar with the name Bhola. Only Surya Sen and Pritilata could escape safely.<sup>8</sup>

Albeit, with a great deal of reluctance, Pritilata went back home to avoid arrest. However, the encounter was not only the first instance of such close encounter with death for her but she had lost two of her Comrades i.e. Ramkrishna Biswas and Nirmal Sen who had inspired her most and who actually meant 'revolution' for her.

But very soon Pritilata was called back to 'Kuntala', the new secret shelter of the revolutionaries because home was not safe for her and this time Pritilata had to leave home silently without seeking any permission from her parents.

In 1932, a new plan was hatched to attack the European Institute also known as the European Club at Pahartali. The club with the sign post outside reading "Indians and Dogs are not allowed", was a major source of insult for the local people of Chattogram. Nirmal Sen had planned a strategy but before taking the action he died in Dhalghat ambush. Now Pritilata was entrusted with the charge of leading the expedition. Masterda Surya Sen now had accepted the idea of incorporating women in such action plans. From Pritilata's biographical account it appears that she took Surya Sen's permission to court death even if she had a chance to escape after a successful operation.



On 24<sup>th</sup> September, Pritilata had dressed like a man stepped out of their shelter along with seven comrades. Pahartali Club was then as usual immersed in its weekend ‘fun fair’. Drunken crowd dancing then, the attack was launched in the hall. The revolutionaries after exploding a bomb guarded three entrances and started firing. Some one managed to turn off the lights. Casualties were high but the official figures published that as the lights came back only one Anglo-Indian woman was found dead and seven other injured men and women in the room. None of the revolutionaries could be nabbed only a body was found a woman in man’s attire. She was identified as Preetilata Wadder. Pritilata went there determined to attain martyrdom and she became the first Indian martyr of her age. Autopsy report stated that her death was caused by cyanide poisoning.

Pritilata had committed suicide even when she had a chance to escape.<sup>9</sup> Pritilata’s last statement contained along with a description “Long Live Revolution!” Her letter of tender feelings for her mother written on the previous day sought to console her.<sup>10</sup>

Simonti Sen has rightly remarked that Pritilata dared to dream an unusual dream and with immense passion. For all its modular conformity with the accepted ideal of ‘sacrifice’, her very attempt to find an identity beyond the sanctified domain of sansar and pursue an ideal to its end made, Pritilata dangerously ruffle the limits.<sup>11</sup>

## References:

1. They dared: essays in honour of Pritilata Wadder/ edited by Simonti Sen /Kolkata/ Gangchil/2011/viii, 306p.

### Preface

2. Ibid. Preface
3. Sen, Simonti/ Pritilata: a girl with an unusal dream/In/ They dared: essays in honour of Pritilata Wadder/ edited by Simonti Sen /Kolkata/ Gangchil/2011/viii, 306p.

Pritilata Wadder p.3 – 33.

4. Ibid p. 12 - 21
5. Dutt, Kalpana (Joshi)/ Chittagong armoury raider reminiscences/2<sup>nd</sup> ed. / New Delhi / People’s Publishing House / 1979 / xiii, 90p.  
Pritilata Wadder p.43 - 50
6. Op. cit. p.12 – 21



7. Dutt, Kalpana (Joshi)/ Chittagong armoury raider reminiscences/2<sup>nd</sup> ed. / New Delhi / People's Publishing House / 1979 / xiii, 90p.

Pritilata Wadder p.43 - 50

8. Op. cit. p.22 -24
9. Ibid. p.25 - 33
10. Dasgupta, Kamala/ Pritilata Waddekar/ In / Dictionary of national biography v. iv/ p. 443-444.
11. Op. cit. p.33

### Writings by Pritilata:

1. Surya Sen o Pritilata rachana samgraha/ edited by Nirmal Sarkar/ Baharampur/ Surya Sena Prakashani/ 2000/ 68 p.

Pritilata – p.37 – 56, 66.

2. Waddekar, Pritilata/ 1. Abismaraniya sannidhya o bidaybani / p. 96 – 100, 262 – 279, 318, 319, 323, 325/ 2. Long Live Revolution. p.280 – 288./ In Chattogram biplaber bahnisikha 1837 - 1971/ edited by Sachindranath Guha/ Kolkata/ Chattogram Parishad/ Siksha o Sansriti Bivag/ 1974.
3. Waddekar, Pritilata/ Sabare kori ahavwan p. 124 – 127/ In Agniyug/ edited by Sailesh Dey/ Kolkata/ Purna Prakashan/ 1978.

### Documents on Pritilata:

1. Agniyug / edited by Sailesh Dey / Kolkata / Purna Prakashan / 1978.

Pritilata Waddekar p. 128 – 134 by Kamala Dasgupta, p. 134 – 140 Bijaya by Surya Sen, p. 167 – 168  
Sei asamanya ramani mrityuke katadur fele jay (Pritilata smarane).

2. Bagal, Joges Chandra/ Jatiya andolane Banga nari/ Kolkata/ Viswabharati Granthalay/ 1954 / 54p.

Pritilata Waddekar p. 26, 36, 38 – 39.

3. Basu, Aparna / The Role of women in the Indian struggle for freedom / In / Indian women: from purdah to modernity / edited by B. R. Nanda / New Delhi / Radiant Publishers / 1990 / xvi, 187p.

Pritilata Waddekar Chapter – II, p. 16 – 40.

4. Biswas, Krishnakali / Swadhinata sangramer manche Bharater nari / Kolkata / Firma K.L.M. / 1987

Pritilata Waddekar p. 141 – 144.



5. Chakravarty, Trailokyanath / Jele tris bachhar o Pak – Bharater swadhinata sangram / 4<sup>th</sup> ed. Maharaj Trailokyanath Smriti Raksha Committee/1981/ 397, 16p. Pritilata Waddey p. 273.
6. Chandra, Ganganarayan/ Abismraniya/ 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata / Samabay Press / 1969 /v.1, 420, xxxxi p.  
Pritilata Waddey p. 347 – 348, 350, 353 – 354.
7. Chattapadhyay, Manju / Biplabi andolane nari – Kichhu bhabana, kichhu prasna / In / Itihas anusandhan – 20 / Kolkata / Paschimbanga Itihas Samsad / 2006  
Pritilata Waddey p.256.
8. Chatterji, Manini / Do and die: The Chittagong uprising: 1930 –1934/ Delhi / Penguin Books / 1999 /356p.  
Pritilata Waddey p. 218.
9. Chowdhuri, Chinmoy/ Pratham biplabi nari sahid Pritilata/ Kolkata/ Dey's Publishing / 2012/ 136p.
10. Chowdhuri, Nirad C. / Thy hand great anarch! India: 1921 – 1952 / London / Chatto & Windus / 1987 / 979p.  
Pritilata Waddey p.298 – 299.
11. Dasgupta, Kamala / Rakter akshare / Kolkata / Navana / 1954 / 198p.  
Pritilata Waddey p. 89.
12. Dasgupta, Kamala / Swadhinata sangrame Banglar nari / 2<sup>nd</sup> rev. & enl. ed. / Kolkata / Jayasri Prakashan / 1989 / 290p.  
Pritilata Waddey p.129 – 133
13. Dastidar, Purnendu / Birkanya Pritilata / Rev.ed. / Kolkata / Nishan Prakashan / 2001 / 116p.
14. Datta, Sonali / Pritilata / Kolkata / Radical / 2015 / 80p.
15. De, Haripada / Yader rakte swadhinata / Kolkata / Parul / 2019 / 287p.  
Pritilata Waddey p.232 – 238.
16. Debda, Nanigopal/Swadhinata sangrami charitabhidhan/Kolkata/Ananda Prakashan / 1998 /202p.  
Pritilata Waddey p.115
17. Dictionary of national biography / edited by S. P. Sen / Kolkata / Institute of Historical Studies / 1974 / v. iv  
Pritilata Waddey p. 443 – 444
18. Dutt, Kalpana (Joshi)/Chittagong armoury raiders reminiscences /2<sup>nd</sup> ed. / New Delhi / People's Publishing House / 1979 / xiii, 90p.  
Pritilata Waddey p. 43 -50.





19. Forbes, Geraldine/ Indian women and the freedom movement: a historian's perspective / Mumbai / S. N. D.T. Women's University Research Centre for Women's Studies/ 1997  
Pritilata Waddekar in Chapter – 4 Goddesses or rebels? The women revolutionaries of Bengal p.123, 125 – 126, 129.
20. Ghose, Bijit / Smaraniya yara / Kolkata / Punascha /2000 /v. 2  
Pritilata Waddekar p.61.
21. Ghose, Kalicharan / Jagoran o bisforon: Banglar sasastra biplaber purbapar itibrittwa / Kolkata/ Indian Association / 1973 / v.2. , 732p.  
Pritilata Waddekar p. 562, 568.
22. Ghose, Kalicharan / The Roll of honour: anecdotes of Indian martyrs / Kolkata / Vidya Bharati/ 1965 / 830p.  
Pritilata Waddekar p. 483 – 484
23. Ghose, Manoranjan / Chattogram biplab/ 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata / Biswas Publishing / 1970 / 205p.  
Pritilata Waddekar p. 35 – 37, 176 – 193.
24. Guha, Nalini Kishore / Banglay biplab / Rev. 4<sup>th</sup> ed. / Kolkata / A. Mukherjee / 1969 / 368p.  
Pritilata Waddekar p.215.
25. Kaur, Manmohan / Women in India's freedom struggle / New Delhi / Sterling Publisher / 1985 / 282p.  
Pritilata Waddekar p. 172 - 174
26. Laushey, David M/ Bengal terrorism and the Marxist left: aspects of regional nationalism in India: 1905 – 1942 / Kolkata / Firma K. L. Mukhopadhyay/ 1975 / 187p.  
Pritilata Waddekar p. 82.
27. Mandal, Tirtha / The Women revolutionaries of Bengal / Kolkata / Minerva / 1991. Pritilata Waddekar p.88.
28. Mukti sangrame Bharat / 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata / PaschimBanga Bangla Akademi / 1996 / 216p.  
Pritilata Waddekar p.10, 127, 128.
29. Nari charitabhidhan / compiled and edited by Jiban Saha / New Delhi / National Book Trust /2015 / 634p.  
Pritilata Waddekar p. 331
30. Police file on Pritilata Waddekar Re: terrorist movement no. 839/ 1932 in Police Archives, 43, Shakespeare Sarani, Kolkata – 17.
31. Prabasi / vol. 2, no.2 (1339 B.S.) (1932)  
Pritilata Waddekar p. 310 – 311.
32. Pritilata / edited by Sankar Ghose / 2<sup>nd</sup> ed. / Barasat / Promitheuser pathe / 2008 / 176p.





33. Ray Shyamasree Rajguru / Nationalist movement- contribution of women in Bengal (1922-42): a partnership in nation building / Kolkata / Aruna Prakashan / 2018 / p.138-144.
34. Safiunnisa / Swadeshi andolane bangali birangana (a reminiscence of Bengali women freedom fighters)/ Kolkata / Mitra o Ghosh / 2012 /120p.  
Pritilata Waddey p.113 – 120p.
35. Samsad Bamali charitabhidhan /edited by Subodh Chandra Sengupta / 4<sup>th</sup> ed./ Kolkata / Sahitya Samsad / 1998.  
Pritilata Waddey p. 318 – 319.
36. Sarkar, Jayasri (nee Roy) / Indian nationalism, social ferment and evolution of self consciousness in women: Bengal 1891 – 1934 / Thesis / J.U. / 2002  
Pritilata Waddey in chapter vi - Women and militant nationalism – new vistas. p. 203, 204, 209, 210, 215, 218
37. Sarkar, Tanika/ Bengal: 1928 – 1934: the politics of protest/Delhi /Oxford University Press/ 1987/ x, 183p.  
Pritilata Waddey p. 152.
38. Sarkar, Tanika/Politics and women in Bengal: the conditions and meaning of participation/In/Nationalist movement in India: a reader/edited by Sekhar Bandyopadhyay / New Delhi / Oxford University Press / 2009  
Pritilata Waddey p. 265
39. Sen, Simonti/ Pritilata: a girl with an unusual dream/ In/ They dared: essays in honour of Pritilata Waddey/ edited by Simonti Sen /Kolkata/ Gangchil/2011/viii, 306p. Pritilata Waddey p.3 - 33
40. Sengupta, Sikha/ Role of Bengali women in the Indian freedom movement 1919 – 1947/ Thesis / Rabindra Bharati University /2000.  
Pritilata Waddey In Chapter - v Bengali women in revolutionary activities p. 90 – 121
41. Terrorism in Bengal /compiled and edited by Amiya Kr. Samanta/ Kolkata / Government of West Bengal / 1995 / 6v.  
Pritilata Waddey v. vi, p. 928 – 929.
42. Who's who of Indian martyrs / edited by P.N. Chopra / Government of India / Ministry of Education and Youth Services / 1969  
Pritilata Waddey p. 375 – 376.

## **B. Bina Das (24 August, 1911-26<sup>th</sup> December, 1986)**

Bina Das, one of the eminent woman revolutionaries, was born on 24<sup>th</sup> August 1911 at Krishnanagore. Her father Benimadhab Das who was a veteran headmaster, became a

Brahmo at an early age; and he taught at Ravenshaw Collegiate School. Subhas Chandra Bose studied under Benimadhab Das there. Sarala Das was her mother. She started 'Punya Ashram' for poor destitute women. As a result, Bina's early education started with her parents at home.<sup>1</sup> From the autobiography of Bina, Srinkhal Jhankar – 'Rattling Chains' (by Uttara Chakraborty) it appeared that Bina had a happy childhood in a family of brothers and sisters. She reminisced that she loved to listen Tagore's poems recited by her elder sister Kalyani Das and looked back at herself as a shy and introvert girl. Although, she was very attached to her mother and she was close to her father too.<sup>2</sup>



*Figure 2: Bina Das*

From the police reports of the Intelligence Bureau (I.B.), it is found that Bina passed her Matriculation Examination in 1927 and her Intermediate Examination in 1929 from Bethune School and college respectively.

Bina Das and her elder sister were gradually involved in political work. There were two sources of inspiration, one was the non-co-operation movement launched by Mahatma Gandhi in which one of her elder brothers, Nirmal Chandra suffered imprisonment as he plunged into it. Charkha and Khadi made permanent entry into her family that time. But gradually she was converted into a firm believer of armed revolution. Subhas Chandra Bose who was one of the dearest pupils of her father advised her that the real thing was to develop within oneself as irresistible desire for the attainment of the final goal. Subhas Chandra had said that it was to be truly meant that before achieving something she needed to be in madly desirous state to grab that desire. Even in the case of the freedom movement for our country we needed to be in the same state



so that unwanted questions regarding violence or say non-violence could not be able to convulse us anymore.<sup>3</sup>

Kalyani Das along with Kamala Dasgupta, Surama Mitra had established “Chhatri Sangha”. Pritilata Waddedar, Bina Das, Kalpana Datta, Kamala Dasgupta, Ila Sen, though from other political background became active members of Chhatri Sangha. When Bina Das was a student of Bethune College, she took lead in students’ movements boycotting the Simon Commission, as well as they also participated in the Civil Disobedience. Bina by this time passed I.A. Examination in First Division again with scholarship. She got admitted to St. John’s Diocesan College and passed B.A. Examination with Honours in English. Then she got herself admitted to the Bachelor Teachers’ Training course in Diocesan College also.

On 6<sup>th</sup> February, 1932 Bina Das shot Stanley Jackson, the then Governor of Bengal, on the occasion of the annual convocation of Calcutta University. Stanley was then addressing the audience at the Senate Hall. She was immediately arrested and tried in a special tribunal court and sentenced to nine years of rigorous imprisonment. From Alipore jail she was moved to Midnapore jail and then to Hijli jail. In 1939, she was released from jail after seven years through the intervention of Mahatma Gandhi. After release she had joined the Congress and became the Secretary of South Calcutta Congress committee. In 1942, she was again arrested as a Satyagrahi participating in the August movement. She was released in 1945. After release, as a follower of Gandhiji, she had joined the rehabilitation work of the riot-ridden Noakhali and from there to Sandwip islands.

She wrote her memoirs which she started on 8<sup>th</sup> July 1947 and completed her reminiscences on 10th August 1947. It was published in 1948 under the name of Srinkhal Jhankar by Premendra Mitra. She also wrote regularly for the monthly magazine “Mandira”.<sup>4</sup>

As a Congress member she was elected for the Assembly once and was also associated with the Workers’ Union of the Amrita Bazar Patrika.

But she was in dilemma to choose her political programme in independent India because she had found that the ideals of self-sacrifice had almost been replaced by the politics of power. Decline of values which were gradually spreading all over, with the rapid spread of corruption,



and shameless clash of self interest in political as well as public life gradually changed her and she began to separate herself from politics.

She had married Jyotish Chandra Bhowmick, a fellow freedom fighter, however, considerably senior to her, and together they had settled down in a small flat at Jodhpur Park. She had actively supported the helpless refugees from East Pakistan and also stood firm by the side of the freedom fighters of Bangladesh against Pakistan.

However, the last phase of Bina Das's life was full of grief for losing her nearest and dearest ones. After her husband's demise, she left Calcutta. From burning ghat itself she went away to Haridwar. From Haridwar she ventured further to Hrishikesh and beyond and finally to oblivion on 26<sup>th</sup> December, 1986. Her body was identified almost a month after her death. Loneliness must have gripped her mind and it was a great miracle that had stopped the onward journey of a true revolutionary like her calibre.<sup>5</sup>

## References:

1. Das, Bina / Shrinkhal jhankar/ Kolkata / Dilip Kumar Gupta, Signet Press /1948 / p. 15
2. Chakraborty, Uttara / The Rattling chains: Bina Das a woman in revolution / Kolkata / Jadavpur University / School of Women's Studies / 2017/ 72p.
3. Op.cit. p.19
4. Dasgupta, Kamala / Swadhinata sangrame Banglar nari / Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata / Jayasri Prakashan / 1989 (1396 B.S.)

Bina Das p. 123 – 128

5. Bina Das: a memoir / translated by Dhira Dhar / New Delhi /Zubaan /2010/ xiv, 128p. This book is a translation of Srinkhal Jhankar

## Writings by Bina Das:

1. Achal taka (Prabandha)/ In/Mandira / Barsha 2 / Sankhya – 12, p. 774 -776
2. Asoka na Mrs. Roy (Chitra) /In/ Mandira/ Barsha 2 / Sankya – 10, p. 625-627
3. Banglar rajniti te nari / In / Dainik Krishak Saradiya Sankhya (1354 B.S.)/ 1947
4. Ghose (Das), Santi – 1916 / In / Dictionary of National Biography / v. II /edited by S.P. Sen / Kolkata / Institute of Historical Studies/1974
5. Jiban ta badda boro (Prabandha) /In/ Mandira/ Barsha 2 / Sankhya – 6 p. 318



6. Jiban ta badda chhoto (Prabandha) /In/ Mandira/ Barsha 2 /Sankhya – 6 p. 315
7. Pitridan: Benimadhab Daser Punnamsmriti / Kolkata / Bimal Chandra Das / 1967 / 56p.
8. Pratyabartan – In / Mandira /Barsha 2, Sankhya – 3, 1346 B.S. Sankhya – 4 p.134 p186 – 188
9. Pratyabartan (Prayatan) /In/Mandira / Barsha 2, Sankhya 5/ p. 247 -249
10. Pustak parichay p. 291 of “The True India – A Plea for Understanding” – by C.F. Andrews / In / Mandira / Barsha 2 / Sankhya 5 / p.291
11. Saptanka (Seven Stages of Life) (Golpo) /In/Mandira/ Barsha 2 /Sankhya – 8 p. 513-515
12. Sediner duti agnisikha – In / Agniyug / edited by Sailesh Dey/ Kolkata / Purna Prakashan /1978.
13. Shrinkhal Jhankar/ Kolkata/ Dilip Kumar Gupta, Signet Press/ 1948 / vi, 186 p.
14. Tomake (Prabandha) /In/ Mandira/ Barsha 2 /Sankhya - 7

## Documents on Bina Das

1. Agniyug / edited by SaileshDey / Kolkata/ Purna Prakashan/1978

Bina Das p.244-249

2. Bagal, Jogesh Chandra / Jatiyo andolone Banganari / Jogesh Chndra Bagal /Kolkata / Viswabharati Granthalay / 1361 B.S. (1954) / 54 p.

Bina Das p. 36-37, 42p.

3. Banerjee, Kallol / 1942 saler August andolone Kolkatar chhatri samaj ebong mahilader bhumika /p. 812-819 / In / Itihas Anusndhan – 15 edited by Goutam Chattopadhyay / Kolkata / K.P. Bagchi/2001

Bina Das p.815

4. Bina Das: a memoir / translated by Dhira Dhar / New Delhi /Zubaan /2010/ xiv, 128p. This book is a translation of Srinkhal Jhankar
5. Biswas, Krishnakali / Swadhinata sangramer manche Bharater nari /Kolkata / Firma K.L.M. / 1987

Bina Das p.145-147

6. Chakraborty, Trailokyanath / Jele tris bachhar o Pak – bharater swadhinata sangram / Trailokyanath Chakraborty / 4<sup>th</sup> ed. / Kolkata / Maharaj Trailokyanath Chakraborty Smritiraksha Committee / 1981 /397, 16p.

Bina Das p. 282.

7. Chakraborty, Uttara / The Girl was twenty one / In / They Dared: essays in honour of Pritilata Wadder / edited by Simonti Sen/Kolkata/Gangchil/2011/vii, 306 p.

Bina Das p. 34 – 56.



8. Chakraborty, Uttara / The Rattling chains: Bina Das a woman in revolution / Kolkata / Jadavpur University / School of Women's Studies / 2017/ 72p.
9. Chandra, Ganganarayan / Abismaraniya / 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata / Samabay Press / 1969 / v. I, 420, xxxxi p.  
Bina Das p. 341
10. Chattopadhyay, Manju / Biplabi andolane nari: kichhu bhabna, kichhu prasna/ In / Itihas Anusandhan – 20/ edited by Goutam Chattopadhyay/Kolkata/ K.P. Bagchi / 2006  
Bina Das p. 655-657.
11. Chattopadhyay, Manju / Biplobi Bina Das: ekti annya charitra / In / Itihas Anusandhan- 5 / edited by Goutam Chattopadhyay / Kolkata / K.P. Bagchi /1990 p. 420-429.
12. Chattopadhyay, Sabyasachi / Banglar muktisandhani / Sabyasachi Chattopadhyay and Rakhi Chattopadhyay /Kolkata / Granthamitra / 2005 / vii, 208p.  
Bina Das p. 92-93.
13. Chaudhury, Nirod, C. /Thy hand, great anarch! India 1921-1952 / London /Chatto & Windus/1987 / 979p.  
Bina Das p. 311
14. Das, Shanti / Arun – Bahni/ Kolkata / Basumati Sahitya Mandir / 1967 / 104, xvp. Bina Das p. 36-44, 48 -54, 56 -62, 64 – 71, 77, 82, 85 – 87, 90, 97 – 98.
15. Dasgupta, Kamala / Rakter akshare / Kamala Dasgupta / Kolkata / Navana /1954 /198p.  
Bina Das – p. 53-67, 97-100, 112, 114, 155.
16. Dasgupta, Kamala / Swadhinata sangrame Banglar nari/Rev. 2<sup>nd</sup> ed. /Kolkata / Jayasri Prakashan / 1989 (1396 B.S.)/ 290p.  
Bina Das p. 123 -128.
17. De, Haripada / Yader rakte swadhinata / Kolkata / Parul / 2019 / 287p.  
Bina Das p.239 – 243.
18. Dey, Sailesh/ Ami Subhas bolchhi / Akhanda samskaran / 12<sup>th</sup> ed. / Kolkata /Bisawabani Prakashani /15, 342p.  
Bina Das – p. 154, 208-213.
19. Dictionary of national biography /edited by S.P. Sen / Kolkata / Institute of Historical Studies / 1972 / v.1  
Bina Das p.337
20. Ghose, Kalicharan / Jagaran o bisforon: Banglar shasatra biplaber purbapor itibrittwa / Kalicharan Ghose / Kolkata / Indian Associated Publishing / 1973 / v.2. / 733p. Bina Das p. 558-559



21. Guha, Nalini Kishore / Banglay Biplobbad / Nalini Kishore Guha / Rev. 4<sup>th</sup> ed. / Kolkata / H. Mukherjee / 1969 / 23, 368p. /

Bina Das p. 214

22. Kar Purkayastha, Sudip / On the road to freedom: footprints on Indian history 1877-1936 / New Delhi / Vitasta/2015

Bina Das p. 383

23. Kaur, Manmohan / Women in India's freedom struggle /New Delhi / Sterling Publisher / 1985 / 282p.

Bina Das p.172-174

24. Laushey, David M. / Bengal terrorism and the Marxist left: aspects of regional nationalism in India: 1905-1942/ Kolkata / Firma K.L. Mukhopadhyay / 1975 /187p. Bina Das p. 84

25. Mandal, Tirtha / The Women Revolutionaries of Bengal: 1905-1939 / Tirtha Mandol / Kolkata / Minerva Associates / 1991/ viii, 153p.

Bina Das p.83-88

26. Mandira / Barsha 2 / Sankhya 1

Bina Das p. 61

27. Muktir sangrame Bharat/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed./Kolkata/Paschim Banga Bangla Akademi/1996/216 p.

Bina Das p. 136

28. Nari Charitabhidhan / compiled and edited by Jiabn Saha/New Delhi / National Book Trust /2015 /634p.

Bina Das p.367

29. Police File No. – 172/1932 (1) Attempted assassination of H E Governor of the Senate House Calcutta on 6. 2. 1932 in Police Archives, 43, Shakespeare Sarani, Kolkata – 17.

30. Prabasi/1338 B.S. v.2 no. 5

Bina Das - Banger Governor ke hatya koribar chesta p. 731

31. Prabasi/1338 B.S. v. 2 no. 6

Bina Das a) Banger later pranbadher chesta b) Kumari Bina Daser shvikarokti o kaifiyat p. 892-893.

32. Ray Shyamasree Rajguru / Nationalist movement- contribution of women in Bengal (1922-42): a partnership in nation building / Kolkata / Aruna Prakashan / 2018 / p.133, 137.

33. Roy, Suprakash/ Bharater baiprabik sangramer itihash/ Kolkata/Bharati Book Stall/1955/652 p.

Bina Das p. 488-499

34. Safiunnisha / Swadeshi andolane Bangali birangana / Safiunnisha / Kolkata / Mitra o Ghosh / 2012 / 120p.

Bina Das 59-66p.





35. Samsad Bangali charitabhidhan/ edited by Anjali Basu / Sahitya Samsad/2004/415 p. Bina Das (Bhowmik) p. 229-230
36. Sarkar, Jayasri (nee Roy)/ Indian nationalism, social ferment and evolution of self consciousness in women: Bengal 1891 – 1934 / Thesis / J.U. / 2002  
Bina Das – p. 208, 217, 221 - 222
37. Sarkar, Tanika / Politics and women in Bengal: the conditions and meaning of participation in nationalist movement in India: a reader / edited by Sekhar Bandhyopadhyay / New Delhi / Oxford University Press / 2009  
Bina Das p.264 - 265
38. Sen, Bharati / Sunity Choudhury: life of a freedom fighter/ Kolkata /Promitheuser Pathe / 2015/127 p.  
Bina Das – p. 95-96, 100-103
39. Sen, Puravi / Biplabi Prafulla Kumar Sener jibanalekha o swadhinata sangramer kichhu nathipatra/ Puravi Sen & Binod Bihari Das / Kolkata / Reader's Service / 2006 / 256p.  
Bina Das p. 217
40. Sengupta, S.C. / India wrests freedom / Kolkata / Sahitya Samsad /1982/332p. Bina Das p. 80
41. Sengupta, Sikha / Role of Bengali Women in the Indian freedom movement, 1919 – 1947/ Kolkata / Rabindra Bharati University / 2000. Thesis Bina Das p. 100 - 103
42. Terrorism in Bengal / compiled and edited by Amiya Kumar Samanta / Kolkata /Government of West Bengal / 1995 /6v.  
Bina Das v. vi p. 854-855
43. Thapar-Bjorkert, Suruchi / Women in the Indian national movement unseen faces and unheard voices: 1930-1942 /New Delhi /Sage Publications / 2006 / 304p.  
Bina Das p.165

### **C. Parul Mukherjee (November, 1915 – April, 1990)**

Parul Mukherjee was born in the month of November on 1915. Her father was Guru Prasanna Mukherjee and mother was Manorama Debi. Her elder brother was

Amulya Mukherjee who was a prominent revolutionary of Anushilan Samiti. Her younger sister was Usha Mukherjee. They were brought up in the district Comilla. Both sisters, Parul and Usha joined the Anushilan Samiti in their early age. As she disliked reading in government school run by the British Government, she did not at all join any school. At the age of fourteen Parul organised a female volunteer group. Usha also joined in that volunteer group. Parul was famous as “Major Didi” and Usha also was very brave and desperate. She attracted people with her smiling face.



*Figure 3: Parul Mukherjee*

In the year 1934, Usha was arrested and detained in the Hijli jail. In the year 1937, she was released. In 1932, Parul was interned in her own house. But she absconded when police issued warrant against her for her connection with Inter provincial conspiracy case. Parul played an active role in the revolutionary activities of Anushilan Samiti.<sup>1</sup> It was found that Parul Mukherjee with Prafulla Sen and others were moving in Tippera, Faridpur and Barishal under different names.<sup>2</sup>

On 20<sup>th</sup> January 1935, from a house at Goalapara in Tittagarh, the police arrested Parul with other revolutionaries, Sri Purnananda Dasgupta and Shyam Binode Pal Chowdhury. To prepare bombs and explosives in large quantities, Parul came to Tittagarh. But before arrest Parul could destroy papers by burning them. At the time of her arrest, she told her name as ‘Surama Debi’. But the things found from the house were:

- a) A large quantity of chemicals used for the prepration of explosives.
- b) Diagram of bombs.
- c) Typed sheets of paper containing instructions for the preparation of explosives.
- d) Some loose sheets of papers containing names and addresses as also some burnt papers.

- e) Cryptic letters.
- f) Cryptic writings.
- g) Materials for disguise etc.<sup>3</sup>

It was also found that Parul was also known by Nihar, Santi, Arati, Sovarani Basu, Rani, Khuki and Surama Debi.<sup>4</sup> Following the arrest the police started Tittagarh conspiracy case and on the 27<sup>th</sup> April, 1937, Parul Mukherjee was sentenced to three years of rigorous imprisonment.<sup>5</sup>

She was released from jail in 1939 with other female revolutionaries after the intervention of Mahatma Gandhi.<sup>6</sup> After release, she passed the Matriculation examination and remained unmarried and however retired from public life. She became a teacher of the Bagha Jatin Primary School. She died on 20.04.1990 in her home in Baghajatin.<sup>7</sup> Her sister Usha left her on 13<sup>th</sup> June, 1982.<sup>8</sup>

## References:

1. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata sangrame Banglar nari/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Jayasri Prakashan/ 1989 (1396B.S.)/ 290p.  
Parul Mukherjee – p. 145-147
2. Terrorism in Bengal: a collection of document/ compiled and edited by Amiya Kumar Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/ v. ii  
Parul Mukherjee - p. 1101 1109, 1114, 1122, 1131.
3. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kumar Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/ v.vi  
Parul Mukherjee p. 1260 - 1264
4. Chandra, Ganganarayan/ Abismaranya/ v. 1. / 2<sup>nd</sup> ed./ Samabay Press/ 1969/ 420p, xxxxi p.  
Parul Mukherjee – p. 389
5. Op. cit. p.1264
6. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata sangrame Banglar nari/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Jayasri Prakashan/ 1989 (1396B.S.)/ 290p.  
Parul Mukherjee – p. 145-147
7. Sen, Puravi/ Biplabi Prafulla Kumar Sener jiban alekhya o swadhinata sangramer kichhu nathipatra/Puravi sen & Binod Bihari Das/ Kolkata/ Readers' Service/ 2006/ 256p.  
Parul Mukherjee p. 220
8. Op. cit. p.147



## Documents on Parul Mukherjee:

1. 72 / 1935 (343) Appointment of Council and pleader in the Titagarh Conspiracy Case
2. 72 / 1935 (361) Newspaper cutting in connection with Titagarh Conspiracy Case
3. 72 / 1935 (362) Summonse issued to procution waiters under Titagarh conspiracy
4. 72 / 1935 (363) Disposal of property seized during the Investigation of Titagarh Conspiracy Case
5. 72 / 1935 (383) Titagarh Conspiracy Case
6. 72 / 1935 (387) Arrangement for photo copying the persons convicted in the Titagarh Conspiracy Case
7. 72 / 1935 (388) Newspaper cutting in connection with Titagarh Conspiracy Case
8. 72 / 1935 (390) Rewards granted in the Titagarh Conspiracy Case
9. Agniyug/ edited by Sailesh Dey/ Kolkata/ Purna Prakashan /1978
10. Bandhyopadhyay, Sandip/ Women in the Bengal revolutionary movement 1902-1935/ In/ Manushi No. 65 July – August 1991

Parul Mukherjee – p. 32, 34

11. Chakraborty, Trailokyanath/ Jele tris bachhar o pak-Bharater swadhinata sangram/ 4<sup>th</sup> ed. / Kolkata/ Maharaj Trailokyanath Chakraborty Smritiraksha Committee/ 1981/ 397, 16p.

Parul Mukherjee – p. 287-288

12. Chandra, Ganganarayan/ Abismaranya/ v. 1. / 2<sup>nd</sup> ed./ Samabay Press/ 1969/ 420p, xxxxi p.

Parul Mukherjee – p. 389

13. Das, Shanti/ Arun-Bahni/ Kolkata/ Basumati Sahitya Mandir/ 1967/ 104, xv p.

Parul Mukherjee – p. 88, 98

14. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata Sangrame Banglar Nari/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Jayasri Prakashan/ 1989 (1396B.S.)/ 290p.

Parul Mukherjee – p. 145-147

15. Datta Roy, Keka/ Biplabbad theke samaj tantrikatay Banglar Anushilan Samiti 1935-1947/ In / Anushilan Samitir Itihas: 1902-1947/ edited by Amalendu Dey/ Kolkata/ Anushilan Samiti Satabarsha Udjapan Committee 2002/ 2013/ 620p. Parul Mukherjee – p. 571, 573, 575, 577.

16. Debdas, Nani Gopal/ Swadhinata sangrami charitabhidhan (Jeno bhule na jai)/ Kolkata/ Ananda Prakashan/ 1998/ 202p.

Parul Mukherjee – p. 83-84



17. Dey, Sailesh/ Ami Subhas bolchhi (Akhanda Sanskaran)/ / 12<sup>th</sup> ed. / Kolkata /Bisawabani Prakashani /15, 342p.

Parul Mukherjee – p. 254

18. Guha, Nalini Kishore/ Banglay biplabhad/ 4<sup>th</sup> ed./ Kolkata/ A. Mukherjee/ 1969/ 23, 368 p.

Parul Mukherjee – p. 263-264

19. Kaur, Manmohan/ Women in India's Freedom Struggle/ New Delhi/ Sterling Publisher/ 1985/ 282p.

Parul Mukherjee – p. 174

20. Lahiri, Tarapada/ Bharater swadhinata sangram o nana baiplabik sarayantra mokaddamar itihash/ Kolkata/ Pratyay/ 1983/ 196, 9, 3, 12p.

Parul Mukherjee – p.166, 175 – 178, 183

21. Mandal, Tirtha/ The Women revolutionaries of Bengal 1905-1939/ Kolkata/ Minerva Associates/ 1991/ viii, 153p.

Parul Mukherjee – p. 60, 64, 70, 71

22. Mukhopadhyay, Ishani/ Chira unnata shir: Anushilan Samitir nari samaj/ In / Anushilan Samitir Itihas: 1902-1947/ edited by Amalendu Dey/ Kolkata/ Anushilan Samiti Satabarsha Udjapan Committee 2002/ 2013/ 620p.

Parul Mukherjee – p. 166, 175-178, 183, 206-237, 239 – 241, 245-246, 270, 306-307, 311, 312, 314, 316, 318, 319, 326, 327, 330-333, 337, 339, 341, 348, 351-355, 359, 365,372 375-378, 383-386, 397, 401, 403, 404, 410, 419, 420, 422-428, 430, 434

23. Police files on Titagarh Conspiracy Case are related with Parul Mukherjee as she was convicted in this case. File 72 /1935 Police statement/ searches and arrest of Titagarh. Police files are available in Police Archives, 43, Shakespeare Sarani, Kolkata – 17.

24. Ray Shyamasree Rajguru / Nationalist movement- contribution of women in Bengal (1922-42): a partnership in nation building / Kolkata / Aruna Prakashan / 2018 / p.139.

25. Samsad Bangali Charitabhidhan/ Basu, Anjali/ Rev. 3<sup>rd</sup> ed./ Kolkata/ Sahitya Samsad/ 2004/ V. 2

Parul Mukherjee – p. 179 – 180

26. Sarkar, Jayasri (nee Roy)/ Indian nationalism, social ferment and evolution of self consciousness in women: Bengal 1891 – 1934 / Thesis / J.U. / 2002

Parul Mukherjee – p.217

27. Sen, Puravi/ Biplabi Prafulla Kumar Sener jiban alekhya o swadhinata sangramer kichhu nathipatra/Puravi sen & Binod Bihari Das/ Kolkata/ Readers' Service/ 2006/ 256p.

Parul Mukherjee – p. 50, 51, 53, 55, 64, 146, 148, 151, 152, 178, 220

28. Sengupta (Sen), Sikha/ Role of Bengali Women in the Indian Freedom Movement 1919-1947/ Kolkata / Rabindra Bharati University/ 2000 Thesis

Parul Mukherjee – p. 114

29. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kumar Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/ v.ii

Parul Mukherjee – p. 1101, 1109, 1114, 1127

30. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kumar Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/1995/v.vi

Parul Mukherjee - p. 1260-1264

31. Terrorism in India 1917-136/ Govt. of India / Intelligence Bureau / Home Department / Delhi / Deep Publication / 1974/ iii,273p. Parul Mukherjee – p. 63

### **D. Shanti Ghosh (Das) (22<sup>nd</sup> Nov. 1916 – 27<sup>th</sup> March 1989)**

Shanti Ghosh was born on 22<sup>nd</sup> November, 1916 in Kolkata. Her father, Debendranath Ghosh, was a professor of Philosophy in Comilla College and her mother was Salilabala Ghosh who was Swami Vivekananda's niece. Her father was a nationalist and political worker. Shanti got her inspiration to dedicate her to the freedom of her country from her father.

She was exquisitely beautiful and a singer with a golden voice.<sup>1</sup> Once Santi sang the song “Bharat amar Bharat amar jekhane manab melilo netro” in the reception meeting in the honour of Sarojini Naidu in Comilla in 1926. Her father was also present in that meeting.<sup>2</sup> After returning home, her father blessed her by saying “Try to be like this great lady in future”. In Shanti's autograph khata Bimal Prativa Debi, a well-known revolutionary also wrote “Be like the Santi of Bankim's Anandamath” and Subhas Chandra even mentioned “To preserve the honour of womanhood, take up arms yourselves, ye mothers”.



*Figure 4: Shanti Ghosh (Das)*



Subhas Chandra wrote in Shanti's autograph Khata "Aponer man rakhite Janani apni kripan dharo". All these blessings gave added inspiration to the young girl who was preparing herself to dedicate her to the call at the altar of her motherland.

Both Shanti and Suniti were students of Faizunnesha Girl's School in Comilla. Their classmate was Prafull Nalini Brahma who was a member of the Jugantar Party. Through her influence, Shanti and Suniti came in contact with the Jugantar Party. They undertook various kinds of training which were necessary for revolutionary work in the hills of Comilla.

In 1928, the movement against Simon Commission had spread all over India and it had affected Comilla also. In 1930, Civil Disobedience movement was started. Shanti also engaged herself with the movement, unhesitatingly.

On December 1931, Shanti along with Suniti who was her classmate went to the bungalow of Mr. C.G.B. Stevens, the district Magistrate of Comilla. They seek Magistrate's permission to organise a swimming competition in Comilla and requested him to be the patron. When the Magistrate came out with the application referred to the Headmistress and was returning the application to Shanti, Suniti shot him. This heroic action of the two young girls thrilled the country. Both Shanti and Suniti went behind the prison bars with a sentence of life transportation for being so young teenagers. They became the first Indian women successful in revolutionary action.

In prison Shanti was separated from her mate Suniti. She was kept in solitary confinement. As she was a girl of sixteen, it was too much for her. But very soon she got complete mastery over the situation. During her prison days she was kept with other political prisoners but Shanti with her songs, sympathy and affection was a source of great joy to them.<sup>3</sup>

In 1939, Shanti got an early release along with many other political prisoners and after the release she continued her studies, passed matriculation and I.A. In 1942, she married Chittaranjan Das, an ex-revolutionary. She continued her political career as a member of Congress. She was a member of the West Bengal Legislative Council from 1962 to 1967 and of the State Legislative Assembly 1952-62 and 1967-68.<sup>1</sup> She was also connected with various social educational institutions. She was the mother of two children. She wrote her



autobiography named “Arun bahni” which got appreciation from many.<sup>2</sup> In 1989, 27<sup>th</sup> March this revolutionary passed away.<sup>4</sup>

## References:

1. Dictionary of national biography /edited by S.P. Sen / Kolkata / Institute of Historical Studies / 1972 / v.ii

Shanti Ghosh p.59

2. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata sangrame Banglar nari/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Jayasri Prakashan/ 1989 (1396B.S.)/ 290p.

Shanti Ghosh – p.117

3. Op. cit. p.59

4. Safiunnisha/ Swadeshi andolane Bangali birangana/Kolkata/Mitra o Ghose/2012

Shanti Ghosh (Das) p. 82-87, 120p.

## Writings by Shanti Ghosh

1. Ghose, Shanti /Arun-Bahni/ Kolkata/ Basumati Sahitya Mandir/1967/104, xvp. Auto-biography of Shanti Ghosh.

## Documents on Shanti Ghose:

1. a) Nandi, Akhil Chandra/ Takhon Comillay  
b) Bhowmik, Bina (Das) Sediner duti agnisikha

In /Agniuyug/ edited by Sailesh Dey/ Kolkata/Purna Prakashan/ 1978

Shanti Ghosh - a) p. 121-122, b) p. 227-232

1. Bagal, Jogesh Chandra/Jatiya andolone Banga nari/Kolkata/ Biswabharati Granthalay/1955/54p.

Shanti Ghosh – p. 36-37

2. Bipalabini / compiled by Birendranath Palchowdhury / Kolkata / Saraswati Prakashani / 1962 / 56p.

3. Biswas, Krishnakali/Swadhinata sangramer manche Bharater nari/Kolkata/ Firma K.L.M./1987  
Shanti Ghosh (Das) – p. 278-280

4. Chakraborty, Trailokyanath/ Jele tris bachhar o Pak – Bharater swadhinata sangram/ 4<sup>th</sup> ed./ Kolkata/ Maharaj Trailokyanath Chakraborty Smriti Raksha Samiti/ 1981/ 397, 16p.

Shanti Ghosh – p.282





5. Chandra, Ganganarayan/Abismaraniya/ 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/Samabay Press/ 1969/ 420, xxxxiip.  
Shanti Ghosh – p. 339
6. Chattopadhyay, Sabyasachi/Banglar mukti – sandhani/ Sabyasachi Chattopadhyay and Rakhi Chattopadhyay/ Kolkata/ Grantha Mitra/ 2005/ vii, 208p.  
Shanti Ghosh - p. 83-84
7. Chaudhury, Nirod, C. /Thy hand, great anarch! India 1921-1952 / London /Chatto & Windus/1987 / 979p.  
Shanti Ghosh – p. 301
8. Das, Bina/ Srinkhal jhankar/ Kolkata/ Dilip Kumar Gupta, Signet Press/ 1948/vi, 186p.  
Shanti Ghosh - p. 36- 38, 40-42, 45
9. Dasgupta, Kamala/ Rakter akshare/ Kolkata/ Navana/ 1954/ 198 p.  
Santi Ghosh – p. 51, 52, 86, 97-100- 116
10. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata sangrame Banglar nari/Rev. 2<sup>nd</sup> ed./Kolkata/Jayasri Prakashan/1989/290 p.  
Shanti Ghosh (Das) – p. 117-122
11. De, Haripada / Jader rakte swadhinata / Kolkata / Parul / 2019 / 287p.  
Shanti Ghosh -p. 254 – 260.
12. Dey, Sailesh/ Ami Subhas bolchi / Akhanda Samskaran/ 12<sup>th</sup> ed. / Kolkata/ Biswabani Prakashani/ 1407 B.S. (2000)/ 15, 342p.  
Shanti Ghosh p. 205 – 208, 154
13. Dictionary of National biography/edited by S.P. Sen/ Kolkata/ Institute of Historical Studies/1974/4v  
Shanti Ghosh (Das) – v.ii p.59
14. Dutt, Kalpana (Joshi)/ Chittagong armoury raiders reminiscences/ 2<sup>nd</sup> ed. / New Delhi / People's Publishing/1979/xiii, 90p.  
Shanti Ghosh - p. 71
15. Forbes, Geraldine/Indian women and the freedom movement: a historian's perspective/ Mumbai/ S.N. D.T. Women's University, 1997/ 134p.  
Shanti Ghosh – Chapter 4: Goddesses or rebels? women revolutionaries of Bengal / p. 123-124
16. Ghose, Kalicharan/ The Roll of honour: anecdotes of Indian martyrs/ Kolkata/ Vidya Bharati/ 1965/ 829p.  
Shanti Ghosh – Ladies too (1931) p. 509-11
17. Ghose, Kalicharan/Jagoran o bisforon: Banglar sasatra biplaber purbapur itibrittwa/Kolkata/ Indian Associated Publishing/ 1973/ v. 2  
Shanti Ghosh – p. 547-548



18. Laushey, David M. /Bengal Terrorism and the Marxist Left: aspects of regional nationalism in India: 1905-1942/ Kolkata/ Firma K.L. Mukhopadhyay/1975/187p. Shanti Ghosh – p. 81
19. Mandal, Tirtha/The Women revolutionaries of Bengal: 1905-1939/Kolkata /Minerva Associates/1991/viii, 153p.  
Shanti Ghosh – p. 70, 78-84, 88
20. Mukti Sangrame Bharat/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Paschimanga Bangla Akademi/ 1996/ 216p.  
Shanti Ghosh - p. 136
21. Nandi, Akhil Chandra/Biplabir smriti charan/ Kolkata/K. Basu/ 1960/ 175p.  
Shanti Ghosh – p. 102-105, 114, 120, 124-127, 134-139, 142, 151-153, 155-157, 161-163, 164-168.
22. Prabasi /1338 B.S. Vol. 2 No. 4/ Magistrate hatyar mokaddama p. 593
23. Prabasi /1338B.S. Vol. 2 No. 03/Engrej Magistarte khon p. 462
24. Prabasi 1338 B.S. Vol. 2 No. 5/ Magistrate hatyar janya sasti p. 793
25. Ray Shyamasree Rajguru / Nationalist movement- contribution of women in Bengal (1922-42): a partnership in nation building / Kolkata / Aruna Prakashan / 2018 / p.136.
26. Roy, Suprakash/ Bharater baiplabik sangramer itihās / Kolkata / Bharati Book Stall / 1955/ 652 p.  
Shanti Ghosh - p.483
27. Safiunnisha/ Swadeshi andolane Bangali birangana/Kolkata/Mitra o Ghose/2012 Shanti Ghosh (Das) p. 82-87, 120p.
28. Samsad Bangali charitabhidhan/ edited by Anjali Basu/ Rev. 3<sup>rd</sup> ed. / Kolkata/ Sahitya Samsad/ 2004/ v. 2/ 415 p.  
Shanti Ghosh – p. 325
29. Sarkar, Jayasri (nee Roy)/ Indian nationalism, social ferment and evolution of self consciousness in women: Bengal 1891 – 1934 / Thesis / J.U. / 2002  
Shanti Ghosh – p. 211, 212, 222
30. Sarkar, Tanika/ Bengal: 1928 – 1934: the politics of protest/Delhi /Oxford University Press/ 1987/ x, 183p.  
Shanti Ghosh - p. 152
31. Sen, Bharati/Sunity Choudhury: life of a freedom fighter/ Kolkata/Promitheusr Pathe/ 2015/ 127p.  
Shanti Ghosh – p. 25, 46, 50-65, 71-96, 100-103
32. Sengupta, S.C. / India wrests freedom/ Kolkata/Sishu Sahitya Samsad/ 1982/ 332 p. Shanti Ghosh - p. 121-122
33. Sengupta, Sikha / Role of Bengali women in the Indian freedom movement, 1919 – 1947/ Kolkata / Rabindra Bharati University / 2000. Thesis

Shanti Ghosh - p. 97 - 100

34. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kr. Samanta/ Kolkata/ Government of West Bengal/ 1995/6v.

Shanti Ghosh - v.vi p.796 -798

35. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kumar Samanta/ Kolkata/Government of West Bengal/ 1995/ v. II

Shanti Ghosh - p. 1065-1070, 1079, 1088

### **E. Sunity Choudhury (22<sup>nd</sup> May, 1917 – 12<sup>th</sup> January, 1988)**

Sunity was born on 22<sup>nd</sup> May, 1917 in Comilla. Her father was Umacharan Choudhuri and mother was Surasundari. Umacharan was a peskar or clerk of the Comilla collectorate. Her elder brothers were political workers. During the early days of her life, she saw the boycotting of foreign goods, taking part in Civil Disobedience Movement which was happening regularly; and even children knew if they purchased glass bangles or other fancy items, the people of the country would become poorer.<sup>1</sup>

Consequently, Sunity got her political inspiration not only from her personal surroundings but from social periphery also. At that time, people of Comilla were protesting against Simon Commission. They were also angry for the torture of police on revolutionary Ullashkar Datta.

In this political situation, Sunity was then a student of Faizunnweshah Girl's School, Comilla. Her classmates were Prafulla Nalini Brahma who was an active member of Jugantar Party and Santi Ghose.



*Figure 5: Sunity Choudhury*

Prafulla Nalini was able to induct Shanti Ghose into the revolutionary activities of the Jugantar Party; and Prafulla Nalini's active efforts swayed Suniti to become the member of Jugantar and very soon she was an active member. In the first half of 1931, a student convention was held at Comilla and in Comilla a student organisation for girls named "Chhatri Sangha" was built up by the trio Prafulla, Shanti and Sunity.<sup>2</sup>



Prafulla Nalini was the president, Shanti was the secretary and Suniti the captain of girls of 'Sangha' who used to take part in drills and in parades. Other than parade, girls were taught 'lathi' and dagger fight. On the outskirts of Comilla, the shooting practice took place at Maynamati Kotbari Hillock and ultimately on the 14<sup>th</sup> December, Suniti along with her classmate Shanti shot C.G.B. Stevens, the District Magistrate of Comilla.<sup>3</sup> Suniti was known as Mira Devi and Shanti as Ila Sen by then.<sup>4</sup>

Precisely, the revolvers were snatched out of their hands and both were arrested by a chaprasi. Charge sheet under section 302, 302/324, 307, 302/109 I.P.C. and under 19 (f) of the Indian Arms Act was submitted against both Sunity Chaudhuri and Shanti Ghose. The case was tried by a special tribunal and both the accused were sentenced to transportation for life on 27<sup>th</sup> January in 1932.<sup>5</sup>

In the case, 41 other persons were arrested of whom Binay Kumar Datta, son of Late Bipin Bihari of Sultanpur, Brahmanbaria, Tippera, Prafulla Nalini Brahma alias Nani alias Tuni, daughter of Rajani of Bagichagaon, Comilla town, Akhil Ch. Nandi, son of Prakash of Sarail Tippera.

The convicted accused were members of the Anushilan Party, Comilla but this outrage was organised by the Jugantar Party of Chittagong. Both Sunity and Shanti were sentenced to life transportation because they were too young.<sup>6</sup>

They were taken to Presidency jail. From Presidency Jail they were taken to Midnapore Jail. In Midnapore Jail Suniti was separated from her mate Shanti. Sunity was placed as class III prisoner but Shanti was placed in class II. In Midnapore, Shanti and Sunity met Bina Das, an accused for an attempt to kill Governor, Stanley Jackson. The trio Shanti, Sunity and Bina kept their ward filled with songs and recitation. But very soon Shanti was transferred to Dacca Jail.

When Sunity was placed in Division III from Division II prisoner the situation was worse to follow. Grade III prisoners were the women who had been jailed for crimes. So, the facilities provided in Division III were diplorable. She would have to wear thick coarse saris and instead of blouse she was given loose kurtas of the same material as saris. She had to eat coarse rice full of stones served with yellow liquid could be called dal and vegetables which were either half cooked or overcooked. British government tried to break not only the physical but the



mental strength also of this girl of tender age. But Sunity was not a girl of soft minded. She was strong enough to overcome the situation.

Jailor's behaviour in Midnapore was intolerable. Shanti had also returned to Midnapore by then. Bina, Shanti and Sunity decided not to take food and to go to indefinite fast until the jailor was removed, Other prisoners, non-political also decided to support them. The hunger strike was going on upto seven days. They were admitted to hospital. As a result after seven days, they were informed that their demand had been accepted and the jailor was going to be removed.

But the ultimate result was the trio – Bina, Shanti, Sunity were separated from each other. Sunity was sent to RajShahi and Bina and Shanti were in Hijli.<sup>7</sup>

In February 1938, Gandhi met the political prisoners and after Gandhiji's intervention on 28.4.39.<sup>8</sup> Shanti and Sunity were released from Presidency Jail after seven and above years in jail.

After release Sunity started her education again and passed Matriculation and I.S.C. and later on she passed M.B. with much more struggle against poverty.

In 1947, Sunity married Shri Pradyot Ghose, the veteran leader of wokers of South 24 paraganas. She spent her life as a doctor and served the poor and destitute. On 12<sup>th</sup> January 1988, she passed away.<sup>9</sup>

## References:

1. Sen, Bharati/ Sunity Choudhury: Life of a Freedom Fighter/ Kolkata/ Promitheuser Pathe / 2015/ 127p. p.38
2. Ibid p.47
3. Ibid p.50
4. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kr. Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/ v.vi, p.796
5. Ibid p.796 – 798
6. Ibid p.798



7. Sen, Bharati/ Sunity Choudhury: life of a freedom fighter/ Kolkata/ Promitheuser Pathe / 2015/ 127p.p. 90 – 102
8. Ibid p.104
9. Ibid p.125

### **Documents on Sunity Choudhury:**

1. Bagal, Jogesh Chandra/ Jatiya andolone Banga nari/ Kolkata/ Viswa Bharati/ 1361/ 54p./ Biswabidyasamgraha no. 112

Sunity Choudhury p. 36-37

2. Bandyopadhyay, Sandip/ Women in the Bengal revolutionary movement: 1902 – 1935/ In Manushi no. 65 (July – August 1991).

Sunity Choudhury p. 32

3. Bhowmik, Bina (Das) Sediner Duti Agnisikha/ In /Agniyug/ edited by Sailesh Dey/ Kolkata/Purna Prakashan/ 1978

Sunity Choudhury p. 232 – 242

4. Bipalabini/ compiled by Birendranath PalChowdhury / Kolkata / Saraswati Prakashani / 1962 / 56p.

Sunity Choudhury - p. 20, 29, 42, 51, 52

5. Biswas, Krishnakali/ Swadhinata sangramer manche Bharater nari/ Kolkata/ Firma K.L.M./ 1987

Sunity Choudhury - p. 260-263

6. Chakraborty, Trailokyanath/ Jele tris bachhar o Pak-Bharater swadhinata sangram/ 4<sup>th</sup> ed. / Kolkata/ Maharaj Trailokyanath Chakraborty Smriti Raksha Samiti/ 1981/ 397, 16p.

Sunity Choudhury – p. 282

7. Chandra, Ganganarayan/ Abismaraniya/ 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkakata/ Samabay Press/ 1969/ 420, xxxxi p.

Sunity Choudhury – p. 339

8. Chattopadhyay, Sabyasachi/ Banglar Mukti-Sandhani/ Sabyasachi Chattopadhyay (and) Rakhi Chattopadhyay/ Kolkata/ Grantha Mitra/ 2005/ vii, 208p.

Sunity Choudhury – p. 94-95

9. Chaudhuri, Nirod C. / Thy hand, great anarch! India 1921-1952 / London /Chatto & Windus/1987 / 979p.

Suniti Choudhury p. 301

10. Das, Bina/ Srinkhal jhankar/ Kolkata/ Dilip Kumar Gupta/ 1948/ vi, 186p.



Sunity Choudhury – p.36 – 38, 40 – 42, 46

11. Das, Shanti/ Arun-Bahni/ Kolkata/ Basumati Sahitya Mandir/ 1967/ 104, xvp.

Sunity Choudhury – p. 15-41, 45, 71, 93, 98

12. Dasgupta, Kamala/ Rakter akshare/ Kolkata/ Navana/ 1954/ 198 p.

Sunity Choudhury – p. 52, 86

13. Dasgupta, Kamala/ Swadhinata sangrame Banglar nari/ Rev. 2<sup>nd</sup> ed. / Kolkata/ Jayasri Prakashan/ 1989/ 290p.

Sunity Choudhury – p. 117- 122

14. Dey, Haripada / Yader rakte swadhinata / Kolkata / Parul / 2019 / 287p.

Sunity Choudhury - p. 254 – 260.

15. Dey, Sailesh/ Ami Subhas bolchhi/ Akhanda Samskaran/ 12<sup>th</sup> ed. / Kolkata/ Biswabani Prakashani/ 1407 B.S./ 2000/v. I / 15, 342p.

Sunity Choudhury - p. 205-208, 154

16. Dutt, Kalpana (Joshi)/ Chittagong armoury raiders reminiscences/ 2<sup>nd</sup> ed. / New Delhi People's Publishing House/ 1979/ 90p.

Sunity Choudhury - p. 71

17. Forbes, Geraldine/ Indian Women and the freedom movement: a historian's perspective/ Mumbai/ S.N.D.T. Women's University/ 1997/ 134p.

Sunity Choudhury Chapter 4: Goddesses or rebels? The women revolutionaries of Bengal p. 123-124

18. Ghose, Kalicharan/ Jagoran o bisforon: Banglar sasastra biplaber purbapar itibrittwa/ Kolkata/ Indian Asssociated Publishing/ 1973/ v. 2

Sunity Choudhury – p. 547 -548

19. Ghose, Kalicharan/ The Roll of honour: anecdotes of Indian martyrs/ Kolkata/ Vidya Bharati/ 1965/ 829p.

Sunity Choudhury – Ladies too (1931) p. 509-511

20. Laushey, David M. / Bengal terrorism and the Marxist left: aspects of regional nationalism in India: 1905 – 1942/ Kolkata/ Firma K.L. Mukhopadhyay/ 1975/ 187p. Sunity Choudhury p. 81

21. Mandal, Tirtha/ The Women revolutionaries of Bengal: 1905-1939/ Kolkata /Minerva Associates/ 1991/ viii, 153p.

Sunity Choudhury – p. 70, 78, 84, 88

22. Muktir sangrame Bharat/ 2<sup>nd</sup> rev. ed. / Kolkata/ Paschimbanga Bangla Akademi/ 1996/ 216p.

Sunity Choudhury – p 136

23. Nandi, Akhil Chandra/ Biplabir Smriti Charan/ Kolkata/ K. Basu/ 1960/ 175p. Sunity Choudhury – p. 105 – 106, 121, 123-127, 135, 142-148, 151-153, 155-157, 161,163, 164-168



24. Nandi, Akhil Chandra/ Takhan Comillay/In /Agniug/ edited by Sailesh Dey/ Kolkata/Purna Prakashan/ 1978

Sunity Choudhury - p. 227-232

25. Prabasi 1338 B.S. Vol. 2 No. 3 Engrej Magistrate khoon p.462

26. Prabasi 1338 B.S. Vol. 2 No. 4 Engrej Magistrate hatyar mokaddama p. 593

27. Prabasi 1338 B.S. Vol. 2 No. 5 Engrej Magistrate hatyar janya sasti p. 793

28. Ray Shyamasree Rajguru / Nationalist movement- contribution of women in Bengal (1922-42): a partnership in nation building / Kolkata / Aruna Prakashan / 2018 / p.136.

29. Roy, Suprakash/ Bharater baiprabik sangramer itihash/ Kolkata/ Bharati Book Stall/ 1955/ 652 p.

Sunity Choudhury - p. 483

30. Samsad Bangali Charitabhidhan/ edited by Anjali Basu/ re. 3<sup>rd</sup> ed. / Kolkata/ Sahitya Samsad/ 2004/ v.2/ 415P.

Sunity Choudhury - p. 380

31. Sarkar, Jayasri (nee Roy)/ Indian nationalism, social ferment and evolution of self consciousness in women: Bengal 1891 – 1934 / Thesis / J.U. / 2002

Sunity Choudhury – p. 211, 212, 222

32. Sarkar, Tanika/ Bengal: 1928 -1934,The Politics of protest/ Delhi/ Oxford University Press/ 1987/ x, 183p

Sunity Choudhury - p. 152

33. Sen, Bharati/ Sunity Choudhury: Life of a Freedom Fighter/ Kolkata/ Promitheuser Pathe / 2015/ 127p.

34. Sengupta, S.C. / India wrests freedom/ Kolkata/ Sahitya Samsad/ 1982/ 332p.

Sunity Choudhury - p.121 - 122

35. Sengupta, Sikha / Role of Bengali Women in the Indian freedom movement, 1919 – 1947/ Kolkata / Rabindra Bharati University / 2000. Thesis

Sunity Choudhury p.97 - 100

36. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kr. Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/v.ii,

Sunity Choudhury – v.ii p. 1065-1070, 1079, 1088

37. Terrorism in Bengal/ compiled and edited by Amiya Kr. Samanta/ Kolkata/ Govt. of West Bengal/ 1995/v.vi

Sunity Choudhury - v.vi p. 796-798



## Conclusion:

It is found that revolutionary organisations sprang up in the 1930s and became active particularly in Bengal, Dacca, Comilla and Chittagong. Sarala Devi Chaudhurani opened branches for Arya Samaj. The Chhatri Sangha started in Kolkata in 1928. Those who joined the freedom struggle wanted to see the end of foreign rule from the motherland. Young girls were highly impulsive; and contact with the revolutionaries and literature fired up their imagination.<sup>1</sup>

In this paper the bio – bibliographies of only five Bengalee women freedom fighters who joined the revolutionary movement for the emancipation of their motherland have been discussed though there are many others.

As the women participated in the movement of India's liberation, they fought to free their motherland from foreign rule side by side the women also helped their own struggle for liberation. In India, feminism and nationalism were active because both were interlinked. Women were given equal opportunities for their participation in the struggle for country's freedom like their male counter part.<sup>2</sup>

The aim of this paper is to help those people who are interested to know the resources available on the women freedom fighters. The bio - bibliography would be of much use to the researchers on freedom movement of India. This paper gives directions to the researchers as well as the users interested on freedom movement about the resources i.e. books, autobiographies, as well as files available about these few women freedom fighters in libraries and police archives.

## Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## Data availability statement

Not applicable



---

### References:

1. Basu, Aparna / The Role of women in the Indian struggle for freedom/In/ Indian women: from purdah to modernity / edited by B. R. Nanda / New Delhi / Radiant Publishers / 1990. p. 31 – 36.
2. Ibid p. 40

### Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



## **India's Regional Policy vis-à-vis The Small Neighbours during the Cold War Period**

Krishnendu Mukhopadhyay\*

Assistant Professor, Purash-Kanpur Haridas Nandi Mahavidyalaya,  
Howrah 711410, West Bengal, India

This article aims to systematically analyze India's regional foreign policy vis-à-vis three of its principal subcontinental neighbours, i.e. Nepal, Sri Lanka and Bangladesh during the cold war period. Before attempting that, it would be useful to start with a brief characterization of the South Asian Regional Subsystem in general. A preliminary survey of the defining structural features of the 'region' would facilitate a better understanding of India's regional foreign policy priorities.

Geographically, India is located at the centre of the South Asian subsystem. With the sole exception of Maldives, all the other five South Asian States (Pakistan, Sri Lanka, Bangladesh, Nepal, Bhutan) share common borders with India. (With Sri Lanka India has maritime border) while, none of them have any common border with each other. Apart from this geographical centrality, a wide structural divergence, reflected in the overwhelming superiority of India vis-à-vis the other states of the region in terms of its enormous size, population, vast natural resources, and material capabilities contributed towards the evolution of South Asian region as a predominantly Indo-centric system.

This huge structural imbalance tilted towards India, produced systemic constraints that led a wide divergence of security threat perceptions between India and its small neighbours and negated the development of a common regional strategic orientation which would have been instrumental to the formation of a co-operative security structure in South Asia.

On the contrary, this unique structural attribute of the South Asian Regional Sub-system invokes contradictory policy responses on the part of India and the small neighbours

---

\* [kmukhopadhyay@gmail.com](mailto:kmukhopadhyay@gmail.com)

Received 28 February 2021

Accepted in revised form 10 May 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-004

respectively. While it stimulates a process of securitization of India by its small neighbours, the very logic of the structure provides India an opportunity to consolidate and sustain its dominance over the former.

Having delineated the broad outlines of the South Asian Regional Sub-system, we now move on to unit-level analysis i.e. India's regional foreign policy. During the cold war period, the main tenets of India's regional foreign policy vis-à-vis the small neighbours have been significantly shaped by the following policy objectives: (1) Security (2) System Autonomy (3) Bi-lateralism.

### **1. Security:**

Security has always been one of the fundamental determining factors of India's regional foreign policy. Absence of any major external security threats stemming from its neighbourhood was one of the basic pre-conditions for the success of India's nascent nation building exercise and politico-economic development project in the immediate post-independence era. And given the fact that India had confronted long term security threats from Pakistan and China soon after independence, the issue of security acquired even more cogency in its regional policy framework vis-à-vis the small neighbours. Moreover, in the context of India's bewildering ethno-religious heterogeneity and the overlapping ethno-religious, linguistic affiliations across national boundaries, connecting India with the entire South Asian region, the occurrence of inter-state conflict along these markers of identity, always remained a possibility. Therefore, while conceptualizing the broad parameters of India's regional foreign policy vis-à-vis the small neighbours, New Delhi had to give primacy to the pressing question of security.

### **2. System Autonomy:**

Given the Indo-centric nature of the South Asian regional subsystem and deep ethno-linguistic, cultural commonalities between India and the small neighbours, a complex pattern of security interdependence emerged whereby the security of each state became integrally related with that of the others with India standing as a pivot. Since Independence, India had consciously attempted to autonomize the dynamics of this complex regional security interdependence from any form of extra-regional interventions as non-involvement of extra-regional players in the security affairs of the region would potentially facilitate India to effectively utilize its structural

preponderance to address the dynamics of regional security on its own terms. In addition to that, the inherent insecurity and anxiety, inescapably associated with the making of post-colonial statehood, had made India extremely sensitive and jittery about any form of interference by external players in its immediate neighbourhood.

### 3. **Bi-lateralism:**

India has always prioritized conducting relations with its small neighbours on a bi-lateral basis, consciously avoiding multi-lateral platforms or frameworks. From India's perspective a regional policy posture premised on bi-lateralism, is conducive for the enforcement of the structural asymmetry in its relations with the small neighbours. It enables New Delhi to dictate the terms of the relations to a significant extent. Furthermore, the Bi-lateral mode of engagement, in practice, tends to consolidate the regional status-quo predicated on India's overwhelming dominance over the small neighbours.

All these primary goals of India's regional foreign policy mentioned above are essentially complimentary and in totality these goals served as a guiding framework to the conduct of India's neighbourhood policy vis-à-vis the small neighbours during the cold war period.

The following section will investigate the broad patterns of India's regional foreign policy vis-à-vis Nepal, Sri Lanka and Bangladesh with reference to the objectives during the cold war period. Bangladesh

#### **Nepal:**

With the departure of the British and the partition of India, the strategic unity of the subcontinent came to an end and so was the common perception of an external threat, as articulated and operationalized by the British through the instrument of extended defence. However, since independence, the Indian government, as the principal inheritor of the colonial state super-structure, enumerated the British practice and did try to build a security community comprising the Himalayan neighbours, by formulating the Southern Himalayan policy network, bringing the Himalayan Kingdoms of Nepal, Bhutan and Sikkim under its security umbrella. This policy led to the absorption of Sikkim in the Indian union in 1975, and the stabilization of Bhutan to the virtual status of a protectorate with a foreign policy profile which



was formally independent but which followed the Indian line on major sub-continental security related issues.<sup>6</sup>

India shares a deep historical bondage with Nepal, buttressed by geographic contiguity (an open border facilitating unhindered movements of people), multi-layered socio-economic and cultural affinities that span across centuries. With regard to the question of statecraft and foreign policy, the Indian government, soon after independence, started to state publicly and in categorical terms its deep interest in Nepalese affairs when it became evident that a communist victory in China was imminent. In early 1950, as soon as the newly established Chinese communist leadership announced its intention to liberate Tibet, Indian government started bilateral discussions with Nepal relating to common defence. In a strongly worded statement in Parliament on 17<sup>th</sup> March, 1950, Nehru referred to the identical interests of the two countries and declared, “It is not necessary for us to have a military alliance with Nepal. ... [but] the fact remains that we cannot tolerate any foreign invasion from any foreign country in any part of the sub-continent. Any possible invasion of Nepal would inevitably involve the safety of India”.<sup>7</sup>

The security interdependence of the two countries was reaffirmed and institutionalized through the Treaty of Peace and Friendship signed in Kathmandu on 31<sup>st</sup> July 1950.<sup>8</sup> Article two of the treaty stipulated that the two governments would inform each other of any serious friction or misunderstanding with any neighbouring State likely to affect friendly relations prevailing between the two governments.<sup>9</sup> Article five further specified that the government of Nepal “shall be free to import, from or through the territory of India, arms, ammunition or warlike material and equipment necessary for the security of Nepal.”<sup>10</sup> In the ‘secret’ letters of exchange which accompanied the treaty, it was stipulated that neither government shall tolerate any threat to the security of the other by a foreign aggressor. To deal with such a threat the two

---

<sup>6</sup> See Shelton U. Kodikara, “Introduction”, in Shelton U. Kodikara (ed.), *South Asian Strategic Issues*, Sri Lankan Strategic Perspectives, Sage Publications, New Delhi, 1990. pp.24-25

<sup>7</sup> Cited in Lorne J. Kavic, *INDIA’S QUEST FOR SECURITY: Defence Policies, 1947-1965*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1967, p.55

<sup>8</sup> Full text of the treaty is available at [https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/6295/Treaty\\_of\\_Peace\\_and\\_Friendship](https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/6295/Treaty_of_Peace_and_Friendship)

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

governments shall consult with each other and devise effective countermeasures.<sup>11</sup> India's primacy in Nepal's defence sector was further buttressed through the conclusion of a 'secret' arms assistance agreement in January 1965 whereby it was stipulated that all the arms requirements of the entire Nepalese Army would be met by India with Britain and U.S. allowed to step in only if India was unable to meet Nepal's needs.<sup>12</sup> The Indian government also tried to lock Nepal in a dense web of economic (inter)dependence by signing the treaty of trade and transit in September 1960.<sup>13</sup> The trade and transit treaty virtually endorsed Nepal's excessive economic dependence on India and acted as a diplomatic instrument to prevent any potential deviation in Nepal's foreign and security policy, detrimental to India's security. In fact, the geo-political importance of Nepal as a 'Himalayan Buffer' in India's regional policy was clearly reflected in Nehru's statement in parliament in December 6, 1950, "From time immemorial, the Himalayas here provided us with a magnificent frontier. Of course, they are no longer as impossible as they used to be but are still fairly effective. We cannot allow that barrier to be penetrated because it is also the principal barrier to India. Therefore, as much we appreciate the independence of Nepal, we cannot allow anything to go wrong in Nepal or permit that barrier to be crossed or weakened because that would also be a risk to our security".<sup>14</sup>

Though India tried to regulate the broad contours of Nepal's external profile after independence, subsequently, with the passage of time and specially after the ascendancy of King Mahendra to the throne in 1955, Nepal started to demonstrate more diplomatic assertiveness, a process which was accentuated in the 1960's by the King's decision to forge closer ties with China, based on diplomatic relations at ambassadorial level that the two countries had established in 1958.

Nepal's further assertion of an independent identity and autonomy in foreign policy was manifested in King Birendra's proposal to establish a zone of peace in the Himalayas, centering on Nepal in February, 1975. The promotion of the proposal coincided with the merger of Sikkim with India in 1975, reigniting Nepal's concern regarding New Delhi's 'hegemonic'

---

<sup>11</sup> Arijit Majumder, *Indian Foreign Policy in Transition: Relations with South Asia*, Routledge, New York, 2015, Appendix E, p.196

<sup>12</sup> *Ibid.*, pp.198-199

<sup>13</sup> Full Text of the Treaty is available at [https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/6379/Treaty\\_of\\_Trade\\_and\\_Transit](https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/6379/Treaty_of_Trade_and_Transit)

<sup>14</sup> Jawaharlal Nehru, *India's Foreign Policy: Selected Speeches, September 1946-April 1961*, The Publications Division, Ministry of Information and Broadcasting, Government of India, August 1961, p.436



designs, on the Himalayas. At the same time, the peace zone concept was related to the increasingly felt urgency in Nepal to have the 1950 treaty with India revised.<sup>15</sup>

Significantly, China, as well as the United States and Britain strongly endorsed Nepal's peace zone proposal. India, however, expectedly remained strictly non-committal, as endorsement of the concept would have weakened New Delhi's hold on Kathmandu's foreign and security policy as institutionalized by the peace and friendship treaty. Nepal was already exhibiting greater urge for diversification and an increasing anti-Indian orientation in its foreign policy which was exemplified by the burgeoning relations with Beijing.

India's sensitivity with regard to the apparent anti-Indian shift in Nepal's foreign policy and the 'perceived' adverse impact of such shift on India's security and its predominant position in the subcontinent was clearly reflected in New Delhi's decision in March 1989 to cut off all but 13 of the 15 transit routes to Nepal, causing in the process, severe economic hardships to the Himalayan State.<sup>16</sup> The tough measures of the Indian state against Nepal was apparently provoked by Nepal's decision in 1988 to purchase anti-aircraft guns from China, in violation of the spirit of the Indo-Nepal Friendship Treaty of 1950, mentioned earlier. From New Delhi's perspective, the Chinese arms sale to Nepal was indicative of a possible transformation of the military status-quo in the Himalayas and a precursor to a substantive military relationship between Beijing and Kathmandu whose implication would have been detrimental for Indian security.<sup>17</sup> Perhaps, even more worrying than the arms purchase was the conclusion of a secret agreement, also in 1988, between Beijing and Kathmandu, relating to the exchange of intelligence.<sup>18</sup>

But, whatever might have been the objective rationale of India's decision to cut off the transit routes to Nepal, it clearly demonstrated New Delhi's ability to fully exploit the strategic dividends of bi-lateralism – in this case locking Nepal in a parasitic relationship within the asymmetric structural framework of South Asia and exploiting its landlocked status as a bargaining strategy.

---

<sup>15</sup> See Shelton U. Kodikara, op.cit. No.1., p.26

<sup>16</sup> John W. Garver, China-India Rivalry in Nepal: The Clash over Chinese Arms Sales, Asian Survey, Vol. 31, No. 10 (Oct., 1991),p.959

<sup>17</sup> Ibid, pp962-63

<sup>18</sup> Ibid,p.963





## Sri Lanka:

Sri Lanka occupies an important place in India's geo-strategic thinking. The island country, lying in close proximity to India, is located at an important strategic position in the Indian Ocean and possesses in Trincomalee, one of the finest natural harbours of the world. India traditionally regarded Sri Lanka as an integral part of its defense perimeter in the Indian Ocean region and always kept a close eye on the Island country's foreign policy postures and strategic alignments. Since independence India's politicians and strategists had repeatedly emphasized on the theme of strategic unity of India and Sri Lanka and some among them had even been advocating a closer union between the two countries for strategic reasons.<sup>19</sup> Apart from this strategic consideration, India's relations with Sri Lanka has also been influenced by two major issues: The status of Tamil settlers in Sri Lanka and the location of the maritime boundary between the two states. On the maritime boundary dispute, India accommodated Sri Lankan demands in the treaty of 1974. In contrast the Tamil question remained a serious problem despite bi-lateral agreements signed in 1964, 1987 and 1989.<sup>20</sup>

The history of conflict between the minority Tamil and majority Sinhala population in Sri Lanka dated back to the time of Sri Lanka's independence. However, the conflict, escalated into a full-scale civil war, led by Tamil Secessionist groups, notably the LTTE against the Sri Lankan government following the anti-Tamil riots in July 1983.

India's interest in the ethnic crisis in Sri Lanka was primarily centered around two issues. First, the huge influx of the ethnic Tamils following the outbreak of the crisis in Sri Lanka in 1983, compounded India's already aggravated refugee scenario in other parts of the country as in Assam and heightened India's stake in Sri Lanka's ethnic crisis. From July 1983 to the end of 1985, the number of Tamil refugees in India swelled to 1, 50,000.<sup>21</sup>

Secondly, the atrocities, committed against the Tamils in Sri Lanka, led to statewide protests and demonstrations in Tamil Nadu, the Tamil dominated southern Indian state, where government and opposition parties alike pressurized the Indian government to intervene in the

---

<sup>19</sup> See, Kodikara, op.cit., no.1. p.13

<sup>20</sup> See, Shrikant Paranjpe and Raju G. C. Thomas, India and South Asia : Resolving the problems of Regional Dominance and Diversions, in David J. Myers (ed.), Regional Hegemons : Threat Perception and Strategic Response, Westview Press, Boulder, 1994.p.180

<sup>21</sup> See, Kodikara, op.cit., no.1. p.18



resolution of the ethnic conflict in Sri Lanka. The major political parties in Tamil Nadu had traditionally supported Tamil cause in Sri Lanka, some even endorsing the extremist demand for the establishment of a separate Tamil state in the Tamil dominated northern and eastern part of the country – a demand vigorously articulated by various Tamil separatist groups like the LTTE.<sup>22</sup>

Apart from such pressing domestic considerations, Colombo's handling of the ethnic crisis had further complicated the situation for India. New Delhi was firmly opposed to Colombo's solicitation of extra-regional help, particularly military intelligence, from countries like the United States, Great Britain, Israel and also notably from Pakistan to address the ethnic problem. Prime minister Indira Gandhi's statement in the Lok Sabha on August 5th 1983, was reflective of India's disapproval and growing concern vis-à-vis such a move: "We want the unity and national integrity of Sri Lanka to be preserved. [...] developments in Sri Lanka affect us also. In this matter India cannot be regarded as just any country. [...] Any extraneous involvement will complicate matters for both our countries. We live in a region where many forces are at work. not all of whom wish India or our neighbours well. Forces of destabilisation are at work. Hence, we must make every effort to minimise any opportunity for foreign elements to weaken us."<sup>23</sup> In fact, India's initial response to extra-regional involvement in the Sri Lankan ethnic affairs was symptomatic of a generic orientation of India's regional policy framework pertaining to South Asia and in the academic literature on Indian Foreign Policy, it came to be identified as the 'India Doctrine'. The moot point of the doctrine is that India will not approve of any external intervention in a conflict situation in a South Asian country if such an intervention has anti-Indian implication. If the situation genuinely warrants any external help, then, India, as the principal regional actor, needs to be given primacy in such a conflict resolution exercise.<sup>24</sup> Initially, with regard to the ethnic conflict in Sri Lanka, the Indian government adopted a two-pronged strategy- overtly playing a mediatory role between the Sri

---

<sup>22</sup> Ibid.

<sup>23</sup> Lok Sabha Debates, August 5, 1983, Seventh Series, Vol. XXXIX No. 10., LOK SABHA SECRETARIAT, New Delhi available at [http://eparlib.nic.in/bitstream/123456789/1358/1/lsd\\_07\\_12\\_05\\_08\\_1983.pdf#search=null%20%20TO%201989%201983](http://eparlib.nic.in/bitstream/123456789/1358/1/lsd_07_12_05_08_1983.pdf#search=null%20%20TO%201989%201983)

<sup>24</sup> See, Bhabani Sen Gupta, Carnage in Sri Lanka spawns Indian doctrine of regional security, India Today, August 31, 1983, Available at <https://www.indiatoday.in/magazine/cover-story/story/19830831-carnage-in-sri-lanka-spawns-indian-doctrine-of-regional-security-770977-2013-07-20>, See also Devin T. Hagerty, India's Regional Security Doctrine, Asian Survey, Vol.31, No.4 (April, 1991), pp.351-363



Lankan government and the secessionist Tamil groups to enforce a peaceful solution of the ethnic issue and covertly supporting these very Tamil groups, notably the LTTE as a bargaining strategy to pressurize the Sri Lankan government led by President Jayawardene.<sup>25</sup>

On the diplomatic front, Prime Minister Indira Gandhi sent her foreign minister P.V. Narasima Rao and subsequently a special envoy to conduct negotiations with the Sri Lankan government regarding the ethnic issue.<sup>26</sup>

The Colombo talks in 1984 and the Thimpu talks in 1985, aimed to bring reconciliation between the militant Tamil groups and the Sri Lankan government, failed to produce any satisfactory solution. The parallel Indo-Sri Lankan dialogue also failed. By 1986 -87, the crisis culminated into an all-out civil war between the Tamil militants occupying the northern and eastern peninsula and Sri Lankan army orchestrating a massive military offensive (Operation Liberation) to recapture Jaffna.

The Indian government continued to assert and reiterate its commitment to the unity and territorial integrity of Sri Lanka. However, New Delhi's decision to para drop relief supplies (in June 1987) to the Tamil civilians in the violence ridden Sri Lankan province of Jaffna, in violation of Sri Lanka's sovereignty over its airspace, raised considerable tension in Indo-Sri Lankan relations. Actually, the incident, as it turned out to be, was a prelude to the Indian government's eventual military intervention in Sri Lanka. The diplomatic arrangements, necessary to sanctify the military intervention, were concluded with Sri Lanka on 29<sup>th</sup> July, 1987, in the form of "Indo-Sri Lankan Agreement to Establish peace and Normalcy in Sri Lanka"<sup>27</sup> The agreement aimed to balance the Tamil demands for autonomy with the Sri Lankan government's objective to maintain the territorial integrity and national unity of the island country. It provided for the establishment of provincial councils for the eastern and northern regions of country. Most importantly, the agreement sanctioned the deployment of

---

<sup>25</sup> For an authoritative account of New Delhi's policy objectives vis-à-vis the ethnic crisis in Sri Lanka in the 1980s see J.N.Dixit, Sri Lanka, in J.N. Dixit(ed) External Affairs: Cross-Border Relations, Roli Books, New Delhi, 2003, pp.47-96

<sup>26</sup> See, Kodikara, op.cit., no.1. p.18

<sup>27</sup> Full Text of the Treaty is available at International Legal Materials, Vol. 26, No. 5 (SEPTEMBER 1987), pp. 1175-1185



Indian peace keeping force (I.P.K.F), an euphemism for military intervention, to disarm the Tamil rebels and ensure safe conduct of elections in the newly created provinces.<sup>28</sup>

In the letters of exchange, accompanying the agreement, it was stipulated that Sri Lanka and Indian government reaffirms that their respective territories will not be utilized for activities prejudicial to each other's unity, territorial integrity and security. It was further asserted that an early understanding would follow about the relevance and employment of foreign military and intelligence personnel , so that Indo-Sri Lanka relations will not be prejudiced.<sup>29</sup> This provision effectively implied that Pakistani, British and Israeli military and intelligence assistance would cease to be used by Colombo.<sup>30</sup> Therefore the primacy of India as the predominant regional player in Sri Lanka's conflict resolution exercise, insulated from any regional/extra-regional intervention or involvement, was adequately guaranteed by the terms of the letters of exchange.

The Indian military intervention in Sri Lanka ended in a fiasco. The I.P.K.F. forces got unnecessarily bogged down into a protracted guerilla conflict with the L.T.T.E., the leading Tamil separatist group, which refused to surrender arms under the agreement. India's military presence in Sri Lanka on the other hand, provoked extreme reactions from the Sinhala dominant Southern part of the country, culminating in a revolt by the Sinhala nationalist group JVP against the government. Between, July 1987 and September 1989, more than 5000 insurgents, soldiers and civilians died, including more than 1000 members of the I.P.K.F. In September 1989, ultimately bowing to intense pressures from all sides, the Indian government decided to pull out its troops from Sri Lanka<sup>31</sup> leaving behind a legacy of hatred and animosity which made the task of peaceful solution of the ethnic problem all the more difficult for the Sri Lankan government. The Indian military intervention in Sri Lanka epitomized the strategic response of a dominant regional power to the broader structural demands of the regional subsystem.

---

<sup>28</sup> See, Paranjpe and Thomas, op.cit., no.15., p.181.

<sup>29</sup> Full Text of the Exchange of Letters is available in Arijit Majumder, op.cit.,No.6., Appendix D, pp.192-193

<sup>30</sup> See, Bertam EST Bastiam Pillai, "Ethnic Conflicts in South Asia and Interstate Relations especially in Relations to Sri Lanka", in Shelton, U. Kodikara (ed.), South Asian Strategic Issues, Sri Lankan Perspectives, Sage, New Delhi, 1990, p.106.

<sup>31</sup> See, Paranjape, Thomas, op.cit., no.15., p.182



## Bangladesh:

New Delhi – Bangladesh relations symbolized a striking illustration of the impact of structural asymmetry in a dyadic relationship.<sup>32</sup> Indian Government took an active Part in the liberation war that led to the birth of the nation in 1971. During the first few years after its emergence as an independent state, Bangladesh's relations with India remained more or less cordial. India's vital role as the liberating power and its influence in Bangladeshi politics had been sought to be consecrated by Mrs. Gandhi through the instrument of a friendship treaty, signed in Dhaka in March 1972. Under the terms of the treaty both parties agreed not to enter into or participate in military alliances directed & against each other. In addition, article 9 of the treaty stipulated that "[I]n case either party is attacked or threatened with attack, the high contracting parties shall immediately enter into mutual consultation in order to take appropriate effective measures to eliminate the threat and thus ensure the peace and security of their countries."<sup>33</sup> These provisions had ensured India's security guarantees vis-à-vis Bangladesh, although in real terms, there was no such security threat to India from Bangladesh. But the perception was different in the case of Bangladesh. Despite India's active assistance in the liberation movement of Bangladesh and cordial relations in the immediate post-independence years, there was an undercurrent of tension in Indo – Bangladesh relations, the reasons of which could be attributed to the huge structural asymmetry inherent in the overall regional Subsystem. India's omnipotent presence, surrounding Bangladesh from the eastern, western as well as northern flank, its overwhelming military capability clearly manifested in its military victory in the 1971 war against Pakistan, tended to generate a sense of paranoia among a certain section of the Bangladeshi national elites. They apprehended that India would utilize its proactive role in the liberation of Bangladesh as a strategic instrument to further its hegemonic designs in Bangladesh. The modalities of surrender of the defeated Pakistani army before the Indian army instead of Joint Indo–Bangladesh forces made such apprehensions even more credible before the general audience.<sup>34</sup> The assassination of Mujibur Rahman and the subsequent enforcement of martial law in Bangladesh in 1975, caused palpable unease in the Indian government. India's

<sup>32</sup> Cited in Rajesh M.Basrur, *India's External Relations: A Theoretical Analysis*, Commonwealth Publications, New Delhi, 2000, p.92

<sup>33</sup> Full text of the Treaty is available at [https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/5621/Treaty\\_of\\_Peace\\_and\\_Friendship](https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/5621/Treaty_of_Peace_and_Friendship)

<sup>34</sup> Nalini Kant Jha, "India and Bangladesh: The Track Back to Normalcy", in Nalini Kant Jha (ed), *India's Foreign Policy in a Changing World*, South Asian Publishers, New Delhi, 2000, p. 177



reaction to the developments of Bangladesh was two-fold. On the one hand, it officially maintained that the coup in Bangladesh was an “internal matter”. On the other hand, New Delhi made it clear that this was, none the less a matter of grave concern and anxiety. India was particularly worried about the potential ascendancy of Islamic extremism in Bangladesh.<sup>35</sup>

The Islamization programme, eventually undertaken by the Zia Ur Rahman administration in the post-1975 period, generated a feeling of insecurity among the Hindu minorities of Bangladesh. The widespread ramification of the Islamization drive was also reverberated in India, in the form of renewed migration of a large number of Hindus from Bangladesh in the post-Mujib period. What, however, was even more problematic for New Delhi was the impact of the military coup on the evolving strategic re-alignments in the subcontinent. The United States, China and Pakistan endorsed the military coup in Bangladesh and accorded it tacit legitimacy with assurance of political and financial support which motivated the new regime in Dacca to nonchalantly assert that Bangladesh’s survival depended on its ability to defend it from the combined threat from Soviet Union and India.<sup>36</sup>

Pakistan’s increasing bonhomie with the military regime of Bangladesh also caused anxiety in India. In October 1975, Pakistan and Bangladesh agreed to establish diplomatic relations.<sup>37</sup> Islamabad also actively called upon other Muslim countries to grant recognition to the new regime.<sup>38</sup> Close Bangladesh-Pakistan relations significantly curtailed India’s diplomatic influence vis-à-vis Bangladesh, as it radically transformed the political equations upon which the India-Bangladesh relations was founded. Beijing also established diplomatic relations with Bangladesh in 1975<sup>39</sup> and quite significantly a robust defence cooperation between the two was initiated immediately thereafter.<sup>40</sup> For Bangladesh, warming up of ties with China helped it neutralize to an extent the enormous power differential that existed vis-à-vis India and assuage its sense of insecurity emanating from such asymmetry.<sup>41</sup>

---

<sup>35</sup> B.Z. Khasru, 1975 Bangladesh Coup: What India knew, Indian Defence Review, 01 May, 2016, available at <http://www.indiandefencereview.com/1975-bangladesh-coup-what-india-knew/0/>

<sup>36</sup> See Nalini Kant Jha, op.cit.No.29,p.181

<sup>37</sup> Farzana Shakoor, Pakistan-Bangladesh Relations-A Survey, Pakistan Horizon, Vol.42,No.2, April 1989,p.119

<sup>38</sup> See Nalini Kant Jha, op.cit.No.29,p.181

<sup>39</sup> C.M.Shafi Sami, Bangladesh: A Partner for Peace and Prosperity in S.D.Muni and Tan tai Yong(eds) A Resurgent China: South Asian Perspectives, Routledge, New Delhi 2012,p.24

<sup>40</sup> Ibid.,p29

<sup>41</sup> Iftexhar Ahmed Chowdhury, Bangladesh: Opportunities and Challenges, in S.D.Muni and Tan tai Yong(eds) A Resurgent China: South Asian Perspectives, Routledge, New Delhi 2012,p44



Throughout the late 1970 s and 80's Indo–Bangladesh relations remained frosty, due to continuation of tensions, relating to various issues, such as the sharing of river water, delimitation of maritime boundary, dispute over New Moore island, illegal immigration and the refugee problem – some of which directly impinged on Indian security.

For example, the huge influx of immigrants from Bangladesh into the Indian state of Assam in the 1970's created enormous demographic pressure and threatened to destabilize fragile economic base and complicated social fabric of this northeast Indian State, posing a grave socio-political and economic security problems for India.<sup>42</sup> Between 1971 -81, an estimated 1.8 million Hindus had migrated from Bangladesh to Assam.<sup>43</sup> In addition to that, during the same period of time, the size of the “missing Hindu population” in Bangladesh was 521 persons per day.<sup>44</sup>

Apart from the immigration problem, the refugee issue also loomed large in Indo– Bangladesh relations. The huge influx of Buddhist Chakma tribes from the Chittagong Hill Tract (C.H.T) region to north eastern Indian states, particularly in Tripura from the late 1970's following ruthless suppression of their struggle for autonomy by the military regime of Bangladesh, had created enormous political, economic and administrative burdens for the Indian state. New Delhi's repeated calls to the Bangladesh government to make necessary arrangements for repatriation of the refugees had not been duly responded. On the contrary, Bangladesh government had blamed India for abetting the Chakma Shanti Bahini's struggle for greater autonomy in C.H.T.

In the realm of ecological interaction between the two countries, India's preference for bilateralism as an instrument of foreign policy had been clearly manifested on the issue of joint sharing of river water, that had been one of the principal areas of friction in Indo-Bangladesh relations. Since Bangladesh inception, India had always stressed on a bi-lateral solution of the problem aborting Dhaka's effort to internationalize the problem by referring it to the United

---

<sup>42</sup> For an authoritative account of the problem see Sanjib Baruah, “Immigration, Ethnic Conflict, and Political Turmoil—Assam, 1979–1985”, *Asian Survey*, Vol. 26, No. 11, November 1986, pp. 1184–1206

<sup>43</sup> Data obtained from Lok Raj Baral and S. D. Muni, “Refugees, South Asia and Security”, in Lok Raj Baral and S. D. Muni (Eds) *Refugees and Regional Security in South Asia*. Konark Publishers, New Delhi, 1996, p. 13

<sup>44</sup> Bimal Pramanik, “Infiltration from Bangladesh: A Critical Analysis”, *Dialogue*, Vol. 10, No. 2, 2008, available at [http://www.asthabharati.org/Dia\\_Oct%2008/B.%20Pram.htm](http://www.asthabharati.org/Dia_Oct%2008/B.%20Pram.htm)



Nations in the early 1970's. India had also blocked Bangladesh's proposal to involve Nepal on the water sharing issue in the 1980's. Indian objection to the Bangladeshi proposal stemmed from its inherent apathy to multi-lateralism, as a negotiating strategy vis-à-vis regional neighbours. India had not any preferred bi-lateralism on the river water sharing issue with Bangladesh, but also blocked an effective solution by withholding vital hydrological and related data on the special ground that is classified military information.<sup>45</sup>

## Conclusion

In summing up this discussion of India's regional policy vis-à-vis the small neighbours during the cold war period, a few general observations can be made. India's pursuit for the attainment of the broader objectives of its regional policy tended to generate contrary responses from its regional neighbours, leading to an environment of distrust, misunderstanding, tension and hostility. For example, India's search for system autonomy had been countered by its small regional neighbours, mainly Nepal and Sri Lanka by inviting extra-regional involvement, primarily aiming to resist or negotiate Indian 'hegemony'. Similarly, Indian emphasis on bi-lateralism provoked the regional neighbours to multi-lateralize or internationalize disputes involving India. Bangladesh's foreign policy profile is a classic illustration of this case. For example, on the contentious issue of joint river water sharing, Dhaka, in essence, sought to offset dyadic asymmetry inherent in the bi-lateral framework by inviting external engagement.

Interestingly, the establishment of SAARC as a forum for regional co-operation can be explained as an attempt by the smaller countries of South Asia to prevent Indian hegemonic designs, by locking her in a multi-lateral framework, thereby denying the structural advantages of bi-lateralism. All these policy approaches undertaken by the small neighbours had to a certain extent compromised India's regional ambitions during the Cold War period. In fact, the essential dynamics, conditioning India's neighbourhood policy during the cold war years, remains strikingly constant, despite the massive structural transformation in the international system in the post-cold war period.

---

<sup>45</sup> See, Rajesh M. Basrur, op.cit.no.27, pp.113-114





## **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## **Data availability statement**

Not applicable

## **Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.

## জীবনানন্দ : ‘জোনাকির রঙে ঝিলমিল’

ড. অভিজিৎ বিশ্বাস\*

সহকারী অধ্যাপক, পুরাশ কানপুর হরিদাস নন্দী মহাবিদ্যালয়, Howrah 711410,  
West Bengal, India

জোনাকি আলো জ্বালাতে সক্ষম বীটল পরিবারের পতঙ্গ। স্ত্রী জোনাকির পাখনা নেই। পুরুষের আছে। পুরুষেরা উড়ে উড়ে আলো জ্বালে। স্ত্রী জোনাকি ঝোপঝাড়ের গাছের লতায় পাতায়, ডালে বসে আলো জ্বালে। আঁধারে আলোর রশ্মি দেখানো এই পোকা জীবনানন্দের কাব্য ভাবনাকে ভীষণভাবে প্রভাবিত করেছিল তাই তাঁর কবিতায় ঘুরে ঘুরে বারবার জোনাকি পোকা তার আলো জ্বেলেছে।

জীবনানন্দের বিভিন্ন কাব্যগ্রন্থের যে সমস্ত কবিতায় আমরা পাই তা হল -

ক) ঝরা পালক - বেদিয়া, অন্তর্চাঁদে, কবি, সেদিন এ ধরণীর, ওগো দরদিয়া ইত্যাদি।

খ) ধূসর পাণ্ডুলিপি - জীবন, মৃত্যুর আগে ইত্যাদি।

গ) রূপসী বাংলা - ১১, ১৭, ৪৬, ৫৩, ৫৬, ৬১ ইত্যাদি।

ঘ) বনলতা সেন - ববনলতা সেন, শঙ্খমালা, হাজার বছর শুধু খেলা করে ইত্যাদি।

ঙ) মহাপৃথিবী - আটবছর আগের একদিন, ফুটপাথে ইত্যাদি।

চ) সাতটি তারার তিমির - নিরঙ্কুশ ইত্যাদি।

ছ) বেলা অবেলা কালবেলা - বিস্ময়, হে হৃদয় ইত্যাদি।

কবি জীবনানন্দের বিভিন্ন কবিতায় জোনাকি বিভিন্ন ভাবে উপস্থিত হয়েছে।

বহু পুরাতন পরিচিত সেই সঙ্গী আসিল কি রে!

তারই লাগি ভায় ইন্দ্রধনুক নিবিড় মেঘের কূলে,

তারই লাগি আসে জোনাকি নামিয়া গিরিকন্দরমূলে, [বেদিয়া : ঝরা পালক]

কবি এখানে জোনাকিকে বন্ধুত্বের প্রতীক হিসাবে ব্যবহার করেছেন ‘বেদিয়া’ কবিতায়। বন্ধুর জন্য আঁধার রাতে আলো জ্বেলে রাখে সে। গিরিকন্দরমূলে নেমে আসে বন্ধুর জন্য।

তাহারই নখর অধর নিঙাড়ি উথলিল বুকে মধু,

জোনাকির সাথে ভেসে শেষরাতে দাঁড়াতাম দোরে বঁধু!

\* [avi76jit@gmail.com](mailto:avi76jit@gmail.com)

Received 28 February 2021

Accepted in revised form 15 May 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-005

মনে পড়ে কি তা! [অন্তর্চাঁদে : ঝরা পালক]

কবি এখানে প্রেমের তীব্রতা সৃষ্টির জন্য জোনাকি কথা বলেছেন। রাতের আঁধারে সব যখন নীরব হয়ে যায় তখন কবি জোনাকিকে সঙ্গে নিয়ে এক বুক আশার আলো জ্বেলে শেষরাত পর্যন্ত বঁধুর জন্য অপেক্ষা করেন।

জোনাকির মতো সে যে দূরে-দূরে যায় উড়ে উড়ে—

আপনার মুখ দেখে ফেরে সে যে নদীর মুকুরে। [কবি : ঝরা পালক]

মোর তরে পিছুডাক মাটি-মা, তোমার!

ডেকেছিল ভিজে ঘাস,-হেমন্তের হিম মাস, জোনাকির ঝাড়! [সেদিন এ ধরণীর : ঝরা পালক]

কবি এখানে জোনাকির কাব্যিক প্রয়োগ করেছেন। আমরা জানি স্ত্রী জোনাকি উড়তে পারে না। তারা গাছপালা, লতায় পাতায় থেকে আলো জ্বালে। রাতেরবেলায় গাছপালা আঁধারের সঙ্গে মিশে থাকলেও যখন স্ত্রী ও পুরুষ জোনাকিরা মিলে একসাথে আলো জ্বালে তখন তা কবির কাছে জোনাকির ঝাড় মনে হয়েছে। কবির মনে হয়েছে আঁধার রাতে জোনাকির এই আলোক কবিকে ডাকছে।

তোমারে হেরিবে শুধু হিমালয়ের শীর্ণাকাশ,—নীহারিকা,—তারা,

তোমারে চিনিবে শুধু প্রেত-জ্যোৎস্না, বধির জোনাকি! [ওগো দরদিয়া : ঝরা পালক]

কবি জোনাকিকে রাতের প্রেক্ষাপটে আঁকেছেন অন্ধকারের ভেদক হিসাবে। এরা পূর্ণ আলো এনে দিতে পারে না। তবে অন্ধকারের মধ্যে এরা হারিয়ে যায় না। নিজেকে জানান দিতে পারে, অস্তিত্বের ঘোষণা করতে পারে।

আমরা দেখেছি যারা অন্ধকারে আকন্দ ধুন্দুল

জোনাকিতে ভরে গেছে; যে মাঠে ফসল নাই তাহার শিয়রে

চুপে দাঁড়ায়েছে চাঁদ—কোন সাধ নাই তার ফসলের তরে; [মৃত্যুর আগে : ধূসর পাণ্ডুলিপি]

কবি জোনাকিকে এখানে নিরাসক্তির প্রেক্ষাপটে দাঁড় করিয়েছেন। জোনাকি যেমন আকন্দ, ধুন্দুল বনকে আলোকিত করতে পারে না শুধু নিজেকে ঘোষণা করে। ফসলহীন মাঠে চাঁদও তেমন সাধহীন হয়ে পড়ে।

বঁইচির বনে আমি জোনাকির রূপ দেখে হয়েছি কাতর; [১১ : রূপসী বাংলা]

জোনাকি এখানে সৌন্দর্যের প্রতীক। গ্রামবাংলার পথ আঁধারে ঢাকা থাকে। সেখানে আলো বলতে জোনাকির আলো। আঁধারের মাঝে হঠাৎ জ্বলে ওঠা আলো কবিকে মোহিত করেছে।

পৃথিবী পারে থেকে কবরের মৃত্যুর ওপার

যেমন নিস্তব্ধ শান্ত নিমীলিত শূন্য মনে হয়;-

তেমন আশ্বাদ এক কিংবা সেই স্বাদহীনতার

সাথে একবার হবে মুখোমুখি সব পরিচয়?

শীতের নদীর বুকে মৃত জোনাকির মুখ তবু সব নয়! [জীবন : ধূসর পাণ্ডুলিপি]

কবি দুঃখ, পরাজয়ের প্রতীক হিসাবে মৃত জোনাকির কথা বলেছেন। জোনাকি আলো দেয়। গভীর গাঢ় আঁধারও তাকে ঢেকে রাখতে পারে না। মৃত্যু সব শেষ করে দেয়। কবি অবশ্য মনে করেন দুঃখ, বেদনা, মৃত্যু সব নয় তারও অতিরিক্ত কিছু আছে।

মনে হয় একদিন আকাশের শুকতারা দেখিব না আর ;  
দেখিব হেলেনগর ঝোপ থেকে এক ঝাড় জোনাকি কখন  
নিভে যায় ; [১৭ : রূপসী বাংলা]

এখানে জোনাকি গ্রামবাংলার ক্ষুদ্র পোকা ও হতাশার দ্যোতকরূপে দেখা দিয়েছে।

একদিন পৃথিবীর পথে আমি ফলিয়াছি ; আমার শরীর  
নরম ঘাসের পথে হাঁটিয়াছি ; বসিয়াছি ঘাসে,  
দেখিয়াছে নক্ষত্রেরা জোনাকিপোকাকার মতো কৌতুকের অমেয় আকাশে  
খেলা করে ; [৪৬ : রূপসী বাংলা]

এখানে নক্ষত্রের সঙ্গে কবি জোনাকির তুলনা করেছেন। বিশাল আকাশে নক্ষত্রের মিটমিট আলো পৃথিবীর মানুষ দেখতে পায় - জ্বলে আর নেভে। ঝোপঝাড় জোনাকির অবস্থাও তাই।

তারপর বেতবনে, জোনাকি ঝাঁঝের পথে হিজল আমার অন্ধকারে  
ঘুরেছে সে সৌন্দর্যের নীল স্বপ্ন বুকে করে— [৫৩ : রূপসী বাংলা]

জোনাকি গ্রামবাংলার পোকা। আঁধার রাতে এক ঝলক জ্বলে উঠে স্বপ্ন জাগিয়ে দেয়। ঝাঁঝ যেমন নিঃসঙ্গরাতে সঙ্গ দেয় জোনাকিও তাই। হঠাৎ জীবনের স্পন্দন জাগিয়ে দেয়।

ধূসর সন্ধ্যায় সেই আসিবেনা এখানে ; এইখানে ধুন্দুল লতাতে  
জোনাকি আসিবে শুধু; [৫৬ : রূপসী বাংলা]

জোনাকি এখানে আশার প্রতীক। ‘সে’ না এলেও জীবনের শেষ নয়। জোনাকির আসবে। গভীর আঁধারে আলো জ্বালবে। ‘বনলতা সেন’ কবিতায় এই বোধ আরো প্রকট হয়েছে—

পৃথিবীর সব রঙ নিভে গেলে পাণ্ডুলিপি করে আয়োজন  
তখন গল্পের তরে জোনাকির রঙে ঝিলমিল ; [বনলতা সেন : বনলতা সেন]  
জিউলির বাবলার আঁধার গলির ফাঁকে জোনাকির কুহকের আলো  
ঝরে না কি? [৬১ : রূপসী বাংলা]

জোনাকি এখানে মায়াবিনী সৌন্দর্যের প্রতীক। যে সব স্থানে রাতের আঁধারে লীন হওয়ার কথা সে সব জায়গায় হঠাৎ আলো জ্বলে ক্ষণিকের আশার সঞ্চরকারী প্রাণী এরা। এরা একদিন দুদিনের কুহক নয়। এরা খেলা করে হাজার বছর। কবির ভাষায়—

হাজার বছর শুধু খেলা করে অন্ধকারে জোনাকির মতো;  
চারিদিকে চিরদিন রাত্রির নিধান;

বালির উপর জ্যোৎস্না – দেবদারু-ছায়া ইতস্তত

বিচূর্ণ থামের মতো : দ্বারকার; -দাড়ায়ে রয়েছে মৃত স্নান।[হাজার বছর শুধু খেলা করে : বনলতা সেন]

কবি এখানে থেমে থাকেন নি। তিনি আরো বলেছেন—

সন্ধ্যার নদীর জলে নামে যে আলোক

জোনাকির দেহ হতে—খুঁজেছি তোমারে সেইখানে- [শঙ্খমালা : বনলতা সেন]

জোনাকি কবিকে ভরসা জুগিয়েছে। আঁধার কবিকে গ্রাস করতে পারেনি জোনাকির আলোতে চলেছে

অনুসন্ধান।

পেঁচার পাখায়

জোনাকির গায়ে

ঘাসের ওপরে কী যে শিশিরের মতো ধূসরতা

দীপ্ত হয় না কিছু?

ধ্বনিও হয় না আর ? [হে হৃদয় : বেলা অবেলা কালবেলা ]

কবি এখানে জোনাকিকে স্নানতার প্রতীক হিসাবে তুলে ধরেন।

অশ্বখের শাখা

করেনি কি প্রতিবাদ? জোনাকির ভিড় এসে সোনালি ফুলের স্নিগ্ধ ঝাঁকে

করেনি কি মাখামাখি? [আটবছর আগের একদিন : মহাপৃথিবী]

জোনাকি সৌন্দর্য ও পূর্ণতার প্রতীক। তার সঙ্গে সোনালি ফুলের মাখামাখি

থাকলেও সেটা শেষ কথা নয়। জীবনের জৈবিকতার উর্ধ্বে এক বোধ থাকে। সেই

বোধের অবস্থান বোঝাতে জোনাকি এবং ফুলের প্রসঙ্গ এনেছেন কবি

কোন দূর সবুজঘাসের দেশ নদী জোনাকির কথা মনে পড়ে আমার,—

তারা কোথায়?

তারা কি হারিয়ে গেছে?

পায়ের তলে লিকলিকে ট্রামের লাইল,—মাথার ওপরে অসংখ্য জটিল তারের জল

শাসন করছে আমাকে । [ফুটপাথে : মহাপৃথিবী]

এখানে জোনাকি অতীত স্মৃতির দ্যোতক। কবি জীবনের অনেকদিন গ্রামে অতিবাহিত করেছেন। সেখানের

সেই সবুজের সমারোহ কবি ভোলেন নি। ভুলতে পারেন নি । সেখানের সেই জোনাকি পোকা যা কবিকে

অপার্থিব জগতে নিয়ে যেতে পারতো।

শাদা-শাদা ছোটো ঘর নারকেল ক্ষেতের ভিতরে

দিনের বেলায় আরও গাঢ় শাদা জোনাকির মতো ঝরঝরে।

[নিরঙ্কুশ : সাতটি তারার তিমির]

রাতের আঁধারে জোনাকি নিজেকে প্রতিভাত করতে পারে। আঁধারে তাকে খুঁজে পেতে যেমন অসুবিধা হয়না।  
নারকেল ক্ষেতের ভিতরের ঘরগুলিও দিনের বেলাই সেইরকম স্পষ্ট রেখাপাত করে।

সময়ঘড়ির কাছে রয়েছে অক্লান্তি শুধু :

অবিরল গ্যাসে আলো, জোনাকিতে আলো ; [বিস্ময় : বেলা অবেলা কালবেলা]

এখানে জোনাকির কাব্যিক প্রয়োগ হয়েছে। জোনাকিতে গ্যাসের আলোর সঙ্গে এক  
আসনে বসিয়েছেন কবি কারণ এরাও আলো দেয়।

কবি জীবনানন্দের সাতটি প্রকাশিত কাব্যগ্রন্থে এবং অসংখ্য অপ্রকাশিত কাব্যগ্রন্থের মধ্যে জোনাকির  
প্রসঙ্গ এসেছে ঘুরেফিরে। আঁধারে আলো দানে সক্ষম এই প্রাণী কবিকে জীবন আঁধারে ভরসা যুগিয়েছে।  
কখনো কাব্যিক ব্যঞ্জনা নিয়ে উপস্থিত হয়েছে। কখনো আবার জোনাকির আলো নিভে যাওয়ার সঙ্গে জীবনের  
অন্য বেদনার তুলনা করেছেন। ইংরেজি সাহিত্যের অধ্যাপক, কবি শহর কলকাতার অধিবাসী হয়ে উঠলেও  
কবিতার গ্রাম, সেখানকার তুচ্ছাদিত তুচ্ছ প্রাণী, উদ্ভিদ, মাছ, পাখি কোন কিছুকেই ভুলতে পারেননি। তার  
শৈশব তার বেড়ে ওঠার সময়ে যা কিছু তার সংস্পর্শে এসেছিল কবি তাঁর কবিতায় সবকিছুকেই এনেছেন  
ঘুরিয়ে ফিরিয়ে বারে বারে।

### Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

### Data availability statement

Not applicable

### গ্রন্থপঞ্জি

দাশ, জীবনানন্দ : জীবনানন্দ দাশের কাব্যসমগ্র, ভারবি, কলকাতা, ২০০১।

: কবিতার কথা, সিগনেট প্রেস, কলকাতা, ফাল্গুন ১৪০৫।

ভট্টাচার্য, গোপাল চন্দ্র : বাংলার কীট-পতঙ্গ, দে'জ পাবলিশিং, কলকাতা, ২০০৪।

সান্যাল, নারায়ণ : না-মানুষী 'বিশ্বকোষ', দে'জ পাবলিশিং, কলকাতা,  
2000 ।

হালদার, নারায়ণ : জীবনানন্দ : কবিতার মুখোমুখি, পুস্তক বিপণি, কলকাতা,  
২০০৩।

### Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe  
and institutional affiliations.

## বেদে মানবিক মূল্যবোধ- একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা

ডঃ মানবেন্দু সরকার<sup>46</sup>

সহকারী অধ্যাপক, সংস্কৃত বিভাগ, বিবেকানন্দ কলেজ, ঠাকুরপুকুর

**সারসংক্ষেপ:** বৈদিক শাস্ত্রে বর্ণিত মানবিক মূল্যবোধগুলি এক গভীর তাৎপর্য বহন করে। ধর্ম, বা ন্যায়পরায়ণতার নীতির মধ্যে নিহিত বেদ নৈতিক কাঠামোর উপর জোর দেয়, যা ব্যক্তিকে নিষ্ঠা, চারিত্রিক শুদ্ধতা এবং সম্প্রীতিপূর্ণ জীবনের দিকে পরিচালিত করে। মূল মানবিক মূল্যবোধের আটটি গুণ রয়েছে, যা বিশ্বকে ধরে রাখে। এই গুণগুলি হল: সত্য (সত্যম্), বিশালতা (বৃহৎ), সঠিক মনোভাব (ঋতম্), ভয়ঙ্করতা (উগ্রম্), পবিত্রতা (দীক্ষা), তপস্যা (তপস্), শিক্ষার জন্য যোগ্যতা (ব্রাহ্মণ) এবং উৎসর্গ বা ত্যাগ (যজ্ঞ)। এই গুণগুলি বিশ্বদৃষ্টির অবিচ্ছেদ্য অঙ্গ, যা সকল জীবের প্রতি করুণা, দয়া এবং পরোপকারী কর্মকে সমর্থন করে। মানবিক মূল্যবোধগুলিকে নিছক ব্যক্তিগত গুণাবলী নয় বরং আধ্যাত্মিক বিবর্তনের অপরিহার্য উপাদান হিসাবে দেখা হয়, যা আত্ম-উপলব্ধি এবং চূড়ান্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য পথপ্রদর্শক হিসেবে কাজ করে।

**মূলশব্দ:** বেদ, মানবিক মূল্যবোধ, সত্যতা, ন্যায়পরায়ণতা, সম্মান, সহানুভূতি, আচরণ, সৌভ্রাতৃত্ব, ধর্ম, আধ্যাত্মিকতা, অহিংসা, তপস্যা।

বেদ শব্দের অর্থ জ্ঞান, এই বেদ প্রধানত দুই ভাগে বিভক্ত- মন্ত্রভাগ এবং ব্রাহ্মণভাগ। বেদের প্রাচীন কল্পসূত্রকার আপস্তম্ব তাঁর যজ্ঞপরিভাষাসূত্রগ্রন্থে বেদের সংজ্ঞা নিরূপণ করতে গিয়ে বলেছেন- 'মন্ত্রব্রাহ্মণয়োর্বৈদনামধেয়ম্,' অর্থাৎ মন্ত্র এবং ব্রাহ্মণকে একত্রে বেদ বলা হয়। এই মতকে সমর্থন করেই বেদভাষ্যকার সায়নাচার্য, তাঁর ঋগ্বেদভাষ্যোপক্রমণিকায় বলেছেন- 'মন্ত্রব্রাহ্মণাত্মকঃ শব্দরাশির্বৈদঃ।' মন্ত্র অংশকে সংহিতা বলা হয়, যা বিভিন্ন ঋষিদৃষ্ট মন্ত্রগুলির সংকলন। সুতরাং, বেদ বলতে আমরা বুঝি সংহিতা, ব্রাহ্মণ, আরণ্যক এবং উপনিষদ শাস্ত্রগ্রন্থকে। এদের মধ্যে সংহিতা এবং ব্রাহ্মণকে বলা হয় কর্মকাণ্ড, অবশিষ্ট আরণ্যক এবং উপনিষদকে বলা হয় জ্ঞানকাণ্ড।

মানবিক মূল্যবোধ হল এমন একটি মৌলিক নীতি, যা আমাদের আচরণ, ব্যবহার ও চালচলনকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং সারা বিশ্বের সাথে পরস্পরের প্রতি এক সুসম্পর্ক গড়ে তোলে। মানবিক মূল্যবোধগুলি সাংস্কৃতিক, নৈতিক এবং আধ্যাত্মিক ভাবধারার মধ্যে গভীরভাবে জড়িত। এই মূল্যবোধগুলি আমাদের জীবনে আদর্শগত পথপ্রদর্শক

<sup>46</sup> ই-মেইল আইডি: [sarkarmanabendu@gmail.com](mailto:sarkarmanabendu@gmail.com)

Received 28 February 2021

Accepted in revised form 20 May 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Kala-2021-006



হিসেবে কাজ করে এবং আমাদের পছন্দ, সিদ্ধান্ত ও ক্রিয়াকলাপগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করে। এই মানগুলি সততা, ন্যায়পরায়ণতা, সম্মান এবং সহানুভূতি সহ একে অপরের সাথে মর্যাদাপূর্ণ আচরণের মাধ্যমে সুসম্পর্ক গড়ে তোলে। মানবিক মূল্যবোধগুলি স্বতন্ত্র চরিত্র এবং সমষ্টিগত পরিচয় গঠনে এক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। শুধু তাই নয়, এই মূল্যবোধগুলি পরিবার, সম্প্রদায় এবং সমাজের সাথে আমাদের সম্পর্কেও প্রভাবিত করে।

মানবিক মূল্যবোধগুলি আমাদের মধ্যে ভালো-খারাপ এই ভাবনার সঞ্চর ঘটায় এবং নীতিগত জটিলতাগুলি সমাধানের জন্য সৎপথে পরিচালিত করে। এই মূল্যবোধগুলিকে সমুন্নত রাখার মাধ্যমে ব্যক্তির তাদের জীবনে সুসংহত এবং অন্তর্ভুক্তিমূলক সমাজ তৈরিতে সহায়ক ভূমিকা পালন করতে পারে, যেখানে বৈচিত্র্য উদযাপন করা এবং পারস্পরিক শ্রদ্ধা লালন করা হয়। মানবিক মূল্যবোধগুলি বিভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গির লোকেদের মধ্যে একতা ও ঐক্যের বোধ জাগিয়ে তোলে। দ্রুত পরিবর্তন, অনিশ্চয়তা এবং জটিলতা দ্বারা চিহ্নিত বিশ্বে, মানবিক মূল্যবোধগুলি স্থিতিশীলতা, ধারাবাহিকতা এবং দিকনির্দেশনা প্রদান করে, যা ব্যক্তি ও সম্প্রদায়কে প্রতিকূলতার মধ্যেও মানিয়ে নিতে সাহায্য করে।

বৈদিক বিশ্বদর্শনে, সমাজকে একটি সামঞ্জস্যপূর্ণ-সমাজ হিসাবে চিত্রিত করা হয়েছে, যেখানে প্রতিটি ব্যক্তি ভারসাম্য ও শৃঙ্খলা বজায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। আমরা যখন সমগ্র বিশ্বকে একটি পরিবার হিসেবে দেখি, তখন আমরা কোন হিংসা বা ষড়যন্ত্র খুঁজে পাই না, আমরা সেখানে কেবল শান্তি এবং আনন্দ পাই। এই সারাংশ মানুষকে জাতি, ধর্ম, বর্ণ নির্বিশেষে সকলের সাথে সহানুভূতিপূর্ণ আচরণ করতে উৎসাহিত করে- ‘বসুধৈব কুটুম্বকম’।<sup>47</sup>

তৈত্তিরিয়োপনিষদে একটি মন্ত্র রয়েছে, যা প্রায়শই ব্যক্তিদের মধ্যে সম্প্রীতি জাগিয়ে তোলার জন্য বা কোনো কার্যক্রম শুরু করার আগে পাঠ করা হয়-

“ওঁ সহনাববতু সহনৌ ভুনক্তু সহ বীর্যং করবাবহৈ।

তেজস্বীনাবধীতমস্তু মা বিদ্বিষাবহৈ।।”<sup>48</sup>

অর্থাৎ এই মন্ত্রের দ্বারা প্রেম, সৌভ্রাতৃত্ব, ঐক্য ইত্যাদি মানবমূল্যের নীতিসমূহকে ঘোষণা করা হয়েছে। বেদসমূহে অসংখ্য মন্ত্র পাওয়া যায়, যা মানুষের মূল্যবোধের বিভিন্ন দিক প্রতিফলিত করে। উদাহরণস্বরূপ অত্যন্ত পরিচিত এবং পূজনীয় মন্ত্রগুলির মধ্যে একটি হল গায়ত্রী মন্ত্র-

“ওঁ ভূর্ভুবঃ স্বঃ<sup>49</sup> তৎ সবিতুর্বরেন্যং ভর্গো দেবস্য ধীমহি ধियो যো নঃ প্রচোদয়াৎ।”<sup>50</sup>

<sup>47</sup> মহোপনিষদ, অধ্যায় ৬, মন্ত্র ৭১

<sup>48</sup> তৈত্তিরিয়োপনিষদ, ব্রহ্মানন্দবল্লী, ১.২

<sup>49</sup> তৈত্তিরীয় আরণ্যক (২.১১.১-৮)

<sup>50</sup> ঋগ্বেদসংহিতা ৩.৬২.১০

যদিও এই মন্ত্রটি প্রাথমিকভাবে জ্ঞানার্জন এবং আধ্যাত্মিকতা পরিপূর্ণতার জন্য একটি প্রার্থনা, তথাপি মন্ত্রটি জ্ঞান, কর্তব্যপরায়ণতা এবং নিঃস্বার্থ সেবার মতো গুরুত্বপূর্ণ মানবিক মূল্যবোধের উপর জোর দেয়।

বৈদিক নীতিশাস্ত্রের কেন্দ্রবিন্দু হল ধর্মের (কর্তব্যের) ধারণা, যা নৈতিক আইনকে নির্দেশ করে এবং মহাবিশ্ব ও মানুষের আচরণকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি নৈতিক জীবনযাপন ও আধ্যাত্মিকতা বৃদ্ধির ভিত্তি হিসাবে কাজ করে এবং সামাজিক সম্প্রীতির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ কাজগুলি করতে ব্যক্তিদের নির্দেশনা দেয়- “তস্মাদ্ধর্মান্দপরং নাস্তি; অথো অবলীয়ান্ বলীয়াং সমাশংসতে ধর্মেণ।”<sup>51</sup>

কর্মের নীতি হল বৈদিক মানবিক মূল্যবোধের আরেকটি মৌলিক ধারণা, এই ধারণাটি তুলে ধরে যে প্রতিটি কর্মের পরিণতি রয়েছে তা একজনের ভাগ্য এবং আধ্যাত্মিক বিবর্তনকে গঠন করে। এটি সমস্ত প্রাণী এবং মহাবিশ্বের আন্তঃসম্পর্ককে স্বীকৃতি দিয়ে নিঃস্বার্থভাবে এবং দায়িত্বের সাথে কাজ করার নৈতিক বাধ্যতাকে তুলে ধরে। অহিংসা বৈদিক মূল্যবোধের একটি প্রধান গুণ, যা সমস্ত জীবের প্রতি করুণা এবং দয়ার পক্ষে সমর্থন করে। এটি জীবনের প্রতি গভীর শ্রদ্ধা এবং কল্যাণ ও সম্প্রীতি প্রচার করার জন্য একটি নৈতিক প্রতিশ্রুতি প্রতিফলিত করে। অহিংসা ব্যক্তিদের চিন্তা, শব্দ এবং কাজে সহানুভূতি অনুশীলন করতে উৎসাহিত করে।

সত্যবাদিতা বা সত্য হল আরেকটি অপরিহার্য মানবিক মূল্য যা ব্যক্তিদের জীবনের সকল ক্ষেত্রে স্বচ্ছতা বজায় রাখতে উৎসাহিত করে। সত্যকে নৈতিক আচরণ এবং আধ্যাত্মিক বিশুদ্ধতার ভিত্তি হিসাবে বিবেচনা করা হয়, যা ব্যক্তিকে সত্য কথা বলতে এবং নৈতিক নীতিগুলি মেনে চলতে অনুপ্রেরণা যোগায়- ‘সত্যমেব জয়তে’<sup>52</sup>

সমবেদনা বা দয়া, বৈদিক ঐতিহ্যের আর একটি প্রসংশিত মূল্যবোধ, এই দয়া হল অহিংসার ভিত্তিস্বরূপ, যা মানুষকে অন্যের প্রতি সহানুভূতি এবং উদারতা গড়ে তুলতে উৎসাহিত করে। দয়া সমস্ত সংবেদনশীল প্রাণীর কল্যাণ করে এবং সহানুভূতিপূর্ণ যত্নশীল সমাজ তৈরি করে। তপস্ বা তপস্যা হল একটি আধ্যাত্মিক শৃঙ্খলা যা বৈদিক সাহিত্যে খুব সুন্দর ভাবে ফুটে উঠেছে, যা ব্যক্তিকে আত্ম-শৃঙ্খলা, আত্ম-নিয়ন্ত্রণ এবং আত্ম-পরিবর্তনের মাধ্যমে নিজেদের গড়ে তুলতে উৎসাহিত করে। তপসের অন্তর্গত যে সংযম তা মানুষের স্বার্থপর আকাঙ্ক্ষা কাটিয়ে উঠতে, মন ও শরীরকে শুদ্ধ করতে এবং আধ্যাত্মিক জ্ঞান অর্জনের জন্য ত্যাগের অনুশীলন করতে সাহায্য করে-

সহস্রণীথাঃ কবয়ো যে গোপায়ন্তি সূর্যম্।

ঋষীন্ তপস্বতো যম তপোজাং অপি গচ্ছত।<sup>53</sup>

<sup>51</sup> বৃহদারণ্যক উপনিষদ, ১.৪.১৪

<sup>52</sup> মুণ্ডক উপনিষদ, ৩.১.৬

<sup>53</sup> ঋগবেদ ১০.১৫৪.৫



বৈদিক শাস্ত্রের নিরন্তর জ্ঞান, ব্যক্তি ও সম্প্রদায়কে নৈতিক জীবনযাপন এবং আত্ম-উপলব্ধির পথে অনুপ্রাণিত ও পথপ্রদর্শন করে চলেছে। বেদে বর্ণিত মানবিক মূল্যবোধের মাধ্যমে মানুষ নিজেদের গভীর উপলব্ধির দ্বারা অপরের সাথে এক অত্যন্ত সুমধুর সম্পর্ক গড়ে তুলতে পারে এবং আরও সহানুভূতিশীল, ন্যায়সঙ্গত ও শান্তিপূর্ণ জগৎ তৈরিতে অবদান রাখতে পারে। সত্যবাদিতার উপর জোর দেওয়া ব্যক্তিদের সমস্ত ক্ষেত্রে স্বচ্ছতা, নৈতিক আচরণকে উৎসাহিত করে। সমবেদনা এবং সহানুভূতি হল বৈদিক ঐতিহ্যের লালিত মূল্যবোধ, যা সমস্ত সংবেদনশীল প্রাণীর কল্যাণ ও মঙ্গলকে প্রচার করে এবং সামঞ্জস্যপূর্ণ সম্পর্ক ও সহানুভূতিশীল সমাজ গড়ে তোলে। তপস্যা অনুশীলনরত ব্যক্তিদের আত্ম-শৃঙ্খলা, আত্ম-নিয়ন্ত্রণ বা আত্ম-পরিবর্তন স্বার্থপর আকাঙ্ক্ষাকে অতিক্রম করে এবং আধ্যাত্মিক জ্ঞান অর্জন করতে উৎসাহিত করে।

## Reference:

- Anirvāṇa. *Veda-mīmāṃsā*. Vol. 1, 2 & 3. Calcutta (now Kolkata): Sanskrit College, 1991. (Bengali).
- Basu, Yogiraj. *Vedera Paricaya*. Kolkata: Firma KLM Private Limited, 2013. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1970) (Bengali).
- Bhagavaddatta. *Vaidika Vāṇmaya kā Itihāsa*. Part 1, 2 & 3. Delhi: Vijaykumar Govindram Hasanand, 2008. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1935). (Hindi).
- Keith, Arthur Berriedale. *The Religion and Philosophy of the Veda and Upanishads*. Part 1 & 2. Delhi: MLBD, 2007. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1925) (The Harvard Oriental Series, vol. 31).
- Macdonell, Arthur Anthony. *A History of Sanskrit Literature*. Delhi: MLBD, 1990. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1900).
- \_\_\_\_\_. *Vedic Mythology*. Delhi: MLBD, 2015. (5<sup>th</sup> rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1898).
- \_\_\_\_\_ & Keith, Arthur Berriedale. *Vedic Index of Names and Subjects*. Vol. 1 & 2. Delhi: MLBD, 2007. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1912).
- Monier-Williams, Monier. *A Sanskrit English Dictionary*. Delhi: MLBD, 2011. (16<sup>th</sup> rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1899).
- Ṛgveda*. Ed. Bhishmadatt Sharma. *Ṛgvedasamhitā*: with Sāyaṇācārya's comm. *Mādhavīya-Vedārthaprakāśa* and its Hindi trans. Varanasi: Chowkhamba Krishnadas Academy, 2012.
- \_\_\_\_\_. Ed. & eng. trans. M. N. Dutt. *Ṛg-veda-samhitā*: with Sāyaṇa's comm. *Mādhavīya-Vedārthaprakāśa*. Delhi: Parimal Publications, 1986 (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1906).
- \_\_\_\_\_. Ed. & eng. trans. Sitanath Goswami and Himansu Narayan Chakravarti. *Ṛk-samhitā* (RV.1.1). Calcutta (now Kolkata): Sanskrit Pustak Bhandar, 1974.
- \_\_\_\_\_. Beng. trans. Romesh Chunder Dutt & ed. Nimai Chandra Pal. *Ṛgveda-samhitā*. Kolkata: Swadesh, New Edition: 2007. (1<sup>st</sup> ed. in four vol. 1885-1887, 2<sup>nd</sup> ed. in one vol. 1909).
- \_\_\_\_\_. Ed. Durgadas Lahiri. *Ṛgveda-samhitā*. Howrah. 1330 Baṅgāvda. (Bengali).



\_\_\_\_\_. Eng. trans. H. H. Wilson & ed. Ravi Prakash Arya, K.L. Joshi. *Ṛgveda-saṁhitā*. Vol. 1. Delhi: Parimal Publications, 2001 (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1850-1866). (Parimal Sanskrit Series No. 45).

\_\_\_\_\_. Ed. F. Max Müller. *Ṛg-veda-saṁhitā: The Sacred Hymns of the Brāhmaṇas together with the Comm. of Sāyaṇācārya*. Vol. 1. Varanasi: Krishnadas Academy, 1983. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1849-1875). (Krishnadas Sanskrit Series No. 37).

Sāyaṇa. *Ṛgvedabhāṣyabhūmikā*. Ed. Rama Avadh Pandey, Ravindranath Mishra, Delhi: MLBD, 1968.

Shastri, Gyan Prakash. *Ṛgveda ke Bhāṣyakāra aurā unkī Mantrārthadṛṣṭi*. Ujjain: MSRVVP, 2015 (Reprint). (Hindi).

Suryakanta. *A Practical Vedic Dictionary*. Delhi: Oxford University Press, 1981.

Swami Mahatma Narayana. *Veda Rahasya*. Kolkata: Arya Samaj Kolkata, 2004. (Hindi).

Winternitz, M. *A History of Indian Literature*. Translated from the Original German by S. Ketkar. Vol. 1, Part 1. Calcutta (now Kolkata): University of Calcutta, 1962. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1927).

Yāska. *Nirukta*. With beng. trans. & notes by Amareswara Thakur. *Yāska's Nirukta*. Part 1, 2, 3 & 4. Kolkata: University of Calcutta, 2003-2005. (Rpt.; 1<sup>st</sup> ed. 1955). (The Asutosh Sanskrit Series).



# **Bodhi Bijnan**

*For Science*



Publication of  
**VIVEKANANDA COLLEGE, KOLKATA**

<https://www.vckolkata63.org>





# A study of solvable time dependent potentials with moving boundary condition

Suhana Khatun, Sreya Dutta and Debraj Nath<sup>1</sup>

Department of Mathematics, Vivekananda College, Kolkata-700063, WB, India.

## Abstract

*In this paper we have generated time-dependent solvable potentials of the Schrödinger equation. We have defined exact solutions of time-dependent Schrödinger equation with moving boundary condition in presence of time-dependent potential with the help of separation of variables and point transformation. As an example we have considered the Pöschl-Teller potential. The solutions of time-dependent Pöschl-Teller potential are expressed in terms of  $X_1$  type Jacobi exceptional orthogonal polynomials.*

**Keywords:** Time-dependent Schrödinger equation; separation of variables; solvable potential; moving boundary condition, Pöschl-Teller potential.

## 1 INTRODUCTION

One of the most important problem of moving boudary in quantum mechanics was described by Fermi [1]. He analyzed the origin of cosmic radiation as particle accelerated by collisions with a moving magnetic field. Another example has found that the interface between water and ice imposes boundary condition which changes the position with respect to time [2]. On the other hand the Schrödinger equation is solvable for some time dependent potentials [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29] with moving boundary conditions [12, 30]. In this paper we have considered a one dimensional non-relativistic Schrödinger equation of a particle of mass  $m$  with external time dependent potential  $V(x, t)$  and the moving boundary conditions [12]

---

<sup>1</sup>Corresponding author: debrajn@gmail.com

Received 22 January 2021

Accepted in revised form 10 March 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-001

$\psi(0, t) = 0 = \psi(L(t), t)$ . The time-dependent function  $L(t)$  defines the expansion of the boundary. In this paper, we have considered the time-dependent potential  $V(x, t)$  in the form  $V(x(q, t), t) = g(t)\tilde{V}(q) + U(q, t) + g_0(t)$ , where  $g(t)$ ,  $g_0(t)$  are functions of  $t$  only,  $U(x, t)$  is a function of  $x$ ,  $t$  and  $\tilde{V}(q)$  is the effective time-independent potential. Using the separation of variable technique [30, 31, 32, 33], we can generate some time dependent potentials and we will present the explicit form of the wave functions of the Schrödinger equation. The purpose of this paper is to outline and realize a much more modest problem. We will show that there exists a time dependent version of the Schrödinger equation possessing several attractive features in quantum mechanics.

In this paper, we will find exact solution of time-dependent Schrödinger equation in presence of Pöschl-Teller potential. Using the super-symmetric quantum mechanics, we will find exact solutions of time-dependent Schrödinger equation which are exceptional orthogonal functions.

The paper is organized as follows: In Sect. 2, we briefly describe the mathematical theory of time-dependent Schrödinger equations in presence of time-dependent potential. The exact solutions of time-dependent Schrödinger equation are defined with the help of the method separation of variables and point transformation. Solvable time-dependent potentials are generated by the super-symmetric quantum mechanics. As an example, we have considered the Pöschl-Teller potential, which is shown in Sect. 3. In Sect. 4, we will investigate the nature of potential and densities of time-dependent quantum states. Finally, Sect. 5, we will give some conclusions.

## 2 MATHEMATICAL THEORY

Let us consider the Schrödinger equation of a particle of mass  $m$

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + V(x, t) \right] \psi(x, t) = i\hbar \frac{\partial \psi(x, t)}{\partial t}. \quad (1)$$

The particle moves under a moving boundary condition  $\psi(0, t) = \psi(L(t), t) = 0$ . In this section, we will generate time-dependent solvable potential  $V(x, t)$ , in the form

$$V(x, t) = g(t)\tilde{V}(q) + U(q, t) + g_0(t), \quad (2)$$

using the method of separation of variables and the point transformation. Let us consider a point transformation

$$q = \frac{\pi(x - \alpha(t))}{L(t)}, \quad \alpha(t) = L(t)/2, \quad |q| \leq \pi/2 \quad (3)$$



and  $\psi(x, t) = \tilde{\psi}(q, t)$ . Using the transformations (3) in Eq. (1), we obtain

$$\begin{aligned} & -\frac{\partial^2 \tilde{\psi}}{\partial q^2} + L_1^2(t) \left[ g(t) \tilde{V}(q) + U(q, t) + g_0(t) \right] \tilde{\psi} \\ & = -iL_1(t) \left( q\dot{L}_1(t) + \dot{\alpha}(t) \right) \frac{\partial \tilde{\psi}}{\partial q} + iL_1^2(t) \frac{\partial \tilde{\psi}}{\partial t} \end{aligned} \quad (4)$$

where

$$L_1(t) = \frac{L(t)}{\pi}. \quad (5)$$

Let us now transform the wave function as

$$\tilde{\psi}(q, t) = \chi(q, t) e^{\Phi(q, t)}, \quad (6)$$

and then the Eq. (4) becomes

$$\begin{aligned} & -\frac{\partial^2 \chi}{\partial q^2} + \frac{\partial \chi}{\partial q} \left[ -2\frac{\partial \Phi}{\partial q} + iL_1(q\dot{L}_1 + \dot{\alpha}) \right] + L_1^2(t) \left[ g(t) \tilde{V}(q) + U(q, t) + g_0(t) \right] \chi + \left[ -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial q^2} - \left( \frac{\partial \Phi}{\partial q} \right) \right. \\ & \quad \left. + iL_1(t) \left( q\dot{L}_1(t) + \dot{\alpha}(t) \right) \frac{\partial \Phi}{\partial q} - iL_1^2(t) \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right] \chi = iL_1^2(t) \frac{\partial \chi}{\partial t} \end{aligned} \quad (7)$$

For separability, the coefficient of  $\frac{\partial \chi}{\partial q}$  should be a function of  $q$ . In this paper we choose,

$$\Phi(q, t) = a(t) \frac{q^2}{2} + b(t)q + c(t), \quad (8)$$

where

$$a(t) = \frac{i}{2} L_1(t) \dot{L}_1(t), \quad b(t) = \frac{i}{2} L_1(t) \dot{\alpha}(t) \quad (9)$$

$c(t)$  is the constant of integration and it is taken in the form

$$c(t) = -\frac{1}{2} \ln L_1(t) + \frac{i}{4} \int_0^t \dot{\alpha}^2(s) ds - i \int_0^t g_0(s) ds. \quad (10)$$

Then, from the Eq. (7), we obtain

$$-\frac{\partial^2 \chi}{\partial q^2} + L_1^2(t) \left[ g(t) \tilde{V}(q) + U(q, t) \right] \chi + \frac{1}{4} (\pi q + q^2) L_1^3(t) \ddot{L}_1(t) \chi = iL_1^2(t) \frac{\partial \chi}{\partial t}. \quad (11)$$

Let us introduce the separation of variables

$$\chi(q, t) = Q(q)T(t) \quad (12)$$

and then from the Eq.(11), we obtain

$$-\frac{1}{Q} \frac{d^2 Q}{dq^2} + \frac{1}{4} (\pi q + q^2) L_1^3(t) \ddot{L}_1(t) + L_1^2(t) \left[ g(t) \tilde{V}(q) + U(q, t) \right] = iL_1^2(t) \frac{1}{T} \frac{dT}{dt}. \quad (13)$$

Now, two cases will be arised depending on choice of  $U(q, t)$ .

## 2.1 Case 1. $U(q, t) = 0$

In this case, Eq. (13) separable if

$$g(t)L_1^2(t) = \text{constant} = 1, \text{ say} \quad (14)$$

and

$$L_1^3(t)\ddot{L}_1(t) = c_0^2, \quad (15)$$

where  $c_0$  is a real constant. Then  $L_1(t) = \sqrt{\lambda t^2 + \mu t + \nu}$ , where  $\lambda, \mu$  and  $\nu$  are real constants, satisfy the condition  $c_0^2 = \lambda\mu - \nu^2/4$ . In this case, the boundary is moving with a non-uniform velocity. Now, from the equation (13), we obtain the time-independent Schrödinger equation

$$-\frac{d^2Q}{dq^2} + v_1(q)Q = \epsilon Q, \quad (16)$$

for the effective potential

$$v_1(q) = \frac{1}{4}(\pi q + q^2) + \tilde{V}(q), \quad (17)$$

$\epsilon$  is a separability constant, which is complex in general and

$$T(t) = e^{-i\epsilon\tau(t)}, \quad \tau(t) = \int_0^t \frac{1}{L_1^2(s)} ds. \quad (18)$$

Then the time-dependent solvable potential becomes

$$V(x, t) = \frac{\pi^2}{L^2(t)} \tilde{V} \left[ \frac{\pi(x - \frac{1}{2}L(t))}{L(t)} \right] + g_0(t). \quad (19)$$

## 2.2 Case 2. $U \neq 0$

In this case, (13) is separable, if

$$U(q, t) = -\frac{1}{4}(\pi q + q^2)L_1(t)\ddot{L}_1(t), \quad (20)$$

and

$$g(t)L_1^2(t) = \text{constant} = 1, \text{ say}. \quad (21)$$

Then the corresponding time-independent Schrödinger equation is

$$-\frac{d^2Q}{dq^2} + \tilde{V}(q)Q = \epsilon Q \quad (22)$$

for the effective potential  $\tilde{V}(q)$  and

$$T(t) = e^{-i\epsilon\tau(t)}, \quad \tau(t) = \int_0^t \frac{1}{L_1^2(s)} ds. \quad (23)$$

Then the time-dependent solvable potential becomes

$$V(x, t) = \frac{\pi^2}{L^2(t)} \tilde{V} \left[ \frac{\pi \left( x - \frac{1}{2} L(t) \right)}{L(t)} \right] + \frac{1}{16} L(t) \ddot{L}(t) - \frac{1}{4} \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} x^2 + g_0(t). \quad (24)$$

Thus we obtain two effective potentials in two cases. In the first case, if the effective potential  $v_1(q)$  is solvable, then the time-dependent potential is solvable. In the second case, the time-dependent potential is solvable, if  $\tilde{V}(q)$  is solvable. However in the second case, there is a larger family of separable (consequently a larger family of exactly solvable) models as  $U(q, t) \neq 0$ . In either case, the general solution of the time-dependent Schrödinger equation is

$$\psi(x, t) = \sum_n c_n Q_n \left( \frac{\pi (x - \alpha(t))}{L(t)} \right) T_n(t) e^{\Phi \left( \frac{\pi (x - \alpha(t))}{L(t)}, t \right)}, \quad (25)$$

where  $c_n$ 's are arbitrary constants.

### 3 EXAMPLE

In this section, we will construct some solvable potentials for moving boundary problems, using super-symmetric formalism. A pair of one dimensional super-symmetric Quantum mechanical Hamilton  $H^\pm$  are written in the form [34, 35]

$$H^{(\pm)}(q) = A^{(\pm)} A^{(\mp)} = -\frac{d^2}{dq^2} + \tilde{V}^{(\pm)}, \quad (26)$$

where

$$A^{(\pm)} = \pm \frac{d}{dx} + \tilde{W}(q), \quad \tilde{V}^{(\pm)}(q) = \tilde{W}^2(q) \pm \tilde{W}'(q). \quad (27)$$

The operators,  $A^{(-)}$  and  $A^{(+)}$  are called the annihilation and creation operators respectively. Let  $E_n^{(\pm)}$  and  $Q_n^{(\pm)}$  are eigen-energies and eigen-state of the Hamiltonian's  $H^{(\pm)}$ , then they are defined by

$$E_0^{(-)} = 0, \quad E_{n+1}^{(-)} = E_n^{(+)}, \quad Q_n^{(+)}(q) = \frac{1}{\sqrt{E_{n+1}^{(-)}}} A^+ Q_{n+1}^{(-)}(q), \quad Q_{n+1}^{(-)}(q) = \frac{1}{\sqrt{E_n^{(+)}}} A^- Q_n^{(+)}(q). \quad (28)$$

Let us assume that, the ground state of the Hamiltonian  $H^-$  exists and the corresponding normalized ground state is defined by  $Q_0^{(-)}(q) = C_0^{(-)} \exp \left[ - \int \tilde{W}(q) dq \right]$ , where  $C_0^{(-)}$  is the normalization

constant. Now, we construct solvable potentials using (26), (27) and (28). In this section, we have considered  $U(q, t) \neq 0$  and for the sake of simplicity, we have chosen  $g_0(t) = 0$ .

As an example, we have considered a super-potential in the form

$$\widetilde{W}(q) = (-B - \frac{1}{2}) \tan q + (A - \frac{1}{2}) \sec q + \frac{2B \cos q}{2A - 1 - 2B \sin q}. \quad (29)$$

Then the super-symmetric potentials  $\widetilde{V}^{(\pm)}(q, A, B)$  are defined by

$$\widetilde{V}^{(-)}(q, A, B) = [A(A - 1) + (B + 1)^2] \sec^2 q - (B + 1)(2A - 1) \sec q \tan q - \left(B - \frac{1}{2}\right)^2, \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \widetilde{V}^{(+)}(q, A, B) = & [A(A - 1) + B^2] \sec^2 q - B(2A - 1) \sec q \tan q \\ & + \frac{2(2A-1)}{2A-1-2B \sin q} + \frac{2[(2A-1)^2-4B^2]}{(2A-1-2B \sin q)^2} - \left(B - \frac{1}{2}\right)^2. \end{aligned} \quad (31)$$

Then the eigen-energies of the time-independent Schrödinger equation for the potentials (30) and (31) are defined by

$$E_n^{(-)} = (n + A)^2 - \left(B - \frac{1}{2}\right)^2 = E_{n-1}^{(+)}. \quad (32)$$

The wave function for the potential  $\widetilde{V}^{(-)}(x, A, B)$  is defined by

$$Q_n^{(-)}(q) = N_n^{(A, B+1)} (1 - \sin q)^{(A-B-1)/2} \times (1 + \sin q)^{\frac{A+B+1}{2}} P_n^{(A-B-\frac{3}{2}, A+B+\frac{1}{2})}(\sin q) \quad (33)$$

where

$$N_n^{(A, B+1)} = \left( \frac{(2A + 2n)n! \Gamma(2A + n)}{2^{2A} \Gamma(A - B + n - \frac{1}{2}) \Gamma(A + B + n + \frac{3}{2})} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (34)$$

is the normalized constant and  $P_n^{(A, B)}(z)$  is the Jacobi polynomial of degree  $n$ . Then from the Eq.(12), we obtain

$$\chi_n^{(-)}(q, t) = N_n^{(A, B+1)} (1 - \sin q)^{\frac{(A-B-1)}{2}} (1 + \sin q)^{\frac{(A+B+1)}{2}} P_n^{(A-B-\frac{3}{2}, A+B+\frac{1}{2})}(\sin q) e^{-iE_n^{(-)} \tau(t)}, \quad (35)$$

where  $\tau(t)$  is given by Eq. (23). Then from Eq. (19), the time-dependent potential is found to be

$$\begin{aligned} V^{(-)}(x, t) = & \frac{\pi^2(A(A - 1) + (B + 1)^2)}{L^2(t)} \sec^2 \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right] \\ & + \frac{\pi^2(B+1)(2A-1)}{L^2(t)} \sec \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right] \tan \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right] + \frac{1}{16} L(t) \ddot{L}(t) - \frac{1}{4} \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} x^2 - \left(B - \frac{1}{2}\right)^2. \end{aligned} \quad (36)$$

The wave function  $\psi_n^{(-)}(x, t)$  can be found, from the Eq. (25) and it is defined by

$$\psi_n^{(-)}(x, t) = \sqrt{\Omega^{(-)}(x, t)} \Phi_n^{(-)}(x, t) e^{i\mathbf{F}^{(-)}(x, t)}, \quad (37)$$

where

$$\Omega^{(-)}(x, t) = \frac{\pi}{L(t)} \cos^{2A} \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right] \left( \frac{1 + \sin \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right]}{1 - \sin \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right]} \right)^{B+1} \quad (38)$$

is the exceptional weight function,

$$\Phi_n^{(-)}(x, t) = P_n^{(A-B-\frac{3}{2}, A+B+\frac{1}{2})} \left( \sin \left[ \frac{\pi(x - \frac{L}{2})}{L} \right] \right) \quad (39)$$

is the exceptional orthogonal functions and  $e^{i\mathbf{F}^{(-)}(x,t)}$  is the position and time dependent phase factor and  $\mathbf{F}^{(-)}(x, t)$  is defined by

$$\mathbf{F}^{(-)}(x, t) = \frac{\dot{L}(t)}{4L(t)} x^2 - \frac{1}{16} L(t) \dot{L}(t) + \frac{1}{16} \int_0^t \dot{L}^2(t) dt - E_n^{(-)} \int_0^t \frac{\pi^2}{L^2(s)} ds. \quad (40)$$

Then the normalization condition for the exceptional orthogonal functions is defined by

$$\int_0^{L(t)} \Omega^{(-)}(x, t) \Phi_n^{(-)}(x, t) \Phi_m^{(-)}(x, t) dx = \delta_{n,m}, \quad (41)$$

where  $\delta_{n,m}$  is the Kronecker delta function, such that  $\delta_{n,m} = 1$ , if  $n = m$  and  $\delta_{n,m} = 0$ , if  $n \neq m$ .

Therefore, the general solution of the potential  $V^{(-)}(x, t)$  is defined by

$$\psi^{(-)}(x, t) = \sum_n C_n^{(-)} \psi_n^{(-)}(x, t), \quad (42)$$

where  $C_n^{(-)}$ 's are arbitrary constant may be complex. If  $\sum_n |C_n^{(-)}|^2 = 1$ , then the state  $\psi^{(-)}(x, t)$  is said to be normalized state.

On the other-hand, the wave function for the partner potential  $\tilde{V}^{(+)}(x, A, B)$  is defined by

$$Q_n^{(+)}(q) = \frac{N_{n+1}^{(A,B+1)}}{\sqrt{E_{n+1}^{(-)}}} \frac{(1-z)^{\frac{1}{2}(A-B)} (1+z)^{\frac{1}{2}(A+B)}}{2A-1-2Bz} \hat{O}^{(\alpha,\beta)} P_{n+1}^{(\alpha-1,\beta+1)}(z), \quad (43)$$

where  $\alpha = A - B - \frac{1}{2}$ ,  $\beta = A + B - \frac{1}{2}$ ,  $z = \sin q$  and the operator  $\hat{O}^{(\alpha,\beta)}$  is defined by

$$\hat{O}^{(\alpha,\beta)} \equiv (\beta + \alpha - (\beta - \alpha)z) \left( (1+z) \frac{d}{dz} + \beta + 1 \right) + (\beta - \alpha)(1+z). \quad (44)$$

Now, for the Jacobi polynomial of degree  $n$ , we obtain

$$\hat{O} P_n^{(\alpha-1,\beta+1)}(z) = 2(\beta - \alpha)(\beta + n) \hat{P}_{n+1}^{(\alpha,\beta)}(z), \quad (45)$$

where

$$\hat{P}_{n+1}^{(\alpha,\beta)}(z) = -\frac{1}{2} \left( z - \frac{\beta+\alpha}{\beta-\alpha} \right) P_n^{(\alpha,\beta)}(z) + \frac{\frac{\beta+\alpha}{\beta-\alpha} P_n^{(\alpha,\beta)}(z) - P_{n-1}^{(\alpha,\beta)}(z)}{\beta+\alpha+2n}. \quad (46)$$



Finally, the wave function  $Q_n^{(+)}(q)$  is defined by

$$\begin{aligned} Q_n^{(+)}(q) &= \frac{N_{n+1}^{(+)}(1 - \sin q)^{\frac{(A-B)}{2}}(1 + \sin q)^{\frac{(A+B)}{2}}}{(2A - 1 - 2B \sin q)} \hat{P}_{n+2}^{(A-B-\frac{1}{2}, A+B-\frac{1}{2})}(\sin q) \\ &= \frac{N_{n+1}^{(+)}(1 - \sin q)^{(A-B)/2}(1 + \sin q)^{(A+B)/2}}{(2A - 1 - 2B \sin q)} \left\{ \frac{1}{2} \left( \frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} - \sin q \right) P_{n+1}^{(\alpha, \beta)}(\sin q) \right. \\ &\quad \left. + \frac{\frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} P_{n+1}^{(\alpha, \beta)}(\sin q) - P_n^{(\alpha, \beta)}(\sin q)}{\beta + \alpha + 2n} \right\}. \end{aligned} \quad (47)$$

where  $N_{n+1}^{(+)} = 4BN_{n+1}^{(A, B+1)}(A + B + n + \frac{1}{2})/\sqrt{E_{n+1}^{(-)}}$ . Then from (12), we obtain

$$\begin{aligned} \chi_n^{(+)}(q, t) &= \frac{N_{n+1}^{(+)}(1 - \sin q)^{\frac{(A-B)}{2}}(1 + \sin q)^{\frac{(A+B)}{2}}}{(2A - 1 - 2B \sin q)} \left\{ \frac{1}{2} \left( \frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} - \sin q \right) P_{n+1}^{(\alpha, \beta)}(\sin q) \right. \\ &\quad \left. + \frac{\frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} P_{n+1}^{(\alpha, \beta)}(\sin q) - P_n^{(\alpha, \beta)}(\sin q)}{\beta + \alpha + 2n} \right\} e^{-iE_n^{(+)}\tau(t)}. \end{aligned} \quad (48)$$

Therefore, from Eq. (19), the time-dependent potential  $V^{(+)}(x, t)$  is defined by

$$\begin{aligned} V^{(+)}(x, t) &= \frac{\pi^2(A(A-1)+B^2)}{L^2(t)} \sec^2 \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] - \frac{\pi^2 B(2A-1)}{L^2(t)} \sec \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \tan \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \\ &\quad + \frac{2(2A-1)}{2A-1-2B \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right]} - \frac{2[(2A-1)^2-4B^2]}{(2A-1-2B \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right])^2} + \frac{1}{16} L \ddot{L} - \frac{1}{4} \dot{L} x^2 - \left( B - \frac{1}{2} \right)^2. \end{aligned} \quad (49)$$

The wave function  $\psi_n^{(+)}(x, t)$  can be found from the Eq. (25) and it is defined by

$$\psi_n^{(+)}(x, t) = \sqrt{\Omega^{(+)}(x, t)} \Phi_n^{(+)}(x, t) e^{i\mathbf{F}^{(+)}(x, t)}. \quad (50)$$

In this case, the exceptional weight function is defined by

$$\Omega^{(+)}(x, t) = \frac{1 - \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right]}{1 + \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right]} \times \frac{\Omega^{(-)}(x, t)}{\left( 2A-1-2B \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \right)^2} \quad (51)$$

and the corresponding exceptional orthogonal function is defined by

$$\begin{aligned} \Phi_n^{(+)}(x, t) &= \frac{1}{2} \left( \frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} - \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \right) P_{n+1}^{(\alpha, \beta)} \left( \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \right) + \frac{1}{(\beta + \alpha + 2n)} \left[ \frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} P_{n+1}^{(\alpha, \beta)} \left( \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \right) \right. \\ &\quad \left. - P_n^{(\alpha, \beta)} \left( \sin \left[ \frac{\pi(x-\frac{L}{2})}{L} \right] \right) \right]. \end{aligned} \quad (52)$$

The time-dependent phase factor is  $e^{i\mathbf{F}^{(+)}(x, t)}$ , where  $\mathbf{F}^{(+)}(x, t)$  is defined by

$$\begin{aligned} \mathbf{F}^{(+)}(x, t) &= \frac{\dot{L}(t)}{4L(t)} x^2 - \frac{1}{16} L(t) \dot{L}(t) + \frac{1}{16} \int_0^t \dot{L}^2(t) dt \\ &\quad - E_n^{(+)} \int_0^t \frac{\pi^2}{L^2(s)} ds. \end{aligned} \quad (53)$$

In this case, the normalization condition is defined by

$$\int_0^{L(t)} \Omega^{(+)}(x, t) \Phi_n^{(+)}(x, t) \Phi_m^{(+)}(x, t) dx = \delta_{n,m}. \quad (54)$$

Therefore, the general solution of the potential  $V^{(+)}(x, t)$  is written as

$$\psi^{(+)}(x, t) = \sum_n C_n^{(+)} \psi_n^{(+)}(x, t), \quad (55)$$

where  $C_n^{(+)}$ 's are arbitrary complex constants and if  $\sum_n |C_n^{(+)}|^2 = 1$ , then the state  $\psi^{(+)}(x, t)$  is normalized.

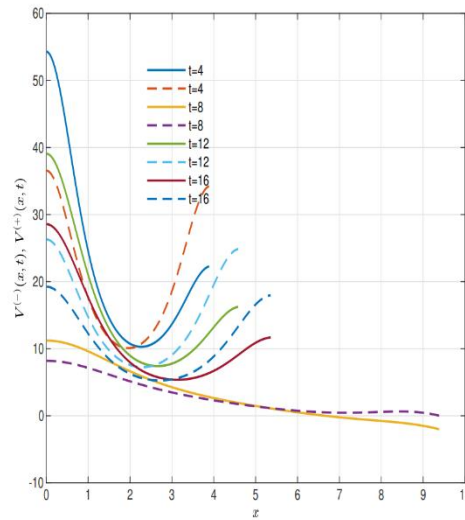


Figure 1: Plots of the potential  $V^{(-)}(x, t)$  (solid curve) with  $V^{(+)}(x, t)$  (dashed curve), for  $L(t) = L^{(1)}$ .

## 4 RESULTS & DISCUSSION

The probability density of the states  $\psi_n^{(\pm)}(x, t)$  are defined by

$$\rho_n^{(\pm)}(x, t) = [\psi_n^{(\pm)}(x, t)]^* \psi_n^{(\pm)}(x, t), \quad (56)$$

where  $*$  denotes the complex conjugate. As we stated earlier in case 2.1 that, boundary wall moves along a particular trajectory, of  $L(t)$ , which is parabolic. On the other-hand, boundary wall moves



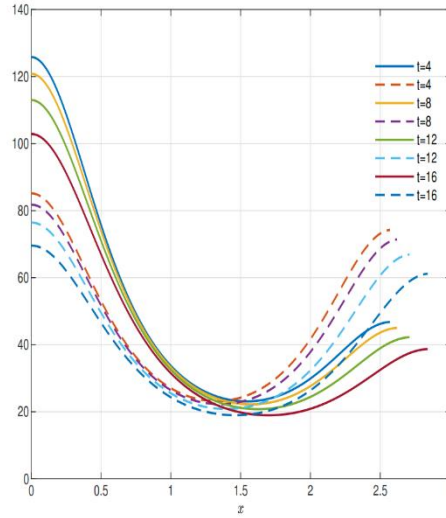


Figure 2: Plots of the potential  $V^{(-)}(x, t)$  (solid curve) with  $V^{(+)}(x, t)$  (dashed curve), for  $L(t) = L^{(2)}$ .

along any trajectory for case 2.2, where  $L(t)$  is an arbitrary function of  $t$  such that  $L(t) > 0$ . So far case 2.2, our analysis has been quite general in the sense that, no specific form of  $L(t)$ . In this paper, we have considered two different moving boundary wall, where  $L$ 's are defined by

$$L(t) = L^{(1)}(t) = \pi(2 + \sin t), L(t) = L^{(2)}(t) = \frac{A_1 \pi}{\sqrt{1 + B_1 \cos \omega t}}, \quad (57)$$

where  $A_1 = \frac{ab\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}$ ,  $B_1 = \frac{b^2-a^2}{b^2+a^2}$ ,  $a, b$  are free parameters but must be real and  $(a, b) \neq (0, 0)$ . In this paper we have considered  $A_1 = 1, B_1 = 0.5, A = 4.5, B = 0.15$  and  $\omega = 1.5$ .

In Fig. 1, we have shown the time-dependent potentials at different points of time, for  $L(t) = L^{(1)}$  for different values of  $t$ . Similarly, in Fig. 2, we have plotted  $V^{(\pm)}(x, t)$ , for  $L(t) = L^{(2)}$  for different values of  $t$ . From Figs. 1 and 2, it is clear that both the potentials show well structure although, the wells for  $V^{+}(x, t)$  are deeper than those of  $V^{-}(x, t)$  for each value of  $t$ , for these two moving boundary condition. If,  $A > \max \{B + 1.5, |B| + 0.5\}$ , then the time-dependent potential as well as solutions are non-singular. The probability densities  $\rho_n^{\pm} = |\psi_n^{\pm}(x, t)|^2$  at different times are shown in Fig 3 for a moving boundary condition where  $L(t) = L^{(1)}$ . Similarly,  $\rho_n^{\pm}$  are plotted in Fig. 4 for  $L(t) = L^{(2)}$ . The solutions are localized as they are normalized for with respect to  $x$ . The densities of two potentials  $V^{(\pm)}(x, t)$  are qualitatively similar at different values of time  $t$ , but in  $(+)$  system densities are more localized than  $(-)$  system. It may also be observed that, localization is periodic

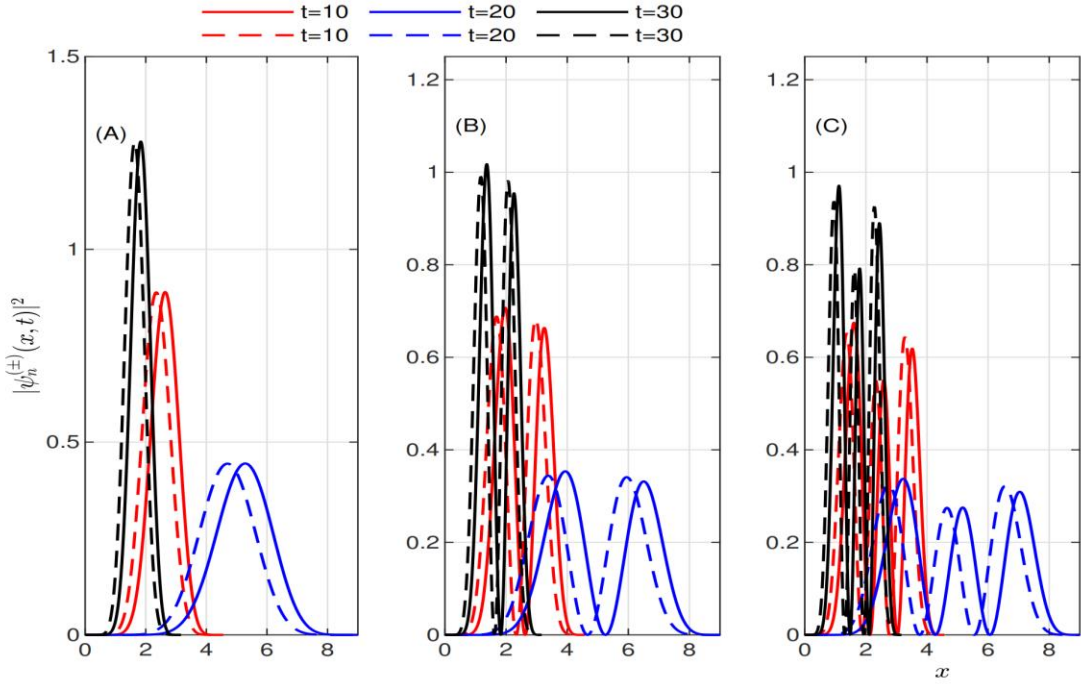


Figure 3: Plots of probability densities  $\rho_n^{(-)}(x, t)$  (solid curve) and  $\rho_n^{(+)}(x, t)$  (dashed curve), for (A)  $n = 0$ , (B)  $n = 1$ , (C)  $n = 2$  and  $L(t) = L^{(1)}$ .

in nature for periodic moving boundary condition. For example, starting from  $t = 10$ , localization increases as  $t$  increases to  $t = 20$  and thereafter it decreases as  $t$  increases to  $t = 30$ .

## 5 CONCLUSION

In this paper, we have constructed time-dependent solvable potentials using super-symmetric quantum mechanics. The solutions of time-dependent Schrödinger equations have been obtain using separation of variables and point transformation. As, an example we have considered the Pöschl-Teller potential and the corresponding solutions are expressed in terms of  $X_1$  Jacobi exceptional orthogonal polynomials. The solutions of the time-independent Schrödinger equation in presence of Pöschl-Teller potential are given in terms of exceptional orthogonal polynomials of different types have been constructed in few years back. This method can be applied for the time-dependent boundary conditions when both boundaries are moving.

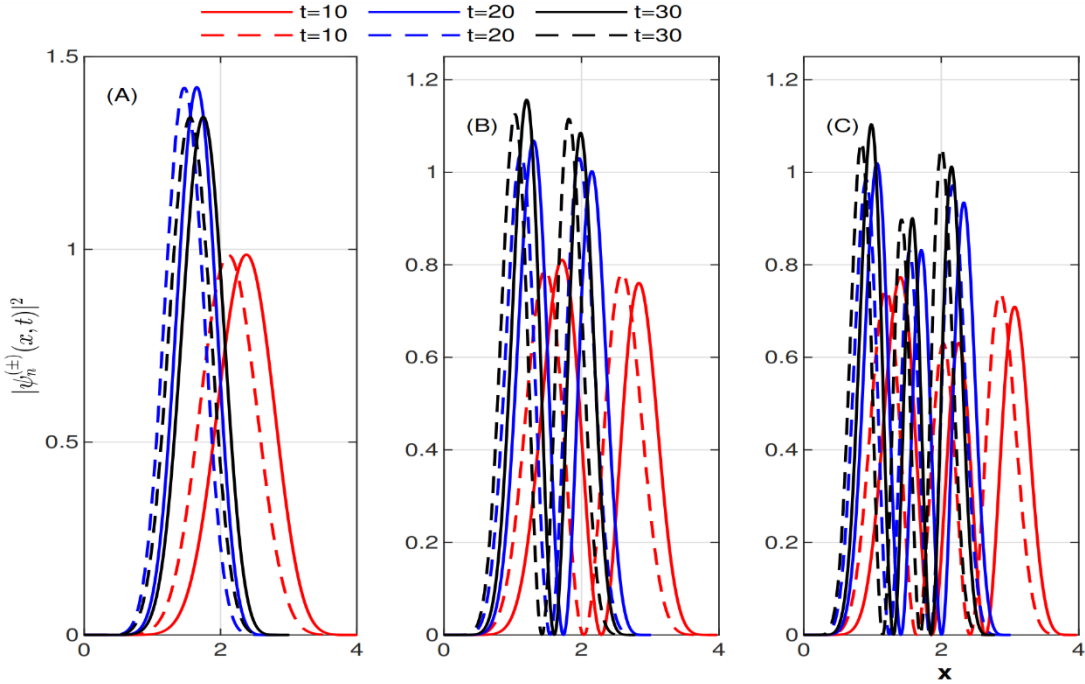


Figure 4: Plots of probability densities  $\rho_n^{(-)}(x, t)$  (solid curve) and  $\rho_n^{(+)}(x, t)$  (dashed curve), for (A)  $n = 0$ , (B)  $n = 1$ , (C)  $n = 2$  and  $L(t) = L^{(2)}$ .

## ACKNOWLEDGMENT

This work is supported by Vivekananda College, Thakurpukur, Kolkata - 700063, India with reference number VC/RGC/10/19.

**Conflict of interest:** The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## References

- [1] E. Fermi, Phys. Rev. **75** (1949) 1169-1174.
- [2] J. Crank, *Free and moving boundary problems*, Clarendon Press, Oxford (1984).
- [3] J. R. Ray, Phys. Rev. A **26** (1982) 729-733.
- [4] M. J. Englefield, J. Phys. A: Math. Gen. **20** (1987) 593-600.
- [5] I. H. Duru, J. Phys. A: Math. Gen. **22** (1989) 4827-4833.



- [6] V. V. Donodov, V. I. Manko, D. E. nikonov, Phys. Lett. A **162** (1992) 359-364.
- [7] V. G. Bagrov, B. F. Samsonov, Phys. Lett. A **210** (1996) 60-64.
- [8] F. Finkel, A. Gonzalez-López, N. Kamran, M. A. Rodriguez, J. Math. Phys. **40** (1999) 3268-3274.
- [9] B. F. Samsonov, L. A. Shekoyan, Phys. Atomic Nuclei, **63** (2000) 657-660.
- [10] B. F. Samsonov, Proceedings Inst. Math. NAS Ukrain **43** (2002) 520-529.
- [11] S. Carrasco, J. Rogan, J. A. Valdivia, Scientific Report **7** (2017) 13217.
- [12] S. W. Doescher, M. H. Rice, Am. J. Phys. **37** (1969) 1246-1249.
- [13] A. Munier, J. R. Burgan, M. Feix, E. Fajalkow, J. Math. Phys. **22** (1981) 1219-1223.
- [14] D. N. Pinder, Am. J. Phys. **58** (1990) 54-58.
- [15] A. J. Makowski, S. T. Dembinski, Phys. Lett. A **154** (1991) 217-220.
- [16] A. J. Makowski, P. Peplowski, Phys. Lett. A **163** (1992) 142-151.
- [17] A. J. Makowski, J Phys A **25** (1992) 3419-3426.
- [18] V. V. Dodonov, A. B. Klimov, D. E. Nikinov, J Math. Phys. **34** (1993) 3391-3404.
- [19] J. M. Cerveró, J. D. Lejareta, Euro. Phys. Lett. **45** (1999) 6-12.
- [20] J. D. Lejarreta, J. Phys. A **32** (1999) 4749-4759.
- [21] D.J. Fernández C., J. Negro, L.M. Nieto, Phys. Lett. A **275** (2000) 338.
- [22] L. Ling, L. Bo-Zang, Phys. Lett. A **291** (2001) 190-206.
- [23] C. Yüce, Phys. Lett. A **321** (2004) 291-294.
- [24] C. Yüce, Phys. Lett. A **327** (2004) 107-112.
- [25] T. K. Jana, P. Roy, Phys. Lett. A **372** (2008) 2368-2373.
- [26] M. L. Glasser, J. Mateo, J. Negro, L. M. Nieto, Chaos, Solitons and Fractals **41** (2009) 2067-2074.





- [27] O. Fojón, M. Gadella, L. P. Lara, *Comput. Math. Appl.*, **59** (2010) 964-976.
- [28] P. Patra, A. Dutta, J. P. Saha, *Pramana J. Phys.* **80** (2013) 21-30.
- [29] A. Contreras-Astorga, V. Hussin, arXiv:1901.04606v1 [quant-ph] 14 Jan 2019.
- [30] W. Miller, Jr., *Symmetry and separation of variables* London, Addison (1977).
- [31] W. Miller, Jr., E. G. Kalnins, *J. Math. Phys.* **28** (1987) 1005-1015.
- [32] J. Rogers, D. Spector, *Phys. Lett. A* **170** (1992) 344-346.
- [33] C.J. Efthimiou, D. Spector, *Phys. Rev. A* **49** (1994) 2301-2311.
- [34] G. Junker, *Supersymmetric Methods in Quantum and Statistical Physics*, Springer, New York, 1996.
- [35] F. Cooper, A. Khare, U. Sukhatme, *Supersymmetry in Quantum Mechanics*, World Scientific, 2001.

**Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



# Global analysis of an SEI plant disease model with saturation incidence rate

Debasis Mukherjee\*

Associate Professor, Department of Mathematics, Vivekananda College,  
Thakurpukur, Kolkata-700063, India,

## Abstract

*This paper studies an SEI epidemic model for plant disease with saturation incidence rate. Positivity and boundedness of solutions are examined to justify the model biologically. Local stability condition of boundary as well as endemic (positive) equilibrium point is derived. Persistence criterion is developed. The existence of a Hopf bifurcation is shown by considering the intrinsic growth rate as well as disease transmission rate as a bifurcation parameter. Applying Bendixson's criterion for high-dimensional ordinary differential equations, we prove that the endemic equilibrium point is globally stable under certain conditions. The dynamical behaviour of the model is highly sensitive to fluctuations in the disease transmission rate. Finally, numerical simulations are carried out to validate the results obtained.*

**Keywords:** Plant disease; stability; bifurcation; persistence; global stability

## 1. Introduction

Plant diseases are recognized as a major threat for crops production worldwide and cause serious losses in agriculture and forestry. It is reported that 40% of global crop production is lost due to pathogens, animals and weeds [18]. Among these, 14.1% of crops are lost to plant disease alone [1]. It is well-known fact that some plant diseases are caused by viruses, for example cassava (*Manihot esculenta*), sweet potato (*Ipomoea batatas*) and plantain (*Musa*

---

\* [mukherjee1961@gmail.com](mailto:mukherjee1961@gmail.com)

Received 15 February 2021

Accepted in revised form 15 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-002

spp). Lot of mathematical models have been developed to address the fighting mechanism of plant against infection, namely roguing and replanting, in which infected plants are removed and replaced by healthy plants [4, 6, 19]. Recently, Chen and Yang [7] studied global stability of an SEI epidemic model for plant disease where the incidence rate function is bilinear in nature. Epidemic models with such bilinear incidence rate admit at most one endemic equilibrium point and the disease dies out if the basic reproduction number is less than one and persist otherwise. This type of incidence function is appropriate for some diseases. There are other types of incidence functions are found in epidemic models, for instance nonlinear incidence rate, saturated incidence rate and standard incidence rate [2]. It is reasonable to study plant infection with saturated incidence rate as plant populations are large and suggest better control over agricultural losses. Previous studies [4, 6, 9, 19] on plant disease model did not consider the disease transmission rate with saturation effect.

The main aim of this work is to modify the model studied in [7]. We replace the constant recruitment rate of susceptible plants to logistic growth term and bilinear incidence rate to saturation incidence rate. Thus, an appropriate mathematical model can provide a better description of plant disease [14] that allows developing suitable strategies for disease management.

Removing infected plants is a widely accepted treatment for plant epidemics which involves regular inspection followed by removal of the identified infected plants [9,11]. In the study of epidemiology, it is very much important to know the stability characteristics of the equilibria as it informs us whether the disease dies out or persists. Our model also exhibits Hopf bifurcation. Through investigating the bifurcation of SEI epidemic model for plant disease, we suggest effective control measures to eradicate the disease.

This paper is structured as follows. In Section 2, we present our model. Positivity and boundedness of solutions of the system are given in Section 3. Existence and stability of different steady states are investigated in Section 4. Persistence and bifurcation results are described in Section 5. Global stability of the endemic equilibrium point is discussed in Section 6. Results obtained are verified through computer simulations are given in Section 7. A brief discussion concludes the paper in Section 8.



## 2. Model formulation

In simple epidemic models, the classical incidence rate  $\beta SI$  where  $\beta$  is the infection rate and  $S$  and  $I$  denote the susceptible and infected individuals respectively, is usually taken but this form of infection is not appropriate for large populations. So it is reasonable to modify such type of infection form. In this work, we consider Beddington-DeAngelis type incidence rate  $(\frac{\beta SI}{1+\alpha(S+E+I)})$  where  $E$  represents latently infected individuals and  $\alpha$  denotes potentially density dependent. The saturation incidence in plant disease can be found in pine trees which is affected by pine wilt disease [16]. The incidence of pine wilt disease relies on beetles' as pine sawyer beetles are the basis of transmission of pinewood nematode. This incidence may reach its saturation level at extremely high beetle densities. The adult female pine sawyer tries to avoid from erstwhile oviposition scants. It moves toward another trees before the saturation point of oviposition is attained. Therefore, the isolation of infected individuals yields in the reduction in the number of contacts between the susceptible and infected individuals.

Let  $S(t)$ ,  $E(t)$  and  $I(t)$  be the number of susceptible, latently infected and infectious plants at time  $t$  respectively. The model is described by

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= S\left\{r\left(1 - \frac{S+E+I}{k}\right) - \frac{\beta I}{1+\alpha(S+E+I)}\right\}, \\ \frac{dE}{dt} &= \frac{\beta SI}{1+\alpha(S+E+I)} - (\gamma + m)E, \\ \frac{dI}{dt} &= \gamma E - (d + \mu)I\end{aligned}\tag{1}$$

with initial conditions given by  $S(0) = S_0 > 0$ ,  $E(0) = E_0 > 0$  and  $I(0)=I_0 > 0$ . Here  $r$  is the intrinsic growth rate of plants.  $k$  is the environmental carrying capacity.  $\beta$  is the disease transmission rate.  $\gamma$  is the transmission rate from the exposed class to the infectious class.  $m$  is the natural mortality, which is not attributed to disease.  $d$  represents the mortality rate of infectious plants.  $\mu$  denotes the roguing (or removal) rate of infectious plants.

## 3. Positivity and boundedness of solutions

In this section, we first examine positivity and boundedness of solutions of system (1) which concern the validity and well behaved nature of the model. We first check positivity.

**Lemma 1.** All solutions  $(S(t), E(t), I(t))$  of system (1) with initial values  $(S_0, E_0, I_0) \in \mathbb{R}_+^3$  will remain in  $\mathbb{R}_+^3$  for all  $t \geq 0$ .

Proof. The positivity of  $S(t), E(t), I(t)$  can be verified by the equations

$$S(t) = S_0 \exp \left\{ \int_0^t \left[ r \left( 1 - \frac{S(s)+E(s)+I(s)}{k} \right) - \frac{\beta I(s)}{1+\alpha(S(s)+E(s)+I(s))} \right] ds \right\},$$

$$E(t) \geq E_0 \exp \left\{ \int_0^t [-\gamma] ds \right\},$$

$$I(t) \geq I_0 \exp \left\{ \int_0^t [-d - \mu] ds \right\}$$

with  $S_0, E_0, I_0 > 0$ . As  $S_0 > 0$  then  $S(t) > 0$  for all  $t > 0$ . The same argument is valid for component  $E(t)$  and  $I(t)$ . Hence the interior of  $\mathbb{R}_+^3$ , is an invariant set of system (1).

**Lemma 2.** All solutions of system (1) will lie in the region

$$B = \{(S, E, I) \in \mathbb{R}_+^3 : 0 \leq S + E + I \leq \frac{rk}{\rho}\}$$

as  $t \rightarrow \infty$  for all positive initial values  $(S_0, E_0, I_0) \in \mathbb{R}_+^3$ , where  $\rho = \min\{r, m, d + \mu\}$ .

Proof. Let us consider the function

$$W(S(t), E(t), I(t)) = S + E + I.$$

From Eqn. (1) and for each  $\rho > 0$ , the following inequality is satisfied.

$$\frac{dW}{dt} + \rho W \leq rk$$

By using the comparison theorem [3], we get

$$0 \leq W(S(t), E(t), I(t)) \leq \frac{rk}{\rho} + W(S(0), E(0), I(0))e^{-\rho t}.$$

Taking limit when  $t \rightarrow \infty$ , we have  $0 < W(t) \leq \frac{rk}{\rho}$ . Hence system (1) is bounded.

#### 4. Existence of equilibria and stability analysis

Evidently, system (1) has two non-negative equilibrium points. The trivial equilibrium point  $E_0 = (0,0,0)$  and the axial equilibrium point  $E_1 = (k, 0, 0)$ . Here  $E_0$  and  $E_1$  always exist.

**Theorem 1.**  $E_0$  is always unstable and  $E_1$  is stable if  $(\gamma + m)(d + \mu) > \frac{\gamma\beta k}{1+\alpha k}$ .

Proof. It follows immediately by linearizing around the equilibria.

Next, we are interested about the existence of interior equilibrium point of system (1) which is given by  $E_2 = (S^*, E^*, I^*)$  where

$$E^* = \frac{(d+\mu)I^*}{\gamma}, I^* = \frac{rS^*\gamma(k-S^*)}{rS^*(d+\mu+\gamma)+k(\gamma+m)(d+\mu)} \text{ and } S^* \text{ is the positive root of the equation}$$

$$r(d + \mu + \gamma)\beta\gamma S^2 + [k(d + \mu)(\gamma + m)\{\beta\gamma - \alpha(\gamma + m)(d + \mu)\} - r(d + \mu)(\gamma + m)(d + \mu + \gamma)(1 + \alpha k)]S - k(\gamma + m)^2(d + \mu)^2 = 0. \quad (2)$$

$E_2$  is feasible if  $S^* < k$ .

To discuss the stability of  $E_2$ , we find out the characteristic equation around  $E_2$  which is given by

$$\lambda^3 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda + a_3 = 0 \quad (3)$$

where

$$a_1 = (d + \mu) + \frac{rS^*}{k} + \gamma + m,$$

$$a_2 = S^* \left( \frac{r}{k} - \frac{\alpha\beta I^*}{H} \right) \left( d + \mu + \frac{\alpha\beta S^* I^*}{H} + \gamma + m \right) + (d + \mu) \left( \frac{\alpha\beta S^* I^*}{H} + \gamma + m \right) - \frac{\gamma\beta S^*(1+\alpha(S^*+E^*))}{H} + \frac{\beta S^* I^*}{H} \left( \frac{r}{k} - \frac{\alpha\beta I^*}{H} \right) (1 + \alpha(E^* + I^*)),$$

$$a_3 = (d + \mu)S^* \left( \frac{r}{k} - \frac{\alpha\beta I^*}{H} \right) \left\{ \frac{\alpha\beta S^* I^*}{H} + \gamma + m + \frac{\beta I^*(1+\alpha(E^*+I^*))}{H} \right\} + \gamma S^* \left\{ \beta S^* \left( -\frac{r}{k} + \frac{\alpha\beta I^*}{H} \right) \frac{(1+\alpha(S^*+E^*))}{H} + \beta I^* \left( \frac{r}{k} + \frac{\beta(1+\alpha(S^*+E^*))}{H} \right) \left( \frac{(1+\alpha(E^*+I^*))}{H} \right) \right\} \text{ and}$$

$$H = (1 + \alpha(S^* + E^* + I^*))^2.$$

From Routh-Hurwitz criterion, we can say that  $E_2 = (S^*, E^*, I^*)$  is locally asymptotically stable if the following conditions are satisfied:

$$a_2 > 0, a_3 > 0 \text{ and } a_1 a_2 > a_3. \quad (4)$$

## 5. Persistence and bifurcation

### Persistence

If there exists a compact set  $G \subset B = \{(S, E, I): S > 0, E > 0, I > 0\}$  where all solutions of system (1) ultimately lie, the system is said to be persistent.

The following theorem establishes uniform persistence of system (1).

**Theorem 2.** Assume that  $(\gamma + m)(d + \mu) < \frac{\gamma\beta k}{1+\alpha k}$  then system (1) is uniformly persistent.

Proof. Suppose that  $x$  is a point in the positive octant and  $o(x)$  is the orbit through  $x$  and  $\Omega$  is the omega limit set of the orbit through  $x$ . Note that  $\Omega(x)$  is bounded. We show that  $E_0 \notin \Omega(x)$ . If  $E_0 \in \Omega(x)$  then by Butler-McGehee lemma [10], there exists a point  $p$  in  $\Omega(x) \cap W^s(E_0)$  where  $W^s(E_0)$  denotes the strong stable manifold of  $E_0$ . Since  $o(p)$  lies in  $\Omega(x)$  and  $W^s(E_0)$  is the  $E - I$  plane and hence unbounded orbits lie in  $\Omega(x)$  is unbounded, a contradiction.

Next, we show that  $E_1 \notin \Omega(x)$ . The condition  $(\gamma + m)(d + \mu) < \frac{\gamma\beta k}{1+\alpha k}$  implies that  $E_1$  is a saddle point.  $W^s(E_1)$  is either the  $S - E$  plane or  $S - I$  plane. In any case, unbounded orbits lie in  $\Omega(x)$  once more a contradiction. There does not exist any equilibrium point in the  $S - E, S - I$  and  $E - I$  plane respectively. Thus,  $\Omega(x)$  does not intersect any of the coordinate planes and hence system (1) is persistent. Since system (1) is bounded by the main result in [5], this implies that the system (1) is uniformly persistent.

### Bifurcation study

Define  $f(r) = a_1(r)a_2(r) - a_3(r)$ .

**Theorem 3.** *If there exist  $r = r^*$  such that (i)  $a_i(r^*) > 0, i = 2, 3$  (ii)  $f(r^*) = 0$ , (iii)  $f'(r^*) > 0$  then the positive equilibrium point  $E_2$  is unstable when  $r < r^*$  but is stable when  $r > r^*$  and a Hopf bifurcation of periodic solutions emerges at  $r = r^*$ .*

Proof. Using the method in [17], we observe that  $f(r)$  is decreasing in the neighborhood  $r = r^*$ . As  $a_i(r) > 0, i = 2, 3, f(r) < 0$  when  $r < r^*$  then  $E_2$  becomes unstable. Again,  $f(r) > 0$  when  $r > r^*$  then  $E_2$  becomes stable. Applying a result in [13], we can establish Hopf bifurcation.

Define  $g(r) = a_1(r)a_2(r) - a_3(r)$ .

**Theorem 4.** *If there exist  $\beta = \beta^*$  such that (i)  $a_i(\beta^*) > 0, i = 2, 3$  (ii)  $g(\beta^*) = 0$ , (iii)  $g'(\beta^*) < 0$  then the positive equilibrium point  $E_2$  is stable when  $\beta < \beta^*$  but is unstable when  $\beta > \beta^*$  and a Hopf bifurcation of periodic solutions emerges at  $\beta = \beta^*$ .*

Proof. Proof of this theorem is similar to the proof of Theorem 3 and is omitted.

**Remark 1.** System (1) is uniformly persistent when the condition in Theorem 2 is satisfied. Thus, we infer that there exist a time  $T$  such that  $S(t), E(t), I(t) > C, 0 < C < \frac{rk}{\rho}$  for  $t > T$ .

## 6. Global stability analysis

We have already observed that the endemic equilibrium point  $E_2$  will be locally stable when the inequalities (4) are satisfied. So, it will be of interest to know whether this equilibrium point is globally stable or not. Usually Lyapunov function is used to examine the global stability. But it is not always possible to find a suitable Lyapunov function to prove global stability. In that case, an alternative approach developed in [12] is used. Now we apply a high-dimensional Bendixson's criterion of Li and Muldowney [12], which is demonstrated below.

Let  $D \subset \mathbb{R}^n$  be an open set and  $F \in C^1$ . Consider a system of differential equations

$$\frac{dx}{dt} = F(X). \quad (5)$$

According to the theory described in [12], it is sufficient to show that the second compound equation

$$\frac{dU}{dt} = \frac{\partial F^{[2]}}{\partial X}(X(t, X_0))U(t) \quad (6)$$

with respect to a solution  $X(t, X_0)$  of system (5) is equi-uniformly asymptotically stable, namely, for each  $X_0 \in D$ , system (6) is uniformly asymptotically stable and the exponential decay rate is uniform for  $X_0$  in each compact subset of  $D$ , where  $D \subset \mathbb{R}^n$  is an open connected set. Here  $\partial F / \partial X^{[2]}$  is the second additive compound matrix of the Jacobian matrix  $\partial F^{[2]} / \partial X$ . It is an  $\binom{n}{2} \times \binom{n}{2}$  matrix and thus (6) is a linear system of dimension  $\binom{n}{2}$  (see Fiedler [8] and Muldowney [15]). For a general  $3 \times 3$  matrix

$$M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix},$$

Its compound matrix  $M^{[2]}$  is

$$M^{[2]} = \begin{pmatrix} m_{11} + m_{22} & m_{23} & -m_{13} \\ m_{32} & m_{11} + m_{33} & m_{12} \\ -m_{31} & m_{21} & m_{22} + m_{33} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

The equi-uniform asymptotic stability of (6) implies the exponential decay of the surface area of any compact two-dimensional surface  $D$ . If  $D$  is simply connected then it will not allow any invariant simple closed rectifiable curve in  $D$ , including periodic orbits. The following result is proved in [12].

**Proposition 1.** *Let  $D \subset \mathbb{R}^n$  be simply connected region. Assume that the family of linear systems (6) is equi-uniformly asymptotically stable. Then*

(i)  *$D$  contains no simple closed invariant curves including periodic orbits, homoclinic orbits, heteroclinic cycles;*

(ii) *each semi-orbit in  $D$  converges to a single equilibrium.*

*In particular, if  $D$  is positively invariant and contains an unique equilibrium  $\bar{X}$ , then  $\bar{X}$  is globally asymptotically stable in  $D$ .*

One can prove uniform asymptotic stability of system (6) by constructing a Lyapunov function. For example, (6) is equi-uniformly asymptotically stable if there exists a positive definite function  $V(U)$ , such that  $dV(U)/dt|_{(6)}$  is negative definite and  $V$  and  $dV(U)/dt|_{(6)}$  are independent of  $X_0$ .

We need the following assumptions to show the global stability of the endemic equilibrium point  $E_2$  of system (1).

(A<sub>1</sub>) There exist positive numbers  $\sigma$  and  $\eta$  such that

$$\max\left\{c_{11} + \frac{c_{12}\sigma}{\eta} + c_{13}\sigma, \frac{c_{21}\eta}{\sigma} + c_{22} + \eta c_{23}, \frac{c_{31}}{\sigma} + \frac{c_{32}}{\eta} + c_{33}\right\} < 0$$

(A<sub>2</sub>) The assumption of Theorem 2 holds.

We again denote  $X = (S, E, I)^T$  and  $F(X) = (S\left\{r\left(1 - \frac{S+E+I}{k}\right) - \frac{\beta I}{1+\alpha(S+E+I)}\right\}, \frac{\beta SI}{1+\alpha(S+E+I)} - (\gamma + m)E, \gamma E - (d + \mu))^T$

and by (7)

$$\frac{\partial F^{[2]}}{\partial X} = \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & n_{13} \\ n_{21} & n_{22} & n_{23} \\ n_{31} & n_{32} & n_{33} \end{pmatrix}$$

where

$$\begin{aligned} n_{11} &= r\left(1 - \frac{2S+E+I}{k}\right) - \frac{\beta I}{1+\alpha(S+E+I)} - (\gamma + m), n_{12} = \frac{\beta S\{1+\alpha(S+E)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2}, n_{13} = \frac{rS}{k} + \\ &\frac{\beta S\{1+\alpha(S+E)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2}, n_{21} = \gamma, n_{22} = r\left(1 - \frac{2S+E+I}{k}\right) - \frac{\beta I\{1+\alpha(E+I)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} - (d + \mu), n_{23} = -\frac{rS}{k} + \\ &\frac{\alpha\beta SI}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2}, n_{31} = 0, n_{32} = \frac{\beta I\{1+\alpha(E+I)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2}, n_{33} = -\frac{\alpha\beta SI}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} - (\gamma + m + d + \mu). \end{aligned}$$

The second compound system is

$$\begin{pmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \\ \dot{u}_3 \end{pmatrix} = \frac{\partial F^{[2]}}{\partial X} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix}$$

is



$$\begin{aligned}
 \dot{u}_1 &= \left\{ r \left( 1 - \frac{2S+E+I}{k} \right) - \frac{\beta I}{1+\alpha(S+E+I)} - (\gamma + m) \right\} u_1 + \left[ \frac{\beta S\{1+\alpha(S+E)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} \right] u_2 \\
 &+ \left[ \frac{rS}{k} + \frac{\beta S\{1+\alpha(S+E)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} \right] u_3, \\
 \dot{u}_2 &= \gamma u_1 + \left[ r \left( 1 - \frac{2S+E+I}{k} \right) - \frac{\beta I\{1+\alpha(E+I)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} - (d + \mu) \right] u_2 + \left[ -\frac{rS}{k} + \frac{\alpha\beta SI}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} \right] u_3, \\
 \dot{u}_3 &= \left[ \frac{\beta I\{1+\alpha(E+I)\}}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} \right] u_2 - \left[ \frac{\alpha\beta SI}{\{1+\alpha(S+E+I)\}^2} + (\gamma + m + d + \mu) \right] u_3. \tag{8}
 \end{aligned}$$

where  $X(t) = (S(t), E(t), I(t))^T$  is arbitrary solution of system (1) with  $X_0(t) = (S_0(t), E_0(t), I_0(t))^T \in \mathbb{R}_+^3$ . Set

$W(U) = \max\{\sigma|u_1|, \eta|u_2|, |u_3|\}$  where  $\sigma, \eta > 0$  are constants.

The direct calculations yield the following inequalities:

$$\frac{d^+}{dt} \sigma|u_1| \leq c_{11}\sigma|u_1| + \frac{c_{12}\sigma}{\eta} |u_2| + c_{13}\sigma|u_3|,$$

$$\frac{d^+}{dt} \eta|u_2| \leq \frac{c_{21}\eta\sigma}{\sigma} + c_{22} \eta|u_2| + c_{23}\eta|u_3|,$$

$$\frac{d^+}{dt} |u_3| \leq \frac{c_{31}\sigma}{\sigma} |u_1| + \frac{c_{32}}{\eta} |u_2| + c_{33}|u_3|$$

where  $d^+/dt$  represents the right hand derivative and

$$c_{11} = r \left( 1 - \frac{4C}{k} \right) - \frac{q\beta C}{q+\alpha kr} - (\gamma + m), \quad c_{12} = \frac{\beta rk(q+\alpha rk)}{q^2(1+3\alpha C)^2}, \quad c_{13} = \frac{r^2}{q} + \frac{\beta rk(q+\alpha rk)}{q^2(1+3\alpha C)^2}, \quad c_{21} = \gamma,$$

$$c_{22} = r \left( 1 - \frac{4C}{k} \right) - \frac{\beta C q^2(1+2\alpha C)}{(q+\alpha kr)^2} - (d + \mu), \quad c_{23} = -\frac{rC}{k} + \frac{\beta rk(q+\alpha rk)}{q^2(1+3\alpha C)^2}, \quad c_{31} = 0,$$

$$c_{32} = \frac{\beta rk(q+\alpha rk)}{q^2(1+3\alpha C)^2}, \quad c_{33} = -\left\{ \frac{q^2\alpha\beta C^2}{(q+\alpha kr)^2} + \gamma + m + d + \mu \right\}.$$

Therefore,

$$\frac{d^+}{dt} W(U(t)) \leq LW(U(t))$$

with

$$L = \max \left\{ c_{11} + \frac{c_{12}\sigma}{\eta} + c_{13}\sigma, \frac{c_{21}\eta}{\sigma} + c_{22} + c_{23}\eta, \frac{c_{31}}{\sigma} + \frac{c_{32}}{\eta} + c_{33} \right\}.$$

Thus under assumptions  $(A_1)$  and  $(A_2)$ , we find a positive constant  $\delta$  such that  $L \leq -\delta < 0$  and thus

$$W(U(t)) \leq W(U(s)) \exp(-\delta(t-s)), t \geq s > 0.$$

This ensures the equi-uniform asymptotic stability of the second compound system (8) and hence the endemic equilibrium point  $E_2$  is globally stable following Proposition 1. From above analysis, we now state our global stability result.

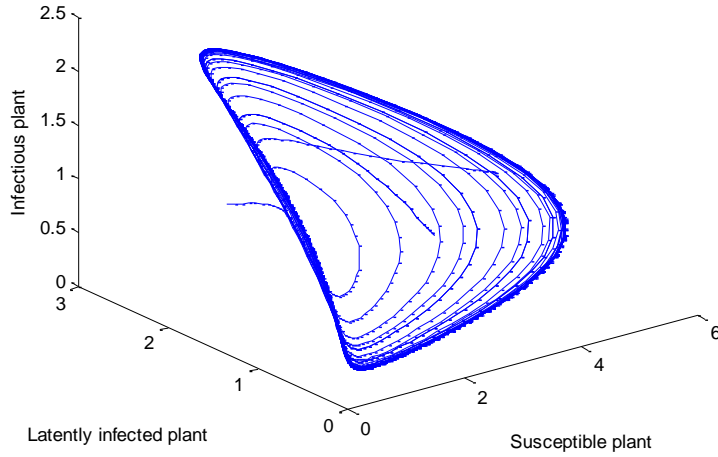
**Theorem 5.** *If the assumptions  $(A_1)$  and  $(A_2)$  hold then system (1) has no non-trivial periodic solutions. Furthermore, the endemic equilibrium point  $E_2$  is globally stable in  $\mathbb{R}_+^3$ .*

## 7. Numerical study

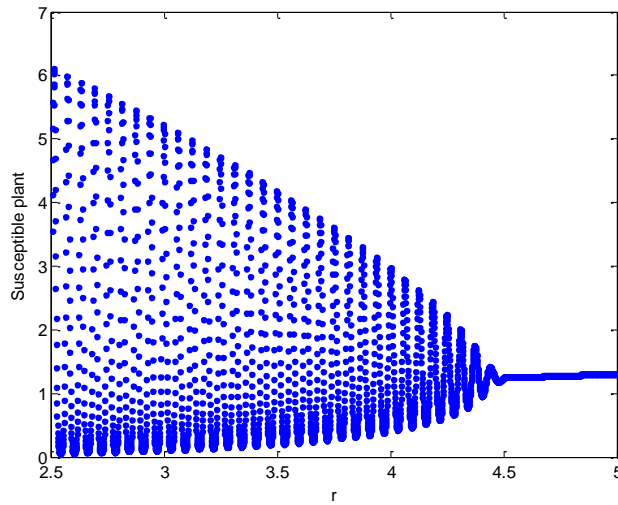
We now explain situations for model system (1) with some numerical simulations. We use MATLAB to perform the numerical simulations.

Firstly, we choose  $k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$ . Set  $r = 2.7914$ , it is easy to see that system (1) has an equilibrium point  $E_2(4.09372, 1.683, 1.683)$  and all the conditions of Theorem 3 are satisfied. Thus, Hopf bifurcation of periodic solution occurs at  $r = 2.7914$ . (see Fig. 1). The corresponding bifurcation diagram with respect to the parameter  $r$  and  $\beta$  are shown in Figs. 2 and 4 respectively.

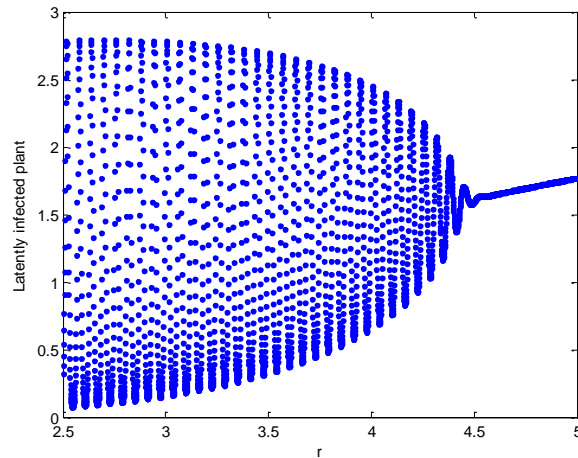
Suppose  $r = 4, k = 6, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$ . Then system (1) has an unique equilibrium point  $E_2(1, 1, 1)$ . The condition of Theorem 2 is satisfied, hence system is uniformly persistent. We now choose  $C = 20$ . With the above choice of parameters, we get  $c_{11} = -18.81, c_{12} = 1.959, c_{13} = 17.959, c_{21} = 1, c_{22} = -64.486, c_{23} = 11.374, c_{31} = 0, c_{32} = 1.959, c_{33} = -9.584$ . The positive numbers  $\sigma = 0.5$  and  $\eta = 1$  are such that  $\max\{-5.851, -51.112, -7.625\} < 0$ . Thus, all the conditions of Theorem 5 are satisfied. Therefore the endemic equilibrium  $E_2$  is globally stable (see Fig. 3).



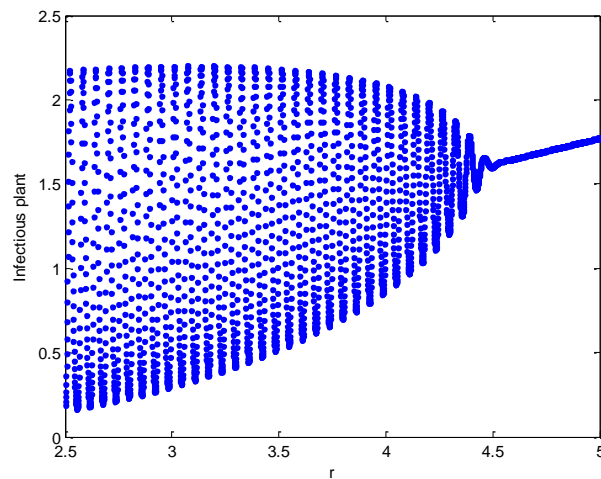
**Fig. 1.** Phase portrait of system (1) with parameter values  $r = 2.7914, k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$  and initial points are  $(1, 2, 1), (2.95, .245, 1.68)$  and  $(2.9861, 0.97355, 0.8098)$ . Appearance of limit cycle surrounding the equilibrium point  $E_2 (4.09372, 1.683, 1.683)$ .



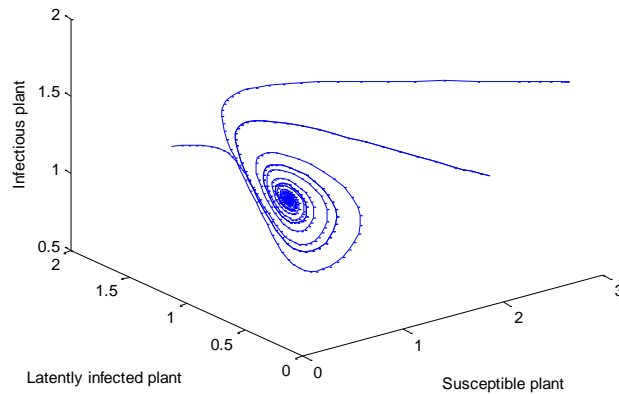
**Fig. 2.** Bifurcation diagram for susceptible plant population with respect to the parameter  $r$  and the parameter values are  $k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$  with initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .



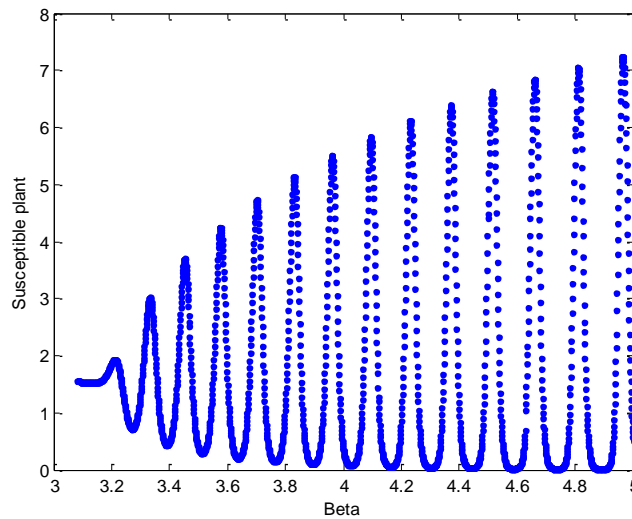
**Fig. 2.** Bifurcation diagram for latently infected plant population with respect to the parameter  $r$  and the parameter values are  $k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$  with initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .



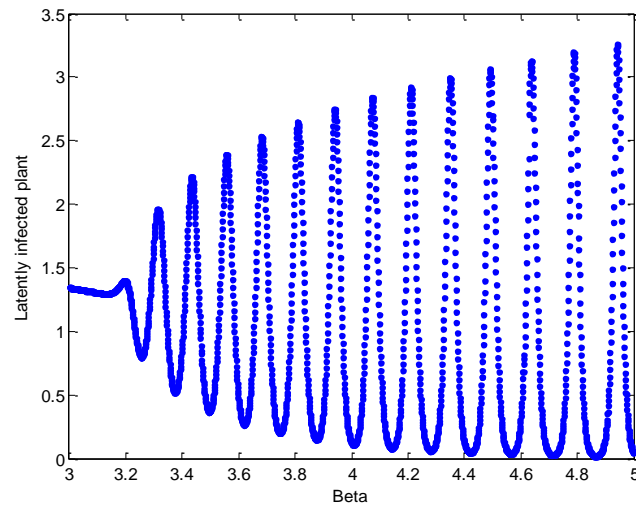
**Fig. 2.** Bifurcation diagram for infectious plant population with respect to the parameter  $r$  and the parameter values are  $k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$  with initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .



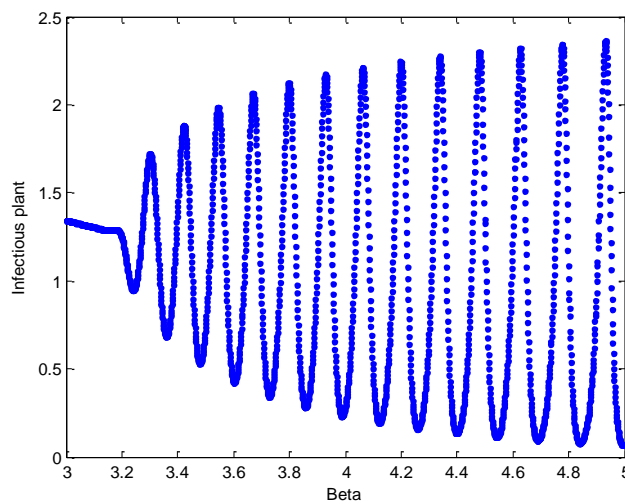
**Fig. 3.** Phase portrait of system (1) with parameter values  $r = 4, k = 6, \alpha = \frac{1}{3}, \beta = 4, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$  and initial points are  $(1, 2, 1), (2.95, .245, 1.68)$  and  $(2.9861, 0.97355, 0.8098)$ . All the solutions of the system converge globally to the equilibrium point  $E_2(1, 1, 1)$ .



**Fig. 4.** Bifurcation diagram for susceptible plant population with respect to the parameter  $\beta$  and the parameter values are  $r = 2.7914, k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$ , initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .



**Fig. 4.** Bifurcation diagram for latently infected plant population with respect to the parameter  $\beta$  and the parameter values are  $r = 2.7914, k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$ , initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .



**Fig. 4.** Bifurcation diagram for infectious plant population with respect to the parameter  $\beta$  and the parameter values are  $r = 2.7914, k = 10.58, \alpha = \frac{1}{3}, \gamma = 1, m = 1, d = 0.5, \mu = 0.5$ , initial point  $(0.5, 0.5, 0.5)$ .

## 8. Discussion

In this paper, we have analysed an SEI epidemic model for plant disease. The formulation is novel in that it considers a saturated incidence function for disease transmission. Furthermore, replanting and roguing are incorporated as a control measure into the system. The proposed model is shown biologically well behaved as the solutions of the system is positive and bounded. The local stability of the different steady states is investigated to enquire whether the disease dies out or persists. The system cannot collapse for any parameter values as the population free equilibrium point is never stable.

The model experiences local bifurcation. If the disease transmission rate is below a certain threshold value, both the population cannot coexist and above the threshold, the susceptible plant only equilibrium point becomes unstable. The existence of Hopf bifurcation is shown when the intrinsic growth rate of plant population crosses a critical value. The choice of  $r$  is, of course, somewhat arbitrary. We also found the same bifurcation when varying  $\beta$  instead. Moreover, if  $\beta$  exceeds a certain threshold value, then all the populations coexist in oscillatory manner. In Fig. 4, we have also drawn bifurcation diagram considering disease transmission rate as bifurcation parameter. Comparing the bifurcation diagrams in Figs. 2 and 4, it is seen that the nature of Hopf bifurcation is reversed. This indicates that increasing the intrinsic growth rate stabilizes the system, whereas the opposite holds true by increasing the disease transmission rate. Global stability criterion is derived by the application of high-dimensional Bendixson's criterion due to Li and Muldowney [12].

But the basic difference between our work and the other recent works is the inclusion of saturated incidence function. This disease transmission mechanism enriches the dynamics of the system and makes the system more realistic than the existing models. We have observed periodic oscillation in the system which is not seen in the previous work [7].

### Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest in publishing this paper.

### Funding





This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

### Data availability statement

Not applicable

### References

- [1] G. N. Agiros, Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. London. U. K. 2005.
- [2] M. E. Alexander, S. M. Moghadas, Periodicity in an epidemic model with a generalized non-linear incidence. *Math. Biosci.* 189 (2004) 75-96.
- [3] G. Birkhoff, G. C. Rota, Ordinary Differential Equation, Ginn and Co. Boston, 1982.
- [4] F. van den Bosch, A. M. de Roos, The dynamics of infectious diseases in orchards with roguing and replanting as control strategy. *J. Math. Biol.* 35 (1996) 129-157.
- [5] G. J. Butler, H. I. Freedman and P. Waltman. Uniformly persistent systems. *Proc. Am. Math. Soc.* 96 (1986) 425-430.
- [6] M. S. Chan, M. J. Jeger, An analytical model of plant virus disease dynamics with roguing and replanting. *J. Appl. Ecol.* 31(1994) 413-427.
- [7] Y. Chen, J. Yang, Global stability of an SEI epidemic model for plant diseases. *Math. Slovaca.* 66 (2016) 305-311.
- [8] M. Fiedler. Additive compound matrices and inequality for eigenvalues of stochastic matrices. *Czech. Math. J.* 99 (1974) 392-402.
- [9] S. Fishman, R. Marcus, A model for spread of plant disease. with periodic removals. *J. Math. Biol.* 21 (1984) 149-158. Mithofer, W. Boland, Recognition of herbivory-associated molecular patterns, *Plant Physiology*, 146 (2008) 825-831.
- [10] H. I. Freedman, P. Waltman. Persistence in models of three interacting predator-prey populations. *Math. Biosci.* 68 (1984) 213-231.
- [11] M. J. Jeger, J. Holt, F. van den Bosch, L. V. Madden, Epidemiology of insect transmitted plant viruses : modelling disease dynamics and control interventions. *Physiol. Entomol.* 29 (2004), 291-304.
- [12] M. Y. Li, J. Muldowney. On Bendixson's criterion. *J. Diff. Eqns.* 106 (1994), 27-39.
- [13] W. M. Liu, Criterion of Hopf bifurcation without using eigenvalues, *J. Math. Anal. Appl.* 182 (1994) 250-256.
- [14] Z. Mersha, B. Hau, Effect of bean rust (*Uromyces appendiculatus*) epidemics of host dynamics of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Pathol.* 57(2008),674-686.



- [15] J. Muldowney. Compound matrices and ordinary differential equations. Rocky Mountain J. Math. 20 (1990), 857-871.
- [16] M. Ozair, Analysis of pine wilt disease model with nonlinear incidence and horizontal transmission. J. Appl. Math. 2014 (2014) 1-9.
- [17] Z. Qiu, Dynamics of a model for virulent phase T4, J. Biol. Syst. 16 (2008) 597-611.
- [18] S. Savary, A. Ficke, J. N. Aubertot, C. Hollier, Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. Food Secur. 4 (2012) 519-537. Insect-Plant Biology, Oxford University Press. New York, 2005.
- [19] T. Zhang, X. Meng, Y. Song, Z. Li, Dynamical analysis of delayed plant disease models with continuous or impulsive cultural control strategies. Abstr. Appl. Anal. 2012 (2012) 1-25.

**Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



## Cellular power source hijacked: Unravelling how obesity cripples mitochondria, our metabolic engines.

Dr. Gunjan Dhar\*

Assistant Professor, PG and UG Department of Zoology, Vivekananda College,  
Thakurpukur, Kolkata - 700063, West Bengal, India.

### Abstract:

*Mitochondria, cellular organelles pivotal for energy production through oxidative phosphorylation, function akin to miniature factories converting ingested food into usable ATP energy. The escalating global predicament of obesity contributes to the surge in type 2 diabetes, fatty liver disease, and other cardiometabolic challenges. The association of obesity with an energy imbalance, where intake surpasses expenditure, is well-established. Inflammatory responses and oxidative stress induced by obesity can detrimentally impact the structure and function of mitochondria. Specifically, mitochondrial dysfunction in skeletal muscle has been linked to the onset of insulin resistance, a precursor to type 2 diabetes. This dysfunction may lead to compromised glucose metabolism, impairing the efficient utilisation of glucose by the body. Dysfunctional mitochondria play a role in the metabolic complications exacerbated by adipose tissue dysfunction associated with obesity. Adipose tissue releases adipokines, some of which can influence mitochondrial function. Sedentary behaviour, often prevalent in obesity, is correlated with a reduction in mitochondrial biogenesis, further contributing to metabolic challenges. Genetic factors also play a role, as some individuals may possess a genetic predisposition influencing both obesity susceptibility and mitochondrial function. In a significant breakthrough, an international research team led by UC San Diego scientists unravelled the mechanisms through which obesity impacts mitochondria. They identified a specific gene whose disruption shielded mice from weight gain even on a high-fat diet, presenting a potential ground breaking target for therapeutic intervention. This comprehensive review delves into the intricate cellular machinery, revealing the genetic and molecular underpinnings responsible for the metabolic breakdown associated with obesity.*

**Keywords:** Obesity, RalA, apoptosis, mitochondrial dysfunction, inflammation

---

\* Email: [gunjan.tumki@gmail.com](mailto:gunjan.tumki@gmail.com)

Received 18 February 2021

Accepted in revised form 21 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-003

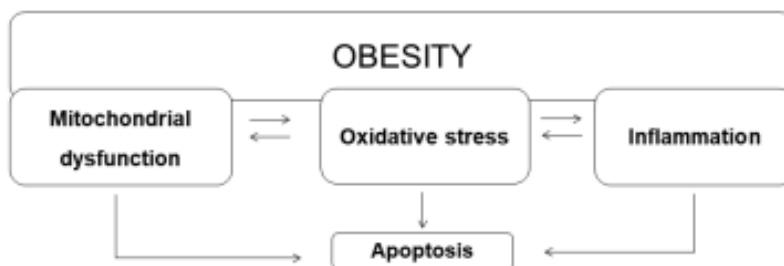
## Introduction

According to the World Health Organization (WHO), obesity is characterised as the accumulation of abnormal or excessive fat that could compromise one's health. The World Obesity Federation identifies obesity as an epidemic, acknowledging it as a critical global public health challenge (1). The global prevalence of obesity has nearly tripled since 1975, indicating a widespread epidemic (2). Obesity stands out as a prominent risk factor for a range of diseases, including but not limited to diabetes, cardiovascular conditions, respiratory disorders, musculoskeletal issues, and certain forms of cancer (3). Obesity induces various physiological alterations in the body, including inflammation, oxidative stress, dysfunction of mitochondria, and apoptosis (4).

The aim of this narrative review is to offer a comprehensive overview of mitochondrial dysfunction in obesity, encompassing associated changes and emphasising the role of the gene that regulates this process.

## Obesity and lifestyle diseases

Although lifestyle factors such as diet and exercise contribute to the onset and advancement of obesity, researchers have recognized that intrinsic metabolic abnormalities are also associated with this condition. Obesity is a major risk factor for the development of type 2 diabetes. Excess adipose tissue, especially around the abdomen, contributes to insulin resistance, where cells become less responsive to insulin, leading to elevated blood sugar levels (5). Obesity is closely linked to the development of non-alcoholic fatty liver disease. Excessive fat accumulation in the liver, a condition known as hepatic steatosis, is common in individuals with obesity. NAFLD can progress from simple fatty liver to more severe forms, such as non-alcoholic steatohepatitis (NASH) and cirrhosis, posing a substantial threat to liver health (6).



**Fig:** Interrelationship between obesity, mitochondrial dysfunction, inflammation, oxidative stress and apoptosis

Obesity is a key contributor to various cardiometabolic challenges, including hypertension (high blood pressure) and dyslipidaemia (abnormal levels of blood lipids) (7). The presence of excess adipose tissue triggers inflammatory responses and oxidative stress, both of which can contribute to endothelial dysfunction, atherosclerosis, and an increased risk of cardiovascular diseases (8). Obesity is a central component of metabolic syndrome, a cluster of conditions that includes abdominal obesity, insulin resistance, elevated blood pressure, and dyslipidaemia. Individuals with metabolic syndrome face an elevated risk of developing heart disease, stroke, and type 2 diabetes (9). It is associated with chronic low-grade inflammation due to increased secretion of inflammatory molecules from adipose tissue. Dysregulation of immune responses in obesity may contribute to the development of various chronic diseases (10). Excess body weight places additional stress on joints and bones, increasing the risk of musculoskeletal problems, including osteoarthritis. Obesity-related joint issues can impact mobility and overall quality of life (11).

Mitochondria assume a central role in cellular energy metabolism, primarily dedicated to generating energy in the form of adenosine triphosphate (ATP) from various food substrates, including carbohydrates, lipids, and proteins. Beyond ATP production, mitochondria are crucial players in the dynamic balance of reactive oxygen species (ROS). The mitochondrial respiratory chain, integral to ATP production, concurrently serves as the primary source for both the generation and elimination of ROS. The intricate interplay within mitochondria underscores their dual role in energy provision and the delicate management of oxidative stress through ROS regulation (12).

'Mitochondrial dysfunction' emerges from a metabolic imbalance in nutrient signal input, energy production, and/or oxidative respiration. While the classical definition centres on the mitochondria's inability to produce and maintain adequate ATP levels, the term also encompasses maladaptive physiological responses to metabolic perturbations. These include irregularities in substrate catabolism, calcium buffering, iron transport, mutations in mitochondrial DNA or nuclear mitochondrial genes, alterations in mitochondrial dynamics, changes in size and morphology, heightened reactive oxygen species (ROS) production, and a propensity for apoptosis (13,14,15).

Elevated nutrient intake results in an abundance of free fatty acids, leading to conditions such as hyperglycaemia and heightened production of reactive oxygen species (ROS) within mitochondria. This influx of nutrients contributes to dysfunction in adipocyte mitochondria. The compromised mitochondrial function, in turn, diminishes both mitochondrial biogenesis and mitochondrial DNA content, consequently reducing the rate of  $\beta$ -oxidation. Subsequently, alterations occur in adipocyte pathways, including adipogenesis, lipolysis, fatty acid esterification, and the production of adiponectin derived from adipocytes. These modifications collectively contribute to shifts in insulin sensitivity (16).

The decrease in mitochondrial biogenesis observed in obesity is linked to metabolic changes, insulin resistance, and low-grade inflammation. In skeletal muscle, there is reported evidence indicating a correlation between obesity and a decline in both mitochondrial function and mass (17).

Jheng and colleagues demonstrated the presence of smaller and shorter mitochondria, along with an increase in mitochondrial fission, in the skeletal muscle of obese mice, whether induced by genetic factors or a diet high in calories. This suggests a correlation between altered mitochondrial fission, mitochondrial dysfunction, and insulin resistance in skeletal muscle. The impaired mitochondrial function in muscle tissues results in diminished fatty acid oxidation and the hindrance of glucose transport, indicating a reduction in insulin-stimulated glucose transport (18).

Similarly, in the liver, diet-induced obesity has been associated with impaired mitochondrial function, accompanied by an increase in fission processes. Holmström and colleagues reported a reduction in mitochondrial respiratory capacity and protein expression, including peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  (PGC-1 $\alpha$ ), in the livers of obese diabetic (db/db) mice. This finding aligns with the observed increase in mitochondrial fission and suggests a link between mitochondrial dysfunction and the downregulation of key proteins associated with mitochondrial health in the context of obesity-related diabetes (19).

Obesity can adversely impact mitochondrial dynamics, although the precise mechanisms governing these alterations are not fully elucidated. The disruptions in fusion/fission processes and an excess of reactive oxygen species (ROS) are likely contributing factors. Reports indicate an elevation in mitochondrial fission within the skeletal muscle of obese mice, suggesting that

the disturbance in mitochondrial dynamics might be implicated in the development of muscle insulin resistance in the context of obesity (20).

Moreover, changes in the activity of proteins integral to mitochondrial dynamics, such as the modified expression of optic atrophy gene 1 (OPA1) and diminished expression of mitofusin 2 (Mfn2), may contribute to the observed decline in mitochondrial function associated with obesity. Quirós and colleagues identified that the loss of the mitochondrial protease OMA1 affects the processing of the dynamin-related GTPase OPA1, leading to disruptions in metabolic homeostasis, increased adipose mass, and decreased energy expenditure. In a study by Sebastián et al., it was demonstrated that deficiency in Mfn2 results in heightened hydrogen peroxide concentrations, increased reactive oxygen species (ROS) production, and mitochondrial dysfunction in both the liver and muscle (21,22).

Mitophagy serves as a mechanism to eliminate dysfunctional mitochondria, playing a pivotal role in breaking the cycle of oxidative stress and mitochondrial damage. However, it is noteworthy that while mitophagy removes impaired mitochondria, this process may also lead to a reduction in mitochondrial numbers. This reduction can potentially hinder substrate oxidation, exacerbating lipid accumulation. The intricacies of mitochondrial processes, specifically mitophagy, in the context of obesity, require further elucidation for a comprehensive understanding (23,24).

In contrast to individuals with a lean physique, those with obesity exhibit mitochondria characterised by lower energy generation capacities, less distinct internal membranes, and diminished fatty acid oxidation. Alongside these modifications, additional metabolic irregularities manifest in obesity, encompassing reduced fat oxidation, an increased reliance on glucose for ATP synthesis, and lower basal ATP concentrations. Mitochondrial dysfunction plays a role in various signs and symptoms associated with obesity, including decreased energy expenditure, chronic overconsumption of food, and the presence of inflammatory markers. These alterations not only contribute to the onset and progression of obesity but also hold implications for its therapeutic interventions. (25,26).

Apoptosis, a programmed cell death mechanism, is orchestrated by an intricate intracellular signalling program that engages various signalling molecules and cellular organelles. Key components in this process include caspases, which act as proteases executing cell death,



adapter proteins serving as caspase activators, and members of the Bcl-2 protein family along with Inhibitor of Apoptosis Proteins (IAPs). The apoptotic pathways primarily involve the extrinsic pathway, mediated through receptors and occurring either on the cell surface or in the cytoplasm, and the intrinsic pathway, often associated with mitochondria and characterised by the release of cytochrome c (27,28).

The nutritional imbalance prevalent in Western diets, characterised by elevated caloric intake, induces mitochondrial dysfunction and heightens the cell's vulnerability to apoptosis. The excessive intake of food diminishes respiratory capacity and primes mitochondria for apoptosis. Increased caloric consumption reduces levels of PCG-1 $\alpha$  and Mfn2, resulting in diminished mitochondrial fusion and compromised organelle functions. In the context of obesity, proteins associated with apoptotic pathways are upregulated, leading to heightened apoptosis in adipocytes. This form of cell death is notably reliant on mitochondrial activity. Additionally, various cell lines, such as stem cells, may experience mitochondrial dysfunction during obesity, rendering them more susceptible to apoptosis (29,30).

In adipocytes of both obese rodents and humans, there is an elevation in apoptotic protein levels and an increase in cell death. Tinahones and colleagues demonstrated that heightened body fat correlates with a pro-apoptotic state in the adipose tissue of obese individuals. Another study by Keuper and colleagues proposed that macrophages play a role in amplifying the inflammatory process by inducing insulin resistance and promoting apoptosis of adipocytes (31,32).

### **Inhibition of Obesity Through Deletion of Single Gene**

Saltiel and collaborators detailed their research findings in the journal *Nature Metabolism* Jan 2023 with a paper titled “Mitochondrial Fragmentation and Dysfunction in White Adipocytes Result from RalA Activation Induced by Obesity. “In their experiment, the researchers fed mice a high-fat diet and assessed its effects on mitochondria in the animals' white adipocytes. An unexpected phenomenon was observed: following the consumption of a high-fat diet, mitochondria in certain regions of the mice's adipose tissue underwent fragmentation, dividing into numerous smaller, less efficient mitochondria that exhibited reduced fat-burning capabilities.



They demonstrated that the expression and activity of RalA (a small GTPase) increase in white adipocytes following a high-fat diet (HFD). RalA serves various functions, one of which involves aiding in the breakdown of malfunctioning mitochondria. The team's findings imply that an excessive activity of this molecule disrupts the normal functioning of mitochondria, leading to metabolic challenges associated with obesity. Essentially, the persistent activation of RalA emerges as a crucial factor in suppressing energy expenditure in obese adipose tissue. (33).

Persistent activation of RalA plays a pivotal role in suppressing energy expenditure in obese adipose tissue by tipping the balance of mitochondrial dynamics towards excessive fission, thereby contributing to weight gain and metabolic dysfunction. Deleting the RalA gene proved effective in shielding the mice from diet-induced weight gain. Subsequent investigation revealed that some of the proteins influenced by RalA in mice bear similarities to human proteins linked to obesity and insulin resistance, implying that comparable mechanisms may be at play in driving human obesity.

## Conclusion

This review exposes the intricate web of intracellular disruptions in obesity, with mitochondrial dysfunction taking centre stage, supported by a cast of oxidative stress and inflammatory actors. The inflammatory process associated with obesity has the potential to instigate oxidative stress, subsequently resulting in mitochondrial dysfunction. Moreover, an excess supply of nutrients alone can impact mitochondrial function and induce oxidative stress, potentially contributing to the initiation and escalation of the inflammatory process. These collective changes may culminate in cellular apoptosis.

Mitochondrial dysfunction is a distinctive feature observed in both human and rodent adipocytes affected by obesity. Essentially, the persistent activation of RalA seems to play a crucial role in dampening energy expenditure in obese adipose tissue. By comprehending this mechanism, we move a step closer to developing targeted therapies that could address weight gain and related metabolic dysfunctions by enhancing fat-burning processes. The gene identified is a critical part of that transition from healthy weight to obesity.

Digging deeper into the biochemical intricacies, the researchers uncovered those certain proteins influenced by RalA in mice which bear resemblance to human proteins are linked to obesity and insulin resistance. This implies that comparable mechanisms might be contributing to human obesity.

The direct correlation between the fundamental biology unravelled in the research and tangible clinical outcomes underscores the significance of these findings for humans. It suggests that it might have the potential to aid in treating or preventing obesity by targeting the RalA pathway through innovative therapies. This is the initial stage of comprehending the intricate metabolism of this disease, but the prospects for the future are promising and exciting.

### **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

### **Data availability statement**

Not applicable

### **References:**

1. World Health Organization (WHO) (2016). Obesity and overweight – Fact sheet. Updated June 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> Accessed 10 May 2017
2. (World Obesity Federation (2015). About obesity. Page Updated: 10th October 2015. <http://www.worldobesity.org/resources/aboutobesity/> Accessed 10 May 2017
3. Knight JA (2011) Diseases and disorders associated with excess body weight. *Ann Clin Lab Sci* 41:107-121
4. Alcalá, M., Calderon-Dominguez, M., Bustos, E., Ramos, P., Casals, N., Serra, D., ... & Herrero, L. (2017). Increased inflammation, oxidative stress and mitochondrial respiration in brown adipose tissue from obese mice. *Scientific reports*, 7(1), 16082
5. Wondmkun, Y. T. (2020). Obesity, insulin resistance, and type 2 diabetes: associations and therapeutic implications. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 3611-3616
6. Kneeman, J. M., Misdraji, J., & Corey, K. E. (2012). Secondary causes of nonalcoholic fatty liver disease. *Therapeutic advances in gastroenterology*, 5(3), 199-207
7. Cannon, C. P. (2008). Obesity-related cardiometabolic complications. *Clinical cornerstone*, 9(1), 11-22.



8. Avogaro, A., & de Kreutzenberg, S. V. (2005). Mechanisms of endothelial dysfunction in obesity. *Clinica chimica acta*, 360(1-2), 9-26
9. Engin, A. (2017). The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. *Obesity and lipotoxicity*, 1-17
10. Kawai, T., Autieri, M. V., & Scalia, R. (2021). Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 320(3), C375-C391
11. Lementowski, P. W., & Zelicof, S. B. (2008). Obesity and osteoarthritis. *American Journal of Orthopedics-Belle Mead-*, 37(3), 148
12. Casanova, A., Wevers, A., Navarro-Ledesma, S., & Pruijboom, L. (2023). Mitochondria: It is all about energy. *Frontiers in Physiology*, 14.)
13. Bournat, J. C., & Brown, C. W. (2010). Mitochondrial dysfunction in obesity. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity*, 17(5), 446
14. Brand MD, Nicholls DG (2011) Assessing mitochondrial dysfunction in cells. *Biochem J* 435:297-312
15. Lahera V, de Las Heras N, López-Farré A, Manucha W, Ferder L (2017) Role of mitochondrial dysfunction in hypertension and obesity. *Curr Hypertens Rep* 19:11
16. Kusminski CM, Scherer PE (2012) Mitochondrial dysfunction in white adipose tissue. *Trends Endocrinol Metab* 23:435-443
17. Putti R, Sica R, Migliaccio V, Lionetti L (2015) Diet impact on mitochondrial bioenergetics and dynamics. *Front Physiol* 6:109
18. Jheng HF, Tsai PJ, Guo SM et al (2012) Mitochondrial fission contributes to mitochondrial dysfunction and insulin resistance in skeletal muscle. *Mol Cell Biol* 32:309-319
19. Holmström MH, Iglesias-Gutierrez E, Zierath JR, Garcia-Roves PM (2012) Tissue-specific control of mitochondrial respiration in obesity-related insulin resistance and diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 302: E731-E739
20. Lahera V, de Las Heras N, López-Farré A, Manucha W, Ferder L (2017) Role of mitochondrial dysfunction in hypertension and obesity. *Curr Hypertens Rep* 19:11
21. Quirós PM, Ramsay AJ, Sala D et al (2012) Loss of mitochondrial protease OMA1 alters processing of the GTPase OPA1 and causes obesity and defective thermogenesis in mice. *EMBO J* 31:2117–2133
22. Sebastián D, Hernández-Alvarez MI, Segalés J et al (2012) Mitofusin 2 (Mfn2) links mitochondrial and endoplasmic reticulum function with insulin signaling and is essential for normal glucose homeostasis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109:5523-5528



23. Sarparanta J, García-Macia M, Singh R (2017) Autophagy and mitochondria in obesity and type 2 diabetes. *Curr Diabetes Rev* 13:352-369
24. Montgomery MK, Turner N (2015) Mitochondrial dysfunction and insulin resistance: an update. *Endocr Connect* 4: R1-R15
25. Hernández-Aguilera A, Rull A, Rodríguez-Gallego E et al (2013) Mitochondrial dysfunction: a basic mechanism in inflammation-related non-communicable diseases and therapeutic opportunities. *Mediators Inflamm* 2013:135698
26. Rogge MM (2009) The role of impaired mitochondrial lipid oxidation in obesity. *Biol Res Nurs* 10:356-373
27. Muñoz-Pinedo (2012) Signaling pathways that regulate life and cell death: evolution of apoptosis in the context of self-defense. *Adv Exp Med Biol* 738:124-143
28. Galluzzi L, Vitale I, Abrams JM et al (2012) Molecular definitions of cell death subroutines: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death 2012. *Cell Death Differ* 19:107-120
29. Pintus F, Floris G, Rufini A (2012) Nutrient availability links mitochondria, apoptosis, and obesity. *Aging (Albany NY)* 4:734-741
30. Hernández-Aguilera A, Rull A, Rodríguez-Gallego E et al (2013) Mitochondrial dysfunction: a basic mechanism in inflammation-related non-communicable diseases and therapeutic opportunities. *Mediators Inflamm* 2013:135698
31. Alkhoury N, Gornicka A, Berk MP et al (2010) Adipocyte apoptosis, a link between obesity, insulin resistance, and hepatic steatosis. *J Biol Chem* 285:3428-3438
32. Keuper M, Blüher M, Schön MR et al (2011) An inflammatory micro-environment promotes human adipocyte apoptosis. *Mol Cell Endocrinol* 339:105-113
33. Xia, W., Veeragandham, P., Cao, Y., Xu, Y., Rhyne, T. E., Qian, J., ... & Saltiel, A. R. (2024). Obesity causes mitochondrial fragmentation and dysfunction in white adipocytes due to RalA activation. *Nature Metabolism*, 1-17

**Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.

## Cytoanatomical profile of the cerebral neurosecretory cells of *Lymnaea (Radix) luteola* in concurrence to different temperature fluctuations

Dr. Trijit Nanda<sup>\*1\*</sup>, Sandipan Mondal<sup>2</sup> and Dr. Malabika Bhattacharjee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Associate Professor, Molecular Cell Biology Lab, UG and PG Department of Zoology, Vivekananda College.

<sup>2</sup>SACT-1, Department of Zoology, Vidyanagar College

### Abstract

*Exposures to temperature regimes has been considered as one of the most imp env cues which inturn influence the activity – metabolism, growth, reproduction in several invertebrates. Especially in the gastropod molluscs like Lymnaea (Radix) luteola. Environmental temperature changes depict unique characteristics for ectothermic organisms especially amongst molluscs where the capacity for thermoregulation is far less than in many invertebrates. Indeed changes in the kinetic energy of the environment are characteristically (Rapidly, quantitatively) transmitted to the cellular chemistry of the organism. The causo-mechanism of such process in the biological system tells upon the vital processes and the cellular structure on which the life depends. Temperature stress along with the other hydrological factors are proved to act on the biochemical machinery of several organs including the neurosecretory systems. The sensitivity of the neuro endocrine centers to thermal stress (hypo and hyperthermia) is striking in invertebrates.*

**Keywords:** Thermoregulation, Neurosecretory system, Neuro endocrine centres, Hypo and hyperthermia , Caudodorsal cells(CDC), Mediodorsal cells(MDC), Laterodorsal cells( LDC)

### INTRODUCTION:

A general probe on the cytomorphic structure, nature, and distribution of the neurosecretory cells in each of the ganglionic components of the cephalic whorl has been ascertained.

---

\* Corresponding authors [lt.trijitnanda@gmail.com](mailto:lt.trijitnanda@gmail.com)

Received 20 February 2021

Accepted in revised form 25 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-004

Emphasis is paid more on the cerebral ganglion to substantiate correlative changes following one of the environmental cue (thermal) impact in the different neurosecretory neurons. An attempt has been made to elucidate the infliction of diff thermal regimes to cerebral neurosecretory cells. Moreover, the cytomorphic changes are probed through light microscopy coupled with histomorphology of the neurosecretory cells with reference to their components and nature, in the Near ambient(20-25<sup>0</sup>C), Hypothermal( 4-10<sup>0</sup>C) and Hyperthermal (30-35<sup>0</sup>C) temperature regimes.

## MATERIALS & METHOD

This species in question is a fresh water snail and vulnerable to potential water influx and salt loss. The later situation warrants indispensability for having a regulatory system in terms of neurohormonal interplay.

The materials, used in the present investigation are full grown *Lymnaea (Radix) luteola* (size ranging from 1.2 cm - 1.5 cm), were collected from an adjoining pond within Vivekananda College during Monsoon. These individuals are kept in suitable plastic containers filled with same pond water. Periodic renewal of pond water was practised in course of their maintenance and acclimation. Subjection to thermal exposures has been monitored according to the schedule for experimentation. Indeed, near ambient temperature (20°C and 25°C) treated individuals were the normal. Hence, these animals were put into a separate B.O.D. chambers where the aforesaid temperature ranges are being maintained precisely. Groups [each group comprising fifty (50) individuals] subjected to subnormal and above normal temperature ranges were designated as hypothermic (4°C and 10°C) and hyperthermic (30°C and 35°C) individuals respectively. Such individuals were kept in two separate chambers of the incubator for 24-hr treatment. Requisite number (not less than ten individuals from each group) of animals were deshelled and relevant ganglionic complements and/or cerebral ganglion were removed (Nanda and Nanda, 1993).



## HISTOMORPHIC STUDIES

### *Light Microscopy*

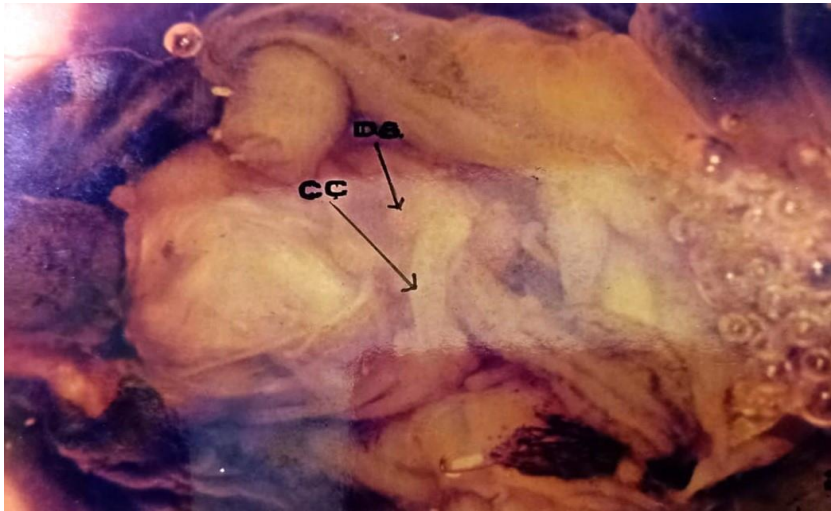
Probes are made through adoption of standard staining techniques like chrome-alum-haematoxylin-phloxine (modified by Bargmann, 1949) and aldehyde fuchsin (Cameron and Steele, 1959) following the use of suitable fixatives (Bouin's fluid). Always frontal sections at 7µm-8 µm thickness are preferred.

### *Observations:*

Normal in situ dissection of the ganglionic whorl contemplating the ganglions under present investigation: -



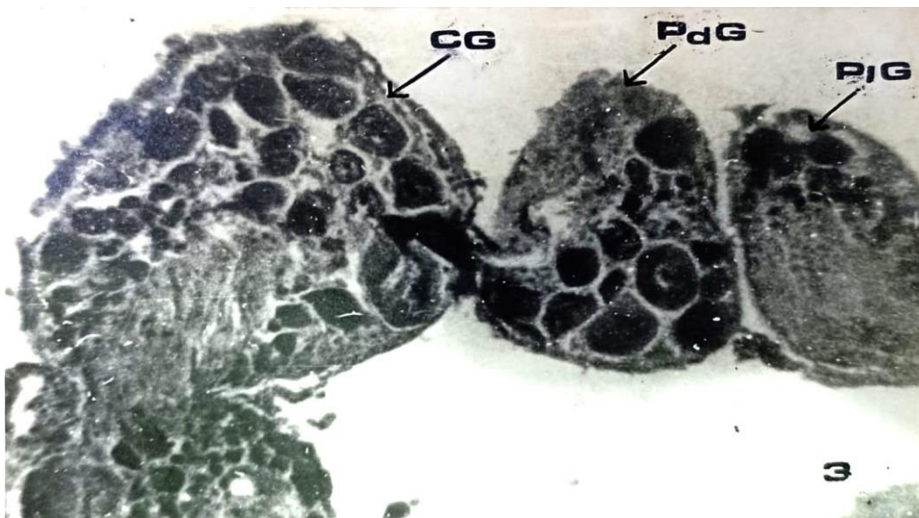
**Figure 1:** Stereoscopic binocular exposition of the ganglionic whorl of the central nervous system of *Lymnaea (Radix) luteola*. Note periesophageal ring and visceral loop as well as position of the paired buccal ganglion invested over the buccal mass. (After removal of the oesophageal tube).



**Figure 2:**

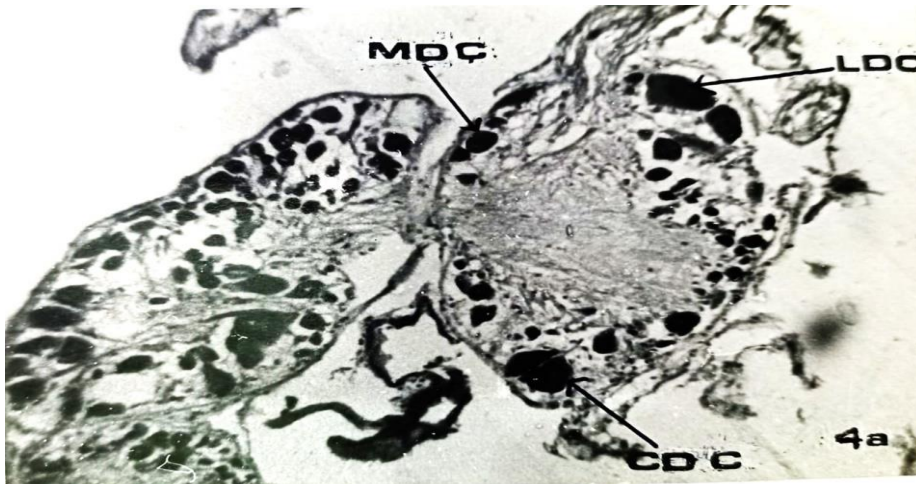
Showing 'in situ' view of a portion of Perioesophageal ring encompassing cerebral commissure, dorsal bodies and bulge of the cerebral ganglion.

**Cytomorphology of the Said ganglionic whorl in the different magnification: -**



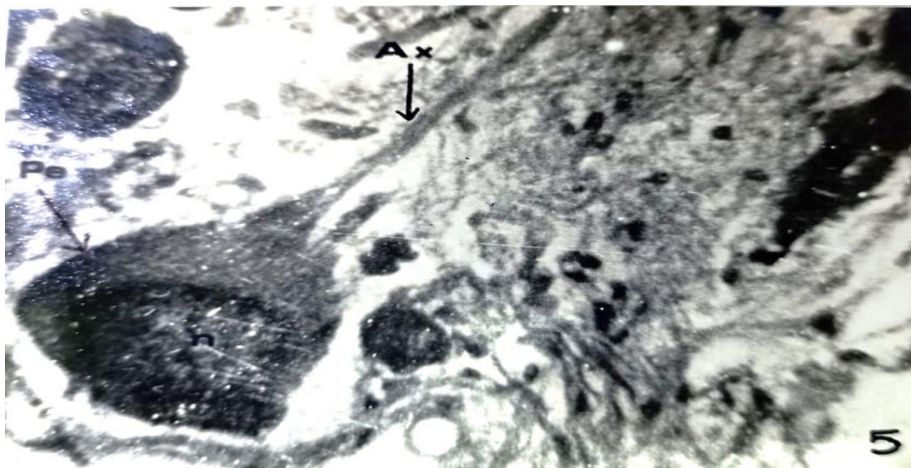
**Figure 3:**

Section of a portion of ganglionic whorl (cerebral, pedal and pleural) of *Lymnaea (Radix) luteola* showing CAH-positive cells (large, medium and small) and their distribution. Note extent of groupings of neurosecretory elements and their eventual disposition in relation with the neuropile. X 125



**Figure 4:**

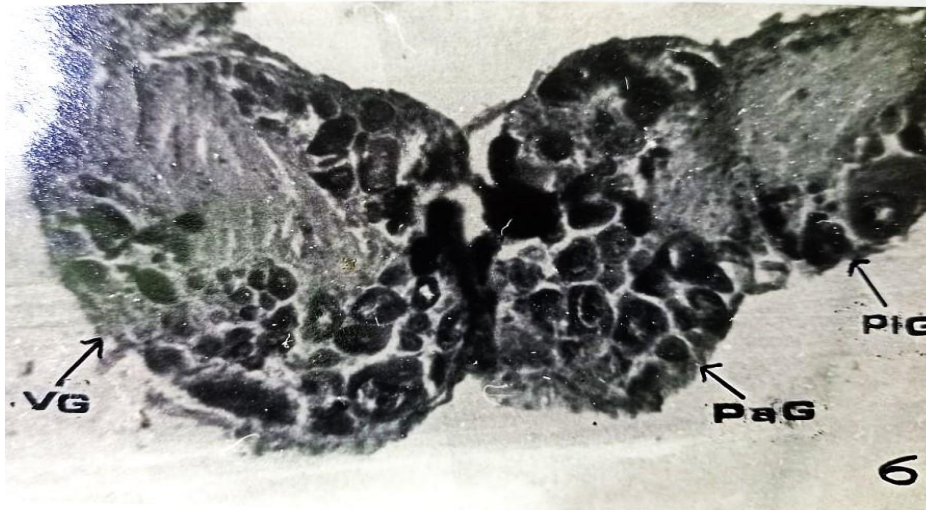
Magnified view of the section of the cerebral ganglion showing orientation of MDCs, LDCs and CDCs. Note indiscrete secretory contents and excentric position of disproportionately large nuclei as well as DB cell clusters having ill-defined lobules. X 125



**Figure 5:**

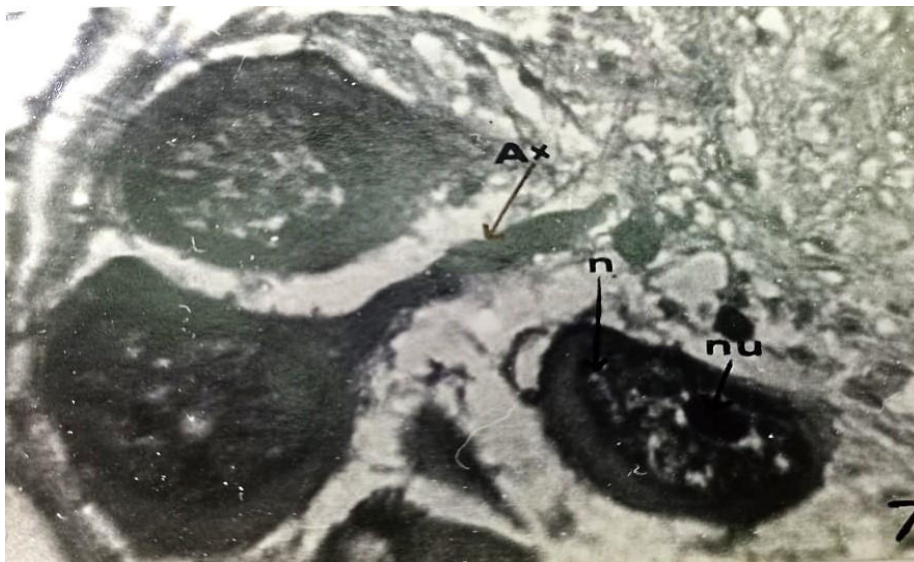
Section showing a large cerebral neurosecretory neuron (MDC) with axonal prolongation in confluence with the neuropilar matrix. Note near absence of stainable inclusions within the axonal process. X 532





**Figure 6:**

Section of the rear portion of the ganglionic whorl containing pedo-parieto-visceral complex. Note disposition and characteristics of CAH-positive cells in each of ganglion. X 125



**Figure 7:**

Section showing magnified view of the LDCs to highlight larger dimension of the nuclei and possession of long but stout axonal process containing CAH-positive material. X 532

## DISCUSSION:

The present investigation on the effects of temperature gradients over the neurosecretory elements of the cerebral ganglia in *Lymnaea (Radix) luteola* that inhabits in freshwater (pond water) provides evidence for the involvement of direct environmental parameter in the neurosecretory system as observed in case of *Lymnaea stagnalis* (Wendelaar Bonga, 1972). Particularisation of the role of specific neurosecretory cells has been emphasized in his studies with respect to water influx and salt loss- a situation that has to be made up with for freshwater animals. Such criteria are tenable in the species under study where environmental

change with respect to temperature fluctuation is called for and seems not to be due to the intervening neuronal message (Roubos,1973). Furthermore, importance of the cerebral ganglion in *Lymnaea stagnalis* has been established On the basis of elaboration pertaining to the control of growth and carbohydrate metabolism (Geraerts,1992). This has a relevance to imply the involvement of neurosecretory cells (LGCS) and other giant neurons for metabolic activity and adjustment (Geraerts, 1992).

Influence of near ambient temperature renders moderate cyto-anatomical alterations amongst cerebral neurosecretory components of *Lymnaea (Radix) luteola* with reference to their staining affinities, morphological contour of the secretory contents, axoplasamic flow, nucleolar sizes etc. Besides, images of secretory cycle in the neurosecretory components especially amongst large types have become obvious. Electron microscopic profiles also demonstrate a near normal features as and when the extent of accumulation of electron dense granules at the axon terminals, their conformity and relative abundance of heterochromatin substances are referred to. Distribution of periodic nucleopores all around the nuclear membrane is striking and seemed to be a common feature. Coupled with these, the Np ratios amongst all the types of neurosecretory neurons undergo moderate elevation and seem to be at par with the rise of the temperature. Such features likely to indicate a compromise in the functional aberrations of the neurosecretory elements with respect to the physiology of secretion.

#### **ACKNOWLEDGEMENT:**

The authors acknowledge the financial support provided by the **Research Guidance Cell of Vivekananda College** Thakurpukur, Kolkata-700063 in carrying out the present investigation.

#### **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

#### **Data availability statement**

Not applicable

**REFERENCES:**

1. Bargmann, W. (1949) Uber die neurosekretorische Verknupfung Von Hypothalamus und Neurohypophyse. *Z. Zellforsch*, 3: 610-634.
2. Cameron, M.L. and Steele J.E. (1959) Simplified aldehyde fuchsin staining of neurosecretory cells. *Stain Tech*, 34: 265-266.
3. Geraerts, W.P.M (1992) Neurohormonal control of growth and carbohydrate metabolism by light green cells in *Lymnaea stagnalis*. Faculty of Biology, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands; *Gen. Comp. Endocrinol*, 86(3): 433-44.
4. Nanda, T. and Nanda, D.K. (1993) Cytoanatomical Profile of The Ganglionic Whorl In *Lymnaea (Radix) luteola* with Particular Reference to Neurosecretion. *Proc.Zool.Soc. (Calcutta)*, 46(2): 113-117.
5. Roubos, E.W. (1973) Regulation of neurosecretory activity in the freshwater pulmonate *Lymnaea stagnalis* (L). A quantitative electron microscopical study. *Z. Zellforsch*, 146: 177-205.
6. Wendelaar Bonga, S.E. (1970) Ultrastructure and histochemistry of neurosecretory cells and neurohaemal areas in the pond snail *Lymnaea stagnalis* (L.). *Z. Zellforsch*, 108: 190-224.

**Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



## Phytoremediation of heavy metals: A brief overview

Sumana Mukherjee\*

Department of Environmental Science, Vivekananda College,  
Thakurpukur, Kolkata 700063.

### **Abstract**

*Heavy metal pollution, a raging environmental issue, has very few clean solutions. Phytoremediation has emerged as one of the front runners amongst them. In this review, I briefly summarize the variety of methods of phytoremediation. I discuss phytostabilization and phytoextraction in some depth. While the former stabilizes heavy metal pollutants, stopping leaching and spreading, the latter is a more efficient means of capturing free heavy metals from the ecosystems. All phytoremediation methods depend on the inherent property of the plants. However, surprisingly little is known about this relatively new method for a wider application.*

### **Introduction**

Heavy metal pollution due to increasing industrialisation in recent times is a serious threat to the environment. As these heavy metals are not biodegradable in nature removing them from the environment has been a considerable challenge. The accumulation of heavy metals in soil and water not only pose a risk to the environment, but is also a human health hazard. These heavy metals bioaccumulate in the tissues of animals and plants, often leading to biomagnification through multiple trophic levels in a food chain, and may even reach humans.

Most of these heavy metals are highly toxic and have carcinogenic and teratogenic properties. Some heavy metals (for example, Cu, Fe, Mn, Zn, and Mo) are known to be important for growth at trace quantities. However, high levels of these have adverse effects on growth and development (Alirzayeva et al., 2017). Thus removing these elements from soil and water is

---

\* [smvctp@gmail.com](mailto:smvctp@gmail.com)

Received 20 February 2021

Accepted in revised form 27 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-005



essential. There are some physical and chemical processes used to clean up these metals but these methods have limitations including high cost, intensive labour, irreversible changes in soil properties and disturbance of natural microflora. An alternative method is to use Phytoremediation, which is the use of plants and associated micro flora to remove contaminants from soil and water (Greipsson, 2011). Researchers found phytoremediation as the most environment-friendly and cost effective natural technique to remove heavy metals. Various strategies for heavy metal remediation from soil have been adopted. Some of them are briefly reviewed in this article, focusing on the efficiency of the method, and new findings.

### **Sources of heavy metals in environment**

Heavy metals are a group of metallic chemical elements that have relatively high densities, atomic weights, and atomic numbers. The common heavy metals/metalloids include cadmium (Cd), mercury (Hg), lead (Pb), arsenic (As), zinc (Zn), copper (Cu), nickel (Ni), and chromium (Cr) (An Yan et al., 2020). There are both natural and anthropogenic sources of releasing heavy metals in the environment. The most significant natural sources are weathering of minerals, erosion and volcanic activity and the anthropogenic sources include mining, smelting, electroplating, use of chemical pesticides and fertilizers. Dumping of sludge, industrial discharges and vehicular emissions also releases huge quantities of heavy metals (Modaihsh et al., 2004; Chehregani and Malayeri, 2007; Fulekar et al., 2009; Sabiha-Javied et al., 2009; Wuana and Okieimen, 2011).

### **Heavy metal toxicity**

Heavy metals are classified in two categories essential and non-essential on the basis of their roles in living organisms. Essential heavy metals like Cu, Fe, Mn, Ni, and Zn are required for physiological and biochemical processes in plants but in very minute amounts (Cempel and Nikel, 2006). Whereas, nonessential heavy metals, such as Pb, Cd, As, and Hg, have no role in the normal physiology of plants or animals; rather these are highly toxic and have adverse effects in both plants and animals. Several studies have shown these heavy metals can pollute soil and water, often reducing crop productivity by altering plant physiology (Clemens, 2006). In humans they can enter through animal and plant based food. These metallic elements are known to induce multiple organ damage, even at lower levels of exposure and also have carcinogenic properties (Tchounwou et al., 2014). Studies found Cd has Carcinogenic, mutagenic, and teratogenic properties. Studies shown that it disrupts endocrine function and

interferes with calcium regulation in biological systems. Cd also causes renal failure and chronic anemia (Degraeve, 1981; Salem et al. 2000; Awofolu, 2005). Chronic intake of Hg via food or water causes anxiety, autoimmune diseases, depression, difficulty with balance, drowsiness, insomnia, memory loss, vision disturbances, ulcers and damage to brain, kidney and lung (Neustadt and Pieczenik, 2007; Ainza et al., 2010; Gulati et al., 2010). Allergic dermatitis known as nickel itch; inhalation of Ni particles can cause cancer of the lungs, nose and throat (Salem et al., 2000; Khan et al., 2007; Das et al., 2008). Lead poisoning causes problems in children such as impaired development, reduced intelligence, loss of short-term memory, learning disabilities and causes renal failure; increased risk for development of cardiovascular disease (Salem et al., 2000; Padmavathiamma and Li, 2007; Wuana and Okieimen, 2011; Iqbal, 2012).

### **Remediation**

Due to their uncountable toxic properties it is important to remove these toxic metals from the environment. There are some physical, chemical and biological methods of removal of these metals from soil such as soil incineration, excavation and landfill, soil washing, solidification, and electric field application (Sheoran et al., 2011; Wuana and Okieimen, 2011; DalCorso et al., 2019). All of these methods have limitations like high cost, change in soil profile, irreversible changes to the physicochemical and biological properties of soils which can eventually affect the natural microfloras of soils (Ali et al., 2013; DalCorso et al., 2019).

Phytoremediation techniques are plant based eco friendly techniques for removal of heavy metals from soil. Plants can absorb these metals from the contaminated soil by their root system and can accumulate them thus changing their bioavailability to the environment. There are several techniques of phytoremediation which are highly effective in removing heavy metals from soil. Heavy metals generally exist in insoluble form in soil and plants make them bioavailable by releasing a variety of root exudates which changes the pH of the rhizosphere (Dalvi and Bhalerao, 2013). Roots absorb these bioavailable metals either by active transport or by passive diffusion (Peer et al., 2005). However, a variety of techniques and methodologies have been co-opted to manage heavy metal pollution in the last few decades.

### **Techniques/strategies of phytoremediation**

There are a number of phytoremediation strategies that are used for the remediation of heavy metal-contaminated soils, including (i) phytostabilization, (ii) phytoextraction, (iii) phytovolatilization, (iv) phytofiltration, (v) phytodegradation, and (vi) rhizodegradation (Alkorta et al., 2004). In the following section, I will briefly introduce these six methods of Phytoremediation.

#### **Phytostabilization:**

In this technique plants are used to stabilize the heavy metals present in the contaminated soil by reducing the bioavailability of these metals. Plants immobilize heavy metals by absorbing them from the soil or water and thus restrict them from entering into the food chain in both soil and water (Wong, 2003; Marques et al., 2009). In Phytostabilization plants secrete some redox enzymes which convert the hazardous metals into less toxic forms. This technique minimizes the heavy metal leaching to the groundwater and also metals dispersion with soil particles by wind (Vangronsveld et al., 2009; Mench et al., 2010). To achieve an effective phytostabilization heavy metals tolerant plant species have to be chosen. As a plant's root system plays the most crucial role in this process, a plant should have a dense root structure. Studies on medicinal plants showed that *Ocimum basilicum* L., *Melissa Officinalis* L., *Valeriana officinalis* L., *Calendula officinalis* L. and *Matricaria chamomilla* L. are efficient for phytostabilization of Pb, Zn and Cd from soil (Achakzai et al., 2010; Masarovicova et al., 2010).

Microorganisms living in the rhizosphere such as bacteria, mycorrhiza, helps in phytostabilization by improving the efficacy of heavy metal immobilization. Heavy metals are adsorbed by the cell walls of microorganisms by producing chelators and helping in precipitation (Göhre and Paszkowski, 2006; Mastretta et al., 2009; Ma et al., 2011).

#### **Phytoextraction:**

Phytoextraction is the most effective phytoremediation technique for removal of heavy metal from contaminated soil. In this technique, the plants are used to take up heavy metals from the contaminated soil (or water). Plants accumulate them in their above ground biomass (Salt et al., 1995; Jacob et al., 2018).

The process of phytoextraction of heavy metals follow few steps (Ali et al., 2013). These steps are - (i) heavy metals are mobilized in the rhizosphere, (ii) uptaking of heavy metals by plant roots, (iii) translocation of heavy metal ions from roots to above ground portions of plants, and (iv) sequestration of heavy metal ions in plant tissues. Proper selection of plant, performance of plant, bioavailability of heavy metals, soil type and properties of rhizosphere determine efficiency of this technique. Plants suitable for phytoextraction techniques should have some unique characteristics like - high growth rate, profuse root system, tolerant to adverse effects of heavy metals, resistant to pests and pathogens, good adaptability, easy to cultivate and repulsive towards herbivores (Mej  re and Bülow, 2001; Tong et al., 2004; Adesodun et al., 2010; Sakakibara et al., 2011; Shabani and Sayadi, 2012).

Two approaches for phytoextraction have been tested. First, hyperaccumulators are plants which produce less above ground biomass but accumulate target heavy metals in high amounts. Secondly, hypertolerants, plants which produce massive above-ground biomass tend to accumulate less amounts of heavy metals.

Plants such as, *Trifolium* spp, that have multiple harvests in a single growth period can accumulate heavy metals very efficiently (Ali et al., 2012). Grasses act as better accumulators than shrubs and trees due to their high growth rate and good adaptability (Malik et al., 2010). Bioavailability of heavy metals is the most important factor for efficient metal uptake by plants. Some (Cd, Ni, Zn, As, Se, Cu) of the heavy metals are readily bioavailable ; some (Co, Mn, Fe) are moderately bioavailable and some (Pb, Cr, U) are least bioavailable (Prasad, 2003).

In addition, there are certain mechanisms evolved by plants for solubilizing heavy metals in soil. Plants secrete some metal mobilizing substances in the root area known as phytosiderophores (Lone et al., 2008). Plants root secrete  $H^+$  ions which make the soil acidic and thus increases metal dissolution. These  $H^+$  ions are replaced by the cations of heavy metals adsorbed to soil particles and mobilize them (Alford et al., 2010).

There are two modes of phytoextractions, natural and induced. In the natural phytoextraction process, plants are used in natural conditions without adding any external agents. In case of induced phytoextraction different chelating agents, such as, citric acid, EDTA, ammonium sulfate are added to the soil to increase bioavailability of heavy metals so that the plants can easily absorb (Lai and Chen, 2004; Lone et al., 2008; Sun et al., 2011b). These chelating agents

can cause soil pollution as it is not biodegradable and it can also leach into groundwater and cause environmental hazards. Thus, induced phytoextraction should be practiced with proper care (Marques et al., 2009; Ping et al., 2009; Zhao et al., 2011; Song et al., 2012).

A special case is a type of plants which are specifically adapted to thrive in heavy metals rich soil - metallophytes (Bothe, 2011; Sheoran et al., 2011). Metal resistant properties of these plants (metallophytes) have evolved over a long period of time due exposure to high concentrations of heavy metal rich soil in mining areas. Many of these plants are concentrated in the plant family Brassicaceae (Bothe, 2011). Metallophytes are divided into three groups: metal excluders, metal indicators and metal hyperaccumulators. Plants which accumulate heavy metals in their roots and restrict these metals to transport to their aerial parts are called metal excluders (Sheoran et al., 2011; Malik and Biswas, 2012). Metal indicator plants accumulate heavy metals in their aerial parts. Hyperaccumulator plants accumulate heavy metals in their aerial parts and these plants are highly resistant to heavy metals (Memon et al., 2001; Memon and Schröder, 2009). The term ‘‘hyperaccumulator’’ was first coined by Brooks et al. (1977) to define plants with Ni concentrations higher than 1000 mg kg<sup>-1</sup> dry weight (0.1%). According to Baker and Brooks (1989), ‘‘hyperaccumulators are plant species, which accumulate greater than 100 mg kg dry<sup>-1</sup> weight Cd, or greater than 1,000 mg kg<sup>-1</sup> dry weight Ni, Cu and Pb or greater than 10,000 mg kg<sup>-1</sup> dry weight Zn and Mn in their shoots when grown on metal rich soils’’.

Hyperaccumulator plants accumulate 100 times higher shoot metals concentration than normal non accumulators without compromising their yield (van der Ent et al., 2013). Researchers have found the plant family Brassicaceae contains heavy metals accumulation ability (Poniedziałek et al., 2010). *Thlaspi caerulescens* (Alpine pennycress) is the best known Hyperaccumulator for Zn, Cd and Ni (Assunção et al., 2003). These hyperaccumulator plants use it as a defense strategy from herbivory by making the leaves unpalatable and also from pathogens (Meharg, 2005; Prasad, 2005; Dipu et al., 2012). Some of the plants have natural ability to act as hyperaccumulators for some metals, and are thus called natural hyperaccumulators. On the other hand, the hyperaccumulation capacity of some plants for specific heavy metals are enhanced by their genetic modification through biotechnological methods. These transgenic plants showed a promising future for remediation of heavy metals from the environment. *Alyssum bertolonii*, *Alyssum caricum*, *Alyssum corsicum*, *Alyssum*

*heldreichii*, *Alyssum markgrafii*, *Alyssum murale* are found as good hyperaccumulator of nickel (Li et al., 2003 ; Bani et al., 2010). *Pteris biaurita*, *Pteris cretica*, *Pteris quadriaurita*, *Pteris ryukyuensis*, *Pteris vittata*, *Corrigiola telephiifolia* are good in accumulating arsenic (Srivastava et al., 2006; Zhao et al., 2002; Kalve et al., 2011; Garcia-Salgado et al., 2012). Cadmium is accumulated by *Azolla pinnata*, *Eleocharis acicularis*, *Solanum photeinocarpum* and *Thlaspi caerulescens* ( Rai, 2008; Wei et al., 2008; Zhang et al., 2011; Lombi et al., 2001). *Euphorbia cheiradenia* is a good accumulator of lead (Chehregani and Malayeri, 2007). *Pteris vittata* and *Schima superba* accumulate chromium and manganese respectively (Kalve et al., 2011; Yang et al., 2008). Plants used in heavy metal remediation are usually disposed of very carefully as they contain hazardous materials. These plant materials are burnt to reduce the volume and then safely disposed as a hazardous waste in specialized dumps (Lone et al., 2008; Jadia and Fulekar, 2009; Sheoran et al., 2011).

#### Other methods:

Phytofiltration is a technique wherein the contaminants are removed from the surface of water by plant roots (Mukhopadhyay and Maiti, 2010). This process is also known as rhizofiltration. In another method, phytovolatilization, plants uptake contaminants from soil and convert them into volatile forms and subsequently release them into the atmosphere. This technique is generally used for organic pollutants and some heavy metals including Se, and Hg. But this process does not eliminate the pollutants completely from the environment rather transfer them to air from soil (Padmavathiamma and Li, 2007). Phytodegradation is a technique plants degrade organic pollutants of soil by their metabolic enzymes such as, dehalogenase and oxygenase (Vishnoi and Srivastava, 2008). This technique can only remove organic pollutants and does not act on heavy metals. Finally, rhizodegradation is a process in which organic pollutants in the soil are broken down by the microorganisms of the rhizosphere (Mukhopadhyay and Maiti, 2010). Due to increased microbial activity in the rhizosphere, the soil contaminants are degraded by microbial metabolites. Plants secrete organic substrates which facilitate growth of rhizospheric microorganisms (Kuiper et al., 2004; Yadav et al., 2010).

#### **Limitations of phytoremediation**

Phytoremediation is the most promising method for removal of pollutants from the environment but it has some limitations. This method is time consuming and the efficiency of

this process depends on proper research. Phytoremediation remediation efficiency of most hyperaccumulators is limited by their slow growth. This method is applicable to the low to moderately heavy metal polluted sites as in highly polluted soil the growth of the plant is affected (Sahir et al., 2015). Another main limitation of this method is the risk of food chain contamination if not managed properly.

## Conclusions

In conclusion, phytoremediation is an environment-friendly and cost effective method of removing contaminants from soil and water. It is a relatively recent field of research and its applications in the natural world is poorly understood. Most of the research work is limited to the laboratory and greenhouses. Some work in the field sites have been successfully conducted with positive outcomes. Studies in the field showed that phytoremediation efficiency depends on soil type, type of contaminants and plant characteristics. Other factors such as soil physicochemical properties, the bioavailability of heavy metals in the soil, the amount of exudates released by microorganisms and plant roots and capacity of plants to uptake, translocate, accumulate and detoxify these metals.

## Conflict of interest

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

## Data availability statement

Not applicable

## References

- Achakzai, A. K. K., Bazai, Z. A., Kayan, S. A., 2010. Effect of salinity on uptake of micronutrients in sunflower at early vegetative stage. Pak. J. Bot. 42, 122-139.
- Adesodun, J. K., Atayese, M. O., Agbaje, T., Osadiaye, B.A., Mafe, O., Soretire, A.A., 2010. Phytoremediation potentials of sunflowers (*Tithonia diversifolia* and *Helianthus annuus*) for metals in soils contaminated with zinc and lead nitrates. Water Air Soil Pollut. 207, 195–201.
- Ainza, C., Trevors, J., Saier, M., 2010. Environmental mercury rising. Water Air Soil Pollut. 205, 47–48.





- Alford, E.R., Pilon-Smits, E.A.H., Paschke, M.W., 2010. Metallophytes – a view from the rhizosphere. *Plant Soil* 337, 33–50.
- Ali, H., Naseer, M., and Sajad, M. A., 2012. Phytoremediation of heavy metals by *Trifolium alexandrinum*. *Int. J. Environ. Sci.* 2, 1459-1469.
- Ali, H., Khan, E., and Sajad, M. A., 2013. Phytoremediation of heavy metals-concepts and applications. *Chemosphere* 91, 869–881.
- Alirzayeva, E., Neumann, G., Horst, W., Allahverdiyeva, Y., Specht, A., Alizade, V., 2017. Multiple mechanisms of heavy metal tolerance are differentially expressed in ecotypes of *Artemisia fragrans*. *Environmental pollution*. Vol 220, 1024-1035.
- Alkorta, I., Hernández-Allica, J., Becerril, J., Amezcaga, I., Albizu, I., Garbisu, C., 2004. Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 3, 71–90.
- Assunção, A., Martins, P. D. C., De Folter, S., Vooijs, R., Schat, H., and Aarts, M., 2001. Elevated expression of metal transporter genes in three accessions of the metal hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *Plant Cell Environ.* 24, 217–226.
- Awofolu, O., 2005. A survey of trace metals in vegetation, soil and lower animal along some selected major roads in metropolitan city of Lagos. *Environ. Monit. Assess.* 105, 431–447.
- Baker, A., and Brooks, R., 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements. A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* 1, 81–126.
- Bani, A., Pavlova, D., Echevarria, G., Mullaj, A., Reeves, R.D., Morel, J.L., Sulçe, S., 2010. Nickel hyperaccumulation by the species of *Alyssum* and *Thlaspi* (Brassicaceae) from the ultramafic soils of the Balkans. *Bot. Serb.* 34, 3–14.
- Bothe, H., 2011. Plants in heavy metal soils. In: Sherameti, I., Varma, A. (Eds.), *Detoxification of Heavy Metals, Soil Biology*, vol. 30. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 35–57.
- Cempel, M., and Nikel, G. 2006. Nickel: a review of its sources and environmental toxicology. *Pol. J. Environ. Stud.* 15, 375–382.
- Chehregani, A., Malayeri, B.E., 2007. Removal of heavy metals by native accumulator plants. *Int. J. Agri. Biol.* 9, 462–465.
- DalCorso, G., Fasani, E., Manara, A., Visioli, G., and Furini, A., 2019. Heavy metal pollutions: state of the art and innovation in phytoremediation. *Int. J. Mol. Sci.* 20:3412.
- Dalvi, A. A., and Bhalerao, S. A. (2013). Response of plants towards heavy metal toxicity: an overview of avoidance, tolerance and uptake mechanism. *Ann. Plant Sci.* 2, 362–368.
- Degraeve, N., 1981. Carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects of cadmium. *Mut. Res.* 86, 115–135.



- Dipu, S., Kumar, A.A., Thanga, S.G., 2012. Effect of chelating agents in phytoremediation of heavy metals. *Remediation J.* 22, 133–146.
- Fulekar, M., Singh, A., Bhaduri, A.M., 2009. Genetic engineering strategies for enhancing phytoremediation of heavy metals. *Afr. J. Biotechnol.* 8, 529–535.
- Garcia-Salgado, S., Garcia-Casillas, D., Quijano-Nieto, M.A., Bonilla-Simon, M.M., 2012. Arsenic and heavy metal uptake and accumulation in native plant species from soils polluted by mining activities. *Water Air Soil Pollut.* 223, 559–572.
- Greipsson, S., 2011. Phytoremediation. *Nat. Educ. Knowl.* 2, 7.
- Göhre, V., and Paszkowski, U., 2006. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. *Planta* 223, 1115–1122.
- Gulati, K., Banerjee, B., Bala Lall, S., Ray, A., 2010. Effects of diesel exhaust, heavy metals and pesticides on various organ systems: possible mechanisms and strategies for prevention and treatment. *Indian J. Exp. Biol.* 48, 710–721.
- Jacob, J. M., Karthik, C., Saratale, R. G., Kumar, S. S., Prabakar, D., Kadirvelu, K., et al., 2018. Biological approaches to tackle heavy metal pollution: a survey of literature. *J. Environ. Manage.* 217, 56–70.
- Jadia, C.D., Fulekar, M.H., 2009. Phytoremediation of heavy metals: recent techniques. *Afr. J. Biotechnol.* 8, 921–928.
- Kalve, S., Sarangi, B.K., Pandey, R.A., Chakrabarti, T., 2011. Arsenic and chromium hyperaccumulation by an ecotype of *Pteris vittata*-prospective for phytoextraction from contaminated water and soil. *Curr. Sci.* 100, 888–894.
- Khan, S., Hesham, A.E.-L., Qiao, M., Rehman, S., He, J.-Z., 2010. Effects of Cd and Pb on soil microbial community structure and activities. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 17, 288–296.
- Kuiper, I., Lagendijk, E.L., Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 2004. Rhizoremediation: a beneficial plant-microbe interaction. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 17, 6–15.
- Lai, H.Y., Chen, Z.S., 2004. Effects of EDTA on solubility of cadmium, zinc, and lead and their uptake by rainbow pink and vetiver grass. *Chemosphere* 55, 421–430.
- Li, Y.M., Chaney, R., Brewer, E., Roseberg, R., Angle, J.S., Baker, A., Reeves, R., Nelkin, J., 2003. Development of a technology for commercial phytoextraction of nickel: economic and technical considerations. *Plant Soil* 249, 107–115.
- Lone, M. I., He, Z.-L., Stoffella, P. J., and Yang, X.-E., 2008. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: progresses and perspectives. *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 9, 210–220.
- Ma, Y., Prasad, M., Rajkumar, M., and Freitas, H., 2011. Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils. *Biotechnol. Adv.* 29, 248–258.



- Malik, R. N., Husain, S. Z., and Nazir, I., 2010. Heavy metal contamination and accumulation in soil and wild plant species from industrial area of Islamabad, Pakistan. *Pak. J. Bot.* 42, 291–301.
- Marques, A. P., Rangel, A. O., and Castro, P. M., 2009. Remediation of heavy metal contaminated soils: phytoremediation as a potentially promising clean-up technology. *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.* 39, 622–654.
- Masarovicova, E.; Kralova, K.; Kummerova, M.; *Acta Physiol Plant*, 32, 823., 2010.
- Mastretta, C., Taghavi, S., Van Der Lelie, D., Mengoni, A., Galardi, F., Gonnelli, C., et al., 2009. Endophytic bacteria from seeds of *Nicotiana tabacum* can reduce cadmium phytotoxicity. *Int. J. Phytoremediat.* 11, 251–267.
- Meharg, A.A., 2005. Mechanisms of plant resistance to metal and metalloid ions and potential biotechnological applications. *Plant Soil* 274, 163–174.
- Mejáre, M., Bülow, L., 2001. Metal-binding proteins and peptides in bioremediation and phytoremediation of heavy metals. *Trends Biotechnol.* 19, 67–73.
- Memon, A.R., Aktoprakligil, D., Ozdemir, A., Vertii, A., 2001. Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. *Turk. J. Bot.* 25, 111–121.
- Memon, A.R., Schröder, P., 2009. Implications of metal accumulation mechanisms to phytoremediation. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 16, 162–175.
- Mench, M., Lepp, N., Bert, V., Schwitzguébel, J.-P., Gawronski, S. W., Schröder, P., et al., 2010. Successes and limitations of phytotechnologies at field scale: outcomes, assessment and outlook from COST Action 859. *J. Soil Sediment.* 10, 1039–1070.
- Mukhopadhyay, S., Maiti, S.K., 2010. Phytoremediation of metal enriched mine waste: a review. *Global J. Environ. Res.* 4, 135–150.
- Modaihsh, A., Al-Swailem, M., Mahjoub, M., 2004. Heavy metal contents of commercial inorganic fertilizer used in the Kingdom of Saudi Arabia. *Agri. Mar. Sci.* 9, 21–25.
- Neustadt, J., Pieczenik, S., 2007. Toxic-metal contamination: mercury. *Integr. Med.* 6, 36–37.
- Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y., 2007. Phytoremediation technology: hyper- accumulation metals in plants. *Water Air Soil Pollut.* 184, 105–126.
- Peer, W. A., Baxter, I. R., Richards, E. L., Freeman, J. L., and Murphy, A. S., 2005. “Phytoremediation and hyperaccumulator plants,” in *Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification*, eds M. J. Tamas and E. Martinoia (Berlin: Springer), 299–340.
- Ping, Z., WenSheng, S., ZhiAn, L., Bin, L., JinTian, L., JingSong, S., 2009. Removal of metals by sorghum plants from contaminated land. *J. Environ. Sci.* 21, 1432–1437.
- Poniedziałek, M., Sełkara, A., Jełdrzych, E., Ciura, J., 2010. Phytoremediation efficiency of crop plants in removing cadmium, lead and zinc from soil. *Folia Horti. Ann.* 22, 25–31.



- Prasad, M. N. V., 2003. Phytoremediation of metal-polluted ecosystems: hype for commercialization. *Russ. J. Plant Physiol.* 50, 686–701.
- Prasad, M. N. V., 2005. Nickelophilous plants and their significance in phytotechnologies. *Braz. J. Plant Physiol.* 17, 113–128.
- Tong, Y.P., Kneer, R., Zhu, Y.G., 2004. Vacuolar compartmentalization: a second- generation approach to engineering plants for phytoremediation. *Trends Plant Sci.* 9, 7–9.
- Sabiha-Javied, Mehmood, T., Tufai, M., Irfan, N., 2009. Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. *Microchem. J.* 91, 94–99.
- Sabir, M., Waraich, E., Hakeem, K. R., Öztürk, M., Ahmad, H., Shahid, M., 2015. *Soil Remediation and Plants*, Elsevier Inc.
- Sakakibara, M., Ohmori, Y., Ha, N. T. H., Sano, S., and Sera, K., 2011. Phytoremediation of heavy metal-contaminated water and sediment by *Eleocharis acicularis*. *Clean Soil Air Water* 39, 735–741.
- Salt, D. E., Blaylock, M., Kumar, N. P. B. A., Dushenkov, V., Ensley, B. D., Chet, I., et al., 1995. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Nat. Biotechnol.* 13, 468–474.
- Salem, H.M., Eweida, E.A., Farag, A., 2000. Heavy Metals in Drinking Water and their Environmental Impact on Human Health. *ICEHM2000*, Cairo University, Egypt, pp. 542–556.
- Shabani, N., Sayadi, M.H., 2012. Evaluation of heavy metals accumulation by two emergent macrophytes from the polluted soil: an experimental study. *Environmentalist* 32, 91–98.
- Sheoran, V., Sheoran, A., and Poonia, P., 2011. Role of hyperaccumulators in phytoextraction of metals from contaminated mining sites: a review.
- Srivastava, M., Ma, L.Q., Santos, J.A.G., 2006. Three new arsenic hyperaccumulating ferns. *Sci. Total Environ.* 364, 24–31.
- Tchounwou, B., Clement, G., Patlolla, A., Sutton, J., 2014. Heavy Metals Toxicity and the Environment. In: *Experientia supplementum*, pp. 133-164.
- Vangronsveld, J., Herzig, R., Weyens, N., Boulet, J., Adriaensen, K., Ruttens, A., et al., 2009. Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field. *Environ. Sci. Pollut. R* 16, 765–794.
- Vishnoi, S.R., Srivastava, P.N., 2008. Phytoremediation-green for environmental clean. In: *The 12th World Lake Conference*, pp. 1016–1021.
- Wuana, R.A., Okieimen, F.E., 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecology* 2011, 1–20.
- Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere* 50, 775–780.



- Yadav, R., Arora, P., Kumar, S., Chaudhury, A., 2010. Perspectives for genetic engineering of poplars for enhanced phytoremediation abilities. *Ecotoxicology* 19, 1574–1588.
- Sun, Y.B., Sun, G.H., Zhou, Q.X., Xu, Y.M., Wang, L., Liang, X.F., Sun, Y., Qing, X., 2011b. Induced-phytoextraction of heavy metals from contaminated soil irrigated by industrial wastewater with Marvel of Peru (*Mirabilis jalapa* L.). *Plant Soil Environ.* 57, 364–371.
- Zhao, H.Y., Lin, L.J., Yan, Q.L., Yang, Y.X., Zhu, X.M., Shao, J.R., 2011. Effects of EDTA and DTPA on lead and zinc accumulation of ryegrass. *J. Environ. Prot.* 2, 932–939.
- Song, X., Hu, X., Ji, P., Li, Y., Chi, G., Song, Y., 2012. Phytoremediation of cadmium- contaminated farmland soil by the hyperaccumulator *Beta vulgaris* L. var. *cicla*. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.* 88, 623–626.
- Sheoran, V., Sheoran, A., Poonia, P., 2011. Role of hyperaccumulators in phytoextraction of metals from contaminated mining sites: a review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 41, 168–214.
- Van der Ent, A., Baker, A. J., Reeves, R. D., Pollard, A. J., and Schat, H. (2013). Hyperaccumulators of metal and metalloid trace elements: facts and fiction. *Plant Soil* 362, 319–334.
- Yang, S.X., Deng, H., Li, M.S., 2008. Manganese uptake and accumulation in a woody hyperaccumulator, *Schima superba*. *Plant Soil Environ.* 54, 441–446.
- Yan, A., Wang, Y., Tan, S.N., Yusof, M.L.M., Ghosh, S., Chen, Z., 2020. Phytoremediation: a promising approach of revegetation of heavy metal-polluted land. *Front. Plant Sci.* 11: 2020

### **Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



# A study on Multivariate process control and control ellipsoid

Nilkanta Mukherjee\*

Department of Statistics, Vivekananda College, Thakurpukur, Kolkata-700063

Dr. Manisha Pal

Retired Professor, Department of Statistics, University of Calcutta

## Abstract

*“Multivariate process control” is a part of process control technique which itself is a part of statistical quality control. The general process control technique, and the control charts take into account a single quality characteristic, but there are situations in which the simultaneous monitoring or control of two or more related quality characteristics is necessary. In that case we adopt multivariate process control technique [1]. And hence it is very important & useful. Here my new suggestion is we can use  $\bar{1}'S\bar{1}$  to form control chart for process variability.*

## 1 Introduction

### Multivariate process control

At first, it should be mentioned” why we go for multivariate process control technique? [1]”. Here, for understanding I take an example,

Suppose that, a bearing has both an inner diameter ( $x_1$ ) and an outer diameter( $x_2$ ). Together these determine usefulness of the product; In other words, these two related quality characteristics are simultaneously responsible for its quality.

---

\* [nilkanta1984@gmail.com](mailto:nilkanta1984@gmail.com)

Received 02 March 2021

Accepted in revised form 28 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-006

Suppose, in this case  $x_1$  &  $x_2$  independently follow Normal distributions. Since, both the quality characteristics are measurements, they can be monitored by applying the usual  $\bar{x}$ -bar chart for each characteristic. This is shown in the following figure1. & figure2. \*\*Here, the process is considered to be in control only if the sample means ( $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ ) falls within their respective control limits. This is equivalent to the pair of means ( $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ ) plotted in figure6. [1].

\*Corresponding author

\*\*In figure1 we have shown  $c_4$  against  $c_1$  where  $c_4$  represents the value of  $\mu$  and  $c_1$  represents the value of  $\sigma$ .

Example [1]: <u>sample. no</u>	<u>value of <math>\bar{X}_1</math></u>	<u>value of <math>\bar{X}_2</math></u>
1	5	4.5
2	6	6.5
3	4	5.5
4	3.5	5
5	6.5	5.5

Monitoring these two quality characteristics independently can be very misleading. The probability that either  $\bar{X}_1$  or  $\bar{X}_2$  exceeds 3-sigma control limits is 0.0027. However, the joint probability that both variables exceed their control limits simultaneously, when they are both in control has a probability of  $(0.0027)(0.0027) = 0.00000729$ , which is considerably smaller than 0.0027. Further more, the probability, that both  $\bar{X}_1$  &  $\bar{X}_2$  will simultaneously plot inside the control limits, when the process is in control, is  $(0.9973)(0.9973) = 0.99460729$ ; therefore, the use of two independent  $\bar{X}$ -bar charts has distorted the simultaneous monitoring of  $\bar{X}_1$  &  $\bar{X}_2$ ; in that case, the type –I error & the probability of a point correctly plotting in control are not equal to their advertised levels for the individual control charts.



This distorting in the process monitoring procedure increases as the no. of quality characteristics increases.

In general, if there are  $p$  statistically independent characteristics for a particular product and if an  $\bar{X}$ -chart with Probability {type-I error}= $\alpha$  is maintained on each, then the true probability of type –I error for the joint control procedure is

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha)^p \text{ \& Probability \{all } p \text{ means plot in control\} = } (1 - \alpha)^p.$$

Clearly, the distortion in the joint control procedure can be severe, even for the moderate values of  $p$  [1].

### 1.1 MULTIVARIATE PROCESS CONTROL FOR VARIABLES

Let us take a  $p$ - component vector as the quality characteristics under consideration.

Now if  $x \sim N(\mu, \sigma)$

Then  $\underline{X} \sim N_p(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$  where  $\underline{\mu}$  =process mean vector,

$\underline{\Sigma}$  =process dispersion matrix of order  $p \times p$ .

The parameters  $\underline{\mu}$  &  $\underline{\Sigma}$  may or may not be known.

Here our purpose is to provide a suitable control chart for controlling, techniques to monitor the process mean [1].

Here, we have two different techniques:-

#### 1) Formation of control chart with control lines on the basis of $\chi^2$ -distribution

we test whether the values of  $T^2$  are below the upper control limit  $\chi^2_{\alpha, p}$ . If so, for each  $m$  samples, then we say that the process is within control; if not, then here, we define a statistic  $T^2$  such that  $T^2 = n(\underline{x} - \underline{\mu})' \underline{\Sigma}^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu})$ . And we say that the process is out of control [1].

#### 2) Formation of control chart with control lines on the basis of F-distribution [1]

This is rather an extension of the previous one, previously we take  $\Sigma$  is known, and here it is unknown. We estimate it by it's sufficient, minimum variance unbiased estimator  $S$ . In this case we define  $T^2$  to follow Hotelling's  $T^2$ -distribution. If  $\mu$  is unknown then it is estimated by  $\bar{\bar{X}}$ , where

$$\bar{\bar{X}} = 1/m \begin{bmatrix} \sum X_{1j} \\ \sum X_{2j} \\ \vdots \\ \sum X_{pj} \end{bmatrix}, j= 1,2,\dots,p.$$

This is coined by ALT (1985).

Here the control chart for phase-I is

$$UCL=(p(m-1) (n-1)/mn-m-p+1)*F_{\alpha;p,mn-m-p+1}, m= \text{number of sample}$$

$$n= \text{sample size}$$

For phase-II

$$UCL=(p(m+1) (n-1)/mn-m-p+1)*F_{\alpha;p,mn-m-p+1} \quad [1]$$

## 2. COMPARISON BETWEEN THE CONTROL CHARTS\_[1]

Here, the relative performance of the charts is compared on the basis of operation characteristic function (OC function) & average run length (ARL)

Where

$$OC=\text{Probability \{process is under control, given } (\mu, \Sigma)\}$$

$$= \text{Probability \{LCL}<\text{value of the statistics}<UCL \text{ given } (\mu, \Sigma)\}$$

$$ARL=\text{Average run length}$$

$$= \text{No. of sample needed to rise an alarm for out of}$$

desired state of control

## 2.1 OC function $\chi^2$ chart

$I_1$ = Probability  $\{LCL < T < UCL \text{ given } (\mu, \Sigma)\}$ , where

$$T = T^2 = n(\underline{x} - \underline{\mu})' \Sigma^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}).$$

$$LCL = 0,$$

$$UCL = \chi^2_{\alpha, p}.$$

## 2.2 OC function Hotelling's $T^2$ -chart

$I_1$ = Probability  $\{LCL < T < UCL \text{ given } (\mu, \Sigma)\}$ , where

$$T = T^2 = n(\bar{\underline{x}} - \bar{\bar{\underline{x}}})' s^{-1} (\bar{\underline{x}} - \bar{\bar{\underline{x}}}), \text{ where } \bar{\underline{x}} \text{ denotes sample mean}$$

$\bar{\bar{\underline{x}}}$  denotes grand mean

$$LCL = 0,$$

$$UCL = ((m-1)(n-1)/(mn-m-p+1)) * F_{\alpha; p, mn-m-p+1}$$

## 2.3 OC function "Control Ellipsoid" [1]

$$\text{Let } \bar{\underline{X}} \sim N_p(\underline{\mu}, \Sigma/n)$$

$$\text{And } Q = \{ \bar{\underline{x}} : \langle \bar{\underline{x}} - \bar{\bar{\underline{x}}} \rangle' \Sigma^{-1} \langle \bar{\underline{x}} - \bar{\bar{\underline{x}}} \rangle \leq c^2/n \}$$

2.4 Then OC function of  $\mu$  &  $\Sigma$

$$I_3 = P[\bar{\underline{X}} \in Q] = \int_Q \frac{n^{p/2}}{\langle \sqrt{2\pi} \rangle^p \sqrt{|\Sigma|}} e^{-n/2 \langle \bar{\underline{x}} - \underline{\mu} \rangle' \Sigma^{-1} \langle \bar{\underline{x}} - \underline{\mu} \rangle} d\bar{\underline{x}}$$

$$=L(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$$

$$\text{Let } B'B = \Sigma^{-1} \quad \text{and} \quad \underline{y} = B(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu}).$$

$$\text{Then } 1/J = \left| \frac{\delta \underline{y}}{\delta \underline{x}} \right| = |B| = \sqrt{|B'B|} = \sqrt{|\Sigma^{-1}|} = 1/\sqrt{|\Sigma|}.$$

$$\therefore J = \sqrt{|\Sigma|}.$$

$$L(\underline{\mu}, \underline{\Sigma}) = \int_Q \frac{n^{p/2}}{(\sqrt{2\pi})^p} e^{-\frac{n}{2}\{\underline{y}'\underline{y} + 2\underline{y}'B(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu}) + (\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})'\Sigma^{-1}(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})\}} d\underline{y}, \text{ where}$$

$$Q = \{ \underline{y} : \underline{y}'\underline{y} \leq \frac{C^2}{n} \}$$

$$= e^{-\frac{n}{2}(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})'\Sigma^{-1}(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})} \int_Q \frac{n^{p/2}}{(\sqrt{2\pi})^p} e^{-\frac{n}{2}\{\underline{y}'\underline{y} + 2\underline{y}'B(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})\}} d\underline{y}$$

$$= A \int_Q e^{-\frac{n}{2}\{\underline{y}'\underline{y} + 2\underline{y}'B(\bar{\underline{x}} - \underline{\mu})\}} d\underline{y}, \quad (1)$$

where, A=constant

### 3. HERE WE MAKE THE COMPARISON FOR BIVARIATE CASE

#### 3.1 OC function $\chi^2$ chart

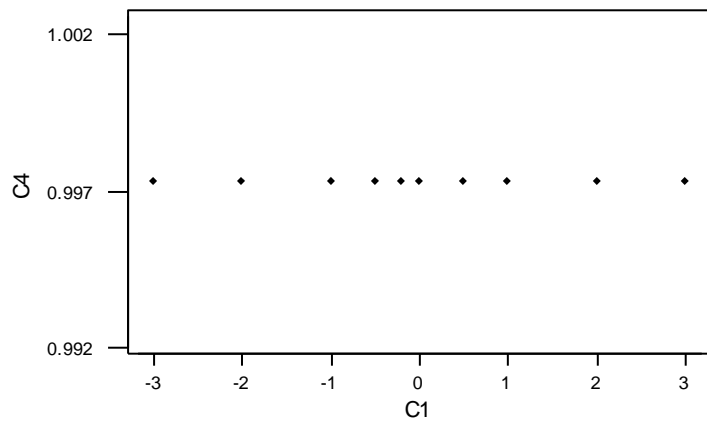


Fig1. Plot of C4 w.r.t C1

C1	VALUE OF $\mu_1$
C4	VALUE OF OC

#### OBSERVATION:

- a) OC do not depend on  $\underline{\mu}$  &  $\Sigma$
- b) OC is constant
- c) ARL is also constant [1].

### 3.2 OC function Hotelling's $T^2$ -chart

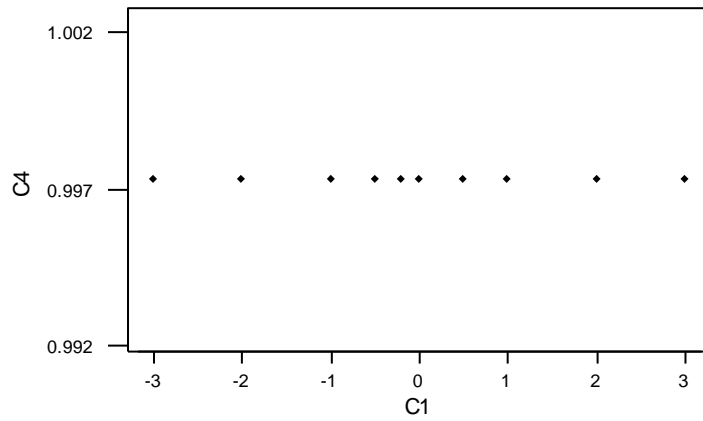


Fig2. Plot of C4 w.r.t C1

C1	VALUE OF $\mu_1$
C4	VALUE OF OC

#### OBSERVATION:

- OC do not depend on  $\underline{\mu}$  &  $\Sigma$
- OC is constant
- ARL is also constant  $[ARL=1/(1-OC)]$  [1]

### 3.3 OC function “Control Ellipsoid” [2]

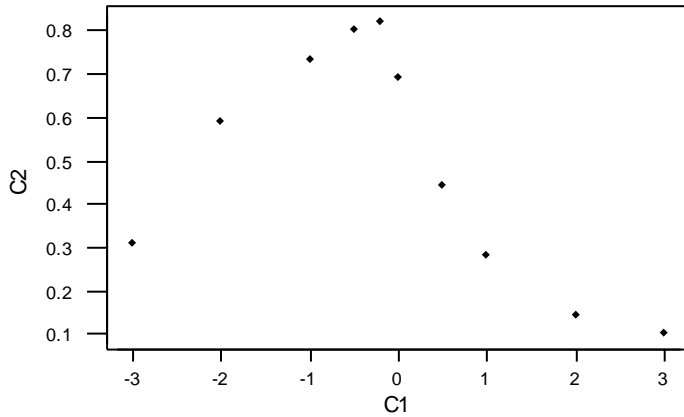


Fig3. Plot of C2 w.r.t C1

C1	VALUE OF $\mu_1$
C2	VALUE OF OC

#### OBSERVATION:

- a) OC depends on  $\underline{\mu}$  &  $\Sigma$ .
- b) OC curve is following a pattern and it has maximum values around  $\mu_1=-0.5, -0.2$  & then decreases in a smooth way; after  $\mu_1=3$  its values are very small. So the present OC curve is looking quite similar to the ideal OC curve.
- c) ARL is also decreasing with  $\underline{\mu}$ .
- d) So it is very fast to detect out of control situation.
- e) So it is sensitive.



f) So it helps in optimizing the process [2].

### 3.4 Limitations\_[1]

Here, we take subgroup size  $n=5$ , if it will large then it is better for normal assumption

#### NOTE

1. For  $p=2$ ,  $c=1.53$ .

2.The OC =value of a double integration( $I_3$ )

3.Here, we do the integration by numerical integration using trapezoidal rule.

4.we make a polar transformation of (1)

Take,  $r=0,0.5,1,1.5$ .      $\pi=-\pi, -\pi/2,0, \pi/2, \pi$ ;

Take one choice of  $\Sigma$  & 10 choices of  $\mu$

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 9 \end{pmatrix}, \mu_2 = 2 * \mu_1; \mu_1 = -3, -2, -1, -0.5, -2, 0, 0.5, 1, 2, 3;$$

Here,  $I_3$ =function of( $\mu_1$ ).

### 4. INTERPRETATION OF OUT OF CONTROL SITUATION\_[1]

The above two charts are to monitor whether the process in control or not. But if the process is out of control then all the variables are not necessarily out of control. There may one or more variables which is out of control. So we are to find these out of control variables.

For this there are many methods of which the following approach is very useful. If  $T^2$  is the current value and  $T^2_{(i)}$  is the value of it except the  $i$ th component. Then  $d_i = T^2 - T^2_{(i)}$ . And  $d_i$  is an indicator of the relative constitution of the  $i$ th variable to over all statistics. In out of control situation we see which  $d_i$ 's are large[1].

Furthermore, if the p- quality characteristics are not independent, which usually would be the case if they relate to some product, then equations (1) &(2) do not hold and we have no easy way even to measure the distortion in the joint control procedure.

#### 4.1 HISTORICAL BACK GROUND

The original multivariate quality control was done by Hotelling (1947) applied his procedure to bombsight data during world warII. Subsequent papers dealing with control procedure for several related variables includes Hicks, Jackson (1956) (1959) (1985), Crosier (1988), Hawkins (1991) (1993), Lowry (1988), Lowry & Montgomery (1995) &Alt (1985). There are many other works also available on this topic.[1]

#### Formation of control chart with control ellipsoid on the basis if general aspects of multivariate normal distribution [ 1 ]

Basically, “Control Ellipsoid” is a special kind of ellipsoid which is analogous to general “Concentration Ellipsoid”.

In Concentration Ellipsoid, we assume Uniform distribution over Normal distribution between  $\mu - 3^{-1/2} \sigma$  &  $\mu + 3^{-1/2} \sigma$ , but in Control Ellipsoid we do not change our set up from Normal assumption to Uniformity. So for p variables it is Multivariate Normal distribution. The Concentration Ellipsoid is a (drum like) equi-probability\_contour i.e. the probability is same for every point in the base of the drum. On the other hand, this Control Ellipsoid is a symmetrical inverted tub i.e. the geometrical reparation of multivariate Normal distribution. So here our objective is to determine  $c$ , where  $S_0 = \{n(\bar{x} - \bar{\bar{x}})'S^{-1}(\bar{x} - \bar{\bar{x}}) \leq c^2\}$  is the region of control Ellipsoid. Here we estimate  $\mu$  &  $\Sigma$  by  $\bar{X}$  &  $S[1]$ .

#### 4.2 HOW WE MAKE A PROCESS IN CONTROL BY THIS CONTROL ELLIPSOID.

Control Ellipsoid is defined in such a way that the probability of a point of being inside the Ellipsoid is 0.9973. So if we see that the value of  $n(\bar{X} - \bar{\bar{X}})'S^{-1}(\bar{X} - \bar{\bar{X}})$  lies within the above Ellipsoid  $S_0$  for each sample then we can say that the process is in control, out of control o.w.

#### 4.3 DETERMINATION OF THE VALUE OF c [1]



Let the required value of  $S_0$  is

$$I = 1/(\sqrt{2\pi})^p (\sqrt{|\Sigma|}) \int_{(\underline{x}-\underline{\mu})' \Sigma^{-1} (\underline{x}-\underline{\mu}) \leq C^2} e^{-1/2 (\underline{x}-\underline{\mu})' \Sigma (\underline{x}-\underline{\mu})} d\underline{x}$$

$$= 1/(\sqrt{2\pi})^p \int_{\underline{y}' \underline{y} \leq C^2} e^{-1/2 \underline{y}' \underline{y}} d\underline{y}$$

[since

$\Sigma$ =positive definite

$\Rightarrow \Sigma^{-1}$ =positive definite

$\Rightarrow \Sigma^{-1} = B'B$ ,  $B$  is non singular

Let,  $\underline{y} = B(\underline{x} - \underline{\mu})$

i.e.  $\underline{y}' = (\underline{x} - \underline{\mu})' B'$

i.e.,  $\langle \underline{x} - \underline{\mu} \rangle' \Sigma^{-1} \langle \underline{x} - \underline{\mu} \rangle = \underline{y}' \underline{y}$

$$1/J = \left| \frac{\delta \underline{y}}{\delta \underline{x}} \right| = |B| = \sqrt{|B'B|} = \sqrt{|\Sigma^{-1}|} = 1/\sqrt{|\Sigma|}$$

$Y_1 = r \cos \theta_1 \cos \theta_2 \dots \cos \theta_{p-1}$ ,

$Y_2 = r \cos \theta_1 \cos \theta_2 \dots \cos \theta_{p-2} \sin \theta_{p-1}$ ,  $-\pi/2 \leq \theta_i \leq \pi/2$

$i=1(1)p-2$

$-\pi \leq \theta_{p-1} \leq \pi$

$0 < r < \infty$

$Y_p = r \sin \theta_1$ ,

$$\sum_{i=1}^p y_i^2 = r^2 = \underline{y}' \underline{y}.$$

$$\text{Then } |J| = r^{p-1} \cos \theta_1^{p-2} \cos \theta_2^{p-3} \dots \cos \theta_{p-2},$$

$$\text{i.e. } I = 1/(\sqrt{2\pi})^p \int_0^c \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} e^{-1/2 r^2} |J| dr d\theta_1 \dots d\theta_{p-1}, \text{ where } c \text{ is the upper limit of } r \text{ to be}$$

determined later.

$$= 1/(\sqrt{2\pi})^p \int_0^c e^{-1/2 r^2} r^{p-1} dr \int_{-\pi}^{\pi} d\theta_{p-1} \prod_{i=1}^{p-2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos \theta_i^{p-1-i} d\theta_i$$

$$= 1/(\sqrt{2\pi})^p \left( \int_0^c e^{-1/2 r^2} r^{p-1} dr \right) (2\pi) \prod_{i=1}^{p-2} B(p-i/2, 1/2) \quad [\text{since, } \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos \theta_1^a d\theta_1 = B(a+1/2, 1/2)]$$

$$= 1/(\sqrt{2\pi})^p \int_0^c e^{-1/2 r^2} r^{p-1} dr (\pi^{(p-2)/2} 2\pi) / \Gamma(p/2)$$

$$= 1/\Gamma(p/2) \int_0^{\lambda} e^{-z} z^{p/2-1} dz \quad \lambda = 1/2 c^2$$

$$[\text{since, } (1/2)r^2 = z, \text{ i.e. } r dr = dz, \text{ i.e. } r^{(p-2)} = 2^{(p-2)/2} z^{(p-2)/2}]$$

$$= 1/\Gamma(k+1) \int_0^{\lambda} e^{-z} z^k dz, \quad p/2 = k+1$$

$$= I_{\lambda}(\lambda/(k+1)^{-1/2}, k), \quad u = \lambda/(k+1)^{-1/2}, b = k$$

$$= I_{\lambda}(u, b).$$

$$\text{Finally we obtain } c = (2u(k+1)^{1/2})^{1/2}.$$

[Retaining similarity with Shewart's control chart, if we choose  $\alpha = 0.0027$  i.e.  $I_{\lambda}(u, b) = 0.9973$  then we have different  $c^2$  for different  $b$ . Here, we use trial & error method to find out the value of  $u$  &  $b$ .

Now if for a given level of significance ( $\alpha$ ) we want  $I=1-\alpha$ , then from the biometric table of incomplete gamma function we get the size of the Control Ellipsoid [1]

Now we can extend the previous concept in case of attribute also.

## 5. MULTIVARIATE CONTROL CHART FOR ATTRIBUTE [1]

Here, as we have different variables corresponding to different qualities, then, depending on these various related qualities, we can classify the product as defectives & non-defectives. Let, number of defectives as regard quality, one can be taken as  $x_1, x_2, \dots, x_p$ .

Then  $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_p$  jointly follow Multinomial distribution with parameter  $n, \pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_p$ . Where  $\pi_i$  is the probability of finding a defective regarding the  $i$ th quantity. Here we take the nonsingular form of multinomial distribution. Now for large  $n$  we approximate multinomial distribution as multivariate Normal distribution. In that case we can use control ellipsoid. In that case,

$$\bar{\bar{X}} = 1/n \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \vdots \\ \bar{X}_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \vdots \\ \pi_p \end{bmatrix}$$

We can do so since  $\underline{\pi}$  is estimator of  $\underline{\bar{X}}$

### 5.1 INTERPRITATION OF OUT OF CONTROL

Theory is given in section 1.1.

### 5.2 UTILITY

- 1) This technique gives the perfect alarm.
- 2) This is based on more general assumptions. Since we have taken the normal assumption, then, for those variables that do not follow normal dist<sup>n</sup> it also give good results.

3) In  $\chi^2$ -chart or Hotelling  $T^2$ -chart we get the line concept which is more general.

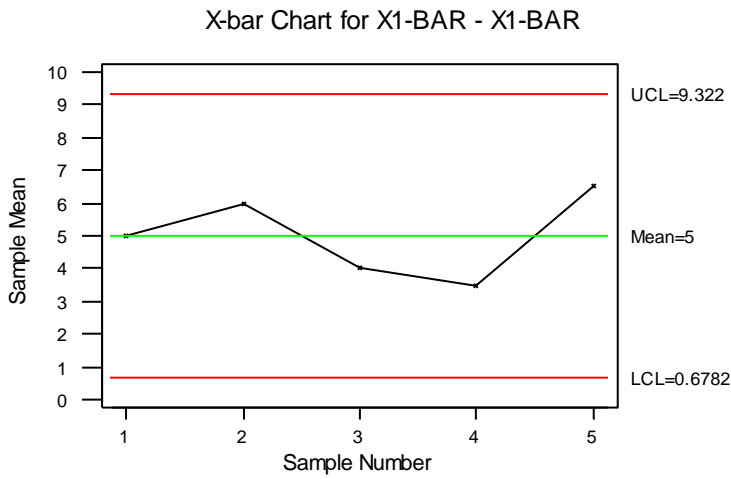


Fig.4

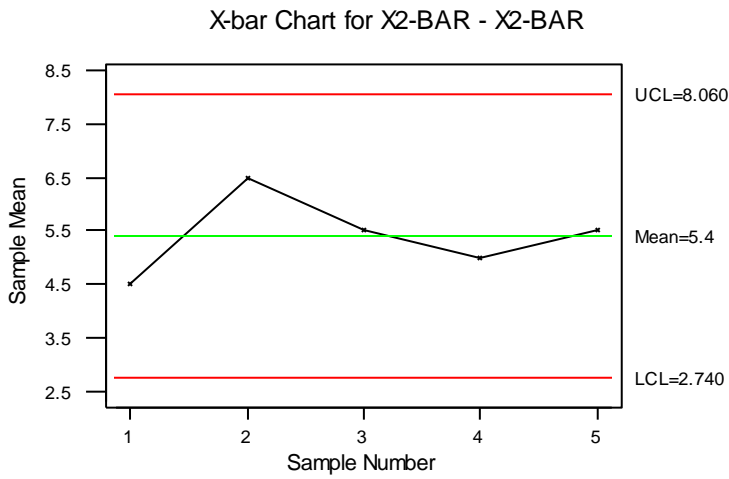


Fig.5

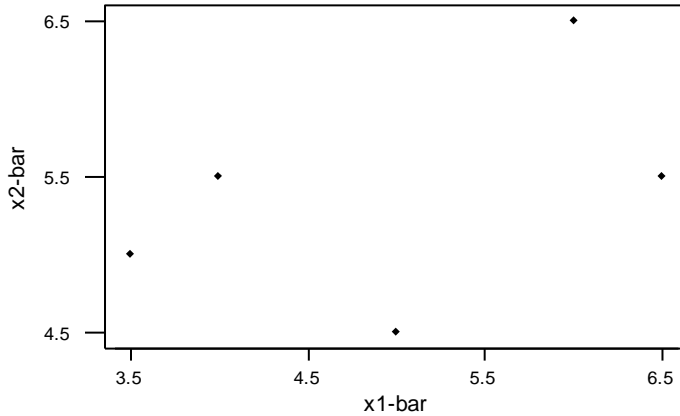


Fig.6.

But obs  $\chi^2=51.884 > \text{tab}\chi_{0.05}^2=16.75$ ; So simultaneously taken  $(\bar{x}_1, \bar{x}_2)$  is out of control [1]

### 5.3 MONITORING OF PROCESS VARIABILITY

As it is important to monitor the process mean vector, in the multivariate case ,it is also important to monitor process variability. Here we have two methods due to Alt(1985)---

#### 5.4 Method 1.

The first procedure is a direct extension of univariate  $S^2$  control chart .The procedure is equivalent to repeated tests of significance of the hypothesis that the process covariance matrix is equal to a particular matrix of constants  $\Sigma$  .If this approach is used, the statistics plotted on the control chart for the  $i$ th sample is

$$W_i = -pn + pn \ln(n) - n \ln(|A_i|/|\Sigma|) + \text{tr}(\Sigma^{-1}A_i), \quad i=1,2,\dots$$

where  $A_i = (n-1)S_i$  , $S_i$  is the sample covariance matrix for the sample  $i$ , and  $\text{tr}$  is the trace operator. If the value of  $W_i$  plots above the  $UCL = \chi_{\alpha p(p+1)/2}^2$ , the process is out of control[1].



## 5.5 Method 2.

The second method is based on sample generalized variance,  $|S|$ . This statistics  $\det(\text{sample covariance matrix})$  is a widely used measure of multivariate dispersion. Montgomery & Wadsworth

(1972) used an asymptotic normal approximation to develop a control chart for  $|S|$ . Another method would be to use the mean and variance of  $|S|$ , that is,  $E(|S|)$  &  $V(|S|)$ , and the property that most of the probability distribution of  $|S|$  is contained in the interval  $E(|S|) \pm 3\sqrt{V(|S|)}$ . It can be shown that

$$E(|S|) = b_1 |\Sigma|,$$

$$V(|S|) = b_2 |\Sigma|^2,$$

$$b_1 = 1/(n-1)^p \prod_{i=1}^p (n-i),$$

$$b_2 = 1/(n-1)^{2p} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[ \prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right],$$

$$\therefore \text{UCL} = |\Sigma| (b_1 + 3b_2^{1/2}),$$

$$\text{CL} = |\Sigma| b_1,$$

$$\text{LCL} = |\Sigma| (b_1 - 3b_2^{1/2}),$$

where  $|\Sigma|$  is estimated by  $|S|/b_1$ . If  $\text{LCL} < 0$ ; it is taken as 0. But it is to be remembered that it is a relatively simplistic scalar representation of a complex multivariate problem, we may be misguided by  $|S|$ ; because  $|S_1| = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = |S_2| = \begin{vmatrix} 2.32 & 0.40 \\ 0.40 & 0.50 \end{vmatrix} = |S_3| = \begin{vmatrix} 1.68 & -0.40 \\ -0.40 & 0.50 \end{vmatrix}$  yet, the three matrices convey considerably different information about the process variability and the correlation between the two variables.

So, they said it is better to use univariate control charts for variability in conjunction with the control chart for  $|S|$  [1].

## 6. MY NEW SUGGESTION IS AS FOLLOWS

We can use  $\underline{1'S1}$  to form control chart for process variability, since

$$E(\underline{1'S1}) = p \underline{1' \Sigma 1},$$

$$V(\underline{1'S1}) = 2p(\underline{1' \Sigma 1})^2,$$

In that case for  $\Sigma$  to be known

$$UCL = p \underline{1' \Sigma 1} + 3\sqrt{2p}(\underline{1' \Sigma 1}),$$

$$CL = p \underline{1' \Sigma 1},$$

$$LCL = p \underline{1' \Sigma 1} - 3\sqrt{2p}(\underline{1' \Sigma 1}),$$

If  $LCL < 0$ ; it is taken as 0.

When  $\Sigma$  is unknown then we replace  $\Sigma$  by

$$\bar{S} = 1/m \sum_{i=1}^m S_i,$$

Where  $S_i$  = The variance-covariance matrix of  $i$ th sample based on  $n$  observations on  $\underline{X} =$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix}.$$

## 7. PROCESS UNDER IDEAL CONDITION

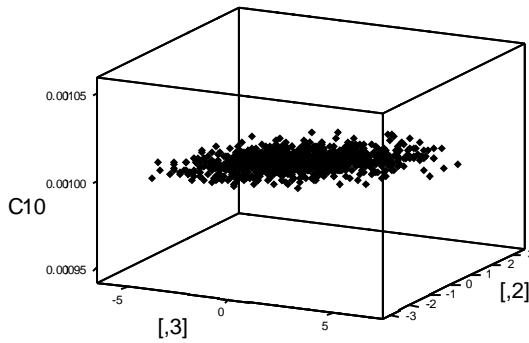


Fig.7

In x- axis we plot 1<sup>st</sup> variable, In y- axis we plot 2<sup>nd</sup> variable,in z- axis probability.

## 8. PROCESS UNDER PRACTICAL CONDITION

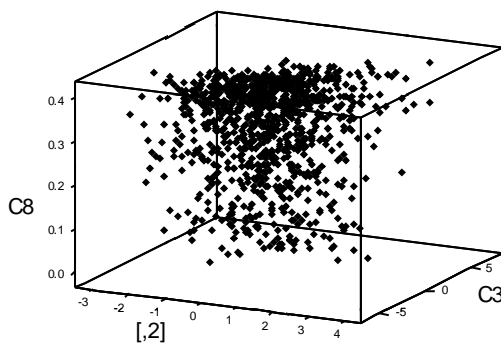


Fig.8

In x- axis we plot 1<sup>st</sup> variable, In y- axis we plot 2<sup>nd</sup> variable,in z- axis probability

## 9. CONTROL ELLIPSOID UNDER TWO VARIABLES

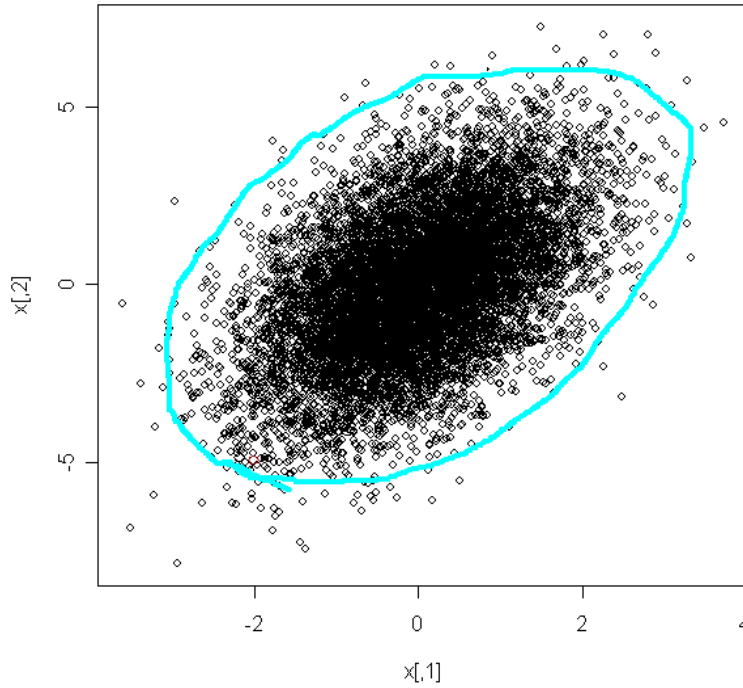


Fig.9

In x- axis we plot 1<sup>st</sup> variable, In y- axis we plot 2<sup>nd</sup> variable, blue line shows the control limits for simultaneous mean and standard deviations

## 10. CONTROL ELLIPSOID UNDER THREE VARIABLES

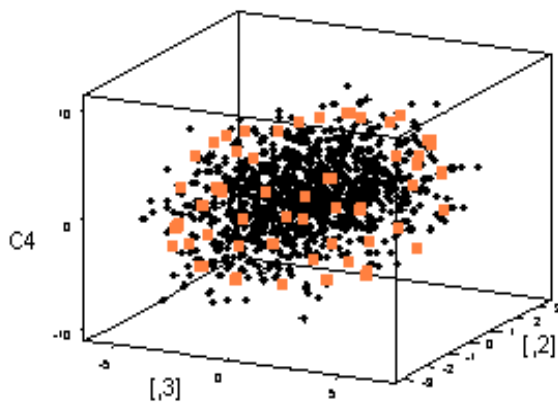


Fig.10



In x- axis we plot 1<sup>st</sup> variable, In y- axis we plot 2<sup>nd</sup> variable, In z- axis we plot 3<sup>rd</sup> variable, yellow dots shows the control limits for simultaneous mean and standard deviations

### **FURTHER DEVELOPMENT:-**

1)Here we make the comparison between the method charts for mean on the basis of the assumption that  $\Sigma$  is known but in real situation it may not be known ; so, one can do with that which will be more practicable .

2) One can make many other modifications on the variability control procedure.

### **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

### **Data availability statement**

Not applicable

### **REFERENCES**

1. Montgomery, D.C Introduction to statistical quality control(chs.1-7), John Wiley.1985
2. Grant, E, L. statistical quality control(parts-iv).McGraw Hill,1964.
3. Duncan, A. J quality control and industrial statistics (parts ii&iv). Richard D. Irwin,1953.
4. Ekambaram, S.k. the statistical basis of quality control charts. Asia publishing house,1960.

### **Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.



# **Law review on the case of whether coal can be considered a biological resource, as defined under section 2(C) of the biological diversity act, 2002**

**Utsav Biswas\***

Theoretical Ecology and Evolution Laboratory, Centre for Ecological Sciences, Indian Institute of Science, CV Raman Rd, Bengaluru, Karnataka 560012, India

## ***Abstract:***

*This paper discusses a case where the President of a Biodiversity Management Committee filed a case against the National Biodiversity Authority and others. It focused on interpreting sections of the Biological Diversity Act of 2002, including declaring coal as a biological resource. The National Green Tribunal heard the case, seeking expert opinions from Secretariat of the Convention on Biological Diversity and others. Despite an expected outcome, the paper highlights the logical analysis, scientific evidence, and court arguments, referencing Supreme Court cases. The verdict was reached on October 6, 2015, making this case noteworthy for its unique legal and scientific implications.*

## **1. INTRODUCTION:**

Details of the case: case numbers were - Original Application No. 28/2013(CZ) and Original Application No. 17/2014(CZ), heard at the National Green Tribunal Central Zone Bench in Bhopal. The applicant (and complainant) was Shri Baiznath Chaurasia, President of the Biodiversity Management Committee in Eklahara Village, Chhindwara, Madhya Pradesh. The respondents included Western Coalfields Ltd., represented by its Chairman and Managing Director in Nagpur, Maharashtra; Coal India Ltd., represented by its Chairman and Managing Director in New Delhi; the Union of India, represented by the Secretary of the Ministry of

---

\* [utsavsub@gmail.com](mailto:utsavsub@gmail.com)

Received 04 March 2021

Accepted in revised form 30 April 2021

Published 24 December 2021

Article No.: BODHI-Bijnan-2021-007



Environment & Forests in New Delhi; the National Biodiversity Authority, represented by its Chairman in Chennai, Tamil Nadu; and the State Biodiversity Board, represented by its Member Secretary in Bhopal, Madhya Pradesh. The cases were filed in 2013 and 2014, with the judgement delivered on October 6th, 2015.

The rationale behind filing the case: The applicant, in this case, the president of a Biodiversity Management Committee of a village in Madhya Pradesh, was probably assessing his duties and powers as the president. He likely studied the Biological Diversity Act of 2002 (hereafter BD Act, 2002) and its various sections during that process and then made specific claims. It is important to note that the applicant has just interpreted the Act and tried to follow it sincerely. He tried to remain faithful to his objective. That sincerity shows itself in the claims made. He said that Western Coalfields Ltd. was extracting coal from various mines within the territorial jurisdiction of the Biodiversity Management Committee and that the operations of both Western Coalfields Ltd and Coal India Ltd. at Chhindwara fell under the same territory. He then referred to the BD Act of 2002 for relevant terms like 'Biological Diversity', 'Biological Resources', 'Commercial utilisation', 'fair and equitable benefit sharing' and 'value added products'. The applicant had said that section 21 of the BD Act, 2002 conferred powers on the National Biodiversity Authority to determine equitable sharing benefits. Even after more than ten years of its constitution and seven years after the construction of the State Biodiversity Board, Western Coalfields Ltd and Coal India Ltd. had neither obtained approval for commercial utilisation nor had they started sharing the benefits with the applicant. The applicant called for coal to be identified as a biological resource to be covered under the BD Act of 2002.

## **2. CASE HISTORY:**

The applicant was the President of a Committee constituted under Section 41 of the BD Act, 2002 and Section 23 of the Madhya Pradesh Biodiversity Rules, 2004. This Committee was constituted on April 14, 2013, by a local body of a village named Eklahara in the Chhindwara district of Madhya Pradesh. It was formed to promote conservation, sustainable use and proper documentation of biological diversity, including conserving land races, folk varieties and cultivars, domesticated stocks and breeds of animals and microorganisms, preserving habitats and chronicling biodiversity-related knowledge. The applicant had said that the BD Act of 2002 was made to conserve biodiversity, sustain the use of its components, and ensure equitable



distribution of the advantages stemming from the use of biological resources, knowledge, etc. He further mentioned that the Act had come into operation due to the United Nations Convention on Biological Diversity, to which the Govt of India is a signatory, and which came into force on December 29, 1993. Following this, the government of Madhya Pradesh created the Madhya Pradesh Biological Diversity Rules, 2004, which went into effect on April 17, 2004. Rule no 23 of these Rules conferred certain powers for the formation of the Biodiversity Management Committee at Zila, Panchayat, Janpad Panchayat, Gram Panchayat, Gram Sabha, Nagar Panchayat, Municipality and Municipal Corporation level. The applicant maintained that Western Coalfields Ltd. had been extracting coal from various mines located within the territorial jurisdiction of the Biodiversity Management Committee (hereafter BMC). Also, the activities of both Western Coalfields Ltd and Coal India Ltd. at Chhindwara fell within the territorial jurisdiction of the concerned BMC. The applicant referred to specific terms mentioned in the BD Act 2002. Those were – ‘Biological Diversity’ meaning “the variability among living organisms from all sources and the ecological complexes of which they are part and includes diversity within species or between species and of eco-system”, ‘Biological resources’ meaning “plants, animals and microorganisms or parts thereof, their genetic material and by-products (excluding value added products) with actual or potential use or value, but does not include human genetic material.”, ‘Commercial utilization’ meaning “end uses of biological resources for commercial utilization such as drugs, industrial enzymes, food flavours, fragrance, cosmetics, emulsifiers, oleoresins, colours, extracts and genes used for improving crops and livestock through genetic intervention, but does not include conventional breeding or traditional practices in use in any agriculture, horticulture, poultry, dairy farming, animal husbandry or bee keeping.”, ‘Fair and equitable benefit sharing’ meaning “sharing of benefits as determined by the National Biodiversity Authority under Section 21.”, ‘Value added products’ “meaning products which may contain portions or extracts of plants and animals in unrecognizable and physically inseparable form.”

The applicant had made the following claims: -

- I) To direct Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. to start sharing benefits, as mandated under the BD Act, 2002 provisions.



- II) To direct the National Biodiversity Authority ‘to determine the exact percentage of equitable benefit sharing so that it can be made applicable to all concerned rationally and equally and to implement it per the provisions of the Biological Diversity Act’.
- III) To direct the State Biodiversity Board ‘to initiate appropriate action against persons/ Companies not obtaining prior approval from the State Biodiversity Board and to start penal action for imposing a penalty for such violation, as mandated under the Act.’
- IV) To pass ‘any other appropriate orders which this Hon’ble Tribunal deems just and proper for compensation against the arraying Respondents.
- V) To declare that coal is a biological resource as defined under Section 2(c) of the BD Act, 2002.

The fifth point was claimed as an additional claim in a Misc. Application No. 142/2013 filed in Original Application No. 28/2013, under order VI of Rule 17 of the Code of Civil Procedure. This move was challenged by Respondents No.1 and 2 because an entirely new claim was being made. But, after hearing the Learned Counsel for both the parties, the Tribunal had permitted the applicant to withdraw the Misc. Application with liberty to file fresh application challenging the orders of the Government of India, seeking the relief mentioned already (additional claim). As a result, both Original Application No. 28/2013 & Original Application No.17/2014 were considered and dealt with together by the court.

The applicant had said that although the State Biodiversity Board had issued a notice under section 7, read with section 24 of the BD Act, 2002, to Western Coalfields Ltd., the latter not only did not share the benefits but was also unwilling to pay the fee that may be levied by the BMC. This was a violation of section 24 under the BD Act of 2002.

Here, the primary argument of the applicant was that coal is a ‘biological resource’, and that is evident from the process of its formation. According to the applicant, coal is a fossil fuel formed from the remains of vegetation that grew as far back as 400 million years. It is often referred to as ‘buried sunshine’ because the plants that formed coal captured energy from the Sun through photosynthesis and then made the compounds that make the plant tissues. By that logic, since coal is of plant origin, it should be considered a biological resource. Also, the main element in that plant material is carbon, so the respondents, Western Coalfields Ltd and Coal



India Ltd, fell within the ambit of the BD Act of 2002. Thus, they must have been liable to share benefits with the applicant. The applicant had contended that he had made this appeal to the honourable court only after failing to get any positive response from the attempts to approach the concerned respondents. The applicant also claimed that the National Biodiversity Authority and State Biodiversity Board had been unable to discharge their statutory obligation of taking action against Western Coalfields Ltd and Coal India Ltd for extracting coal without prior intimation to the State Biodiversity Board as required under Section 7 read with Section 24 of the BD Act, 2002. The applicant was also aggrieved by the two letters issued by the Ministry of Environment, Forest & Climate Change (MoEFCC), Govt. of India, dated 02.09.2013 by the Secretary, MoEFCC & the letter dated 06.09.2013 by Section Officer, MoEF&CC / respondent No. 3 wherein the respondent had clarified that coal is not a biological resource and, therefore, did not fall within the jurisdiction of the BD Act, 2002. The applicant claimed the interpretation to be not only wrong but even went to the extent of claiming that the Secretary of MoEF&CC had no authority to interpret the provisions of the BD Act, 2002 and instruct any person to exclude any biological resource from the purview of the BD Act, 2002. The applicant claimed that the sole purpose of this was to benefit the coal companies.

In his attempt to justify coal as a biological resource, the applicant also gave the following supporting arguments. Certain studies revealed that the plant tissues found in coal also contain DNA and have the same genetic material as all plants. The process of fossilisation causes the degradation of genetic material when exposed to air and makes the DNA components regenerate. So, coal is both a 'biological resource' and 'biological diversity' and fell under the purview of the BD Act of 2002. Attention had been drawn to the notification dated October 26, 2009, issued by MoEF&CC under section 40, which sought to exclude certain items of biological resources from the purview of the BD Act, 2002. It had been claimed that since coal was not excluded in that notification, coal should not have been considered a biological resource.

The State Biodiversity Board had supported the contention of the applicant that coal was a biological resource because it was formed from the remains of vegetation and, therefore, was part of the plant material because it had remains of plants and thus fell within the definition of biological resource. As a result, the respondents, Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd., were under obligation to pay the fee levied by the applicant as per the requirements under

Section 41(3) of the BD Act, 2002. The State Biodiversity Board also stated that the purpose of the BD Act, 2002 would be defeated if narrow construction of the definition or provision of the Act is drawn to exclude from its purview the commercial utilisation of any biological resource. They also pointed out that since coal was not excluded from the ambit of section 40 in the notification issued by the MoEFCC and the National Biodiversity Authority, the respondents Western Coalfields Ltd and Coal India Ltd were under obligation to pay the fee levied by the applicant.

The applicant pointed out that although coal was covered under the Mines and Minerals (Development and Regulations) Act, 1957, it did not take away his right to claim the right to consider coal as a biological resource under the BD Act, 2002.

Arguments from the respondents:

i) The respondents, Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. had said that coal was governed by the Mines & Mineral (Development & Regulation) Act, 1957, and it was a specified primary mineral listed in the first schedule of that Act. That Act also conferred powers to make rules and levy charges on coal only upon the Central Govt. So, the State Govt did not have the jurisdiction and competence to levy any charge. The respondents, Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd., also argued that if coal was categorised as a biological resource, it led to confusion as two different statutes contradicted each other. The respondents Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. also drew the court's attention to some cases of the honourable Supreme Court - *Iridium India Telecom Ltd. v. Motorola Inc.* (2005) 2 SCC 145, *Talchar Municipality v. Talchar Regulated Market Committee*, (2004) 6 SCC 178 and *P.V. Hemlatha v. Kattam Kandi Puthiya Maliackal Saheeda*, (2002) 5 SCC 548, the conclusion was that "in case of a conflict between provisions of two statutes, the specific provision prevails over the general provision. The MMDR Act, a specified statute enacted to regulate minerals, will prevail over a general statute, i.e. the Biological Diversity Act." Also, in the *Hingir-Rampur Coal Co. Ltd and Ors. v. The State of Orissa and Ors.* AIR 1961 SC 459, "That even if one assumes that the Biodiversity Management Committee has the power to levy collection fee or any person, even then the said power cannot be exercised in the present matter" and "a fee is charged only when a service is rendered in return of that. There is always an element of quid pro quo while levying a fee.", also in case of the *State of W.B. v. Kesoram Industries Ltd.*



and Ors, (2204) 10 SCC 201, the court had said that “there has to be some form of benefit in lieu of a charge, for it to be termed as a fee.” and further in *Sona Chaindi Oal Committee and Others v. State of Maharashtra* (2005) 2 CC345, the Hon’ble Supreme Court held that “there has to be a reasonable relationship between the Service rendered and the charge levied”.

ii) Respondents Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. had further stated that the definition of the term biological resource, as mentioned under section 2 of the BD Act, 2002, was exhaustive and only included plants, animals, microorganism and their genetic material and by-product and since coal did not fall in any of those categories it could not be termed as biological resource. It was further contended that coal was a combustible, sedimentary and organic rock that could not be compared to a living organism. It takes approximately 300 million years for coal to form. By no stretch of the imagination could coal be categorised as a biological resource as defined under the BD Act of 2002. It was also pointed out that according to the BD Act of 2002, ‘genetic material’ was defined as the materials of plant, animal, microbial or other origin that contained a functional unit of life. The half-life of DNA is stated to be 521 years under ideal conditions, and the respondents supported their argument based on a study by a scientist from New Zealand, published in the Proceedings of the Royal Society of Biology (2012). The ideal conditions needed were - a state of dryness, vacuum packing, and frozen under -80° C. But coal was formed under high temperatures and pressure over millions of years. So, the applicant's claims should have been treated as untrue.

iii) Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. argued that coal was a ‘value added product’ that contained products of plants and animals in an unrecognisable and physically inseparable form. So, it was outside the scope of the application of the terms under Section 2 of the BD Act, 2002.

iv) MoEFCC and the National Biodiversity Authority, in their joint affidavit, had contended that coal could not be categorised as a biological resource by plain interpretation of the term ‘biological resource’. They drew the court’s attention to the case of *Nelson Motis v UOI* (AIR 1992 SC, 1981) and *State of Jharkhand v Govind Singh* (AIR 2005 SC 294) to infer that “when words of statute are clear, plain or unambiguous, i.e. they are reasonably susceptible to only one meaning, the courts are bound to give effect to that meaning irrespective of the consequences.”. The respondents had said that “although the applicant has a benefit sharing

right under the BD Act, 2002, the legal right claimed by the applicant under Section 41 (3) is distinct, different and separate from the determination of equitable sharing of benefits as envisaged under Section 21 of the BD Act, 2002.”

v) MoEFCC and the National Biodiversity Authority had furnished expert opinions of the Secretariat of Convention on Biological Diversity, Geological Survey of India, Zoological Survey of India & Botanical Survey of India. The opinions are presented below in a concise form.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity – According to Article 2 of the Convention on the use of terms for the purpose of this Convention, ‘biological diversity’ meant “variability among living organisms from all sources” and ‘biological resources’ included “genetic resources, organisms or parts thereof, populations, or any other biotic component of ecosystems with actual or potential use or value for humanity” and ‘genetic material’ meant “any material of plant, animal microbial or other origin containing functional units of heredity”. This terminology clarified that the Convention on Biological Diversity dealt with living organisms. This interpretation was supported by the many decisions of the Conference of the Parties.

Geological Survey of India – The GSI had said that coal was a combustible black or brownish-black sedimentary rock that usually occurred in rock strata or veins called coal seams. According to the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE, Geneva)-“a sedimentary rock composed mainly of hydrocarbons containing in weight more organics than in-organics”. Coal was of vegetable origin and could be considered an organic sedimentary rock. “The modern definition of a coal seam as per ISO 14180 is a coal seam is a stratum or sequence of strata composed of coal as a significant component and significantly different in lithology to the strata above and below it”. After considering all facts, the GSI had said that coal could be considered a geological rather than a biological resource.

Zoological Survey of India – The ZSI had said that as per the Convention on Biological Diversity (CBD) article-2, biological resources included genetic resources, organisms or parts thereof, populations, or any other biotic components of an ecosystem with actual or potential use or value of humanity. The ‘biological resources’ definition under the BD Act, 2002 did not include human genetic materials. The ZSI concluded that both the CBD and BD Act of 2002

defined biological resources as living resources and not dead or fossilised in nature. Also, the “Nagoya Protocol emphasised access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilisation and coal, although biological in origin but devoid of any heritable genetic material, metabolic reactions and genetic expression.” The ZSI concluded that coal could not be considered a biological product for sharing benefits from extracting coal from the mines, and the BD Act did not apply to both the access and benefit sharing on such products.

Botanical Survey of India – The BSI defined biological resources based on the CBD. It maintained that most of the coal was formed about 300 million years ago from dead plants whose remains accumulated in swampy areas layer over layer, eventually creating a soggy, dense peat material. Bacteria and other microorganisms performed the initial disintegration process. They went on to explain the complete process of coal formation.

It revealed that despite being of vegetable origin, the biochemical and geochemical processes leave coal without any trace of life.

vi) Respondents Nos. 3 and 4, i.e. MoEFCC and the National Biodiversity Authority, had argued that since coal did not qualify as a biological resource, it was automatically excluded from the purview of the BD Act, 2002. So, there was no need to specifically exclude it under the notification dated October 26, 2009, as the applicant claimed otherwise.

### **3. CRITICAL ANALYSIS :**

The court’s analysis – The honourable court had started with the background of the BD Act, 2002. The BD Act, 2002, had resulted from the International Convention on Biological Diversity, 1992, to which the Govt. of India was a signatory, and entered into force in December 1993. The CBD was one of the essential outcomes of the United Nations Conference on Environment & Development (UNCED) held in Rio de Janeiro in 1992. The Convention called upon the nation-states and signatories to the Convention to take legislative, legal and administrative steps for the conservation of biological diversity, its sustainable use and equitable benefit-sharing mechanisms, and the protection of the associated traditional knowledge. It was against this backdrop that the Union of India enacted the BD Act of 2002. In light of the facts the applicant and the respondents presented to the court, the court had found three critical issues for consideration. Those were –



1. Whether coal was a biological resource as defined in terms of the section 2(C) of the BD Act, 2002.
2. Whether there had been any violation of the BD Act, 2002 by the Central Government by issuing letters dated 2-9-2013 and 6-9-2013.
3. Whether the applicant was entitled to levy a fee for extracting coal from areas falling within his jurisdiction.

On issue 1 – The court explained the term ‘Biological Diversity’ by referring to the origin of the word biological to the word ‘bios’, meaning ‘relates to life or living beings’ in the Oxford Dictionary. The word diversity referred to ‘diversity that exists among living organisms within species, between different species, and between eco-systems’. During the hearing, the Learned Counsel for applicants had submitted that coal might not qualify as biological diversity, and so did not press for it. However, they argued vehemently that coal should be considered a biological resource. The learned counsel for the respondents argued that coal could not be considered a biological resource and even furthered the argument that biological resources were renewable and exhibit growth and reproduction characteristics. Any material or resource that did not possess these attributes could not be considered a biological resource. Various expert opinions were also presented in support of that argument, which claimed that considering coal a biological resource was not scientifically justified. Biological resources have two important properties. They are renewable if conserved and are destructible if not. They can grow, reproduce, and evolve. Coal had none of these characteristics. “The interpretation of the definition of biological resource, as in Article 2 of the CBD, and that given under the BD Act, 2002, although look somewhat at variance with each other, particularly in the way it has been described in Section 2(c) of the BD Act 2002, however, exploring it further, the conclusion is inescapable that both the definitions lead to the same conclusion. Any material which does not have the genetic make-up or DNA cannot be qualified to be a heritable genetic material and hence cannot also be called a biological resource.” The inability of coal to be used as a genetic material automatically made it a candidate unsuitable as a biological resource. Although there were claims made in the scientific world that DNA had been isolated from dinosaur bones preserved for over 80 million years, a large body of scientific communities had questioned the validity of that DNA. Even contrary scientific studies showed that the half-life of DNA is 521 years (based on experiments carried out in New Zealand on fossilised bones of certain extinct species of birds, published in the Royal Society of Biology, 2012). The study further revealed

that once a plant or animal cell, the basic unit of life, died, enzymes broke down the bonds between nucleotides that form the backbone of DNA, and microorganisms sped the decay. The study concluded that every bond between nucleotides would be destroyed in about 6.8 million years, even if preserved at the ideal temperature. DNA would cease to be readable by about 1.5 million years. Further, no scientific study claimed that coal had a genetic structure. So, it was not a genetic resource. Thus, coal did not qualify to be a biological resource.

The court then analysed whether coal can be considered a byproduct or not. In the process, the meaning was referred from the Oxford Dictionary. The court said that by including byproducts within the definition of biological resources in the BD Act 2002, protection was given to the byproducts of plants, animals, and microorganisms such as gums, honey, etc. The court concluded that the assertion of the applicant that coal was a byproduct of the plant lacked merit. The inescapable conclusion was that coal could not be treated as either a part of the plant or a byproduct thereof.

The court noticed that neither the UNCED nor the subsequent meetings of the Conference of Parties (COPs) gave any indication or suggestion that any non-living resource could be considered. It pointed out that it was logical to conclude that if coal was indeed intended to be considered in the CBD, then the issue would have been brought up and discussed after the Convention was first signed and ratified. Since that was not the case, it indicated that coal was not considered to be a biological resource.

The court also noticed that even the tone, tenor, or content of the discussions held in parliament did not remotely suggest that the legislature favoured the inclusion of coal or other fossil fuels under the BD Act, 2002. Therefore, even on the principle of “purposive construction,” the court did not see any justification for categorising coal as a biological resource. It also considered whether, by bringing coal within the definition of biological resource, the objective of conserving biological diversity could be served better. It concluded that doing so would only dilute the specific focus of the BD Act of 2002.

Also, if coal was considered a biological resource, then, by similar logic, petroleum and natural resources would also have to be regarded as natural resources. Similarly, sugar, which is of plant origin, is made from sugarcane after it is subjected to a physicochemical process. The fact that it retains carbon as one of its main constituents would also make it a biological resource! Thus, different absurd consequences would arise.



Hence, the court concluded that coal could not be considered a biological resource.

On issue 2 – The court concluded that the National Biodiversity Authority had formed its own independent opinion on the categorisation of coal as a biological resource, and there was no breach of the BD Act, 2002 by MoEF&CC by writing letters dated 2-9-2013 and 6-9-2013.

On issue 3 – The BD Act, 2002 was aimed to provide for the conservation of biological diversity, sustainable use of its components and fair and equitable sharing of benefits arising from the use of ‘biological resource’ knowledge. The National Biodiversity Authority worked out the benefits-sharing mechanisms in section 21 of the Act. However, benefit sharing was directly linked to the commercial utilisation achieved by the user of the biological resource. Section 41 of the BD Act, 2002, was related to regulating biological resources at the local level. It mandated the National Biodiversity Authority & State Biodiversity Board to consult the Biodiversity Management Committees (BMCs) while making decisions on the use of biological resources and the knowledge associated with such resources occurring within the territorial jurisdiction of the BMCs. Section 41(3) empowered the Biodiversity Management Committees to levy charges by way of collecting fees for accessing or collecting any biological resource for commercial purposes from the area falling under the territorial jurisdiction. In this case, since coal had not been considered a biological resource, it could be concluded that Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. were not liable to pay any collection fees for accessing or collecting coal from the area that fell within the territorial jurisdiction of the applicants nor were the applicants entitled to levy any fees for collection of coal on respondents 1 & 2, i.e. Western Coalfields Ltd. and Coal India Ltd. The judgement was delivered on October 6, 2015, in Bhopal by Mr Justice Dalip Singh, and the Expert Member was Mr B.S. Sajwan. This was a unique case in the sense that the President of a local body, in this case, the Biodiversity Management Committee of a village, made the absurd claim of considering coal as a biological resource. But he was true to his intentions. It can be believed that he made those claims only to carry out the purpose of the Biological Diversity Act of 2002.

The Respondents went to great lengths to refute the claims made by the applicant. They even presented several expert opinions of very credible institutions in the country. It is greatly appreciated that the court went to great depths, made scientific, literary, and legal references, considered future consequences, and carefully weighed out the feasibility of each claim and the merit of each argument.

#### **4. CONCLUSION:**

The conclusion/judgement of this case was likely easy to predict. For any student of science, it might be easy to guess that coal cannot be considered a biological resource as defined under the Biological Diversity Act of 2002. But it is fascinating to see how the arguments and evidence were presented and supported in court and further backed by logic, or lack thereof. This case's strength lies in the exploration of scientific evidence and logical deduction.

#### **Conflict of interest**

The authors have no conflict of interest in publishing this paper

#### **Data availability statement**

Not applicable

#### **References:**

- [1] Iridium India Telecom Ltd. v. Motorola Inc. (2005) 2 SCC 145.  
<https://www.casemine.com/judgement/in/5767b135e691cb22da6d69e0>
- [2] Nelson Motis vs Union of India and Another on 2 September 1992.  
<https://indiankanoon.org/doc/599427/>
- [3] Original Application No. 28/2013(CZ) and Original Application No. 17/2014(CZ), before National Green Tribunal Central Zone Bench, Bhopal.
- [4] P.V. Hemlatha v. Kattam Kandi Puthiya Maliackal Saheeda, (2002) 5 SCC 548.
- [5] Sona Chandi Oal Committee & Ors vs State of Maharashtra on 16 December 2004.  
<https://indiankanoon.org/doc/115658/>
- [6] State Of West Bengal vs Kesoram Industries Ltd. And Ors on 15 January 2004.  
<https://indiankanoon.org/doc/879535/>
- [7] THE BIOLOGICAL DIVERSITY ACT, 2002, MINISTRY OF LAW AND JUSTICE (Legislative Department).
- [8] The Hingir-Rampur Coal Co., Ltd. ... vs The State Of Orissa And Others on 21 November 1960.  
<https://indiankanoon.org/doc/1464523/>

#### **Publisher's note:**

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.





# Bodhi

## Advisory committee

**Chief advisor:** Dr. Tapan Kumar Poddar, Principal, Vivekananda College

### Advisors

Dr. Siddhartha Guha Ray	Dept. of History, Vivekananda College
Dr. Manindranath Pandit,	Dept. of Commerce, Vivekananda College
Prof. Nabakishore Chanda,	Dept. of Bengali, Vivekananda College
Dr. Debasis Mukherjee,	Dept. of Mathematics, Vivekananda College
Dr. Amal Kumar Patra,	Dept. of Zoology, Vivekananda College

## Editorial Board

### For Bodhi Artham: Economics, Commerce and Management

**Editor:** Dr. Debashis Kundu, Dept. of Commerce, Vivekananda College

#### Associate Editors

Dr. Pampa Sengupta, Dept. of Economics, Vivekananda College  
Dr. Atanu Thakur, Dept. of Economics, Vivekananda College

### For Bodhi Kala: Humanities

**Editor:** Dr. Abhishek Das, Dept. of Sanskrit, Vivekananda College

#### Associate Editors

Prof. Sukanya Sanyal, Dept. of English, Vivekananda College  
Dr. Prasenjit Mridha, Dept. of Bengali, Vivekananda College  
Dr. Babul Hossain, Dept. of Bengali Vivekananda College  
Prof. Pragya Bhattacharjee, Dept. of Philosophy, Vivekananda College

### For Bodhi Bijnan: Science

**Editor:** Dr. Debraj Nath, Dept. of Mathematics, Vivekananda College

#### Associate Editors

Dr. Arvind Pan, Dept. of Physics, Vivekananda College  
Dr. Kuntal Narayan Chaudhuri, Dept. of Botany, Vivekananda College  
Dr. Senjuti Roy Mukherjee, Dept. of Zoology, Vivekananda College  
Dr. Malabika Bhattacharya, Dept. of Zoology, Vivekananda College  
Dr. Nirmalya Pahari, Dept. of Physics, Vivekananda College  
Dr. Asutosh Mukherjee, Dept. of Botany, Vivekananda College  
Dr. Asis Kumar Pal, Dept. of Botany, Vivekananda College  
Dr. Kaushik Ghosh, Dept. of Physics, Vivekananda College  
Dr. Gunjan Dhar, Dept. of Zoology, Vivekananda College



## NOTES TO CONTRIBUTORS

Bodhi is an official journal of the Vivekananda College, Kolkata. Each volume of this journal includes bodhi artham (Economics, Commerce and Management), bodhi kala (Humanities) and bodhi bijnan (Science). We accept any original article or review not published elsewhere. But under any condition, the Editorial Board of Vivekananda College will not shoulder the responsibility of the views or criticisms expressed by the authors or reviewers.

The article should be written with clarity and simplicity so that an undergraduate student from any branch of studies can understand and enjoy it. But in no way should fidelity of facts and concepts be compromised. Preference would be on new findings and/or new conceptual developments that might have important scientific, social or policy implications. Articles of interdisciplinary nature or transcending into a philosophical height will be a welcome.

### General guidelines

- The manuscript should be typed either in English or in Bengali in 12pt Times of MS word, both one soft copy and one hard copy have to be submitted. They will not be returned. The drawings of BW photographs are to be digitised as '.tif', files or a neat copy has to be sent along with the text.
- Article must be not more than 8000 words including notes, tables and references.
- Authors are requested to prepare their soft copies in text format. PDF versions cannot be processed by Bodhi. Authors are encouraged to use UK English spelling.
- Authors are requested to provide full details for correspondence: Designation, postal and email address and phone number.

### Letter

Readers of Bodhi are encouraged to send comments and suggestions (300-400 words) on published article. All letters should have the write's full name, designation and postal and email address.

### Reference

The reference used in an article should be placed in appropriate position within brackets by author(s) name(s) followed by the year of publication (e.g. Ricklefs and Miller, 2006).

### For Books

Khan, M.Y. and Jain, P.K. 2005, Financial Management. 1<sup>st</sup> Edn. Tata McGraw Hill, New Delhi.

### For Journals

Hornell, J. 1912. New cestodes from Indian fished. Rec. Indian Mus. 7: 197-209.

All the submissions will be peer reviewed by subject expert(s) of repute and decision by the Editorial Board on acceptance or refusal for publication will be final.

Author will receive a personal copy in pdf form.

### Publisher's note:

Vivekananda College remains impartial with respect to legitimate claims in published globe and institutional affiliations.

All manuscripts are to be sent to

### The Principal

**Vivekananda College**

**269 Diamond Harbour Road**

**Kolkata – 700063**

**E-mail: bodhivivekanandacollege@gmail.com**

<https://www.vckolkata63.org>

**E-mail: bodhivivekanandacollege@gmail.com**