

ISSN 0973-404X

# RETELL

*Research Teaching Learning Letters*  
(An inter-disciplinary Research Journal)

**Vol. 18, December 2017**



**St. JOSEPH'S COLLEGE (Autonomous)**

*Special Heritage Status Awarded by UGC,  
Accredited at 'A' Grade (3rd Cycle) by NAAC,  
College with Potential for Excellence by UGC,  
DBT-STAR & DST-FIST Sponsored College*

**TIRUCHIRAPPALLI - 620 002, TAMIL NADU, INDIA**

Tel: 0431-2700320 / 4226436 / 4226376, Fax: 0431-2701501

e-Mail: college@gmail.sjctni.edu / www.sjctni.edu

**inner wrapper**

©

*The publisher / editor is not responsible for errors in the contents, for any omission, copyright violation or any consequence arising from the use of information published in RETELL. Authors are the sole owners of the copyright of the respective articles.*

# RETELL

*Research Teaching Learning Letters*

(An inter-disciplinary Research Journal)

ISSN 0973-404X

**Vol. 18, December 2017**



**St. JOSEPH'S COLLEGE (Autonomous)**

*Special Heritage Status Awarded by UGC,  
Accredited at 'A' Grade (3rd Cycle) by NAAC,  
College with Potential for Excellence by UGC,  
DBT-STAR & DST-FIST Sponsored College*

**TIRUCHIRAPPALLI - 620 002, TAMIL NADU, INDIA**

Tel: 0431-4226536 / 2700320 / 4226376, Fax: 0431-2701501

e-Mail: college@gmail.sjctni.edu / www.sjctni.edu

### ***From the Editors' Desk***

Editorial presents a journal's opinion on a current issue, and is meant to influence opinion, promote critical thinking, and engage people to evaluate on the opinion. Editorial writing is a style that could be hard to explain, for it is a unique mixture of fact and opinion. Editorial writing can be challenging and intimidating on the one hand since editorials infuse tremendous impacts on issues, and is a masterpiece of both decisiveness as well as evasion on the other. In essence, an editorial is an opinionated news story. The subject matter of an editorial commonly is meant to be biased, somewhat insightful, and often includes persuasive writing techniques which publishers utilize as a forum to express their views and influence the readers.

RETELL is a publication of beginners' research in various fields of science and humanities. Hence it is hard to underpin the editorial on the basis of a single issue. However, the young authors are called upon to reflect the fact that the readers benefit, they may build on your work, repeating it, extending it to new cases, even applying your methods, your results and your conclusions in ways you never might think of. In turn their publications may benefit you leading to a chain of feedback. In the modern academia this cascade is called cooperation.

Cooperation by publication is growing spontaneously over the years because it has proven to be valuable in discovering the truth, and verification (or falsification) by others is a value-added part of separating ideas that are true from ideas that are popular and that are socially useful. Modern academia has institutionalized the twins of cooperation and verification. It is this level of accomplishment that the scholars are called up on to take the RETELL to.

**Dr Melchias Gabriel,**  
*Associate Editor*

**Dr Arockiam Lawrence**  
*Editor in Chief*

### **Epistle**

It gives me immense pleasure to introduce the volume of RETELL. This journal which was started as an interdisciplinary journal serves the purpose of promoting the habit of publication among the staff and research scholars. As it becomes mandatory for the research scholars to publish articles before they submit their thesis, RETELL becomes handy for them to cultivate the habit of publication. My sincere appreciation goes to Dr. L. Arockiam who loves research and researchers. He has taken great pains to bring out this issue. Along with him the Editorial Team has slogged to bring out this issue by taking various measures to maintain the quality of the journal. They also deserve great applause for their meritorious work.

I wholeheartedly thank the former Editor of this journal for three years, Dr. G. Melchias who was meticulously working to give a new shape to this journal. Unmindful of his ill-health, he worked hard to bring out the journal periodically. He is retiring from his teaching service this year. My sincere thanks to him and I wish him good health and a peaceful retired life. I also congratulate all the contributors of articles to this issue. I wish you all ALL THE BEST.

With warm regards

**Rev. Dr. F. Andrew SJ**  
**Principal**

**ReTeLL**  
(Research, Teaching, Learning, Letters)  
An Inter-disciplinary Refereed Research Journal

---

**PATRONS**

**Rev. Dr. Leonard Fernando SJ**  
Rector  
St. Joseph's College  
Tiruchirappalli

**Rev. Dr. A. Antony Pappuraj SJ**  
Secretary  
St. Joseph's College  
Tiruchirappalli

**PRESIDENT**

**Rev. Dr. F. Andrew SJ**  
Principal, St. Joseph's College, Tiruchirappalli

**ASSOCIATE EDITOR**

**Dr. G. Melchias**  
Associate Professor of Botany  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli

**CHIEF EDITOR**

**Dr. L. Arockiam**  
Associate Professor of Computer Science  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli

**EDITORIAL BOARD**

	<b>Dr. N. G. Ramesh</b> Dept of Chemistry Indian Inst. of Technol. New Delhi	<b>Dr. J. Raja</b> Head, Inst. of Mgmt Studies National Inst. Technology Tiruchirappalli
<b>Dr. R. Shankar</b> HoD, Dept of Sociology Bharathidasan University Tiruchirappalli	<b>Dr. M. V. Rao</b> Dept of Plant Science Bharathidasan University Tiruchirappalli	<b>Dr. S. R. Senthilkumar</b> HoD, Dept of Biotechnology St. Joseph's College Tiruchirappalli
<b>Dr. S. V. Kasmir Raja</b> Dean - Research SRM Deemed University Chengalpattu Dt.	<b>Dr. D. Karunakaran</b> Rajiv Gandhi Centre for Biotechnology Tiruvananthapuram	<b>Dr. F. Selvakumaran</b> HoD, Dept of Tamil St. Joseph's College Tiruchirappalli
<b>Dr. I. Thiagarajan</b> Dept of Economics Loyol Inst. Buss. Admn. Loyola College, Chennai	<b>Dr. K. Raja</b> Dept of Tamil Bharathidasan University Tiruchirappalli	<b>Dr. L.J. Chaarlas</b> HoD, Dept of Commerce St. Joseph's College Tiruchirappalli
<b>Dr. N. Ramanujam</b> HoD, Dept of Mathematics Bharathidasan University Tiruchirappalli	<b>Dr. N. Rajendran</b> HoD, Dept of History Bharathidasan University Tiruchirappalli	<b>Dr. S. Rajasekar</b> Department of Physics Bharathidasan University Tiruchirappalli
<b>Dr. J. John</b> HoD, Dept of Botany St. Joseph's College Tiruchirappalli	<b>Dr. K. Joseph Santhanaraj</b> HoD, Dept. of Chemistry St. Joseph's College Tiruchirappalli	<b>Dr. S. Aruldoss, SJ</b> HoD, Dept of History St. Joseph's College Tiruchirappalli

**CONTENTS**

1. Constructive Confrontations: Concept of Yin Yang through Intertextuality in Amy Tan's The Joy Luck Club M. Velvizhi & Dr. J. Amalaveenus	... 6
2. <i>Mahashwetha</i> : A Journey from Objectification to Subjectification S. Yasmeenbanu	... 13
3. Basudev Sunani: Unveiling the Impurities of Touch J. Emagulate Rani	... 18
4. Biosynthesis of ZnO nanoparticle, Antibacterial activity and Identification of Potential compounds from the Ethanolic extract of the Medicinal plant <i>Pavetta indica</i> Linn. S. Suresh, G. Pradheesh & Vincent Alexramani	... 22
5. Excess Volume, Viscosity, Heat of Mixing and IR Spectral Studies of Some Binary Liquid Mixtures involving H-Bond S. Johnson, Dr. A. Rose Venis & Dr. X. Rosario Rajkumar	... 33
6. A Brief Study on Molecular Interaction in a Binary Liquid Mixture at 308.15 K and 318.15 K K. Uma Sivakami & Dr. A. Rose Venis	... 54
7. A Study on Corrosion Resistivity Property of <i>Alangium salviflorum</i> on Carbon Steel in Acidic Medium J. K. Alphonsa Juliet Helina, K. Vigneshwari & A. Peter Pascal Regis...	64
8. The Impact of Prudency of Employer Branding Over the Healthcare Organisation P. Aruna Devi & Dr. T. Joseph Rex	... 74
9. Facile Single Step Electrochemical Synthesis of Few Layered Graphene for energy storage Applications S. A. Thaneswari & A. J. Clement Lourduraj	... 80
10. Sol-Gel Spin Deposited ZnO Semiconductor for Window Layer R. Anne Sarah Christinal, G. Genifer Silvena, Bincy John, A. Leo Rajesh & Sujay Chakravarty	... 85
11. Group Travel Plan Optimization through Simulated Annealing Technique Dr. C. Muthu & M. C. Prakash	... 93
12. Optimum Assignment of Machine Problems to Technicians Using a Genetic Algorithm Dr. C. Muthu & M. C. Prakash	... 100
13. A Study on the Autoregressive Model and Forecasting for the Birth Rate in India P. Rajalakshmi & Dr. Lilly George	... 106

14. மருத நிலத்து வேளாண்மையில் ஆற்றங்கரை  
லோ. ரூபா ... 118
15. ஆழி குல் உலகு - புதினத்தில் இனக்குழு விலங்கியல்  
சீ. ரேவதி ... 124
16. தமிழிலக்கிய வளர்ச்சிக்கு வலைப்பூக்களின் பங்களிப்பு  
ஜா. ஸ்டெல்லா ... 129
17. செவ்வியல் பண்புகளும் சமுதாயச் சிந்தனைகளும்  
இரா. சசிகலா மற்றும் முனைவர் அ. குழந்தைசாமி ... 139

## Constructive Confrontations: Concept of Yin Yang through Intertextuality in Amy Tan's *The Joy Luck Club*

---

**M. Velvizhi**

Research Scholar

&

**Dr. J. Amalaveenus**

Assistant Professor of English

St. Joseph's College (Autonomous)

Tiruchirappalli

### Abstract

Taoist philosophy is deeply rooted in contemporary China. China has a rich tradition of creation of myth. A third creation myth relates that out of primeval vapour, the two cosmic forces of *Yin* and *Yang* emerged. The fourth myth gives more details about the cosmic forces of *Yin* and *Yang*. Taoists, who developed countless formulas and practices, restore the people's complete *Yang* energy to the physical body. This effort, however, made them shift away from the classical ideal of adaptation to the course of nature and attempt a reversal of the natural flow towards death. Thus, the ideal *Yin Yang* as complementary, which implied the alternation of life and death, changed into a desire for the victory of life giving *Yang* over *Yin*. The novel *The Joy Luck Club* by Amy Tan is dealt in Taoist perspective, especially the concept of *Yin Yang*. It is more fully integrated into the structure and content of the novel. The structure of the novel is cyclical. Changes often occur in cycles. The novel deals with eight characters, their life circle and the cycle. The characters represent *Yin* at some point of their life. The guidance of experienced people in the novel help the inexperienced people to find their *Yang* which must be rooted when they are born. As in Julia Kristeva's outlooks of Intertextuality texts imbibe the notions or anecdotes or allusions from previous text or texts. The focal point of this paper is that the theory of *Yin Yang* and its impact in the novel of Tan is nothing but the core point of Intertextuality which is the persuasive tool in writing.

**Keywords:** *Taoism, China, Yin Yang, Intertextuality, The Joy Luck Club.*

### 1. Introduction

#### 1.1 Author and the Novel Introduction

One of the lucky minorities of American novelists, Amy Tan's *The Joy Luck Club* had garnered enthusiastic reviews. The first novel had sold an astonishing 275,000 hardcover copies upon its 1989 publication. The success of Tan's book increased publishers' willingness to gamble on first book by Asian American writers.



Tan's parents wanted her to be a doctor and a concert pianist. She secretly dreamed of becoming an artist. She began writing fiction when she was 33. Her first short story was published when she was 34, and three years later, she published her first book, a collection of short stories called *The Joy Luck Club*, which the critics reviewed as a novel and it made a major impact in the world of publishing.

## **1.2 *The Joy Luck Club* – An Overview**

*The Joy Luck Club* hit the New York Times best-seller list and stayed there for nine months longer than any other book that year. It had won the National Book Award and the Los Angeles Times Book Award in 1989.

The novel is a collection of sixteen interrelated stories, centered the diverse emotional relationships of four different mother/daughter pairs. The novel has a balanced structure; this is appropriate because the Chinese value balance and harmony. There are four sections, and there are four tales within each section. The four sections and tales parallel the four directions, which have symbolic value for the Chinese. The novel has extra-marital love affairs, food, laughter, blood, faith, fate, twins, chess, superstition, elopement and much more. The four sections in the novel introduce the theme of each section.

“Feathers from a Thousand Li Away” has the feel of a fairy tale. It is about the mothers’ hope for their daughters and about transformation, “the swan that becomes more than was hoped for” (Tan 18). The feather is the mothers’ Chinese heritage, which they want to pass on to their daughters. This section gives us the mothers’ stories in China.

“The Twenty-Six malignant Gates” introduces the mothers’ protectiveness, which is expressed in warnings. The daughters ignore the warnings, to their own harm. This section presents the daughters’ childhood traumas and development and their lack of communication with their mothers.

“American Translation” refers to the American daughters as the reflections of their Chinese mothers; hence they are translations. The daughters in their adulthood discover that their mothers’ warnings were right and valid.

“Queen Mother of the Western Skies” states mothers are the Queen Mother, the daughters should listen them. The mothers, who lose their innocence through their terrible sufferings, never lose hope for their daughters. The living mothers and daughters come to an understanding, and there is hope for the daughters and their relationship with their mothers; Jing-Mei completes her relationship with her dead mother and experiences her Chinese identity.

## **2. Taoism**

### **2.1 Chinese Writings**

Viewing Chinese Literature is vital to know the value of Chinese writings. The oldest extant works written in late Chou Dynasty (1027-256 BC), although written records are dated from 1400 BC. Important early works including *Wu*

*Ching*, traditionally attributed to Confucius, made up of five books on chronology. *Tao Te Ching* and *Chuang-Tzu* are associated with Taoism.

## 2.2 Eastern Religions

In east, there are five perpetual religions. They are: Hinduism, Buddhism, Confucianism, Taoism and Zen. They recognize the individuality of things, but at the same time they are aware that all differences and contrasts are relative within all-embracing unity. The polar opposites and the unity are seen as one of the highest aims of man in the spiritual traditions of the East. In Taoism, the key concept of this idea is notified as *Yin Yang*.

## 2.3 Taoism and *Yin Yang*

Taoism is a nature-based philosophy and it has its own principles. They are divided as four: Oneness, Dynamic Balance, Cyclic Growth and Harmonious Action. These are the qualities of *Yin Yang*. Since ancient times, there has been a belief in China that all things in the world and their interaction consist of two opposite aspects --*Yin* and *Yang*. For example: male and female, sun and moon, bright and dark, order and chaos and so on. *Yin Yang* is one of the most fundamental concepts of Taoism.

The originator of Taoism is Lao Tzu, whose name literally means the 'old master'. He is the traditional author of *Tao Te Ching*, 'The scripture of the way and its efficacy'. This book is the foundational text of Taoism and it contains many proverbs and paradoxical statements. The second important sacred text is the *Chuang-Tzu* by Chuang Tzu or 'Master Chuang'. It contains stories and anecdotes and philosophy and it remains the Bible of Taoism.

The principal characteristic of the Tao is the cyclic nature of its ceaseless motion and change. The idea of cyclic patterns in the motion of the Tao is given a definite structure by the introduction of the polar opposites *Yin* and *Yang*. They are the two poles, which set the limits for the cycles of change: "The *yang* having reached its climax retreats in favour of the *yin*; the *yin* having reached its climax retreats in favour of the *yang*". (Capra 118)

## 3 Principle in Novel

### 3.1 Reflections of *Yin Yang* in Tan's *The Joy Luck Club*

The novel *The Joy Luck Club* consists of eight different characters, eight different past and present situations. At some point in their life, they are all young, innocent, weak and subservient. All the mothers end up having a tragic youth experience, which scars them emotionally for life. It seems they also could not prevent their daughters from avoiding this stereotypical trap but the vibrant polarity of *Yin Yang* changes them to explore the dynamic polarities in personality.

Overtly, the novel examines the diverse and intricate relationships involve in four daughter/mother pairs; however, the sense of harmony, balance and acceptance

saturate the tale as well. The idea of change as accommodating the past and the present is a facet of *Yin Yang* philosophy.

The mothers use self-affirmation and individual empowerment to emphasize strength in China where they are rendered invisible, powerless and voiceless. They emotionally pack these stories for their daughters to illustrate their history and to emphasize the differences in America. The voices of mothers are again silenced in America so integration and balance remain allusive to the mothers.

As a mother and as a Chinese, Suyuan is sure that her daughter is a failure in the eyes of all but she will inculcate her best quality in future just because she is good. She presents her a jade pendant on a gold chain to mean her that she is worth something. Suyuan's usual sayings about good and bad make no sense for June, so she thinks, "she always said things that didn't make sense, that sounded both and bad at the same time" (Tan 208). But it means the concept of *Yin Yang* that everyone has their *Yin* outwardly but inwardly their thoughts are filled with *Yang*. Suyuan wants to retain the good of Chinese customs and cleave to the advantages of American life. Unfortunately, as in *Yin Yang*, one is intertwined and a part of the other, best qualities of both cultures would not go together.

The opening words of Waverly's narration are significant: "I was six when my mother taught me the art of invisible strength" (Tan 89). The invisible strength is nothing but the quality of *Yang*, which exists in every human being. Her mother, Lindo dreams herself a lot for her daughter, which has taken as an advantage in the eyes of her daughter. She also realizes, "It is my fault she is this way. I wanted my children to have the best combination: American circumstances and Chinese character. How could I know these two things do not mix?" (Tan 254)

An-Mei Hsu is noted as an old-fashioned woman but her thoughts are fresh like the concept *Yin Yang* because it means day-to-day life: as Elizabeth Cummins Cogell says, "change is eternal, reality is process" (157). She learns a lot from her mother's life especially the quality of opposite pairs. Her mother is weak, cannot raise her voice but she is a Chinese, she knows to handle life with the beliefs.

An-Mei is a symbol *Yin* to her daughter Rose but after her brother's death in sea, Rose could see her mother's *Yang* which makes to take steps to find out her blood, her son, Rose says, "I wondered the whole time as we drove to the beach how she had learned to drive overnight" (Tan 127). An-Mei feels bad over her daughter's marriage down fall and thinks that she was taught to desire nothing, to swallow other people's misery, to eat my own bitterness. But she teaches her daughter the opposite; still Rose came out the same way.

The daughter of Ying-Ying is not having prosperous marriage life, which reflects her mother's past. The experience instructs her, the eminent concept as it applies to women and men being equals. "For woman is *Yin* the darkness within, where untempered passions lie. And man is *Yang*, bright truth lightening our minds" (Tan 81). This begins Ying-Ying's estrangement from truth Taoism, weakening her Taoist perspective that would help her to deal with the grief in her life.

In the novel, the daughters embrace the *Yin Yang* of the Chinese and American cultural heritage and discover a balance. When June reunites with her half-sisters and their union is registered in a Polaroid photo. As the three girls watch the picture, Jing Mei is able to see that her mother really is inside of her, as she is inside her sisters and all is balanced at last; the circle of mirrored relationships is completed. Undoubtedly it is the heart of *Yin Yang* philosophy. She completes her novel by completing her balance in harmony.

Waverly Jong is mistaken her mother and she has taken the concept of *Yin Yang* with American eyes. Through her experiences, she states in the end, “I could finally see what was really there: An old woman, a work for her armour, getting a little crabby as she waited patiently for her daughter to invite her in”. It shows her acceptance of *Yin Yang* in Chinese connotation.

Rose Hsu’s change is the best example for the concept *Yin Yang*, in the end, Rose found her own voice and became able to speak for herself. She strongly announced Ted; “You can’t just pull me out of your life and throw me away” (Tan 196). Her decision of not to give divorce as Ted’s wish, is a fine twist, which focuses the cycle and the inter-transformation of *Yin Yang*.

Lena’s childhood lessons are occupied with the philosophical ideas especially the importance of achieving balance in life. When Ying-Ying is about to deliver her second child, she talks to Lena about the heaviness around her, about things being out of her balance, not in harmony with one another.

### 3.2 Tan’s explicit effects of *Yin Yang*

There is a perception; especially in the West, that *Yin* and *Yang* corresponds to good and evil. But Taoist philosophy generally discounts good/bad distinctions and prefers the idea of balance. This is what Amy Tan has portrayed in her novel *The Joy Luck Club*. Even the topics offered by Tan for her tales in the novel are referring the importance of *Yin Yang*. Under the topic, “The Red Candle”, she exposes the belief in things like candle that too the opposite ends refer to man and woman, which should fuse together and reveals the significant combination of *Yin* and *Yang*. Then the topics like “Half and Half”, “Rules of the Game”, “The voice from the wall” and “Two Kinds” for the daughters’ narration is the symbol that the daughters either follows American culture and way of life or accepts Chinese culture and way of life.

Again “Four Directions” and “Best Quality” recommend that the daughters are inculcating the broad mind to visualize things around them and they start to practice, which is best and helpful for them. In the fourth section, the tale’s name “Double Face” explicates the theme of the novel and the intention of the author to stretch out the old but everlasting ideology *Yin* and *Yang*.

#### 4. Features of Intertextuality in *The Joy Luck Club*

##### 4.1 The preamble of Intertextuality

These correlations between the novel *The Joy Luck Club* and the *Yin Yang* could be deemed in the perspective of the exceptional theory, 'Intertextuality'. In 1966, the literary device 'Intertextuality' was introduced to the literary world, the credit extended to the distinctive Bulgarian-French semiotician, Julia Kristeva. Kristeva coined this term to generate the idea that a text can be looked on and explored with the spectacle of another text. The word 'Intertextuality' had been derived from the Latin *intertexto* which meant the intermingling while weaving. According to Kristeva's essays such as "Word, Dialogue and Novel", literary materials and the concept of a text were the upshots of another literary material. There was no need for the author to be conscious of another text influence and at the same time, writers made note of another text to sculpt their own text.

##### 4.2 Text within Text

Obligatory, optional and accidental are the three types Intertextuality. The spotlight of this paper is that the remarkable writer Amy Tan's background and her origin are the inevitable sources to substantiate her employment of 'obligatory' Intertextuality; it denotes the writers' intentional likeness of his/her texts with other text/texts. Amy Tan was born in Oakland, California. Both of her parents were Chinese immigrants, finally settled in Santa Clara. Her father, John, is an electrical engineer and also a Baptist minister. Her mother, Daisy, had left behind a secret past, including three daughters in China and the ghost of her mother, who had killed herself when Daisy was nine. The Tan family belonged to a small social group called The Joy Luck Club, whose families enacted the immigrant version of the American Dream.

The trip in 1987 to China was a revelation for Tan. It gave her a new perspective on her often-difficult relationship with her mother. Daisy reunited with her daughters in China and Tan met her half-sisters. This memorable experience inspired her to complete the book of stories she had promised to Giles, *The Joy Luck Club* (1989). She dedicated her fabulous work to her mother.

In the novel, at last women learn to speak out, be strong and to find power. They are not only released from their sorrow but also able to change their lives as a result. Each daughter, through their listening of mothers' tales is able to expand their *Yin* and embrace their *Yang*. Therefore, this metaphor of *Yin Yang* permeates every level of the novel which draws attention to the considerable function of obligatory Intertextuality.

#### References

1. Capra, Fritjof. *The Tao of Physics*. London: Flamingo, 1975.
2. Cogell, Elizabeth Cumings, "Taoist Configurations: The Dispossessed." *Ursula Le Guin: Voyager to Inner Lands and to Outer Space*. Ed. Joe DeBolt. New York: Kennikat P, 1979.

3. Eagle, Dorothy. *The Concise Oxford Dictionary of English Literature*. New York: Oxford U P, 1970.
4. Derrida, Jacques. *Writing and Difference*, trans. Alan Bass. Chicago: University of Chicago Press. 1978.
5. Grice, Helena, et al. *Beginning Ethnic American Literatures*. Manchester and New York: Manchester U P, 2001.
6. Kristeva, Julia. *Desire in Language: A Semiotic Approach to Literature and Art*. New York: Columbia University Press, 1980.
7. Kristeva, Julia. *Word, Dialogue and Novel: In the Kristeva Reader*. Ed. Toril Moi. Oxford: Blackwell. 1986.
8. *The New Encyclopedia Britannica*. 15<sup>th</sup> ed. Vol. 12. 786-793.
9. Shiva. 'China Makkalin Meiporuliyal' (Tamil). Chennai: Anuragam, 2003.
10. Suchell, Orville. "Your Mother Is in Your Bones." [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com). 19 March 1989. 8 March 2017.
11. Tan, Amy. *The Joy Luck Club*. London: Vintage, 1989.
12. Tan, Amy. [www.Redroom.com](http://www.Redroom.com). Updated August 2007.

---

***Mahashwetha:***

**A Jouney from Objectification to Subjectification**

---

**S. Yasmeenbanu**

Assistant Professor of English  
St. Joseph's College (Autonomous)  
Tiruchirappalli

**Abstract**

The paper attempts to study the unique problems of Indian women, in the context of economic deprivation. Sudha Murthy, an active social activist, author of the novel *Mahashwetha* (2007) presents her central character Anupama, a slave of emotions, a victim of the Indian patriarchal society bound by customs and conditions. When Anupama is identified of leukoderma, she was deserted by her husband and her mother-in-law. She was mercilessly driven away from her mother in law's house. Though her father takes care of her, her step mother barbs her due to the poor life condition prevails in her father's home. When all her hopes end, she determines to rebuild her life without anybody's support, against all the oddities. Anupama's struggle represents the condition of many Indian women in similar context, thus the character is a metaphor of many women who struggle to live a meaningful independent life. Though many scholars have written research articles on problems of women, this paper is, unique hence it focuses on how a woman's beauty and body is commoditized in the marriage market, in India. In addition to the social relevance, to bring about the critical significance, Simon De Beauvoir's ideas from 'The Second Sex' also would be discussed in this article.

**Key words:** *patriarchal society, leukoderma and commoditized.*

**1. Introduction**

Padma Shri, Sudha Murthy is an active social worker and a feminist, writes in Kannada and English. She got her B.E. Degree and had been a chairperson of the Infosys Foundation for some time. She worked in different places of India. She actively participates in different social works like, health care camps, education and empowerment of women, public hygiene, art and culture and poverty all alleviation. She has set at least 50,000 libraries, built 10,000 public toilets, 2300 houses for the poor and needy. She has received 'Attimabbe Award' from the government of Karnataka and on the whole she is a recipient of 18 different awards for her social works.

Sudha Murthy has witnessed much of the problems pertaining to women in the society from her own experience in different places of India, so she established a trust and started doing social works, which proves that her writings, and creations of characters are not only imaginary but also they are the real life characters whom she might have met in her real times. In her novels namely, *Gently Falls Bakula*, *Dollar Bahu* and *The House of Cards*, she focuses the insensitive attitude of men towards women.

## **2. The outline story of the novel**

The outline of the novel is given to make the reading of the article more comfortable and meaning making. Anupama, a poor middle-class girl's fairy tale marriage to Anand breaks apart, when her mother-in-law discovers, by chance, a white leukodermic patch on her foot. Abandoned by her uncaring, selfish, insensitive and irresponsible in-laws and husband, she is forced to return to her father's home in the village. The social stigma of a married woman living with her parents in India, her stepmother's continual barbs and the ostracism that accompanies her skin condition force her to contemplate suicide. At that moment, she realizes the value of her life, which is indeed an epiphanic moment in her life. Determined to rebuild her life against all odds, Anupama accepts the invitation from her friend to live in Bombay, undergoes a lot of hardships, at the end she is successful, reaches a respectable position, gains promise of an enduring friendship and rebuilds her life against all difficulties.

### **2.1 Ugly woman and Beautiful woman**

Sudha Murthy very dexterously pictures the condition of a typical 'Ugly Indian woman' who was ruled by the patriarchal order as well women dominance whose wounded spirit remains helpless. She does not only present a victim through her novel, she concentrates on the rebuild of woman which proves the readers the real activist spirit in the author.

Around the world, from Cleopatra to actress Ishwarya Roy, beauty brings fortune in the lives of women. It means woman's beauty has an immense role in her social and personal life. Even in fairy tales, beautiful girls were liked by the Princes' and they become very prosperous and live a more contented life. On the otherhand the ugly looking or ordinary looking women, live poor lives. In the famous Tale of Cinderella when she was shabby looking nobody liked her, when she was beautiful she was liked by the Prince of the country. Similarly, Anupama gets surprisingly prosperous and happy married life when she was beautiful in the novel, and loses everything as she was affected by leukoderma. Mary Wollstonecraft an early feminist writes in *Frankenstein chapter 23*, "Nothing is as painful to the human mind as a great and sudden change." Thus, Anupama is shocked by the change of color of her skin which changes her life suddenly.

As a humanist, the novelist has profound concern for the women. She tries to tell the readers that women like Anupama should not be neglected for their loss of physical beauty. Women should be treated at least as a fellow human being. So,



she presents her heroine a fighting woman against all the unjust norms of the social order including a woman should be beautiful.

### 3. Simon De Beauvoir's Theory

Simon De Beauvoir in 'The Second Sex' theorises the role of the female body in social life of a woman. She says "to be present in the world implies strictly that there exists a body which is at once a material thing in the world and a point of view towards the world" (Beauvoir 39). She further discusses that men considering themselves essential being or 'default', has treated woman as the unessential being or 'other'. She talks about the 'everlasting disappointment' of woman and concludes that men and women despite of their differences should affirm a mutual respect relationship. Mary Wollstonecraft in *The Vindication of the Rights of Women* says "I do not wish women to have power over men, but over themselves."

In the beginning of the novel, Anupama was presented by the author as a woman of beauty and attraction, she was presented as a module 'of Feminine' in this given critical category. The author presented her like a fairy girl, where things around Anupama were ideal and beautiful until her marriage with Anand. She was presented in a way where her beauty is focused more than the person in her. Anupama is objectified by Anand and his family members, as in Coventry Patmore's long poem 'Angel in the House'. The poem reads like this:

Man must be pleased; but him to please  
Is woman's pleasure; down the gulf  
Of his condoled necessities  
She cast her best, she flings herself

Similarly, at the first sight, Anand falls in love with her beauty, sweet voice and charms without any consideration for her character and inner heart. He shows a lot of interest in meeting her, talking to her and marries her irrespective of his mother's telling not to marry Anupama. 'Clad in a deep red sari, she reminded him of a beautiful rose' (12). Even her marriage is mentioned as a 'fairy tale' marriage by the author. 'Anupama feels as though she was in the midst of a fairy tale' (35). It means that the marriage is not a real-time marriage but it is dreamlike, above the reality.

A few months after the departure of Anand to London for his master degree in medicine, Anupama is expecting him to invite her to go to London soon. She was waiting for the visa and other formalities but to her shock, the white patches in her leg make her life dark. She was driven away from home by her in-laws when they find the white patches in her leg. She was eagerly expecting her husband to understand her and to be invited by Anand to live in London and that could be an escape from the present poor conditions of her life. She writes a series of letters to Anand but he did not reply to her. When Anupama understands that Anand has abandoned her, the life becomes miserable. Anupama lost her hopes in everything

and everyone. She is very critical about the silence of Anand and understands his irresponsible nature. Now she realises the role of leukoderma in her life. It gives her another understanding that she was loved and married by Anand only for the external charm.

### 3.1 Elaine Showalter's Theory

Elaine Showalter says, "women reject both imitation and protest – two forms of dependency – and turn instead to female experience as the source of an autonomous art, extending the feminist analysis of culture to the forms and techniques of literature" (qtd. in Krishma Chaudhary).

When Anupama realises the irresponsible and body loving attitude of Anand, she breaks up in to pieces, tries to commit suicide but somehow, overcomes even the suicidal instinct. At that time, she receives a letter from one of her friends Sumithra. Sumithra invites her to Bombay and suggests her to take up a job there. Anupama makes use of this opportunity and goes to Bombay and take up a simple job. Here again her friend's husband tries to misuse her for his sexual pleasure. That the author tries to portray that the men do not want an ugly woman in their lives to marry and live but for sexual relationship anybody is consumable and any disease is okay for the majority of men. Overcoming the troubles caused by Hari, she finds a new job and new place to live. As the novel moves, she becomes more confident, takes up a decent job and earns well which makes her self-sufficed. She sends money to her father, even forgets about spreading of the patches in her body. She keeps a good friendship with the right spirited men, like Vasanth and Giri since she is matured in her understanding of men, she does not compare them with either Anand or Hari. At the end of the novel, she becomes a professor in a college; training and teaching art that actually wonder the readers.

### 4. Findings

The novelist takes her characters from object or 'Angel women' metaphor to subject or 'female' position. The author pictures how women are treated like an object or commodity; women are considered just the possession of men in the society. The men want to show off to their world that they have got a beautiful wife. In *The Dark Room* by R.K. Narayanan the hero Ramani takes pride in taking his beautiful wife to public places but treats very differently at home. So, it is an evident through the novel *Mahaswetha*, that men take pride in having a beautiful wife. Anupama symbolises, the trauma of any woman who is a victim in similar life condition, when a woman becomes an 'ugly woman', her life becomes miserable.

### 5. Conclusion

The paper proves that women are treated as an object of men's choice in India and the situation becomes worse when the women lose their beauty on various reasons. There are signs like Anupama who fights against the unjustifiable attitude of men and creates an independent life and become a successful woman.

Anupama's character is a prototype of many Indian women who are fighting and moving forward, towards a better life in spite of the hardships they encounter.

### References

1. Murthy, Sudha, *Mahashweta*. New Delhi, India: Penguin Books India Pvt. Ltd., 2007. Print.
2. Chaudhary, Krishma. Elaine Showalter's Critical Examination of The Essay - "Feminist Criticism in Wilderness", *Research Journal of English Language and Literature (RJELAL)*, Vol.1, Issue 4, 2013. Pdf.
3. Kapur Manju, 'A Married Woman', Penguin Pub., New Delhi, 2002, p. 23.
4. Abrams, M. H. 1912. *A Glossary of Literary Terms*. 7<sup>th</sup> ed. Fort Worth; India: Harcourt Brace College Publishers, 1999.
5. Murty, Sudha, *Gently Falls Bakula*. New Delhi: Penguin Books India Pvt. Ltd., 2008. Print. pp. 161 & 162.
6. Murty, Sudha, *Mahashweta*. New Delhi, India: Penguin Books India Pvt. Ltd., 2007. Print.
7. Beauvoir, Simon de. *The Second Sex*. New York: Vintage Books 1989, c 1952. Print.
8. Frankenstein: The 1818 Text. New York: Oxford University Press, 1998. Print.
9. <http://www.peacecorps.gov/www/articles/global-issues-gender-equality-and-womens-empowerme>
10. Mahashweta - Wikipedia - the free encyclopaedia <Wikipedia Org/Wik/Mahashweta >.web

## Basudev Sunani: Unveiling the impurities of touch

---

**J. Emagulate Rani**

Assistant Professor of English  
St. Joseph's College (Autonomous)  
Tiruchirappalli

### Abstract

Dalit literature is an important part of Indian literature. It is marked as revolt. But, it is with hopes for liberation and equal rights of 'untouchables' as human beings. Basudev Sunani is a dalit writer from Orissa. He voices out for the victimized in the society. His poems like *Body Purification*, *Coaching Centre* and *Smell of Untouchability* help to explore the cultural and racial contempt of the learned men. This paper attempts to reveal the fact that how the working-class men are humiliated in the well-informed society. Sunani relentlessly exposes the inhumanities and prejudices through his poems. The dalit men are exploited in the social environment. Sunani is the defense of the people of impurity.

**Keywords:** Imposed silences, Social atrocities, Exploitation, Untouchability, Revolution, Inhumanness, Victimization, Casteism, Stereotypical thinking, Discrimination, Imprisonment of emotions.

### Introduction

The human touch is like a sword. It possesses both the ends that either to heal or wound. The compassionate touch is powerful to heal the hurt of every human on earth. Every religion insists upon the touch of God to sanctify the sinners. Even in the Bible Jesus Christ touches upon the sick and sinners to heal them physically and spiritually. This paper focuses on the touch that is strong in wounding the feelings of others. Basudev Sunani is a dalit poet. He attempts to bring out the touch of fellow beings which make the so called learned and upper caste men feel impure. The caste factor has become so deep to turn into tradition. Sunani acts as a mouthpiece to exhibit the different forms of social atrocities against the lower caste people. The humanity should play a significant role in every man's life. But, here the poems of Sunani express the inhumanness of the upper caste in the society.

The upper caste men are expected to retrospect about their treatment of the working class men from the lower caste. Neither the stacks of tulsi leaves nor tons of sandal paste are strong enough to remove the unpleasant smell of these people. It is because of the duty of cleansing the drainage. The men from the lower caste, clean the sewer tank of the upper caste people taking out bucket loads of faeces floating on the water. Of course, it gives their body unpleasant smell. They render their services for the people those who live in the society. The

learned or the upper caste men nose snivel, mouth retch and their eyes squirm in return for their service. The absence of these men's service in the society cannot be imagined. It is explained in a wonderful manner in the words of Sunani. Even a single day sickness of a lower caste man makes the streets stay upswept, the latrines choke and hospitals groan because of unhygienic situation. Other people in the society should be ready to face the embarrassing situation of unhygienic. These men expect their respect as other humans who live in this world.

The intelligence and education should help them understand and appreciate the service of any human despite of his caste or religion. The poet views the working class men from the lower caste know the difference between shit and rice. Since, he uses the same fingers for both the works. Neither the intelligence nor the education becomes a failure to teach the meaning of reverence. The insulted identity of them needs to be unveiled. The lines of Sunani's *Body Purification* express the inevitability of their contribution in the society.

You may scoff and sneer at me,  
but when I'm not around,  
I know you have a mental breakdown.

The upper-class men are compelled to think about the lower caste workers in their absence. The presence of their significance cannot be ignored. Though they are mocked and scorned in their presence. But the absence of them cannot be tolerated because they play an important role in this society. The working-class men do not expect them to be pleased but rather to be respected.

The learned men feel impure when they touch the lower caste men. They take a dip in water in order to purify themselves from their impurity. The impurity lies in their soul. It is not about the body to be purified but their mind. The sanctification of mind and soul is necessary to reach the Supreme. The holy scripts and religious doctrines which they follow end up in failure. Sunani's the poem *Coaching Centre* exhibits the sense of impurity.

Oh learned men!  
You surely know  
That impurities of touch  
Completely dissolve  
When a high caste man  
Takes a dip in water  
And changes his clothes

The upper caste upper men's mind is polluted by the caste and religion. The act of cleansing of the body cannot be a solution to get rid of their impurity. They cannot shake off their "untouchability" which clings to their mind. The education and intelligence have not helped them to treat others as they respect themselves. They remain untouchables mentally. The social atrocities against the lower caste men have been prevailing over thousands of years together. The thinking of these "learned men" remains unchanged. The caste factor is turned into a tradition that

these men need to be treated like this. The social facts are necessary to be understood and not to be ignored. The human being cannot stand in isolation but rather interdependent. The inter-dependence of human beings is inevitable to lead our daily life in the society. The humanity in every human should be highlighted rather than the caste. Either the caste or the social status should not dilute the original fact of interdependence.

Basudev Sunani is specific in addressing the upper caste people as “learned men”. Because, the belief of a few Brahmins that intellectuality is in their hands. The poet is not voicing out either for equality or liberty but for the equal respect as other human beings experience. The work of their hands should not be go unnoticed. The casteism is the root of all these problems. The brutal treatment of untouchability must be unveiled in the society. The education is the right way which can help in the dilution of segregation in the name of caste.

The brutal attitude of untouchability, wounds the feeling of human beings. It remains as a scar for milenia. The imposed silences of these lower caste men make them learn the art of hiding themselves from the “learned men”. Sunani’s thought provoking lines exhibit the question of untouchability:

No-one has been able to decide  
If untouchability  
Is a colour or a touch,  
A feeling or an ideal;  
Whether it resides  
In the one who touches,  
Or the one who is touched

The poet expects the learned men to begin a coaching centre to preach about untouchability. It makes them earn good money out of it. The questions of how and why they have remained untouchables remain unanswerable. There is no one to decide whether the untouchability is a colour or a touch, a feeling or an ideal. The lower caste people have remained untouchables over the millennia. They have been victimized in the caste based society. The thought of untouchability whether lives in the person who is touched by a lower caste man or in the mind of one who touches him. The men who call themselves as learned are laughed at because of their inability to shake off their ‘untouchability’. If they wish, they could start teaching the untouchables how to remove untouchability. The learned men are mocked at because of their attitude of taking a dip in the water to get rid of untouchability. The poet points out such attitudes as blindness of inner self.

The act of sprinkling cow dung water is to purify the street in which the lower caste men’s feet imprinted. The enagement is shown towards the working class people since they belong to the low caste. The air which these upper caste men breathe is suffused with the dirty breath of such men. The bricks of their house are made from the clay of the river where the working class men’s hut stands. Even the bricks are made by the supple hands of them. They are able to accept

the works done by them but not ready to treat as humans. Almost these people are discarded as untouchables. The beautiful houses are built with the help of these working class men but they are neglected.

You preach that untouchables  
Are not human beings,  
That they are worse than animals,  
To be despised”.

These lines represent the utter humiliation of the working class people in the society. The deep repugnance of the learned men is quite visible. The existence of inhumanity prevents the growth of a social structure. The brutal treatment of a person is the great social crime. The education needs to enlighten the minds of these learned men. The poet calls them to examine their courage to look at the rubble. In order to make them understand, the poet ascertains that every brick of his home bears the sweet smell of untouchability.

The educated dalits like Sunani analyzes the problems of the dalits. He presents the facts in a better way that untouchability is the pollution of the mind. The inner thoughts and ideas are disseminated properly. The impurity of untouchability needs to be unveiled among the people. Sunani enlightens the society on the social and intellectual discrimination of the oppressed people. The social levels of working class men are needed to be uplifted.

#### Works Cited

1. Gadhvi, Praveen. *The Voice of the Last*, New Delhi: Yash Publications, 2008. Print.
2. Singh, Harbri. *Dalit Literature Contents, Trends and Concerns*, New Delhi: Sarup Book Publishers Pvt. Ltd, 2010. Print.
3. Lal, Sheo Kumar and Nahar, Umrned Raj. *Extent of Untouchability and Patterns of Discrimination*, New Delhi: Mittal publications, 1990. Print.
4. Sivashankar Pillai's Scavenger's Sons, *A Seminar on Dalit Literature in Marathi and Gujarati*: Surat. 1988.

## **Biosynthesis of ZnO nanoparticle, Antibacterial activity and Identification of Potential compounds from the Ethanolic extract of the Medicinal plant *Pavetta indica* Linn.**

---

**S. Suresh**

Department of Chemistry  
Vetri Vinayaha College of Engineering & Technology  
Thottiam, Tiruchirappalli

**G. Pradheesh**

Department of Chemistry  
SNS College of Technology, Coimbatore  
&

**Vincent Alexramani**

Department of Chemistry  
St. Joseph's College (Autonomous), Tiruchirappalli

### **Abstract**

In this study, the zinc oxide nanoparticles are biosynthesized by a novel, green method using the leaf extract of the medicinal plant *Pavetta indica* Linn. The nanoparticles were subjected to the studies - XRD, SEM, EDAX, and PSA analysis. The ethanolic extract of *Pavetta indica* Linn. was subjected to phytochemical screening and GCMS studies. The plant extract have indicated a significant microbial activity against the microbes - *K. oxytoca* and *B. cereus*.

**Keywords:** *Pavetta indica* Linn, ZnO nanoparticles, green chemistry, antibacterial activity

### **1. Introduction**

Nanotechnology is a multidisciplinary field undergoing significant development. The nanoparticles assume novel structural, optical and electronic properties that are not attainable by individual molecules as bulk solids<sup>1</sup>. The characteristics of metal and metal oxide nanoparticles have been of great interest due to their distinctive features such as catalytic activity, optical, magnetic and electrical properties. The number of viable methods have been designed for the synthesis of nanoparticles having size-specific dependent properties. The eco-friendly green chemistry has provided guidance for synthesis of nanoparticles that are not harmful to environment and human health<sup>2</sup>. *Pavetta indica* Linn.<sup>3,4</sup> (Tamil: *Kattu thirani*, *Panna pavadai*, *Sirukonnai*, *Pavattai*) is a shrub or small tree belongs to the family of Rubiaceae. The leaves very variable elliptic – oblong to elliptic – lanceolate and obovate – oblong, glossy – green flowers are white. The roots are said to possess purgative, aperient, diuretic and tonic properties and are prescribed in visceral obstructions, jaundice, headache, urinary diseases and dropsical affections. The phytochemical investigation<sup>5</sup>, chemical composition of



essential oil<sup>6</sup> and physio – phytochemical screening<sup>7</sup> had been reported to this plant. The plant was studied and found to possess anti – inflammatory potential<sup>8</sup>, analgesic<sup>9</sup>, antimicrobial<sup>10</sup>, antipyretic activities<sup>11</sup>. In the present study involves the green-chemistry approach for the synthesis of ZnO nanoparticles from the plant extract - *Pavetta indica* Linn. It also focuses on the phytochemical screening, GCMS analysis and anti-bacterial activity of the crude extract.

## 2. Materials and Methods

The leaves of *Pavetta indica* were collected from Elamanur region (Near Vathalai, Cauvery river region) from the month of July at 5:00 p.m. They were identified and authenticated by the Rapinet Herbarium, St. Joseph College, Tiruchirappalli, Tamil Nadu, India.

### 2.1 Sample preparation

The leaves of *Pavetta indica* Linn. were shade dried and pulverized well. About 20 g of the plant leaves were soaked in 100ml of ethanol and methanol. It was left for 24 hours in order to extract the phytoconstituents- alkaloids, carbohydrate, tannins, steroidal glycosides, steroids, flavanoids, acids and others. The above extracts were filtered using Whatmann No.1 filter paper the residue was removed.

### 2.2 Phytochemical Screening

The phytochemical screening<sup>12,13</sup> of the leaf extracts were carried out applying the standard methods and tests as prescribed by J B Harbone<sup>14</sup>. Hence, the presence or absence of various phytoconstituents was determined. The experimental procedures and the results are given in the Table 1.

**Table-1**

**Details of Phytochemical Screening of the extracts of *Pavetta indica* Linn.**

Sl. No.	Name of the Test with Experimental Procedure	Phyto-constituent
1.	a) Mayer's test: 0.5 ml of extract was treated with Mayer's reagent (pottassiomeric iodide solution) to gave cream colored precipitate.	Alkaloids
	b) Dragondraff test: 0.5 ml of extract was treated with Dragendroff's reagent (potassium bismuth iodide). Formation of orange or orange red precipitate was obseved.	Alkaloids
	c) Wagner test: 0.5 ml of extract was treated with Wager's reagent (solution of iodine with KI) and it gave an brown or reddish brown precipitate.	Alkaloids

Sl. No.	Name of the Test with Experimental Procedure	Phyto-constituent
2.	a) Molish test: 0.5ml of extract was treated with 1 ml of alpha naphthol and Con. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , which gave purple coloration.	Carbohydrates
	b) Fehling test: 0.5 ml of extract to which equal quantity of Fehling's solution A & B were added. The content was heating to give brick red precipitate was obtained.	Carbohydrates
3.	Foam test: Dilute 1ml of alcohol in 0.5 ml of extract. The mixture was diluted to 20 ml of distilled water. It was shaken well for 15min. The formation of foam was observed.	Saponins
4.	Lead acetate test: 0.5 ml of alcoholic or aqueous extracts was treated with lead acetate solution. White precipitate was observed.	Tannins
5.	Ferric chloride test: 0.5 ml of alcoholic extracts was treated with 2 drops of neutral ferric chloride. brownish green coloration was observed	Pseudotannin (Condensed tannin)
6.	Ammonia test: 0.5ml of extract was treated with aqueous ammonia solution. It was exposed to air which gradually develops a green color.	Chlorogenic acid
7.	NaOH test: 0.5 ml of extract was treated with aqueous sodium hydroxide solution formation of blue violet coloration	Anthocyanin
8.	Libermann's Burchard test: 0.5ml of extract was dissolved in 2ml chloroform. The mixture was treated with acetic acid, acetic anhydride and conc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gave bluish green coloration.	Steroidal glycosides
9.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> test: 0.5 ml of extract was treated with 80% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , gave deep yellow color.	Saponin glycosides
10.	Ammonia test: 0.5 ml of extract was mixed 2ml of ammonia. The mixture was observed under UV and visible lights - formation of fluorescence.	Flavonoids
11.	Shinoda's test: 0.5 ml of alcoholic extract was treated with magnesium foil and conc. HCl. It gave intense cherry red coloration	Flavones

Sl. No.	Name of the Test with Experimental Procedure	Phyto-constituent
12.	NaOH test: 0.5 ml of alcoholic extract was treated with 10% Sodium hydroxide solution, yellow coloration was observed.	Coumarin
13.	Salkowski test: 0.5 ml of extract was dissolved in 1ml of chloroform. The mixture was treated with Conc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . It gave red coloration.	Steroids

### 2.3 Gas chromatography - Mass spectroscopy

The ethanolic extract was subjected to GC-MS analysis<sup>15-17</sup> of the instrument GCMS (Schimadz U Japan) with Elite - DB - 5M Column and the GCMS solution version 2.53SV3 software. Initially oven temperature was maintained at 30 °C for 2 minutes and the temperature was increased gradually up to 200 °C at 10.0/35.0 min and 4.0 µL of sample was injected for analysis. Helium gas 99.9% of purity was used as carrier gas as well as elution. The flow rate of helium gas set to 1.5ml /min. The temperature was maintained at 230 °C. The sample injector with split ratio is 20 throughout the experiment periods. The mass spectroscopic analysis was done at 70 eV. The spectra were recorded for mass range 40 – 1000 m/z for about 35 minutes. The separated compounds were identified by comparing their mass spectra with the mass spectral data of the compounds present in the data bank. The GCMS chromatogram is attached in Figure 1.1.

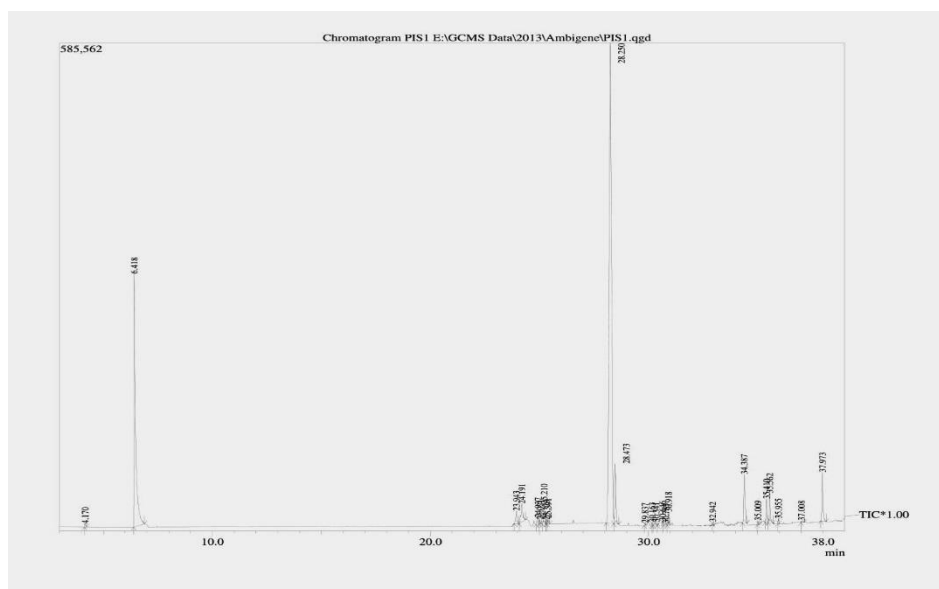


Fig. 1 GCMS Chromatogram of *Pavetta indica* Linn.

## 2.4 Anti bacterial activity<sup>18</sup>

A panel of 10 common pathogenic organisms were used in this study which includes six gram negative bacterial species (*E. coli*, *S. marcescens*, *E. aerogenes*, *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *S. haemolyticus*) and four gram positive bacterial species (*S. aureus*, *S. lentus*, *B. cereus*, *B. paucivorans*). Nutrient agar medium is prepared using the following ingredients peptone 1.5 g, agar 17 g, yeast 1.5 g, sodium chloride 5.0 g and distilled water 1000 ml. The pH was maintained 7.4. All bacteria were cultured aerobically overnight at 37°C in nutrient agar medium. The sterilization media, culture tubes, pipettes and other materials was done by autoclaving at 15lbs/sq inch pressure for 30 min. A bacterial stain was transferred to nutrient medium and incubated overnight at 37°C. The number of colony forming unit was found to be 10<sup>3</sup> per ml. The stock solutions of sample were prepared in ethanol at the concentration of 1000 µg/ml. The above sample was dissolved in ethanol at different concentration ranging from 50 µg/ml, 100 µg/ml and 200 µg/ml.

### 2.4.1 Disc diffusion method

The disc diffusion method was used to investigate antimicrobial effects of ethanolic extract with different concentrations of *Pavetta indica* Linn. In this method petri plates containing 15ml of nutrient agar medium were inoculated with 10<sup>8</sup>CFU/ml of each test bacteria. Sterile filter paper discs (6 mm in diameter) were impregnated with 10µl of the plant extract with different concentration (50,100, 200 µg/disc) placed on the surface of the medium. Negative controls were prepared using the same solvent (Ethanol). A standard disc containing ciprofloxacin antibiotic drug (30µg/disc) was used as a positive control for antibacterial activity and this standard discs was incubated for 24hrs. The assessment of antibacterial activity was based on the measurement of the diameter of inhibition zone formed around the disc.

## 2.5 Synthesize of ZnO nanoparticle

The ZnO nanoparticles were synthesized<sup>19</sup> using plant leaf extracts of *Pavetta indica* Linn. Exactly 0.1 M solution of Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O. It was mixed with 10 mL of leaf extract of *Pavetta indica* Linn. through magnetic stirring at 80 °C for about 2 hrs. The zinc-ions of the nanometrial more likely to form complex with the phenolic-type of phytoconstituents present in the extract. This complex formed was ultra-centrifuged at 10000 rpm for 10 min. The residual complex was washed with water and again subjected to centrifugation at 5000 rpm for 10 min. Finally, the residual zinc-complex was separated dried in an oven at 40 °C for 8 hrs. The dry zinc-complex was calcinated in muffle furnace at 450 °C to get zinc oxide as nanoparticles.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Phytochemical Screening

The results of the phytochemical screening of the plant *Pavetta indica* Linn. and its GCMS profiling are presented here. The plant *Pavetta indica* Linn was analysed qualitatively for the phytochemically active compounds and the results are given in the Table-2. The ethanolic and methanolic extracts of the leaves of *Pavetta indica* Linn. showed the presence of phytochemically active compounds such as alkaloids, carbohydrate, tannins, steroidal glycosides, steroids, flavonoids. The following metabolites were analysed to be absent in the ethanolic and methanolic extracts saponins, saponin glycosides, coumarin, anthocyanin and flavones. The details are given in the Table-2.

**Table-2**

**Details of Phytochemical Screening of the extracts of *Pavetta indica* Linn.**

Sl. No.	Phytoconstituents	Ethanolic Extract
1.	Alkaloids	+
2.	Carbohydrate	+
3.	Saponin	-
4.	Tannins	+
5.	Pseudo tannins	+
6.	Chlorogenic acid	+
7.	Anthocyanin	-
8.	Steroidal Glycosides	+
9.	Saponin Glycosides	-
10.	Flavonoids	+
11.	Flavones	-
12.	Coumarins	-
13.	Anthracene Glycosides	-
14.	Steroids	+

#### 3.2 GCMS Analysis

GCMS analysis was carried out on the ethanolic extracts of *Pavetta indica* Linn showed as many as 36 compounds to be present. The GCMS analysis was done using the instrument GCMS (Schimadz U QP2010 with GCMS solution version 2.53 software. The sample volume was 4.0µL. The sample of ethanolic extract was run for 35 minutes. The chromatogram (Fig. 1) showed prominent peaks in the retention time ranging 4.0-38.0 minutes.

Based on the percentage peak area the compounds 1,2- benzene dicarboxylic acid, diethylester (CAS) Ethyl phthalate, 2,4-Imidazolidinedione, 1-[[[5-nitro-2-

furanyl) methane]amino]-(CAS)upiol, phalic acid, allyl ethyl ester(CAS) Ethylallylphthalate,1,3-dioxoline, tartronic acid, (P-Ethoxyphenyl)diethyl ester were found to be significantly in higher quantities with the peak areas ranging from 59.63 to 60%. The compounds methane, sulfinyl bis-(CAS) dimethyl sulfoxide, propane, 2-chloro-(CAS) 2-chloropropane, n-butyric D7 acid were observed to be in moderate quantities with the peak area ranging from 20 to 21%. The following compounds 1,2-benzenedicarboxylic acid, phthalic acid, butyl ester, di isobutyl benzene-1,2-dicarboxylate, hydrazine, hexadecanoic acid, palmitic acid, octadecanoic acid, stearic acid, 3,4-hexanediol, tetradecanoic acid, myristic acid, decanoic acid, capric acid, 1-propanamine, n-propylamine, formamide, nonane, 3-bromodecane, 4-heptane were quatified to be in lower amounts with the peak area ranging from 1 to 5%.

### 3.3 Antibacterial Activity

The following table shows that *K. oxytoca* exhibits distinctive zone of inhibition when compared with other gram negative bacterial species. Similarly, *B. cereus* gave better zone of inhibition in gram negative bacterial species. The above results reveal that increasing the concentration of substance in the plant extract increases the zone of inhibition against the gram positive and negative bacterial species. The negative control does not exhibit any zone of inhibition.

**Table 1.4**

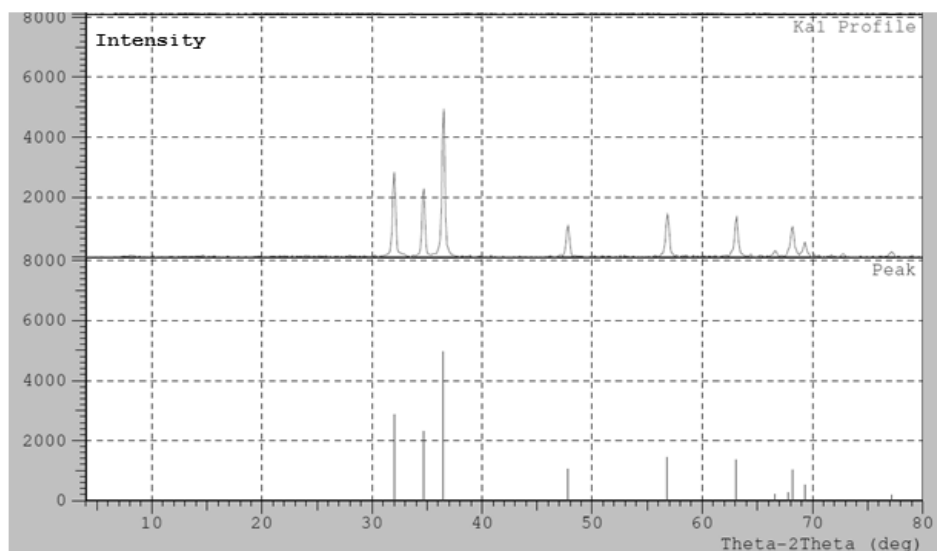
**Anti bacterial Activity of ethanolic extracts of *Pavetta indica* Linn.**

Types of Bacterial species	Bacterial Species	Zone of Inhibition (mm)		
		50 µg/ml	100 µg/ml	200 µg/ml
Gram Negative	<i>E. coli</i>	10	12	15
	<i>S. marcescens</i>	9	11	13
	<i>E. aerogenes</i>	8	10	14
	<i>K. pneumoniae</i>	13	15	18
	<i>K. oxytoca</i>	11	14	19
	<i>S. haemolyticus</i>	10	11	13
Gram Positive	<i>S. aureus</i>	9	10	12
	<i>S. lentus</i>	7	10	13
	<i>B. cereus</i>	10	13	15
	<i>B. paucivorans</i>	9	11	14

### 3.4 Nanoparticle Studies

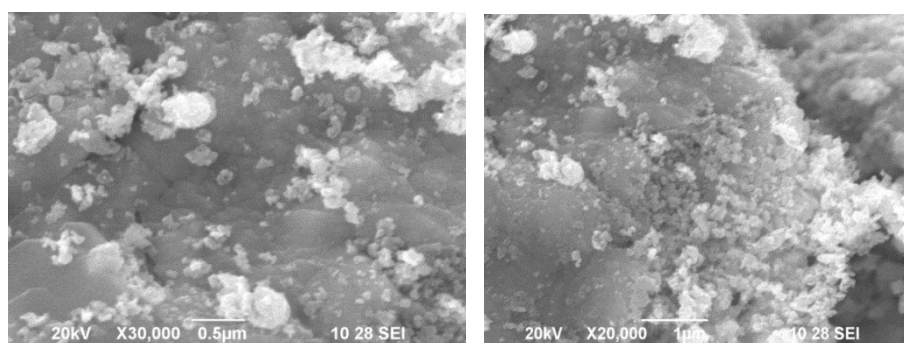
X- Ray Diffractometer ( $K\alpha$  – XRD 1223) was used to study the powered sample for confirming the presence of ZnO and for obtaining its structure. The peaks of

' $2\theta$  value' are in the range -  $32.13^\circ$ ,  $34.50^\circ$ ,  $36.52^\circ$ ,  $47.52^\circ$ ,  $56.56^\circ$ ,  $63.81^\circ$ ,  $68.35^\circ$ ,  $69.32^\circ$ ,  $77.20^\circ$  corresponding to the pure ZnO. The peaks observed in the graph are found to be in good agreement with the literature as reported by Samira Bagheri et.al.<sup>20</sup>. The average size of the particles was determined by applying the Debye-Scherrer's formula.



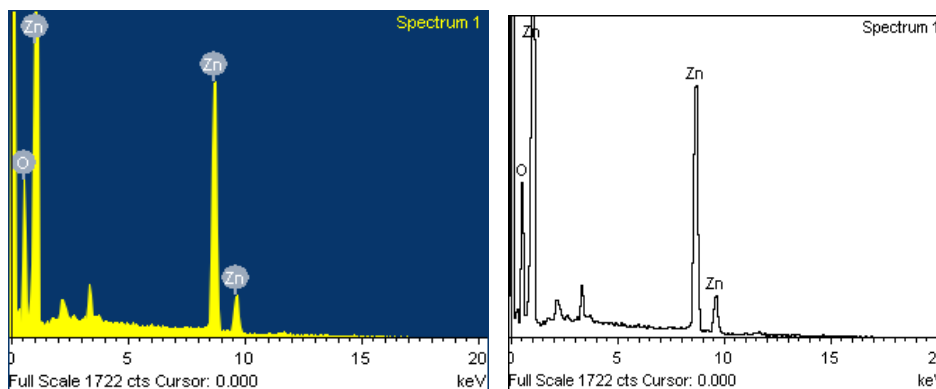
**Fig. 2: X-Ray Spectrum of ZnO Nanoparticle**

The SEM analysis was used to determine the structure of the reaction product (ZnO) that was formed. Thin films of the sample were prepared on a carbon-coated copper grid by just dropping a very small amount of the sample on the grid, extra solution was removed using a blotting paper and then the film on the SEM grid was allowed to dry by putting it under a mercury lamp for 5 min. The spongy shaped SEM images showed individual zinc particles as well as a number of aggregates (Fig. 1.3).

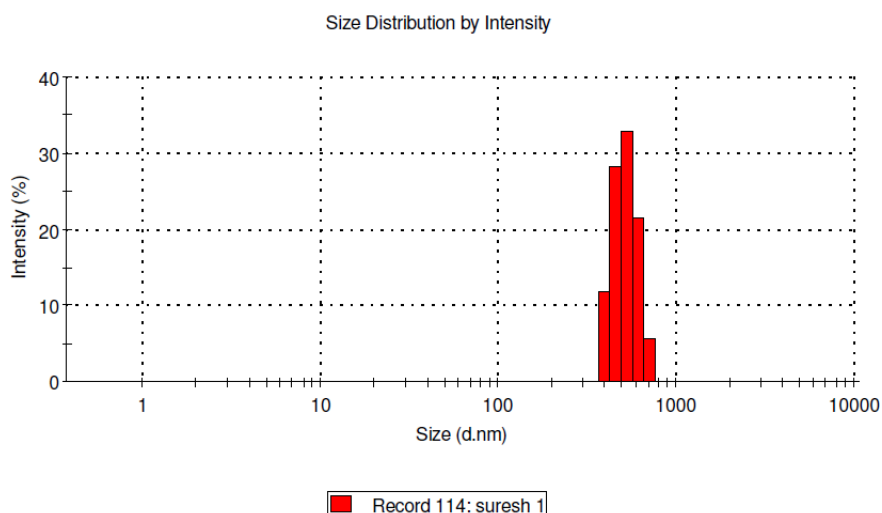


**Fig. 3: SEM images of ZnO nanoparticles**

EDAX results in Figure 1.4 further confirm the occurrence of the zinc oxide nanoparticles. Thus, the crystal studies are supporting the biosynthesis of the ZnO nanoparticles.



**Fig. 4: EDAX spectrum of ZnO nanoparticle**



**Fig. 5: PSA image of ZnO nanoparticle**

The average size of the nanoparticles and the statistical distribution of the size are determined using the particle size analyzer (Malvern). The results are shown in Figure 1.5. The particle size of zinc oxide nanoparticles are found to be in the statistical range starting from 100 to 800 nm.



#### 4. Conclusion

The results of the Phytochemical screening reveal that the ethanolic extract of *Pavetta indica* Linn. contains the phytoconstituents - alkaloids, carbohydrate, tannins, steroidal glycosides, steroids, flavonoids, etc. The GCMS analysis of ethanolic extracts indicates the presence of 36 phytoconstituents belonging to the types of acids, alkanes, amines, esters and phenolic compounds. Hence the medicinal plant *Pavetta indica* Linn. has been found to possess significant phytoconstituents that might be attributed to the medicinal characteristics. An antibacterial result has shown that the plant inhibits the growth of both gram positive and negative bacterial species. The synthesized Zinc oxide nanoparticles were confirmed to be in the acceptable statistical distribution of size.

#### 5. References

1. Anitha Siromani, Kiruba Daniel, Garima Singhal, Riju Bhavesh, Kunalkasaraiya, Ashish Rajanan Sharma, Rajendra Pal Singh "Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum sanctum* (Tulsi) leaf extract and screening its antimicrobial activity". *Journal of Nanoparticle Research*, 2011, Vol.13, pp. 2981-2988.
2. Patete, J. M., Peng, X., Koenigsmann, C., Xu, Y., Karn, B. and Wong, S.S. *Green Chemistry*, 2011, Vol. 13, pp. 482.
3. The Wealth of India, *A dictionary of Indian raw materials and industrial products, Raw materials*, Publications and Information Directorate, CSIR, New Delhi, 1991, pp. 282-283.
4. Bur Kill, H. M., *The Useful Plants of Western Tropica*, 1985, Vol.4. Africa.
5. Ramamoorthy, J., Venkatramanan, S., Meena, R., Devi, A. P., Satkar Prasad, "Phytochemical investigation of *Pavetta indica* Linn", *Indian Journal of Chemical Science*, 2011, Vol. 9, pp. 397-402.
6. Prasad, K., Moulekhi, K., Bisht, G., "Chemical composition of the essential oil of *Pavetta indica* Linn. leaves", *Research Journal of Phytochemistry*, 2011, Vol.5, pp. 66-69.
7. Ramamoorthy, J., Physio – Phytochemical screening and Diuretic activity of leaves of *Pavetta indica* Linn., *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2010, Aug. 1.
8. Subhash, C. *et al.*, Evaluation of anti-inflammatory potential of *Pavetta indica* Linn. leaf extract (family: Rubiaceae) in rats, *Phytotherapy Research*, 2008, Vol. 17, pp. 817-820.
9. Golwala, D. K. *et al.*, Analgesic activity of Ethanolic leaf Extract of *Pavetta indica* Linn, *International Journal of Pharmaceutical Science and Drug Research*, 2009, Vol. 1, pp. 119-120.
10. Vinod Kumar Gupta, Charanjeet Kaur, Aritra Simlai and Amit Roy (2013) Antimicrobial activity of *Pavetta indica* Linn leaves, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2013, Vol. 3, pp. 78-82.

11. Lakshmi, S. *et al.*, Antipyretic Activity of *Pavetta indica* Linn (Rubiaceae) Leaf Extract, Selected issues in ethnopharmacology. Division of Pharmacognosy and Phytochemistry, Department of Pharmaceutical Technology, 2009, Jadavapur University, Kolkata, India.
12. Evans, W. C., Trease and Evans, Pharmacology, 2006, 15<sup>th</sup> Edition, Reed Elsevier India Pvt Ltd., New Delhi.
13. Harbone, J. B., *A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*, 1998, 3<sup>rd</sup> Edition, Kluwer Academic Publisher, U.S.A.
14. Harbone, J. B., *Phytochemical Methods*, 1928, 2<sup>nd</sup> Edition.
15. Ganesh, S., Jannet Vennila, J., Phytochemical Analysis of *Acanthus ilicifolius* and *Avicennia officinalis* by GC-MS, *Research Journal of Phytochemistry*, 2011, Vol.5, pp. 60-65.
16. Elumalai, S., Velmurugan, S., Ravi, V., Kathiravan, S., Ashokkumar, *Material Science in. Semiconductor Processing*, 2015, Vol. 34, pp.365.
17. Pradheesh, G., Suresh, S., Alex Ramani, V., Phytochemical Screening and GC-MS analysis of methanolic extract of *Pisonia grandis* R. Br. *International Journal of Chemical Sciences*, 2015, Vol.13, pp. 1295-1304.
18. Sileshi Woldeyes, Legesse Adane, Yinebeb Tariku, Diriba Muleta and Tadesse Begashaw, Evaluation of Antibacterial Activities of Compounds Isolated From *Sida rhombifolia* Linn. (Malvaceae), *Natural Products Chemistry and Research*, 2012, Vol. 1, pp. 2-8.
19. Samira Bagheri, Chandrappa K. G, Sharifah Bee Abd Hamid. Facile synthesis of nano-sized ZnO by direct precipitation method. *Der Pharma Chemica*, 2013, Vol.5, pp. 265-270.

## Excess Volume, Viscosity, Heat of Mixing and IR Spectral Studies of Some Binary Liquid Mixtures involving H-Bond

**S. Johnson, Dr. A. Rose Venis & Dr. X. Rosario Rajkumar**

Department of Chemistry, St. Joseph's College (Autonomous)  
Tiruchirappalli

### Abstract

Densities and viscosities of binary liquid mixtures of 1,2-propanediol + cyclohexanone, 1,2-propanediol + benzaldehyde and 1,2-propanediol + methylbenzoate were measured at 308.15 K and 318.15 K over entire range of composition. From the density ( $\rho$ ) and viscosity ( $\eta$ ) data the excess thermodynamic properties, viz., the excess volume ( $V^E$ ), molar volume ( $V$ ), deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ), interaction parameter ( $d$ ) and excess Gibbs free energy of activation of viscous flow ( $\Delta G^{*E}$ ) were calculated. The values of excess parameters namely  $V^E$ ,  $\Delta\eta$  and  $\Delta G^{*E}$  were fitted to Redlich Kister type polynomial equation. Further heat of mixing and IR spectra were studied at equimolar concentration. From these results, the nature of interaction has been discussed in terms of intermolecular interaction between the mixing components.

**Key words:** Excess volume, Deviation in viscosity, Excess Gibbs free energy of activation of viscous flow. Heat of mixing and IR-Study.

### INTRODUCTION

Physico-chemical and thermodynamic investigations play an important role in helping to understand the nature and extent of patterns of molecular aggregation that exists in binary liquid mixtures and their sensitivities to variation in composition and molecular structure of pure components [1]. A full understanding of thermodynamic and transport properties of binary liquid mixtures is essential in many chemical engineering processes such as separation process, design calculation, heat transfer, mass transfer, fluid flow and so forth [2].

The present work is focused on the study of molecular interactions in binary liquid mixtures of 1,2-propanediol + cyclohexanone, 1,2-propanediol + benzaldehyde and 1,2-propanediol + methylbenzoate and reported experimental data such as density ( $\rho$ ) and viscosity ( $\eta$ ) at 308.15 K and 318.15 K over the whole composition range. From the experimental density and viscosity data, the values of excess volume ( $V^E$ ), deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ), molar volume ( $V$ ), interaction parameter ( $d$ ) and excess Gibbs free energy of viscous flow ( $\Delta G^{*E}$ ) were calculated respectively.

1,2-propanediol is self associated component through intermolecular and intramolecular hydrogen bonding and the dipole moment value is  $\mu = 2.27$  D.

Cyclohexanone exhibits weak dipole-dipole interaction in pure state and dipole moment value is  $\mu = 3.01$  D. Benzaldehyde and methyl benzoate are polar, non-associated in solution, flavour components and the dipole moment values are  $\mu = 2.89$  D,  $\mu = 1.94$  D and good hydrogen bonding acceptors. A survey of literature has shown that no experimental physico-chemical studies for the above binary liquid mixtures were reported earlier.

## EXPERIMENTAL METHODS

The chemicals used in the present study are analytical grade (Merck) and further purified by standard methods [3,4]. Before use, the chemicals were dried by suitable drying agents to remove the water content, if any. The mixtures were prepared by knowing mass and were kept in special air tight glass stoppered conical type bottles to avoid evaporation. The weighing measurements were performed on a Shimadzu AUY 220 Japan electronic digital balance with precision of  $\pm 0.0001$  g.

The density of pure liquids and their liquid mixtures were measured by using special type specific gravity bottle of 10 ml capacity with an accuracy  $\pm 0.0001$  g. The specific gravity bottle containing solution was immersed in a constant temperature water bath (Guna company) measured at 308.15 and 318.15 K. Each reported values are the average of at least three measurements.

The viscosity of pure liquids and their liquid mixtures were measured by using in Ostwald viscometer of 10 ml capacity. The viscosities at temperature 308.15 and 318.15 K were measured. The time given to attain thermal equilibrium for the content of viscometer was 15 min. The time of flow was measured with an accurate stop watch which is capable of measuring time to within 0.01 s. Three sets of reading for the flow time were taken and the average values were taken for each pure liquids and liquid mixtures.

### Heat of Mixing

Heat of mixing of binary liquid mixtures were measured with calorimeter (Dewar flask) at equimolar concentration.

### IR study

IR spectra for pure liquids and equimolar liquid mixtures were recorded by Perkin Elmer FT-IR.

## RESULTS AND DISCUSSION

Comparison of experimental density ( $\rho$ ) and viscosity ( $\eta$ ) values with literature values for pure 1,2-propanediol, cyclohexanone, benzaldehyde and methylbenzoate are presented in Table-1. There is a good agreement with literature values at 308.15 and 318.15 K temperature for both density ( $\rho$ ) and viscosity ( $\eta$ ).

The densities ( $\rho$ ) and viscosities ( $\eta$ ) of given binary mixtures at 308.15 K and 318.15 K are presented in Tables 2-7, which also include the values of excess thermodynamic function viz., Excess volume ( $V^E$ ), deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ), molar volume ( $V$ ) and excess Gibbs free energy of activation of viscous flow ( $\Delta G^{*E}$ ). It can be seen that variation of density and viscosity with composition of binary mixture is non-linear which indication the presence of molecular interaction [20].

The excess volume of the given binary liquid mixtures was evaluated from the molar volumes of mixtures and that of its pure components  $V_1$  and  $V_2$  using the equation (1) [21].

$$V^E = \left( \frac{x_1 M_1 + x_2 M_2}{\rho_{mix}} \right) - \left( \frac{x_1 M_1}{\rho_1} \right) - \left( \frac{x_2 M_2}{\rho_2} \right) \quad \dots (1)$$

The molar volume ( $V$ ) of mixture and their pure liquids components were calculated from the measured density ( $\rho_{mix}$ ) and pure liquids (1 and 2) using the following equation (2) [22].

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{x_i m_i}{\rho} \quad \dots (2)$$

where  $x_1, x_2$  are the molefraction of the individual components of binary liquid mixtures respectively,  $V_1 = \frac{M_1}{\rho_1}$  and  $V_2 = \frac{M_2}{\rho_2}$ ,  $M_1$  and  $M_2$  are the molecular weight of the components 1 and 2.  $\rho_1, \rho_2$  and  $\rho$  densities of the pure components 1, 2 and of the binary mixtures.

Viscosities of binary liquid mixtures and their pure liquids were calculated by using the following equation (3) [23].

$$\eta = \left( At - \frac{B}{t} \right) \rho \quad \dots (3)$$

where A and B are characteristic constant, t-is the time flow,  $\rho$ - is the density.

The deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ) of the binary liquid mixtures was calculated from the observed viscosity of mixtures ( $\eta_{mix}$ ) and that of its pure components using the equation (4) [24].

$$\Delta\eta = \eta_{mix} - (x_1 \eta_1 + x_2 \eta_2) \quad \dots (4)$$

where  $\eta_{mix}$  is the viscosity of binary liquid mixtures and  $\eta_1$  and  $\eta_2$  are the viscosity of pure component 1 and 2,  $x_1$  and  $x_2$  are the mole fraction of the components 1 and 2.

Grunberg and Nissan [25] put forward logarithmic relation between viscosity of binary liquid mixtures and their pure components in equation (5).

$$\Delta \ln \eta_{\text{mix}} = x_1 \ln \eta_1 + x_2 \ln \eta_2 + x_1 x_2 d \quad \dots (5)$$

where  $d$  is interaction parameter regarded as a measure of strength of interaction between mixing component molecules.

Excess Gibbs free energy of activation of viscous flow ( $\Delta G^{\text{E}}$ ) values for the liquid mixtures were computed from the following equation (6) [26].

$$\Delta G^{\text{E}} = RT [\ln(\eta_{\text{mix}} V) - (x_1 \ln(\eta_1 V_1) + x_2 \ln(\eta_2 V_2))] \quad \dots (6)$$

where  $R$  is gas constant,  $T = 308.15 \text{ K}$  and  $318.15 \text{ K}$ .

Excess values of other parameter are calculated using the relation (7)

$$A^{\text{E}} = A_{\text{exp}} - A_{\text{id}} \quad \dots (7)$$

$A_{\text{id}} = \sum x_i A_i$ ,  $x_i$  and  $A_i$  are the mole fraction and parameters of the  $i^{\text{th}}$  component liquid.

All the calculated excess values were fitted to Redlich-Kister type polynomial equation (8).

$$A^{\text{E}} = x_1 x_2 [a + b(x_1 - x_2) + c(x_1 - x_2)^2] \quad \dots (8)$$

by the method of least square to derive the adjustable parameter  $a$ ,  $b$  and  $c$ . From these  $a$ ,  $b$  and  $c$  values, theoretical values for all the excess parameters were calculated using the following relation (9).

$$\sigma = \left[ \left( \left( A_{\text{exp}}^{\text{E}} - A_{\text{cal}}^{\text{E}} \right)^2 / (n - m) \right) \right]^{1/2} \quad \dots (9)$$

where  $n$  is the number of measurements and  $m$  is the number of adjustable parameters. The values of  $a$ ,  $b$ ,  $c$  and  $\sigma$  are given in the Table-8.

**Table 1.1:**  
**Comparison of density ( $\rho$ ) and viscosity ( $\eta$ ) values with literature values of pure liquids at 308.15 K and 318.15 K**

Name of the Components	Temperature K	Density $\rho/\text{g cm}^{-3}$		Viscosity $\eta/\text{m Pa.s}$	
		Expt.	Lit.	Expt.	Lit.
1,2-propanediol	308.15	1.0256	1.0251 [5]	21.3250	25.2200 [6]
	318.15	1.0199	1.0180 [7]	12.7391	12.7800 [8]
Cyclohexanone	308.15	0.9290	0.9306 [9]	1.3140	1.6562 [10]
	318.15	0.9237	0.9225 [11]	1.0640	1.3700 [12]
Benzaldehyde	308.15	1.0353	1.0324 [13]	1.0387	1.2490 [14]
	318.15	1.0254	1.0266 [15]	0.9542	1.0234 [16]
Methyl benzoate	308.15	1.0698	1.0706 [17]	1.4628	1.5100 [18]
	318.15	1.0623	1.0612 [19]	1.2654	1.2818 [20]

**Table 1.2:**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) +  
 Cyclohexanone (2) at 308.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	0.9290		1.3140				105.4898	
0.1015	0.9369	-0.0851	2.7793	-0.5658	0.4663	-5.0737	102.2288	1.2056
0.2030	0.9452	-0.1612	4.5808	-0.7954	0.6831	-3.6626	98.97688	1.7698
0.2900	0.9531	-0.2576	6.1230	-0.9942	0.7308	-3.4393	96.1583	1.8964
0.3905	0.9625	-0.3347	8.0197	-1.1086	0.7206	-3.6377	92.9366	1.8735
0.4949	0.9728	-0.4091	10.1218	-1.0956	0.6624	-4.2951	89.5956	1.7248
0.6010	0.9824	-0.3290	12.4745	-0.8661	0.5757	-5.5996	86.3559	1.5040
0.6800	0.9900	-0.2617	14.2855	-0.6360	0.4911	-7.3045	83.9514	1.2861
0.7804	0.9999	-0.1505	16.4953	-0.4352	0.3552	-11.4807	80.9211	0.9341
0.8916	1.0123	-0.0744	18.9065	-0.2493	0.1817	-25.5944	77.5179	0.4799
1.0000	1.0256		21.3250				74.2005	



**Table 1.3:**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) +  
 Cyclohexanone (2) at 318.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	0.9237		1.0640				106.0950	
0.1015	0.9318	-0.1081	2.0362	-0.2128	0.3971	-2.7322	102.7917	1.0611
0.2030	0.9403	-0.2099	3.0674	-0.3667	0.5548	-2.3776	99.4948	1.4866
0.2900	0.9481	-0.2984	4.0184	-0.4313	0.6089	-2.4071	96.6675	1.6344
0.3905	0.9574	-0.3704	4.9804	-0.6427	0.5740	-2.7284	93.4317	1.5457
0.4949	0.9678	-0.4525	6.0926	-0.7494	0.5164	-3.3562	90.0631	1.3933
0.6010	0.9772	-0.3610	7.5468	-0.5339	0.4670	-4.4597	86.8147	1.2643
0.6800	0.9847	-0.2853	8.6715	-0.3316	0.4098	-5.8833	84.4034	1.1121
0.7804	0.9947	-0.1905	9.9173	-0.2579	0.2948	-9.3730	81.3377	0.8035
0.8916	1.0070	-0.0977	11.3180	-0.1556	0.1508	-21.1181	77.9298	0.4130
1.0000	1.0199		12.7391				74.6151	

**Table 1.4:**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) +**  
**Benzaldehyde (2) at 308.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	1.0353		1.0387				102.4824	
0.1025	1.0351	-0.0497	1.8548	-1.2632	0.2701	-3.1620	99.5338	0.7019
0.2103	1.0347	-0.0889	3.9582	-1.3439	0.7024	-2.6928	96.1690	1.8426
0.2945	1.0344	-0.1205	5.5969	-1.4161	0.7943	-2.7439	94.0329	2.0581
0.4005	1.0340	-0.1651	7.5720	-1.5914	0.7762	-3.1744	90.9903	2.0152
0.5049	1.0336	-0.2065	9.4232	-1.8581	0.6794	-4.0124	87.9964	1.7679
0.6048	1.0320	-0.1540	11.6619	-1.6459	0.5907	-5.3491	85.2235	1.5412
0.6934	1.0307	-0.1158	13.6639	-1.4413	0.4814	-7.4200	82.7559	1.2592
0.7925	1.0292	-0.0767	15.7714	-1.3442	0.3254	-12.0361	79.9923	0.8544
0.9016	1.0275	-0.0505	18.1002	-1.2287	0.1334	-28.2425	76.9329	0.3529
1.0000	1.0256		21.325				74.2005	

**Table 1.5:**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) + Benzaldehyde (2) at 318.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	1.0254		0.9542				103.4718	
0.1025	1.0257	-0.0692	1.5412	-0.6210	0.2138	-1.9454	100.4448	0.5757
0.2103	1.0256	-0.1076	2.6892	-0.7408	0.4910	-2.0212	97.0163	1.3433
0.2945	1.0257	-0.1491	3.5623	-0.8626	0.5541	-2.1773	94.8244	1.4894
0.4005	1.0257	-0.1914	4.7371	-0.9370	0.5644	-2.5722	91.7233	1.5204
0.5049	1.0258	-0.2339	5.8978	-1.0066	0.5130	-3.2723	88.6682	1.3851
0.6048	1.0247	-0.1871	7.1484	-0.9333	0.4464	-4.3946	85.8322	1.2094
0.6934	1.0237	-0.1385	8.3220	-0.8039	0.3688	-6.1132	83.3241	1.0023
0.7925	1.0226	-0.0993	9.5594	-0.7344	0.2506	-9.9468	80.5036	0.6843
0.9016	1.0216	-0.0757	10.9307	-0.6488	0.1019	-23.4170	77.3790	0.2807
1.0000	1.0199		12.7391				74.6151	

**Table 1.6:**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) +**  
**Methyl benzoate (2) at 308.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	1.0698		1.4628				127.2200	
0.0987	1.0678	-0.0940	3.2905	0.0136	0.5843	-6.4812	109.1710	2.4827
0.2023	1.0658	-0.1848	5.5264	0.0455	0.7871	-4.0065	116.3094	2.0663
0.2946	1.0640	-0.2992	7.3794	0.0652	0.8289	-3.6302	111.3013	2.1882
0.4038	1.0611	-0.3813	9.5670	0.0838	0.7960	-3.8159	105.4294	2.1157
0.4950	1.0588	-0.4847	11.3895	0.0950	0.7260	-4.3949	100.4907	1.9394
0.6097	1.0531	-0.3978	13.6492	0.0764	0.5996	-5.8500	94.4962	1.6165
0.6895	1.0482	-0.2850	15.2136	0.0544	0.4939	-7.6525	90.5052	1.3330
0.8054	1.0409	-0.1920	17.4925	0.0327	0.3233	-13.3344	84.3261	0.8873
0.8937	1.0342	-0.0831	19.2333	0.0197	0.1816	-26.2543	79.7534	0.5033
1.0000	1.0256		21.3250				74.2005	

**Table 1.7**  
**Densities, Viscosities and Excess Properties of Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) +**  
**Methyl benzoate (2) at 318.15 K**

$x_1$	$\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\eta$ (mPa.s)	$\Delta\eta$ (mPa.s)	$\Delta\ln\eta$ (mPa.s)	$d$	$V$ (cm <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^{*E}$ (kJ. mol <sup>-1</sup> )
0.0000	1.0623		1.2654				128.1182	
0.0987	1.0604	-0.0988	2.3953	0.1240	0.4337	-4.6870	109.9269	2.1670
0.2023	1.0589	-0.2228	3.8255	0.2390	0.6391	-3.0119	117.0717	1.7414
0.2946	1.0571	-0.3242	4.9909	0.3453	0.6919	-2.7988	112.0320	1.8965
0.4038	1.0551	-0.4813	6.3544	0.4559	0.6813	-3.0019	106.0324	1.8790
0.4950	1.0528	-0.5675	7.5585	0.6136	0.6442	-3.4918	101.0667	1.7844
0.6097	1.0471	-0.4566	8.7606	0.4997	0.5269	-4.7356	95.0409	1.4756
0.6895	1.0424	-0.3442	9.5322	0.3545	0.4268	-6.2558	91.0117	1.1975
0.8054	1.0352	-0.2338	10.7262	0.2199	0.2774	-10.9960	84.7931	0.7937
0.8937	1.0284	-0.1046	11.6284	0.1090	0.1543	-21.7486	80.1980	0.4469
1.0000	1.0199		12.7391				74.6151	

**Table 1.8:**

Adjustable parameters a, b and c for Redlich – Kister polynomial equation with the standard deviation ( $\sigma$ ) for excess volume ( $V^E$ ), deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ) and excess Gibbs free energy of activation of flow ( $\Delta G^{*E}$ ) for binary mixtures of 1,2-propanediol+ cyclohexanone, 1,2-propanediol + benzaldehyde and 1,2-propanediol + methyl benzoate at temperature 308.15K and 318.15 K

Temperature	Parameters	a	b	c	$\sigma$
<b>1,2-propanediol + Cyclohexanone</b>					
308.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-1.4839	0.1358	1.3782	0.0197
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	-4.0999	2.2807	0.5427	0.0645
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	6.8825	-4.4890	3.5493	0.0514
318.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-1.6261	1.8799	1.1432	0.0172
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	-2.5170	0.7377	1.8252	0.0252
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	5.6931	-3.7644	3.6806	0.0540
<b>1,2-propanediol + Benzaldehyde</b>					
308.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-0.7068	0.0432	0.4973	0.0065
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	-6.3665	-0.1096	-7.6824	0.1161
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	7.5607	-4.4049	-0.2451	0.0070
318.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-0.8146	0.0293	0.3624	0.0045
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	-3.6806	0.0510	-3.5460	0.0533
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	5.7896	-2.9445	-0.2406	0.0053
<b>1,2-propanediol + Methyl Benzoate</b>					
308.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-1.7334	0.0243	1.4924	0.0189
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	0.3516	-0.0455	-0.3017	0.0039
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	7.1899	-7.4233	9.7251	0.1486
318.15K	$V^E(\text{cm}^3\text{mol}^{-1})$	-2.0524	-0.0254	1.7977	0.0230
	$\Delta\eta(\text{mPa.s})$	2.1363	-0.1740	-1.8524	0.0234
	$\Delta G^{*E} (\text{KJ mol}^{-1})$	6.5154	-6.1890	7.7381	0.1200

The excess volumes of binary mixtures of 1,2-propanediol + cyclohexanone, 1,2-propanediol + benzaldehyde and 1,2-propanediol+methylbenzoate were measured at 308.15 K and 318.15 K over the entire molefraction range. The experimental excess volumes are recorded in Tables 2-7 and plotted as a function of composition in Fig.1 and 2. The parameters a, b, and c are presented in Table 7 along with standard deviation  $\sigma$ .

The sign of  $V^E$  depends upon the contraction and expansion in volume of the liquids due to mixing. The factors that are mainly responsible for the expansion of excess volume, i.e., positive values of  $V^E$  are the following (i) breaking of the structure of one or both of the components in solution i.e., loss of dipolar association between the molecules. (ii) H – bond rupture and stretching of self associated molecules. (iii) The geometry of the molecular structures which does not favour the fitting of molecules of one component into other molecules of second component. (iv) Steric hindrance of the molecules. The negative values of  $V^E$  are due to the (i) association of molecules through the formation of hydrogen bond, i.e., strong specific interactions (ii) accommodation of molecules because of large difference in their molar volumes [27].

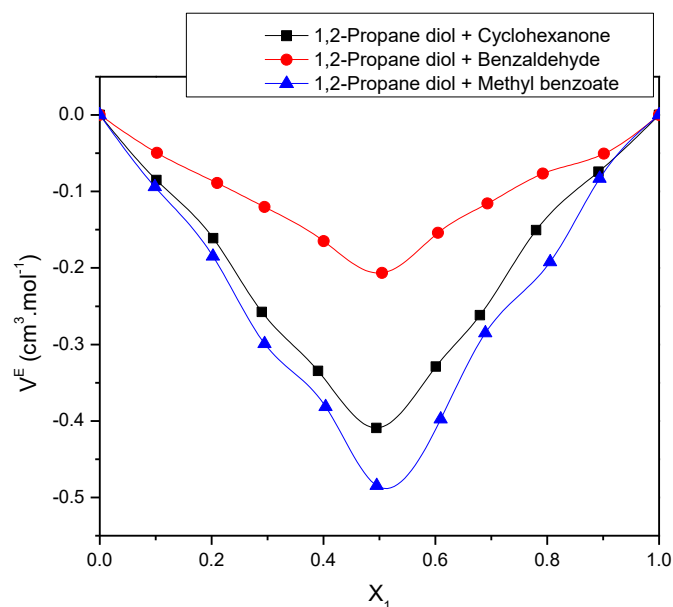
The  $V^E$  values are found to be negative for all the studied three binary mixtures over the entire composition range at 308.15 K and 318.15 K. Fig. 1 and 2 represent the variation of excess volume for cyclohexanone, benzaldehyde, methylbenzoate with molefraction of 1,2-propandiol respectively. The  $V^E$  versus  $x_1$  curves are unsymmetrical. The negative  $V^E$  values indicate the existence of specific interactions like dipole-dipole and hydrogen bonded interaction between the unlike molecules of the mixing components.

When 1,2-propanediol is diluted with cyclohexanone, benzaldehyde or methyl benzoate gets completely soluble. This is due to the hydrogen bonding ( $\text{OH} \cdots \text{O} = \text{C}$ ) between the OH group of 1,2-propandiol molecule with  $\text{C}=\text{O}$  group of cyclohexanone, benzaldehyde and methylbenzoate molecules. Therefore negative  $V^E$  values are observed for all the three binary liquid mixtures.

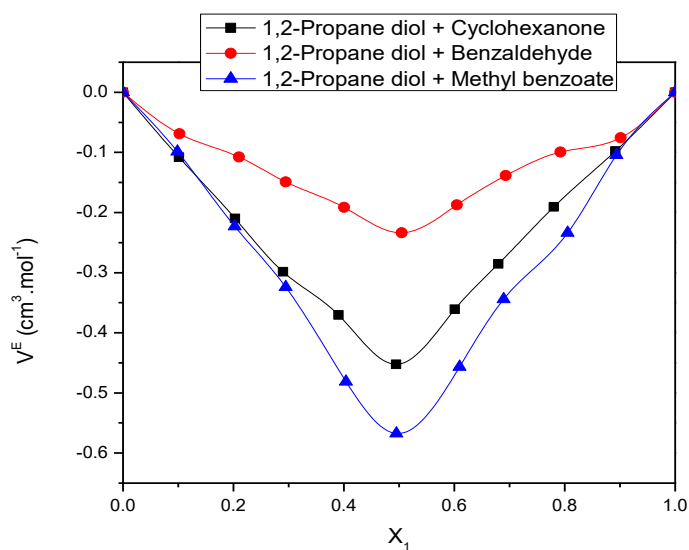
Another negative contribution to  $V^E$  is due to geometrical fitting of smaller molecules into the voids created by larger molecules. Since the molar volumes of 1,2-propanediol, cyclohexanone, benzaldehyde and methyl benzoate are  $74.2005 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$ ,  $105.4898 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$ ,  $102.4824 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$  and  $127.2200 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$  at 308.15K. This implies that the molecules in the liquid mixture are more compact than that of corresponding pure liquids. The negative  $V^E$  values and strength of interactions in the present investigated systems follow the order:

1,2-propanediol + methylbenzoate > 1,2-propanediol + cyclohexanone > 1,2-propanediol + benzaldehyde

When temperature is increased from 308.15K to 318.15K the negative values become more negative, This may due to increase in kinetic energy and rate of association of dipolar interaction between the unlike molecules. Hence there is increase in attractive interaction with rise in temperature.



**Fig. 1.1: Excess volume versus mole fraction curve for Binary Liquid Mixture of 1,2- Propanediol with Cyclohexanone, Benzaldehyde and Methyl benzoate at 308.15K.**



**Fig.1.2: Excess volume versus mole fraction curve for Binary Liquid Mixture of 1,2-Propanediol with Cyclohexanone, Benzaldehyde and Methyl benzoate at 318.15K.**



The calculated values of  $\Delta\eta$ ,  $\Delta\ln\eta$  and  $d$  are presented in Tables 2-7 over the entire range of composition at 308.15 K and 318.15 K. Negative values of  $\Delta\eta$ ,  $d$  and positive values of  $\Delta\ln\eta$  are observed over the whole concentration range at both temperatures except in the system of 1,2-propanediol + methylbenzoate for which  $\Delta\eta$  is positive. The variation  $\Delta\eta$  gives a qualitative estimation of strength of molecular interaction and viscous nature of liquid mixture. The negative values of  $\Delta\eta$  indicate the domination of weak forces and the positive values suggest the presence of strong interaction between the unlike molecules [28].

When temperature is increased, the  $\Delta\eta$  and  $d$  values are decreased. The strong positive deviation in viscosity ( $\Delta\eta$ ) for 1,2-propanediol + methyl benzoate system would imply that (i) the mixture is more viscous than the other binary mixtures. The remaining two mixtures are less viscous and can flow more easily than that of corresponding pure liquids due to negative deviation of  $\Delta\eta$  and  $d$ . (ii) the strong specific interaction i.e., stronger hydrogen bonding interaction as incorporated by the large negative  $V^E$  values. Therefore, the viscous nature of liquid mixtures are in the following order:

1,2-propanediol + methylbenzoate > 1,2-propanediol + cyclohexanone > 1,2-propanediol + benzaldehyde

The variation of  $\Delta\eta$  in the present study suggest specific interactions such as new hydrogen bond between unlike molecules and dipole-dipole interactions are dominant.

The values of Gibbs free energy of activation of viscous flow ( $\Delta G^{*E}$ ) are recorded in Tables 2-7 at 308.15 K and 318.15 K for all the studied three binary liquid mixtures over entire molefraction range.  $\Delta G^{*E}$  values are positive throughout whole concentration range at both temperatures. Negative values of  $\Delta G^{*E}$  indicate the presence of weak physical forces such as dispersive forces in the system. On the other hand, positive values of it suggest strong specific interactions [29]. These positive  $\Delta G^{*E}$  values are decreased when increasing temperature from 308.15 K to 318.15 K. The decrease in  $\Delta G^{*E}$  with increase in temperature in all of the mixtures suggests that the presence of strong specific interaction like H-bond between unlike molecules.

### Heat of Mixing

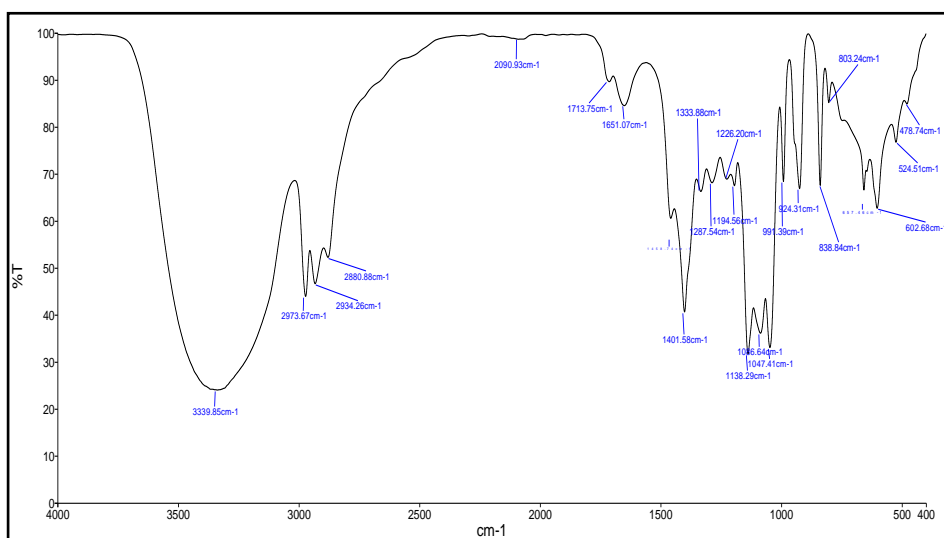
The heat of mixing value of the given binary systems at equimolar concentration were measured with a calorimeter. Generally, heat of mixing of binary and ternary liquid mixtures may be influenced by two factor such as (i) The absorption of heat [Endothermic] due to the dissociation of self associated liquids. (ii) The second factor is the liberation of heat [Exothermic] as result of hydrogen bonding formation between the component molecules [30].

Positive  $\Delta H$  values are found out for the binary mixtures of 1,2-propanediol + cyclohexanone, 1,2-propanediol + benzaldehyde and 1,2-propanediol + methyl

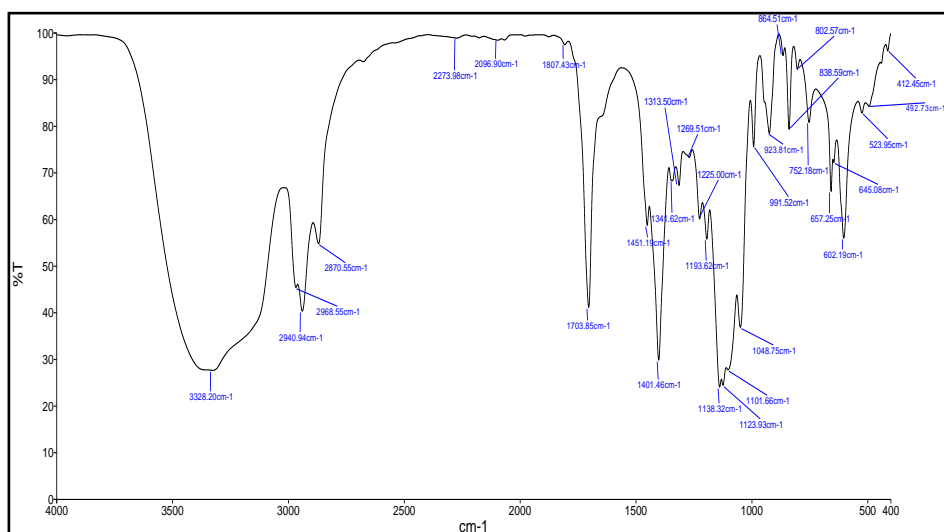
benzoate shows endothermic effect which is due to absorption of heat during the process of mixing of liquids. The  $\Delta H$  values are  $1066.5 \text{ J.mol}^{-1}$ ,  $932.3 \text{ J.mol}^{-1}$  and  $997.5 \text{ J.mol}^{-1}$ . These less positive  $\Delta H$  values reveal the presence of a specific interaction like hydrogen bond formation between the unlike molecules.

### FT-IR Study

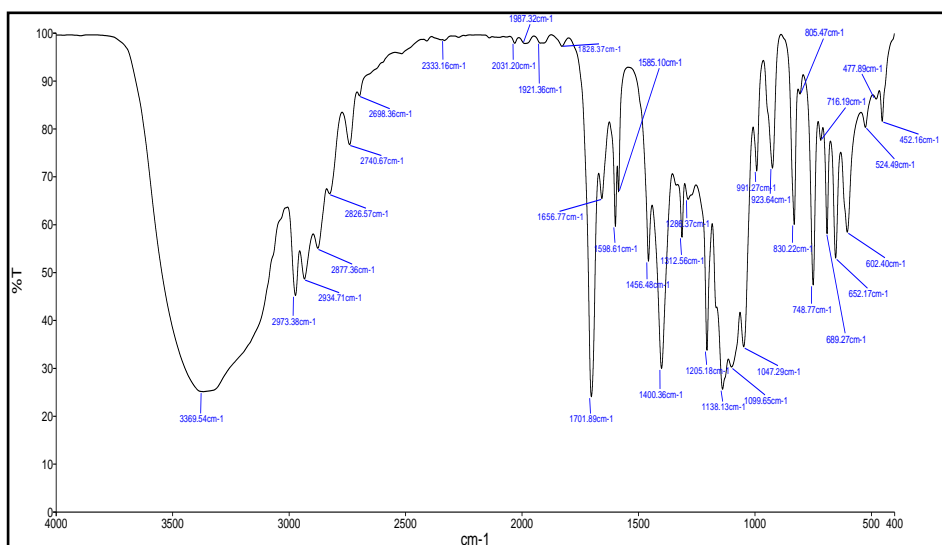
FT-IR spectra for pure 1,2-propanediol, cyclohexanone, benzaldehyde, methyl benzoate along with binary liquid mixture at equimolar concentration are recorded. The pure 1,2-propanediol exhibits -OH peak at  $3339.8 \text{ cm}^{-1}$  and no OH peak is observed for cyclohexanone, benzaldehyde, methylbenzoate. Upon mixing, there is significant absorption frequency caused by stronger intermolecular H-bonding between the unlike molecules. It is clearly observed that for mixtures peaks appear at  $3328.2 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3369.5 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3327.9 \text{ cm}^{-1}$  and the spectrum is broad. These are clearly depicted in Figures 3-6. This may be due to formation of intermolecular hydrogen bond between OH group of 1,2-propanediol with C=O group of cyclohexanone, benzaldehyde and methyl benzoate. The bands that result from intermolecular hydrogen bonding appear at lower energies [31]. This strongly supports the conclusion drawn from  $V^E$ ,  $\Delta\eta$  and  $\Delta G^{*E}$  data.



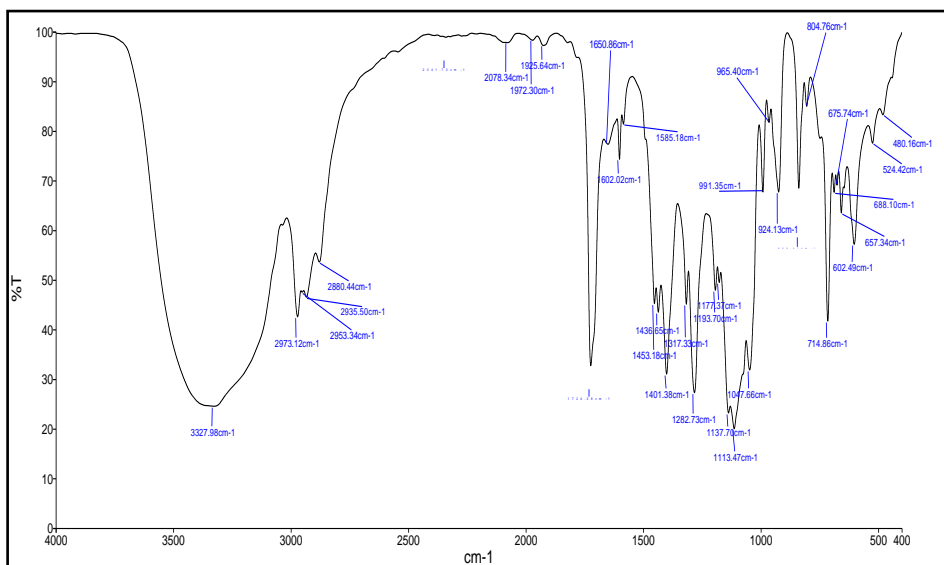
**Fig. 3: FTIR – Spectra for pure 1,2-Propanediol Molecules**



**Fig. 4: FTIR – Spectra for Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) + Cyclohexanone (2) at equimolar concentration.**



**Fig. 5: FTIR – Spectra for Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) + Benzaldehyde (2) at equimolar concentration.**



**Fig. 6: FTIR – Spectra for Binary Liquid Mixtures of 1,2-Propanediol (1) + Methyl benzoate (2) at equimolar concentration**

### Conclusion

The densities and viscosities for binary liquid mixtures of 1,2-propanediol with cyclohexanone, benzaldehyde or methylbenzoate are determined experimentally, at 308.15 and 318.15 K over whole composition range. The value of  $V^E$ ,  $\Delta\eta$  and  $\Delta G^{*E}$  are calculated from experimental results at both temperatures and fitted to Redlich-Kister type polynomial equation and corresponding standard deviation is calculated. From the observed negative values of  $V^E$ ,  $\Delta\eta$  and the positive values of  $\Delta G^{*E}$  for the given analysed binary mixtures the following conclusions may be drawn:

1. The negative magnitude of  $V^E$  values suggest the formation of intermolecular hydrogen bonding and dipole-dipole interaction between the molecules.
2. The negative  $\Delta\eta$  values that for 1,2-propanediol+cyclohexanone, + benzaldehyde show that the mixture is less viscous and positive  $\Delta\eta$  values for 1,2-propanediol + methyl benzoate indicate that the mixture more viscous with reference to linear law.
3.  $\Delta G^{*E}$  values reveal that there would be specific interaction between the component molecules.
4. The less positive values of  $\Delta H$  indicate attractive interaction among the unlike molecules.
5. FT-IR spectra reveals the formation of intermolecular hydrogen bonding between unlike molecules.

## References

1. Hossein Zarei. A, Jalili. F, "Densities and derived thermodynamic properties 2-methoxy ethanol + 1-propanol, or 2-propanol, or 1,2-propanediol," *J. Chem. Thermodyn*, 2006, vol.39, pp.55-66.
2. Jalal Basiri Parsa, Mahdiah Farshbaf Haghro, "Excess molar volume and viscosity deviation for binary mixtures of polyethylene glycol dimethyl ether 250 with 1,2-alkanediols," *J. Chem. Thermodyn*, 2008, vol. 40, pp. 782-788.
3. AI. Vogel, A Text Book of Practical Organic Chemistry, Wiley eds., New York: 1989, pp.163-167.
4. Riddik. JA, Bunger. WB, Sakano. TK, Techniques of Organic Chemistry "Organic Solvent" Physical Properties and Method of Purification, Wiley eds., New York, 1986, pp. 197-206.
5. Hossein Zarei, A., Narjes Mirhidari, Zinab Zangeneh, "Densities, excess molar volumes, viscosity and refractive indices of binary and ternary liquid mixtures of methanol + ethanol + 1,2-propanediol," *J. Chem. Eng. Data*, 2009, vol. 54, pp. 847-854.
6. Mehrdad Moosavi, Ahamad Motahari, Abdollah Omrani, AbasAli Rostami, "Thermodynamic Study on some Alkanediol Solution," *Thermocimica Acta*, 2013, vol. 561, pp. 1-13.
7. Qun-Sheng Li, Yuan-Ming, Shui wang, "Densities and Excess molar volumes for Binary mixtures of 1,4-butanediol + 1,2-propanediol, +1,3-propanediol, and ethane 1,2-diol," *J. Chem. Eng. Data*, 2007, vol. 53, pp. 271-274.
8. John George, Nandhibatla, Sastry. V, "Densities, viscosities, speed of sound and Relative permittivities for water + alkanediols," *J. Chem. Eng. Data*, 2003, vol. 48, pp.1529-1539.
9. Thirumaran. S, Ramesh. J, "Acoustical and Excess Thermodynamical studies on 1-alkanols with DMA in cyclohexanone," *Rasayan. J. Chem*, 2009, vol. 2, pp. 733-7839.
10. Rosvenis, A., Rosario Rajkumar, X., "Molecular interactions in Ternary liquid mixtures of morpholine, cyclohexanone and 1-hexanol," *Orient J. Chem*, 2011, vol.27, pp. 105-111.
11. Sri Lakshmi, M., Ramesh Raju, R., Rambabu, C., Rama Rao, G.V., Narendra. K, "Study of molecular interactions in binary liquid mixtures containing higher alcohols," *RRJC*, 2013, vol.2, pp.12-23.
12. Md Nayeem. SK, Kondaiah. K, Sreekanth. K, Krishna Rao. D, "Thermoacoustic volumetric and viscometric investigations in binary liquid system of cyclohexanone with benzylbenzoate," *J. Chem .Thermodyn*, 2014, ID 487406, pp.1-13.
13. Saravankumr, K., Kubendran, T.R., "A volumetric and viscosity study for the binary mixtures of Benzaldehyde and pentan-1-ol," *Elixir. Journal. Chem. Engg*, 2011, Vol. 34, pp. 2589-2592.

14. Lavanya, T.G., Saravanakumar, K., Baskaran, R., Kubendran, T.R., "Density, Viscosity, Sound Speed and Thermoacoustical Parameters of Benzaldehyde with Chlorobenzene or Nitrobenzene", *J. Thermophysics*, 2013, Vol.34, pp.1280-1287.
15. Hamid Rafice, R., Farshid Frouzesh, "The study of partial and excess molar volumes for binary mixtures of nitrobenzene and benzaldehyde with xylene isomers", *J. Advanced Research*, 2016, vol.7, pp.769-780.
16. Palanil, R., "Excess Transport properties of Ternary mixtures of cresols with benzaldehyde and tetrachloromethane solution", *Dofodil International Univ. J. Sci and Techn*, 2012, Vol.7, pp.8-13.
17. Sreehari Sastry, Shaik Babu, Viswam. T, Ha sie Tiong, "Excess parameters for binary mixtures of alkyl benzoates with 2-Propanol," *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2014, vol.116, pp.923-935.
18. Manapragada, Rathnam, V., Sharad Mankumare Kumar, M.S.S., "Density, viscosity and speed of sound of (methyl benzoate+Cyclohexane, +n-hexane, + Heptane and +Octane," *J. Chem Eng Data*, 2010, Vol. 55, pp.1354-1358.
19. Madu Mohan, T., Sreehari Sastry, Murthy, V.R.K., "Thermodynamic, Dielectric and conformational studies on Hydrogen bonded Binary mixtures of propan-1-ol with methyl benzoate and Ethyl benzoate", *J. Soln. Chem.*, 2011, Vol. 40, pp.131-146.
20. Blanco, A. M., Ortega, J., Garcia, B., Leal, J. M., "Studies on densities and Viscosities of binary mixture of alkyl benzoates in n-heptane," *Thermochimica Acta*, 1993, Vol. 222, pp.127-136.
21. Rosari Rajkumar, X., Raman, K. V., Arulraj, S.J., "Excess volume of binary mixture of 1,2-dichloro ethane + n-alkanols (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>)," *Indian Acad. Sci*, Vol. 90, pp.417-126, January 1981.
22. Poonam Rathore, Mukhtar Singh, "Densities, viscosities and Excess thermodynamic properties of ternary liquid mixtures of nitrobenzene with polar and non polar solvents," *Indian. J. Chem*, 2006, Vol. 45A, pp. 2650-2657.
23. Amalendu, Rekha Gaba, "Viscosities of binary liquid mixtures of some alkoxy propanols with n-alkanols," *Indian. J. Chem*, 2007, Vol. 46A, pp.1763-177.
24. Arti Goyal, Mukhtar Singh, "Densities viscosities and thermodynamic excess properties of ternary liquid mixtures of aniline and methyl alcohol as common components and non polar solvents," *Indian J. Chem*, 2007, Vol.46A, pp.66-69.
25. Grunberg, L., Nissan, A. H., *Nature*, 1949, Vol. 164, pp.164-175.
26. Surabhi Singh, Mukhtar Singh, "Viscometric studies of molecular interactions in Ternary liquid mixtures of ethane-1,2-diol with some polar and non-polar solvents", *Indian J. Chem.*, 2002, Vol. 41A, pp. 1588-1592.

27. Sreehari Sastry. S, Ibrahim. SM, Tanuj kumar. L, Shaik Babu, Ha sie Tiong, "Excess Thermodynamic and accoustic properties for equimolar mixtures of ethylbenzoate and 1-alkanols with benzene," *IJERT*, 2015, Vol.4, pp. 315-324.
  28. Ignacio Gasion, Ana Mainar, M., Felix Royo, M., Jose Urieta, S., "Experimental viscosities and viscosity predictions of the Ternary mixture (Cyclhexanone + 1, 3-dioxalane +2-butanol)," *J. Chem. Eng. Data*, 2000, Vol. 45, pp. 751-755.
  29. Sankar, M. G., Ponneri, V., Kumar, K. S., Sivaram Babu Sakumuri, "Molecular interactions between amine and cylic ketones", *J. Therm. Anal. Calorim*, 2013, Vol. 115, pp. 1821-1827.
  30. Carlo Castellari, Romolo Francesconi, Fabio Comelli, "Excess molar enthalpies and hydrogen bonding in Binary mixtures containing Glycols or poly (ethylene Glycols) and 2-phenyl ethyl alcohol", *J. Chem. Eng. Data*, 2004, Vol. 49, pp. 1032 -1035.
  31. Mehdi Hasan, Apoorva Hiray, P., Ujjan Kadam, B., Dinesh Shirude, F., Keshave, J. Kurhe, Arun Sawant, B., "Densities, Viscosities, speed of sound, FT-IR and H-NMR studies of Binary Mixtures of n-Butyl acetate with ethanol, propane 1-ol, Butane 1-ol, and pentane 1-ol," *J. Soln. Chem.*, 2011, Vol. 40, pp. 415-429.
-

## A Brief Study on Molecular Interaction in a Binary Liquid Mixture at 308.15 K and 318.15 K

---

K. Uma Sivakami & Dr. A. Rose Venis

Department of Chemistry  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli

### Abstract

A study on thermodynamic parameters of liquids plays an important role for chemical engineering field. The thermodynamic and transport properties of acetophenone and nitrobenzene binary mixture were studied for two temperatures 308.15 K and 318.15 K. The density, viscosity, compressibility, molar volume, excess volume etc are calculated and the results are fitted to Redlich- Kister polynomial equation. The molecular interaction for the binary mixture was explained using the calculated data.

**Keywords:** acetophenone, density, molar volume, nitrobenzene, thermodynamic parameters.

### INTRODUCTION

Liquid phase is the intermediate phase between a solid and the gas phase. A solution is a homogeneous mixture of two or more liquids. A liquid mixture is obtained by mixing two, three or four homogeneous liquids called binary, ternary and quaternary liquid mixtures respectively. Based on Raoult's law liquid solutions are classified into two called real and ideal solutions. The interactions occurring between the molecules of liquid mixtures results in deviation from the ideal behaviour of liquid mixture [1]. The thermodynamic properties are useful in understanding the nature of interactions occurring between the molecules in liquid mixtures. Thermodynamic and transport properties of pure liquids as well as liquid mixtures plays vital role in various fields such as textile, oil, pharmaceutical, chemicals etc [2]. The measurements of density, viscosity, ultrasonic velocity and other thermodynamic parameters of liquid mixtures clearly explains the nature of interaction between the like and unlike molecules. The study of nature of interactions in liquid mixtures involving acetophenone with nitrobenzene have been explained by calculating the thermodynamic properties, nature of functional group present and influence of temperature. Acetophenone is an important industrial chemical, widely used as an ingredient for flavors as well as used in agrochemical industry [3]. The ability of the cyclic ethers to act as additives to gasoline due to their octane enhancing and pollution reducing properties makes it an industrial agent. Nitrobenzene is an aromatic hydrocarbon containing  $\text{NO}_2$  as a functional group. It is a versatile solvent used in synthetic and electrochemical research. It is an important raw material for the synthesis of explosives. In this paper, the study focuses on the measurement of density, viscosity, ultrasonic velocity [4], Effective molecular weight, free volume, free length, Wada's constant, Rao's constant, molar volume, relative



association for the binary liquid mixture of acetophenone + nitrobenzene at the temperatures of 308.15 and 318.15K. The aim of this work is to provide a set of data in order to catch the influence of the temperature on the molecular interactions between the above specified solvents of binary mixtures and to find out the nature of molecular interactions between these solvents.

## MATERIALS AND METHODS

Acetophenone and nitrobenzene used in the present work were of Analar grade (Merck, Mumbai, India and Loba, Mumbai, India), purified as described in the literature [5] The purity of sample was checked by comparing the measurements of density, viscosity and ultrasonic velocity with the available literature data's which are presented in Table-1. Liquid mixtures were prepared by weight by volume in airtight stoppered bottles using an analytical balance with an accuracy of  $\pm 0.0001$  g. Densities of pure liquids and their mixtures were measured using relative density method. Relative density bottle of 10 ml capacity was cleaned successively with chromic acid, distilled water and acetone and then dried and used for density measurements [6]. The accuracy of the measurement of density in relative density method depends on the accuracy of mass. Density values are accurate to  $\pm 0.0002$  kg.cm<sup>-3</sup>. Viscosities were measured using Ostwald viscometer. Viscometer was thoroughly cleaned with chromic acid before measurements. The ultrasonic velocity values for both pure and liquid mixtures were measured using an ultrasonic interferometer (Pico, Chennai, India) with a frequency of 2 MHz was calibrated using water and nitrobenzene. The overall accuracy in the measurement is  $\pm 0.2\%$ . All the measurements were made at 308.15 and 318.15K using a digital thermostat with display accuracy  $\pm 0.01$  K. The details of the methods and techniques of the measurements have been described earlier [8].

## RESULTS

Experimental density, viscosity, ultrasonic speeds are compared with literature values and are reported in Table 1. The obtained values of density, viscosity, ultrasonic velocity, and other calculated parameters for the binary mixtures are compiled in Table-2.

**Table-1: Experimental densities ( $\rho$ ), viscosities ( $\eta$ ) and ultrasonic velocities (U) of pure acetophenone, nitrobenzene and with their literature values**

Compounds	T(K)	$\rho$ (kg/cm <sup>-3</sup> )		$\eta$ (cP)		U (ms <sup>-1</sup> )	
		Exp	Lit	Exp	Lit	Exp	Lit
Acetophenone [9]	308.15	1.0189	1.0194	2.0977	2.0955	1415	-
	318.15	1.0123	-	1.4886	-	1401	-
Nitrobenzene [10]	308.15	1.1877	1.1911	1.5678	1.5543	1375	1379
	318.15	1.1829	1.1859	1.3734	-	1356	1348

**Table-2**  
**Thermodynamic transport properties for the binary mixtures of acetophenone + nitrobenzene at 308.15 K**

$X_1$	$\rho$ (kg/ cm <sup>3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	$\Phi_1$	$\Delta K_S$ (TPa <sup>-1</sup> )	$\Delta L_f \times 10^{-9}$ (kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> s)	Ra	$\alpha$	$\eta$ (cP)	$\Delta v_f \times 10^{-7}$ (m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	$\Delta \eta$ (cP)	V	R	W	$\tau \times 10^{-7}$
0	1.1877	0	0	0	0	0	0	1.5678	0	0	0	0	0	0
0.1402	1.1641	-0.2554	0.1533	-0.8978	1.2735	1.1892	0.00103	1.5676	1.2552	0.4109	105.3622	52.5841	4.1455	9.4282
0.2392	1.1467	-0.3258	0.2552	-3.4849	1.2779	1.1697	0.00104	1.5492	1.2818	0.3606	106.7095	52.8837	4.1342	9.3774
0.4443	1.1129	-0.5546	0.4551	-4.4800	1.2906	1.1330	0.00104	1.5183	1.3236	0.2636	109.4143	53.4292	4.1086	9.3609
0.4518	1.1129	-0.6817	0.4625	-5.8124	1.2897	1.1328	0.00104	1.5330	1.3055	0.2759	109.3947	53.4388	4.1096	9.4381
0.5717	1.0929	-0.7162	0.5749	-5.8704	1.2973	1.1111	0.00105	1.5151	1.3305	0.2193	111.0771	53.7754	4.0942	9.4307
0.6927	1.0717	-0.5782	0.6867	-3.9026	1.3089	1.0890	0.00105	1.4998	1.3482	0.1650	112.9460	54.1011	4.0747	9.4934
0.7564	1.0597	-0.3856	0.7455	-2.5482	1.3147	1.0763	0.00106	1.5016	1.3455	0.1463	114.0501	54.3026	4.0641	9.5852
0.8165	1.0491	-0.2600	0.8014	-1.0646	1.3188	1.0648	0.00106	1.5004	1.3487	0.1258	115.0357	54.4973	4.0558	9.6330
0.8671	1.0403	-0.1519	0.8489	-0.2003	1.3218	1.0551	0.00106	1.5061	1.3429	0.1156	115.8674	54.6671	4.0492	9.7097
1	1.0189	0	1	0	0	0	0	2.0977	0	0	0	0	0	0

**Table-3****Thermodynamic transport properties for the binary mixtures of acetophenone + nitrobenzene at 318.15 K**

$X_1$	$\rho$ (kg/ cm <sup>3</sup> )	$V^E$ (cm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	$\Phi_1$	$\Delta K_S$ (TPa <sup>-1</sup> )	$\Delta L_f \times 10^{-9}$ (kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> s)	Ra	$\alpha$	$\eta$ (cP)	$\Delta v_f \times 10^{-7}$ (m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	$\Delta \eta$ (cP)	V	R	W	$\tau \times 10^{-7}$
0	1.16	0	0	0	0	0	0	1.5678	0	0	0	0	0	0
0.1402	1.1575	-0.1239	0.1540	-0.7743	-2.0071	1.1871	0.0010	1.4846	1.3391	0.4620	105.9630	52.4795	4.1250	9.1916
0.2392	1.1404	-0.2401	0.2570	-1.3079	-2.0042	1.1684	0.0010	1.3545	1.5398	0.3029	107.2990	52.7506	4.1124	8.4624
0.4443	1.1054	-0.3875	0.4601	-2.2452	-2.0016	1.1301	0.0011	1.3298	1.5876	0.2181	110.1567	53.3312	4.0864	8.4592
0.4518	1.1061	-0.5870	0.4678	-4.5845	-2.0201	1.1305	0.0011	1.3474	1.5576	0.2335	110.0672	53.3297	4.0881	8.5536
0.5717	1.0868	-0.7124	0.5832	-3.6624	-1.9900	1.1102	0.0011	1.3404	1.5667	0.1914	111.7006	53.6181	4.0709	8.6351
0.6927	1.0644	-0.4653	0.6983	-1.7238	-1.9574	1.0863	0.0011	1.3249	1.5947	0.1404	113.7206	53.9915	4.0518	8.6644
0.7564	1.0526	-0.3003	0.7592	-1.4041	-1.9574	1.0732	0.0011	1.3222	1.6030	0.1191	114.8193	54.2169	4.0431	8.6932
0.8165	1.0416	-0.1366	0.8172	-0.9567	-1.9497	1.0612	0.0011	1.3241	1.6013	0.1034	115.8640	54.4200	4.0343	8.7601
0.8671	1.0331	-0.0669	0.8667	-0.1332	-1.9622	1.0516	0.0011	1.3250	1.6037	0.0895	116.6749	54.5989	4.0289	8.7876
1	1.01	0	1	0	0	0	0	1.3028	0	0	0	0	0	0

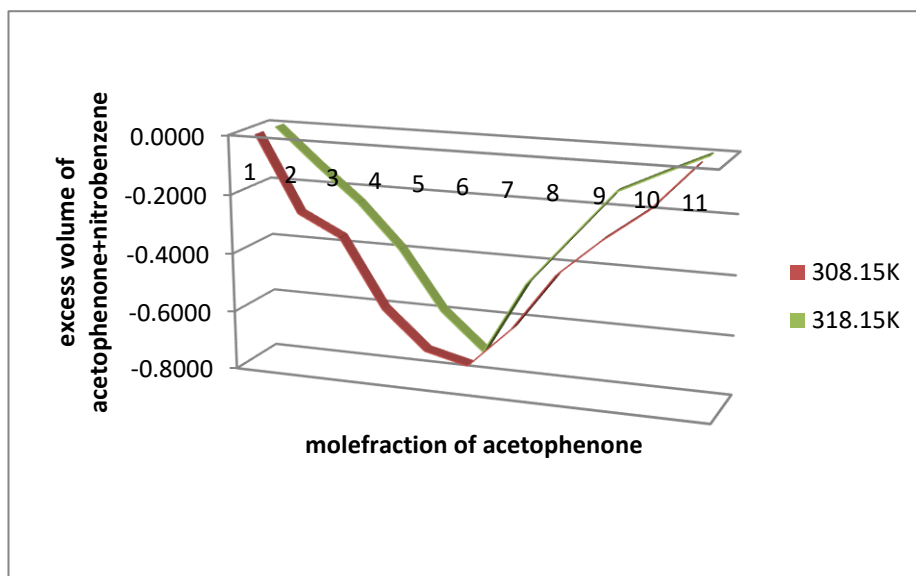


Fig. 1: A plot of mole fraction of acetophenone(x-axis) Vs excess volume of acetophenone + nitrobenxzene (y-axis)

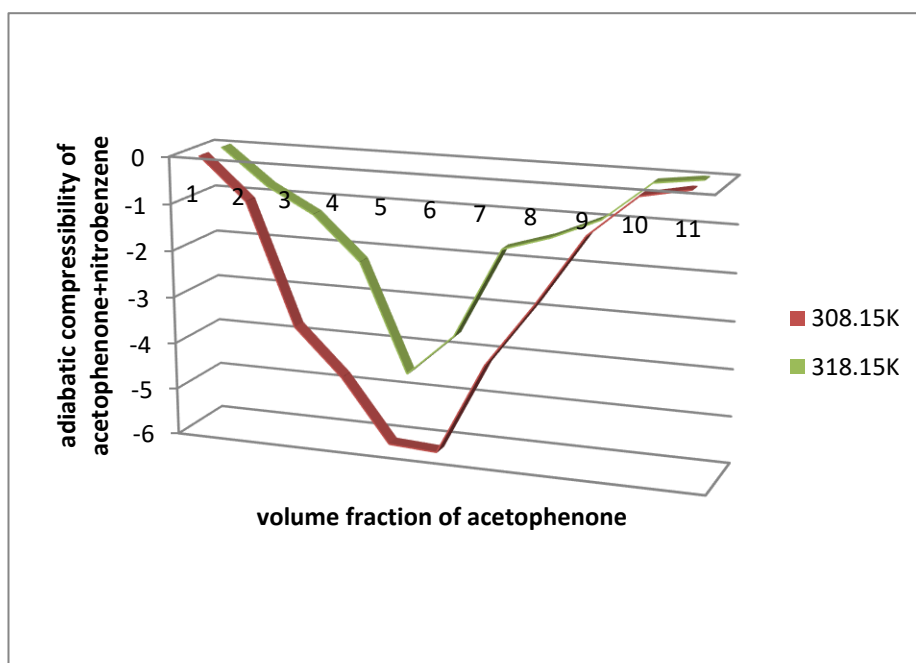


Fig. 2: A plot of volume fraction of acetophenone(x-axis) Vs adiabatic compressibility of acetophenone + nitrobenxzene (y-axis)

The excess volume values for the binary mixtures has been calculated using the relation

$$V^E = ((X_1M_1 + X_2M_2)/\rho) - (X_1M_1/\rho_1) - (X_2M_2/\rho_2) \quad \dots(1)$$

where  $X_1, X_2$   $M_1, M_2$  and  $\rho_1, \rho_2$  are the mole fractions, molar mass, densities of pure components 1,2 respectively.

Adiabatic compressibility ( $K_s$ ) has been calculated from Laplace's equation

$$K_s = 1/\rho U^2 \quad \dots(2)$$

where  $\rho$  and  $U$  are the density and ultrasonic velocity of liquid mixtures. From the above equation excess adiabatic compressibility ( $\Delta K_s$ ) has been calculated by [11]

$$\Delta K_s = K_s - (\phi_1 K_{s1} + \phi_2 K_{s2}) \quad \dots(3)$$

$K_{s1}, K_{s2}$  are adiabatic compressibility of pure liquids and  $\phi_1, \phi_2$  are the volume fractions of pure liquids has been calculated by the relation

$$\phi_1 = (X_1M_1/\rho_1)/(X_1M_1/\rho_1 + X_2M_2/\rho_2)$$

$$\text{and } \phi_2 = 1 - \phi_1 \quad \dots(4)$$

Viscosity has been calculated using the relation

$$\eta = (At - B/t) \rho \quad \dots(5)$$

$A$  and  $B$  are the constant characteristics of viscometer calculated using the standard liquids water and nitrobenzene,  $t$  is the flow time,  $\rho$  is the density.

Excess viscosity values are calculated using the following relation

$$\Delta\eta = \eta - ((x_1\eta_1) + (x_2\eta_2)) \quad \dots(6)$$

Linear Free length has been calculated using Jacobson's relation [12]

$$L_F = K/u\rho^{1/2} \quad \dots(7)$$

$K$  is Jacobson's constant which is temperature dependent constant but independent of the nature of the liquid.

Suriyanarayana [13] proposed a relation to calculate free volume

$$V_f = (M_{eff} u/K \eta)^{3/2} \quad \dots(8)$$

$K$  is a temperature independent constant which is equal to  $4.28 \times 10^9$  for all the liquids;

$M_{eff}$  is effective molecular weight of the mixture has been calculated using the relation

$$M_{eff} = X_1M_1 + X_2M_2 \quad \dots(9)$$

where  $X_1, X_2$  and  $M_1, M_2$  are the mole fractions and molar mass of pure components 1,2 respectively.

Acoustic impedance has been calculated using the relation

$$Z = u\rho \quad \dots(10)$$

where  $u$  is ultrasonic velocity and  $\rho$  is density.

Relative association has been calculated using the relation

$$R_a = n (\rho/\rho_0)/(u_0/u)^{1/3} \quad \dots(11)$$

where  $u$  is ultrasonic velocity and  $\rho$  is density of the mixture and  $u_0$  and  $\rho_0$  are for the corresponding component unit.

Rao's constant or molar sound velocity can be calculated using the following relation

$$R = Vu^{1/3} \quad \dots(12)$$

where  $u$  is the ultrasonic velocity and  $V$  is the molar volume which has been calculated from the following relation

$$V = X_i M_i / \rho \quad \dots(13)$$

where  $X_i$  and  $M_i$  are mole fraction and molecular weight and  $\rho$  is density of the mixture or liquid mixture.

Wada's constant or molar compressibility has been calculated using the relation

$$W = VK_s^{-1/7} \quad \dots(14)$$

where  $V$  is the molar volume and  $K_s$  is adiabatic compressibility.

Excess value parameters are calculated using the relation

$$A^E = A_{\text{exp}} - A_{\text{id}} \\ A_{\text{id}} = \sum X_i A_i \quad \dots(15)$$

where  $X_i$  and  $A_i$  are mole fraction and parameters of the  $i^{\text{th}}$  component.

All the calculated excess parameters were fitted to Redlich – Kister [14] type polynomial equation

$$A^E = [x_1 x_2 (a + b(x_1 - x_2) + c(x_1 - x_2)^2)] \quad \dots(16)$$

by the method of least squares to derive the adjustable parameters  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Using the theoretical values for all excess parameters the standard deviation values were calculated using the relation

$$\sigma = [(A_{\text{exp}} - A_{\text{cal}})^2 / (n - m)]^{1/2} \quad \dots(17)$$

$n$  is the number of measurements and  $m$  is the number of adjustable parameters.

**Table 4:**  
Adjustable parameters and standard coefficient values for  
the calculated thermodynamic parameters

Parameters	a	b	C	$\sigma$
<b>Acetophenone + nitrobenzene at 308.15K</b>				
$V^E$ (cm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	-4.6864	-1.7211	4.2429	0.0011
$\Delta K_s$ (TPa <sup>-1</sup> )	-18.2290	6.707	-1.793	0.1054
$\eta$ (cP)	5.9651	-1.4205	11.6002	0.0018
$\Delta\eta$ (cP)	1.0995	-2.2882	1.922	4.08x10 <sup>-5</sup>
$\Delta L_{FX}10^{-09}$ (m)	4.9740	2.8545	9.7924	0.00165
$\Delta v_{FX}10^{-07}$ (kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> s)	4.8050	1.0604	1.0345	0.0032
<b>Acetophenone + nitrobenzene at 318.15K</b>				
$V^E$ (cm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	-3.6201	-3.2002	4.1173	0.0025
$\Delta K_s$ (TPa <sup>-1</sup> )	-1.5100	-5.521	-3.595	0.0452
$\eta$ (cP)	5.2604	-1.2911	10.1229	0.0015
$\Delta\eta$ (cP)	0.9479	-2.0831	1.5452	4.082x10 <sup>-5</sup>
$\Delta L_{FX}10^{-10}$ (m)	7.6030	2.912	1.477	0.00023
$\Delta v_{FX}10^{-07}$ (kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> s)	5.7490	1.328	1.234	0.00029

## DISCUSSION

The molecular interactions between the molecules are highly influenced by the functional group (substituents) present in the molecule. Molecular interactions refer not only the interactions between the unlike molecules of liquid mixtures but also interactions that occurs between the like molecules, called as self-interactions [15].

The sign of excess volume values depends on either expansion or contraction nature, during the mixing of two liquids. If nature of expansion dominates, it results in positive excess molar volume values and vice versa. Acetophenone containing carbonyl group is highly polar and also highly ionic in nature. There is an internal interaction occurring between the negative charge on carbonyl group C=O and electron cloud of benzene ring [16] that is cation –  $\pi$  interaction and anion –  $\pi$  interaction. Similarly, in nitrobenzene, stacking interactions between same molecules of nitrogen containing lone pair and – $\pi$  electron cloud. Also, there may be an interaction occurring between C=O of the acetophenone and

nitrogen containing lone pair. This may be a reason behind the negative excess volume values. The presence of strong interaction between acetophenone and nitrobenzene. As the temperature raised by 10 degrees the similar negative values results. But the values slightly increase and move towards positive end due to restriction in movement of molecules when temperature increases.

An examination of adiabatic compressibility data's is negative for both the temperature similar to excess volume values [17]. The negative adiabatic compressibility values occur due to change in free volume in the real mixture and presence of  $\pi$  electrons cloud in acetophenone as well as for nitrobenzene leads to the formation of interactions between the molecules similar to excess volume values. The values of deviations in viscosity also rationalize the presence molecular interactions between the acetophenone and nitrobenzene binary mixtures at both the temperatures [18]. The other factors such as thermal expansion coefficient, isothermal compressibility, are also negative support the above factors. Similarly, the positive values of free volume support for the presence of interaction between molecules of binary liquid mixtures.

## CONCLUSION

The study spell out the measurements of density, viscosity and ultrasonic measurements for the binary liquid mixture containing acetophenone and nitrobenzene as components. These experiments were carried out at atmospheric pressure and two temperatures of 308.15K and 318.15K. The corresponding excess thermodynamic properties were calculated and fitted to Redlich - Kister polynomial equation to determine the appropriate coefficients. The study in acoustical properties states the presence of possibilities of interactions between molecules.

## REFERENCES

1. Ramarao, G.V., Viswanatha Sarma, A., Rambabu, C., *Indian J. Chem.*, 2004, 43A, 752.
2. Rose Venis A., Rosario Rajkumar X., *J. Chem. Pharm. Res.*, 2011, 3, 878.
3. Mistry, A. A., Bhandakkar, V. D., Chimankar, *J. Chem. Pharm Res.*, 2012, 4, 170.
4. Gnanakumar, P., Venkatesu, P., Prabakara Rao, V., Lee, M. J., Lin, H. M., *Journal of Chem. Thermodynamics.*, 2009, 41, 586.
5. Surendranath, K. N., Ramanjaneyulu, K., Krishnaiah, A., *Fluid Phase Equilib*, 199 ,59, 225.
6. Riddick, J. A., Bunge, W. B., Sakano, T., *Organic Solvents, Physical Properties and Methods of Purification*. fourth ed, Wiley, New York. 1986.
7. Acree, W. E., *Thermodynamic Properties of Non-electrolyte Solutions*, Chapter 5-6, Academic Press, New York. 1984.
8. Gokavi, G.S., Raju, J. R., Aminabhavi, T. M., Balundgi, R. H., Muddapu. J. M. V., *Chem. Eng. Data*. 1986,31, 15.



9. Fort, R. J., Moore. W.R., Viscosities of Binary liquid mixtures, *Trans Faraday Soc.*, 1966, 62, 1112.
  10. Sukhmehar Singh, V. K., Rattan, Seema Kapoor, Rajesh Kumar, Ambica Rampal, *J.Chem. Engg. Data.* 2005, 50, 288.
  11. Fort, R. J., Moore, W. R., *Trans Faraday. Soc.* 1965, 61, 2102.
  12. Jacobson B. J., *Chem. Phys.* 1952, 20, 927.
  13. Suryanarayana C.V., *J. Acoust. Soc. India.*1976, 7, 107.
  14. Redlich O., Kister A. T., *Ind. Eng. Chem.* 1984, 40, 345.
  15. Pauling, L. *The Nature of Chemical Bond*, 2<sup>nd</sup> ed.; Cornell University Press: New York, 1948.
  16. Grolier, J. P., *J. Chem. Thermodyn.*, 1977, 9, 697.
  17. Uma Sivakami K., Rose Venis. A., *Int. J. Med. Res.* 2017, 1, 459.
  18. Liang, S. Li. H., Shen, L. Li. H., Mao, Z. Li. H. *Thermochim. Acta* 2016, 630, 1.
-

## A Study on Corrosion Resistivity Property of *Alangium salviflorum* on Carbon Steel in Acidic Medium

---

J. K. Alphonsa Juliet Helina,  
K. Vigneshwari &  
A. Peter Pascal Regis

Department of Chemistry  
St. Joseph's College (Autonomous)  
Tiruchirappalli, Tamilnadu, India

### Abstract

The ethanolic extract of *Alangium salviflorum* was used as corrosion inhibitor on carbon steel in acidic medium. The corrosion resistive power of *Alangium salviflorum* was determined by weight loss method, for various concentrations of the extract with  $\text{Zn}^{2+}$  ion and fructose and sucrose as additives in 0.5 M HCl medium. The resistive film that protects the surface of the metal was confirmed by the electrochemical studies such as FT-IR, UV and fluorescence spectra. It also shows the formation of complex between the metal cation, additive and the compounds present in the extract of *Alangium salviflorum*.

**Keywords:** *Alangium salviflorum*, Carbon Steel, Corrosion, Fructose, Sucrose

### 1. INTRODUCTION

Now-a-days metal are used almost in all fields of technology, industries and home appliances. Metallic corrosion is the process of destructive attack on the metal surface through the interaction with the environment. Corrosion is a natural deterioration process which can be controlled but cannot be completely prevented. In past years, chemical inhibitors were used to control corrosion. Later it was found that the chemical inhibitors were hazardous and toxic. So eco-friendly, non-toxic chemical inhibitors were used. In recent days, green inhibitors from natural products have been used as inhibitors which are eco-friendly and completely non-toxic<sup>[1-3]</sup>. *Alangium salviflorum* is a plant which belongs to the family 'Alangiaceae'. It is widely distributed in Western Africa, Southern and Eastern Asia, Australia, Goa, Gujarat, Kerala and Tamil Nadu. It is medicinally used to cure many diseases.<sup>[4]</sup>

The present determination is done,

- to evaluate the corrosion resistivity property of *Alangium salviflorum* (ALA) by the inhibition efficiencies of ALA- $\text{Zn}^{2+}$ -fructose/sucrose systems in resisting the corrosion on carbon steel in acidic medium.
- to analyse the protective film formed on the metal surface by FT-IR, UV and fluorescence spectra.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Metal Specimens

The metal specimens taken for this study is carbon steel with the composition (wt%) of S-0.026, P-0.06, Mn-0.4, C-0.1 and balance iron. The dimensions of the metal active surface are 1.2 X 4.1 X 0.2 cm which was used for weight loss measurements. The carbon steel specimens were mechanically polished, washed in double distilled water and degreased with acetone and used for the weight loss method and surface examination studies.

### 2.2 Extraction

The leaves of *Alangium salviflorum* were collected from Pachaimalai hills. The leaves were washed thoroughly for about 7 times in the running tap water and it was taken and dried under shade. About 100g of the powder was soaked in 500ml of ethanol under cold percolation method. At regular intervals of time the extract was filtered and distillation was carried out to collect the crude extract. The extract was stored in an amber bottle and refrigerated<sup>[5]</sup>.

### 2.3 Weight-Loss Method

#### 2.3.1 Determination of Corrosion Rate

Weight loss measurements were carried out using an Acculab Electronic top loading balance, with readability/sensitivity of 0.1 mg in 210 g range. The specimens were immersed in beaker containing 100ml acid solutions without and with different concentration of *Alangium salviflorum* leaves extract using hooks. Before it was immersed, the specimens were cleaned and the weight is recorded. After 72 hours, the test specimens were removed and then washed with double distilled water, dried and reweighed. The average mass loss of two parallel carbon steel specimens were obtained.<sup>[6]</sup> From the change in weight of specimens the corrosion rate was calculated using the following relationship,

$$\text{Corrosion Rate} = \frac{87.6 \times W}{A \times T \times D} \text{ (mpy)} \quad \dots(1)$$

where

W = Loss in weight in mg

A = Surface area of the specimen (cm<sup>2</sup>)

T = Time in hours

D = Density (7.2g/cm<sup>3</sup>)

Corrosion Inhibition Efficiency (IE) was then calculated using the equation

$$\text{IE} = 100[1 - (W_2/W_1)] \% \quad \dots(2)$$

$$\text{IE} = \frac{1}{(W_2 / W_1)} \times 100 \quad \dots 2$$

where,

$W_1$  = Corrosion rate in the absence of inhibitor and

$W_2$  = Corrosion rate in the presence of inhibitor

## 2.4 Infra Red (IR) Spectroscopy

Infrared spectroscopy is a well-developed technique to identify chemical compounds. The specimens were suspended by means of hooks in solution having with and without inhibitor for 72 hours. After 72 hours the specimen were taken out. Then the film formed on the metal surface was scratched off and taken for FT-IR spectral study.

## 2.5 UV-Visible Spectroscopy

The possibility of the formation of film on the metal surface was examined by mixing the respective solution and recording their UV-visible absorption spectra using Lambda 35 UV-visible spectrophotometer which is a PC controlled single beam scanning spectrophotometer. It covers wavelength range from 200 nm to 1000 nm with a setting accuracy of  $\pm 1$  nm.

## 2.6 Fluorescence Spectroscopy

Fluorescence spectra of solutions and also the films formed on the metal surface were recorded using Jasco F-6300 spectrofluorometer.

# 3. RESULTS AND DISCUSSION

## 3.1 Weight Loss Measurements

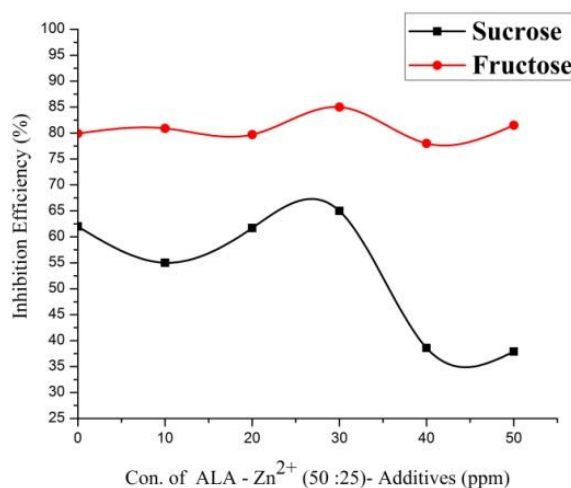
### 3.1.1 Effect of Inhibitor Concentration

The Weight loss method of monitoring corrosion rate is useful because of its simple application and reliability<sup>[6]</sup>. Inhibition efficiency of carbon steel with different concentration of *Alangium salviflorum* extract in 0.5M HCl at room temperature are presented in Table 1. From the table, it is clear that the corrosion rate decreases with an increase in inhibitor concentration, i.e. the corrosion inhibition enhances with the inhibitor concentration. This behavior is due to the fact that the adsorption and coverage of the inhibitor on the carbon steel surface increase with the inhibitor concentration. The maximum inhibition efficiency of 63% was obtained at 50 ppm of *Alangium salviflorum* and 25 ppm of  $ZnSO_4$  in 0.5M HCl at 72 hours of immersion period. The high inhibitive performance of *Alangium salviflorum* suggests a higher bonding ability of inhibitor on carbon steel surface.

Further, it is observed that the inhibition efficiency increases due to the addition of sucrose as additive, it is found that, at 40ppm of concentration shows an IE of 65%. Similarly, it is observed in addition of fructose as additive it is found that, at 40ppm shows an IE of 85%. The variation in IE of the additives are graphically represented in Figure 1.

**Table 1**  
**Inhibition efficiency and corrosion rate of carbon steel in 0.5 M HCl**  
**(Immersion Period = 72 hours)**

Con. of ALA (ppm)	Con. of Zn <sup>2+</sup> ion (ppm)				Con. of ALA-Zn <sup>2+</sup> ion (ppm)	Con. of additives (ppm)	Sucrose		Fructose	
	0		25				IE %	CR (mpy)	IE %	CR (mpy)
	IE %	CR (mpy)	IE %	CR (mpy)						
10	53	1.53	58	1.88	50:25	10	62.00	1.72	79.9	0.90
20	49	1.88	44	2.51		20	55.00	2.01	80.9	0.86
30	43	1.76	56	1.96		30	61.70	1.73	79.7	0.91
40	62	2.29	36	2.88		40	65.00	1.56	85.0	0.66
50	59	1.86	63	1.74		50	38.60	2.77	78.0	0.98
60	61	2.25	61	1.66		60	37.90	2.80	81.5	0.83
Blank		8.50		8.50		Blank		9.90		9.90



**Fig. 1: Inhibition Efficiencies of ALA-Zn<sup>2+</sup>-Additives**

### 3. 2 Analysis of FTIR

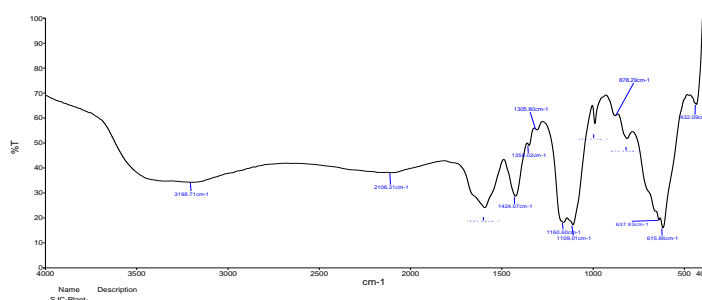
FTIR is a powerful tool for identifying the functional groups associated with the adsorption of an inhibitor. The FTIR spectrum of the extract and the film formed on the surface of the metal immersed in 0.5 M HCl in the presence of the inhibitor were taken and shown in Figures 2-5 respectively.

FTIR spectroscopy has been used to analyze the protective film formed on the metal surface.<sup>[7,8,9]</sup> The FTIR spectrum of the pure extract ALA is shown in Figure 2. The  $>C=O$  stretching frequency of the carboxyl group appears at  $1592.98\text{ cm}^{-1}$ . The  $-OH$  stretching frequency is observed at  $3198.71\text{ cm}^{-1}$ . The  $C-H$  stretching frequency peak at  $1424.07\text{ cm}^{-1}$ . The FTIR spectrum of the film formed on the metal surface after immersion in the solution containing 50 ppm of ALA and 25 ppm of  $Zn^{2+}$  ion is shown in Figure 3. It is observed that the  $>C=O$  stretching frequency has shifted from  $1592.98$  to  $1570.41\text{ cm}^{-1}$ . The  $-OH$  stretching frequency is shifted from  $3198.71\text{ cm}^{-1}$  to  $3430.37\text{ cm}^{-1}$ . The  $C-H$  stretching frequency varies from  $1424.07\text{ cm}^{-1}$  to  $1420.88\text{ cm}^{-1}$ . This indicates that the oxygen atoms of the carboxyl group and  $-OH$  have coordinate with  $Fe^{2+}$  resulting in the formation of  $Fe^{2+}$ -ALA complex formed on the anodic sites of the metal surface. The peaks at  $1350.02\text{ cm}^{-1}$  and  $637.93\text{ cm}^{-1}$  are due to  $Zn-O$  bond. The  $-OH$  stretching frequency appears at  $3430\text{ cm}^{-1}$ . These observations suggest that  $Zn(OH)_2$  is formed on the cathodic sites of the metal surface.<sup>[10-13]</sup>

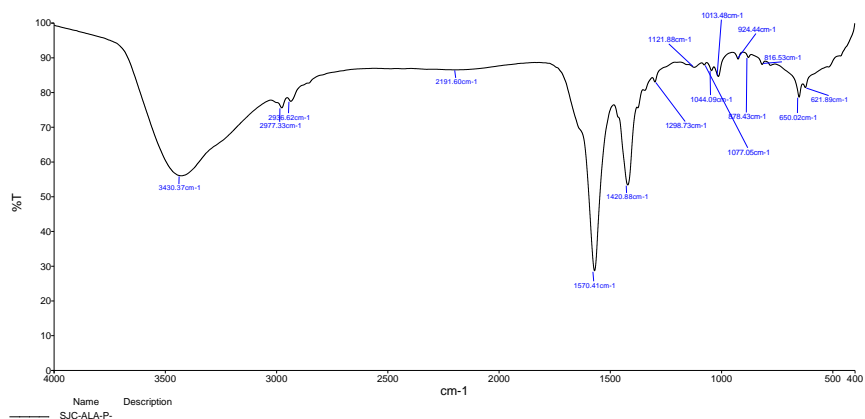
The FTIR spectrum of 50 ppm ALA-25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm Fructose is shown in Figure 4. The  $>C=O$  stretching frequency has shifted from  $1570.41$  to  $1569.80\text{ cm}^{-1}$ . The  $-OH$  stretching frequency has shifted from  $3430.37\text{ cm}^{-1}$  to  $3431.41\text{ cm}^{-1}$ . The  $C-H$  stretching frequency varies from  $1420.88\text{ cm}^{-1}$  to  $1420.47\text{ cm}^{-1}$ . The peaks at  $1299.07\text{ cm}^{-1}$  and  $621.84\text{ cm}^{-1}$  are due to  $Zn-O$  bond. The  $-OH$  stretching frequency appears at  $3431\text{ cm}^{-1}$ .

The FTIR spectrum of 50 ppm ALA-25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm Sucrose is shown in Figure 5. The  $>C=O$  stretching frequency has shifted from  $1570.41\text{ cm}^{-1}$  to  $1568.51\text{ cm}^{-1}$ . The  $-OH$  stretching frequency has shifted from  $3430.37\text{ cm}^{-1}$  to  $3436.26\text{ cm}^{-1}$ . The  $C-H$  stretching frequency varies from  $1420.88\text{ cm}^{-1}$  to  $1418.26\text{ cm}^{-1}$ . The peaks at  $1346.28\text{ cm}^{-1}$  and  $650.89\text{ cm}^{-1}$  are due to  $Zn-O$  bond. The  $-OH$  stretching frequency appears at  $3436.26\text{ cm}^{-1}$ .

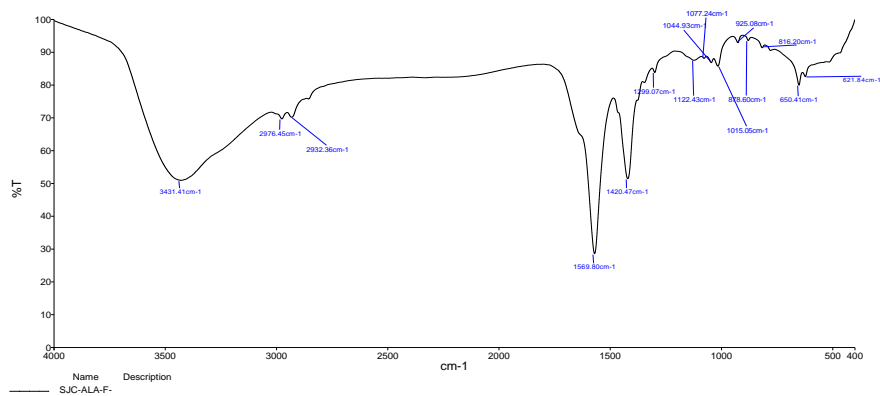
This indicates that the oxygen atoms of the carboxyl group and  $-OH$  have coordinate with  $Fe^{2+}$  resulting in the formation of  $Fe^{2+}$ -ALA-Fructose/Sucrose complex formed on the anodic sites of the metal surface. These observations suggest that  $Zn(OH)_2$  is formed on the cathodic sites of the metal surface.



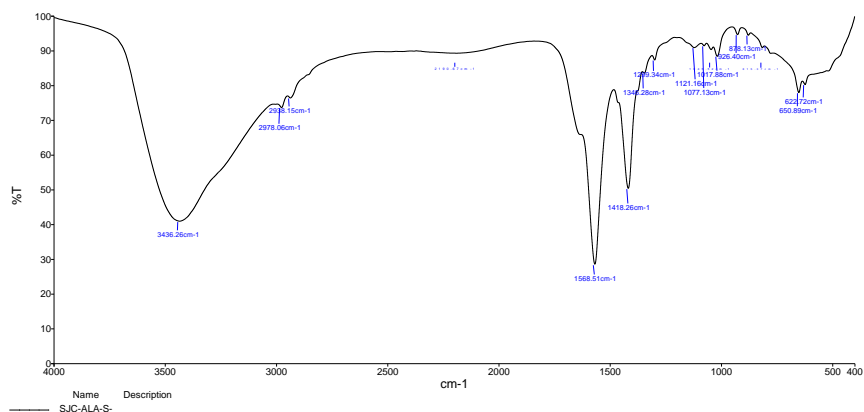
**Fig. 2: FTIR Spectrum of pure extract of *Alangium salvifolium* (ALA)**



**Fig. 3: FTIR Spectrum of 50ppm ALA + 25ppm Zn<sup>2+</sup>**



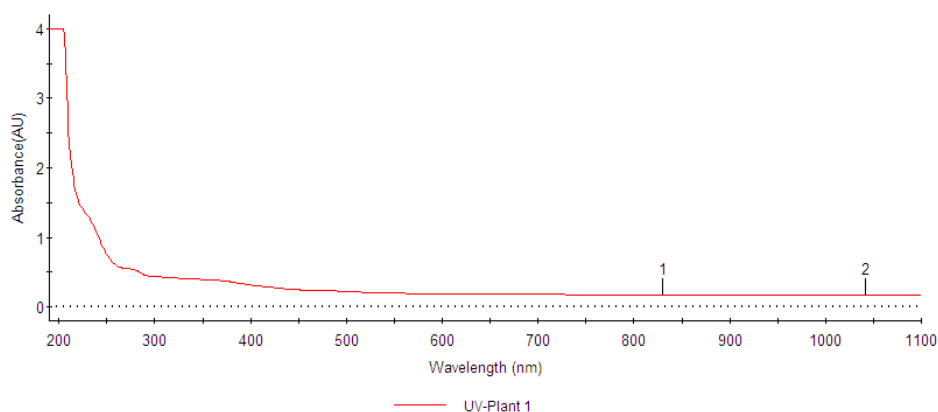
**Fig. 4: FTIR Spectrum of 50ppm ALA + 25ppm Zn<sup>2+</sup> + 40ppm Fructose**



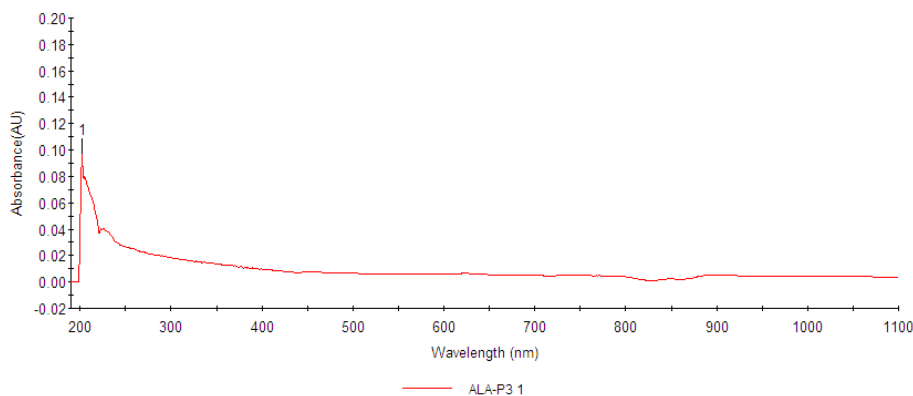
**Fig. 5: FTIR Spectrum of 50 ppm ALA + 25 ppm Zn<sup>2+</sup> + 40 ppm Sucrose**

### 3.3 Analysis of UV-Visible Absorption Spectra

The UV-Visible absorption spectra of the solution containing ALA, 50 ppm ALA – 25 ppm  $\text{Zn}^{2+}$ , 50 ppm ALA – 25 ppm  $\text{Zn}^{2+}$  - 40 ppm Fructose and ALA -  $\text{Zn}^{2+}$  - 40 ppm Sucrose are shown in Figures 6-9 respectively. A peak appears at 830.20 nm, when  $\text{Zn}^{2+}$  ion is added a peak appears at 202.0 nm, the intensity decreases. This indicates that a complex formation occurs between ALA and  $\text{Zn}^{2+}$  ion. It is observed that, when fructose is added to ALA-  $\text{Zn}^{2+}$  system the peak appears at 199.6 nm, the intensity decreases. This indicates the complexation of ALA -  $\text{Zn}^{2+}$  & Fructose. Similarly, it is observed that, when sucrose is added to ALA-  $\text{Zn}^{2+}$  system a peak appears at 203.9 nm. There is a negligible change in intensity. This indicates that a complex is formed between ALA and  $\text{Zn}^{2+}$  & Sucrose.

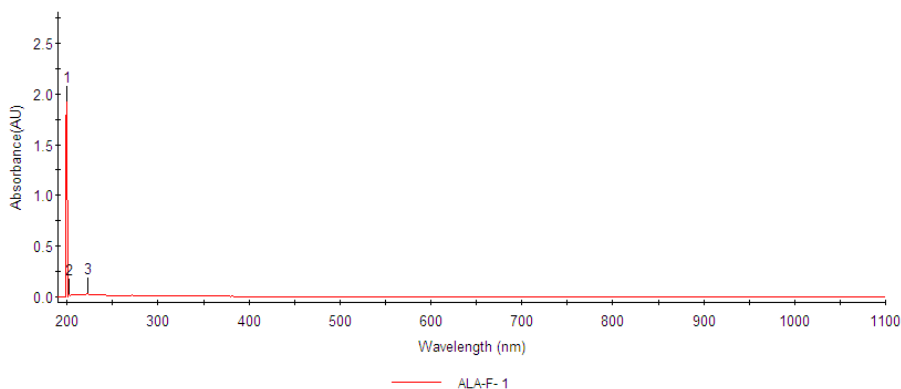


**Fig. 6: UV-Visible spectrum of pure extract of *Alangium salviflorum* (ALA)**

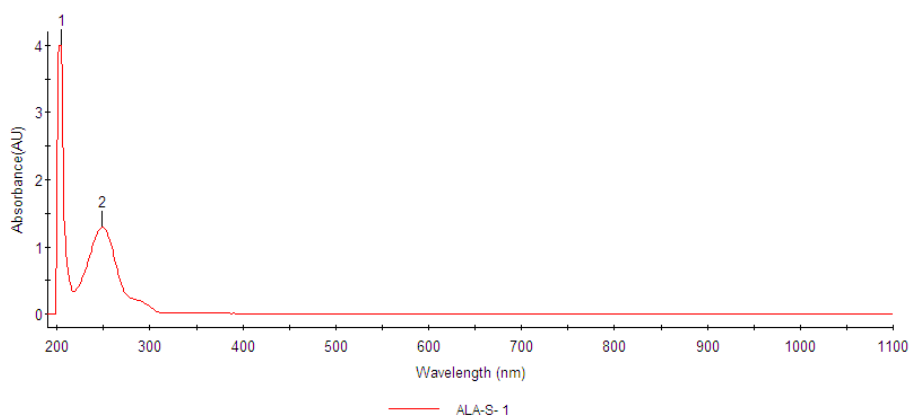


**Fig. 7: UV-Visible spectrum of 50 ppm ALA + 25 ppm  $\text{Zn}^{2+}$**





**Fig. 8: UV-Visible spectrum of 50 ppm ALA + 25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm of Fructose**

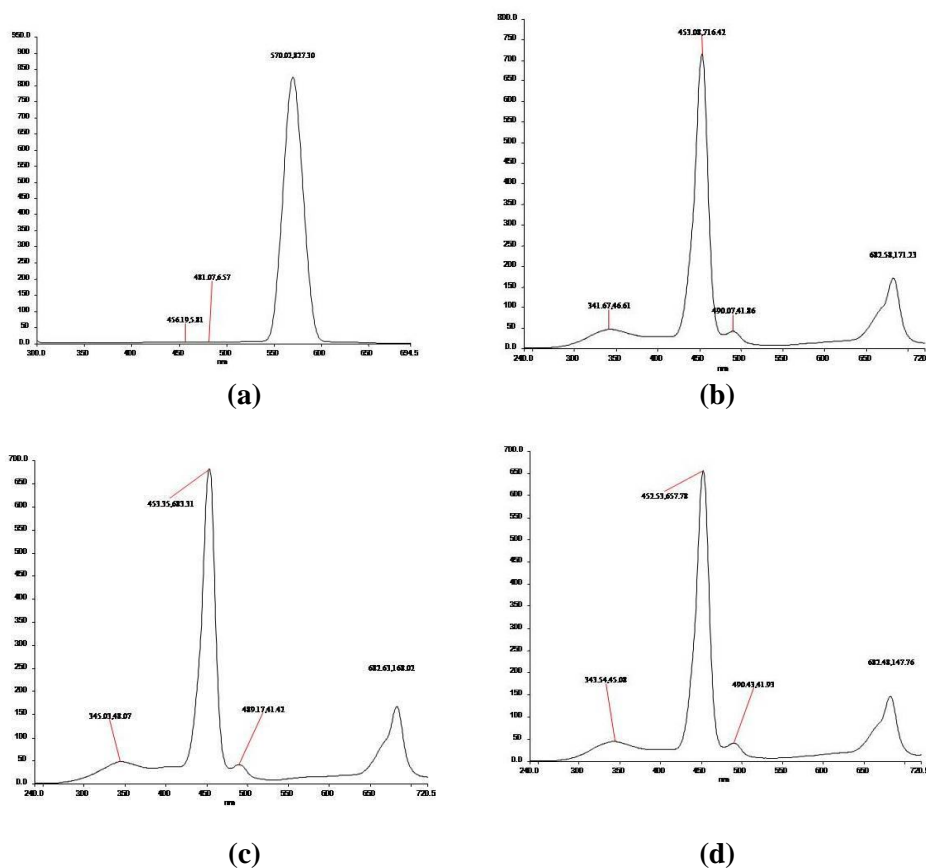


**Fig. 9: UV-Visible spectrum of 50 ppm ALA + 25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm of Sucrose**

### 3.4 Analysis of Fluorescence

Fluorescence spectrum is used to detect the presence of ALA- $Zn^{2+}$  inhibition complex formed on the metal surface. The  $\lambda_{ex}$  for the emission spectrum of the pure ALA is found to be 570.02 nm and for ALA- $Zn^{2+}$  the peak is obtained at 452.53 nm are shown in Figure 10 (a, b) respectively. The peaks appeared at 343.54 nm, 40.43 nm & 682.48 nm, indicates the formation of protective film on the surface of the metal. Figure 10(c), shows the  $\lambda_{ex}$  for the emission spectrum of the 50 ppm ALA-25 ppm  $Zn^{2+}$ -40 ppm Fructose, the peak is obtained at 453.08 nm. The peaks also appear at 341.67 nm, 40.07 nm & 682.58 nm. There is a decrease in the intensity, which indicates the formation of protective film on the surface of the metal. Figure 10 (d), shows that the  $\lambda_{ex}$  for the emission spectrum of the 50 ppm ALA-25 ppm  $Zn^{2+}$ -40 ppm Sucrose, the peak is obtained at 453.35

nm. The peaks also appear at 345.03 nm, 489.17 nm & 682.63 nm. There is a decrease in the intensity value indicates the formation of protective film on the surface of the metal.



**Figure 10: Fluorescence Spectra**

- a) pure extract of *Alangium salviflorum*(ALA)
- b) 50 ppm ALA + 25 ppm  $Zn^{2+}$  ion
- c) 50 ppm ALA + 25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm of Fructose
- d) 50 ppm ALA – 25 ppm  $Zn^{2+}$  & 40 ppm of Sucrose

#### 4. CONCLUSION

From the above study it is concluded that:

1. *Alangiumsalviflorum* is a good corrosion inhibitor for corrosion of carbon steel in 0.5 M HCl solution. The maximum efficiency was found to be 63%

at 50 ppm ALA + 25ppm  $Zn^{2+}$ . And the inhibitive efficiency was found to be near to the maximum efficiency with the additive sucrose of 65 % IE & fructose of 85% IE.

2. The FT-IR, UV-Visible spectra prove the formation of the film on the surface of the metal.
3. The Fluorescence study results clearly confirm the formation of the film on the surface of the metal.

## REFERENCE

1. Kilbourn, B. T., *Cer. Eng. Sci. Proc.*, 6 (1985) 1331.
2. Bethencourt, M., Botana, F. J., Calvino, J. J., Marcos, M., *Corros. Sci.*, 40 (1998), 1803.
3. Arenas, M. A., Conde, A., de Damborenea, J., *Corros. Sci.* 44 (2002), 511.
4. Arinathan, V., Mohan, V. R., Debritto, A. J., Murugan, C. "Wild edibles used by Palliyars of the Western Ghats, Tamil Nadu, *Indian. J. Tradit. Know*" 6 (2007), 163-168.
5. Bharath Kumar, R., Suryanarayana, B. Promising antidote plant species from the Tribals of Sriharikota Island, Andhra Pradesh. *Life Sciences Leaflets*, 19 (2011), 769-779.
6. Deves Plecher and Frank Walsh C, "Industrial Electrochemistry Chapman and hall London" (1990).
7. Amar, H., Braisaz, T., Villemin, D., Moreau, B., *Materials Chemistry and Physics*. 1101 (2008) 1-6.
8. Kalaivani, R., Narayanasamy, B., Selvi, J. A., Amalraj, A., Jayasundari, J. and Rajendran, S., *Portugaliae Electrochimica Acta*. 27(2009), 177.
9. Rajendran, S., Apparao, B. V. and Palanisamy, N., *Proc. 8th Europ. Symp. Corros. Inhibitors*, Ferrara, Italy, 1(1995), 465.
10. Vera, R., Schrebler, R., Cury, P., Del Reo, R. and Romero, H., *J. Appl. Electrochem.*, 37(2007), 519-525.
11. Domas, Ph., Bouffakhreddine, B., Am, C., Vatel, O., Ands, E., Galindo, R. and Selvan, F., *Quantitative microroughness analysis down to the nanometer scale, Europhys. Lett.*, 22(1993), 717-722.
12. Bennett, J. M., Jahannir, J., Podlesny, J. C., Baiter, T. L. and Hobbs, D. T., *Appl. Opt.*, 43(1995), 213-230.
13. Duparre, A., Kaiser, N., Truckenbrodi, H., Berger, M. and Kohler, A., "Microtopography Investigations of Optical Surfaces and Thin Film by light scattering, Optical Profilometry and Atomic Force Microscopy, *Int. Symp. On Optics*", Imaging and Instrumentation, 11-16 Jul. (1993), San Diego CA. Proc. SPIE, 1995 (1993), 181-192.

## **The Impact of Prudency of Employer Branding Over the Healthcare Organisation**

---

**P. Aruna Devi**

PhD Research Scholar

&

**Dr. T. Joseph Rex**

Associate Professor

Department of Commerce

St. Joseph's College, Tiruchirappalli

### **Abstract**

A clear and definite employer brand can suggest important benefits to the health care organisation. It can considerably improve application rates and put the health care organisation in the desirable position of having a pool of talent to choose from. A strong employer brand may provide competitive and sustainable advantages when it comes to attract and retain employees. In tight recruitment markets, where competition for the best talent is fierce, it can also help to keep the health care organisation top of mind, make the health care organisation stand out in a crowded market and provide compelling reasons to join the health care organisation rather than going elsewhere. The health care organisation believes that their ability to attract appropriate employees depends upon their reputation and image as an employer. In the war for talent, it is essential for health care organisation to overtake their rivals and brand their health care organisation as the best place to work.

**Keywords:** Employer Branding, Healthcare Service, Engagement level, Organisation

### **Introduction**

A brand can be defined as, 'a name, term, sign, symbol or design or combination of them which is intended to identify the goods and services of one seller or group of sellers and to differentiate them from those of competitors', Kotler<sup>1</sup>. Stride and Lee<sup>2</sup> defined branding in the non-profit context as 'a method for developing the organization's visual identity in a consistent manner'. According to Waraas<sup>3</sup> hospitals, universities, and various government and regulatory agencies seek to express their identities and their values through vision and mission statements, core values, slogans and logos. According to Ambler and Barrow (1996)<sup>4</sup>, the pioneers of employer branding, there are two factors that annual reports praise as companies most important resources; people and brands. In their article, the authors bring two concepts relating to these assets, human resources and marketing, under a single conceptual framework – employer branding.

### Reviews of literature

Jiixin Luo (2017)<sup>5</sup> The present study aims to investigate the instrumental-symbolic framework as a package for analyzing employer branding under Chinese context, a non-Western culture. Specifically, we examine the relative importance of perceived instrumental and symbolic attributes as an employer in public hospitals between two groups of individuals (211 final-year students and 200 current employed doctors). First, results show that instrumental and symbolic attributes are significantly related to hospital's attractiveness as an employer, while symbolic trait inferences can explain incremental variance in employer attraction beyond instrumental attributes. Second, although attributes explain similar portions of the variance in two groups, the significant variables within the dimensions perform divergently. In addition, potential applicants have more favorable perceptions of both instrumental and symbolic attributes than current employed doctors. Finally, implications for employer branding practices and limitations for future researches are discussed.

Daniel Jönsson (2012)<sup>6</sup> Sweden and the Western World are facing large retirements in the near future. This will lead to a shortage of people with expertise in specific areas, where the shortage will become the largest in the healthcare sector. Employer branding can help an organization to attract and retain employees if it provides employees with valuable benefits. However, limited research has been done in how an organization's brand can attract employees, and every organization will most likely have its own set of attributes. The purpose of this study is to examine the attributes that are important to make an organization's employer brand attractive to employees. The method used in the research was a quantitative study where 160 respondents answered a survey in six different units in a health care organization in Sweden. The results from the empirical study showed that the attributes; Strategic Vision, Organizational Culture, Stakeholders' Images, Internal Branding, Functional Benefits, Symbolic Benefits, Organizational Successes, Work Environment, Type of Work and Services' Attributes all were important to make the organization's employer brand attractive to its employees. However, some of the attributes varied in importance among some of the units in the organization. This research provides managers with a guideline for what attributes they can start working with in their own organizations' employer brands.

### Statement of the problem

Organizations should understand what potential employees expect from the company, what are the attributes the company has that these individuals find appealing and what employees seek for. It is also important to know what the competitors of the organization are offering to the same potential employees the organization itself is after. After this, the organization can start building its employer value proposition that follows the overall business strategy, that is unique and what differentiates the company from its competitors. The value

proposition establishes what the company is, what they have to offer and what they expect from their employees. Talented employees are also seen to be the key to growth (Mandhanya & Shah 2010) and to create competitive advantage which pushes companies to pay more interest in their personnel. The necessity of employer branding is thus evident and the employer brand can be seen as an intangible asset for organizations. Employer branding is a process where organization builds a unique and identifiable employer identity. Through employer branding organization differentiates itself from its competitors who require employees with similar skills and attributes, try to attract potential talent as well as retain their current employees. Employer branding creates an image about the company as a great place to work in the minds of potential employees. So that study focus on prudence of employer branding over the healthcare organization.

### **Significance of the research**

Branding is an important area in the services sector as there is a high level of interaction between employees and customers. It is important for an organisation to align the customer and employees. Such alignment emphasizes matching external brand image to internal views and values. If customer facing employees share a positive view of the organisation with customers, then a positive interaction between them is more likely to occur. The interaction can be assessed in a number of ways including that of employer branding.

Despite the many challenges and concerns of adopting branding in the health care organisation many organizations still choose to adopt various marketing strategies, particularly in branding. The reason why branding is chosen in the health sector is that health sector organisation must appeal to several different publics, not merely consumers. A consistent brand is a means for communicating organisational values to each of these public. These organisations mostly provide services that are intangible in nature and difficult to verify, brands provide trust and reduce uncertainties. A strong brand will create goodwill and protect the organisation from the media and vagaries of public opinion. Branding helps organisations carve out a unique position for themselves in the public mindset, preventing negative images from other organizations spilling over to the individual organisations.

Branding plays a special role in healthcare services because strong brands increase trust in intangible products, enabling customers to better visualize and understand them. Brands offer some measure of assurance that the provider of the good or service will deliver consistently on its promises, and therefore worthy of trust. This helps to overcome barriers of uncertainty that might otherwise prevent people from becoming customers. In order to keep the brand successful, trust must be a standard that hospitals offer their patients. When patients complaint, both the hospital and its employees must do their best to respond to the complaints and thereby maintain or rebuild trust.

### Objectives of Employer Branding

- To attract and recruit relevant employees in hospitals.
- To know the factors influencing employer branding in hospitals.
- To improve employee engagement, commitment and performance.
- To analyses the relationship between employer branding and employee performance.

### Methods and Materials

The organization that was used in this study consisted of a population of approximately 50 employees on simple random sampling (Bryman & Bell, 2005<sup>7</sup>) and the employees worked under nine different centers within the organization of Venkateshwara Hospital, Tiruchirappalli. The nine main centers were; Emergency Center, Children and Women Center, Surgeon Center, Medical Center, Medical Service Center, Primary Health Care and Rehab Center, Psychiatry Center, Service Center and Dental care centre.

### Data Analysis and Interpretation

**Table 1**  
**Association between personal variables and their overall employer branding**

Variables	Overall Employer branding			Statistical Inference
	Low	High	Total (%)	
<b>Designation</b>				
Surgeons	4	20	24 (48%)	X <sup>2</sup> =24.871 Df=3 P<0.05 Significant
Technicians	1	11	12 (24%)	
Pharmacist	2	6	8 (16%)	
Counselors	1	5	6 (12%)	

Marital Status	Mean	SD	Total (%)	Statistical Inference
Married	22.08	0.917	39 (78%)	t=1.734 Df=48 P>0.05 Not Significant
Unmarried	23.42	0.876	11 (22%)	
Total	8	42	50 (100%)	

**Research Hypothesis (H<sub>1</sub>):** There is significant association between designation and their overall employer branding. The chi-square test find out that the calculated value is less than table value (p<0.05). So the research hypothesis is accepted.

**Research Hypothesis (H<sub>2</sub>):** There is no significant difference between marital status and their overall employer branding. The 't' test find out that the calculated value is greater than table value (p>0.05). So the research hypothesis is accepted.

**Table 2**

**Karl Pearson Coefficient correlation relationship between employer branding and their employee engagement, commitment and performance**

Employee engagement	Commitment	Performance	Employer branding
0.873*	0.916*	0.631*	0.873*

**Research Hypothesis (H<sub>3</sub>):** There is significant relationship between employer branding and their employee engagement, commitment and performance. Hence, the calculated value is less than table value ( $p^* < 0.05$ ). So, the research hypothesis is accepted.

**Table 3**

**Employer brand measurement**

Marketing measures	Brand measures	Performance measures
How effective and efficient are your marketing activities?	How well known and well regarded is your brand?	How much impact does your brand have on performance?
Targeting the right people with the right measures through the right media triggering the right response.	Brand awareness and familiarity Brand engagement and advocacy brand perception / Image Brand Perception and Loyalty	Quality / Diversity of talent pool, applications and hires Conversion rate and Premium Cost per hire/Time to hire

### Findings

- There is significant association between designation (48 per cent from surgeons, 24 per cent from technicians, 16 per cent from pharmacist and 12 per cent from counselor) and their overall employer branding. The chi-square test find out that the calculated value is less than table value ( $p < 0.05$ ). So, the research hypothesis is accepted.
- There is no significant difference between marital status (Married =  $22.08 \pm 0.917$ ; Unmarried =  $23.42 \pm 0.876$ ) and their overall employer branding. The 't' test find out that the calculated value is greater than table value ( $p > 0.05$ ). So, the research hypothesis is accepted.

### Conclusion

It's concluded that the healthcare sector is becoming a more competitive industry; as a result, how the organisation is perceived by both employees and external stakeholders is important to the organisation's success, to manage the sector and will contribute to the more efficient running of hospitals. It is essential for the



sector to uphold a positive reputation as the more positive view, the patients of the hospitals, the more likely we are to select one hospital over another if we have choice. It is also hoped that identifying how a healthcare organisation can maintain a positive reputation will lead to an increase in service user confidence and satisfaction. The more confident one feels entering the same hospital, the more likely their treatment will be successful through their reputation among them.

## REFERENCES

1. Ambler, T. and Barrow, S. (1996). The employer brand, *The Journal of Brand Management*, Vol.4 issue.3, pp.185-206.
2. Backhaus, K. and Tikoo, S. (2004) Conceptualizing and researching employer branding, *Career Development International*, Vol. 9 No. 5, pp. 501-517.
3. Barrow, S. and Mosley, R (2007). *The Employer Brand: bringing the best of brand management to people at work*. London: John Wiley.
4. Bryman and Bell, 2005, "Företagse Konomiska Forsknings Metoder", 1<sup>st</sup> Edition, Liber.
5. Chitramani and M. S. Deepa (2013). "Employer Branding: A Case on Selected Indian IT Companies" *Asia Pacific Journal of Marketing & Management Review*, Vol.2 (5), pp. 133-141.
6. Daniel Jönsson (2012), Employer Branding - An empirical study on the important attributes that make an employer attractive to employees in the health care sector, A thesis submitted to Linnaeus University, pp.92-97
7. Jiaxin Luo (2017), Employer Branding in the Chinese Public Hospital, A thesis submitted to ISCTE business School, Department of Human Resource Management and Organizational Behavior, pp.19-27
8. Kotler, P. (1991) 'Marketing Management: Analysis, planning, implementation and control', Englewood Cliffs, pp.441 (7th edition).
9. Stride, H. Lee, S. (2007) 'No logo? No way: Branding is the non-profit sector', *Journal of Marketing Management*, Vol.23, No 1-2, pp.113.
10. Waraas, A. (2008) 'Can public sector organizations be coherent corporate brands?', *Marketing Theory*, Vol.8, No.2, pp.209.
11. Worsfold, P. (1999) HRM, performance, commitment and service quality in the hotel industry, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 11, No. 7, pp. 340-348.

## Facile Single Step Electrochemical Synthesis of Few Layered Graphene for energy storage Applications

---

S. A. Thaneswari

&

A. J. Clement Lourduraj

Department of Physics  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli

### Abstract

Recently development of the large-scale synthesis was few layered graphene (FLG) via electrochemical exfoliation (EC) method. The few graphene sheets (EC-FLG) were characterized by X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), High resolution Transmission electron microscopy (HR-TEM). The electrochemical analysis showed that an enhanced storage and capacitance performance of the few layer graphene was obtained. The electrochemical measurements of cyclic voltammetry (CV) were for Electric double-layer capacitor (EDLC) energy storage for supercapacitors as observed specific capacitance calculations ( $C_{sp}$ )  $\sim 107$  F/g scan rate at 100 mV/s. The electrochemical exfoliation techniques to find great promise for the industrial-scale synthesis of high-quality defect free graphene for energy storage advanced applications.

**Keywords:** Graphene, Electrochemical method, exfoliation, energy storage, Supercapacitors.

### 1. INTRODUCTION

In recent years graphene is consisted to the mono layer carbon atoms arranged densely and closely honeycomb like hexagonal structure with 2D nanostructure materials [1]. Graphene was focused various applications in future electronics, electrochemical energy storage and energy conversation devices, due to their good electrical properties, high thermal stability, excellent mechanical strength and high surface area. Commonly followed synthesis methods of few as well as single layer of graphene chemically exfoliation methods modified hummer's method, chemical vapor deposition and microwave method [2, 3]. Among these methods are some cost wise expensive and some limitations but recently focused electrochemical methods is simple and cost effective techniques electrochemical exfoliations from raw bulk graphite sources [4-9]. Carbon based materials such as CNTs and Graphene are the most promising application in supercapacitor electrode materials for high energy storage devices in first explored by Ruoff and coworkers. The supercapacitor also called electrical double layer capacitor high energy storage. As a remarkable focused Supercapacitors light weight, miniaturized size, high stability, high specific capacitance and high-power density and energy density compared to Li-Ion batteries [10 & 11]. In this paper

we are developed novel method of graphene, we are developed and introduced electrochemical exfoliation in aqueous ionic liquid. Few layer graphene nanosheets were single step large scale production from high pure bulk graphite rods. The EC-FLG material was characterized by XRD, SEM, TEM and Electrochemical analysis.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1 Single Step Synthesis of few Layer Graphene

The few layer graphene sheets were synthesized by electrochemical exfoliation from graphite source. In the experimental detailed: Both as anode and cathode materials were using high pure graphite rods (Sigma Aldrich, 99% Grade length 8 cm, dia 0.5 cm) were inserted into the ionic aqueous electrolytes. The synthesis of electrochemical intercalation role of aqueous electrolyte ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) graphite into reduced few layer exfoliation graphene nanosheets. The aqueous ionic electrolyte was 10ml Sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) and 20ml D.I water into 200 ml beaker. Above mixed solution stirring vigorously at 30 min as electrolyte solution. The constant direct current (DC) Power source meter was used. High pure graphite electrodes were connected in electric power clip and both rods were dipped into the electrolyte solution. The reaction was carried out constant DC was applied 5V in between the pure graphite electrodes. The reaction was carried out 2 hrs. When the reaction start the anodic graphite rod was slowly exfoliated and floated and suspended fine dark black colored solution appearance high quality graphene sheets. When the electrode is starting exfoliation very slowly anodic erosion graphene Nanosheets particles suspended into the electrolyte solution. Finally, the purification process is centrifuged and used D.I water to removed the acetic nature into neutral ( $\text{pH}=7$ ). The Fine block power dried overnight and annealed muffle furnace  $400^\circ\text{C}$  for 5h. The final product graphene nano sheets goes to further materials analysis.

### 2.2 Electrochemical Analysis

The EC-few layer Graphene were analyzed Electrochemical Instrumentation (Metrohm-Autolab, PGSTATE 302N) in a three electrodes cell system, consists a S.S Mesh electrode (stainless steel-mesh) as working electrode, Pt wire as counter electrode and Ag/AgCl as a reference electrode with 1M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  electrolyte solution. Cyclic voltammetry study was carried out in CHI760D model in the potential range of  $-0.2$ – $0.6$  V with various scan rates of 10, 20, 30, 40, 50 and 100 mV/s.

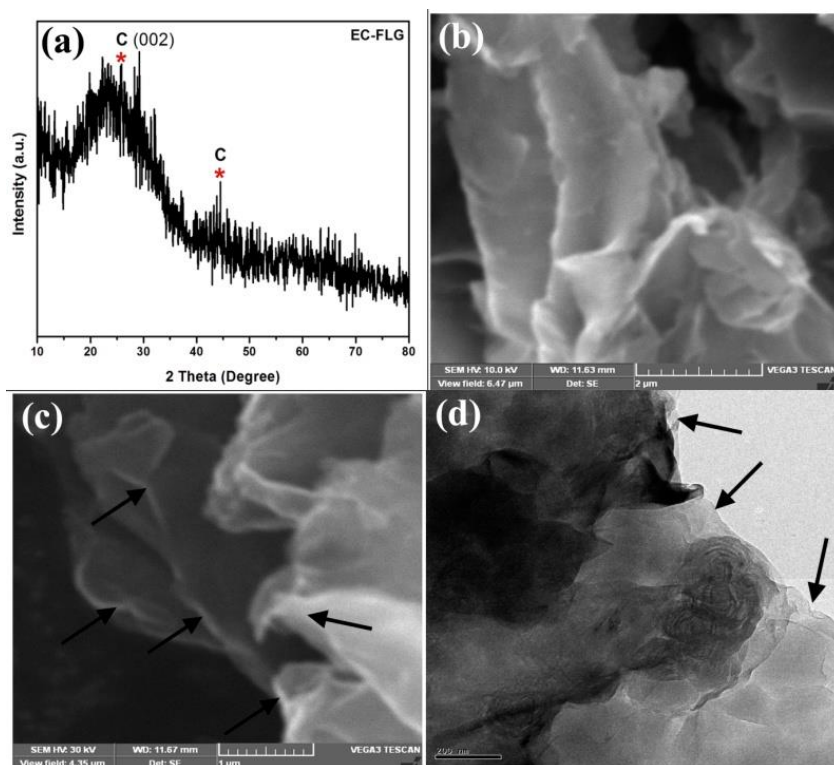
## 3. RESULT AND DISCUSSIONS

### 3.1 XRD, SEM & TEM

The EC-FLG was characterized by XRD pattern shown in Fig. 1 (a) after graphite electrode was exfoliated shows up a peak at around  $26.6^\circ$  corresponding plane to the (002) which indicates an interlayer spacing of  $3.34 \text{ \AA}$ . After electrochemical exfoliation diffracted peak at  $26.6^\circ$  in becomes broad peak can be attributed to

the exfoliation of layered structures of graphite. The broad peak reveals that the partial restacking of exfoliated graphene layers. SEM analysis was carried out and is shown in Fig. 1(b) & (c). The electrochemically exfoliated as prepared few layer graphene nanosheets for supercapacitor electrode, to confirm the few layers one by one stacked with bended graphene sheets. From the SEM micro graph images it is clear that all the morphological sheets, its thickness around 60-80 nm. In order to evaluate their exfoliation layers few sheets were obtained due to the constant potential with ionic intercalate will be applied between electrodes.

HR-TEM analysis for EC-FLG (nanometers scale) was surface morphological was observed to be placed graphene nanosheets edges fine each other. The few graphene nano layer transparency regions indicated by arrows in block aerox marks Fig.1 (d) was reveal that the few layer graphene nanosheets.



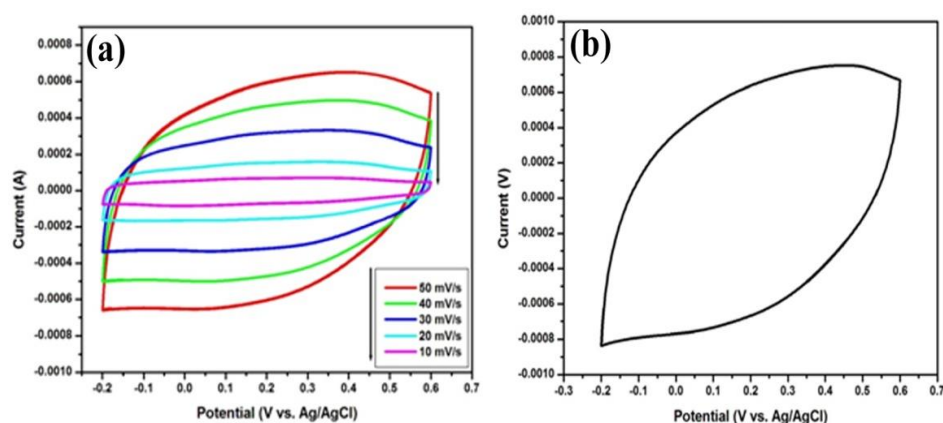
**Fig. 1(a) XRD pattern of EC-FLG, (b & c) SEM images of EC-FLG (d) HR-TEM images of EC-FLG**

A possible mechanism for the intercalation process has been proposed for electrochemically exfoliation process for the mechanism of electrostatic forces interacts with ions graphite layers exfoliate, the electrolyte containing with electrochemically Intercalation process of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  acid  $\text{H}^+$  cation and  $\text{SO}_4^{2-}$  anion

with bulk graphite exfoliate layer by layer exfoliation to observe few layer graphene sheets like transparent morphology.

### 3.2 Cyclic Voltammetry

The cyclic voltammetry (CV) of EC-FLG at various scan rates of 10, 20, 30, 40, 50 and 100 mV/s in the potential range of -0.2–0.6 V are shown in Fig. 2 (a). As can be observed from the CVs of EC-FLG, with the increase in scan rate the current also increases which. The specific capacitance ( $C_{sp}$ ), was calculated from cyclic voltammetry (CV) curve was using at scan rate 100 mV/s obtained Specific capacitance  $C_{sp}$  is 107 F/g for EC-FLG using the formula  $C_{sp} = \text{integrated total area of the CV curve} / (\text{Scan rate} * \text{total Voltage window} * \text{mass of the active material})$ . From Fig. 2(b). The CV cure  $C_{sp}$  was calculation using 100 mV/s for rectangular shape for Electric/ electrochemical double layer capacitive (EDLC) nature.



**Fig. 2:**

- (a) Cyclic voltammetry of T-RGO at different sacn rates (10 - 50 mV/s)  
 (b) Cyclic voltammetry of T-RGO at scan rate 100 mV/s.

## 4. CONCLUSION

A facile synthesis of few layered graphene sheets was developed in bulk graphite electrode. This method was found that produced high yield with good quality graphene. The EC-FLG material was characterized for structural and morphological analysis of powder XRD, SEM and HR-TEM observation. The electrochemical exfoliated graphene for used assupercapacitor electrode. From the CV curve usedto found that maximum specific capacitance was calculated ( $C_{sp}$ ) –107 F/g at 100 mV/s for EC-FLG material. Electrochemical few layer defect free graphene nanosheets was possible to produce by large scale. This work observation confirmed the few layer defect free graphene nanosheets and also demonstrated possible in future energy storage materials for supercapacitor device fabrications.

## REFERENCES

1. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, *et al.* Electric field effect in atomically thin carbon films. *Science* (2004) Vol. 306, pp. 666-669.
2. Y.W. Zhu, *et al.* Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications. *Adv. Mater.* (2010) Vol. 22, 3906–3924.
3. W. S. Hummers and R. E. Offeman, Preparation of Graphitic Oxide, *J. Am. Chem. Soc.*, 1958, Vol. 80, pp.1339.
4. K. Parvez, R. J. Li, S. R. Puniredd, Y. Hernandez, F. Hinkel, S. H. Wang, *et al.*, "Electrochemically Exfoliated Graphene as Solution-Processable, Highly Conductive Electrodes for Organic Electronics," *Acs Nano*, Apr. 2013, Vol. 7, pp. 3598-3606.
5. V. Thirumal, A. Pandurangan, R. Jayavel, K. S. Venkatesh, N. S. Palani, R. Ragavan and R. Ilangoan, Single pot electrochemical synthesis of functionalized and phosphorus doped graphene nanosheets for supercapacitor applications. *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.*, 2015, Vol. 26, pp. 6319–6328.
6. G. X. Wang, B. Wang, J. Park, Y. Wang, B. Sun, and J. Yao, Highly efficient and large-scale synthesis of graphene by electrolytic exfoliation, *Carbon*, 2009, Vol. 47, pp. 3242-3246.
7. G.M. Morales, P. Schifani, G. Ellis, C. Ballesteros, G. Martinez, C. Barbero, H. J. Salavagione, High-quality few layer graphene produced by electrochemical intercalation and microwave-assisted expansion of graphite. *Carbon*, 2011, Vol. 49, pp.2809–2816.
8. N. Liu, F. Luo, H.X. Wu, Y.H. Liu, C. Zhang, J. Chen, One-step ionic-liquid-assisted electrochemical synthesis of ionic-liquid-functionalized graphene sheets directly from graphite. *Adv. Funct. Mater.*, 2008, Vol.18, pp.1518-1525.
9. Y. Hernandez, V. Nicolosi, M. Lotya, F.M. Blighe, Z. Sun, S. De, I.T. McGovern, B. High-yield production of graphene by liquid phase exfoliation of graphite, *Nature Nanotechnology*, 2008, Vol. 3, 563-568.
10. J. Liu, H. Yang, S.G. Zhen, C.K. Poh, A. Chaurasia, J. Luo, X. Wu, E.K.L. Yeow, N.G. Sahoo, J. Lin, Z. Shen, A green approach to the synthesis of high-quality graphene oxide flakes via electrochemical exfoliation of pencil core. *RSC Adv.*, 2013, Vol. 3, pp.11745–11750.
11. D. Wei, L. Grande, V. Chundi, R. White, C. Bower, P. Andrew, *et al.*, "Graphene from electrochemical exfoliation and its direct applications in enhanced energy storage devices," *Chemical Communications*, 2012. Vol. 48, pp. 1239-1241.

## Sol-Gel Spin Deposited ZnO Semiconductor for Window Layer

---

**R. Anne Sarah Christinal, G. Genifer Silvena, Bincy John,  
A. Leo Rajesh**

Department of Physics, St. Joseph's College, Tiruchirappalli

&

**Sujay Chakravarty**

UGC-DAE Consortium for Scientific Research

Kalpakkam, Kancheepuram District

### Abstract

ZnO is a wide band gap semiconductor material which is very frequently used as window layer in the photovoltaic structure. In the present work, the ZnO thin film was prepared by sol-gel spin coating process using zinc acetate dihydrate as a precursor, methanol as a solvent and monoethanolamine (MEA) as a stabilizer. The structural, morphological, optical and electrical properties of the deposited film were investigated. The glancing incidence angle x-ray diffraction (GIXRD) analysis showed formation of polycrystalline structure with peaks corresponding to (002) plane. Scanning Electron Microscopy (SEM) showed that the growth of film acquire crack -free rod-like structure. The UV-Visible transmittance spectrum showed 70% transparency of the material in the visible region and the calculated direct band gap energy of 3.24 eV were obtained. The electrical studies were carried out by impedance analyser in the frequency range from 100Hz to 1MHz. This analysis showed that the ZnO thin film exhibit the semiconducting nature. These studies proved that ZnO is a low cost and environment friendly material which is useful for solar cell applications.

**Keywords:** ZnO film, Sol-gel, Spin coating, Window layer

### 1. Introduction

Zinc oxide is a very promising material for semiconductor device application. It has unique physical and chemical properties such as high chemical stability, broad range of radiation absorption and high photo stability at room temperature making it attractive for potential use in transparent conductive electrode, solar cell, gas sensor, light emitting diodes, lasers, varistors etc. ZnO is an n-type semiconductor which is abundant and nontoxic with a wide band gap of 3.27 eV and large exciton binding energy of 60 meV at room temperature which perfectly matches the requirement of transparent contacts in photovoltaic solar cell window layers.<sup>1</sup>

ZnO thin films have been deposited by different deposition techniques like chemical vapour deposition (CVD)<sup>2</sup>, magnetron sputtering<sup>3</sup>, pulsed laser

deposition (PLD)<sup>4</sup>, electron beam evaporation (EBM)<sup>5</sup>. Most of these methods need high vacuum and high operating temperatures to work, which make them high cost techniques. Chemical based solution routes such as sol-gel<sup>6</sup>, co-precipitation<sup>7</sup> and spray pyrolysis<sup>8</sup> can be considered as simple and economic methods involving low cost equipment and raw materials. ZnO thin films can be synthesized by the sol gel spin coating method which has emerged as one of the most promising processing routes as it is particularly efficient in producing thin, transparent, homogeneous, multi component oxide films of many compositions on various substrates at low cost and it is a very simple process for the production of large area of films. It also allows the tuning of the thickness of the film by varying parameters.

The aim of the present work is to prepare the transparent nanocrystalline ZnO semiconducting thin film, which can be used as n-type window layer in thin film solar cells by low cost sol-gel spin coating method. The structural, morphological, optical and electrical properties of the deposited ZnO thin film is characterized by various analytical techniques such as Glancing incidence angle X-ray diffraction (GIXRD), scanning electron microscope (SEM), UV-visible spectroscopy, Photoluminescence and impedance measurement.

## 2. Experimental Preparations

The preparation of the ZnO thin film was done by sol-gel spin coating technique. The solution for ZnO film was prepared using zinc acetate dihydrate [Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O] as a precursor, methanol as solvent and monoethanolamine (MEA) as stabilizer. 0.5M zinc acetate dihydrate was dissolved in methanol using magnetic stirrer. After completely dissolving the solution, MEA was added dropwise and the solution was stirred for 45 minutes at 50 °C temperature having the molar ratio of zinc acetate dihydrate to MEA as 1:1. After getting the clear transparent and homogeneous mixture, the solution was left for about 24 hr at room temperature to form the gel. The solutions were spin coated on the glass substrate at a speed of 3000 rpm for 30 sec and preheated in the magnetic stirrer at 200 °C for 10 minutes. These procedures were repeated for two times to improve the thickness of the sample. The spin coated ZnO thin film was then annealed at 450 °C for 1 hour in a hot plate to obtain a crystalline ZnO thin film.

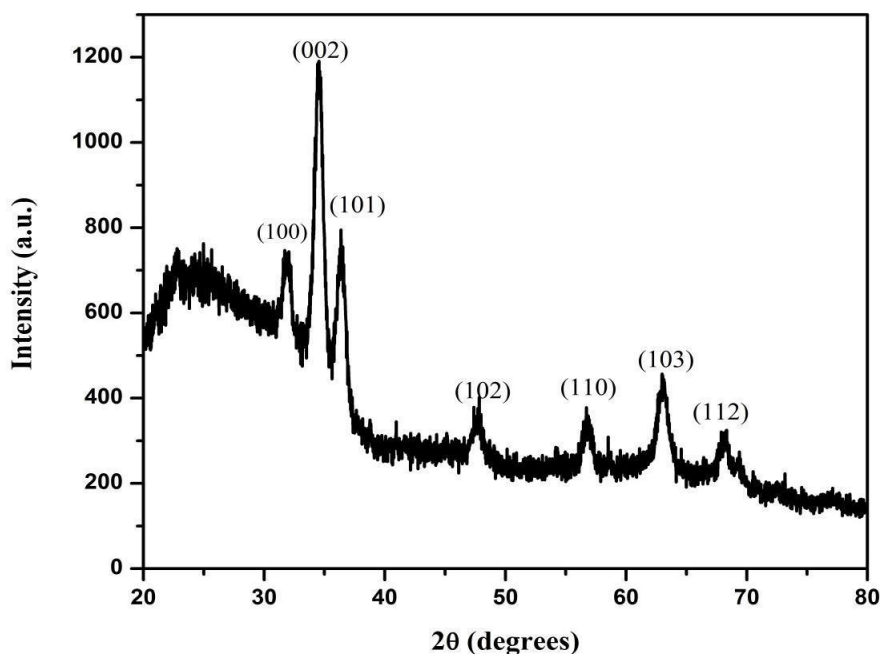
The prepared ZnO thin film was characterized to confirm the structural and phase identification using Glancing incidence X-ray diffractometer. The GIXRD pattern using XPERT PRO was used to study the GIXRD pattern of ZnO thin film at a scanning range of 20° to 80° with CuKα<sub>1</sub> source radiation (=1.54051 Å). The optical properties of the ZnO thin film were determined by lambda UV-Visible spectrometer in the wavelength range of 300-1100 nm. The room temperature photoluminescence characteristic of ZnO film was investigated using Perkin Elmer (model Lambda 45) in the range of 370-680 nm. The surface morphology of the thin film was examined using scanning electron microscope



(SEM). The electrical measurement of the ZnO thin film was recorded using impedance analyzer (Princeton Applied Research) with applied frequency in the range of 1 Hz to 1MHz.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Structural Analysis



**Fig. 1: GIXRD pattern of ZnO thin film**

The crystallinity and crystallographic orientation of the ZnO thin film is studied through glancing incidence x-ray diffraction, as shown in Figure 1. The diffraction peaks obtained between the  $2\theta$  ranges are from  $20 - 80^\circ$ . The reflection peaks at (100), (002), (101), (110), (103) and (002) are indicative of the hexagonal wurtzite ZnO structure<sup>9</sup>. The sharp and narrow diffraction of the peaks demonstrated that all ZnO thin film is of good crystalline in quality. The crystal orientation of ZnO thin film obtained from methanol solvent shows polycrystalline nature with a strong orientation along (002) plane, which is located at  $34.5^\circ$ . This is due to the highest density of Zn atoms in this plane. The preferential orientation of the film grows along c-axis i.e., (002) plane, which is perpendicular to the substrate. The other small peaks which are shown in figure are due to the non-decomposed organic compounds or impurities in the solution used for deposition of the film.

The crystallite size is calculated using the Debye- Scherrer's formula.<sup>10</sup>

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad \dots(1)$$

where

D is the crystallite size,

$\lambda$  is the wavelength of the target  $\text{CuK}\alpha_1$  ( $=1.54051 \text{ \AA}$ ),

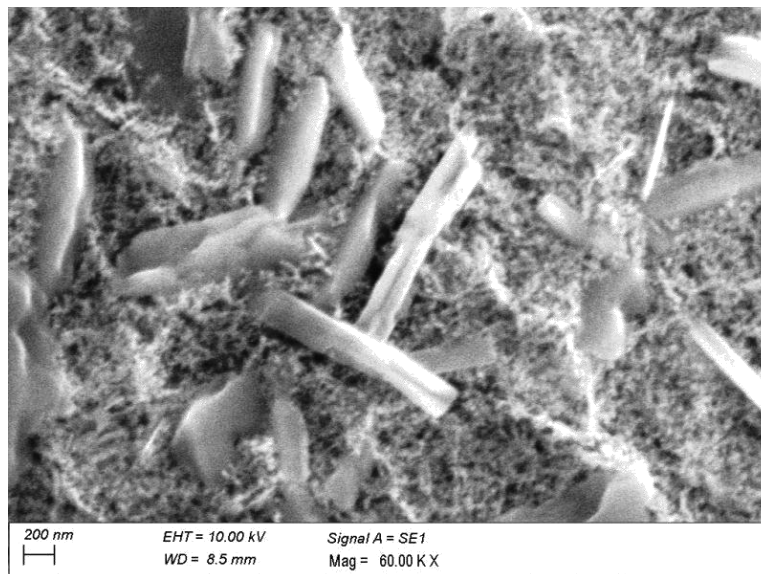
$\beta$  is the full-width half maximum value and

$\theta$  is the position of respective Bragg peaks.

The ZnO thin film synthesized with methanol (MeOH) exhibit the highest XRD diffraction peaks on the (002) plane as per the literature. The crystallite size of ZnO is calculated along this plane, which gives the value of 11 nm.

### 3.2 Morphological studies

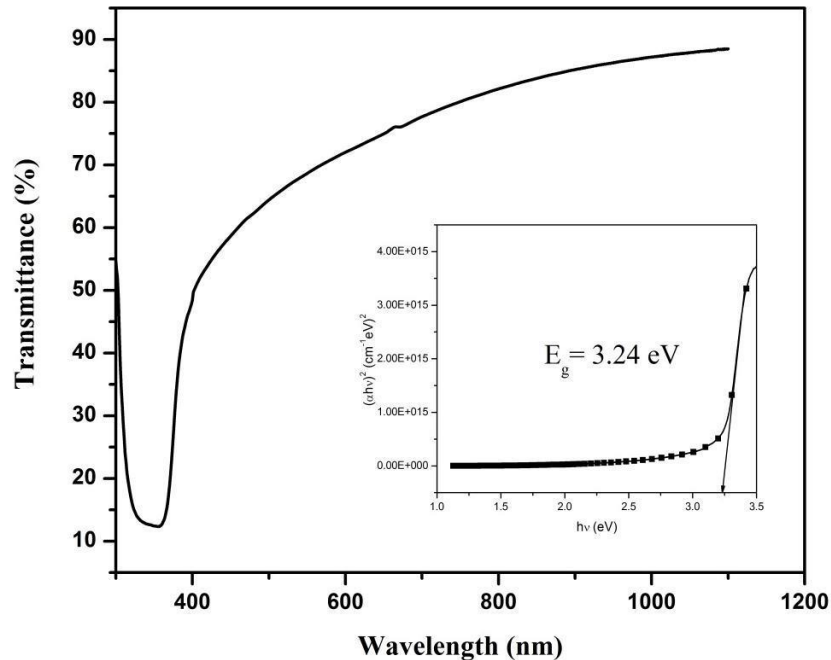
Figure 2 shows the surface morphology and structure of the prepared ZnO thin film deposited on the glass substrate using scanning electron microscope. The morphology details explain that the film acquire rod-like structure and are uniform in distribution. The film exhibits a fine microstructure without cracks or voids. The figure also represent that the ZnO film is composed of vertically aligned and densely packed film. The SEM image illustrates that the length and breadth of the ZnO thin film is approximately  $1.3 \mu\text{m}$  and  $199 \text{ nm}$ . The thickness of the film is estimated to be  $120 \text{ nm}$ .



**Fig. 2: SEM image of ZnO thin film**

### 3.3 Optical Studies

#### 3.3.1 UV Transmittance



**Fig. 3: UV transmittance spectrum of ZnO thin film (inset shows the Tauc plot band gapenergy of the material)**

Figure 3 shows the transmittance spectra of the ZnO films deposited on glass substrates using UV–Visible spectrophotometer. The spectrum is obtained from the wavelength range of 300–1100 nm. The film with 0.5 molar concentration of the precursor exhibits good transparency in the visible region (above 70%) which is a suitable material for transparent window layer in solar cell application.

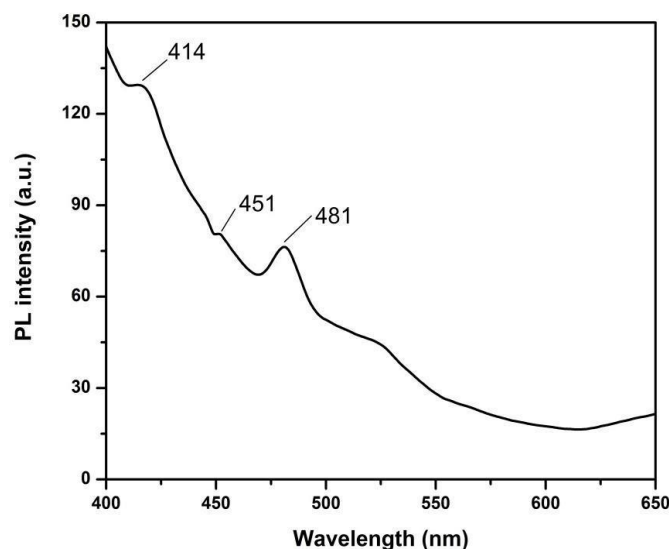
The optical band gap of the films was calculated using Tauc plot as shown the inset in Fig. 3.1. The direct band gap is obtained from the extrapolation of the linear part of the curve in the plot of  $h\nu$  in eV versus  $(\alpha h\nu)^2$  in  $(\text{cm}^{-1} \text{eV})^2$ . The absorption coefficient ( $\alpha$ ) determined from the transmittance spectra is related to the photon energy is given by

$$\alpha h\nu = A (h\nu - E_g)^n$$

where  $E_g$  is the energy band gap of the semiconductor,  $A$  is a constant, and  $n = 1/2$  for direct allowed transitions<sup>11</sup>.

The Tauc plot gives the direct band gap of the samples. The obtained band gap value of ZnO thin film is 3.24 eV which is the optimum value for photovoltaic application.

### 3.3.2 Photoluminescence



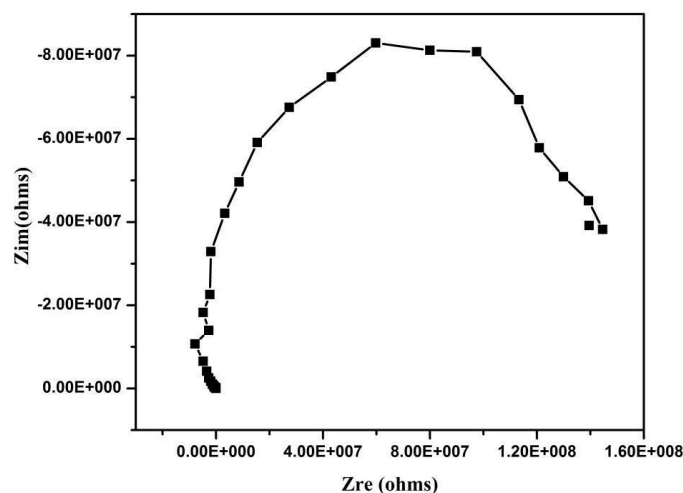
**Fig. 4: Photoluminescence spectrum of ZnO thin film**

Photoluminescence spectroscopy is used to study the luminescence properties of thin film. Figure 4 shows the photoluminescence spectrum obtained in the range of 370-680 nm for ZnO thin films. It is seen that emission peaks are observed at 414 nm, 451 nm, 481 nm which correspond to violet and blue emission. The violet band at 414 nm is assigned to the recombination of an electron at zinc interstitial and a hole in the valence band. The blue band at 451 and 481 nm are attributed to the recombination between the zinc interstitial (Zni) energy level to the zinc vacancy (Vzn) energy level.

### 3.4 Electrical studies

The impedance spectroscopy is a useful technique to study the electrical properties of the material. Nyquist diagram or cole-cole plot is a convenient tool to determine the resistance of the material<sup>12</sup>. The impedance behavior of polycrystalline film can be interpreted using the equivalent circuit model that provides a representation of the electrical properties frequency region. Figure-5 shows the impedance spectra ( $Z''$  vs  $Z'$ ) obtained by plotting the imaginary part with the corresponding real part for ZnO thin film. The analysis data shows that the ZnO thin film exhibits the semi-circle at frequency range from 100 Hz – 1MHz. The semicircular pattern in the impedance spectrum indicates the electrical process taking place in the material.

The intersection of this cole-cole plot on the real axis represents conductivity of the sample. The conductivity increases with increase in frequency which shows the semiconducting behavior of the material.



**Fig. 5: Impedance spectrum of ZnO thin film**

#### 4. Conclusion

The ZnO thin film was successfully deposited on glass substrate using low cost sol-gel spin coating technique. The structural, morphological, optical and electrical properties of the deposited film were studied. The XRD pattern indicated that ZnO thin film had hexagonal wurtzite structure and the average crystallite size of the film was found to be 11 nm. The SEM image showed that ZnO thin film exhibited rod-like structure with uniform distribution. The UV-Visible spectrum showed that the deposited ZnO thin film was having good transparency in the visible region and the band gap energy of the obtained film was found to be 3.24 eV. The impedance measurement was carried out and the film revealed semiconducting behavior. In this work, the above-mentioned results showed that ZnO is a highly transparent material, which is suitable for window layer in thin film solar cell.

#### References

1. Janotti A. and Van de Walle C. G, "Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor", *Reports on Progress in Physics*, 2009, Vol.72, pp.126501.
2. Larsson, F., "Study of CVD deposited i-ZnO layers in CIGS thin film solar cells", *diva-portal.org*, 2015.
3. Dave, P. Y., Patel, K. H, Chauhan, K. V., Chawla, A. K. and Rawal, S. K, "Examination of Zinc Oxide Films Prepared by Magnetron Sputtering", *Procedia Technology*, 2016, Vol.23, pp. 328-335.
4. Ramamoorthy, K., "Development of a novel high optical quality ZnO thin films by PLD for III-V opto-electronic devices", *Current Applied Physics*, 2006, Vol.6, pp. 103-108.

5. Giri, P. K., "Studies on zinc oxide nanorods grown by electron beam evaporation technique", *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry*, 2007, Vol.37, pp. 437-441.
6. Anand, V. K., Sood, S. C and Sharma, A., "Characterization of ZnO thin film deposited by sol-gel process", *AIP Conference Proceedings*, 2010, Vol. 1324, pp.399–401.
7. Kolodziejczak-Radzimska, A. and Jesionowski, T., "Zinc oxide from synthesis to application: A review", *Materials (Basel)*, 2014, Vol.7, pp. 2833–2881.
8. Nehru, C. L., Umadevi, M. and Sanjeeviraja, C., "Studies on Structural, Optical and Electrical Properties of ZnO Thin Films Prepared by the Spray Pyrolysis Method", *International Journal of Materials Engineering*, 2012, Vol.2, pp.12–17.
9. Foo, K. L., Kashif, M., Hashim, U. and Liu, W-W., "Effect of different solvents on the structural and optical properties of zinc oxide thin films for optoelectronic applications", *Ceramics International*, 2014, Vol. 40, pp.753–761.
10. Pati, S., "Highly textured ZnO thin films grown using sol-gel route for gas sensing application", *Journal of Alloys and Compounds*, 2017, Vol. 695, pp. 3552-3558.
11. Liu, A., Zhang, J. and Wang, Q., "Structural and Optical Properties of ZNO thin films prepared by different sol-gel processes", *Chemical Engineering Communication*, 2011, Vol. 198, pp. 494–503.
12. Pati, S., "Impedance Spectroscopy of Nano-Grain ZnO Thin Films", *International Journal on Recent and innovation trends in computing and communication*, 2015, Vol.3, pp. 6441–6446.

## Group Travel Plan Optimization through Simulated Annealing Technique

---

**Dr. C. Muthu**

Associate Professor, Department of Statistics  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli  
&

**M. C. Prakash**

PG Student, Bharathidasan University, Tiruchirappalli

### Abstract

Stochastic Optimization Techniques are typically used for solving several business problems that have many possible solutions across many variables, and that have outcomes that can change greatly depending on the combinations of these variables. In this paper, the Simulated Annealing Optimization Technique is used to arrive at an optimal group travel plan for the players of the Indian Basket Ball Team.

**Keywords:** Stochastic Optimization Techniques, Simulated Annealing Technique

### 1. Introduction

The productivity and profitability of big organizations have recently witnessed a great impact due to the application of Machine Learning algorithms [1]. Hadoop and the related tools are now widely used for successfully implementing the advanced Machine Learning algorithms in the business organizations [2]. Price Predictors are often modeled by the Data Analysts by using the KNN algorithm [3]. Potential insights into the customer preferences are now obtained by the Data Analysts by applying the Hierarchical Clustering algorithm [4].

Optimization techniques enable us to find the best possible solution to a business problem by trying many different solutions and scoring them to determine their quality. Optimization Techniques are typically used in the cases where there are too many possible solutions to try them all. The simplest but least effective method of searching for solutions is just typing a few thousand random guesses and seeing which one is best. More effective Optimization techniques, such as the Simulated Annealing Technique, which is used in this paper for obtaining an optimal travel plan for the players of the Indian Basket Ball Team, try to intelligently modify the solutions in a way that is likely to improve them.

### 2. Data for Study

Planning a trip for a group of people from different locations all arriving at the same place is always a challenge, and it often requires an optimum solution. There are a lot of different inputs required, such as what every one's flight schedule should be, how many cars should be rented, and which airport is easiest. Many

outputs should also be considered, such as total cost, time spent waiting at airports, and time taken off work. Because the inputs cannot be mapped to the outputs with a simple formula, the need for obtaining an optimum solution arises in this case.

To begin, we create a new python file called **scheduleOptimization.py** and insert the following code:

```
import time
import random
import math
team = [('Aravind', 'MAA'), ('Rajvir', 'TRV'), ('Vishesh', 'BLR'), ('Amitpal', 'HYD'),
        ('Satnam', 'BOM'), ('Talwinder', 'CCU')]
# InternationalAirport in New Delhi
destination = 'DEL'
```

We are planning a trip for the members of the Indian Basket Ball Team who are from all over the country and wish to meet up in New Delhi for participating in the National Tournament. They will all arrive on the same day and leave on the same day, and they would like to share transportation to and from the airport. There are dozens of flights per day to New Delhi from any of the team members' locations, all leaving at different times. The flights also vary in price and in duration.

The **sample data** for this study are stored as **flightSchedule.txt** and this data file contains origin, destination, departure time, arrival time, and price for a set of flights in a comma-separated format:

```
DEL, MAA, 20:27, 23:42, 1690
MAA, DEL, 19:53, 22:21, 1730
DEL, BOM, 6:39, 8:09, 860
BOM, DEL, 6:17, 8:26, 890
DEL, BLR, 8:23, 10:28, 1490
BLR, DEL, 7:04, 9:11, 1280
```

We load this data into a dictionary with the origin and destination as the keys and a list of potential flight details as the values. Add this code to load the data into **scheduleOptimization.py**:

```
flights = { }
for line in file ('flightSchedule.txt.'):
    origin, destination, departure, arrival, fare = line.strip( ).split(',')
    flights.setdefault ((origin,destination), [ ])
    #Details are added to the list of possible flights
    flights [(origin, destination)].append ((departure, arrival, int (fare)))
```

We also define the utility function **getTimeInMinutes( )**, which calculates how many minutes into the day a given time is. This makes it easy to calculate flight times and waiting times. We add this function to **scheduleOptimization.py**:



```
def getTimeInMinutes(t):
    x = time.strptime(t, '%H : %M')
    return x[3] * 60 + x[4]
```

The challenge now is to decide which flight each person in the team should take. Even though keeping total fare down is a goal, there are many other possible factors that the optimal solution will take into account and try to minimize, such as total waiting time at the airport or total flight time. We will take into account these factors through a Cost Function, which we will discuss soon.

When approaching an optimization problem like this, it is necessary to determine how a potential solution will be represented. A very common simple representation is a list of numbers. In this case, each number can represent which flight a team member chooses to take, where 0 is the first flight of the day, 1 is the second, and so on. Since each team member needs an outbound flight and a return flight, the length of this list is twice the number of team members. For example, the list

**[1, 4, 3, 2, 7, 3, 6, 3, 2, 4, 5, 3]**

represents a solution in which Aravind takes the second flight of the day from Chennai to New Delhi, and the fifth flight back to Chennai on the day he returns. Rajvir takes the fourth flight from Trivandrum to New Delhi, and the third flight back.

### 3. The Cost Function

The **cost function** is the key to solving any optimization problem. The goal of our optimization algorithm is to find a set of flights that minimizes the cost function. The cost function in our Group Travel Optimization problem will involve the following variables:

- Fare** : The total fare of all the plane tickets.
- Travel Time** : The total time that everyone has to spend on a plane.
- Waiting Time** : Time spent at the airport waiting for the other members of the team to arrive.
- Departure Time** : Flights that leave too early in the morning may impose an additional cost by requiring travelers to miss out on sleep.
- Car Rental Period** : If the team rents a car, they should return it earlier in the day than when they rented it, or be forced to pay for a whole extra day.

We have to now determine how much money that time on the plane or time waiting in the airport is worth. The following **flightScheduleCost( )** function takes into account the total cost of the trip and the total time spent waiting at airports for the various members of the team. It also adds a penalty of Rs.500 if the car is

return at a later time of the day than when it was rented. We now add the following `flightScheduleCost()` function to `scheduleOptimization.py`:

```
def flightScheduleCost (soln):
    totalfare = 0
    latestarrival = 0
    earliestdeparture = 24 * 60
    for d in range (len(soln)/2):
        # Get the inbound and outbound flights
        origin = team [d][1]
        outbound = flights [(origin, destination)][int(soln[d])]
        returnf = flights [(destination, origin)] [int(soln[d+1])]
        # Total fare is the fare of all outbound and return flights
        totalfare += outbound[2]
        totalfare += returnf[2]
        # Track the latest arrival and earliest departure
        if latestarrival < getTimeInMinutes (outbound [1]):
            latestarrival = getTimeInMinutes (outbound[1])
        if earliestdeparture > getTimeInMinutes (returnf[0]):
            earliestdeparture = getTimeInMinutes (returnf[0])
        # Every person should wait at the airport until the latest person
        # arrives.
        # They also should arrive at the same time and wait for their flights.
        totalWaitingTime = 0
        for d in range (len(soln)/2):
            origin = team [d][1]
            outbound = flights[(origin, destination)] [int(soln[d])]
            returnf = flights[(destination, origin)] [int(soln[d+1])]
            totalWaitingTime += latestarrival –
            getTimeInMinutes(outbound[1])
            totalwaitingTime += getTimeInMinutes (returnf[0] –
            earliestdeparture
        # Check whether this solution requires an extra day of car rental
        # That will be Rs. 500!
        if latestarrival > earliestdeparture: totalfare += 50
    return totalfare + totalwaitingTime
```

The logic involved in this cost function is simple. The total wait time assumes that all the team members will leave the airport together when the last person arrives, and will all go to the airport for the earliest departure. We can try this `flightScheduleCost()` function in the following Python session:

```
>>> reload (scheduleOptimization)
>>> scheduleOptimization.flightScheduleCost(s)
58230
```

#### 4. Simulated Annealing Optimization Technique

The goal of our Group Travel Optimization problem is to minimize cost by choosing the correct set of numbers. In theory, we can try every possible combination, but in this study, we have 16 flights, all with 9 possibilities, giving a total of  $9^{16}$  combinations (i.e. 300 billion combination). Testing every combination will guarantee that we get the best answer, but it will take a very long time on most types of computers. Trying a few thousand random guesses and seeing which one is best is another possible technique.

Randomly trying different solutions is very inefficient because it does not take advantage of the good solutions that have already been discovered. In our study, a flight schedule with a low overall cost is probably similar to other flight schedules that have a low cost. Because random optimization technique jumps around, it will not automatically look at similar flight schedules to locate the good ones that have already been found.

The Simulated Annealing Optimization Technique begins with a random solution to our Group Travel Plan optimization problem. It was a variable representing the willingness to accept a worse solution, which starts very high and gradually gets lower. In each iteration, one of the numbers in the solution is randomly chosen and changed in a certain direction. In our study, Aravind's return flight may be moved from the second of the day to the third. The cost is calculated before and after the change, and the costs are compared.

If the new cost is lower, the new solution becomes the current solution. However, if the cost is higher, the new solution can still become the current solution with a certain probability. This is done so as to avoid the local minimum problem.

In some cases, it is necessary to move to a worse solution before we can get to a better one. Simulated annealing works because it will always accept a move for the better, and because it is willing to accept a worse solution near the beginning of the process. As the process goes on, the algorithm becomes less and less likely to accept a worse solution, until at the end it will only accept a better solution. The probability of a higher-cost solution being accepted is given by the following formula:

$$p = e^{((-highcost-lowcost)/willingness\ to\ accept\ a\ worse\ solution)}$$

Since the willingness to accept a worse solution starts very high, the exponent will always be close to 0, so the probability will almost be 1. As the willingness to accept a worse solution decreases, the difference between the high cost and the low cost becomes more important – a bigger difference leads to a lower probability, so the algorithm will favour only slightly worse solutions over much worse ones.

We now create the function `annealingoptimization( )` and add it to `scheduleOptimization.py`:

```

def annealingOptimization (domain, costf, T=10000.0, coolingRate = 0.95, step = 1):
    # The values are initialized randomly
    vec = [float (random.randint (domain[i] [0], domain[i][1]))
            for i in range (len(domain))]
    while T > 0.1 :
        # One of the indices is chosen
        i = random.randint (0, len(domain) - 1)
        # A direction to change the index is chosen
        dir = random.randint (-step, step)
        # A new list is created with one of the values changed
        vecb = vec[:]
        vecb [i] += dir
        if vecb [i] < domain[i][0] : vecb[i] = domain[i][0]
        elif vecb[i] > domain [i][1] : vecb[i] = domain [i][1]
        # The current cost and the new cost are calculated
        ea = costf (vec)
        eb = costf (vecb)
        p = pow (math.e, (-eb-ea) / T)
        # Check whether it is better, or it makes the probability cutoff
        if (eb < ea or random.random( ) < p) :
            vec = vecb
        # The willingness to accept a worse solution is decreased
        T = T * coolingRate
    return vec

```

To perform annealing, the above function first creates a random solution of the right length with all the values in the range specified by the domain parameter. The **willingness to accept a worse solution** and the **coolingRate** are optional parameters. In each iteration, **i** is set to a random index of the solution and **dir** is set to a random number between **-step** and **step**. It calculates the current function cost and the cost if it were to change the value at **i** by **dir**.

The line of code **p = pow (math.e, (-eb-ea) / T)** shows the probability calculation, which gets lower as **T** gets lower. If a random float between 0 and 1 is less than this value, or if the new solution is better, the function accepts the new solution. The function loops until the willingness to accept a worse solution has almost reached 0, each time multiplying it by the cooling rate.

We now execute the **annealingoptimization( )** function in the following python session in order to get the optimum cost for our Group Travel Planning problem.

```

>>> reload (scheduleOptimization)
>>> s = scheduleOptimization.annealingOptimization (domain,
scheduleOptimization.flightScheduleCost)
>>> scheduleOptimization.flightScheduleCost(s)
22780

```

For printing all the flights that the Basket Ball Team Members need to take in order to ensure the above mentioned optimum cost, we add the following `printFlightSchedule( )` function to `scheduleOptimization.py`:

```
def printFlightSchedule(r) :
    for d in range (len(r)/2):
        name = team [d] [0]
        origin = team [d] [1]
        out = flights [(origin, destination)] [r[d]]
        ret = flights [(destination, origin)] [r[d+1]]
        print '%10s %10s %5s – %5s $%3s %5s %5s $%3s'
              % (name, origin, out[0], out[1], out[2], ret[0], ret[1], ret[2])
```

The optimum Group Travelling Plan obtained by using simulated Annealing Technique shall now be obtained by executing `printFlightSchedule( )` in a python session:

```
>>> scheduleOptimization.printFlightSchedule(s)
Aravind Chennai      11:44 – 14:12   Rs 1090   10:53 – 12:23   Rs 7400
Rajvir Trivandrum    11:32 – 15:59   Rs 2900   11:54 – 15:19   Rs 2560
Vishesh Bengaluru    10:57 – 13:40   Rs 1890   10:42 – 13:26   Rs 1390
Amitpal Hyderabad    10:29 – 13:41   Rs 2480   11:47 – 14:15   Rs 1700
Satnam Mumbai        10:54 – 12:27   Rs 1340   10:53 – 13:31   Rs 1320
Talwinder Kolkata    11:28 – 13:27   Rs 175    14:17 – 16:31   Rs 1290
```

It is obvious that the Simulated Annealing Optimization did a good job of reducing the overall waiting times while keeping the costs considerably down.

## References

1. Jacques Bughin, “Big Data, Big Bang?”, *Journal of Big Data*, 2016, Vol.3, Iss. 2, pp. 1-14.
2. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Impact of Hadoop Ecosystem on Big Data Analytics”, *International Journal of Exclusive Management Research - Special Issue*, 2015, Vol. 1, pp. 88-90.
3. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Building a Price Predictor for an Auctioning Website”, *RETELL*, 2015, Vol. 15, Iss. 1, pp. 135-137.
4. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Hierarchical Clustering of Users’ Preferences”, *RETELL*, 2016, Vol. 16, Iss. 1, pp. 135-136.
5. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Matching the users of a Website using SVM Technique”, *RETELL*, 2017, Vol. 17, Iss. 1, pp. 53-56.
6. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Using Bayesian Classifier for Email Sorting”, *RETELL*, 2017, Vol. 17, Iss. 1, pp. 57-60.

## Optimum Assignment of Machine Problems to Technicians Using a Genetic Algorithm

---

**Dr. C. Muthu**

Associate Professor, Department of Statistics  
St. Joseph's College, Tiruchirappalli  
&

**M. C. Prakash**

PG Student, Bharathidasan University, Tiruchirappalli

### Abstract

The best possible solution to a business problem shall be often found by trying many different solutions and scoring them to determine their quality. The stochastic optimization techniques, such as the Genetic Optimization Technique, shall be used for this purpose. In this paper, the optimum assignment of machine problems to experienced technicians in a large manufacturing unit is discussed. Sometimes, there may be even hundreds of machine problems in a big manufacturing unit, competing for the attention of a very few experienced technicians, to get fixed. A genetic optimization algorithm is used in this paper for obtaining the optimum assignment of machine problems to technicians.

**Key Terms:** Stochastic optimization, Genetic Algorithm, Optimum Assignment.

### 1. Introduction

The collaborative filtering techniques are now increasingly used in the field of data science [1]. The Hadoop Ecosystem now plays an important role in big data analytics [2]. Price Predictors are often designed by the Data Analysts by using the KNN algorithm [3]. Potential insights into the customer preferences are now obtained by the Data Analysts by applying the Hierarchical Clustering algorithms [4]. In this paper, the optimum allocation of machine problems, which are often encountered in a big manufacturing company, to a small set of experienced Technicians is obtained by using the Genetic algorithm.

We consider here ten machine problems which are vying for getting the attention of five experienced technicians. For the purpose of fixing a machine problem, the manufacturing floor supervisor may indicate a particular technician as his first choice. Sometimes, this assignment may not be possible if the particular technician has already been assigned another machine problem. So, the supervisor will also indicate another technician as his second choice for fixing every machine problem. We now create a new python file named **fixFault.py** and add the list of technicians and the list of machine problems, along with their top two choices of technicians:

```

import random
import math
# The technicians, each of whom has two available slots
# for solving two machine problems at a time
technicians = ['Jerald', 'Giftson', 'Diravium', 'Yokesh', 'Bala']
# Technicians, along with their first and second choices
preferences = [ ('Problem1', ('Yokesh', 'Diravium')),
                 ('Problem2', ('Jerald', 'Bala')),
                 ('Problem3', ('Giftson', 'Jerald')),
                 ('Problem4', ('Jerald', 'Bala')),
                 ('Problem5', ('Giftson', 'Yokesh')),
                 ('Problem6', ('Diravium', 'Bala')),
                 ('Problem7', ('Bala', 'Giftson')),
                 ('Problem8', ('Yokesh', 'Diravium')),
                 ('Problem9', ('Yokesh', 'Diravium')),
                 ('Problem10', ('Diravium', 'Giftson'))]

```

Here, each problem cannot be assigned to a technician, who has been indicated as the *first choice* for solving this problem by the supervisor. For example, only two problems can be allotted at a time to the technician Yokesh, but in the case of Problem 1, Problem 8 and Problem 9, Yokesh is indicated as the *first choice* by the supervisor. Assigning any of these problems to the second-choice technician will mean there will not be enough slots for Diravium for the problems proposed to be assigned to him as the first choice.

The problem involved in assigning the problems to the appropriate technicians will become acute when hundreds of problems are to be assigned to the technicians in a large manufacturing unit. In such a case, it is not possible to consider all possible solutions as there may be even 1,00,000 possible solutions at times. This is so when we assume that four problems can be assigned at a time to each technician in a large manufacturing unit.

## 2. Cost Function

If we form a cost function that will return a very high value for invalid solutions, it will make it very difficult for the optimization algorithm to find better solutions because it has no way to determine if it is close to other good or even valid solutions. In general, it is better not to waste processor cycles searching among invalid solutions.

A better way to approach the issue is to find a way to represent solutions so that every solution is valid. A valid solution need not be necessarily a good solution. It just means that there are exactly two problems assigned to each technician. One way to do this is to think of every technician as having two slots, so that there are ten slots in total. Each problem, in order, is assigned to one of the open slots. The first problem can be placed in any one of the ten slots, the second problem can be

placed in any of the nine remaining slots, and so on. The domain for searching has to capture this restriction. We have to add the following line of code to **fixFault.py**:

```
# [(0,9), (0,8), (0,7), (0,6), ..., (0,0)]

domain = [(0, (len(technicians) * 2) - i - 1) for i in range
          (0, len(technicians) * 2)]
```

The **cost function** starts with the construction of a list of slots. The slots are removed as they are used up. The cost is calculated by comparing a problem's current technician assignment to its top two choices. The total cost will not increase if the problem is currently assigned to its top choice technician, by 1 if it is assigned to its second-choice technician, and by 3 if it is not assigned to either of its choices. Let us add the following cost function to **fixFault.py**:

```
def technicianCost (vec):
    cost = 0
    # A list of slots is created
    slots = [0, 0, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4]
    # Looping over each problem
    for i in range (len(vec)):
        x = int (vec[i])
        technician = technicians [slots[x]]
        preference = preferences[i][1]
        # First choice costs 0, second choice costs 1
        if preference[0] == technician: cost += 0
        elif preference[1] == technician: cost += 1
        else : cost += 3
        # Not on the list costs 3
        # Remove selected slot
        del slots [x]
    return cost
```

### 3. Genetic Optimization Technique

The goal of our optimization problem is to minimize the cost by choosing the correct assignment of machine problems to the available technicians. Testing every combination will guarantee that we get the best answer, but it will take a very long time on most types of computers. Trying a few thousand random guesses and seeing which one is best is another possible technique. Randomly trying different solutions is very inefficient because it does not take advantage of the good solutions that have already been discovered.

Genetic Algorithms work by initially creating a set of random solutions known as the **population**. At each step of the optimization, the cost function for the entire



population is calculated to get a ranked list of solutions. After the solutions are ranked, a new population - known as the next **generation** - is created. First, the top solutions in the current population are added to the new population as they are. This process is called **elitism**. The rest of the new population consists of completely new solutions that are created by modifying the best solutions.

There are two ways in which the solutions can be modified. The simpler of these is called **mutation**, which is usually a small, simple, random change to an existing solution. In our study, a mutation can be done simply by picking one of the numbers in the solution and increasing or decreasing it.

The other way to modify solutions is called **crossover** or **breeding**. This method involves taking two of the best solutions and combining them in some way. In this study, a simple way to do crossover is to take a random number of elements from one solution and the rest of the elements from another solution.

A new population, usually the same size as the old one, is created by randomly mutating and heading the best solutions. Then the process repeats - the new population is ranked and another population is created. This continues either for a fixed number of iterations or until there has been no improvement over several generations. We add now the **geneticOptimization( )** function to **fixFault.py**:

```
def geneticOptimization (domain, costf, populationSize = 50, step = 1,
mutationProbability = 0.2, elite = 0.2 maximumIterations = 100):
    # Mutation Operation is performed
    def mutate (vec) :
        i = random.randint (0, len (domain) - 1)
        if random.random ( ) < 0.5 and vec[i] > domain[i][0] :
            return vec[0:i] + [vec[i] - step] + vec[i+1:]
        elif vec[i] < domain[i][1] :
            return vec[0:i] + [vec[i] + step] + vec[i+1:]
    # Crossover Operation is performed
    def crossover(r1, r2):
        i = random.randint(1, len(domain) -2)
        return r1[0:i] + r2[i:]
    # The initial population is built
    population = [ ]
    for i in range (populationSize):
        vec = [random.randint(domain[i][0], domain[i][1])
                for i in range (len(domain))]
        population.append(vec)
    # To find the number of winners from each generation
    topelite = int (elite * populationSize)
    # Main loop starts here
    for i in range (maximumIterations):
```

```

scores = [(costf (v), v) for v in population]
scores.sort ( )
ranked = [v for (s,v) in scores]
# Starting with the pure winners
population = ranked [0 : topelite]
# Adding mutated and bred forms of the winners
while len(population) < populationSize:
    if random.random( ) < mutationProbability:
        # Mutation is done
        c = random.randint (0, topelite)
        population.append(mutate(ranked[c]))
    else:
        # Crossover is done
        C1 = random.randint (0, topelite)
        C2 = random.randint (0, topelite)
        population.append (crossover(ranked[C1],
                                     ranked[C2]))

# Printing current best score
print scores[0][0]
return scores[0][1]

```

Once the optimum assignment of problems to the appropriate technicians is obtained with the help of the above **geneticOptimization( )** function, it shall be printed by using the following **printAssignment( )** function, which is to be added to **fixFault.py**:

```

def printAssignment(vec):
    slots = [ ]
    # Two slots are created for each technician
    for i in range (len(technicians) : slots += [i,i]
    # Looping over each problem assignment
    for i in range (len(vec)):
        x = int(vec[i])
        # Choosing the slot from the remaining ones
        technician = technicians [slots[x]]
        # Displaying the problem's name and assigned technician's name
        print preferences[i][0], technician
        # Remove this slot
        del slots[x]

```

In the following python session, we obtain the optimum assignment of problems to the technicians and display the same:

```
>>> reload (fixFault)
>>> s = fixFault.geneticOptimization(fixFault.domain, fixFault.technicianCost)
>>> fixFault.printAssignment(s)
Problem1 Giftson
Problem2 Bala
Problem3 Jerald
Problem4 Bala
problem5 Diravium
Problem6 Diravium
Problem7 Yokesh
problem8 Yokesh
Problem9 Giftson
problem10 Jerald
```

#### 4. Conclusion

The genetic optimization algorithm is used in this paper to obtain the above stated optimum assignment of machine problems to the technicians.

#### References

1. Jacques Bughin, “Big Data, Big Bang?”, *Journal of Big Data*, 2016, Vol.3, Iss. 2, pp. 1-14.
2. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Impact of Hadoop Ecosystem on Big Data Analytics”, *International Journal of Exclusive Management Research - Special Issue*, 2015, Vol. 1, pp. 88-90.
3. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Building a Price Predictor for an Auctioning Website”, *RETELL*, 2015, Vol. 15, Iss. 1, pp. 135-137.
4. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Hierarchical Clustering of Users’ Preferences”, *RETELL*, 2016, Vol. 16, Iss. 1, pp. 135-136.
5. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Matching the users of a Website using SVM Technique”, *RETELL*, 2017, Vol. 17, Iss. 1, pp. 53-56.
6. Muthu, C. and Prakash, M.C., “Using Bayesian Classifier for Email Sorting”, *RETELL*, 2017, Vol. 17, Iss. 1, pp. 57-60.

## A Study on the Autoregressive Model and Forecasting for the Birth Rate in India

---

**P. Rajalakshmi**

Research Scholar

&

**Dr. Lilly George**

Assistant Professor, Department of Statistics

St. Joseph's College, Tiruchirappalli

### Abstract

In this study, the main objective is to predictive in autoregressive model and forecasting for the birth rate in India. To predicts the nature of birth rate for the next few years. The value for Birth rate, crude (per 1,000 people) in India was 19.66 as of 2015, over the past 55 years this indicator reached a maximum value of 42.11 in 1960, and a minimum value of 19.66 in 2015. Further the analysis for the Predictive value is birth rate value of 19.39 in 2016 and 2017 value of birth rate 19.14. Data collected: The data is secondary data collected from the website: [http://www.intexmundicom/facts/India/birh rate](http://www.intexmundicom/facts/India/birh%20rate). The data is collected yearly wise Birth rate from 1960 to 2015.

**Keywords:** Statistical tools, Forecasting with auto regressive model, Statistical packages for social science

### 1. Introduction

Definition: Crude birth rate indicates the number of live births occurring during the year, per 1,000 population estimated at midyear. Subtracting the crude death rate from the crude birth rate provides the rate of natural increase, which is equal to the rate of population change in the absence of migration.

### Basic Concepts

Crude Birth Rate: The number of live births per year per thousand of the population.

$$CRD = \frac{\text{Total births in a specific year}}{\text{Total population in that year}} \times 1000$$

Crude birth rates are very general statistics that are useful for making overall comparisons between different groups of peoples, states, societies and regions.

### Autoregressive Model

An autoregressive model is when a value from a time series is regressed on previous values from that same time series data. for example,

$$\hat{Y}_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \epsilon_t \quad \dots(1)$$

In this regression model, the response variable in the previous time period has become the predictor and the errors have our usual assumptions about errors in a simple linear regression model. The order of an autoregression is the number of immediately preceding values in the series that are used to predict the value at the present time. So, the preceding model is a first-order autoregression, written as AR(1).

If we want to predict  $y$  this year ( $y_t$ ) using birth rate data in the previous two years ( $Y_{i-1}, Y_{i-2}$ ) then the autoregressive model for doing so would be:

$$\hat{Y}_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{i-1} + \beta_2 Y_{i-2} + \epsilon_t \quad \dots(2)$$

This model is a second-order autoregression, written as AR(2), since the value at time  $t$  is predicted from the values at times  $t-1$  and  $t-2$ . More generally, a  $K$ th-order autoregression, written as AR( $k$ ), is a multiple linear regression in which the value of the series at any time  $t$  is a (linear) function of the values at times  $t-1, t-2, \dots, t-k$ .

## 2. Review of Literature

Fertility indicates the reproductive performance of a woman. The child bearing period of a woman is generally assumed to exist between the age 15 to 40. The level of fertility in demography is measured in terms of live-birth performance. The child bearing is, no doubt, basically a biological function, but the child bearing in any society is performed in socio-economic and cultural setup and is, therefore, influenced by socioeconomic factors as well as social customs, values and norms related to various aspects of childbearing Bhende (2003).

Researches conducted in the field of fertility relate to one or more of the stratification variables like income, education, family type and occupation. These stratification variables according to the Freedman (1963) are important in fertility research because of their role in social and economic development. Many studies were made to explain fertility differentials in evaluating the prospects for an early fertility decline in India (Parkasi and Malakar, 1967; Rele, 1972; Misra and Sharma, 1978; Reddy, 1978). Driver (1960) reported that there were slight variations in the mean number of children born in different income groups amongst Muslims, Hindus, Buddhists and commented that education and fertility showed inverse relationship with the fertility i.e. with increase in education the fertility level declined amongst these caste groups in India. An illiterate wife and husband had 4.7 and 5.0 children born respectively, whereas wife of above primary level education and father with college education showed 3.9 children each. While studying the impact of occupation on fertility, he found that unskilled workers (4.3), agriculturists (4.9) and artisans (4.5) had the highest fertility, whereas the clerks had the lowest (3.9).

The joint survey of Mysore population (1961) by United Nations and Govt. of India revealed inverse relationship between education and fertility, that is, women with high school or university education had 4 and 2 children as compared to 5.4

for those with less education. The study also found little difference in mean number of children born to illiterate and literate women in Bangalore city, however, lower fertility was observed among educated women. The type of dwelling was used as an index of economic status by them, and they observed a positive association between completed fertility (that of women 45 years of age or over) and upper status. Female who were living in huts had 4.4 live-births, whereas those living in mud-houses and in still better houses had 4.5 and 5 live births respectively.

Anand (1966) observed a positive correlation between the education of the woman and number of children born/pregnancies; number of children was highest (9.1) among illiterates whereas the graduate mothers had 7.0 pregnancies. Illiterate as well as primary educated fathers showed 7.7 children, graduate and that with technical or professional education had 7.2 and 6.2 children respectively. The study also indicated inverse relationship between income and fertility, with more number of children in lowest income group as well as lower number of children amongst higher income group people. The number of children declined with an increase in the income except in Rs. 600 to 700 group, where it declined again, thereby showing non-significant correlation between income and fertility.

Saxena (1973), in his survey of Lucknow city showed a clear inverse relationship between general marital fertility rate and monthly income. The general marital fertility rate was 240 for persons having income less than Rs. 75 per month, 180, 140 and 80 for people belonging to income categories of Rs. 150-300, Rs.500-750 and Rs. 750 and over respectively. While studying fertility, he found that birth rate of illiterate women was 40.2 and that of educated was 36.7. He found significant negative association between fertility rates and education.

George (1976) found inverse relationship of income and occupation with fertility. He found high rank officials had lower fertility than other occupations viz. semi-skilled and skilled workers at all age groups, however, respondents from higher income group had smaller families than lower income groups in all age groups. This study showed strong inverse relationship between education and the number of live-births, illiterates had more children (5.57) and those with high school and college education had 4 and 3.87 children respectively.

Mohammed (1977) studied the effect of socioeconomic variables on fertility in the Economic and Social variables on fertility in the Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP) region and found that the number of physician, literacy and economic activity rates inversely related to fertility.

Nair (1978) found higher female literacy rates, medical facilities and favourable policy of government towards family planning programme responsible for bringing down the birth rate. Reddy (1978) studied the differential fertility in India and observed lower fertility among women with high school education than the literate women. He also found negative association between education

attainment and the fertility level. Sharma and Mishra (1978) observed a negative association between education and marital fertility and a decrease in fertility with rising educational status of the mother. The total marital fertility was found to be highest (5.29) for illiterate mother than that of mothers with higher education (3.71) among different caste groups in India. The investigators concluded that increasing literacy and educational attainment, higher age at marriage and acceptance of family planning would induce the fertility decline.

Mahedevan (1979) in his investigations on determinants of fertility differentials in South India, studied the variation in fertility with the help of socio-cultural variables, viz., age and family income, education and occupation of husband etc. Family income was found to be positively associated with the fertility. The study showed inconsistent pattern of fertility difference by occupation. For the population as a whole, fertility was found to be highest among agricultural laborers and lowest among owners and cultivators. As the general literacy level of wives was uniformly low among all the groups, therefore, the literacy rate of the husband was considered for educational variations in fertility differences. Education did not differ much as the proportion of higher educated men was very small among all the groups. Education of the husband was inversely related to the fertility in this study.

Singhal (1980) observed in Tripura that the level of education of the women tend to reduce the general marital fertility ratio. His conclusion was that with social and economic development, increasing literacy and higher marriage age, there would be continuous reduction in fertility in future.

Varadarajan (1981) surveyed the Kotas in Nilgiris district (Tamil Nadu) and found that women belonging to the house-holds having annual income of Rs. 2000 and below, Rs. 2001-4000, Rs. 4001-6000 and Rs. 6001-8000 and Rs. 8001 and above had 2.74, 4.05, 3.06, 3.15 and 2.75 average number of live-births respectively. The study indicated the highest average of live-births for illiterate women (4.16), followed by those who had primary (2.54) and secondary education (2.29). Women had the highest live-births (4.18), if their husbands were illiterate, while those husbands had primary, secondary and college education had 3.57, 2.78 and 1.60 live-births respectively, thereby showing inverse relationship between education and fertility.

Krishnamoorthy (1980) noted that a desire for continuity of the family name or gender preference and for living children to support their old age is thought to influence the fertility behaviour of couples in many countries. A reduction in mortality will increase the chances of survival for children and the continuation of family name. Thus, it is argued that with improved conditions, couples would tend to limit their reproduction, since a small number of births would be sufficient to assure continuity of the family name and survival of one or two children to support the parents during their old age.

Bhuyan and Ahmed (1984) illustrated inverse but weak relationship between educated husband and fertility, with an appreciable decline of fertility at graduate level. An inverse relationship between the educational attainment of the mother and fertility was seen in this study, female education had more depressing effect upon fertility than male education. The study further revealed that occupation of husbands had significant impact on fertility. Persons involved in agriculture had maximum number of children born (4.36) followed by labourer, business, service and other technicians etc. This differential in fertility among husbands with different occupational patterns was highly significant.

Patnaik (1985) demonstrated the socio-economic and demographic determinants of fertility behaviour in Patna district. The findings of the study indicated that fertility of population varied by their socio-economic and demographic characteristics. Education was also an important factor influencing the fertility. The present study indicated an inverse relationship between education and fertility. It had been observed that as the level of education of husband changes from category of illiterates to the categories of literate, matriculate, intermediate, graduate and post-graduate, the decline in fertility had been of the order of 16, 27, 39, 43 and 44 percent respectively. Similarly, the respective declines in mean fertilities, when couples were classified by educational level of wives, were of the order of 30, 34, 42, 47 and 54 per cent.

Mathur (1986) reported an association between education of the husband and income level up to some extent. The study further indicated a positive relationship between monthly income of respondent males of different occupations with number of children born to their wives, belief in family planning, knowledge as well as use of family planning methods, opinion on government facilities in regard to family planning and their attitude towards inclusion of sex.

Puri (1989) illustrated that fertility level declined sharply as the educational level of the women increased, while the total fertility rates for illiterate women was 5.1, it was 2.1 only for women, who were literate but below middle school level. Thus, he observed that fertility levels were declined as educational level increases. Haile (1990) examined the socio-cultural, economic and demographic characteristics of 734 women aged 15-55 in the Gondar administrative region of North-Western Ethiopia and found that women had few children than desired and stopped child bearing when they reached or closely approximated their ideal number of sons. Since son was clearly, the determinant of reproductive success, it is argued that only a significant change in the status of women can bring about widespread compliance with the official family planning's two child norm.

Lloyd (1991) found a consistent negative association between women's paid work and fertility in developing countries. He reported that effect of work on fertility in the short run is contrary to its effect in the long run. In the long run women who have ever worked, end up with fewer children, but in the short-run, current work appears to be associated with higher fertility. In almost all the countries, differences between women in their occupational experience (work-



status) were found to be statistically significant in accounting for differences between women in their number children ever-born.

Das and Pandhiyar (1991) reported that the levels of total marital fertility rate have a tendency to decrease with an increase in the educational level of the husband and wife. Similarly, family income was found to be negatively related with fertility. The study indicated that the fertility of manual workers was higher as compared to that of white-collar workers. The use of conception has a tendency to increase with an increase in socio-economic status, while the duration of postpartum in fecund ability has a tendency to decrease. It was found that husband's occupation and family income were also important in causing favourable changes in fertility by off-setting the fertility-enhancing effect of modernization. However, the education of the husband and wife indicated little effect in lowering fertility.

Murthi et al. (1995) illustrated that female literacy and female labour force participation had a negative and statistically significant effect on TFR. Fertility was also significantly lower in the southern and western regions.

Syamala (2001) demonstrated the influence of childhood mortality on fertility behaviour of women in Goa. They showed that the net effect of child mortality could be substantial. Women with personal experience of child loss and having pessimistic opinion about the level of mortality, produced, on an average, about two children more than similar women who never experienced a child loss and were optimistic about the level. The tendency to replace a dead child was found to cut across the level of literacy and religious background of women and hence increased fertility rate.

Awah and Zuberi (2001) examined the association between childhood mortality and socioeconomic status (housing characteristics and household possession such as source of water, type of toilet facilities, housing construction materials; and household possession like radio, television, and animal possessions) in three southern African countries. They found that the chances of childhood mortality decreased consistently with levels of the socioeconomic status index.

Letamo and Oucho (2002) conducted a study on contribution of family planning programmes to fertility decline and found that the contribution of family planning methods and the use of modern contraceptives had a greater impact on fertility reduction in Botswana. They reported that family planning practices should also be seen as joint responsibility of both men and women. It was also evident from the study that men do influence the uptake of contraception and as such educating men to appreciate the importance of family planning was likely to lead to increase use of contraception which helped in reduction of fertility.

Singh *et al.* (2002) studied the impact of education and autonomy on fertility of women of rural and semi-urban areas of Varanasi district of Eastern Uttar Pradesh of India. They found that level of autonomy increases as education increases. The percentage of women possessing high level of autonomy among

highly educated, was twice of that relating to uneducated. They concluded that substantial reduction in fertility can be achieved through popularizing women education, promoting of employment opportunities for women, improving in women's role in decision making and encouraging inter-spousal communication in family affairs. The desire for son was associated with low contraceptive prevalence. It had been suggested that the value of sons would be lowered in order to make family planning a success in reducing fertility.

Breierova and Duflo (2003) estimated the effect of education on fertility and child mortality by a school construction program that took place in Indonesia between 1973 to 1978. They showed that female education is a strong determinant of age at marriage and early fertility than male education. However, male and female education seems equally important factors in reducing child mortality. Wardle and Steptoe (2003) investigated attitudes and beliefs that might underlie behavioural choices, including health locus of control, future salience, subjective life expectancy, and health consciousness, in a nationally representative sample. Lower socioeconomic status was associated with less health consciousness, stronger beliefs in the influence of chance on health, less thinking about the future, and lower life expectancies. Socioeconomic differences in healthy lifestyles were associated with differences in attitudes to health that may themselves arise through variations in life opportunities and exposure to material hardship and ill health over the life course.

Biswas and Kapoor (2004) studied the age at menarche and menopause of the women among Saharia – a primitive tribe of Madhya Pradesh. In women life, menarche and menopause were the significant and inevitable events which indicated a particular adult stage of first periodical flow of blood from womb and cease to ovulate and menstruate respectively in all healthy women. Mean age at menarche and menopause of women were varied in regarding the different background factors like – nutritional status, family size, medical facility, genetic factor, environment, education, birth rank, living standard, socio-economic condition, etc. Mean menarcheal and menopausal age of Saharia women have been found to be high ( $13.5 \pm 0.84$  years) and low  $44.6 \pm 1.17$  years) respectively.

Nahar and Rahman (2006) examined the factors associated with women's age at first marriage and interval between marriage and birth during 1983-1985 and 1992-1994. They documented that age at marriage was steadily rising in rural areas of Bangladesh, and the increase was strongly associated with increased female education. However, education of women has opposite effects on childbearing i.e. on the first birth (fertility). There was an indication that educated women tend to have their first birth as early as possible after marriage.

Josipovic (2007) examined the relationship between the education and fertility. In the prevailing view of the literature, education was treated as a highly influential factor in reproductive behaviour. This view posited a simple linear relationship between the two. It was argued that education and fertility make, rather than a simply linear relationship, a subtle pair. The data analyzed was

selected from geographical regions of Slovenia. The analysis brought curved relationship between education and fertility. He concluded that disparities in fertility rates among women with dissimilar levels of education in the studied territories were slowly diminishing through time, or have converted into other kinds of factor relations.

Hagestad and Call (2007) documented that overall differentials in completed fertility can be assessed both in terms of having any children and number of children. In low-fertility countries, a negative association between educational level and both having any children and number of children was often found in women, although lately differences in Scandinavian countries had been found to be relatively modest. For men there was less evidence on this issue and it was also less consistent than for women.

Goodman and Koupil (2009) Studied biological and social determinants of mortality and fertility which provided insight into selective pressures in a population. They studied determinants of reproductive success using multi-generational data from a large, population-based cohort of 13,666 individuals born in Sweden between 1915 and 1929. The effects of birth order, mother's age, mother's marital status and family socioeconomic position (SEP) upon reproductive success, measured as total number of children. Reproductive success was associated with both social and biological characteristics at birth. Higher family SEP was also associated with improved fertility.

Priya *et al.* (2009) reported that menarche and menopause demarcated the limits of potential reproductive life span in the female. A number of studies had conducted on this aspect in different endogamous population of Andhra Pradesh at different time's. For the present work the urban and rural areas of Kshatriya women had been taken to study and this population has not studied previously on this aspect. In the study population it had been observed that, the early menarche in urban area while late menarche more in rural area. The difference of mean menopausal age between rural and urban areas was not significant.

Huber *et al.* (2010) investigated the association between socioeconomic status and reproductive output which was varied by the source of status and resources, the woman's education, and her age at reproductive onset (proxied by age at marriage). They examined the association between a woman's reproductive output and income and education by using a large sample of US women. Education, income, and age at marriage were negatively associated with a woman's number of children and increased her chances of childlessness. Among the most highly educated two-thirds of the sample of women, husband's income predicted the number of children. The association between a woman's number of children and her husband's income turned from positive to negative when her education and age at marriage was low (even though her mean offspring number raised at the same time). The association between a woman's own income and her number of children was negative, regardless of education.

### 3. Statistical analysis

**Table 1**  
**Developing first & second-order, autoregressive models on**  
**annual crude birth rate (1960-2015)**

Year	Birth Rate	Lag1	Lag2	Year	Birth Rate	Lag1	Lag2
1960	42.11			1988	32.69	33.28	33.84
1961	41.87	42.11		1989	32.10	32.69	33.28
1962	41.60	41.87	42.11	1990	31.50	32.10	32.69
1963	41.32	41.60	41.87	1991	30.91	31.50	32.10
1964	41.01	41.32	41.60	1992	30.34	30.91	31.50
1965	40.70	41.01	41.32	1993	29.79	30.34	30.91
1966	40.37	40.70	41.01	1994	29.27	29.79	30.34
1967	40.06	40.37	40.70	1995	28.77	29.27	29.79
1968	39.75	40.06	40.37	1996	28.29	28.77	29.27
1969	39.45	39.75	40.06	1997	27.82	28.29	28.77
1970	39.15	39.45	39.75	1998	27.37	27.82	28.29
1971	38.85	39.15	39.45	1999	26.91	27.37	27.82
1972	38.53	38.85	39.15	2000	26.46	26.91	27.37
1973	38.19	38.53	38.85	2001	26.00	26.46	26.91
1974	37.84	38.19	38.53	2002	25.55	26.00	26.46
1975	37.49	37.84	38.19	2003	25.09	25.55	26.00
1976	37.16	37.49	37.84	2004	24.62	25.09	25.55
1977	36.85	37.16	37.49	2005	24.15	24.62	25.09
1978	36.58	36.85	37.16	2006	23.65	24.15	24.62
1979	36.33	36.58	36.85	2007	23.14	23.65	24.15
1980	36.10	36.33	36.58	2008	22.63	23.14	23.65
1981	35.85	36.10	36.33	2009	22.10	22.63	23.14
1982	35.57	35.85	36.10	2010	21.60	22.10	22.63
1983	35.23	35.57	35.85	2011	21.12	21.60	22.10
1984	34.83	35.23	35.57	2012	20.68	21.12	21.60
1985	34.37	34.83	35.23	2013	20.29	20.68	21.12
1986	33.84	34.37	34.83	2014	19.95	20.29	20.68
1987	33.28	33.84	34.37	2015	19.66	19.95	20.29

**Table 2**  
**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error of the Estimate
1	1.000 <sup>a</sup>	1.000	1.000	.02618

a. Predictors: (Constant), lag2, lag1

**Conclusion:** The coefficient of determination is 1.000; therefore, about 100% of the variation in this data is explained by birth rate. The regression equation appears to be very useful for making predictions since the value of  $r^2$  is close to 1.

**Table 3**  
**ANOVA<sup>b</sup>**

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1. Regression	2482.686	2	1241.343	1.811E6	.000 <sup>a</sup>
Residual	.035	51	.001		
Total	2482.721	53			

a. Predictors: (Constant), lag2, lag1

b. Dependent Variable: birth\_rate

**Conclusion:** This indicates the statistical significance of the regression model that was run. Here,  $p < 0.001$ , which is less than 0.05, and indicates that, overall, the regression model statistically significantly predicts the outcome variable (i.e., it is a good fit for the data).

**Table 4**  
**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.071	.036		1.982	.053
	lag1	2.028	.042	2.010	48.187	.000
	lag2	-1.030	.043	-1.010	-24.221	.000

a. Dependent Variable: birth\_rate

The fitted model is  $\hat{Y}_i = .071 + 2.028 Y_{i-1} - 1.030 Y_{i-2} \dots (3)$

Here we take 2nd order coefficient and test for significance.

The hypotheses used for this test are,

$H_0 : A_2 = 0$

$H_1 : A_2 \neq 0$

### Conclusion:

The p-value of  $0.001 \leq \alpha = 0.05$ , reject  $H_0$ . conclude that the second order parameter of the autoregressive model is significant. The model build approach has led to the selection of the second order autoregressive model as the most appropriate for the given data.

Using the estimates  $a_0=0.071, a_1=2.028$  and  $a_2=-1.030$  as well as two recent data value is  $Y_{55}=19.95$   $Y_{56}=19.66$ , the forecasts of birth rate for the year 2016, and 2017 are obtained from equation.

$$\hat{Y}_i = 0.071 + 2.028 Y_{i-1} - 1.030 Y_{i-2} \quad \dots(4)$$

2016: 1 year ahead  $Y_{55} = 0.071 + 2.028(19.66) - 1.030(19.95) = 19.39$

2017: 2 year ahead  $Y_{56} = 0.071 + 2.028(19.39) - 1.030(19.66) = 19.14$

2018: 3 year ahead  $Y_{57} = 0.071 + 2.028(19.14) - 1.030(19.39) = 18.95$

### 4. Findings & Conclusion

The p-value of  $0.001 \leq \alpha = 0.05$ , reject  $H_0$ . conclude that the second order parameter of the autoregressive model is significant. The model build approach has led to the selection of the second order autoregressive model as the most appropriate for the given data.

Using the estimated value for the birth rate in 2016 is 19.39 and 2017 is 19.14 and 2018 is 18.95, so declining the birth rate year by year.

Some important reasons for declining rate of crude birth rate are:

- increased focus on family planning,
- increase in wages,
- reduced subsistence agriculture and
- increase in education level of the women.

Government and non-governmental organizations have been encouraging family planning methods that are cheap and manageable. More than 50% of people living in the urban areas have accepted the use of family planning methods leading to low birth rates. Working people in urban areas want better pay, implying that they have to reduce the number of children so as to increase the time they spend at their workplace. The subsistence agriculture has been decreasing in the recent years. This has led to the rise in the cost of living therefore making it impossible to manage a big family. Women in the recent years are spending more time increasing in education for high paying jobs.

### Reference

1. Damodar N. Gujarati. "Basic econometric", 2009.
2. David M. Levine, Timothy C. Krehbiel, Mark L. Berenson, "Business Statistics - A first course", third edition, 2007, pp. 591-599.

3. Naval Bajpal, "Business Statistics", 2010, pp. 613-615.
  4. [http://www.intexmundicom/facts/India/birh rate](http://www.intexmundicom/facts/India/birh%20rate)
  5. Joseph, "Chaos Forecasting Insights," *Future Trends Newsletter*, Vol. 24, No. 2, (1993), p. 1.
  6. Joseph, II, "Quality Approaches to Long-Range Forecasts," *Futurics: A Quarterly Journal of Futures Research*, Vol. 16, Nos. 3 & 4, (1992), p. 14.
  7. Makridakis, "The Art and Science of Forecasting," *International Journal of Forecasting*, Vol. 2 (1986), p. 45.
  8. Pohl, "The Uses of the Future," *The Futurist*, March-April, (1993), p. 9.
  9. George, "Forecasting, Planning and Strategy for the 21st Century", *Futurics: A Quarterly Journal of Futures Research*, Vol. 16, Nos. 3 & 4, (1992), p. 56.
-

## மருத நிலத்து வேளாண்மையில் ஆற்றங்கரை

லோ. ரூபா

முனைவர் பட்ட ஆய்வாளர்  
தமிழாய்வுத்துறை, தூய வளனார் தன்னாட்சிக் கல்லூரி  
திருச்சிராப்பள்ளி

### முன்னுரை

சங்க இலக்கியங்களில் வேளாண்மை என்பது, மனிதனோடு இணைந்த நிகழ்வாக அடையாளப்படுத்தப்பட்டது. அனைத்து உயிர்களும் உயிர்வாழ ஆதாரமாக இருப்பது நீர். அந்த நீர் தமிழகத்தின் ஆற்றங்கரைப் பகுதிகளில் காணப்பட்டதன் காரணமாகத்தான் பழந்தமிழர்கள் வேளாண்மைத் தொழில் புரிந்து தங்களின் பசியை ஆற்றி வளமுடன் வாழ்வதற்கான இடம் ஆற்றங்கரைப் பகுதிகள் தான் என்று உணர்ந்தனர். குறிஞ்சியில் வேடனாய், முல்லையில் இடையனாய் வாழ்ந்த தமிழனின் வாழ்வில், இரும்பின் பயன்பாடும், நெல்லின் அறிமுகமும் மிகப்பெரிய சமூக மாறுதல்களைக் கொண்டுவந்தன. அதன் பிறகே மருதத்தில் உழவனாய் மாறினான். வேளாண்மையோடு மருத நிலத்தின் மாண்புகளையும் உணர்ந்தி, இவை எல்லாம் தமிழகத்தின் ஆற்றங்கரைப் பகுதிகளில் தான் தோன்றியது என்பதை உறுதிப்படுத்தும் விதமாக இக்கட்டுரை அமைகிறது.

### ஐவகை நிலம்

நாம் வாழும் நிலத்தில் மலைகளும் அவற்றைச் சார்ந்த பகுதிகளும் உள்ளன. அதேபோல் காடுகளும் அவற்றைச் சார்ந்த பகுதிகளும் உள்ளன ஆற்றுப் பாய்ச்சல் மிகுந்த வயல்களும் அவற்றைச் சார்ந்த பகுதிகளும் இருக்கின்றன கடலும் கடல் சார்ந்த பகுதியும் உள்ளன. இவ்வாறு நால்வகை நிலப்பகுதிகளைக் கொண்டிருப்பதால் இந்நிலத்திற்கு 'நானிலம்' என்னும் பெயர் உண்டாயிற்று. எவ்வகை நீர்வளமும் இல்லாமல் வறண்ட பகுதிகளும் சில இடங்களில் உள்ளன. இந்த ஐவகை நிலங்களையும் முறையே குறிஞ்சி, முல்லை, மருதம், நெய்தல், பாலை என்று அழைத்தனர்.

### ஐங்குறுநூற்றின் திணை வைப்பு முறையானது,

மருதம் நெய்தல் குறிஞ்சி பாலை  
முல்லை ஐந்திணைக்கு எய்திய பெயரே

பழந்தமிழகத்தில் வறட்சி மிக்க நிலமென்று ஒன்று தனியாக இல்லை. மழை வளமில்லாது தொடர் வறட்சி ஏற்படும்போது, தற்காலிகமாகப் பாலை நிலம் தோன்றும். அவ்வாறு வறண்டு பாலை நிலமாகக் கூடியவை முல்லையும் குறிஞ்சியும் ஆகும்.

தானகம் திருகத் தன்மையின் குன்றி  
முல்லையும் குறிஞ்சியும் முறைமையின் திரிந்து  
நல்லியல்பு இழந்து நடுங்குதுயர் உறுத்துப்  
பாலை என்பதோர் படிவங் கொள்ளும்” (சிலப் - 11: 63-66)

### குறிஞ்சி நிலம்

மலையும் மலைசார்ந்த இடமுமாகிய குறிஞ்சி நிலப்பகுதியில் மக்கள் அரும்பாடுபட்டு உழைக்க வேண்டும் வயல் வளம் அற்ற அப்பகுதியில் அவர்கள் மிகுதியாகப் பயிர் செய்தல் இயலாது எனவே, அப்பகுதியில் விளையத்தகும் திணை முதலிய தானியங்களைப் பாடுபட்டுப் பயிராக்குதல் வேண்டும். சில கிழங்கு வகைகளைப் பயிராக்கலாம், தேன் சேர்க்கலாம், விலங்குகளையும் பறவைகளையும் வேட்டையாடலாம். இங்ஙனம் வயிற்றுப் பிழைப்புக்கே அரும்பாடுபட்டால்தான் அங்கிருப்போர் வாழ்தல் இயலும். இந்நிலையில் அவர்களிடம் சிறந்த ஆடை



அணிகலன்களையோ, உயர்ந்த உணவு வகைகளையோ, பண்பட்ட கலைகளையோ எதிர்பார்த்தல் இயலாது.

பைந்தினை காத்தல் செந்தேன் - அழித்தல்

செழுங்கிழங்கு அகழ்தல் முழங்கிவீழ் அருவியொடு” (நற் - 47)

என்ற வரிகள் வாயிலாக அறியலாம்.

#### முல்லை நிலம்

காடும் காடு சார்ந்ததும் ஆகிய முல்லை நிலத்தில் பசும்புல் தரைகளே மிகுதியாக இருக்கும். அவை கால்நடைகளுக்கு ஏற்ற இடங்கள். எனவே, ஆடுமாடுகளை மேய்ப்பவர்களுக்கே முல்லை நிலம் ஏற்றதாகும். முல்லை நில ஆடவர் பகல் முழுவதும் கால்நடைகளை மேய்த்துக் கொண்டிருப்பர் மாலையில் அவற்றுடன் வீடு திரும்புவர். முல்லைநில மகளிர் பால் கறத்தல், பாலைக் காய்ச்சித் தயிராக்குதல், தயிரைக் கடைந்து மோராக்குதல், வெண்ணெய் எடுத்தல், நெய் காய்ச்சுதல் இவை அனைத்தையும் எடுத்துச் சென்று பிற நிலங்களில் விற்று, வேண்டும் பொருள்களை வாங்கிக்கொண்டு மீளுதல் ஆகிய வேலைகளில் ஈடுபட்டிருப்பர். எனவே, இம் முல்லை நில மக்களிடமும் கல்வி வளர்ச்சியையோ உயர்ந்த கலை வளர்ச்சியையோ எதிர்பார்த்தல் இயலாது.

#### நெய்தல் நிலம்

கடலும் கடல் சார்ந்த நிலமும் ஆகிய நெய்தல் நிலத்தில் மீன் பிடிக்கும் பரதவரே வாழ்கின்றனர். அவர்கள் கடலுமரங்களில் ஏறிக்கொண்டு, பல கல் தொலைவில் கடலிற் சென்று, மீன் பிடித்து வருபவர். அங்ஙனம் பிடிக்கப்பட்ட மீன்களை விற்று, உணவுக்கு வேண்டும் பொருள்களை வாங்கி, உணவைத் தயாரிப்பது நெய்தல் நில மகளிர் வேலையாகும். எனவே, நாள் முழுவதும் வயிற்றுப் பிழைப்புக்கே ஏங்கும் இம்மக்களிடமும் கல்வி வளர்ச்சியையோ, கலை வளர்ச்சியையோ எதிர்பார்த்தல் இயலாது.

#### பாலை நிலம்

நீர்வளமற்ற பாலை நிலத்தில் சிறிய குடிசைகளை அமைத்துக் கொண்டு வேட்டுவர் வாழ்வர். இந்நிலத்தில் பயன்தரத்தக்க விளைச்சல் மிகக் குறைவு. ஆதலின் இந்நில மக்கள் வழிச் செல்வோரைக் கொள்ளையடிப்பதும் வளமான இடங்களில் களவு செய்தலும் சிறப்புத் தொழில்களாகக் கொண்டுள்ளனர். இம்மக்களிடமும் நாகரிகத்தை எதிர்பார்த்தல் இயலாது.

#### மருத நிலம்

வயலும் வயல் சார்ந்த இடமுமாகிய மருத நிலம். இந்நிலங்குதி ஆற்று வளத்தால் அழகு நிறைந்து காணப்படுகிறது. உழவர் நிலத்தைப் பண்படுத்திப் பயிர் செய்கின்றனர். நெல் முதலிய பலவகைப் பொருள்களைப் பயிராக்குகின்றனர். சமுதாயத்தில் ஒருசார் மக்கள் இங்ஙனம் உழைத்தாலும், எஞ்சியோர் அப்பலனை நுகர்கின்றனர். உணவுக்குப் பஞ்சமில்லாத மருத நிலத்தில்தான் மனிதனது அறிவு வளரத் தலைப்படுகிறது. இங்குதான் மனிதனுக்கு ஓரளவு ஓய்வு கிடைக்கிறது பொருளை ஈட்டுதற்குரிய வழிகள் புலப்படுகின்றன கல்வி வளர்ச்சியும் கலை வளர்ச்சியும் தோன்றி வளர்கின்றன.

முந்நீ ரடுங்கணையார் முக்கூடல் மால்வரையின்

மின்னீர் வரக்கான் விளங்கிநின்ற வாறேயோ

நன்னீர் மருதமென நால்வளமுண் டாயதுவே

உன்னீர் அவைகண்டு உவந்து மெல்லச் சொல்லீரே (முக்கூடற் பள்ளு:44)

ஆற்றுநீர், ஊற்றுநீர், மழைநீர், வெள்ளமெனப் பெருகி மருத நிலத்தை வளமாக்கியது.

#### இலக்கியத்தில் பாலாறு

கருநாடக நாட்டிலுள்ள நந்தி மலையில் பாலாறு தோற்றமெடுக்கிறது. இங்ஙனம் தோற்றம் எடுக்கும் பாலாறு மைசூரு பகுதியில் பாய்கிறது. அங்கு இதன் நீர் கோலார்

தங்கச் சுரங்கத்துக்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பின்பு இந்த ஆறு வடஆர்க்காடு மாவட்டத்தில் பாய்ந்து அந்நிலப் பகுதியை வளப்படுத்துகிறது. பின்னர் செங்கற்பட்டு மாவட்டத்தைச் சேர்ந்த காஞ்சீபுரம் தாலுக்காவில் புகுந்து, செங்கற்பட்டு தாலுக்காவில் உள்ள சதுரங்கப்பட்டணத்திற்கு அருகே கடலில் கலக்கின்றது.

இதன் துணை ஆறுகளுள் சிறந்தவை, செய்யாறு, வேகவதி என்பன. செய்யாறு வட ஆர்க்காடு மாவட்டத்தில் தோற்றமெடுக்கிறது. இவை இரண்டும் வாலாஜாபாத்து என்னும் ஊருக்கருகில் பாலாற்றில் கலக்கின்றன. மூன்று ஆறுகள் ஒன்று சேரும் இடம் **திருமுக்கூடல்** எனப் பெயர் பெற்றுள்ளது.

கண்ட பேரண்டம் தண்டலை நாளும்  
கனக முன்றில் அனம் விளையாடும்  
ஆண்டர் நாயகர் செண்டலங் காரர்  
அழகர் முக்கூடல் ஊரெங்கள் ஊரே (முக்கூ.பள். பா: 20, வ.ள்: 3,4,7,8)

என்ற முக்கூடற்பள்ளு, திருமுக்கூடலின் சிறப்பைக் கூறுகிறது.

இவ்வாற்றின் நீர்ப்பாசன முறை பாலாற்று நீர் வெள்ளப் பெருக்குடைய காலத்தில் பல குளங்களையும், ஏரிகளையும் நிரப்பும். அவற்றில் கட்டப்பட்ட பெரும் காவலுடைய மதகுகள் திறந்துவிட, அவ்வாய்க்கால்களின் நீர் சென்று கால்வாய்களின் வழியே பாயும். நீர் வரவினைக் கண்ட மள்ளர் மகிழ்ச்சியால் ஆரவாரம் செய்வர் வயல்களைச் சேறு செய்வர் ஒருபகுதியில் செந்நெல்லினது முறைகளைச் சிதறி விதைத்து நாற்று நடுவர், மற்றொரு நாற்றைப் பறித்து, வேறொரு நாற்று நடுவர். உழவின் வெவ்வேறு தொழில்களாகிய இவை பலவும் பற்பல இடங்களில் ஒரே காலத்தில் நிகழ்தலால் வயல்களிலிருந்து பேரோசை கிளம்பும்.

மீன் .... பெருநீர்  
வலைவர் தந்த கொழுமீன் வல்சிப்  
பறை தபு முதுகுரு கிருக்குந் (ஐங்: 180 வ.ள். 1,2,3)

நீர் வருகின்ற பெரிய கால்வாய்களை வாளை மீன்கள் குறுக்கிட்டுத் தடுக்கும். அதனால் அந்த நீர், தேக்கம் பெற்றுப் பெரிய கரைகள் உடைபடும்படி நீர்க் கால்கள் விலகிப் போகும். நீரையுடைய வயல்களில் சேல் மீன்கள் பல கூடும். அக்கூட்ட மிகுதியால் பள்ளமான வயல் கரைபோல் மேடிட்டுப் போகும். வரால் மீன்கள் மதகினுள் புகுந்து நீர் வரும் வழியினை அடைக்கும். நீர்வள மிகுதியால் வயல்களில் செந்தாமரை முளைத்து எழுந்து பூக்கும் சூல்கொண்டு இளைத்த சங்குகள் தாமரை மலரில் ஏறித் தூங்கும். அம்மலர்களைச் சுற்றிலும் நெற்பயிர் பசுமை நிறத்துடன் காணப்படும். அந்நிலையில் அச்சங்குகளின் தோற்றம், பசிய வானத்தில் பரிவேடத்தால் வளைக்கப்பட்ட முழுமதியின் தோற்றம் போன்று இருக்கும். பசிய நெல் வயல்களைச் சுற்றிலும் தென்னை, வாழை, மா, பலா என்ற மர வகைகள் வேலியாக அமைந்திருக்கும்.

கெண்டை பாய்தர வவிழ்ந்த  
வண்டுபிணி யாம்ப னாடுகிழ வோனே (ஐங் - பா.40)

என்ற பாடலும்,

நறுவடி மாஅத்து மூக்கிறு புதிர்ந்த (ஐங் - பா.213)

ஆகிய இருபாடல்களும் நாநிலங்களின் நீர் வளத்தினை உணர்த்துகின்றன.

#### இலக்கியத்தில் காவிரி

காவிரியாறு குடகு நாட்டில் தோன்றுகின்றது. மைசூரு நாடு, கொங்கு நாடு, சோழ நாடு ஆகிய நாடுகளில் பாய்ந்து வளம் பெருக்குகின்றது. காவிரியாறு சோழ நாட்டில் பல கிளையாறுகளை உண்டாக்கிக்கொண்டு அந்நாட்டை வளம் மிக்க நாடாகச் செய்துள்ளது. எங்கு நோக்கினும் ஆறுகள், வாய்க்கால்கள், நீர்நிலைகள் என்று கூறும் அளவில் சோழ நாடு இருத்தல் காவிரியாற்றுப் பாய்ச்சலினால்தான் என்பது அறியத்தகும். பல நாடுகளின் வழியாகப் பாய்ந்து வந்தாலும், சோழநாடே அதனால் முழு

நன்மையைப் பெறுவதால், ‘காவிரி சோழ நாட்டுக்கே தனி உரிமை உடையது’ என்று புலவர் காவிரியாற்றினைப் போற்றினர். மணிமேகலை ஆசிரியராகிய சீத்தலைச் சாத்தனார் காவிரி யாற்றினை,

பாடல்சால் சிறப்பில் பரதத்து ஓங்கிய  
கோடாச் செங்கோல் சோழர்தம் குலக்கொடி

என்று பாராட்டியுள்ளார்.

#### சிலப்பதிகாரம்

காலம் அறிந்து அமுதாட்டி மக்களை மகிழ்விக்கும் தாய்போலக் காவிரியாறு, பயிர் விளையும் காலம் அறிந்து தன் வளம் சுரந்து காக்கின்றது என்பதைச் சிலப்பதிகார ஆசிரியர் இளங்கோவடிகள்,

வாழி அவன்தன் வளநாடு மகவாய் வளர்க்கும் - தாயாகி  
ஊழி உய்க்கும் பேருதவி ஒழியாய் வாழி காவேரி (சிலப் - 152 - 154)

என்று கூறி விளக்கியுள்ளார்.

#### காவிரியாறு அளிக்கும் வளங்கள்

‘காவிரியில் புதுப்புனல் பெருக்கெடுத்துப் பாய்வதால் உழவர்கள் பெருமகிழ்வுடன் பல்வேறு தொழில்களில் ஈடுபடுகின்றனர். மதகுகளின் வழியே நீர் ஓசையுடன் பாய்ந்தோடுகிறது. நீர்ப் பெருக்கின் மிகுதியால் கரைகள் உடைகின்றன. அதனால் காவிரி நீர் பேரிரைச்சலுடன் ஒருபுறம் ஓடுகின்றது. நம்பியரும் நங்கையரும் புதுப்புனலாடி ஆராவார்க்கின்றனர். பலவகை ஒலிகள் ஒன்றாகக் கலந்து ஆர்ப்பரிக்க காவிரி அன்னை நடந்து வருகின்றாள்’. இந்த அழகிய காட்சியினை ஒரு பாடலில் ஓவியமாக்கி அளிக்கின்றார் ஆசிரியர் இளங்கோவடிகள்,

உழவர் ஓதை மதகு ஓதை  
உடைநீர் ஓதை தண்பதங்கொள்  
விழவர் ஓதை சிறந்தார்ப்ப  
நடந்தாய் வாழி காவேரி (சிலப். 37-39)

#### சோழ நாடு

காவிரி பாயப்பெற்ற சோழ நாடு இன்றைய தஞ்சை, திருச்சி, மாவட்டங்களைக் கொண்டது. காவிரியாறு தன் கிளை ஆறுகளுடன் பாய்ந்து இந்நாட்டை நன்கு வளப்படுத்திவருகிறது. காவிரியாறும் அதன் கிளையாறுகளும் கொண்டுவரும் கரிசல் மண் நல்ல விளைச்சலை அளித்தது. வளமுடைய அந்த நாட்டை ஆண்ட காரணத்தால் சோழர் ‘வளவர்’ எனப் பெயர் பெற்றனர். சோழரைக் ‘கிள்ளி’ என்ற பெயராலும் புலவர்கள் வழங்கியுள்ளனர். நிலத்தைக் கிள்ளி – கிளறி உழுது மருத நிலமாக்கிய சிறப்பினால் அவர்கள் ‘கிள்ளி’ எனப் பெயர் பெற்றனர். “**வான் பொய்ப்பினும் தான்பொய்யா வளமுடைய காவிரியாற்றுப்**” பாய்ச்சலினால், யானை மறையத்தக்க அளவில் செஞ்சாலிப் பயிர்கள் தழைத்து வளர்ந்தன. அதனால் குடிமக்கள் உணவுப் பற்றாக் குறை இல்லாது வாழ்ந்தனர். மக்கள் பசிப்பினியற்று மகிழ்வோடு வாழ்ந்தமையைக் கண்ட புலவர் பெருமக்கள், ‘**சோழ வளநாடு சோறுடைத்து**’ எனப் பாராட்டி மகிழ்ந்தனர். சோழ நாடு நெல், கரும்பு, வாழை, பாக்கு போன்றவற்றுக்கும், நெசவு முதலிய கைத்தொழில்கட்கும் பெயர்பெற்றது.

#### கைத்தொழிலும் வாணிகமும்:

சோழ நாட்டில் சங்க காலம் முதல் உழவு தொடர்பான கைத்தொழில்களும், நெசவு முதலிய தொழில்களும் வளர்ந்து வந்தன. ‘உப்பெடுத்தல்’ சிறந்த தொழிலாக இருந்தது. சோழப் பெருநாட்டுச் செய்பொருள்களும் விளைபொருள்களும் தேவைக்கு மேற்பட்டவை பிற நாடுகளில் விற்கப்பட்டன. இவ்வாணிகம் இந்தியாவில் இருந்த பிற நாடுகளோடு நன்முறையில் நடைபெற்றது.

முள்ளெயிற்றுப் பாண்மக ளின்கெடிது சொரிந்த  
வகன்பெரு வட்டி நிறைய மனையோ  
ளரிகாற் பெரும்பயறு நிறைக்கு மூர (ஐங்: 47 வ.ள். 1,2,3)

பண்டமாற்று முறையினை ஐங்குறுநூற்றுப் பாடல் கூறுகிறது.

### இலக்கியத்தில் வையை

வையையாறு வடபாண்டி நாட்டுக்கு உயிர்நாடி. இவ்வாறே தென்பாண்டி நாட்டுக்குப் பொருநையாறு உயிர் நாடியாகும். காவிரியாறு தமிழிலக்கியங்களில் பேசப்பட்டிருத்தல் போலவே இவ்விரண்டு ஆறுகளும் பாராட்டப்பட்டுள்ளன. வையையாறு பற்றிய விவரங்களைப் பரிபாடல், சிலப்பதிகாரம், திருவிளையாடற் புராணம் இவற்றில் விரிவாகக் காணலாம்.

கரையை அடுத்துள்ள சிற்றுார் மக்களும் பேரூர் மக்களும் மகிழ்வோடு வையை நீரை வரவேற்கின்றனர். சிலர் மகிழ்ச்சிப் பெருக்கால் தாம் அணிந்த அணிகளோடு நீர் விளையாட்டை விரும்பி நீராடுகின்றனர். அப்பொழுது உண்டாகும் இசைக் கருவிகளின் முழக்கமும், கரைமோதி இழியும் ஆற்று நீரின் ஒலியும் ஒன்று சேர்ந்து பேரோசை எழுப்புகின்றன.

திரையிமி ழின்னிசை யளைஇ யயலது (ஐங்.171 வ.ள்.1)

என ஐங்குறுநூற்றுப் பாடல் உணர்த்துகிறது.

### நீர்பெருக்கால் வளம் பெற்ற மருதம்

இந்நான்கு நிலங்களிலும் வேறுபட்டது மருத நிலம். அந்நிலம் ஆற்றுப் பாய்ச்சல் உடையது. மருத நில மக்கள் ஆற்றுநீரைப் பல கால்வாய்கள் வழியாகக் கொண்டு சென்று வயல்களுக்குப் பாய்ச்சினர். தென்னை, மா போன்ற மரங்களைக் கொண்ட சோலைகளை அமைத்துக் கொண்டனர். நெல், கரும்பு போன்றப் பயிராக்கினர். குளங்களையும் ஏரிகளையும் அமைத்து நீரைத் தேக்கிக்கொண்டனர். மருத நிலம் முழுவதும் நீர்ப்பெருக்கால் வளம் பெற்றது. நீர்வளம் உண்டானதால் நிலவளம் உண்டானது. வயலில் வேலை செய்ய ஆட்களும் கிடைத்தனர். மாடுகள் வயிறாரப் புல் மேய்ந்து உழுதொழிலில் ஈடுபட்டன. நீர்வளத்தால் பண்பட்ட நிலம் சிறு முயற்சியாலேயே சிறந்த விளைச்சலை நல்கியது. மருத நில மக்கள் மனக்குறையில்லாமல் உண்டு மகிழ்ந்தனர் ஆடிப் பாடினர். அவர் தம் ஆட்டத்திலிருந்து ஆடற்கலையும், பாட்டிலிருந்து பாடற்கலையும் தோன்றின ஓவியம், சிற்பம், நாடகம் போன்ற பல கலைகளும் தோற்றமாயின. மனிதன் வயிறார உண்டு மகிழ்ச்சிகொள்ளும் பொழுதுதான், அவனது உள்ளத்திலிருந்து பெருக்கெடுத்து ஓடும் கலை உணர்வும் வெளிப்படும். ஆகவேதான், மருத வளநாடு தமிழகத்தின் நெற்களஞ்சியமாகவும், அறிவு வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற இடமாகவும் இருந்து வந்தது. அங்குச் சமுதாய வாழ்க்கையும் சிறப்புற்று இருந்தது.

மானம் குலம்கல்வி வண்மை அறிவுடைமை

தானம் தவமுயற்சி தாளாண்மை – தேனின்

கசிவந்த சொல்லியர் மேல் காமுறுதல் பத்தும்

பசிவந் திடப்பறந்து போம்

(நல்வழி: 26)

என்பது பெரியோர் கூற்று.

### நிறைவுரை

நம் நாட்டில் பாலாறு, காவிரி, வையை என்னும் மூன்று ஆறுகளும் மருதம் என்ற நிலம் தோன்றி அங்கு வேளாண்மையும், சமூகமும் சிறப்புடைய காரணமாக அமைந்தன என்பது இக்கட்டுரையில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறே மிகப் பழைய எகிப்திய, சுமேரிய மக்களின் நிலைத்த வாழ்க்கை, நீல ஆற்றங்கரையிலும் யூப்ரடிஸ் - டைக்ரிஸ் ஆறுகள் பாயும் சமவெளியில் தான் தோன்றின. ஆகவே பண்பட்ட வளமான சமூகம் மருதநிலத்தில் தான் தோன்றியது என்பது தெளிவு. ஆறுகளில் மண்வளம் சுரண்டப்படுவதைத் தடுத்தால் நிலத்தடி நீர் கீழே செல்வது குறையும்.

இதனால் சிறப்பான நீர்வளத்தினை இன்றைய சமுதாய மக்கள் அனைவரும் பெற்று வளமான வாழ்வினைப் பெறமுடியும் என்பதை இக்கட்டுரையின் வாயிலாக அறிந்துக் கொள்ள முடிகிறது.

**பார்வை நூல்கள்**

1. சோமசுந்தரனார் பொ.வே., ஐங்குறுநூறு, சைவ சித்தாந்த நூற்பதிப்பு கழகம், சென்னை-600018.
2. இராசமாணிக்கனார், இ.மா., தமிழக வரலாறும் பண்பாடும், சாரதா பதிப்பகம், சென்னை-600014.
3. பேச்சிமுத்து, முக்கூடற்பள்ளு, கணபதி எண்டர்பிரைசஸ், சென்னை-600005.
4. வேங்கடசாமி நாட்டா, ந. மு. சிலப்பதிகாரம் (மதுரைக்காண்டம்), அஸ்வின், ஏஜென்ஸி, ஆலம்பாக்கம், சென்னை-600116.
5. இராமையாப்பிள்ளை, நா., நற்றிணை, அறிஞர் அண்ணா நூற்பதிப்புக்கழகம், தியாகராய நகர், சென்னை-600017.
6. புலியூர்க்கேசிகன், மணிமேகலை, ஜிவாபதிப்பகம், சேப்பாக்கம், சென்னை-600005.
7. கதிர்முருகு, நீதிக்களஞ்சியம், மூலமும் உரையும், சீதைப்பதிப்பகம், திருவல்லிக்கேணி, சென்னை-600005.

## ஆழி சூல் உலகு - புதினத்தில் இனக்குழு விலங்கியல்

சீ. ரேவதி

முனைவர் பட்ட ஆய்வாளர்  
தமிழாய்வுத்துறை, தூய வளனார் தன்னாட்சிக் கல்லூரி  
திருச்சிராப்பள்ளி

### முன்னுரை

ஒவ்வொரு மொழியின் வளர்ச்சியிலும் காலத்திற்கேற்ப இலக்கியங்கள் புதுப்புது வடிவம் பெறுவது வரலாற்று நியதியாகும். ஒரு மொழியின் பழமை, அம்மொழி சார்ந்த சமூக அமைப்பு, அது மற்ற இனத்தாருடன் ஏற்படுத்திக் கொள்ளும் உறவு, வேற்றுமொழிகளின் தாக்கம் போன்ற காரணங்களால் இலக்கியங்கள் புது வடிவத்தினைப் பெறுவதற்கு வாய்ப்புண்டு. ஆங்கிலேயர்களின் வருகை, அச்சு இயந்திரத்தின் வரவு, மேலைநாட்டு இலக்கியத் தாக்கம் ஆகியவைகளால் தமிழ்மொழியில் உரைநடைவடிவிலான பல இலக்கியங்கள் உருவானதை நம்மால் அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. அவ்வாறு உருவானது 'நாவல்' எனப்படும் புதின இலக்கியமாகும்.

இந்தியாவில் பங்கிம் சந்திரர் எழுதிய 'துர்க்கேசநந்தினி' (1856) என்ற வங்காள மொழி நாவல் முதலிடத்தைப் பெறுகின்றது. இதன்பின் தமிழில் புதின இலக்கிய வரலாறு 1879-ஆம் ஆண்டு மாயூரம் வேதநாயகம் பிள்ளை எழுதிய 'பிரதாப முதலியார் சரித்திரம்' எனும் புதினத்திலிருந்து தொடங்குகின்றது. தமிழில் வேதநாயகம் பிள்ளையின் பிரதாப முதலியார் சரித்திரத்தைத் தொடர்ந்து, பி.ஆர் இராஜமய்யரின் கமலாம்பாள் சரித்திரமும், அ. மாதவையாவின் பத்மாவதி சரித்திரமும், நடேச சாஸ்திரியின் தீனதயாளும் தோன்றின. இதைத் தொடர்ந்து நாவல் இலக்கியம் எனப்படும் புதினம் பல்வேறு வகையான உள்ளடக்கங்களைக் கொண்டு வளர்ந்தது. வரலாறு, சமூகம், துப்புற்தல், எதார்த்தவாதம், அறிவியல், பெண்ணியம், தலித்தியம், உளவியல், தொன்மவியல், மார்க்சியம், வட்டார மற்றும் இனவரைவியல் என உள்ளடக்க அடிப்படையில் நீண்டு கொண்டே செல்கின்றது.

இனவரைவியல் தொடர்பான புதினங்கள் தமிழில் அதிகம் உள்ளன. எழுத்தாளர் ஜோடி-குருஸ் எழுதிய 'ஆழி சூல் உலகு' என்னும் புதினத்தில் குமரி மாவட்ட பரதவர் இனத்தின் வாழ்வியலைப் பதிவு செய்துள்ளார். ஒரு புதினம் எழுதுவதற்கு கருப்பொருள் தேடும்பொழுது தன்னைச் சுற்றியுள்ள வாழ்க்கையில் இருந்து சம்பவங்களை எடுத்துக் கோர்த்துச் சொல்வதையே எந்த எழுத்தாளரும் பெரிதும் விரும்புவர். அந்த அடிப்படையிலேயே ஜோடி-குருஸ் தான் பிறந்து வளர்ந்த மண்ணையும், தன்னோடு வாழ்ந்த மனிதர்களையும், அவர்களது வாழ்வையும் அதன் நீட்சியையும் படைப்பாக்கியுள்ளார். இப்புதினத்தில் மூன்று தலைமுறையினராகக் கதாப் பாத்திரங்கள் படைக்கப்பட்டு நெடுங்கதையாகப் புனையப்பட்டுள்ளது.

ஐந்து நிலப்பாகுபாட்டில் நெய்தல் நில மக்களாகப் பரதவர்களைச் சங்க இலக்கியங்கள் காட்டுகின்றன. தொல்பழங்குடி இனக்குழுவினரான பரதவர்கள் தமிழகத்தின் கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் வாழ்ந்து வருகிறார்கள். அன்றாடம் இயற்கையோடு போராடி வாழ்க்கை நடத்தும் பரதவர்களாகிய மீனவர்கள் தம் கடின உழைப்பால் உணவைப் பெறுகின்றனர். இவர்கள் முழுக்க முழுக்க கடலினை நம்பியே வாழ்க்கை வாழும் தன்மையுடையவர்கள். இவர்களுடைய வாழ்க்கையில் வெளியுலகத் தொடர்பு மிகமிகக் குறைவு. கடல்சார் வாழ்க்கையை அடிப்படையாகவும் வாழ்வாதாரமாகவும் கொண்டிருப்பதால் இவர்களுக்கு கடலில் வாழ்கின்ற உயிரினங்களான மீன்களைப் பற்றிய அறிவும், அவற்றின் செயல்பாடுகளைப் பற்றிய நுண்ணறிவும் மிகுதியாக உள்ளன. இத்தகைய விவரிப்புகள் ஜோடி-குருஸின் 'ஆழி சூல் உலகு' புதினத்தில் சுட்டிக்காட்டப்பட்டுள்ளன.

### இனக்குழு விலங்கியல்

ஒரு குறிப்பிட்ட மக்கள் திரள் அல்லது பண்பாட்டுக் குழு தம் சுற்றுச்சூழலில் உள்ள விலங்கினங்களை வகைப்படுத்தி வைத்துள்ளனர். இந்த விலங்கின்பால் அவர்கள் கொண்டிருக்கும் அறிவியல் அறிவு சாராத மரபுவழி அறிவை அறியும் அறிவியல் இனக்குழு விலங்கியலாகும். இதுகுறித்து க. வேம்பையாவின் கருத்து சுட்டிகாட்டத்தக்கது. “Ethno’ என்பதற்கு இனம், (Race) மக்கள், (People) பண்பாட்டுக்குழு (Cultural Group) என்பது பொருள். Ethno என்ற சொல் ஆய்வு உலகின் அண்மைக் கால அறிமுகம். இது குறிப்பிட்ட இனத்தை அல்லது பண்பாட்டுக் குழுவைக் குறிக்கும் மானிடவியல் புலம் சார்ந்த கலைச்சொல் ஆகும். மானிடவியலின் அடிப்படையில் பண்பாட்டில் உயர்ந்தவர்கள் தாழ்ந்தவர்கள் என்ற வகைப்பாட்டிற்கே இடமில்லை. அதனால் இதற்கு மாற்றுக் கலைச்சொல் தேவைப்பட்டது. எனவே மக்கள் திரள்களை வேறுபாடின்றிக் குறிப்பிடுவதற்காகக் கையாளப்பட்ட கலைச்சொல்லே ‘Ethno’ ஆகும். ‘Zoology’ என்னும் ஆங்கிலச் சொல்லிற்கு இணையான தமிழ்ச்சொல் ‘விலங்கியல்’ என்பதாகும். விலங்கியலைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி விலங்கியலாகும். விலங்குகள் எனும்போது பாலூட்டிகள், பறவைகள் மட்டும் குறிக்கப்படுவதில்லை. மீன்கள், பூச்சிகள், தேள், புழு, நத்தை, ஓரணுப் பிராணிகள் ஆகிய எல்லாவற்றையும் குறிக்கும். சுருங்கச் சொல்லின் தாவரமல்லாத எல்லா உயிருடைய பொருளும் விலங்கு ஆகும். 1950- 1960ஆம் ஆண்டுகளில் பல்வேறு மக்கள் திரள்களில் விலங்குகள், தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் பெயர்கள் தொடர்பான இனக்குழுதாவரவியல், இனக்குழு விலங்கியல் ஆராய்ச்சிகள் தொடங்கின. எனவே மனிதத் திரள்கள் மிக பழங்காலத்திலிருந்து விலங்குகளோடு கொள்கின்ற உறவின் அடிப்படையில் அவை பற்றிய மரபுவழியான அறிவைத் தனக்குள் ஏராளமாகச் சேமித்து வைத்துள்ளன. மனிதன் தான் வாழும் சூழலில் தன்னோடு வாழும் விலங்கினங்கள் தன்னுடைய வாழ்வுக்கு எவ்வகையில் எல்லாம் பயன்படும் என்பதை அவன் நன்கு அறிந்து வைத்துள்ளான். அந்த அறிவுக் களஞ்சியத்தையே இனக்குழு விலங்கியல் புரிந்துகொள்ள முயல்கிறது. இதுவே. ‘இனக்குழு விலங்கியலின்’ அடிப்படையாகும்.” (இளம்பரிதி. மொ. (தொ.ஆ) 2012:254-255)

### புதினத்தில் இனக்குழு விலங்கியல்

ஆழி சூழ் உலகு புதினமானது கதாப்பாத்திரத்தை மையமிட்டு புனையப்படாமல் கதைக் கருவினை மையமிட்டு புனையப்பட்டுள்ளது. கடற்கரையோர மீன் பிடி சமூகத்தைச் சேர்ந்த பரதவர் இன மக்களின் வாழ்வை சித்திரிப்பதே இப்புதினத்தின் கதைக் கருவாகும். மூன்று தலைமுறையினரின் நிகழ்வுகள் கோர்க்கப்பட்டதாக இப்புதினம் காணப்படுகின்றது. ஒரே நேர்க்கோட்டில் இக்கதை புனையப்படவில்லை.

கடற்பரப்பில் நிகழ்வன: கடற்கரைப் பரப்பில் நிகழ்வன என்று இரு வேறு நிலைகளில் இப்புதினத்தை ஆசிரியர் படைத்துள்ளார். மேலும் இவ்வேறுபாட்டினை புரிந்துக்கொள்ள வசதியாக கடற்பரப்பில் நிகழ்வனவாகப் புனையப்பட்டுள்ள பகுதியினை உரோமன் எண்களாலும் கடற்கரைப் பரப்பில் நிகழ்வனவாகப் புனையப்பட்ட பகுதியினை தமிழ் உயிரெழுத்துக்களாலும் தலைப்பிட்டுத் தந்துள்ளார்.

உயிரெழுத்துக்களைக் கொண்ட தலைப்புகளின் கீழ் (அ – ஊ) வரும் கதையானது கடற்கரைப் பரப்பில் பரதவர் இன மக்களின் வாழ்வியல் சித்திரிப்புகளை உள்ளடக்கியதாகும். இவை பெரும்பாலும் முக்கிய நிகழ்வுகளின் பின்னணியில் புனையப்பட்ட கதைத் தொகுப்பாகவே காணப்படுகின்றது. உரோமன் எண்களால் தலைப்பிடப்பட்ட கதைப்பகுதியானது கடல்மேல் நிகழ்பவையாகப் படைக்கப்பட்டுள்ளது. கடலுக்குள் மீன் பிடிக்கச் செல்லும் கோத்ரா, சிலுவை மற்றும் சூசையின் மீன்பிடிப்பினை சித்தரிக்கும் பகுதியாக காணப்படுகின்றது.

இனக்குழு விலங்கியல் என்பது வழி வழியாக சொல்லப்படும் மரபார்ந்த விலங்கியல் அறிவினைக் குறிக்கின்றது. இப்புதினத்தில் பரத மீனவர்கள் மீன் பிடிக்கக் கடற்பயணம் மேற்கொள்ளும் சமயத்தில் மூத்த கடலோடியால் இளைய கடலோடிகளுக்கு சொல்லும் அறிவுறுத்தல்களின் வழி பரதவர் இன மக்களின் கடல்வாழ் உயிரினங்கள் குறித்த மரபார்ந்த அறிவு வெளிப்படுகின்றது.

### மீன்களின் பெயர்கள்

இப்புதினத்தில் “சீலா, கூரல் பாறை, பன்னா, பயிந்தி, மாவளா, கத்தாள, குதிப்பு, தும்புவாளை, பூதா, சாளை, பனந்தொண்டை, தெரவெங்கணை, குத்தா, தோட்டாழுட்டி, பெருவா, நெத்திலி, காரப்பொடி, ஊழிமீன், கருவாலி, நண்டுகள், நட்சத்திர மீன்கள், கரைவமீன், குட்டிமதனம், தேளி, சட்டிதலையம், பஞ்சலாமை, கல்இறால், மதனம், குறுவலை” (ஜோடி-குருஸ். 2005:152,153,154,159,160,169) என கடல்வாழ் மீன்களின் வகைகளைப் பற்றியும் இறால், ஆமை முதலியவற்றின் மருத்துவக் குணங்கள் குறித்தும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன.

### கடல்பாம்பு

கோத்ரா, சிலுவை, சூசையார் என மூவரும் கடலில் மீன் பிடிக்கச் செல்லுகின்றனர். மூத்த கடலோடியான கோத்ரா மற்ற இருவரையும் வழிநடத்துகிறார். “ஐந்து முறை வலை போட்டும் மச்சமில்லாததால் ஆறாவது முறையாக வலை தள்ளி இப்போது வலை வாங்கிக்கொண்டிருக்கிறார்கள். ஆமாவாசை இருட்டாக இருந்ததால் கடலின் மேற்பரப்பில் கவுரு கிளம்பியதன் காரணமாக ஆங்காங்கே வெளிச்சப்புள்ளிகள் தெரிந்தன. மேல்வலையை சூசையாரும் மடவலையை சிலுவையும் வாங்கி நடுமரத்தில் வைத்துக்கொண்டிருந்தார்கள்.

“எய்யா,வல வாங்குறது பாத்து வாங்குங்க கடப் பாம்புவ கெடக்கும்.”

“சிலுவ, பாத்து வாங்கு”

“கடிச்சா வைத்தியத்துக்கு எங்க போவ,கர புடிக்கிறதுக்குள்ளே உசரு போயிரும், கவனம்” (ஜோடி-குருஸ். 2005:10)

என்று இடம்பெறும் உரையாடல் கடல் பாம்பினைக் குறித்த புரிதலைக் காட்டுகிறது. மேலும் இச்செய்திகள் மூத்த கடலோடியின் வழி இளைய கடலோடிகளுக்கு மரபாக சொல்லப்படுவதையும் காணமுடிகின்றது. இங்ஙனம் பெறும் அறிவினை இனக்குழு விலங்கியல் என்று குறிப்பிடலாம்.

### மரபுவழி மீன்பிடி தொழில்நுட்பறிவு

மீனவர்களின் வாழ்க்கையில் கடல்வாழ் விலங்கினங்கள் மிக முக்கியமான இடத்தைப் பெறுகின்றன. எனவே தங்களுக்கும் கடல்வாழ் விலங்கினங்களுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பினைக் கொண்டு விலங்கினங்கள் ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியாக வகைப்படுத்தி அவ்விலங்கினங்களின் நிறம் மற்றும் தோற்றத்தின் மூலம் அடையாளப்படுத்தி அவை வாழுமிடம், எக்காலங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன என்பவற்றைத் தங்களது பாரம்பரிய அறிவினாலும் அனுபவத்தினாலும் அவற்றின் குணங்களையும் இன்னபிற செய்திகளையும் மீனவர்கள் அறிந்து வைத்துள்ளனர்.

“கன்னியாகுமரிக்கு நேர் வெலங்கே சுமார் பதினைந்து கி.மீ. தொலைவில் இருக்கிறது சுறாப் பாறை ... சுறாப்பாறு தொழில் என்பது பரதவர்களுக்கு ஒரு சிம்ம சொப்பனந்தான். ஆடிமாதக் கடலடியிலும் பூண்டு தொழில் செய்வார்கள் கூட இந்த சுறாப்பாறு என்ற பெயரைக் கேட்டதுமே அஞ்சி நடுங்குகின்றார்கள். காற்றையும், கடலையும் எதிர்த்துப் போரிடுவது இவர்களின் அன்றாட வாழ்வாக இருந்தாலும் இந்த சுறாமீன் வேட்டையிலும் கரணம் தப்பினால் மரணம் நிச்சியம். சுறாப்பாறுக்கு குறிவைத்துப் போவது சுறாமீன் வேட்டைக்காகத் தான். வேளா, இழுப்பா, கொம்பன்சுறா, வரிப்புலியன், உழுவ போன்ற சுறாமீன்களுக்காகத் தான்”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:24-25)

“ஆயிரங்கால் தூண்டில் கயிறைக் கடலில் இறக்குவதற்கு முன்னால் வழியில் போகும் போதே பிடித்த சீலாமீன்களை இரண்டு மூன்று துண்டுகளாக நறுக்கித் தூண்டில்களில் இரையாகக் கொளுவியிருப்பார்கள்.”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:24-25)



மேற்குறித்த புதின வரிகளிலுள்ள செய்தி ஆடிமாதத்தில் கடலலை அதிகமாக இருக்கும் என்பதையும் ஒரு குறிப்பிட்ட பார் (கடல்) பகுதியில் சுறாமீன் அதிகமாகக் கிடைப்பதால் அந்தப் பகுதிக்கு ‘சுறாப்பாறு’ என்பதையும் சுறாமீன் வேட்டை ஆபத்தானது என்பதையும், பல்வேறு வகையான சுறாமீன்கள் இருப்பதையும், சுறாமீன்களைப் பிடிக்க ஆயிரங்கால் தூண்டிலில் சீலாமீன்களை உணவாகப் பயன்படுத்துகின்றனர் என்பதையும் தெரியப்படுத்துகின்றது. இதன்வழி மீனவர்கள் அவர்களின் அனுபவ அறிவைப் பயன்படுத்துவதைத் தெரிந்து கொள்ளமுடிகின்றது.

#### மரபுவழி நுண்ணறிவு

இப்புதினத்தில் மீன்கள் குறித்த மரபுவழி செய்தினைக் காணமுடிகின்றது.

“கோத்தரன்னா கீழ் பாத்தியளா.....ரண்டு கறுப்பு அசையிது என்று பரபரத்தான் போஸ்கோ. நீர்பரப்பைச் சிறிது நேரம் உற்றுப் பார்த்த தொம்மந்திரை, ‘கோத்தா கீழ் நிக்கிற ரண்டும் கொம்பஞ் சிறான்னு நினைக்கிறேம்”.

“அப்ப நல்ல வேட்டையின்னு சொல்லுங்க” என்றான் கோத்தா.

“எய்யா போஸ்கோ,கொம்பஞ் சிறாக்க நல்ல மூள உள்ளது. இரைய பக்குவமா கடிச்சித் தின்னுட்டு தூண்டிய வுட்டுட்டு போயிடும்”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:259-260)

மேற்குறித்த செய்தி வாயிலாக ‘... இரண்டு கறுப்பு அசையிது’ என்று போஸ்கோ கூறியவுடன் அதனை உற்றுப்பார்த்த தொம்மந்திரை, அது கொம்பஞ்சிறா என்றும், இவை புத்திசாலியானவை என்பதையும் அனுபவ அறிவால் அறிந்து வைத்துள்ளதை அறியமுடிகின்றது. “கம்பாவக் கயிறு பொறுத்து நிக்கிறத பாத்தியா,நிச்சயமாக இது வரிப்புலியந்தாம். இதுப் புடிக்காம ஊருக்குப் போவக்கூடாது” (ஜோடி-குருஸ். 2005:41) என்று தொம்மந்திரை இரை கொளுவியிருக்கும் தூண்டில் நீரில் மூழ்கும் அளவினை வைத்தே சுறாமீனின் வகையை கூறுவதாக அமைந்திருக்கும் உரையாடல் அவர்களின் நுண்ணறிவினுக்குச் சான்றாகும்.

#### மரபுவழி மருத்துவ அறிவு

இது தவிர சிலவகை மீன்கள் மருத்துவகுணம் கொண்டதாக அறியமுடிகின்றது. இதுகுறித்து வியாகுலப் பிள்ளைக்கும் எதிரே வந்த சூசைக்கும் நடந்த உரையாடலைக் கூறலாம். அதுவே,

“இடுப்பில் சிறிய கோட்டுமாலோடும் கையில் தூண்டிலோடும் வியாகுலப் பிள்ளை சில்லிப் பாறில் தூண்டில் போடப் போய்க் கொண்டிருந்தார். பளிச்சென்று ஒரு ஞாபக மின்னல் ஐம்புலன்களையும் ஒரு சேரத் தூண்ட ஒரு கணம் நின்றவன், எதிரே குத்து வலையோடு வந்த சூசையைக் கண்டான்.

‘என்ன சூச?’

‘தங்கச்சி கொழந்த பெத்திருக்கா. அதாம் அவளுக்கு கொஞ்சம் கரைவல வச்சி மீன் புடிச்சிக் குடுத்தா அவியல் வச்சித்திம்பா. புள்ள பெத்தவளுக்கு இந்த கரமீன்வ தின்னா பால் நல்லா சொரக்குமாம்”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:160)

“கடலில் சில இடங்களில் தண்ணீர் முத்துப்போல் தெளிவாகவும் சில இடங்களில் கலங்கலாகவும் வந்தது. திடீரென்று மாங்காச் சாளைக் கூட்டம் மாப்பு மாப்பாக தெரிந்தது. அதன் பின்னாலேயே அதைத் துரத்திப் பிடிப்பதற்காக சூரை மீன் கூட்டம். நெத்திலியை விட கொஞ்சம் பெரியது மாங்காய் சாளை. சாளை மீனைவிடச் சிறியது. எப்போதும் லட்சக்கணக்கில் கூட்டம் கூட்டமாகவே திரியும். குழந்தை பெற்ற பெண்களுக்கு மாங்காய் சாளையை ஓமக்கறி வைத்துக் கொடுப்பார்கள். சுவையாக இருக்கும். பால்சுரப்பும் அதிகமாகும்.”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:27)

பரதவர்கள் மீன்கள் பற்றிய மரபுவழி அறிவியலை அறிந்தவர்கள் என்பதாலேயே அவற்றின் மருத்துவக் கூறுகளையும் நன்கு புரிந்துவைத்துள்ளனர். இவையெல்லாம் மரபுவழியினாலேயே அடுத்த தலைமுறைக்கு கற்றுக்கொடுக்கப்படுவதையும் இதன்வழி அறிய முடிகின்றது.

#### மரபுவழி கடலியல் அறிவு

இப்புதினத்தில் இடம்பெறும் பரதவர் இன மக்கள் அனுபவத்தினாலும் வழிவழியாய் பெற்ற அறிவினாலும் கடலின் தன்மையையும் கடல் மீன்களின் அமைப்பையும் நன்கு அறிந்துள்ளனர்.

“இந்த நாள்களில் ஆழிமேல் அந்த அளவுக்குப் பயமில்லை. ஆழியில் அலைகள் இருந்தாலும் அத்தனை சீற்றம் இருக்காது. மரம் இறங்கி பாய் புடைத்து ஓடியது.”

“மாமா, மீன் எறையிற மாரி இருக்கி”

“ரண்டு வலய வட்டுப் பாப்பமா?” என்றார் சப்பாணியார்.

“கொஞ்சம் பொறுங்கல. இன்னுங் கொஞ்சம் வாட வெலங்க ஓடிக்கிருவோம்”

“சுசையார, தண்ணி நல்லா கலங்கி வருத,”

“இப்ப வலய போட்டுப் பாருங்கல.”

சிறிது நேரத்திற்குப்பின் சப்பாணியாரும், சிலுவையும் வலையை வாங்கினார்கள்.

“மாமா அஞ்சாறு குத்தா, பத்து காணு பனந்தொண்ட கிடக்கு”

“எய்யா, அப்ப கீழ புலால் கிடக்குன்னு நெனக்கிறம். குத்தா வெலங்கு மீனு,பனந்தொண்ட வந்தா மாப்பு மாப்பா வரும். இப்புடி பத்துகாணு கெடந்தா கலஞ்சி ஓடுதுண்ணு நெனக்கிறம்.”

“அப்ப வலய போடாண்டாமா?”

“ஆமா, இன்னுங் கொஞ்சம் வாட வெலங்க போவோம், கூடுதொற அடுக்க வரும்போது வலய போட்டுருங்க.”

“மாமா,பாய தட்டிரட்டா?”

“சரி, கோடவ தட்டு சிலுவ, காத்துக்கு பாயி படபடன்னு அடிக்கிது பாரு. அந்த தாமாங்கயிறு தண்ணிகள கெடக்கு. எடுத்து மரத்து மேல வாங்கி வளச்சி வையி”

(ஜோடி-குருஸ். 2005:456)

இவ்வரையாடல் பகுதியின் வழி மூத்த கடலோடிகள் எந்த ஆவணங்களும் இல்லாமல் வாய்மொழியாகவே வழிவழியாய் தங்களின் கடலியல் அறிவினால் அடுத்த தலைமுறையினரை வழிநடத்துகின்றனர் என்பது புலனாகின்றது.

#### முடிவுரை

இனக்குழு விலங்கியல் குறித்த தரவுகளைப் பெரும்பாலும் நாட்டார் மரபுகளிலிருந்து பெறமுடியும். ஏனெனில் அவை வாய்மொழி மரபு சார்ந்தவை. கதைகள், நம்பிக்கைகள், பழமொழிகள், விடுகதைகள் எனப் பல்வேறு வடிவங்களில் அவை இன்றளவும் வழக்கில் உள்ளன. அவற்றின் மிகச் சிறு கூறுகள் எழுத்து இலக்கியத்திலும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன என்பதற்கு ‘ஆழி சூழ் உலகு’ புதினம் நல்ல சான்றாகும்.

#### துணைநின்ற நூல்கள்

1. இளம்பரிதி. மொ. (தொகுப்பாசிரியர்) 2012, நாவல்- நவீனப் பார்வைகள்,காவ்யா பதிப்பகம்,சென்னை-24.
2. ஜோடி-குருஸ். 2005, ஆழி சூழ் உலகு, தமிழினி, சென்னை-2.

## தமிழிலக்கிய வளர்ச்சிக்கு வலைப்பூக்களின் பங்களிப்பு

ஜா. ஸ்டெல்லா மேரி

முனைவர் பட்ட ஆய்வாளர்  
தமிழாய்வுத்துறை, தூய வளனார் தன்னாட்சிக் கல்லூரி  
திருச்சிராப்பள்ளி

### முன்னுரை

21-ஆம் நூற்றாண்டின் இணையற்ற வளர்ச்சி இணையம் ஆகும். இணையம் என்பது சர்வ வல்லமை படைத்த ஒரு கண்டுபிடிப்பாக உள்ளது. இந்த நாட்டையே தனது உள்ளங்கையில் கொண்டு செல்லும் பூமி பந்துபோல் சுழன்று வருகிறது. இணையத்துடன் இன்று அனைத்துத் துறைகளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. குறிப்பாகத் தமிழாய்வுத் துறை. தமிழ் மொழியினைக் கணினிவாயிலாக, இணையவழி சேவை மையங்களுடன் இணைந்து பயன்படுத்தியும், பாதுகாத்தும் வருகின்றனர். இதற்கு தமிழிலக்கிய வலைப்பூக்கள் என்பது முத்தாய்ப்பாய் விளங்குகின்றன. இணையத்தில் உள்ள சேவைகளில் வலைப்பூக்களும் ஒன்று. தமிழிலக்கியங்கள் வலைப்பூக்கள் வாயிலாக எவ்வாறு வளர்ச்சியடைந்து வருகின்றது என்பது குறித்து இக்கட்டுரை வாயிலாக அறியலாம்.

### வலைப்பூ விளக்கம்

வலைப்பூ என்பது எழுத்துக்கள், ஒலி, ஒளி வடிவக்கோப்புகள், ஒவியம், படங்கள், கட்டுரைகள், கவிதைகள் என்பவற்றை நாமே இணையம் வழி வெளியுலகிற்குத் தெரிவிக்கும் இணைய சேவையாகும். தமிழில் **வலைப்பூ** என்றும், ஆங்கிலத்தில் **பிளாக் (அ) வெப்பிளாக் weblog** என்றும் இது அழைக்கப்படுகின்றது.

### வலைப்பூ தோற்றம்

வலைப்பூவை முதலில் கண்டுபிடித்தவர்கள் அமெரிக்கர்கள். **webblog** என்ற பெயரை 17.12.1997ம் ஆண்டு **ஜான்பர்கர்** என்பரால் உருவாக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. பின்னர் **பீட்டர் மெக்ரோஸ்** என்பரால் 1999ம் ஆண்டு **blog** என்ற குறுக்க வடிவமான சொல்லை பயன்படுத்தப்பட்டுவந்துள்ளது.

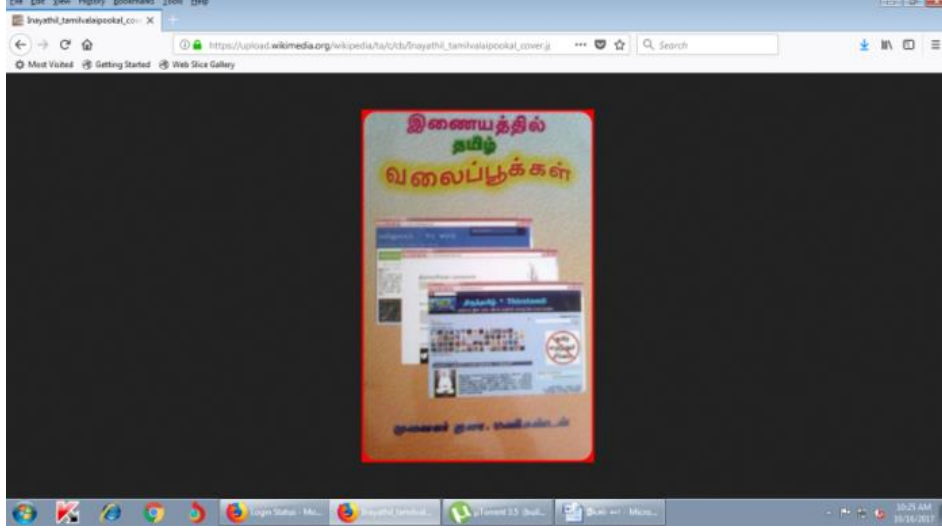
### வலைப்பதிவு வரலாறு

1996ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் வலைத்தள வலைப்பதிவுச் சேவையை ஓயலெய் என்ற நிறுவனம் வழங்கியுள்ளது. 1997இல் 100 நாட்குறிப்பேடுகள் அங்கே வைக்கப்பட்டுள்ளது. டிசம்பர் 2005இல் அவற்றின் எண்ணிக்கை ஐம்பதாயிரத்தைக் கடந்து வந்திருக்கிறது. ஏறத்தாழ இதே காலக்கட்டத்தில் தான் **blogger.com** என்ற சேவை மையமும் தொடங்கியுள்ளது. இவை 2003ல் கூகுள் நிறுவனத்தின் வாயிலாகச் செயல்பாட்டுக்கு வந்துள்ளது.

### இணையத்தில் வலைப்பூக்கள் உருவாக்குதல் முறை

இணையத்தை பயன்படுத்துபவர்கள் வலைப்பூவை உருவாக்குவது மிகவும் எளிது. இணையத்தில் வலைப்பூ உருவாக்க மின்னஞ்சல் முகவரி என்பது மிகவும் அவசியம். நமது மின்னஞ்சல் முகவரி கூகுள் நிறுவனம், யாகூ நிறுவனம், எம்.எஸ்.என் என்ற நிறுவனங்களில் கணக்கு வைத்திருக்க வேண்டும் [www.stanlysham@gmail.com](mailto:www.stanlysham@gmail.com) என்பதை போன்று. வலைப்பூக்கள் உருவாக்குவது என்பது இலவசம் தான். [www.blogger.com](http://www.blogger.com) என்ற முகவரிக்கு சென்றால் **New creat blog** என்ற தளம் தோன்றும். அதைச் சொடுக்கி (கிளிக்) செய்து உள்ளே சென்றால் ஒரு புதிய பெயர் ஒன்று உள்ளீடு செய்யச் சொல்லும். அந்த தளத்தில் நாம் கொடுக்கும் பெயர் ஏற்கனவே பதியப்பட்டிருந்தால் முகவரி என்ற தளத்தில் tha address invalied>create

new name என்று கூறும். எனவே ஒரு புதிய பெயர் உள்ளீடு செய்தால் அதுவே நமது வலைப்புவின் தலைப்பாக அமையும். பிறகு created என்ற இடத்தில் சொடுக்கினால் Templet என்ற முகப்புப் படம் தேர்வு ஆகும்.



நமக்கு தேவையான முகப்பு படத்தைத் தேர்வு செய்து கொடுக்க வேண்டும். நமது வலைப்பூ உருவாக்கப்பட்டது என்று தகவல் வரும். குறிப்பாக **இலக்கியம்.பிளாக்** என்று கொடுத்திருந்தால் அவை திரையில் வெளிவரும். இவ்வாறு ஒரு வலைப்பூவை உருவாக்கமுடியும் என்று இணையத்தில் தமிழ் வலைப்பூக்கள் என்ற இந்நூல் வாயிலாக (நூலாசிரியர்) துரைமணிகண்டன் என்பவர் விரிவான விளக்கங்கள் கொடுத்துள்ளார்.

#### வலைப்பூவின் செயல்பாடுகள்

வலைப்பூ என்பது இங்கு ஒரு பாதுகாக்கப்பட்ட ஒரு நாட்குறிப்பைப் போல் செயல்படும் இவற்றில் எழுதலாம், நமக்கு பிடித்த படங்களை உள்ளீடு செய்யலாம். கவிதைகள், கட்டுரைகள், காணொளிக் காட்சிகள், விளம்பரங்கள் என்று நமக்குத் தேவையான அனைத்தையும் இவற்றில் கொடுத்துவைத்துக்கொள்ளலாம். இணையத்தில் பதிவேற்றம் செய்துவைத்தது ஒரு சில இடையூறுகளால் தடைப்பட்டால் கூட இவற்றில் நாம் கொடுக்கும் தகவல்கள் உடனுக்குடன் திரையில் வெளிவரும். இவையே வலைப்பூக்களின் செயல்பாடாக உள்ளது.

நமது வலைப்பூவில் இருந்துகொண்டே ஒரு நபரிடமிருந்து மற்றொரு நபருக்கு தொடர்பு கொள்ளும் வசதிகள் உள்ளன. நமது வலைப்பூவில் இருந்து கொண்டே நமது மின்னஞ்சல்களை தொடர்பு கொள்ள முடியும். நமது வலைப்பூவில் உள்ள தகவல்களை மற்றவர்களுக்கு மின்னஞ்சல் வாயிலாக அனுப்ப வசதிகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. நமது தனிப்பட்ட சுதந்திரத்தை இந்த வலைப்பூக்களின் செயல்பாடுகள் வழங்கிவருகிறது.

#### இலக்கியம் சார்ந்த வலைப்பூக்கள்

“சென்றிடுவீர் எட்டுத் திக்கும் கலைச் செல்வங்கள் யாவும் கொணர்ந்திங்குச் சேர்ப்பீர்” என்பது பாரதியின் அமுத வரிகள். ஆனால், இன்று எட்டுத் திக்கும் செல்ல வேண்டியதில்லை இணையத்திற்குச் சென்றாலே எல்லாத் திக்குகளும் நம்மை நோக்கி இணையக் கரம் நீட்டும். இலக்கியம் சார்ந்த வலைப்பூக்களில் இடம்பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு வலைப்பூக்களும் தமிழ்நாட்டில் உள்ளவர்களை விடத் தென்கொரியா,

சுவிட்சர்லாந்து, அரேபியா, மலேசியா, சிங்கப்பூர், ஐக்கிய அரபு நாடு, அமெரிக்கா என்ற பல்வேறு நாடுகளில் உள்ள தமிழ் ஆர்வலர்கள் தங்களின் தமிழ் இலக்கியத்தில் உள்ள பற்றுதலின் காரணமாக வலைப்பு ஒன்றை உருவாக்கி அதில் தனது பதிவுகளை பதிவுசெய்துள்ளனர். மேலும் தனது பதிவுகள் குறித்த விமர்சனங்கள், தனது இடுகைகள் குறித்த பார்வையாளர்களின் பட்டியல்கள் பதிவுசெய்துள்ளதை அறியமுடிகிறது.

தற்போதைக்கு சுமார் 11000 தமிழ் வலைப்பதிவுகள் உள்ளன. 6000 மேற்பட்ட தமிழ் வலைப்பதிவர்கள் உள்ளார்கள். பெரும்பாலான தமிழ் வலைப்பதிவுகள் ப்ளாக்கர் இணைய தளங்களில் செயல்படுகின்றன என்று விக்கிப்பீடியா நமக்குத் தெரிவிக்கிறது. இதை பார்க்கும் போது தமிழ் வலைப்பதிவுகளே அதிகம் என்பதை அறியமுடிகிறது.

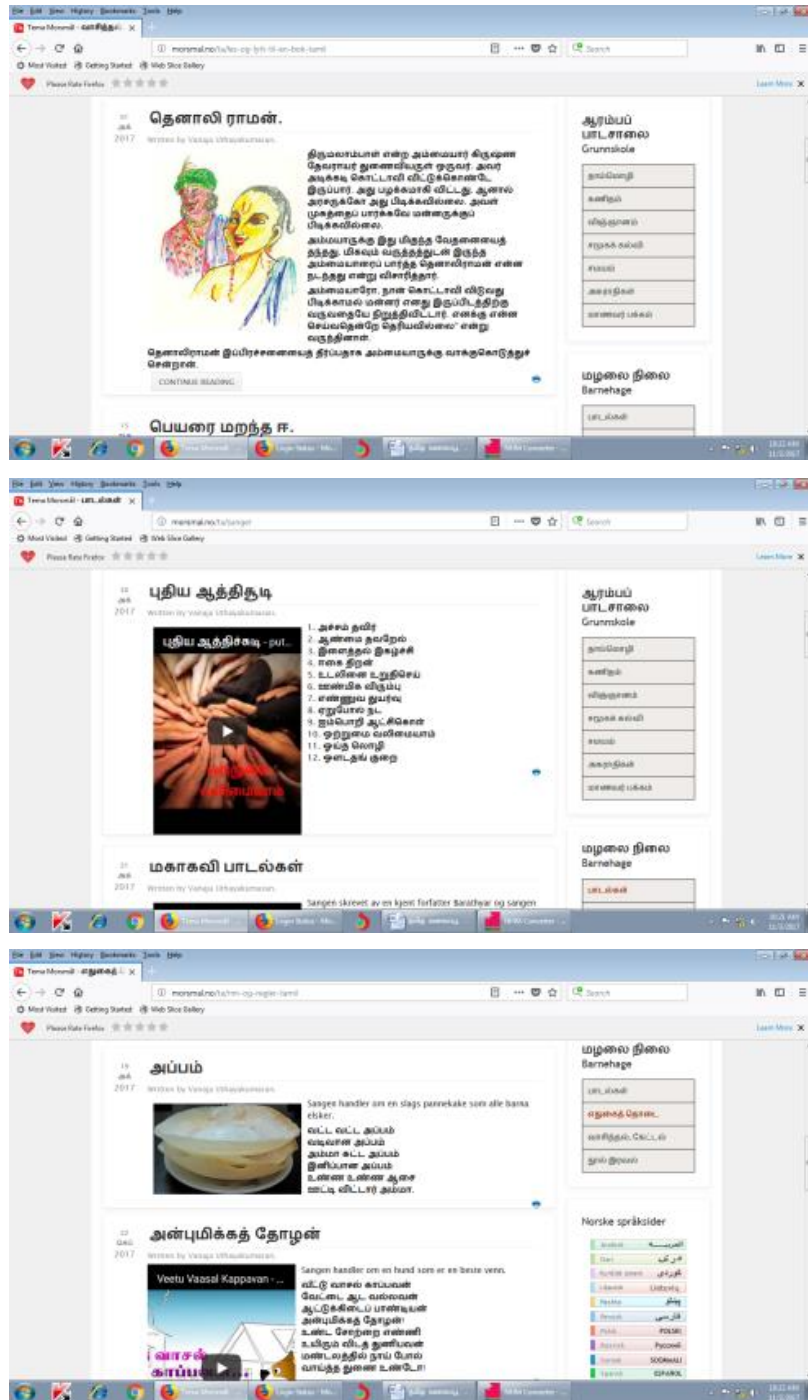
### இலக்கிய வலைப்புக்கள்

<http://morsmal.no/ta/morsmal-tamil/ungdomstrinnet-morsmal-tamil/2865-tamilsk-litteratur-side>



தமிழ் இலக்கியம் என்ற வலைப்பு 14 ஆகஸ்ட் 2013 அன்று தொடங்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு மேலான தொடர்ச்சி கொண்டவை. உலகின் சிறந்த இலக்கியங்களில் ஒன்று. வாழ்வின் பல்வேறு கூறுகளைத் தமிழ் இலக்கியங்கள் இயம்புகின்றன. தமிழ் மொழியில் மரபுரீதியாக 96 சிற்றிலக்கிய நூல் வகைகள் உள்ளன. இன்று தமிழ் மொழியில் பல புது இலக்கிய வகைகள் உருவாக்கப்பட்டுத் தமிழ் இலக்கியம் விரிந்து செல்கின்றது. இந்த இணைய தளம் தமிழ் இலக்கியங்களை அனைவரும் எளிதாகக் கண்டறிய, புரிந்துகொள்ள உதவும் நோக்கோடு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

தமிழ் இலக்கிய வலைப்பு ஆரம்ப பாடசாலை, மழலை நிலை என்ற இரு நிலைகளங்களை கையில் கொண்டு ஆரம்ப பாடசாலையில் தாய்மொழி, கணிதம், விஞ்ஞானம், சமூகம் என்ற உள்ளீடுகளைக் கொடுத்துள்ளன.



**மழலை நிலை** என்ற பிரிவில் மழலைகளுக்கான பாடல்கள், கதைகள், வாசித்தல் கேட்டல் என்ற காணொலி காட்சி கதைகள் குறித்த பதிவுகள் இடம் பெற்றுள்ளன. அழசளஅயட என்ற வலைப்பூ எந்த வகையில் தாய் மொழிக்கும், தமிழ் இலக்கியங்களுக்கும் பங்களித்து வருகின்றன என்பதை ஒவ்வொரு பிரிவுகளிலும் உள்ள தகவல்கள்களும், படங்களும் நமக்கு தெளிவுப்படுத்துகின்றன.

பெற்றோர்கள் பக்கம் என்ற பிரிவில் பெற்றோர்கள் அறிந்து கொள்ள வேண்டிய தகவல்கள், ஒன்றாம் வகுப்பு முதல் 12ம் வகுப்பு வரையில் உள்ள பெற்றோர்களின் பங்களிப்பும், அறிந்து கொள்ள கூடிய செய்திகளும் இடம் பெற்றுள்ளன. தமிழ் இலக்கியங்கள் குறித்த மாநாடுகள் பற்றிய தகவல்கள் கொடுத்துள்ளனர்.

இந்த தமிழ் இலக்கிய வலைப்பூக்களில் இருந்து தமிழ் இலக்கிய மின்னிதழ்களுக்குள் செல்லும் வசதியும் கொடுத்துள்ளன. இவை [www.illakkiyam.com](http://www.illakkiyam.com) என்ற முகவரி உள்ளீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. அவை

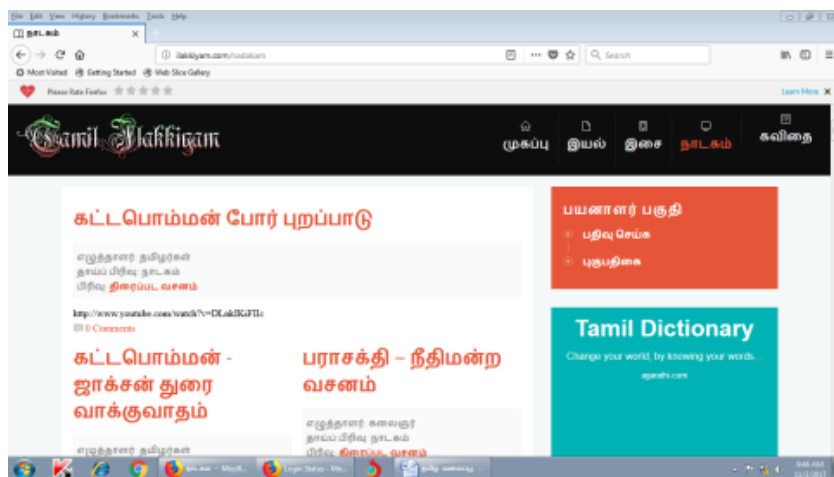
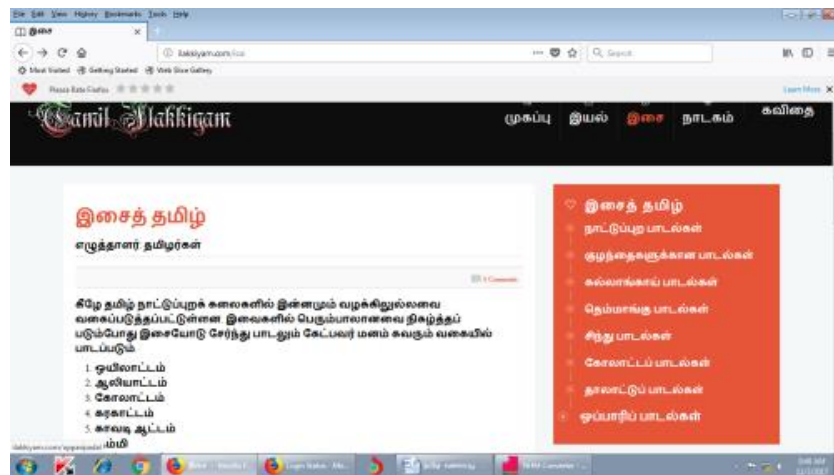
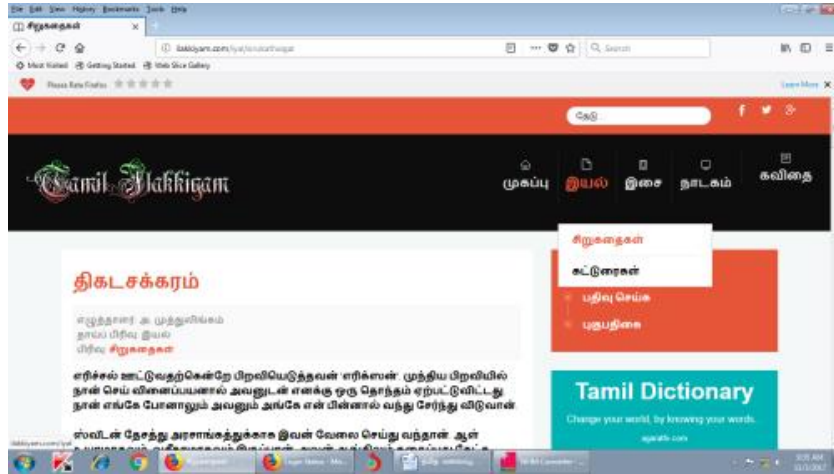


**Ilakkiyam** [www.illakkiyam.com](http://www.illakkiyam.com) என்ற தலைப்பில் தேர்வு செய்தால் **இணையத்தில் தமிழ் இலக்கியம் இளைப்பாறும் இடமிது** என்பது இதன் குறிக்கோள் ஆகும். இவற்றில் முகப்பு, இயல், இசை, நாடகம், கவிதை என்ற உள்ளடக்கங்கள் உள்ளன.

முகப்புப்பக்கத்தில் இணையத்தில் தமிழ் இலக்கியங்கள் இளைப்பாறும் இடம் என்று தமிழ் இலக்கியத்தை ஒட்டிய காணொலிக்காட்சிகள் திரையில் வளம்வந்து கொண்டே இருக்கும்.

இயல் தமிழ் என்ற பிரிவில் இயல் தமிழ் குறித்த **சிறுகதைகள், கட்டுரைகள்** இடம் பெற்றுள்ளன. இசைத் தமிழ் என்ற பிரிவில் **நாட்டுப்புறப்பாடல், குழந்தைப்பாடல், கல்லாங்காப்பாடல், தெம்மாங்குப்பாடல், சிந்துப்பாடல், கோலாட்டப்பாடல், தாலாட்டுப்பாடல், ஒப்பாரிப்பாடல்** என்ற பாடல்களைப் பற்றிய முழுமையான குறிப்புக்கள் உள்ளன. நாடகம் என்ற பிரிவில் தமிழ் இலக்கியங்களுடன் கூடிய திரைப்படவசனங்கள் : உதாரணமாக கட்டபொம்மன் போர் புறப்பாடு குறித்த வசனங்கள், பராசக்தி நீதிமன்ற வசனங்கள், மனோகரா நாடகம், ராமன் சீதை நாடகம் குறித்த தகவல் இலக்கியப்பார்வையில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளதை அறியலாம்.







முக்கிய இலக்கியங்கள் என்ற தலைப்பில் சங்க இலக்கியம், ஔவையார் நூல்கள், திருக்குறள், திருக்கோவையார், பாரதியார் பாடல்கள் இடம் பெற்றுள்ளன.

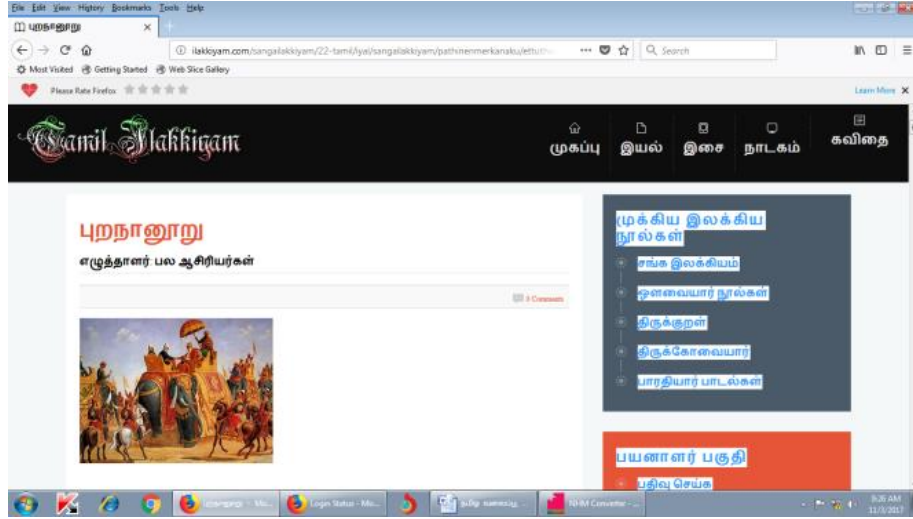
பயனாளர் பகுதி என்ற தலைப்பில் பதிவு செய்க, புகுபதிகை என்ற இரண்டு உள்ளீடுகள் உள்ளன. இவற்றில் நமது பெயர் மற்றும் மின்னஞ்சல் முகவரியைக் கொடுக்க வேண்டும். இவை காப்புரிமை பெற்றது: 2014, 2015 என்று பதிவுசெய்யப்பட்டுள்ளது.

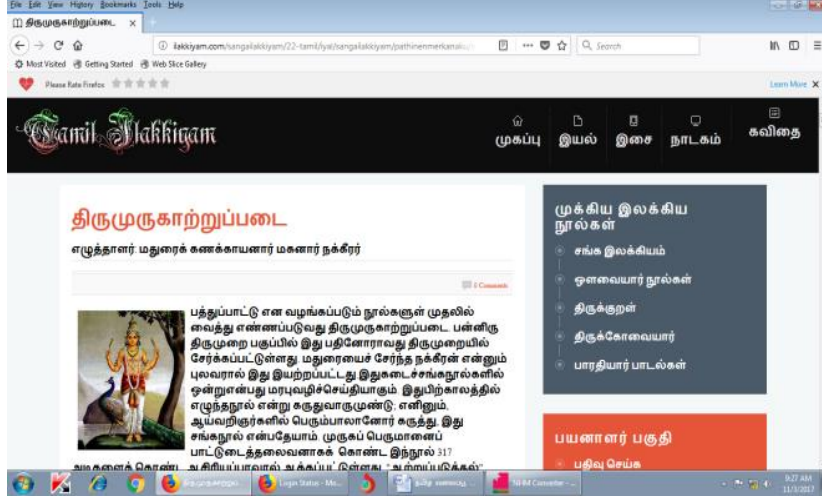
**இயற்றமிழ் என்ற தளத்தில்**

- **சங்க இலக்கியம்:** அகத்தியம், தொல்காப்பியம்
- **பதினெண் மேற்கணக்கு நூல்கள்**
- **எட்டுத்தொகை:** ஐங்குறுநூறு, அகநானூறு, புறநானூறு, கலித்தொகை, குறுந்தொகை, நற்றிணை, பரிபாடல், பதிற்றுப்பத்து,
- **பத்துப்பாட்டு:** திருமுருகாற்றுப்படை, குறிஞ்சிப் பாட்டு, மலைபடுகடாம், மதுரைக் காஞ்சி, முல்லைப் பாட்டு, நெடுநல்வாடை, பட்டினப் பாலை, பெரும்பாணாற்றுப்படை, பொருநர்ஆற்றுப்படை, சிறுபாணாற்றுப்படை
- **பதினெண் கீழ்க்கணக்கு:** நாலடியார், நான்மணிக்கடிகை, இன்னா நாற்பது, இனியவை நாற்பது, கார் நாற்பது, களவழி நாற்பது, ஐந்திணை ஐம்பது, திணைமொழி ஐம்பது, ஐந்திணை எழுபது, திணைமாலை நாற்றைம்பது, திருக்குறள், திரிகடுகம், ஆசாரக்கோவை, பழமொழி நானூறு, சிறுபஞ்சமூலம், முதுமொழிக்காஞ்சி, ஏலாதி, கைந்திலை
- **ஐம்பெருங்காப்பியங்கள்:** சிலப்பதிகாரம், மணிமேகலை, குண்டலகேசி, வளையாபதி, சீவக சிந்தாமணி
- **ஐஞ்சிறுகாப்பியங்கள்:** உதயண குமார காவியம், நாககுமார காவியம் யசோதர காவியம், சூளாமணி, நீலகேசி

என்று ஒவ்வோர் இலக்கியத்திற்கும் அதன் தலைப்புக்கு ஏற்ற வண்ண ஓவியப்படங்களுடன் உள்ளன. படிப்பவர்களுக்கு ஆர்வத்தை ஏற்படுத்தும் வகையில் இலக்கியப்பதிவுகள் காணக்கிடைக்கின்றன.

**எடுத்துக்காட்டாக**





இந்த வலைப்பூவின் வாயிலாகத் தமிழ் இலக்கிய தகவல்களைத் தொடர்ந்து வளர்ந்து கொண்டு வருவதைக் காணமுடிகின்றன. இலக்கியங்கள் என்பது எத்தனை நூற்றாண்டுகளைக் கடந்தாலும் தொடர்ந்து வளம் பெற்றுகொண்டு தான் இருக்கும் என்பதற்கு அடையாளமாக இந்த வலைப்பூக்கள் அமைந்துள்ளன.

#### தமிழ் இலக்கியம் குறித்த பிற வலைப்பூக்கள்

**அழியாச் சுடர்கள்** <http://azhiyasudargal.blogspot.in> **நவீன இலக்கிய கர்த்தாக்களின் படைப்புப் பெட்டகம்**, இவை 2009ல் காப்புரிமைப் பெற்றது. அழியாச்சுடர் என்ற இந்த வலைப்பூவில் நவீன இலக்கிய படைப்பாளிகளின் படைப்புகள் பட்டியலில் இடம்பெற்றுள்ளன. 2009இல் இருந்து 2017 வரை வெளிவந்த நவீன படைப்புகள் தளத்தில் உள்ளன.

குறிப்பாக 2013 என்ற ஆண்டை தேர்வு செய்தால் அதில் ஒவ்வொரு மாதமும் வெளியான தலைப்புகள் படைப்பாளிகளின் படைப்புகள் தளத்தில் உள்ளன. இவற்றில் உள்ள படைப்புகளைப் பெற நமது மின்னஞ்சல் முகவரியை இவற்றில் உள்ளீடு செய்யவேண்டும்.

#### முகப்புக்கத்தில் உள்ள படைப்பாளிகளின் பெயர்களின் பட்டியல்

அ. மாதவையா, அ.முத்துலிங்கம், அ.ராமசாமி, அ.சோகமித்திரன், அபி, அம்பை, அழகிய பெரியவன், அறிமுகம், ஆ.மாதவன், ஆதவன், ஆத்மாநாம், ஆர்.சூடாமணி, ஆவணப்படம், இந்திரா பார்த்தசாரதி, இமையம், உமா மகேஸ்வரி, உமா வரதராஜன் உள்ளிட்ட அனைத்துப் படைப்பாளிகளின் பட்டியலும் இங்கு பதிவேற்றம் செய்துள்ளனர். இவற்றில் நமக்கு தேவையானவர்களின் தகவல் பெற, அப்பெயரை தேர்வுசெய்தால் போதும் அவரின் படைப்புகள் வெளிவரும். இவை ஓர் இலக்கிய ஆவண வலைப்பூ. இவை தி இந்துப் நாளிதழிலில் 9 ஆகஸ்ட் 2015ம் ஆண்டு வெளியானவை.

#### சுபீ வலைப்பூ <http://subavee-blog.blogspot.in/>

சுபீ என்று சுருக்கமாய் அழைக்கப்படும் **சுப.வீரபாண்டியன்**, தமிழ்நாட்டில், சிவகங்கை மாவட்டத்தில் உள்ள காரைக்குடி என்னும் ஊரில் இராம. சுப்பையா - விசாலாட்சி ஆகியோரின் இளைய மகனாக, 1952ஆம் ஆண்டு பிறந்தவர். சிறு வயது தொடங்கி, திராவிட இயக்கக் கொள்கைகளில் ஈடுபாடு கொண்டவர். சாதி ஒழிப்பு, ஆதிக்க எதிர்ப்பு, தாய்மொழிப் பற்று, பெண் விடுதலை, பகுத்தறிவு முதலான கருத்துகளைத் தமிழகமெங்கும் பரப்பி வருபவர். பெரியார், அம்பேத்கர் பற்றாளர். ஈழ விடுதலை ஆதரவாளர். கடந்த கால் நூற்றாண்டிற்கும் கூடுதலாகப் பொதுவாழ்வின். சென்னைக்

கல்லூரியொன்றில் 21 ஆண்டுகள் ஆசிரியராகப் பணியாற்றிவிட்டுத் தன் 45ஆம் அகவையில் (வயதில்) விருப்ப ஓய்வு பெற்றவர். ஆரியத்தால் விழந்தோம், திராவிடத்தால் எழுந்தோம், தமிழியத்தால் வெல்வோம் என்னும் வீர தமிழ் முழக்கத்தை முன்வைத்து, 2007ஆம் ஆண்டு, “திராவிட இயக்கத் தமிழர் பேரவை” என்னும் இயக்கத்தை நிறுவியவர். இன்றுவரை அவ்வமைப்பின் பொதுச்செயலாளர். **கருஞ்சட்டைத் தமிழர்** என்னும் மாதமிருமுறை இதழின் ஆசிரியர். இலக்கிய ஆர்வலர். அரசியல், வரலாறு, இலக்கியம் எனப் பல்வேறு துறைகளில் 18 நூல்களை எழுதியுள்ளார். கடந்த 40 ஆண்டுகளாகத் தமிழகத்தின் தலைநகரில் வாழ்ந்து வருகின்றார். என்று தனது சுயவிபரபட்டியலில் பதிவுசெய்துள்ளார். இவரின் படைப்புகள் கவிதை என்ற தலைப்பில் இடம்பெற்றுள்ளது.

இவற்றின் உள்ளடக்கங்களாக **அரசியல், இலக்கியம், ஒரு நிமிடச்செய்திகள், சமூகம், தொலைக்காட்சி, நடப்பும் எதிர்வினையும், பகிர்வு, புத்தகப்பட்டியல், பொது, வேறு தோட்டத்துப்புக்கள்** இடம்பெற்றுள்ளன. View my complete profile - இணையப் பக்கத்தை வலம் வந்தவர்கள்: 839,888 என்று பதிவுசெய்யப்பட்டுள்ளது.

**பாலமகி பக்கங்கள்**[http://balaamagi.blogspot.com/2015/09/blog-post\\_29.html](http://balaamagi.blogspot.com/2015/09/blog-post_29.html)

தமிழ் இலக்கியம் சார்ந்த வலைப்பூக்களில் பாலமகியின் பங்கு 2014ம் ஆண்டில் இருந்து பதிவேற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது. **இவற்றில் 2014 - இடம்பெற்ற இலக்கியம் சார்ந்த தகவல்கள் 14 தலைப்புகளில் இடம்பெற்றுள்ளன. 2015இல் - 69, 2016இல் - 29** என்று வலைப்பூவில் இடம்பெற்றுள்ள தகவலைப் பதிவுசெய்துள்ளனர். 2014இல் இருந்து இதுவரை **76,285** பக்கங்கள் இடம் பெற்றுள்ளதாக தகவல் உள்ளது.

29 செப்டம்பர் 2015, செவ்வாய்க்கிழமை வெளிவந்த **ஐந்தமிழானவன் சூடிய வலைப்பூ** என்ற தலைப்பில் **முனைவர்.சி.மகேசுவரி** என்பவர் வலைப்பூ என்பது என்ன, வலைப்பூ உருவாக காரணம் யாது, அதன்பயன், வளர்ச்சி குறித்த தகவல்களைத் தனது கட்டுரையில் முழுமையாக விமர்சித்துள்ளார்.மேலும் தனது இப்படைப்பு **வலைப்பதிவர் திருவிழா - 2015** மற்றும் தமிழ் இணையக் கல்விக்கழகம் நடத்தும் **மின்தமிழ் இலக்கியப்போட்டிகள் - 2015**க்காகவே எழுதப்பெற்றது. என்னுடைய சொந்தப்படைப்பு என்றும் இதற்கு முன் வேறெங்கும் வெளியானதல்ல என்றும் முடிவு வெளியாகும்வரை வேறெங்கும் வெளிவராது என்றும் உறுதியளிக்கிறேன் என்று தனது கருத்தையும் வழங்கியுள்ளார். இதிலிருந்து வலைப்பூ என்பது இளம் கட்டுரைப்படைபாளிகளுக்கு எவ்வளவு பயன்படுகின்றது என்பதை அறியமுடிகிறது.

**குவிகம் தமிழ் இலக்கிய வலைவாசல்** <https://kuvikam.com/>

**குவியம் தமிழ் பத்திரிக்கை, தமிழ் வலைப்பூ, இ.மேகசின், இலக்கிய இதழ்** என்ற பல்வேறு தளங்களில் வெளிவருகிறது. குவியம் இணையத்தில் வலைப்பதிவாக நவம்பர் 2013ஆம் ஆண்டு பதிவேற்றம் 2017 வரை சிறப்பாகத் தங்களின் படைப்புகளை குவித்துவருகிறது. இவற்றில் இதுவரை 24,789 **hits** உள்ளதாகத் தகவல்கள் உள்ளன. இவற்றில் **select categories** என்ற தலைப்பில் அட்டைப்படம், கவிதை, கட்டுரை, சிறுகதை, செய்திகள், தலையங்கம், நிகழ்ச்சித் தொகுப்புகள், என்ற உள்ளீகள் உள்ளன. இவற்றைத் தேர்வு செய்து நமக்குத் தேவையான தகவல்களை பார்க்கமுடியும்.

**திருத்தமிழ் வலைப்பூ**<http://thirutamil.blogspot.in/2005/05/blog-post.html>

**தமிழ் மொழி, இனம், சமயம், பண்பாடு, வாழ்வியல், வரலாறு தொடர்பான செய்திகள்** இவற்றில் இடம்பெற்றுள்ளன. இந்த வலைப்பூ மலேசியாவில் இருந்து வெளிவருகின்றது. இவற்றிற்கு உரிமையுடையவர் **சுப.நற்குணன்** என்பவர் மே மாதம் 15ஆம் தேதி 2005ல் தோற்றுவித்துள்ளார். இவரின் **வலைப்பூ அறிமுகப்பக்கத்தில், தமிழர் பெருமக்களே ! வணக்கம், வாழ்க! அனைவரும் சூழ்க!!** என்று பதிவுசெய்து. **தமிழ் மொழியின் பெருமையையும், அதில் உள்ள இலக்கியத்தின் தேனைச் சுவைக்கத் தெரியாதவர்களாய் தமிழர்கள் உள்ளனர்.தமிழ் மொழியின் பெருமையை தமிழர்கள் உணர்ந்துவிட்டால் பின்னர் உலகம் அவற்றை மதிக்கும்.** இவை வெகு

விரைவில் வரும் என்று பதிவுசெய்துள்ளார். திருத்தமிழ் அன்பர்களின் பதிவெண் : 326555 என்று குறிப்பிட்டுள்ளனர். இதன் வழி நமது பதிவுகளைக் கொடுக்கலாம்.

வலைப்பூவின் உள்ளே திருத்தமிழ் இயல்கள், மலேசியத் தமிழ் இணையம், உலகத்தமிழ் இணையம், மாணவர் வலை மனை, திருத்தமிழ்த் தொண்டு, தமிழ் மின் இதழ்கள், மின் அகராதிகள் குறித்த அனைத்துத் தலைப்புகளின் கீழ் பல்வேறு உள்ளடக்கங் தலைப்புகள் உள்ளதை அறியமுடிகிறது.

**வீடு திரும்பல் வலைப்பூ** <http://veeduthirumbal.blogspot.com/>, **தளிர், முத்துச்சரம்** <http://tamilamudam.blogspot.in/2010/>, **கலையகம்** <http://kalaiy.blogspot.com> போன்ற பல்வேறு மின்னிதழ்கள் தளத்தில் உள்ளதை அறியமுடிந்தது. தமிழ் இலக்கியங்கள் என்பது தொடர்ந்து வளர்ந்து கொண்டே வரும் ஒரு துறை ஆகும். இன்று தகவல் தொடர்புகள் எந்த அளவுக்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது என்பதை உறுதி செய்யும் வகையில் இந்த வலைப்பூக்கள் அமைந்துள்ளன. வலைப்பூக்கள் என்ற சேவையின் வாயிலாக இலக்கியங்கள் தொடர்ந்து வளம் பெற்றுவருகின்றது. அவை இன்றைய சமுதாயத்திற்கு வழிகாட்டும் வகையில் அமைந்துள்ளது என்பதை இந்த ஆய்வின் வழி உறுதிசெய்யப்படுகின்றது.

#### தொகுப்புரை

- வலைப்பூக்கள் குறித்த விளக்கங்கள், வலைப்பூவின் தோற்றம், வலைப்பூவின் வரலாறு பற்றிய தகவல்கள் சொல்லப்பட்டுள்ளன.
- இணையத்தில் வலைப்பூக்கள் உருவாக்கும் முறை பற்றியும், வலைப்பூக்களின் செயல்பாடுகள் குறித்தும் ஆராயப்பட்டுள்ளன.
- தமிழ் இலக்கிய வலைப்பூக்கள், வலைப்பூக்களில் இலக்கியச் சேவைகள், இயல், இசை, நாடகம், கவிதைகள் குறித்த தகவல்கள், இயற்றமிழ் குறித்த கட்டுரைகள் இடம் பெற்றுள்ளதை அறியமுடிகின்றது.
- ஆரம்பக்கல்வியை இன்றைய இளைய சமுதாயத்திற்கு வழங்கும் நோக்கில் அமைக்கப்பட்ட <http://morsmal.no/ta/morsmal-tamil/> வலைப்பூவில் மழலையர்-களுக்கான சிறுகதைகள், பாடல்கள், பெற்றோர்களின் பங்களிப்புகள், மாநாடுகள் குறித்த தகவல்கள் ஆராயப்பெற்றுள்ளன.
- தமிழ் இலக்கியம் சார்ந்த பிற இலக்கியங்கள் குறித்த தகவல்கள் ஆய்வுசெய்யப்பெற்றுள்ளன.

#### அடிக்குறிப்பு:

1. துரை.மணிகண்டன், இணையத்தில் தமிழ் வலைப்பூக்கள், பக்.11
2. [www.ta.wikipedia.org](http://www.ta.wikipedia.org)
3. [www.emadal.blogspot.com](http://www.emadal.blogspot.com)
4. [www.manidar.blogspot.com](http://www.manidar.blogspot.com)
5. [www.mvelangovan.blogspot.com](http://www.mvelangovan.blogspot.com)
6. <http://morsmal.no/ta/morsmal-tamil/>
7. <http://azhiyasudargal.blogspot.in/>
8. <http://subavee-blog.blogspot.in/>
9. [http://balaamagi.blogspot.com/2015/09/blog-post\\_29.html](http://balaamagi.blogspot.com/2015/09/blog-post_29.html)
10. <https://kuvikam.com>
11. <http://thirutamil.blogspot.in/2005/05/blog-post.html>
12. <http://veeduthirumbal.blogspot.com/>
13. <http://kalaiy.blogspot.com/feeds/posts/default?alt=rss>
14. <http://kollumedupress.blogspot.in/2011/>
15. <https://www.yarl.com/forum3/topic/66164jkpo;tiyg:G>

## செவ்வியல் பண்புகளும் சமுதாயச் சிந்தனைகளும்

இரா. சசிகலா

முனைவர் பட்ட ஆய்வாளர்

மற்றும்

முனைவர் அ. குழந்தைசாமி

இணைப்பேராசிரியர் (ஓய்வு), தமிழாய்வுத்துறை,  
தூய வளனார் தன்னாட்சிக் கல்லூரி, திருச்சிராப்பள்ளி

### முன்னுரை

மக்கள் வாழ்க்கையில் பின்பற்றத்தக்க நல்ல நெறிமுறைகளை இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே வகுத்தளித்தவை சங்க இலக்கியங்களாகும். நல்லொழுக்கம், கலை, கலாச்சாரம், பண்பாடு, பாரம்பரியம், நாகரிகம் போன்றவற்றைப் பிரதிபலித்து நிற்பவை சங்க இலக்கியங்களேயாகும். இந்த நூல்களின் கருத்துக்களை இன்றும் மக்கள் அறிந்தும் ஏற்றுக் கொள்கின்றனர். அறவழியில் நின்று இல்லறக் கடமை ஆற்ற விரும்பிய ஆண், பெண் இருவரும் ஒருவர் மீது கொண்ட நட்பின் மேன்மை, இனிமை, அறிவு, ஒழுக்கம், தனித்துவம் முதலான பண்புகளைக் காலம் கடந்தும் இன்றைய சமுதாயத்திற்கு எடுத்துக்காட்டி சங்க இலக்கியங்கள் நல்வழிப்படுத்துவதால் இதனைச் செவ்வியல் இலக்கியம் என்பர். எனவே செவ்வியல் இலக்கியங்களில் காணப்படும் செவ்வியல் பண்புகள் எக்காலச் சமுதாயத்திற்கும் பொருந்துவனவாகவே அமைந்துள்ளன என்பதைப் பற்றி அறிவதே இவ்வாய்வுக் கட்டுரையின் செல்நெறியாகும்.

### தொன்மைப் பண்புகள்

செவ்வியல் மொழித்தன்மை என்ற கூறுபாட்டினுள் முதன்மையானதாகத் தொன்மைப் பண்பு அமைந்துள்ளது. தொன்மை என்றால் மிகவும் பழமையானது என்ற பொருளைக் குறிக்கும்.

### தலைவனின் வாய்மை

செல்வக்கடுங்கோ வாழியாதனைக் கபிலர் குறிப்பிடுகையில்,

“பொய்த்தற்கு உரியனோ? பொய்த்தற்கு உரியனோ?  
அஞ்சல் ஓம்பு என்றாரைப் பொய்த்தற்கு உரியனோ?  
குன்று அகல் நல்நாடன் வாய்மையில் பொய்த்தோன்றின்,  
திங்களுள் தீத்தோன்றி யற்று”<sup>1</sup>

(கலி. 41)

என்ற பாடலில் தலைவனின் வாய்மையைப் பாராட்டுகின்றார். என் தலைவன் பொய்த்தான் என்றால் நிலவிலே தீ தோன்றினது என்று கூறுவதன் மூலம் தொன்மைக் கருத்து இங்கு வெளிப்படுகின்றது. இக்கருத்து எக்காலத்திற்கும் ஏற்புடையதாகும். இன்றும் மக்கள் பொய்க்காமல் நடந்து கொண்டால் சமுதாயம் மேன்மேலும் உயர்ந்து காணப்படும் என்ற கருத்தினை மேற்கூறிய கலித்தொகைப் பாடல் வரிகள் மூலம் கபிலர் விளக்குகின்றார்.

### புலவர்களின் வாய்மை

சங்க காலத்தில் புலவர்கள் பொய்கூறாமல் வாழ்ந்துள்ளனர். என்பதை,

“வாழ்தல் வேண்டிப்

பொய் கூறேன்; மெய் கூறுவல்”<sup>2</sup>

(புறம். 139)

“செய்யா கூறிக் கிளத்தல்

எய்யாதாகின்று, எம் சிறுசெந் நாவே”<sup>3</sup>

(புறம். 148)

என்ற புறநானூற்றுப் பாடல் வரிகள் மூலம் சங்கப் புலவர்கள் எந்நிலையிலும் வாய்மை தவறாமல் வாழ்ந்துள்ளனர் என்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. இதன் வழி மக்கள் தம்

அன்றாட வாழ்வில் வாய்மையைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும் என்பது மறைமுகமாக உணர்த்தப்படுகின்றது.

#### பொதுமைப்பண்புகள்

பொதுமைப் பண்பு என்பது உலகிலுள்ள அனைத்து மக்களுக்கும் பொதுவானதாக இருக்க வேண்டும். (பொதுவான பண்புகள் அல்லது பொதுவான வாழ்வியல் முறைகள் என்று கூறலாம்.)

#### அன்பு

அன்பானது மொழியால், பண்பாட்டால் வேறுபட்ட எம்மக்களையும் ஈர்க்கக் கூடிய அனைவருக்கும் உரிய பொதுப்பண்பாகும். தலைவன் ஒருவன் தன் மீது வைத்துள்ள மாறாத அன்பின் தன்மையை அதன் அளவிடற்கரிய பெருமையைக் கூறும் பொழுது தலைவியானவள்,

“நிலத்தினும் பெரிதே; வானினும் உயர்ந்தன்று;

நீரினும் ஆர் அளவின்றே – சாரல்

கருங்கோற் குறிஞ்சிப் பூக் கொண்டு

பெருந்தேன் இழைக்கும் நாடனொடு நட்பே”<sup>4</sup>

(குறுந். 3)

என்று வியந்து பேசுகின்றாள். தலைவனின் அன்பு பரந்துபட்டது என்றும் இந்நிலவுலகையும் விட உயர்ந்தது என்றும் தலைவி கூறுவாள். வானத்தை விடவும் உயர்ந்தது. கடலின் ஆழத்தை விடவும் தலைவன் அன்பு உயர்ந்தது என்று அன்பின் ஆழத்திற்கு உவமை கூறுகின்றாள். இங்கு தலைவியின் உள்ளக் குறிப்பு முக்கியமன்று. அன்பின் பரிமாணம் அளவிடற்கரியது என்று கூறும் முறையே இங்கு நோக்கத்தக்கதாகும். இத்தகு அன்பின் மாண்பை உலகம் உணர வேண்டும் என்ற பொதுமைப் பண்பைச் சங்க இலக்கியம் வாயிலாக இச்சமுதாயத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகின்றது.

#### உலகுடன் ஒட்டி வாழ்தல்

மாந்தருக்குச் சொந்த ஊர் என்ற ஒன்றில்லை. எல்லோரும் நம் உறவினரே என்றும் வாழ்க்கையிலே தாம் பெற்ற உயர்ந்த தெளிவை இச்சமுதாயமும் பெறவேண்டும் என்பதையும் பின்வரும் பாடல் வரிகள் மூலம் கணியன் பூங்குன்றனார் எடுத்துரைக்கின்றார்.

“யாதும் ஊரே; யாவரும் கேளிர்;

தீதும் நன்றும் பிறர் தர வாரா;

பெரியோரை வியத்தலும் இலமே;

சிறியோரை இகழ்தல் அதனினும் இலமே.”<sup>5</sup>

(புறம். 192)

என்ற புறநானூற்று வரிகள் மூலம் உயிர்வாழ்க்கை இயற்கைமுறை வழி நடக்கும். என்ற வாழ்க்கை அனுபவத்தைப், புலவர் கூறுகின்றார். இதன் வழி எல்லோரும் நம் உறவினர். எல்லா ஊரும் நம் ஊரே என்ற பொதுமனப்பான்மையுடன் உலகத்தோடு ஒட்டி வாழ வேண்டும் என்ற கருத்து இங்குப் புலனாகின்றது.

#### திருமணம்

சங்க இலக்கியங்களில் திருமணம் நடைபெறும் முறைபற்றிப் பல பாடல்கள் தெளிவுப்படுத்துக்கின்றன. மரபோடு தொடரக்கூடிய திருமணமுறைகள் கலித்தொகையில் காணப்படுகின்றது. மணமக்கள் தீயினை வலம் வரும் மரபு இன்றும் சமுதாயத்தில் இருந்து வருகின்றது என்பதனை,

“மாதர் கொள் மான்னோக்கின் மடந்தைதன் துணையாக,

ஓதுடை அந்தணன் எரிவலம் செய்வான் போல்”<sup>6</sup>

(கலி. 69)

என்ற மருதக்கலிப் பாடல் அடிகளின் மூலம் தீ வலம் வரும் நிகழ்வினையும் மரபுடைமையின் பண்பினையும் அறிய முடிகிறது. இவ்வழக்கம் இன்றைக்கும் சமுதாயத்தில் காணமுடிகின்றதை நம்மால் உணர முடிகின்றது.

#### விருந்தோம்பல்

இல்லற வாழ்கையில் விருந்தோம்பல் பண்பு தலைவிக்கு மிகவும் இன்றியமையாத பண்பாகும். விருந்தினரை அன்புடம் எதிர்கொண்டு வரவேற்று, முதலில் மெல்லிய சொற்களால் நலம் விசாரிப்பாள். வழியிலுள்ள ஏதங்களையும், பொழுது சாய்ந்ததையும் எடுத்துக்கூறி தம் இல்லத்தில் தங்குமாறு கூறுவாள். இது பழந்தமிழரின் பண்பாகும். மேலும் வந்த விருந்தினரை அபலராகக் கருதாமல் தம் உறவினராகவே கருதும் பண்புடையவள். என்பதனை,

“சேணின் வருநர் போலப் பேணா,  
இருங்கலி யாணர்எம் சிறுகுடித் தோன்றின்,  
வல்எதிர் கொண்டு, மெல்லிதின் வினைஇ,  
எல்லின்று; தோன்றல்! செல்லாதீம் என,  
எமர்குறை கூறத் தங்கி, ஏமுற<sup>7</sup> (அகம். 300)

என்ற அகநானூற்றுப் பாடல்கள் மூலம் அறிய முடிகின்றது. இவ்வாறான விருந்தோம்பல் பண்பு காலம் காலமாகச் சமுதாயத்தில் தொடர்ந்து வந்து கொண்டுவருகின்றது. எனவே இப்பண்பாட்டால் சமுதாயம் மேம்பாடு அடைந்துள்ளது என்பதை உணர முடிகின்றது.

#### பெண்மகளின் இயல்பு

சந்தனம் மலையில் பிறக்கிறது. ஆனால் மலைக்குப் பயன்படுவதில்லை அதனை பூசிக்கொள்பவர்க்கே பயன்படுகின்றது. முத்து கடல் நீரில் பிறக்கின்றது. ஆனால் கடலுக்குப் பயன்படாது அதை அணிபவர்க்கே பயன்படுகின்றது. இசை யாழிலே பிறக்கின்றது, அது யாழுக்குப்பயன்படாது, அது கேட்பவர்க்கே பயன்படுகின்றது. இதுபோல் உன்மகளும் தலைவனுக்கே உரியவள் என்பதனை,

“பல உறு நறுஞ்சாந்தம் படுப்பவர்க்கு அல்லதை,  
மலையுளே பிறப்பினும், மலைக்கு அவைதாம் என்செய்யும்?  
நினையுங்கால் நும்மகள் நுமக்கும் ஆங்கு அனையளே.”<sup>8</sup> (கலி. 9)

என்ற கலித்தொகைப் பாடல் வரிகள் மூலம் பெண் ஆனவள் பருவமடைந்து மணமுடிந்தவுடன் பெற்றோர்க்கன்றி தான் மணந்த தலைவனுக்கே முற்றிலும் உரிமையானவளாவாள் என்ற வாழ்வியல் இயற்கையை எடுத்துரைக்கின்றது. இச்செவ்வியல் பண்பும் சமுதாயத்தில் நிலைபெற்றுள்ளது.

#### நடுவுநிலைமை

சங்க இலக்கியங்களில் உள்ள பெரும்பாலான அக இலக்கியங்கள் தற்சார்பு நிலையின்றி பொதுச்சார்பு நிலையோடு நடுவுநிலைமையுடன் காணப்படுகின்றன. ஒரு படைப்பாளன் தன் எண்ணத்தைத் தன்னுடையது என்று நேடியாகக் காட்டிக் கொள்வது தற்சார்பு. ஆனால் பாத்திரங்கள் வழியாகக் காட்டி நிற்பது, அதாவது தன்னைக் காட்டிக் கொள்ளாமல் நடுவுநிலைமையோடு இருப்பது பொதுச்சார்பு நிலையாகும்.

#### தலைவியின் புலம்பல்

தலைவனைப் பிரிந்த தலைவிக்கு இரவில் உறக்கம் வரவில்லை. தான் படும் துன்பத்தைப் பலவாறாகக் கூறிப் புலம்புகின்றாள். இதனை,

“முட்டுவேன் கொல்? தாக்குவேன் கொல்?  
ஒரேன், யானும்: ஓர் பெற்றி மேலிட்டு  
ஆஅ! ஒல் எனக் கூவுவேன் கொல்?”<sup>9</sup> (குறுந். 28)

என்ற பாடலில் அடிகளின் மூலம் ஓளவையார் எடுத்துரைக்கின்றார். ஊரார்க்கு என் நிலையினை எப்படி அறிவிப்பேன், இதனால் நான் முட்டுவேனோ, தாக்குவேனோ, ஏதேனும் ஒரு காரணம் முன்னிட்டு கூவுவேனோ என்று தலைவி புலம்புகிறாள். இவ்வாறு தலைவனைப் பிரிந்து தலைவிபடும் புலம்பலை மேற்கூறிய குறுந்தொகைப் பாடல்வரிகள் விளக்குகின்றன.

### நிலைபேறு

செவ்வியல் பண்புகளுள் ஒன்று நிலைபேறு. நிலைபேறுள்ள இலக்கியங்களே காலம் கடந்தும், நாடுகடந்தும், மொழி கடந்தும் வாழ்கின்றன என்பதை இப்பண்பு நிலைத்துநின்று விளக்குகின்றது.

### அன்புடைய நெஞ்சம்

காதலர்களின் பெற்றோர்கள் இருவரும் ஒரு குலத்தினர் அல்லர். காதலன், காதலி இருவரும் அதற்கு முன் ஒருவரை ஒருவர் கண்டவர்களும் அல்லர். அப்படியிருந்தும் அவர்களுக்குள் காதல் மலர்ந்து களவு மணம் புரிந்தும் கொண்டனர். இனி தமக்குள் பிரிவு இல்லை என்றும், இதைத் தெய்வீகக் காதல் என்றும் கூறுவர். என்பதனை,

“யாயும் ஞாயும் யார் ஆகியரோ?  
எந்தையும் நுந்தையும் எம்முறைக் கேளிர்?  
யானும் நீயும் எவ்வழி அறிதும்?  
செம்புலப் பெயல் நீர் போல  
அன்புடை நெஞ்சம் தாம் கலந்தனவே.”<sup>10</sup>

(குறந். 40)

என்ற குறுந்தொகைப் பாடல் வரிகள் மூலம் அறியமுடிகிறது. இப்பாடல் நிலைபேறுடைய பாடலாகும். அதன் கருத்துக்கள் எக்காலத்திற்கும் நிலைத்து நிற்கும் தன்மை உடையதாகும். இப்படிப்பட்ட நிலைபேறு கொண்ட பண்புகள் மக்கள் சமூகத்திற்குப் பெரிதும் பயன்படக் கூடியவையாக உள்ளன. இக்கருத்து இக்காலச் சமூகத்தினர் கடைபிடித்து காதல் திருமணத்தால் வரதட்சணைக் கொடுமையைப் போக்கியுள்ளனர். ஆகவே இப்பாடல் செவ்வியல் பண்புகளான நிலைபேறு தன்மையுடையதாகவே காணப்படுகின்றது.

### தனித்தன்மை

பிற இலக்கியங்களில் உள்ளதை விடச் சிறப்பாக இடம்பெற்றிருக்கும் பண்புகளே தனித்தன்மைப் பண்பாகும்.

### தெய்வ வழிபாடு

இப்பண்பின் மூலம் ஏதேனும் ஓர் எண்ணத்தை மனதில் வைத்துக் கொண்டுதான் பெரும்பாலும் பெண்கள் தெய்வ வழிபாடு செய்வார்கள். என்பதனை,

“கரு வயிறு உறுக எனக் கடம்படுவோரும்,  
செய் பொருள் வாய்க்க எனச் செவி சார்ந்துவோரும்,  
ஐஅமர் அடுக என அருச்சிப்போரும்”<sup>11</sup>

(பரி. 8)

என்ற பரிபாடல் வரிகள் மூலம் அறியமுடிகிறது. என் வயிற்றிலே கருப்பம் தரிக்க வேண்டும் என்று சில பெண்கள் வேண்டிக்கொள்ளுகின்றனர். என் கணவருக்குச் சிறந்த செல்வம் கிடைக்க வேண்டும் என்று சில பெண்கள் வணங்குகின்றனர். வியக்கத்தக்க போரிலே எம் கணவருக்கு வெற்றி கிடைக்க வேண்டும் என்று பெண்கள் சிலர் வழிபடுகின்றனர் என்பதை இப்பாடல் வரிகள் விளக்குகின்றன. இதன்வழி, அக்காலம் மட்டுமல்ல எக்காலமும் பொருந்தும் வகையில் இறைவழிபாட்டை உணர முடிகின்றது. பெண்களுக்கே உரியதாகிய இறைவழிபாட்டுச் சிறப்பினை இக்காலச் சமுதாய மக்களையும் உட்படுத்தும் வகையில் இப்பாடல் அமைந்துள்ளதை அறிய முடிகின்றது.

### உயர்சிந்தனைகள்

உயர்சிந்தனைகள் என்பது செவ்வியல் பண்புகளுள் ஒன்று. ஓர் உயர்ந்த நற்செயல், அறச்செயல், கொடைச்செயல் போன்றவைதான் உயர்சிந்தனைப் பண்புகளாகின்றன.



### கொடைத்திறம்

தமிழக வேந்தர்கள் வீர்புகழோடு, கொடைப்புகழும் வாய்ந்தவர்களாகத் திகழ்ந்துள்ளனர். என்பதனை,

“யாமும் சேறுகம்; நீயிரும் வம்மின்,  
துயிலுங் கோதைத் துளங்கு இயல் விறலியர்!  
கொளை வல் வாழ்க்கை நும் கிளை இனிது உணீஇயர்!”<sup>12</sup> (பதிற். 49)

என்கிறார் புலவர். விறலியருக்குப் பலபெண்யானைகளை வழங்கினான். பல முத்துமாலைகளைத் தந்தான். உடுப்பவையும், அணிபவையும் பெறுவது மட்டும் அல்லாமல் உண்பவற்றையும் கொடையாகப் பெற்றார்கள் என்பதனை அறியமுடிகின்றது. இவ்வாறு மன்னர்கள் கொடைத்திறம் மிக்கவர்களாகவே இருந்துள்ளனர். இத்தகைய உயர்சிந்தனைப் பண்பினைச் சமுதாயமும் ஏற்றால் நாட்டு மக்களும் முன்னேற்றம் அடைவார்கள். இன்றும் நம் சமுதாயத்தில் கொடையாளிகள் பலரும் உள்ளனர். எனவே செவ்வியல் பண்புகள் சமுதாயம் சார்ந்தே காணப்படுகின்றன என்பதை இப்பாடலின் மூலம் அறியமுடிகிறது.

### சமயச் சார்பற்ற தன்மை

சமயச் சார்பற்ற தன்மை என்பது செவ்வியல் பண்புகளுள் ஒன்றாகும். இறை வழிபாடு சமயத்தைச் சாராமல் இருந்தால் அதுவே சமயச்சார்பற்ற தன்மையாகும். இத்தன்மை சங்க இலக்கியக் காலத்தில் அதிகமாகவே இருந்தது. அப்பொழுது மக்கள் இறைவழிபாட்டில் எக்கடவுளை வணங்கினார்கள் என்பதை இப்பண்பு விளக்குகின்றது.

### இயற்கையும் இறை உணர்வும்

சங்க காலத்தில் மக்கள் இயற்கையைத் தெய்வ உணர்வுடன் ஒன்றுபடுத்திப் பார்த்துள்ளனர். இயற்கைப் பொருள்களான மலை, அருவி, கடல் போன்றவற்றில் இறைவன் உறைவதாக நம்பி வாழ்ந்துள்ளனர். சமயம் வாழ்க்கை நெறியாக இருந்தலேயன்றி அது ஒரு நிறுவனமாக வளர்ந்து சமுதாயத்தினை ஆட்டிப்படைக்கவில்லை. சிவனும், திருமாலும் அன்று வணங்கப்பட்டு வந்தாலும், சைவம் வைணவம் என்னும் சமயங்கள் அன்று உருவாகவில்லை என்று அ. தட்சிணாமூர்த்தி அவர்களும் குறிப்பிட்டுள்ளார். அவ்வாறே,

“தீயினுள் தெறல் நீ; பூவினுள் நாற்றம் நீ;  
கல்லினும் மணியும் நீ; சொல்லினுள் வாய்மை நீ;  
அறத்தினுள் அன்பு நீ; மறத்தினுள் மைந்து நீ;  
வேதத்து மறை நீ; பூதத்து முதலும் நீ;  
வெஞ்சுடர் ஒளியும் நீ; திங்களும் அளியும் நீ;  
அனைத்தும் நீ; அனைத்தினுள் உட்பொருளும் நீ!”<sup>13</sup> (பரி. 3)

என்கிறது பாரிபாடல். சங்க காலத்தில் இயற்கையில் இறை உணர்வு கலந்து இருந்ததை உணரலாம். எச்சமயக் கடவுள் என்றெல்லாம் சுட்டப்படவில்லை. சங்க காலத்தில் தெய்வ உணர்வு இருந்ததைத்தவிர ‘சமயம்’ என்ற நிறுவனவுணர்வு சங்க மக்களிடையே இல்லை என்பதைச் செ. சாரதாம்பாள் அவர்களும் கூறியுள்ளார். ஆகவே இவை சமயச் சார்பற்ற தன்மையுடைய செவ்வியல் பண்பாகும். இக்கால சமுதாயத்திலும் இச்செவ்வியல் பண்புகள் காணப்படுகின்றன. இன்றும் மக்கள் சிவன், முருகன், திருமால் போன்ற அனைத்துத் தெய்வத்தையும் வணங்குகின்றனர். ஆகவே செவ்வியல் பண்புகள் சமுதாயத்தில் வேரூன்றி நிற்பதை நம்மால் உணர முடிகின்றது.

### கொற்றவை வழிபாடு

பதிற்றுப்பத்து மதம் சார்ந்த நூல் அன்று. அதில் ஆகமமுறைப்படி வழிபாட்டு முறைகள் காணப்பெறவில்லை. மாறாகத் தமிழர் தம் வீரம் சார்ந்த கொற்றவை வழிபாடு காணப்பெறுகிறது. அது மதம் சாராதது என்பதனை,

“உரு கெழு மரபின் அயிரை பரைஇ”<sup>14</sup> (பதிற். 88)

“... அஞ்சு வரு மரபின்  
கடவுள் அயிரையின் நிலைஇ”<sup>15</sup> (பதிற். 79)

என்கிறது பதிற்றுப்பத்து. அயிரை மலையிலிருந்த வீரத்தின் தெய்வமான கொற்றவையை வழிபட்டமைக்குப் பதிற்றுப்பத்து அடிகளே சான்றாகும். கொற்றவை வழிபாடு போரில் மன்னர்களின் வெற்றிகருதிய வழிப்பாட்டு முறையாகும். இச்சமயச்சார்பற்ற செவ்வியல் பண்பானது இக்காலச் சமுதாயத்திலும் நிலைபெற்று இருக்கின்றது. இக்கால மக்கள் இன்று பெரும்பாலானோர் சமயம் சாராத சிறுதெய்வ வழிபாட்டினையே அதிகம் வழிபடுகின்றனர். பெரும்பாலானோர்க்கு குலதெய்வம் சிறுதெய்வ வழிபாடே ஆகும். ஆகவே செவ்வியல் பண்புகள் சமுதாயத்தில் அதிகமான இடங்களில் வேறுபாட்டிற்றி நிற்கின்றது என்பதை நம்மால் அறியமுடிகின்றது.

#### முடிவுரை

- செவ்வியல் பண்புகளான தலைமைப்பண்பில் தலைவன், புலவர்களின் வாய்மைக் கூறுகள் சமுதாயத்தோடு ஒன்றி இருக்கின்றது.
- அன்பு, உலகுடன் ஒன்றி வாழ்தல், ஈகை போன்ற குணங்கள் சமுதாயத்தில் நிலவுகின்றன. இப்படிப்பட்ட குணங்கள் சங்கப்பாடல்கள் அனைத்திலுமே சமுதாயத்திற்குப் பயன்படக் கூடியவையாக காணப்பெறுகின்றன.
- மரபுடைமை, நடுவுநிலைமை, நிலைபேறு, தனித்தன்மை போன்ற செவ்வியல் பண்புகள் சமுதாயத்தோடு ஒன்று கலந்து காணப்படுகின்றது.
- தலைமைப்பண்பு, உயர்சிந்தனைப்பண்பு, சமயச்சார்பற்ற தன்மை போன்ற பண்புகள் சிறந்த பண்புகளாக விளங்குகின்றன. அவை சமுதாய மக்களிடம் நிலைத்தும் நின்றுள்ளது.
- அறிஞர் பெருமக்கள் கூறியுள்ள செவ்வியல் பண்புகள் அனைத்துமே சங்க இலக்கியங்களில் பொதிந்து கிடைக்கின்றன. அவ்வாறு புதைந்து கிடக்கும் பண்புகள் சமுதாயத்திற்கு இன்றும் நல்வழி காட்டுகின்றன.
- சாகாவரம் பெற்ற சங்க இலக்கியங்கள் யாவும் செவ்வியல் பண்புகளுடனேயே விளங்குகின்றன. அவ்வாறு விளங்கும் பண்புகள் அனைத்துமே சமுதாயத்திற்குப் பயனுள்ளதாகவும், சமுதாயத்தில் வேரூன்றி நிற்கும் பண்புகளாகவும் விளங்குகின்றது என்பதை இவ்வாய்வுக் கட்டுரை தெளிவுப்படுத்துகின்றது.

#### துணைநூற்பாட்டியல்

1. எட்டுத்தொகை நூல்கள், நியூ செஞ்சரி புக் ஹவுஸ் (பி) லிட், 41-பி சிட்கோ இண்டஸ்ட்ரியல் எஸ்டேட், அம்பத்தூர், சென்னை-600 098.
2. சுப்பிரமணியன். கா, சங்ககாலச் சமுதாயம், இரண்டாம் பதிப்பு, நியூ செஞ்சரி புக் ஹவுஸ், சென்னை.
3. மீனாட்சி சோமசுந்தரம். ச.மெ, செவ்வியல் நோக்கில் செம்மொழி இலக்கியம், மெய்யப்பன் பதிப்பு, சிதம்பரம்.
4. மாதையன். பெ, சங்க இலக்கியத்தில் வேளாண் சமுதாயம், நியூ செஞ்சரி புக் ஹவுஸ் (பி) லிட் அம்பத்தூர், சென்னை.
5. சாரதாம்பாள். செ, சங்கச் செவ்வியல் சங்கக் கிரேக்க ஒப்பீடு, மீனாட்சி பதிப்பு, மதுரை.

