

KURIAKOSE GREGORIOS COLLEGE PAMPADY



Website: www.kgcollege.ac.in

Phone: 0481 2505212

Email: mail@kgcollege.ac.in




3.3.1 RESEARCH PAPERS PUBLISHED

2022-23

SL NO	PUBLICATION	NAME	SUBJECT
1	“Mukthibodh Ki Kavitha Mein Satha Ke Virudh Sangharsh”	Dr A Priya	Hindi
2	“Hindi Kavitha Mein Rashtreey Bhavana Ke Ayaam”	Dr A Priya	Hindi
3	“Basanti Upanyas Mein Chitrith Samajik Jeevan Yatharth Ki Jhanki”	Dr A Priya	Hindi
4	“Lok Sangharsh, Kisan Jeevan Aur Kedarnath Agrawal”	Dr A Priya	Hindi
5	“Sohanlal Dwivedi Ki Kavitha Evam Rashtreey Ekatha Ki Bhavana”	Dr A Priya	Hindi
6	“Samajik Sarokar Ki Kavithayee (Savitha Singh Ke Vishesh Sandarbh Mein	Dr A Priya	Hindi
7	“Subhramany Bharathi Ki Kavitha Mein Deshabhakthi Evam Rashtreey Ekatha Ka Samanvay”	Dr A Priya	Hindi
8	“Samvedansheel Ytharth Ki Kavitha”	Dr A Priya	Hindi
9	Malayalam Kavitha Mein Saamajik Sadbhavana Ke Ayaam	Dr A Priya	Hindi
10	Makhanlal Chaturvedi Ki Kavitha Mein Rashtreeyata Ka Swar	Dr A Priya	Hindi



11	Superparamagnetic characteristic of surface capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles reinforced polycarbonate nanocomposite fibers with mixed magnetic phases	Dr Thomas Baby	Chemistry
12	ESG Factors in Indian Housing Sector, Its Relevance in Attaining the National Housing Goal and the Key Role of CMAs in ESG Integration	Dr Mini Joseph	Commerce
13	Making Financial Inclusion & Financial Wellbeing A Reality Role of SEBS and MFIS	Dr Mini Joseph	Commerce
14	First-principles study on the role of anion in the physical properties of lead-free halide double perovskites	Nishitha P Mathew	Physics


 Prof.(Dr.) Renny P. Varghese
 Principal
 Kuriakose Gregorios College
 Pampady, Kottayam - 686 502



Open Or Transparent Peer Reviewed & Refereed Journal

ISSUE-30

VOLUME-3

IMPACT FACTOR- IJIF-6.014

ISSN-2454-6283

Oct-December

AN INTERNATIONAL MULTI-DISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL

शोध-ऋतु

3

सम्पादक

डॉ. सुनील जाधव

तकनीकी सम्पादक

अनिल जाधव

प्रकाशक हेतु कार्यालयीन पता -

डॉ. सुनील जाधव,

महाराजा प्रताप इन्व्हेस्टिंग सोसाइटी,

हनुमान गड कमान के सामने

नांदेड-४२२३०७, महाराष्ट्र

web:- www.shodhritu.com

Email - shodhrityu78@yahoo.com

WhatsApp 9405384672



24. मुक्तिबोध की कविता में सत्ता के विरुद्ध संघर्ष—प्रिया ए.

असिस्टेंट प्रोफेसर,

हिन्दी विभाग, के.जी. कॉलेज, पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल

गजानन माधव मुक्तिबोध हिन्दी साहित्य की स्वातंत्र्योत्तर प्रगतिशील काव्यधारा के शीर्ष व्यक्तित्व थे। उन्हें प्रगतिशील कविता और नये कविता के बीच का सेतु माना जाता है। वे तारसप्तक के पहले कवि थे। मनुष्य की अस्मिता, आत्मसंघर्ष और प्रखर राजनैतिक चेतना से समृद्ध उनकी कविता पहली बार 'तार सप्तक' के माध्यम से सामने आई। पर उनका कोई स्वतंत्र काव्य-संग्रह उनके जीवनकाल में प्रकाशित नहीं हो पाया। मुक्तिबोध के लिए कविता और जीवन अभिन्न थे। उनका समस्त साहित्य एक संवेदनशील रचनाकार की मार्मिक अभिव्यक्ति है। उन्होंने अपने युग-यथार्थ का बाह्य एवं आंतरिक दोनों स्तर पर गहराई से महसूस किया था। स्वाधीनता के बाद देश; भ्रष्ट, शोषक और अन्यायपूर्ण व्यवस्था के दंश को झेल रहा था। मुक्तिबोध की कविता में उस व्यवस्था का वास्तविक चेहरा सामने आता है। पूँजीपतियों, राजनीतिज्ञों एवं बुद्धिजीवियों की कूटनीतियों के बीच मध्यवर्ग की उदासीनता जिस संकट को जन्म दे रही थी, मुक्तिबोध का साहित्य उसका विस्तृत वर्णन है। अपनी रचनाओं में वे अभिव्यक्ति के खतरे उठाकर समय के जिरह खड़े हुए।

मुक्तिबोध का जीवनकाल अपने देश में पूँजीवाद के विकास का युग था। स्वतंत्रता प्राप्ति के बाद देश की औद्योगिक उन्नति को लक्ष्य करके हमारे देश में पूँजीवाद के अनुकूल विकास होने लगा था। पूँजीवादी व्यवस्था के आगामी खतरों से अवगत होकर मुक्तिबोध ने अपने जीवन और साहित्य में इस व्यवस्था का विरोध किया। देश में असमानता को व्याप्त करनेवाली इस कूटनीति से जनसाधारण को बचाना मुश्किल था। वे सत्ताधारी पूँजीपति वर्ग का अत्याचार सहन करने के लिए नामंजूर होते हैं। सत्ताधारी वर्ग के विरुद्ध आक्रोश प्रकट करते हुए वे लिखते हैं—भूल (आलमगीर)/“मेरी आपकी कमजोरियों के स्याह/लोहे का जिरहबख्तर पहन, खूँखार/हाँ, खूँखार आलीजाह;/वो आँखें सच्चाई की निकाले डालता,/सब बस्तियाँ दिल की उजाड़े डालता,/करता, हमें वह घेर,/बेबुनियाद, बेसिर-पैर.../हम सब कैद हैं उसके चमकते ताम-झाम में,/शाही मुकाम में!”¹ वे इस शोषक वर्ग से किसी भी प्रकार का समझौता करना नहीं चाहते हैं। पर वे सत्ता के खिलाफ अकेले खड़े हैं। कोई उनका साथ देनेवाला नहीं है। पूँजीवादी व्यवस्था मनुष्य को उसके अनुरूप

गढ़ने की कोशिश करती है; पर मुक्तिबोध सत्ता के गढ़न से मुक्त होना चाहते हैं।

पूँजीवादी संस्कृति समाज को स्वार्थ प्रेरित, आत्मग्रस्त बना देती है। मानवीय संबन्ध धुँधले पड़ जाते हैं। ऐसे विद्रुपात्मक परिवेश के खिलाफ 'पूँजीवादी समाज के प्रति' नामक कविता में वे लिखते हैं—“तेरी रेशमी वह शब्द – संस्कृति अन्ध।/देती क्रोध मुझको, खूब जलता क्रोध/तेरे रक्त में भी सत्य का अवरोध/तेरे रक्त से भी घृणा आती तीव्र/मेरी ज्वाल, जन की ज्वाल होकर एक/अपनी उष्णता के धो चले अविवेक/तू है मरण, तू है रिक्त, तू है व्यर्थ/तेरा ध्वंस केवल एक तेरा अर्थ।”² मुक्तिबोध का मानना है कि पूँजीवादी संस्कृति का एक मात्र लक्ष्य है – समाज का विध्वंस। सत्य, अहिंसा जैसे सांस्कृतिक अवधानों को तोड़ने का प्रयास इस अमानवीय संस्कृति के तहत संभव होता है। पर वे इस विध्वंस के खिलाफ संघर्ष करने के लिए तैयार खड़े हैं। वे इस तानाशाही तिकडम के जिरह समाज को एकत्रित करने का प्रयास करते हैं। अपने एकल समर यात्रा में वे पूरे समाज का प्रतिनिधि बनकर उदघाटित करते हैं कि जन-जन का चेहरा एक है – जो पूँजीपतियों के खिलाफ है। ‘जन-जन का चेहरा एक’ नामक कविता इसी प्रयास को प्रस्फुटित करती है—“दुनिया के हिस्सों में चारों ओर/जन-जन का युद्ध एक,/मस्तक की महिमा/व अन्तर की ऊष्मा/से उठती है ज्वाला अति क्रुद्ध एक।/संग्राम का घोष एक,/जीवन-सन्तोष एक।/क्रान्ति का, निर्माण का, विजय का सेहरा एक,/चाहे जिस देश, प्रान्त, पुर का हो/जन-जन का चेहरा एक!”³ मुक्तिबोध की संवेदनशीलता जनसाधारण की शोषणग्रस्त जीवन को पहचानने में सक्षम है। शोषकवर्ग के विरुद्ध वे आवाज उठाकर कहते हैं – गुलामी की जंजीरे टूट जायेंगी – शीर्षक वाली कविता में वे लिखते हैं—“गुलामी की जंजीरें टूट सब जायेंगी,/उनको तोड़ देगा मेरा कसा हुआ बाहुदण्ड।/भरे हुए वक्ष पर उभरे हुए घावों की ये लाल-लाल लकीरें/अनुभव के सहारे/मुझ में भर देंगी नये (खौलते-से) खून की/खिलखिलाती हुई सौ बेचैन जवानियाँ।”⁴

अपने रचनालोक में वे एक ओर जनसाधारण के प्रति करुणा का भाव प्रकट करते हैं और दूसरी ओर शोषण रहित समाज की परिकल्पना करते हैं – ‘सत्य के गरबीले अन्याय न सह’ नामक कविता में वे समाज को आह्वान करते हुए लिखते हैं—सत्य के गरबीले / अन्याय न सह, मित्र/संघर्ष करता हुआ तू जीवन का खींच चित्र/मिथ्या की हत्या कर बुद्धि के, आत्मा के विषभरे तीरों से/खींच चित्र मानव का प्राणों के रुधिर की लकीरों से/मिथ्या के अन्धतम कुहरे को चीरकर/सुनहली धूप-सा निखर उठ/लोक-जीवन के सूरज को प्रणाम करता हुआ/अन्याय को चुनौती दे कि उभर उठ!!”⁵ बीसवीं सदी का समय जनसाधारण के लिए बहुत ही दुविधाओं से ग्रस्त है। समझौतावाद, अवसरवाद, धनमोह, पदलिप्सा एवं स्वार्थता के समक्ष औसत जनसाधारण का जीवन संकटों से ग्रस्त है। समय की इस विडम्बनात्मक सच्चाई को वे ‘जिन्दगी का रास्ता’ नामक कविता में

चौमासा



केरल की मन्नान जाति की कला एवं संस्कृति

डॉ. प्रिया ए.

केरल के जनजातीय वर्ग के अंतर्गत आने वाला एक प्रबल गोत्र है 'मन्नान'। यह वर्ग इट्टुक्की जिला में ज्यादा संख्या में दिखाई देता है। ये वर्ग तमिलनाडु से विस्थापित होकर केरल में आये थे। केरल के जनजातीय समुदाय में राजा ही सर्वाधिक महत्वपूर्ण होता है। केरल में मन्नान वर्ग के लिए यह शासन व्यवस्था आज भी कायम है। राजा की राजधानी काँजीयार गाँव में स्थित कोविलमला है। मन्नवन शब्द से मन्नान शब्द की उत्पत्ति हुई है। मन्नवन का शाब्दिक अर्थ है - राजा।

मन्नान की उत्पत्ति को लेकर कई कथाएँ प्रचलित हैं। इसमें से दो कथाएँ प्रमुख रूप से प्रसिद्ध हैं। पहली कथा का महाभारत में सम्बन्ध है। कौरव एवं पाण्डवों के बीच चौसर के खेल में पाण्डव हार गए थे। पराजित पाण्डवों को वन की ओर जाना पड़ा। इस प्रकार वनवास हेतु जंगल की ओर गए हुए धर्मराज के वंशज के रूप में मन्नान वर्ग को माना जाता है।

इनके उद्धव को लेकर एक दूसरी कहानी भी है। यह कथा तमिल जगत से सघन रूप से सम्बन्ध रखने वाली है। मथुरा के आसपास रहने वाले राजा एवं प्रजा का शासन क्षेत्र बहुत विस्तृत था। सुख-समृद्धि के साथ जीने वाले मन्नान वर्ग के प्रति पाण्डव राजा के मन में घृणा की भावना जाग उठी। फलस्वरूप उन्होंने लगातार मन्नान वर्ग पर हमला किया। युद्ध के भय से मन्नान लोग देश से भाग गए। पर अरियन एवं तेवन नामक दो वीर योद्धा राजा के साथ अडिग रहे। उन दोनों ने अपने राजा की रक्षा के लिए पाण्डव सेना से युद्ध किया एवं उन्हें हरा दिया। युद्ध में जीतने की खबर सुनकर राजा बहुत प्रसन्न हुए और वह राज्य उन दोनों योद्धाओं को सौंप दिया। राज पद की प्राप्ति के बावजूद भी जनता की अनुपस्थिति में वे दोनों तृप्त नहीं हो पाए। युद्ध की दहशत से भागी हुई जनता को वापस लाने के उद्देश्य से उन दोनों ने खोज शुरू की। जंगल में भटककर उनकी कोशिश आगे बढ़ी। अंत में तेनी कुम्पम में उतरकर उन्होंने खोज की। इस प्रकार इस वर्ग ने तमिलनाडु से केरल में प्रवेश किया।



इस अंक के लेखक

श्री ब्रजेन्द्र कुमार सिंहल, 284, सुल्तान सदन-II, लेन नं. 3, वेस्ट एण्ड मार्ग, सैदुलाजब, मेहरोली (नई दिल्ली)	9351503555
डॉ. भगवानदास पटेल, 304 मिथिला अपार्टमेंट, जजिझ बंगला चार रास्ता, बोड़कदेव, अहमदाबाद (गुजरात)	9428109579
डॉ. कृष्णागोपाल मिश्र, 9 चैतन्य नगर, मालाखेड़ी रोड, नर्मदापुरम् (मध्यप्रदेश)	9893189646
प्रो. शैलेन्द्र कुमार शर्मा, सृजन 407, साईनाथ कॉलोनी, सेठी नगर, उज्जैन (मध्यप्रदेश)	9826047765
अर्जुन दास केसरी, गुरुद्वारा के समीप, राबर्टगंज, सोनभद्र (उत्तरप्रदेश)	9425366313
शिव कुमार पाण्डेय, 188 कल्पना नगर, रायसेन रोड, भोपाल (मध्यप्रदेश)	9893494461
डॉ. आद्याप्रसाद द्विवेदी, सिद्धार्थ इंकलेव विस्तार, एच.आई.जी.-द्वितीय 32, तारामण्डल, गोरखपुर (उत्तरप्रदेश)	9415632538
डॉ. नरेन्द्रकुमार मेहता, सीनियर एमआईजी-103, व्यास नगर, ऋषिनगर विस्तार, उज्जैन (मध्यप्रदेश)	9424560115
डॉ. पीसीलाल यादव, गंडई पंडरिया, राजनांदगाँव (छत्तीसगढ़)	9424113122
डॉ. सुमन चौरे, बंगला नं. 19, एच. पी. नगर- ईस्ट, वासी नाका, माहुल रोड, चेंबूर, मुंबई (महाराष्ट्र)	9424440377
डॉ. महेन्द्र भानावत, 352 श्री कृष्णापुरा, सेंट पॉल स्कूल के पास, उदयपुर (राजस्थान)	9351609040
डॉ. प्रिया ए., असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज, पाम्पाडी, कोट्टयम (केरल)	9447294227
डॉ. महीपालसिंह राठौड़, एसोसिएट प्रोफेसर हिन्दी विभाग, जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर (राजस्थान)	9413323330
डॉ. आद्याप्रसाद सिंह 'प्रदीप', रानेपुर-पालिया गोतपुर, सुलतानपुर (उत्तरप्रदेश)	8795196535
डॉ. ओमप्रकाश चौबे, श्रीराम कॉलोनी, गोपालगंज, सागर (मध्यप्रदेश)	9893931888
सुश्री उर्मिला शुक्ल, ए-21 स्टील सिटी, अवन्ति विहार, रायपुर (छत्तीसगढ़)	9893294248
पवन चौहान, गाँव व डाकघर - महादेव, तहसील- सुंदरनगर, जिला मंडी (हिमाचल प्रदेश)	9805402242
दीपक कुमार सिन्हा, मंसाराम का अखाड़ा, पटना सिटी-8 (बिहार)	9334494622
डॉ. करुणा पाण्डे, 2/62-सी, विशालखण्ड, गोमती नगर, लखनऊ (उत्तरप्रदेश)	9897501069
सुश्री सुधा गुप्ता, दुबे कॉलोनी, कटनी (मध्यप्रदेश)	9424914474
डॉ. महेशचन्द्र शांडिल्य, आई- 3, राजवेद कॉलोनी, नयापुरा, कोलार रोड, भोपाल (मध्यप्रदेश)	9893180731
मायापति मिश्र, 'नीरदा-निलय', 56 जूनियर एच.आई.जी., कटारा हिल्स, भोपाल (मध्यप्रदेश)	9009659572
शिव कुमार सिंघल, म. नं. 203, वार्ड नं. 11, डी.एन.के. कॉलोनी, डी.पी. स्कूल के पास, कोण्डागाँव (छत्तीसगढ़)	8839268887
डुमनलाल ध्रुव, ग्राम-मुजगहन, धमतरी (छत्तीसगढ़)	9424210208
डॉ. भुवाल सिंह ठाकुर, शासकीय महाविद्यालय, भखारा, धमतरी (छत्तीसगढ़)	7509322425
राम कुमार वर्मा, 22/23 ब्लॉक 4/ई, दक्षिण वसुंधरा नगर, भिलाई (छत्तीसगढ़)	9329013263
डॉ. शेफाली चतुर्वेदी, 1/188 दिल्ली गेट, आगरा (उत्तरप्रदेश)	9458661575
डॉ. अंशुबाला मिश्रा, प्राध्यापक, बाबूलाल गौर शास. स्नातकोत्तर महाविद्यालय, भेल, भोपाल (मध्यप्रदेश)	8966907833
सुश्री शिक्षा देवी, द्वारा डॉ. जगदीशचन्द्र शर्मा, ए- 2/24, महानन्दा नगर, उज्जैन (मध्यप्रदेश)	8377913159
डॉ. अर्जुन सिंह पंवार, अतिथि विद्वान (हिन्दी), शासकीय महाविद्यालय बाजना जिला रतलाम (मध्यप्रदेश)	9977220258
सुश्री अर्चना शर्मा, प्रबंध न्यासी, अरण्य, 91 डीके देवस्थली, बावड़िया कलां, भोपाल (मध्यप्रदेश)	9303125057
डॉ. दीपा दत्तात्रय कुचेकर, हिंदी विभाग, सटाणा महाविद्यालय, ता. बागलान, नाशिक (महाराष्ट्र)	9823048692
सूर्यकांत भगवान भिसे, विमुक्त घुमन्तु विकास मंच, सोलापुर (महाराष्ट्र)	9822023564
डॉ. बहादुर सिंह परमार, एम.आई.जी. 07, न्यू हाउसिंग बोर्ड कॉलोनी, पन्ना रोड, छतरपुर (मध्यप्रदेश)	9425474662
सुश्री प्रियंका तिवारी, शोधार्थी, बरकतउल्लाह विश्वविद्यालय, भोपाल (मध्यप्रदेश)	9407124018
सुश्री सुधा रानी तैलंग, सिमरन अपार्टमेन्ट -2, त्रिलंगा, भोपाल (मध्यप्रदेश)	8249132521
सुश्री निहारिका मिश्र, हिंदी अध्यापिका, वेदव्यास महाविद्यालय, राऊरकेला (उड़ीसा)	9425693570
डॉ. सरोज गुप्ता, पं. दीनदयाल उपाध्याय शासकीय कला एवं वाणिज्य महाविद्यालय, सागर (मध्यप्रदेश)	9425693570



साहित्य वीथिका

श्री सर्वोदय एजुकेशन ट्रस्ट संचालित

Sahitya Veethika

An International Peer Reviewed Referred
Quarterly Research Journal of Literature

(त्रैमासिक अंतर्राष्ट्रीय शोध-पत्रिका)

• विशेषांक •

स्वाधीनता आंदोलन और हिंदी साहित्य

वर्ष : 12

अंक : 20

जनवरी - मार्च : 2022



अतिथि संपादक

डॉ. दत्तात्रय येडले, डॉ. सुरेश मुंटे

संपादक

डॉ. दिलीप मेहरा



हिंदी कविता में राष्ट्रीय भावना के आयाम



डॉ. प्रिया र.

'राष्ट्रवाद' राष्ट्र की स्थापना करने का आधार है, जो राष्ट्र के प्रति प्रेम पर टिका है। राष्ट्र प्रेम आत्मा से जुड़ी एक गहरी सच्ची भावना है। इस भावना के अंतर्गत इतिहास, परंपरा, भाषा, जातीयता और संस्कृति आदि तत्व आते हैं। इन्हीं आधारभूत तत्वों पर जनता की आस्था टिकी रहती है। ये आधारभूत तत्व जनता की आस्था की आधारभूमि है। राष्ट्रवादी भावना द्वारा जनता में प्रेम और एकता का संचालन होता है। अपने राष्ट्र के प्रति निष्ठा एवं प्रगति बनाए रखने का सिद्धांत भी राष्ट्रवादी भावना को पोषित करता है।

हिंदी साहित्य में राष्ट्रीय काव्य धारा आरम्भ भारतेन्दु युग से हुवा था। आधुनिक युग में सामाजिक उत्थान, राजनीतिक जागरण, एवं नवनिर्माण की परिकल्पना ही इसका लक्ष्य था। भारतेन्दु साहित्य में प्रस्फुटित होकर दिवेदी युग में भी राष्ट्रीय काव्यधारा का प्रवाह गतिशील रहा था। दिवेदी युग के पुरोधा कवि मैथिली शरण गुप्त, अयोध्या सिंह उपाध्याय, माखनलाल चतुर्वेदी, बालकृष्णशर्मा नवीन, रामधारी सिंह दिनकर आदि कवियों की कविता में राष्ट्रीय जागरण की भावना एवं राष्ट्र प्रेम सशक्त रूप में प्रकट होती है। सत्तरोत्तर हिंदी कविता में राष्ट्रीय चेतना के विशिष्ट स्वर विद्यमान है। स्वतन्त्र भारत में होनेवाले आर्थिक राजनैतिक और धार्मिक परिवर्तन ने आधुनिक काव्य में राष्ट्रीय सोच को विकसित किया और जन चेतना का महत्वपूर्ण अंग बना दिया। समकालीन कविता भी समय के सापेक्ष चलकर जन चेतना को प्रवाहमय बनाए रखने के कर्म को निभाती है।

वर्तमान समय में जनतंत्र की ताकत ही राष्ट्रवाद को गतिशील बनाती है। इसी तथ्य को सम्प्रेषित करने का प्रयास समकालीन कविता में देखने को मिलता है। लोकतान्त्रिक मूल्यों की स्थापना को लेकर छटपटाहट समकालीन कविता में देखी जाती है। समकालीन कवियों ने परिवेशगत समस्या को वर्ण्य-विषय मानकर युग-जीवन की

विसंगतियों, विडम्बनाओं, विद्रूपताओं एवं विषमताओं को लोकवाणी में अभिव्यक्ति करने का सार्थक प्रयास किया है। वस्तुतः काव्यानुभूति की अभिव्यक्ति की प्रमाणिकता राजनीतिक परिवेश, आर्थिक परिवेश, सामाजिक परिवेश, साँस्कृतिक परिवेश एवं ऐतिहासिक परिवेश के प्रस्तुतीकरण में सन्निहित है। मानवीय सरोकारों को प्राणवान बनाने के लिए समकालीन कवियों ने सर्जनात्मक कल्पना से काम लिया है; जिसमें समसामयिकता बोध का आधारशिला है। समसामयिक परिवेश में मानवीय जीवन मूल्यों के हास पर चिन्ता जतायी गयी है। ऐसे साँस्कृतिक क्षरण के परिवेश पर आक्रोश व्यक्त किया है। किसी का झुलसा हुआ चेहरा नहीं देखता है अब न तो कोई किसी का खाली पेट देखता है।" 1 अपने समय की दुविधा ग्रस्त वास्तविकता को धूमिल प्रस्तुत पंक्तियों द्वारा व्यक्त करते हैं।

वर्तमान समय के नैतिक मूल्यों के संक्रमित युग में मानवता के प्रति सामान्य जन में आस्था और विश्वास जागरित करते हुए जन-जन की जिजीविषा को वास्तविक धरातल पर प्रतिष्ठित करने का प्रयास समकालीन कवियों ने किया है। समकालीन कविता समाज में व्याप्त मूल्यहीनता के साथ-साथ भारतीय साँस्कृतिक जीवन मूल्यों को स्वीकारने पर बल देती है। खोए हुए मानवीय मूल्यों को पुनः स्थापित करना ही वास्तविक कविकर्म और कविधर्म है। अपनी रचनाधर्मिता को निभाते हुए मुक्तिबोध लिखते हैं-

"मेरे सामने है प्रश्न
क्या होगा कहाँ किस भाँति
मेरे देश भारत में।" 2

इन पंक्तियों में हम देख सकते हैं कि मुक्तिबोध देश की खुशहाली के बारे में, जनता के भविष्य के बारे में अनिश्चितता की स्थिति से दुःखी है और चिन्तित भी है।

देश में सामूहिक और सक्रिय इच्छा के बिना कोई परिवर्तन संभव नहीं होता। समाज की सक्रिय इच्छा



हुए इस युग में सब कुछ बिखर गया है. बदल गया है। हमारे देश की लुप्त होती साँस्कृतिक विरासत के बारे में भी समकालीन कवि चिंतित है। भारतीय संस्कृति अपने गौरवशाली इतिहास एवं आध्यात्म के लिए समग्र विश्व में प्रसिद्ध है। यही कोशिश भगवत रावत की कविता देश एक राग है में जारी है-

"देश एक राग है

सुवासित सुभाषित सा फैलता हुआ धीरे-धीरे

स्नेहित तरंगों की तरह बाहर से भीतर तक

भीतर से बाहर तक

स्वयं अपनी सीमाएँ लाँघता

सुगन्धित मंद-मंद पवन की तरह

सारी दुनिया का हिस्सा हो जाता है।" 8

वर्तमान समय में बाजारवाद ने भोगवाद

सुविधाग्रस्तता, संवेदनशून्यता अपारलिप्सा आदि अनेक मनुष्यता - विरोधी परिस्थितियों को बल दिया है। मनुष्य जीवन पर वस्तुओं के आधिपत्य के खिलाफ समकालीन कवियों की सोच उभर रही है। भारतीय अर्थव्यवस्था सार्वजनिक और निजी क्षेत्रों का समन्वित स्वरूप है। अपसंस्कृति के पनपने कारण हमारी अर्थव्यवस्था का संतुलन बिगड़ गया। आर्थिक संकट ने मध्यवर्गीय और निम्नवर्गीय व्यक्तियों के जीवन को बुरी तरह प्रभावित किया। समाज की इस बद्हाली ने समकालीन कवियों को संवेदनशील बनाया है। उनकी ऐसी भावना का विकास आधुनिक विश्व में राजनीतिक पुनर्जागरण का परिणाम है। ऐसे पुनर्जागरण से ही राष्ट्रवाद की पुनः प्रतिष्ठा संभव होगी।

संदर्भ सूची -

१. धूमिल - संसद से सड़क तक - पृ. १०८
२. मुक्तिबोध - मुक्तिबोध रचनावली- भाग २ - पृ. २६०
३. रघवीर सहाय - एक समय था - पृ. ५७
४. कात्यायनी - इस पौरुषपूर्ण समय में - पृ. ८५
५. वागर्थ - अगस्त २००९ - पृ. ८७
६. अष्टभुजा शुक्ल - दुःस्वप्न भी आते हैं - पृ. ४०
७. साहित्य अमृत - अगस्त २००० कविता विशेषांक - पृ. ४६
८. भागवत रावत - युवा संवाद, अगस्त २०१९ - पृ. ४९

सह-अध्यापक

हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज

पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल-686502

साहित्य वीथिका



PEER Reviewed & Refereed JOURNAL

ISSUE-26 VOLUME-6 MPACT FACTOR-SJIF-6.586, IJF5-4.125

ISSN-2454-6283 अक्टुबर-दिसंबर, 2021

AN INTERNATIONAL MULTI-DISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL

IMPACT FACTOR- IJIF-7.312 ^{NEW}

शोध-ऋतु

6

सम्पादक
डॉ. सुनील जाधव

तकनीकी सम्पादक
अनिल जाधव

पत्राचार हेतु कार्यालयीन पता -
डॉ. सुनील जाधव,
महाराणा प्रताप हाउसिंग सोसाइटी,
हनुमान गुरु कालन के सामने,
नांदेड-४३१६०५, महाराष्ट्र



web:- www.shodhritu.com

Email:- shodhritu@shodhritu.com

13. 'बसंती' उपन्यास में चित्रित सामाजिक जीवन यथार्थ की झाँकी

—डॉ. प्रिया ए.

असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग,
के.जी.कॉलेज, पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल

समाज और मनुष्य का संबंध अटूट है। समाज का आधार मनुष्य है और मनुष्य के बिना समाज का अस्तित्व नहीं है, दोनों एक दूसरे पर आधारित हैं। यही सामाजिकता ही मनुष्य को सभ्य एवं संस्कृत बना देती है। मानव समाज के विकास और उन्नति का मूल कारण भी अपनी यह सामाजिकता है। इसलिए आधुनिक समय के मानव को मानव बनाने में सामाजिकता का महत्त्व सर्वोपरि है। वर्तमान समय के परिप्रेक्ष्य में सामाजिकता को देखें तो शिक्षा तथा विज्ञान का प्रसार, औद्योगीकरण, देश की आर्थिक स्थिति में परिवर्तन, नवीन दृष्टिकोण, वैयक्तिकता का विकास आदि के कारण संयुक्त परिवार प्रथा का द्रुत गति से विघटन हुआ। भीष्म साहनी का 'बसंती' उपन्यास एक समस्यामूलक उपन्यास है। प्रस्तुत उपन्यास में लेखक ने अपनी नायिका बसंती के माध्यम से सामाजिक, राजनैतिक, आर्थिक, धार्मिक आदि अनेक समस्याओं की ओर इशारा किया है। भीष्म साहनी के प्रस्तुत उपन्यास 'बसंती' में वर्तमान युग जीवन से संबंधित सामाजिक समस्याओं का यथार्थपरक चित्रण है। उन्होंने तत्कालीन समय के सभी समाजों पर ध्यान देकर प्रस्तुत उपन्यास की रचना की है। भीष्म साहनी ने अपनी सभी रचनाओं में मध्यवर्गीय समाज पर अधिक ध्यान दिया था। प्रस्तुत उपन्यास 'बसंती' में समाज के निम्न, मध्य, उच्च आदि सभी वर्गों के जीवन सरचनाओं पर ध्यान दिया है। स्वाधीन भारत परिवेश में पुरुष की अहंवादी व्यक्तित्व के आगे नारी की स्थिति बहुत दयनीय थी। नारी का जीवन कभी भी विडंबना और जटिलता से खाली नहीं था। यहाँ भीष्म साहनी ने हाशिएकृत दलित समाज की ओर अधिक ध्यान देकर दलित समाज की यातनाओं का चित्रण किया है। उन लोगों की दुविधात्मक स्थिति का वास्तविक कारण और समाधान भी यहाँ प्रस्तुत किया। प्रस्तुत उपन्यास के प्रत्येक पात्रों की समस्या तत्कालीन समाज की समस्या है।

प्रस्तुत उपन्यास में उन्होंने तत्कालीन समाज से संबंधित पारिवारिक, वैयक्तिक, अनमेल विवाह, प्रेम-विवाह, यौन-प्रेम, आजाद भारत में आवास की समस्या, पुलिस दमन-रीति, पूँजीवादी क्रूरता, आर्थिक विपन्नताओं से ग्रस्त लोगों की पीड़ा, बेरोजगारों की मजदूरी, लोगों पर टि.वी. का प्रभाव, मूर्तिपूजा का

खंडन, श्रम का शोषण, आधुनिक नारी में पुराने रूढ़ियों के प्रति विद्रोह की भावना आदि समस्याओं का चित्रण किया गया है। 'बसंती' भीष्म साहनी का चौथा उपन्यास है। भीष्म साहनी ने 'बसंती' में निम्नवर्गीय मटमैले जनो के घूसर जीवन को अपनी कथा का परिवेश बनाया है। 'बसंती' की बसंती इस समाज के जिजीविषा का प्रतीक है। अर्थात् वह अपने तत्कालीन परिस्थितियों से संघर्ष करती है। प्रस्तुत उपन्यास 'बसंती' पन्द्रह अध्यायों में विभाजित है। इस उपन्यास के आदि और अंत में झुग्गी-झोंपड़ियों को बुलडोसर और सिपाहियों की क्रूरता के द्वारा बस्ती को उजाड़नेवाले दृश्यों का वर्णन पाया जाता है। यहाँ भीष्म साहनी तत्कालीन सामाजिक दशा का यथार्थ परिचय प्रस्तुत करते हैं। विकास केन्द्रित शहर के सुविधापूर्ण जीवन जीने के लिए निम्नकोटि के लोगों को बहुत अधिक मूल्य देना पड़ता था। सरकार ने नगर विकास के लिए इन निरीह लोगों को बस्ती से हटाने का निश्चय किया। सरकार के आदेश पर एक दिन पुलिस आकर बस्ती को गिरा देती है। सरकार की ओर से इस बस्ती से इन निरीह लोगों को हटाते समय सरकार के मन में इन निरीह प्रजाओं के भविष्य का कोई विचार नहीं था। सरकार के मन में यह विचार नहीं है कि वे कहाँ रहेंगे, क्या खायेंगे, क्या पीयेंगे, कैसे जीवन बितायेंगे, उन्हें केवल खुले मैदान में ही छोड़ दिया।

स्वतंत्रता प्राप्ति के इतने वर्ष होने पर भी आवास की समस्या का अभी तक हल नहीं हो सका है। गरीब अपने प्रयास से आवास की समस्या को कुछ सुलझा लेता है तब अमीर वर्ग की निरन्तर बढ़ती हुई आवास-आवश्यकता उसके निर्माण-प्रयास एवं उसके समाधान पर बुलडोसर चला देती है। मजदूर मनुष्य होते हुए भी पशुओं का-सा जीवन बिताते हैं। उनके रहने के लिए एक मकान नहीं रहता, पहनने के लिए ठीक कपड़े नहीं रहते और खाने के लिए अच्छा खाना नहीं मिलता। चालाक अफसर कोरे आश्वासन देता रह जाता है। पूँजीपति वर्ग की आवश्यकताएँ न कभी पूरी होंगी और न बेचारा गरीब या निम्नहारा वर्ग कभी स्थायी रूप से आवास पा सकेगा। आवास की समस्या स्वाधीन भारत की सबसे बड़ी समस्या है। इससे हमारे राष्ट्रीय नेताओं के सपने अधूरे हो रहे हैं। भीष्म साहनी ने 'बसंती' में आवास की समस्या का सजीव चित्रांकन किया है। दिल्ली जैसे महानगरीय शहरों की झुग्गी-झोंपड़ियाँ, उसमें रहनेवालों के जीवन और गरीब विस्थापित मजदूरों की आवास की समस्या का यथार्थ चित्रण किया है। आजादी के बाद, बेरोजगारी, बाढ़ जैसे प्राकृतिक प्रकोपों से पीड़ित गरीब, निम्नवर्ग के लोग नयी-नयी बस्तियाँ बनाने के लिए मजबूर

समीचीन

ISSN-2250-2335

(साहित्य-समाज-संस्कृति और राजनीति के खुले मंच की त्रैमासिक-अव्यावसायिक पत्रिका)
पीयर रिव्यूड व यू. जी. सी. केयर लिस्ट में सम्मिलित जर्नल



आज़ादी का अमृत महोत्सव

विशेषांक
आज़ादी के संघर्ष का सामाजिक
और साहित्यिक परिप्रेक्ष्य

• वर्ष-15 • अंक 33 • अक्टूबर-दिसंबर-2022 • पूर्णांक 70 • मूल्य 100 रुपए
प्रधान संपादक - देवेश ठाकुर : संपादक - डॉ. सतीश पांडेय
अतिथि संपादक - डॉ. शशिभूषण मिश्र



लोक संघर्ष, किसान जीवन और केदारनाथ अग्रवाल

डॉ. प्रिया ए.

शोध सार-आधुनिक प्रगतिशील कवियों ने अपनी कविताओं में लोकचेतना को अभिव्यक्त किया है। लोक-हृदय को पहचानने वाले कवि ठेठ भारतीय चरित्र को व्यक्त करते हैं। प्रगतिशील कवियों ने लोकपक्ष के सभी पक्षों को जिन्दादिली से अपनी रचनाओं में प्रस्तुत किया है। केदारनाथ अग्रवाल का लोकरूप अपने बुन्देलखण्ड के जीवन से बना है। उनके अनुभव पूरे भारतीय जीवन के अनुभव है। बुन्देलखण्ड के लोकजीवन से केदारनाथ अग्रवाल की कविताओं में बिम्ब उभरते हैं। अपने अंचल का जीवन, प्रकृति और जीव-जन्तु इन सबकी गतिविधियों पर वे पैनी नजर रखने वाले हैं। चारों ओर के जनजीवन को वे बहुत करीब से देखते हैं। ऐसी लोक संपृक्ति ही उनकी कविता की सब से बड़ी विशेषता है।

बीज शब्द : लोक जीवन, जनपद, क्रांतिकारी, मानवीय संवेदना, सत्ताधारी, स्वतंत्रता आंदोलन, पक्षधरता।

केदारनाथ अग्रवाल ने लोकजीवन के सुख-दुःखों के विभिन्न पहलुओं को प्रस्तुत किया है। केदार की गहरी लोक दृष्टि ही इसका कारण है। वे जीवन की भाषा में सृजन करते हैं। जनवादी चेतना उनकी कविता के तहत उजागर होती है। सामान्य जन का पक्ष लेकर वे रचना करते हैं। मेहनतकश जनता के विभिन्न चित्र उनकी कविताओं में प्राप्त होते हैं। किसान युवक-युवतियों एवं गरीब श्रमशील मजदूरों के रंग गाढे रूप में उनकी कविताओं में अंकित होते हैं। पूरे अर्थ में उनकी कविता एक विशिष्ट भारतीय जमीन की कविता है। उनकी विषयवस्तु, बिम्ब, भाषा, नया-विधान यह सब कुछ लोकमय ही हैं। संकुचित जीवन ढाँचे को तोड़-मरोड़कर वे विशाल दृष्टिकोण को अपनाते हैं। ऐसे विशाल परिप्रेक्ष्य में वे भारतीय जीवन की लोक-परम्परा को आत्मसात करते हुए सृजनरत बन जाते हैं। वे लोक के रागात्मक पहलुओं को रेखांकित करते हैं। लोकपरकता इन प्रगतिशील कवियों की कविता की धुरी है। इससे उनकी रचना विधान में अकसर गतिशीलता मिल जाती है।

आधुनिक हिंदी कविता में लोकचेतना की बहुरंगी छवि की अभिव्यक्ति हुई है। कवि अपने जनपद के जीवन से सदैव जुड़ा रहता है। व्यापक जन-जीवन से जुड़कर कवि सौन्दर्य की लोक-सृष्टि करता है। लोकधर्मी कवि अपनी प्रत्येक कविता में गहरे मानवीय संसक्ति को व्यंजित करते हैं। आजादी की लड़ाई के उन उथल-पुथल भरे बरसों में उनकी कविता में सामंतवाद के विरुद्ध भारतीय किसान के संघर्ष का उद्घोष मिलता है। साथ ही साथ अंग्रेज सरकार के पूँजीवादी हितों के जिरह सवाल भी प्रस्तुत करते हैं।

क्रांतिकारी कवि के रूप में उभर कर भारत की संघर्षरत जनता की ओर से वे सत्ताधारियों से यों प्रश्न करते हैं -

बोलौ आजादी लाए?

नकली मिली है कि असली मिली है?

कितनी दलाली में कितना मिली है?’’

लोकजीवन के स्पर्श को बरकरार रखते हुए कविता विकास करती है। इसी अर्थ में कविता लोक जीवन की जरूरत बन जाती है। लोकजीवन को दर्ज करने में कविता

हरदम आगे ही आगे बढ़ता है।⁸

केदारनाथ अग्रवाल श्रमरत मनुष्य को केन्द्र बिन्दु बनाकर सृजन करते हैं। जीवन की संघर्षरत स्थिति को व्यक्त करने के साथ-साथ भविष्य निर्माण के माहौल में श्रम को महत्व भी देते हैं। इसी श्रम से भविष्य उज्ज्वल होता है। यही श्रम लोक की चेतना को उजागर करती है। शोषण के दबाव में आकर पिसने वाली जनता को नैतिक बोध के प्रति सजग बनाते हैं। मनुष्य को मनुष्य से जोड़ना ही लोक का अपना अहम मुद्दा है। मजदूर वर्ग आमदनी कमाने के लिए बोझ ढोता है, उसकी राह कंकड़-पत्थरीली होती है। इसके बावजूद वह वर्ग श्रम के द्वारा गतिशील रहता है। यह गतिशीलता लोक का स्वभाव है।

‘जो जीवन की आग जलाकर आग बना है
फौलादी पंजे फैलाये नाग बना है

जिसने शोषण को तोड़ा, शासन मोड़ा है।

जो युग के रथ का घोड़ा है।

वह जन मारे नहीं मरेगा

नहीं मरेगा।⁹

न मर - मिटने के संकल्प में लोक यथार्थ संगुणित है। लोक में निरंतरता के लिए स्थान है। अंत अंततः अवसान नहीं है। वह आरंभ है।

केदारनाथ अग्रवाल की कविताओं में लोकपक्ष के अनेक रूप दृष्टिगत होते हैं। आज मानवीय संवेदना का क्षरण हो रहा है। इस क्षति से कविता को लोक स्वर ही बचा सकता है। केदारनाथ अग्रवाल ने अपनी लोकधर्मिता को व्यक्त करने के साथ समाज की प्रगतिशीलता को भी आह्वान दिया है। आधुनिक परिवेश में राह भटकनेवाली जनता को सही मार्गदर्शन उनकी कविता से मिलता है। इसी विशेषता के कारण वे आज भी चर्चित हैं।

संदर्भ :

1. अग्रवाल, केदारनाथ, कहें केदार खरी-खरी, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2009, पृ.सं. 41
2. अग्रवाल, केदारनाथ, गुलमेहंदी, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2006, पृ.सं. 24
3. अग्रवाल, केदारनाथ, कहें केदार खरी-खरी, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2009, पृ.सं. 21
4. अग्रवाल, केदारनाथ, जो शिलाएं तोड़ते हैं, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2008, पृ.सं. 77
5. अग्रवाल, केदारनाथ, जो शिलाएं तोड़ते हैं, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2008, पृ.सं. 152
6. अग्रवाल, केदारनाथ, श्रम का सूरज, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2002, पृ.सं. 91
7. अग्रवाल, केदारनाथ, जो शिलाएं तोड़ते हैं, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2008, पृ.सं. 180
8. अग्रवाल, केदारनाथ, जो शिलाएं तोड़ते हैं, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2008, पृ.सं. 153
9. अग्रवाल, केदारनाथ, श्रम का सूरज, साहित्य भंडार, इलाहाबाद, 2002, पृ.सं. 91

असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग

के.जी. कॉलेज, पाम्पाड़ी, कोट्टयम, केरल

देवानां षड् सुमतिर्न्यूयताम् ॥ अ० १/८६/२



Impact Factor
5.642

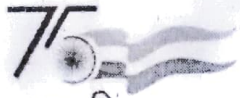


ISSN : 2395-7115
July 2022
Issue 16, Vol. 1

Bohal Shodh Manjusha

AN INTERNATIONAL PEER REVIEWED, REFEREED MULTIDISCIPLINARY
& MULTIPLE LANGUAGES RESEARCH JOURNAL

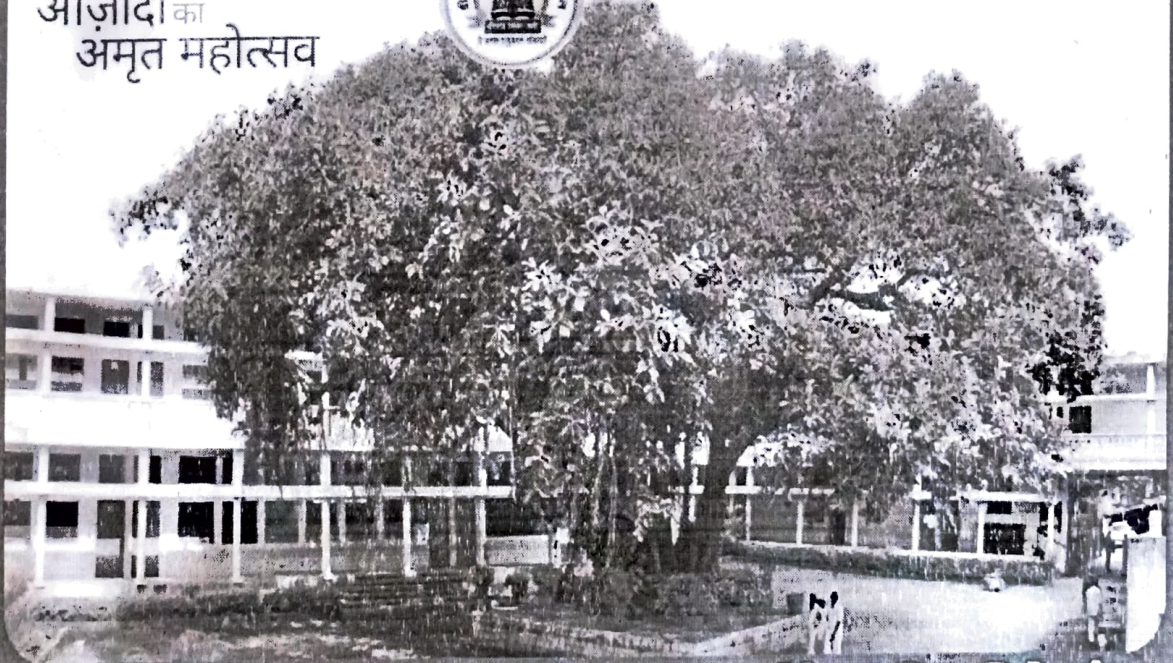
UGC Valid Journal (The Gazette of India, Extraordinary Part III, Section 4, Dated July 18, 2018)



आज़ादी का
अमृत महोत्सव



डी.आर. माने महाविद्यालय,
कागल (महाराष्ट्र)



आजादी के अमृत महोत्सव वर्ष के उपलक्ष्य में प्रकाशित विशेषांक
राष्ट्रीय एकता और अखंडता में हिंदी साहित्य का योगदान

विशेषांक सम्पादक : प्रो. हसीना अ. मालदार

सम्पादक : डॉ. नरेश सिंहागा, एडवोकेट

सह सम्पादक : प्रो. सचिन कांबले, प्रो. तेजस्विनी शितोलें

Publisher :

Gugan Ram Educational & Social Welfare Society (Regd.)

202, Old Housing Board, Bhiwani, Haryana-127021





सोहनलाल द्विवेदी की कविता एवं राष्ट्रीय एकता की भावना

डॉ. प्रिया ए.

असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज, पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल

हमारा समय जो है, उत्तराधुनिकता का वैश्वीकृत माहौल है। बाजारवाद, औद्योगिकीकरण, नगरीकरण, उदारीकरण, निजीकरण, भूमंडलीकरण आदि का प्रभाव समाज और साहित्य पर प्रतिबिंबित होता है। ऐसे वैश्वीकृत परिवेश में हमारी नैतिकता, मानवीयता, संस्कृति-सभ्यता सब धूमिल होती जा रही है। इस परिवेश को सही ढंग से परखने हेतु हमें आधुनिक समय के साहित्य पर भी नज़र डालनी चाहिए। यहाँ पर आधुनिक समय के साहित्यकारों की कलात्मक सृजन की आलोचनात्मक पड़ताल करनी है। कलात्मक सृजन में कल्पना की ज़रूरत होती है। कल्पना मनोवैज्ञानिक धरातल पर उपजती है। मनोवैज्ञानिक धरातल पर कुछ विषय लगातार एक श्रृंखला के रूप में प्रस्तुत होता है। कला तथा साहित्य से संबन्धित क्षेत्र में सृजनात्मक सक्रियता के लिए कल्पना एक आवश्यक अंग है। कुछ निश्चित भावनायें अनुभव करके उन्हें कलात्मक बिम्बों में ढालकर साहित्यकार, कलाकार और संगीतकार अपने पाठकों, दर्शकों और श्रोताओं को भी उसी भावनाओं का अनुभव कराता है। कलाकार या साहित्यकार की सक्रियता में भाग लेनेवाली कल्पना अत्यधिक संवेगात्मक होती है। इस संवेगात्मक कल्पना से साहित्यकार तथा कलाकार अपने मन के भावों का बाह्य प्रदर्शन करता है। अमेरिकी वैज्ञानिक वुडवर्थ के अनुसार 'संवेग व्यक्ति की उत्तेजित दशा है'। जब साहित्य में संवेगात्मक अभिव्यक्ति होती है, तब आलोचना की पड़ताल होती है। आलोचनात्मक पड़ताल के लिए किसी विषय को उसके लक्ष्य का ध्यान रखते हुए गुण-दोषों का विवेचन करना है।

आलोचनात्मक पड़ताल के बहाने हिन्दी साहित्य के प्रसिद्ध कवि सोहनलाल द्विवेदी के रचना संसार से रूबरू होने का अवसर प्राप्त हुआ। सोहनलाल द्विवेदी की कविताई भारतीयता की भावना से युक्त है। स्वामी विवेकानंद ने कहा है कि 'भारतीयता आध्यात्मिकता की तरंगों से ओतप्रोत है'।² सार्वभौम राष्ट्र की एकता को, अखंडता को अक्षुण्ण रखने के प्रयास को भारतीयता कहते हैं। हमारे देश में जन्में हर बच्चे के लिए जाति-संप्रदाय, अमीरी-गरीबी, सवर्ण-दलित के भेदभाव से, सांप्रदायिकता के विषैले वातावरण से मुक्त वातावरण को सजाना ही भारतीयता है। देश के लिए जीना और देश के लिए मरना ही भारतीयता है। हिन्दी साहित्य के श्रेष्ठ कवि, साहित्यकार एवं ज्ञानपीठ पुरस्कार विजेता अज्ञेय ने 'भारतीयता' नामक निबन्ध में भारतीयता को इस प्रकार परिभाषित किया है - "भारत की आत्मा सनातन है, भारतीयता केवल एक भौगोलिक परिवृत्ति की छाप नहीं, एक विशिष्ट आध्यात्मिक गुण है, जो भारतीय को सारे संसार से पृथक करता है। भारतीयता मानवीयता का निचोड़ है, उसकी हृदय माणी है।"³ अतः भारतीयता की कसौटी यही है कि भारतीय जीवन मूल्यों से





Akshara Multidisciplinary Research Journal
Peer-Reviewed & Refereed International Research Journal

E- ISSN 2582-5429

January 2022 Special Issue 04 Volume II

SJIF Impact- 5.54

Akshara Multidisciplinary Research Journal
Peer-Reviewed & Refereed International Research Journal

21 वीं सदी के हिंदी काव्य में सामाजिक चेतना

अतिथि संपादक

प्रोफेसर डॉ. जिजाबराव पाटील

उपप्राचार्य एवं हिंदी विभागाध्यक्ष

श्री शेठ मुरलीधरजी मानसिंगका साहित्य, विज्ञान एवं वाणिज्य
महाविद्यालय, पाचोरा जि. जलगाँव (महाराष्ट्र)

Akshara Publication

Plot No 143 Professors colony,
Near Biyani School, Jamner Road, Bhusawal Dist Jalgaon Maharashtra 425201



सामाजिक सरोकार की कविताई

(सविता सिंह के विशेष संदर्भ में)

डॉ. प्रिया ए.

असिस्टेंट प्रोफेसर हिंदी विभाग,

के.जी. कॉलेज पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल-686502

मो : 9447294227, 9946318613 Email : priyauday111@gmail.com

साहित्य और समाज का संबन्ध गहरा एवं अटूट है। साहित्य में सामाजिक चेतना का समावेश अनिवार्य है। मनुष्य का आंतरिक विकास साहित्य, संस्कृति और कलाओं से संभव है और यह सब समाज से ही उपजती है। सामाजिक यथार्थ बोध को आत्मसात करनेवाला साहित्य ही सार्थक होता है। रचनाकार अपने समय और समाज को अभिव्यक्त करने के साथ-साथ अपने समय की विसंगतियों को भी साहित्य में दर्ज करता है। साहित्यकार की पक्षधरता मानवविरोधी समय के विरुद्ध प्रतिरोधक होती है।

समकालीन कविता के क्षेत्र में सविता सिंह एक सशक्त हस्ताक्षर के रूप में प्रख्यात है। वर्तमान समय का जीवन एवं व्यवस्था के संदर्भ में इनकी कविताएँ सार्थक सिद्ध होती हैं। उनकी रचनाएँ सामाजिक सरोकार की भावना व विश्व-दृष्टि की निरन्तरता को बरकरार रखती हैं। उन्होंने सामाजिक विद्रूपताओं पर जमकर प्रहार किया है। सत्ता द्वारा होनेवाले सामाजिक शोषण की वास्तविकता को उनकी रचनाएँ व्यक्त करती हैं। सविता सिंह अपने चारों ओर की व्यवस्था में मामूली आदमी की नियति को पहचानती हैं। वे मनुष्य के बाहरी आंतरिक संसार की अज्ञात-अपरिचित मनोभूमियों तक पहुँचने की कोशिश करती हुई 'परंपरा' में शीर्षक कविता में लिखती हैं - "दूर तक सदियों से चली आ रही परंपरा में / उल्लास नहीं मेरे लिए/कविता नहीं/शब्द भले ही रोशनी के पर्याय रहे हो औरों के लिए / जिन्होंने नगर बसाये हों / सभ्यताएँ बनायी हों/युद्ध लड़े हों/शब्द लेकिन छिपकर/मेरी आँखों में धुंधलका ही बोते रहे हैं/और कविता रही है गुमसुम/अपनी परिचित असहायता में/छल-छद्म से बुने जा रहे शब्दों के तंत्र में"।

सविता सिंह ऐसे अनुभवों का पीछा करती हैं जो कम प्रत्यक्ष हैं, अनेक बार अदृश्य रहते हैं। मानवीय संवेगों को बौद्धिक तर्क के संसार में पहचानने का यह उपक्रम उनकी रचनात्मकता को विशिष्ट बनाती हैं।

वर्तमान पूँजीवादी व्यवस्था और सत्ताधारी वर्ग द्वारा मनुष्य के खिलाफ होनेवाली साजिशों को अत्यंत तन्मयता के साथ उन्होंने अपनी रचना का विषय बनाया है। विरोधी हालत में प्रबल आस्था से उन्होंने अपनी कविता को जीवन के एक बृहद रूप का आधार बनाया। वर्तमान व्यवस्था में आम आदमी के रोजमर्रा जीवन की लाचारियों को बड़ी शिद्दत से 'समय का चेहरा' शीर्षक कविता खुलासा करती है - "अचानक जैसे प्रकट होते हैं अपने ही भय कभी-कभी/साफ जब दिखता नहीं कुछ भी उस पल /xxxxx शब्द वहाँ भी गुँगे किसी छटपटाहट से भरे / मेरे माथे पर भी लिखा था एक मटमैला संदेश / कुछ भी साफ नहीं अपना रास्ता खुद बनायें / समय के चेहरे से मिलता जुलता हो सकता है/कितना हमारा चेहरा"।²

न्याय, शक्ति और क्षमता हेतु संघर्ष करने की नई सदी की ज़रूरत को उन्होंने समझाया है। उत्तराधुनिक समय के अनुभवों, स्वप्नों और सामर्थ्य से पूर्ण होकर उनकी चिंता एक नई उम्मीदों की तरफ मुड़ती है। एक प्रकार की सामाजिक-साँस्कृतिक क्षतिपूर्ति का भरोसा भी पैदा करती है।

भाषा सहोदरी

भाषा सहोदरी हिंदी



सुब्रह्मण्य भारती की कविता में देशभक्ति एवं राष्ट्रीय एकता का समन्वय

शोध सारांश :

तमिल भाषा के एक सुप्रसिद्ध महाकवि थे 'सुब्रह्मण्य भारती'। वे 'महाकवि भारतीय' के नाम से भी जाने जाते हैं। कवि होने के साथ-साथ उन्होंने भारतीय स्वतंत्रता संग्राम में सक्रिय योगदान दिया था। उन्होंने अपने अवदान के माध्यम से समाज सुधार एवं पत्रकार का दायित्व संभालकर उत्तर भारत व दक्षिण भारत के मध्य एकता का सेतु निर्मित किया था। वे भारत के राष्ट्रीय आंदोलन में पूरी तरह जुड़ चुके थे। अरविन्द और वंदे मातरम के गीत ने भारती के भीतर आजादी की भावना को पुष्ट किया था। उन्होंने गद्य और पद्य की लगभग चार सौ रचनाओं का सृजन किया। वे तमिल भाषा के जातीय कवि हैं। उन्होंने तमिल भाषा और साहित्य को अपने साँस्कृतिक विरासत के रूप में स्वीकार किया था। अपनी कविताओं के द्वारा उन्होंने राष्ट्र के निवासियों को एकता के सूत्र में आबद्ध करने का एवं देशप्रेम को व्याप्त करने का महत्वपूर्ण कार्य किया है।

ज्ञमलवतके रू देशप्रेम, साँस्कृतिक विरासत, राष्ट्रीय एकता, सामाजिक समानता, समाज सुधारक, स्वतंत्रता संग्राम।

विषय प्रवेश :

महाकवि सुब्रह्मण्य भारती का जन्म 11 दिसंबर 1882 को तमिलनाडु के तिरुनेलवेली जिले के छोटे से शहर एत्तायापुरम में हुआ था। उनकी प्रारंभिक शिक्षा स्थानीय विद्यालय में हुई। मेधावी छात्र होने के कारण उन्हें वहाँ के राजा ने भारती की उपाधि दी। उनको 'महाकवि भारतीय' के नाम से भी जाना जाता है। 'स्वदेश गीतांगल' तथा 'जन्मभूमि' उनके देशभक्ति पूर्ण काव्य माने जाते हैं। उनकी अन्य रचनाएँ हैं - कुयिल पाट्टु, कण्णन पाट्टु, तेचिय कीतंकल, ज्ञानप पाट्टुकल, चिन्मचिरु कि लिये, पाँचाली चपतम, पुतिया आत्तित्ति आदि। वे एक कवि होने के साथ-साथ भारतीय स्वतंत्रता संग्राम में शामिल सेनानी, समाज सुधारक, पत्रकार आदि थे।

तमिल भाषा के एक सुप्रसिद्ध महाकवि थे 'सुब्रह्मण्य भारती'। वे 'महाकवि भारतीय' के नाम से भी जाने जाते हैं। कवि होने के साथ-साथ उन्होंने भारतीय स्वतंत्रता संग्राम में सक्रिय योगदान दिया था। उन्होंने अपने अवदान के माध्यम से समाज सुधार एवं पत्रकार का दायित्व संभालकर उत्तर भारत व दक्षिण भारत के मध्य एकता का सेतु निर्मित किया था। वे भारत के राष्ट्रीय आंदोलन में पूरी तरह जुड़ चुके थे। अरविन्द और वंदे मातरम के गीत ने भारती के भीतर आजादी की भावना को पुष्ट किया था। उन्होंने गद्य और पद्य की लगभग चार सौ रचनाओं का सृजन किया। वे तमिल भाषा के जातीय कवि हैं। उन्होंने तमिल भाषा और साहित्य को अपने साँस्कृतिक विरासत के रूप में स्वीकार किया था। अपनी कविताओं के द्वारा उन्होंने राष्ट्र के निवासियों को एकता के सूत्र में आबद्ध करने का एवं देशप्रेम को व्याप्त करने का महत्वपूर्ण कार्य किया है।

राष्ट्रीय एकता में आर्थिक और सामाजिक असमानता एक बहुत बड़ी बाधा है। भावात्मक एकता के लिए अहं-विसर्जन और स्वार्थ-विसर्जन को महत्व देते हुए उन्होंने अपनी भावनाओं को शब्दबद्ध किया है। वे अपने समय की सामाजिक व्यवस्थाओं से तृप्त नहीं थे।

उनके सामने जाति-प्रथा एक बहुत चुनौती बनकर खड़ी थी, जो एकता के तत्व में बाधा बनी हुई थी। सामाजिक समानता की आवश्यकता को व्यक्त करते हुए वे लिखते हैं - "ब्राह्मण हो या अब्राह्मण/हम सब समान हैं" इस धरती पर जन्मे सब मानव समान हैं / जाति-धर्म का दम न भरेंगे/ऊँचे-नीचे के भेद तजेंगे/हम वन्दे मातरम कहेंगे/जो अछूत हैं, वे भी कोई और नहीं है/वे भी तो रहते हम सबके साथ यहीं हैं/अपने कहीं पराए होंगे और हमारा अहित करेंगे? हम वन्दे मातरम कहेंगे।"1

भारती ने अपनी रचनाओं के माध्यम से जाति-प्रथा का विरोध किया। इस रूढ़िगत विकराल समस्या का उन्होंने विरोध किया। हमारे देश में परंपरा के नाम पर प्रचलित सभी कुरीतियों को उन्होंने समाप्त करने का प्रयास किया था।

उनकी कविता में देशभक्ति का भाव दृष्टिगत होता है। अंग्रेजों के साम्राज्य के प्रति ललकार की भावना प्रकट होती है। देशप्रेम की श्रेष्ठ भावना को प्रस्फुटित करनेवाली कविता है 'मुक्ति का आह्वान'। इसके जरिए देशप्रेम को जगाकर मुक्ति का आह्वान करने की कोशिश हुई है - "तुम स्वयं ज्योति हो माँ/शौर्य स्वरूपिणी हो तुम माँ/दुःख और कष्ट की संहारिका हो माँ/तुम्हारी अनुकम्पा का प्रार्थी हूँ मैं माँ।"2

भारतीयार की रचनाओं में राष्ट्रीयता और गाँधीवाद की प्रधानता है। प्रमुख रूप से देश-प्रेम की प्रेरणामयी व्यापक भावना दृष्टव्य है। राष्ट्रीयता के ओजस्वी स्वर एवं देश की महिमा को प्रस्तुत करनेवाली रचना है 'यह है भारत देश हमारा।'

इन पंक्तियों में भारत की साँस्कृतिक राजनैतिक और भौगोलिक पृष्ठभूमि का वर्णन किया है। उनमें जनता के लिए उद्बोधन शक्ति का उद्घाटन भी मिलता है।

"यह है भारत देश हमारा, महारथ कई हुए जहाँ पर, यह है देश जहाँ नारद के, गूँजे मधुमय गान कभी थे, यह है देश जहाँ पर बनते, सर्वोत्तम सामान सभी थे।"3

हमारे देश की ऐतिहासिक, पौराणिक महत्व का मधुमय गान यहाँ किया गया है। राष्ट्रप्रेम की प्राणमयी धारा का प्रवाह यहाँ लक्षित होता है। प्राचीन गौरवमय अतीत के इतिहास और संस्कृति का उल्लेख किया है।

भारत की सर्वेच्च मान्यता प्राप्त विभिन्न दर्शनों का संग्रह ही उपनिषद् या वेदोंत है। भारत के अनेक दार्शनिकों व ऋषि-मुनियों के गंभीर चिंतन-मनन का परिणाम ही उपनिषद् है। भारतीय-संस्कृति की प्राचीनतम एवं अनुपम धरोहर के रूप में इसे माना जाता है। भारत की आध्यात्मिक एकता को केन्द्र में रखकर कवि लिखते हैं - "सम्मानित जो सकल विश्व में, महिमा जिनकी बहुत रही है/अमर ग्रन्थ वे सभी हमारे, उपनिषदों का देश यही है/गाएँगे यश हम सब इसका, यह है स्वर्णिम देश हमारा/आगे कौन जगत में हमसे, यह है भारत देश हमारा।"4 वे अपनी काव्य कृतियों में एक आदर्शवादी मार्गदर्शक के रूप में हमारे सामने आते हैं तथा उन्होंने अपने देश, अपनी संस्कृति और अपनी सभ्यता के प्रति अत्यधिक अनुराग रखते हुए राष्ट्रीय भावनाओं को प्रश्रय दिया है।

सदियों से धर्म व्यवस्था की आड में सवण की कर मानसिकता

उसकी असम्यता का प्रतीक रही है। इसके आधार पर वह अपने सार्थकों की पूर्ति हेतु समाज में असमानता की स्थिति उत्पन्न कर एक बड़े वर्ग का शोषण करता आ रहा है। इनके कुकृत्यों के शिकार वर्ग का पक्ष लेकर भारतीय अपनी संवेदना को स्पष्ट करते हैं। असमानता के इस वातावरण को बदलने का प्रयास 'वन्दे मातरम' शीर्षक कविता करती है - "आओ गाएँ वन्देमातरमभारत माँ की वन्दना करें हम/ऊँच-नीच का भेद कोई हम नहीं मानते/जाति-धर्म को भी हम नहीं जानते/ब्राह्मण हो या कोई और, पर मनुष्य महान है/इस धरती के पुत्र को हम पहचानते।" 5

भारती के प्रगतिशील एवं समाज सुधारक व्यक्तित्व ने सब को प्रभावित किया था। हमारे देश में व्याप्त जाति-प्रथा की व्यवस्था का ब्राह्मण परिवार में जन्मे भारती जी ने उल्लंघन किया था। उन्होंने अपनी रचनाओं में जाति प्रथा को समूल उखाड़ फेंकने का सन्देश दिया है।

वर्णव्यवस्था पर प्रहार करते हुए, देश की एकता पर बल देते हुए उन्होंने लिखा है - "हम से हैं ताकत हमारी, विभिन्नता में एकता/शत्रु भय खाता है हमसे, एकजुटता हमारी देखता/सच यही है, जान लो, यही है वह अनमोल ज्ञान/दुनिया में बनाएगा जो, हमें महान में भी महान।" 6

भारतीय संस्कृति विश्व की सबसे समृद्ध एवं संपन्न संस्कृति है, जिसकी मूल पहचान अनेकता में एकता है। हमारे देश में अलग-अलग जाति एवं धर्म को माननेवाले लोग रहते हैं, जिनकी परंपरा - रीतिरिवाजों में काफी अंतर है, पर यहाँ सभी लोग मिलजुलकर प्रेम से रहते हैं। भारत की आजादी से पहले अंग्रेजों ने अपने कुतंत्रों से भारत की एकता को कमजोर करने की कोशिश की थी। लेकिन विदेशी ताकतों का भारतीय एकता और अखंडता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ा। भारती जैसे राष्ट्रप्रेमी कवियों ने समाज को एकता का मार्ग दर्शाया था।

जातिगत पुरानी दृष्टि से दलित को अस्पृश्य, अछूत आदि माना गया। वर्णव्यवस्था के तले दबाकर, कुचलकर उच्चवर्ग ने उनका शोषण किया था। जातिप्रथा राष्ट्र के विकास में मुख्य बाधा है। इसी सच्चाई को भारती ने 'आजादी का एक पल्लु' शीर्षक कविता में व्यक्त किया है - "आजादी ली है हमने, बात हमारे हक की/अब हम सभी बराबर हैं, यह बात हो गई पक्की/विजयघोष का शंख बजाकर चलो, विश्व को बतलाएँ/आजादी ले ली है हमने, इसकी खुशी मनाएँ।" 7

अंग्रेज साम्राज्यवादी सरकार ने दलितों को दबे-कुचले वर्ग के नाम से अभिहित किया था। सभी दलितों के साथ भेदभाव होता था, उन्हें उनके हक से वंचित भी किया था। बीसवीं सदी की शुरुआत में दलितों की हालत, सामाजिक, शैक्षिक और आर्थिक तौर पर बहुत बुरी थी। इस वर्ग की प्रगति के लिए कई आंदोलन किए गए। अंत में दलितों को अपना हक एवं आजादी मिली।

आजादी के बाद बने भारत के संविधान में दलित हितों के संरक्षण के लिए कई व्यवस्थाएँ की गयीं। शासन व्यवस्था के हर दर्जे में उन्हें भी स्थान प्राप्त हुआ। अपने अस्तित्व के लिए उस वर्ग ने संघर्ष किया था। सामाजिक समानता की माँग करते हुए उन्होंने लिखा है - "बहा पसीना तन का अपने, जो खेतों में मरता/उठा हथौड़ा, कर मजदूरी, उद्योगों में खटता/उसकी जय-जयकार करेंगे, हम उस पर सब कुछ

वारें/जो हराम की खाता है, उसको हम धिक्कारें/नहीं झुकेंगे, नहीं सहेंगे, शोषण को मार भगाएँ।" 8 उनकी यह रचना नए इतिहास निर्माण की ओर इशारा करती है। शोषण की लकीर को मिटाकर नए रास्ते की तलाश इसमें विद्यमान है। ब्राह्मणवाद, जातिवाद और तानाशाही वर्ग के खिलाफ विरोध, नकार एवं बहिष्कार का सशक्त स्वर यहाँ गूँजता है।

भारती उदार और विशाल हृदय के देशभक्त कवि थे। वे देश के हित को सर्वोपरी मानते थे। अपनी राष्ट्रप्रेम की भावना को "जा, जर्जरित भारत, जा। आ, नवभारत, तू आ" शीर्षक कविता अभिव्यक्ति देती है - "कान्तियुक्त आँखों वाले भारत आ! / दृढ़ संकल्पोंवाले भारत आ! / मनमोहक वाणीवाले भारत आ! / ताकतवर कन्धोंवाले भारत आ! / निर्मल मति-गति वाले भारत आ! / ओछेपन को देख खौलनेवाले भारत आ! / दीनों के दुःख में रोनेवाले भारत आ! / वृषभ शान से चलनेवाले भारत आ।" 9

उनके मन में उपनिवेशवादी नीतियों के विरुद्ध भारतीयता की प्रतिक्रिया के परिणामस्वरूप ही देशप्रेम की भावना उमड़ती है। अपने देश की आन-बान-शान पर वे चिंता करते हैं। अपने देश की अस्मिता की रक्षा के लिए वे प्रयत्न करते हैं। कवि एक ओर कान्तियुक्त, दृढ़ संकल्पवाले, ताकतवर देश की कल्पना करते हैं। दूसरी ओर कान्तिहीन, दुर्बल, निष्प्रभ एवं जर्जरता से भारत की मुक्ति की चाह करते हैं।

भारती ने सच्चे देशभक्त बनकर देश की प्रगति के लिए प्रयास किया था। सन 1900 तक वे भारत के राष्ट्रीय आन्दोलन में पूरी तरह जुड़ चुके थे। आजादी के आन्दोलन में भाग लेने के कारण उन्हें जेल भी हुई थी। निर्भय होकर वे देश के शत्रुओं से लड़े थे। विदेशी ताकतों के जिरह 'निर्भय' शीर्षक कविता में उन्होंने आवाज बुलंद की है - "निर्भय, निर्भय, निर्भय! ध्याहे पूरी दुनिया हमारे विरुद्ध हो जाए, / चाहे हमें अपशब्द कहे कोई, चाहे हमें ठुकराए चाहे हमसे छिन ली जाएँ जीवन की सुविधाएँ।" 10

उनमें निर्भयता का सद्गुण अवश्य रहा है। वे इसके द्वारा महान पथ पर अग्रसर हुए थे और समाज की हानिकारक परम्पराओं को मिटाने के श्रम किया था। निर्भयता का मार्ग अपनाकर उन्होंने मनुष्य की जीवन्त आत्मा का प्रमाण दिया था।

निष्कर्ष :

महाकवि भारती ने अपनी रचनाओं के माध्यम से राष्ट्र और पीड़ित देशवासियों की सेवा करने की कोशिश की थी। वे एक प्रगतिशील भारत की कामना करते हैं। पूरे देश की जनता को एकता के सूत्र में बाँधना चाहते थे। विश्व प्रसिद्ध महाकवि होने के साथ-साथ उन्होंने तमिल भूमि और भारत भूमि को गौरवान्वित किया। इक्कीसवीं सदी में उत्तराधुनिक सभ्यता मानव के यथार्थ को बदरंग करती जा रही है। इसलिए निश्चित रूप से यह कहा जा सकता है कि सुब्रह्मण्य भारती का काव्य आगे भी प्रासंगिक एवं महत्वपूर्ण रहेगा।

डॉ. प्रिया ए.

असिस्टेंट प्रोफेसर

हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज

पाम्पाडी, कोडुगुर, कर्नाटक-686502

सहोदरी पत्रिका-2021





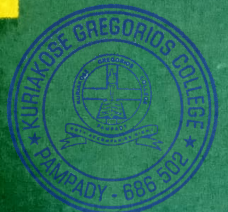
जन विकल्प

14-15

समकालीन लंबी कविताओं से
एक यात्रा

युद्ध और शांति सृष्टि चक्र परे जंगल कथा
आद्य नायिका भूखंड तप रहा है परे वाघ के वसंत
अभी तो शोक सभा बाघ के कबूतर
उठो मेरे देश इबकर इबा नहीं हरसूद
बाघ और सुगुना मुंडा की बेटी
गाँव का सपेरा हत्या श्रृंखला की...
मंदिर लेन आइना-हिए कर्पू खुला है
मोर नाच जनता का आदमी
लकड़हारे की अधूरी कविता जिधर कुछ नहीं
अहल्या कालयात्री फिलहाल साँप कविता
मुश्किल आसानियों का सफरनामा 1857 के डे. सौ वर्ष में
बँधक देश उजाले में अजानबाहु

विकल्प, तृशूर



संवेदनशील यथार्थ की कविता

डॉ. प्रिया ए.

लीलाधर मंडलोई हिन्दी कविता के फलक पर एक महत्वपूर्ण नाम है। उनका काव्य-संसार वर्तमान भारतीय समाज के प्रति गहरी संवेदनात्मक उन्मुखता या लगाव प्रमाणित करने वाला है। इनकी कविताओं में एक सामान्य आदमी का सुख-दुःख है, जिसे सामान्य ढंग से अभिव्यक्त किया गया है। वे जीवन की कठोर सच्चाइयों को भी दर्ज करते हैं। उनकी कविताएँ पाठकों की संवेदना को भी विस्तृत करती हैं। वे छीजती हुई संवेदना के इस कठिन दौर में मनुष्यता को बचाने की कोशिश करते हैं। उनकी कविताएँ हमें हताश नहीं करतीं, बल्कि जीवन की जद्दोजहद में और डूबने की प्रेरणा देती हैं। उनकी कविताएँ जीने और जीतने की मानव इच्छा को प्रबल करती हैं और दुःखों से लड़ते हुए जीवन की सुन्दरता को आत्मसात करने की दृष्टि देती हैं।

लीलाधर मंडलोई की लंबी कविता है 'अमर कोली'। उनकी कविता में सामान्य मनुष्य की वेदना को प्रखर अभिव्यक्ति मिली है। प्रस्तुत कविता में उन्होंने न्याय और अधिकारों से वंचित समाज और जीवन के संघर्ष में अंतिम पायदान पर खड़े मनुष्य की पीड़ा को शब्दबद्ध किया है। उनकी रचनाएँ अपनी बहुआयामिता में संवेदना की एक नयी दुनिया गढ़ती हैं। मनुष्य के प्रति गहरे रागात्मक लगाव और हाशिए की अस्मिताओं से जुड़ी उनकी कविता एक प्रखर स्वर बनकर मानव और प्रकृति की एकजुटता, प्रेम और संघर्ष के अनेक पहलुओं को अभिव्यक्त करती है। 'अमर कोली' में उन्होंने क्षतिग्रस्त समाज में मानवीय उपस्थिति का पुनर्वास करने का प्रयास किया है। कठिन और निर्मम होते वैश्विक परिदृश्य में मनुष्य विरोधी शक्तियों को पहचानने के लिए यह कविता हमें प्रेरित करती है।

लीलाधर मंडलोई ने अपने चारों ओर की दुनिया को बहुत ही तन्मयता के साथ परखने की कोशिश की है। उन्होंने एक सामान्य आदमी के सुख-दुःख को सामान्य ढंग से लिखने का प्रयास किया है। 'अमर कोली' शीर्षक लंबी कविता में उनका यही दृष्टिकोण हमारे सामने आता है। इसमें व्यक्ति और समाज, आत्मिक जीवन संदर्भों और बाहरी परिवेश, विध्वंसात्मक और मानवविरोधी शक्तियों की आपसी टकराहट से सर्जित और प्रेरित होती है। मानवीय जीवन संदर्भों के विस्तृत आयामों के, प्रसंगों के अनुस्पन्दन इसमें उभरते हैं। जीवन यथार्थ की जटिल संवेदना की अभिव्यक्ति सशक्त रूप में इसमें प्रतिफलित है। विसंगत सामाजिक परिदृश्य के साथ व्यक्ति मन की अव्यवस्थित मानसिकता के चित्रण हेतु कविता का आकार बढ़ता गया है।

'अमरकोली' सात खंडों की मार्मिक कविता है जो हमारी संवेदना को विस्तार देती है। इसमें आम आदमी की जीवन गाथा को अनेक प्रसंगों के माध्यम से चित्रण किया है। उन्होंने इस समस्यामूलक जनवादी कविता के द्वारा छीजती हुई संवेदना के इस कठिन दौर में मनुष्यता को बचाए रखने का प्रयास किया है। इस कविता का नायक 'अमर कोली' है जो राजनीतिक व्यवस्था का विरोध करता है। उसकी हत्या की खबर के साथ कविता का प्रारंभ होता है। ऐसी विध्वंसात्मक घटना को कवि ने इस प्रकार अंकित किया है - "मारा गया सड़क के ऐन बीच इस तरह/ कि आत्महत्या से



२०. श्री. एल.म.क.रा.पो.ओ, पेरंडूर, कोच्ची-६८२०२६.
मो. ९९६१६३६९८५.
२१. वी.जी. गोपालकृष्णन, मो. ९४४६३५८५३४.
२२. पी. रवि, मो. ९४४६२६९३६५.
२३. रामप्रकाश, प्रोफेसर, हिंदी विभाग, श्री वेंकटेश्वर विश्वविद्यालय, तिरुप्पति।
२४. पद्मप्रिया, हिंदी विभाग, पोंडिच्चेरी विश्वविद्यालय, पुतुच्चेरी।
२५. नीलाभ कुमार, सहायक प्रध्यापक, शासकीय विज्ञान महाविद्यालय, अंबिकापुर, जिला - सरगुजा, छत्तीसगढ़-४९७००१.
२६. शिगेष जी.एस, शोधार्थी, हिंदी विभाग, शंकराचार्य विश्वविद्यालय, कालटी-६८३५७४. मो. ९९९५४७०५५०७.
२७. रामप्रसाद रजबर, ५३-ए, गली नं.३, डीप एन्केलेव पार्ट-२, विकास नागर, उत्तम नगर, नई दिल्ली-११००५९.
२८. विंध्याचल यादव, सहायक प्रोफेसर, हिंदी विभाग, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी। मो.८००४१३०६३९.
२९. रघुवंश मणि - मो. ९४५२८५०७४५.
३०. के.जी. प्रभाकरन, पूर्व प्राचार्य, सुरभी, कोडुंगल्लूर, तृशशूर, केरल-६८८६६४.
३१. के.के. वेलायुधन, मो. ९४४७६०५५१६.
३२. जयकृष्णन के.एम., मो. ९४९६५२७५०८.
३३. प्रिया ए., हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज, पाम्पाटी, कोट्टयम, केरल-६८६५०२. ९४४७२९४२२७.
३४. दिनेश कुमार माली, तालचे, ओडिशा।
३५. यासमिन अशरफ, कन्सल्टेन्ट, सेल फॉर लेशनल सेंटर फॉर लिटेरसी, एनसीआरटी, नई दिल्ली। मो. ७०६५७४६९५९.
३६. नीरज कुमार द्विवेदी, असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग, दयानंद वैदिक कॉलेज, उरऊ, जनपद जालौन, उत्तर प्रदेश। मो.९४५१४०८९४८.
३७. सुनिलकुमार शॉ, हिंदी विभाग, नेहू, शिलांग, मेघालय-७९३०२२. मो. ८६१७३०१८४२.
३८. राहुल शर्मा, शोधार्थी, हिंदी विभाग, विद्यासागर विश्वविद्यालय।
३९. प्रणव कुमार ठाकुर, मो. ९९५८०६०१०१.
४०. अनुज लुगुन, सहायक प्राध्यापक, हिंदी विभाग, दक्षिण बिहार केन्द्रीय विश्वविद्यालय, गया। मो. ७६७७५७०७६४.





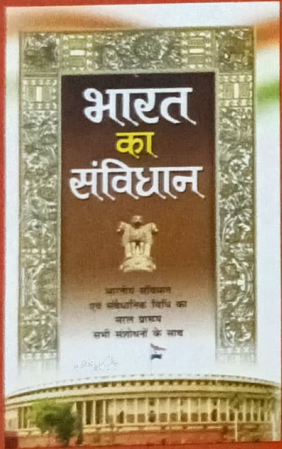
यू.एस.एम.

ISSN 2321-7022

पत्रिका

मार्च 2023

1984 से निरन्तर प्रकाशित



★ हम भारत के लोग !

लोकतांत्रिक व्यवस्था
में सुधार का अभियान

★ राष्ट्रभाषा स्वाभिमान

हिंदी को राष्ट्रभाषा का
गौरव दिलाने का संकल्प

“इस गुलाल के हर इक कण में
प्रेम और सद्भाव मिला हो,
भूले नहीं मनुज मानवता
चहुंदिश स्नेह का रंग घुला हो।”



मलयालम कविता में सामाजिक सद्भावना के आयाम

डॉ. प्रिया ए.

साहित्य की चिन्ता के केन्द्र में मनुष्य और उसका समाज है। बेहतर समाज की संकल्पना मानवीय मूल्यों की प्रतिष्ठा से ही संभव होती है। सहानुभूति, संवेदना और करुणा आदि ही मानवीय मूल्यों के प्रतिष्ठापक हैं। जीवन में इनका समावेश जीवन-मूल्यों की प्रतिष्ठा है। जीवन मूल्यों की प्रतिष्ठा मानवीय मूल्यों के सरोकार के बिना असंभव ही है। मानवता का कल्याण विश्व बन्धुत्व की कामना से ही संभव है। सामाजिक तथा राजनीतिक जीवन को समझने में भी मानवीय मूल्य महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। मानवीय मूल्यों को परिभाषित करना कठिन है, पर वे अनिवार्य रूप से नैतिक मूल्य हैं, जो सभी मनुष्यों पर लागू होते हैं। मलयालम की कविता में सामाजिक सद्भावना से युक्त विविध जीवन प्रसंगों को स्थान दिया गया है। वर्तमान समय की विद्रूपताओं के खिलाफ आवाज बुलंद करने के साथ-साथ प्रेम और सद्भावना की आवश्यकता को भी रचनाओं के माध्यम से संप्रेषित किया गया है।

सामाजिक-साँस्कृतिक स्वत्व की पहचान को श्रेष्ठ बनाने में जनता की व्यावहारिक भाषा का योगदान बहुत ही महत्वपूर्ण होता है। साहित्य से ही भाषा को सुदृढ़ बनाने वाली ताकत संभव होगी। साहित्य की सशक्त विधा कविता भाषा को सुदृढ़ बनाने के लिए उत्तम जरिया है जो अन्य विधाओं की तुलना में सबसे महत्वपूर्ण है। केरल में कविता के माध्यम से ही मलयालम भाषा का विकास हुआ था। तद्वारा ही केरल की एकता की संकल्पना एवं उसकी यथार्थ भावना मलयालम साहित्य के तहत परिपूर्ण होगी। ऐसी सच्चाई को हम अनदेखा नहीं कर सकते। मुख्यतः कविता से विकसित हुए हमारी भाषा का शक्ति सौंदर्य से ही केरल व मलयाली के स्वत्वबोध का आविष्कार होता है। एषुत्तच्छन को मलयालम भाषा के पिता के रूप में प्रतिष्ठित करने के साथ-साथ गीत के

परम्परागत संस्कार एवं लोक मिथक तत्वों से संपन्न विरासत को भी साहित्य के अंतर्गत जोड़ा गया है। इन सभी तत्वों के मेल से विकसित भाषा द्वारा ही हमारा साहित्य और समाज विकसित हुआ। अर्थात् मलयालम भाषा की उत्पत्ति एवं विकास व्याकरण की क्लिष्टता से या चमत्कारों की जादुई दुनिया से मात्र संभव नहीं हुआ है।

समसामयिक केरल के जनजीवन की शुरुआत होकर साठ वर्ष पूरे हो चुके हैं। इस माहौल में मलयालम कविता की संवेदनात्मक आयामों के बदलाव की और उसके विकास की जाँच-पड़ताल वांछनीय होती है। हमारी इस मिट्टी पर सामाजिक स्तर पर नवोत्थान के कई प्रयास हुए थे। इसके कारण ही केरल की जनता के जीवन में कई प्रकार की क्रांति एवं संघर्ष का इतिहास भी शामिल है। केरल के नवोत्थान के अन्तर्गत सवर्ण जातियों के वर्चस्व हेतु उभरे जातिपरक असमानता के विरुद्ध लंबे समय तक क्रांति और संघर्ष हुए थे। कविता इन संघर्षों के प्रति अपनी पक्षधरता अदा कर रही थी। कुमारनाशान जैसे कवियों की कविताएँ सामाजिक साँस्कृतिक उत्थान के दायित्व को निभा रही थीं। समाज के उन्नायक आशान के कवितालोक ने नवोत्थान की कविता व कविता के नवोत्थान का आकार ग्रहण किया था।

इसके बहुत पहले ही मलयालम भाषा की शुद्धता और प्रवाहमयता को चेरुशरी की कृष्णगाथा से पाठकों ने अनुभव किया था। एषुत्तच्छन के किलिप्पाट्टु धारा ने हमारी भाषा को ज्यादा पुष्ट किया। कुंजन नंबियार की तुल्लल धारा एवं पून्तान की भक्तिकाव्य धारा ने मलयालम कविता को अनेक भावुक धरातलों पर मुड़ने के लिए प्रेरणा दी। आदिकाल के कवियों (चेरुशरी, एषुत्तच्छन, कुंजन नंबियार) से आधुनिक कवियों तक

माध्यमगीय मलयालम समाज के मानसिक द्वंद्व एवं शोषण की प्रक्रिया को दर्ज करने वाली हैं। इसके कारण अव्यपन और उनकी कविताओं की लोकप्रियता बढ़ी।

नब्बे के अंतिम दशक एवं इक्कीसवीं सदी के शुरुआती समय में कविता में कई प्रकार के भावनात्मक बदलाव आए। आधुनिकतावाद के खेमे से मुक्त होकर कविता ने उत्तराधुनिकता के परिवेश में प्रवेश किया था। कुरीप्पुषा श्रीकुमार जैसे कवियों ने कविता को विस्तृत आयाम देने का प्रयास किया था। इस दौर में पारिस्थितिक संकट, दलित-स्त्री-आदिवासी समाज की समस्याएँ कविताओं में उभरकर आने लगीं। समानांतर रूप में कई आंदोलन भी यहाँ हुए थे। समाज में हाशिएकृत वर्ग को केन्द्र में लाने का प्रयास ही रचनाओं का लक्ष्य बना था। इस समय में कविता आधुनिकता के शोरगुल एवं स्थूल परिवेश से दूर रही थी। मलयालम की नई कविता हाशिएकृत शब्द व समाज को सूक्ष्म रूप से रेखांकित करने लगी। एस. जोसफ की कविता में इस सफल प्रयास की शुरुआत देखने को मिलती है। करुत्त कल्ल (काला पत्थर), मीनकारन (मछली बेचनेवाला), आइडेंटिकार्ड (पहचान पत्र) जैसी उनकी रचनाएँ कविता की दुनिया में मौलिक ढंग के भावनात्मक वातावरण का निर्माण करने वाली थीं। पी.एन. गोपीकृष्णन, अनवर अली, पी. रामन, पी.पी. रामचंद्रन, मोहनकृष्णन, ओ.पी. सुरेश, विनोद वैशाखी, बी.एस. राजीव आदि कवियों के रचना संसार ने मलयाली समाज की पारिस्थितिक, भौगोलिक ढंग के बदले हुए परिदृश्य का आविष्कार किया था। वीरानकुट्टी की कविताएँ प्रेम और पारिस्थिति के एक नए अनुभव यथार्थ को चित्रित करने लगी थी। मलयालम की नई कविताओं में बड़े सुविधाभोगी समाज की जीवन गाथा का ही नहीं बल्कि, असुविधात्मक ढंग से जीने वाले छोटे मनुष्यों की जीवन गाथा की व्याख्या भी स्पष्ट रूप में प्रतिफलित हुई थी।

मलयालम की दलित कविता नई कविता के द्वारा ही सशक्त बनती है पर इसके पहले ही दलित कविता की ताकत देखने को मिलती है। के.के.एस. दास, राघवन अत्तोली, शशि मधुरवेली, वी.के. नारायणन आदि कई कवियों ने दलित जीवन के यथार्थ को अपनी कविताओं

के माध्यम से शब्दबद्ध किया है। नई कविता की धारा को भावबोधक ढंग से सशक्त बनाने का कार्य इसके द्वारा पूर्ण होता है। एस. जोसफ, एम.बी. मनोज, एन.आर. रेणुकुमार, बिनू एम. पल्लिप्पाड, सी.एस. राजेश आदि कई कवि मलयालम की नई कविता के सशक्त हस्ताक्षर होते हैं। मलयालम दलित कविता की पहचान इनकी रचनाओं से ही प्राप्त होती है। विजिला चिरप्पाड, धन्या एम.डी. आदि कवयित्री नई कविता के स्त्री लेखन को चिन्हित करती हैं।

केरल के साठोत्तर बरस में नई कविता के बृहत आयामों का परिचय मिलता है। श्रीकुमार करियाड, एम. एस. बनेष, अजीष दासन, एस. कलेश, एस. कण्णन, कलत्तरा गोपन, संतोष कोडनाड, सजीव अयमनम, डी. येशुदास, डी. अनिल कुमार आदि कवियों की रचनाएँ उत्तराधुनिक मलयाली जीवन के जिरह सवाल करती हैं। वी.एम. गिरिजा, अनिता तंपी, रोस मेरी, रोसी तंपी जैसी कवयित्रियों ने पुरुषवर्चस्ववादी दृष्टिकोण पर प्रतिरोध जाहिर किया।

मलयालम की कविताओं के माध्यम से केरल की सामाजिक - साँस्कृतिक जीवन के सूक्ष्म व स्थूल रूप से हुए निशानों की उपस्थिति को परखा जा सकता है। मलयालम की नई कविता में कविता की भावुकता व भाषाई विकास के साक्ष्य को प्रतिष्ठा मिलती है। हम निस्संदेह रूप में बता सकते हैं कि इस गतिशीलता से केरल की कविता का भविष्य स्वस्थ दिशाओं से होकर नए क्षितिज की ओर जरूर उन्मुख होगा।

संदर्भ :

1. डॉ. कलपेट्टा बालकृष्णन - मलयाल साहित्य चरित्रम
2. सच्चिदानंदन - मलयाल कविता पठनंगल
3. एन. अजयकुमार - आधुनिक मलयाल कवितकल
4. डॉ. एस. राजशेखरन - कवितयुडे जातकम
5. इडरशोरि - इडरशोरियुडे प्रबंधंगल
6. एम.आर. राघव वारियर - मलयाल कविता- आधुनिकतयुम पारम्पर्ययुम

-असिस्टेंट प्रोफेसर, हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज
पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल - 686502



Impact Factor-8.575 (SJIF)

ISSN-2278-9308

B.Aadhar

Peer-Reviewed & Refreed Indexed

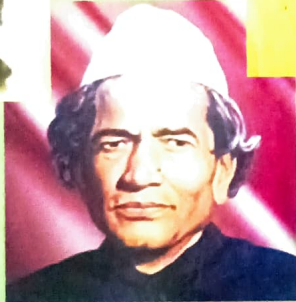
Multidisciplinary International Research Journal

January-2023

(CCCLXXXIII) 383-A

स्वाधीनता आंदोलन में

हिंदी भाषा, साहित्य, फिल्म और पत्रकारिता का योगदान



Chief Editor

Prof. Virag S. Gawande

Director

Aadhar Social
Research & Development
Training Institute Amravati

Executive Editor

Dr. M.N. Kolpuke

Principal

Maharashtra Mahavidyalaya,
Nilanga Dist. Latur

Editor

Dr. Govind G. Shivshette

Department of Hindi,
Maharashtra Mahavidyalaya,
Nilanga Dist. Latur



This Journal is indexed in :

- Scientific Journal Impact Factor (SJIF)
- Cosmos Impact Factor (CIF)
- International Impact Factor Services (IIFS)

For Details Visit To : www.aadharsocial.com

Aadhar P



माखनलाल चतुर्वेदी की कविता में राष्ट्रीयता का स्वर

डॉ. प्रिया ए.

अमिस्टेंट प्रोफेसर हिंदी विभाग, के.जी. कॉलेज पाम्पाडी, कोट्टयम, केरल-686502
मोबाईल – 9447294227 / 9946318613, Email : priyauday111@gmail.com

शोध सारांश

स्वतंत्रता आंदोलन हमारे गौरव एवं आत्मसम्मान का प्रतीक है। यह संपूर्ण भारतवासियों की मुक्ति का आंदोलन रहा है। बेहद कठिनाई के दौर से हमें गुजरना पड़ा था। इस संग्राम में कई लोगों ने अपनी कुर्बानी दी थी। स्वतंत्रता आंदोलन से प्रभावित और राष्ट्रीयता के लिए समर्पित कवियों की हिंदी में सुदीर्घ परंपरा रही है। उस युग के कवियों ने अपनी रचनाओं के माध्यम से जन-जन के अंतर्स में देशभक्ति का संचार किया। भारतीय स्वतंत्रता संग्राम को गति प्रदान करने में माखनलाल चतुर्वेदी का प्रमुख स्थान है। इन्होंने पराधीनता को जीवन का सबसे बड़ा अभिशाप मानते हुए देशवासियों को क्रांति और नवजागरण का मार्ग दिखाया।

बीज शब्द :- स्वतंत्रता आंदोलन, संस्कृति, नवजागरण, आत्मवलिदान, उपनिवेशवाद, क्रांतिकारी, अत्याचार, राष्ट्रीयता, राष्ट्रोत्थान

पं. माखनलाल चतुर्वेदी का प्रमुख स्वर क्रांति का स्वर रहा। देश को गुलामीपन से मुक्त करने के लिए उन्होंने भारमक प्रयास किया। भारतियों के प्रति अंग्रेजों के अत्याचार के विरुद्ध उन्होंने संघर्ष किया था। अनाचार से मुक्ति पाने के लिए जनता को जागरूक किया। जनजागरण की स्वदेशी प्रकाश में राष्ट्रीय एकता और पुनरुत्थान की भावना को वे 'अमर-राष्ट्र' शीर्षक कविता में प्रस्तुत करते हैं -

"अमर राष्ट्र

उदंड राष्ट्र

उन्मुक्त राष्ट्र

यह मेरी बोली

यह सुधार समझौतों वाली

मुझको भाती नहीं ठिठोली।"¹

भारतीय जनता को जागरूक करने के उद्देश्य से उन्होंने कर्मवीर साप्ताहिक का प्रकाशन किया। इससे ब्रिटीश संस्था पर प्रहार का आयोजन किया। जनमानस में निर्भिकता एवं ओजस्विता का संप्रेषण किया एवं आज़ादी की लड़ाई में कुर्बानी के लिए प्रेरित किया।

हमारे देश का अतीत बड़ा ही समृद्ध और वैभवपूर्ण रहा है। भारत की सभ्यता एवं संस्कृति भी बहुत प्राचीन है। भारतीय सभ्यता व संस्कृति अनेक घात-प्रतिघातों के बाद भी अत्यंत समृद्ध है। अपने देश और गरिमामयी संस्कृति का वर्णन अपनी कविता 'प्यारे भारत देश' में वे यों करते हैं -

"प्यारे भारत देश

गगन-गगन तेरा यश फहरा

पवन-पवन तेरा बल गहरा

प्यारे भारत देश।"²

महात्मा गाँधी जी के साथ-साथ चतुर्वेदी जी ने भी स्वतंत्रता आन्दोलन में सहभाग लिया था। असहयोग आन्दोलन में भाग लेने के कारण उनकी गिरफ्तारी भी हुई थी।

प्रत्येक भारतीय के लिए गर्व की बात यह है कि उसका जन्म भारत की पुण्य भूमि पर हुआ है। पर हुआ है। अंग्रेजों ने भारत की आर्थिक संपदा के साथ धार्मिकता का संतुलन भी बिगाड़ दिया था। क्रांतिकारी भावना के साथ लेखकों के मन में आक्रोश पैदा हुआ था। 'पुष्प की अभिलाषा' शीर्षक कविता इस भाव को अभिव्यक्त करती है -

"मुझे तोड़ लेना वनमाली

उस पथ पर देना तुम फेंक

मातृभूमि पर शीश चढ़ाने

जिस पथ जावें वीर अनेक।"³



Superparamagnetic characteristic of surface capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles reinforced polycarbonate nanocomposite fibers with mixed magnetic phases



Thomas Baby^{a,*}, Thi Hong Chuong Nguyen^{b,c}, Tomlal Jose E^d, Jacob Mathew M^d, Subin P. John^d, R.N. Rai^{e,*}, Vandana Srivastava^f, Quyet Van Le^{g,*}, Laxman Singh^{h,*}

^a Kuriakose Gregorios College Pampady, Kottayam, Kerala, India

^b Institute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang 550000, Viet Nam

^c Faculty of Environmental Chemical Engineering, Duy Tan University, Da Nang 550000, Viet Nam

^d St Berchmans College, Changanachery, Kottayam, Kerala, India

^e Department of Chemistry, Institute of Science, Banaras Hindu University, Varanasi 221005, India

^f Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, Banaras Hindu University, Varanasi 221005, India

^g Department of Materials Science and Engineering, Korea University, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Republic of Korea

^h Department of Chemistry, Siddharth University, Kapilvastu, Siddharth Nagar 272202, U.P., India

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 October 2022

Received in revised form 25 January 2023

Accepted 26 January 2023

Available online 30 January 2023

Keywords:

Superparamagnetic

Nanocomposite

Electrospinning

Coercivity

Hyperfine field

ABSTRACT

The purpose of this work is to prepare magnetic polycarbonate nanocomposite fibers from nonmagnetic polycarbonate material by electrospinning method. This was achieved by the incorporation of oleic acid capped magnesium zinc ferrite ($Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$) nanoparticles during the spinning process. The presence of uniformly distributed surface capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles in the polymer nanofibers was detected by TEM investigation. The nanocomposite fibers retained and exhibited the excellent surface morphology as that of the plane polycarbonate fibers prepared under the same solution and spinning parameters. FT-IR and XRD studies revealed that, there did not happen any degradation to the polycarbonate material even with a high nanofiller load or under a high applied potential during electrospinning. UV-Visible spectral study shows that the polycarbonate nanocomposite fibers attained attractive visible light absorption power. The increased polymer entanglement by the proper interaction with the ferrite nanoparticles attributes to the increase in the glass transition temperature of the nanocomposite fibers. The VSM analysis was carried out to find the magnetic parameters like saturation magnetization, coercivity and retentivity of the composite fibers. Mossbauer spectral analysis was done to know the isomer shift, quadrupole splitting and the average hyperfine field. PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ composite nanofibers exhibit quadrupole splitting values between 0.35 and 0.57 mm/s

© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

A large number of natural and synthetic polymers were successfully utilized to prepare a handful of useful nanocomposite materials. Polymer nanocomposite materials molded in nanofiber form have made sufficient attention [1–3]. High aspect ratio is one of the major attractions of a polymer nanocomposite material made as uniform thin fibers [4–6]. The aforesaid property has been

successfully utilized to generate a vast number of nanocomposite fibers in material science-based utilities. Many polymer nanocomposite fibers were reported by incorporating inorganic compound nanoparticles, metal nanoparticles, or magnetic nanoparticles. Looking deep into the arena of the applications of nanocomposite fibers, it spans from minute device materials to complex bio-medical applications. The boundless candidature extent to the preparation of tissue scaffolding materials, wound healing applications, solar cells, sensor materials, nano-generators, capacitors and so on [7–10]. Different methods were adopted to prepare polymer nanocomposite fibers based on the applications concerned. Electrospinning is considered as the most convenient and effective technique for the mass production of long and continuous fibers

* Corresponding authors.

E-mail addresses: thomas.babyv22@gmail.com (T. Baby), rn_rai@yahoo.co.in (R.N. Rai), quyetbk88@korea.ac.kr (Q.V. Le), laxmanresearcher@suksn.edu.in (L. Singh).



[11,12]. Spinning in an electric field has a tremendous influence on shaping up the surface morphology, pore size, and other fiber properties [13–16]. In electrospinning, the electric potential applied at the needle tip helps the polymer jet to overcome the surface tension forces. The splaying and splitting of the polymer jet into a number of mini-jets finally turned into dry fibers.

Polycarbonate (PC) stands out as one of the most useful engineering materials with multifaceted applications [17,18]. Moreover, the key factors for its great attraction are excellent stiffness, rigidity, transparency, thermal stability, attractive optical and electrical properties [19–22]. It is a suitable thermoplastic material for molding superior utilities with favorable size, shape and properties. PC is also a favorable matrix material for a number of nanoparticles. There were a lot of studies regarding the properties and applications of PC composites with different morphologies. However, there is few number of research works regarding the preparation and properties of PC nanocomposites embedded with magnetic nanoparticles [23–25]. Magnetic nanomaterials like spinel ferrites were reported as excellent fillers to make polymer nanocomposite materials [26–28]. The applications of spinel ferrites include photocatalysis, to make microwave components, magnetic fluids, gas sensors, magnetic data storage, drug delivery and MRI technology. These ferrites exhibit excellent properties due to their large surface area, good thermal stability, high chemical stability, outstanding magnetism and good electrical qualities [29].

Magnesium-zinc ferrites ($Mg_xZn_{1-x}Fe_2O_3$) are important spinel ferrites with low toxicity and deemed to have excellent magnetic, electrical and microwave properties [30–33]. These spinel ferrite nanoparticles were reported to have efficient toxic metal ion absorption capacity from an aqueous medium. After absorption, the ferrites can be easily removed from water by applying a magnetic field [34]. Among various magnesium zinc ferrite nanoparticles, $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ is reported to possess attractive magnetic properties [33]. These are reported to be low-cost bio-compatible magnetic spinel ferrites with high permeability, electrical conductivity and permittivity. Magnesium zinc ferrites due to their noticeable induction heating properties are acting as mediators in hyperthermia treatment [29]. The alkaline nature of magnesium ion in the ferrite can promote the active site and improve the catalytic properties of magnesium zinc ferrites [35]. Magnesium zinc ferrite nanoparticles were also reported to have gamma ray blocking power. Ionizing radiation like gamma radiation is a serious threat to networking, wireless and electronic industries. Magnesium zinc ferrites incorporated polymers were reported to have EMI shielding properties [36]. The unusual super para-magnetism possessed by such materials is mainly endorsed due to the inverse to mixed spinel redistribution. The physical and other properties like magnetism and dielectric properties of the metal-doped ferrites mainly depend on the method of synthesis [31]. The magnetic nanoparticles usually show a tendency to agglomerate among themselves due to the presence of a large surface area available for segregation. A large-scale agglomeration is a barrier for the homogeneous distribution of nanoparticles in the polymer matrix. There could not expect any significant change in the properties of the nanocomposite material without a proper distribution of nanoparticles in the polymer matrix. Capping-assisted fabrication of nanomaterials with suitable surfactants is a highly effective and proven method to prevent unwanted agglomeration [37–40]. Oleic acid is one of such effective surface passivating agents. Another added advantage of oleic acid as a capping agent is its capacity to provide a biocompatible surface [41–44].

The present work explains the preparation by electrospinning and further characterization of polycarbonate nanocomposite fibers dispersed with oleic acid capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles. The polymer matrix and filler were in nano dimension in the PC composite fibers. Polycarbonate nanocomposite fibers embedded with $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles were not at all reported elsewhere previously.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Poly (Bisphenol A carbonate) (PC) pellets with an average molecular weight of 45,000 g/mol was purchased from Sigma-Aldrich USA. Ferric nitrate nonahydrate ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O$), zinc nitrate hexahydrate ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$), magnesium nitrate hexahydrate ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$), conc. ammonia, oleic acid (OA) and citric acid ($C_6H_8O_7$) were purchased from Merck chemicals, India. The solvents dichloromethane (DCM) and N, N dimethyl formamide (DMF) were also procured from Merck chemicals, India.

2.2. Synthesis of OA capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles

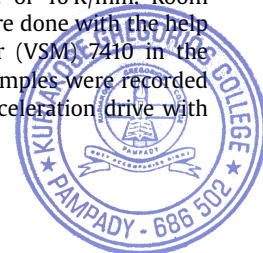
0.8 M ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O$) was dissolved in distilled water by continuous stirring. To this, added 0.4 M oleic acid and stirred for 10 min. Then, slowly added 0.4 M ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$) and 0.4 M ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$) in distilled water to the above solution. 1.2 M citric acid solution in distilled water was then added slowly. The pH was maintained at 7, by the addition of ammonia solution dropwise. After attaining the required pH, heated the solution at 100 °C by continuous stirring. The gel-like material formed was kept at 190 °C for 1 h in an oven. The light brown colored powder obtained was then calcinated at 500 °C for half an hour.

2.3. Synthesis of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers

Six different solutions of 14 w/v% PC in 1:1 DCM-DMF solvent mixtures were prepared by proper dissolution. To five of these solutions 1, 2, 4, 8 and 16 w/w% of OA capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles were added separately. Sonicated half an hour and stirred for further 24 h. The plane PC solution and the five nanoparticles dispersed solutions were then electro-spun under an applied voltage of 20 kV, flow rate of 0.5 mL/h and a needle tip-collection plate distance of 15 cm. The fibers obtained were collected and characterized by various techniques. The electrospinning machine and the PC nanocomposite fiber mat obtained after electrospinning are shown in Fig. 1.

2.4. Material characterization

TESCAU VEGA 3 SBH scanning electron microscope (SEM) and JEOL JEM 2100 Transmission electron microscope (TEM) were used for morphological investigation. Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) images were taken by OXFORD XMX N instrument. The X-ray diffraction (XRD) studies of PC-ferrite composite samples were done by Bruker AXS D₈ advance X-ray diffractometer using Cu K α radiation with diffraction angles 10–80 degrees with a step size of 0.02 degree. The Fourier transform infrared (FTIR) spectra of the composite fibers were taken using a Perkin Elmer spectrometer in the transmission mode over the range 350–4000 cm^{-1} . The absorption properties were carried out with the help of Agilent Technologies Carry 5000 UV-Vis spectrophotometer in the range of 200–800 nm. Photoluminescence (PL) investigations were done with the help of a Flourollog 3 TCSPC instrument with 450 W xenon arc lamp. Perkin Elmer STA 6000 instrument was used for thermogravimetric analysis (TGA) of the samples. The differential scanning calorimetry (DSC) measurements were done using TA instrument DSC Q20, Germany with a temperature range from room temperature to 250 °C with a constant heating rate of 10 K/min. Room temperature magnetization measurements were done with the help of Lakeshore vibrating sample magnetometer (VSM) 7410 in the range $\pm 1,5000$ Oe. Mossbauer spectra of the samples were recorded in transmission geometry using a constant acceleration drive with Co⁵⁷/Rh radioactive source.



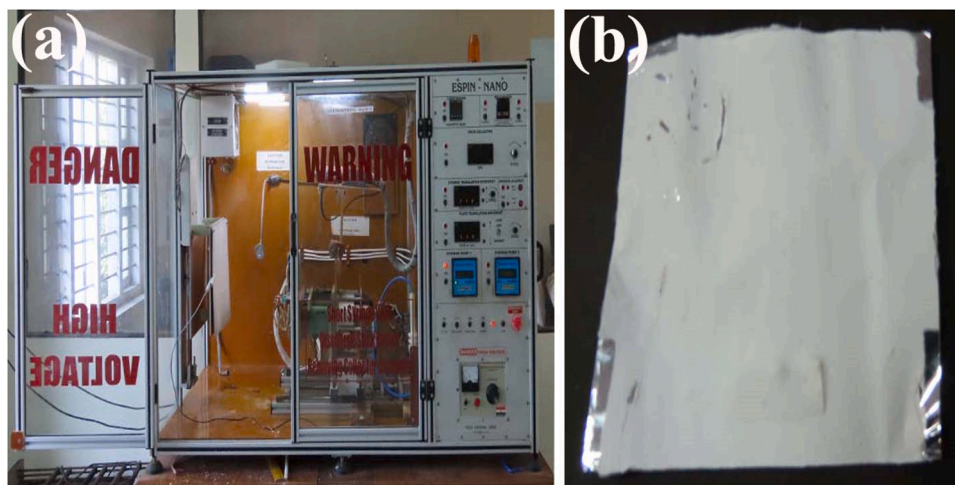


Fig. 1. (a) Electrospinning machine (b) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fiber mat.

3. Results and discussion

3.1. Scanning electron microscopy (SEM) analysis

The preparation of polymer nanocomposite fibres by electrospinning requires careful control of various parameters to ensure suitable surface morphology. Incorporation of nanoparticles into the polymer matrix may cause the formation of beaded or non-uniform fibers or even electro-spraying during the electrospinning process. SEM analysis examined the nanocomposite fibers was done to ascertain the formation of nanofibers with defect-free surface morphology. The SEM images of plane PC fibres and that of the PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibres are shown in Fig. 2.

SEM images show the formation of uniform and beadless fibers with ultrafine surface morphology. The applied solution and spinning parameters were found to be highly favorable for the preparation PC nanocomposite fibers embedded with the magnetic nanoparticles. In the case of a 14 w/v% of PC in 1:1 DCM-DMF mixture, electrospinning produced beadless uniform fibers with an average diameter of 90 nm under an applied voltage of 20 kV, the flow rate of 0.5 mL/h and needle tip-collector distance of 15 cm (Fig. 2(a)). PC nanocomposite fibers incorporated with different amounts of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles, prepared under the same parameters, also sustained almost the same surface morphology. PC nanocomposite fibers obtained by the electrospinning of a PC solution with 1 w/w% of nanofiller have an average diameter of 109 nm. The average diameter becomes 112 nm even after the dispersion of double the amount (2 w/w%) of ferrite nanoparticles. With a 4 w/w% nanofiller concentration in the polymer matrix, nanofibers of an average diameter of 125 nm were obtained. The average diameter becomes 154 nm with the addition of 8 w/w% ferrite nanoparticles in the PC solution. By the incorporation of 16 w/w% of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles, the average diameter increased to 166 nm. Surface capping of the magnetic nanoparticles was effective to reduce nanoparticle segregation and resulted in homogeneous dispersion throughout the polymer matrix. Uniform distribution of nanoparticles without agglomeration is the major requirement for the formation of useful nanocomposite material. The histograms prepared from the SEM micrographs of the corresponding nanocomposite fibers using Image J software are shown in Fig. 3.

Almost uniform surface morphology of PC nanocomposite fibers can be confirmed from the respective histograms. A slight increase in the average diameter with nanofiller load was also confirmed from the histograms. The viscosities of the PC solutions with 1, 2, 4, 8 and 16 w/w percentages of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles were 54.2,

56.5, 65.2, 75.8 and 88.4 cP respectively. The increase in the solution viscosity with the increase of nanofiller load was the major reason for the increase in the average fiber diameter [3,45,46]. There was only a slight variation in the standard deviation value with an increase in the filler load. A prominent increase could be observed only in the case of PC nanocomposite fibers with 16 w/w% ferrite nanoparticles. Effective and proper dispersion of nanoparticles into the polymer matrix is considered as the most important factor for the preparation of polymer nanocomposites with superior characteristics [47]. Electrospinning is found to be suitable for the formation of the dispersion of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles into the PC nanofiber mat.

3.2. Transmission electron microscopy (TEM) analysis

The homogeneous distribution of the magnetic nanoparticles in the PC matrix was identified vividly by TEM investigation. The TEM and HR-TEM images of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles embedded PC fibers and the corresponding SAED pattern are provided in Fig. 4. The TEM and HR-TEM images of the plane PC fibers are provided for comparison. The Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles are distributed throughout the PC nanocomposite fibers without agglomeration. The dispersion of the nanoparticles without agglomeration reveals the stability of the nanoparticles [48]. The 16 nm sized and spherical OA capped Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles were distributed in a highly uniform manner. Preparation of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles by the encapsulation strategy has helped to reduce agglomeration and facilitated its uniform distribution all over the fibers. The highly magnified TEM image of the nanocomposite fiber also reveals the existence of nanoparticles in a homogeneous manner. This implies the existence of a highly porous nanofiber surface [49]. Obviously, electrospinning of PC solution under a high applied voltage has not affected the dispersion of the nanoparticles. On the other hand, the magnetic and the Van der Waals interactions among the Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles were passive under the electrospinning conditions adopted [50]. The SAED pattern of PC fibers exhibits a bright concentric ring with an amorphous character. The reduced diffusion of the diffraction pattern of the composite fibers explains the nanocrystallinity of the trapped ferrite particles (Fig. 4(f)).

3.3. Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) analysis

Detection of the presence of elements in a nanocomposite fiber is an indication of the formation of the particular composite material. So elemental investigation is another preminent characterization



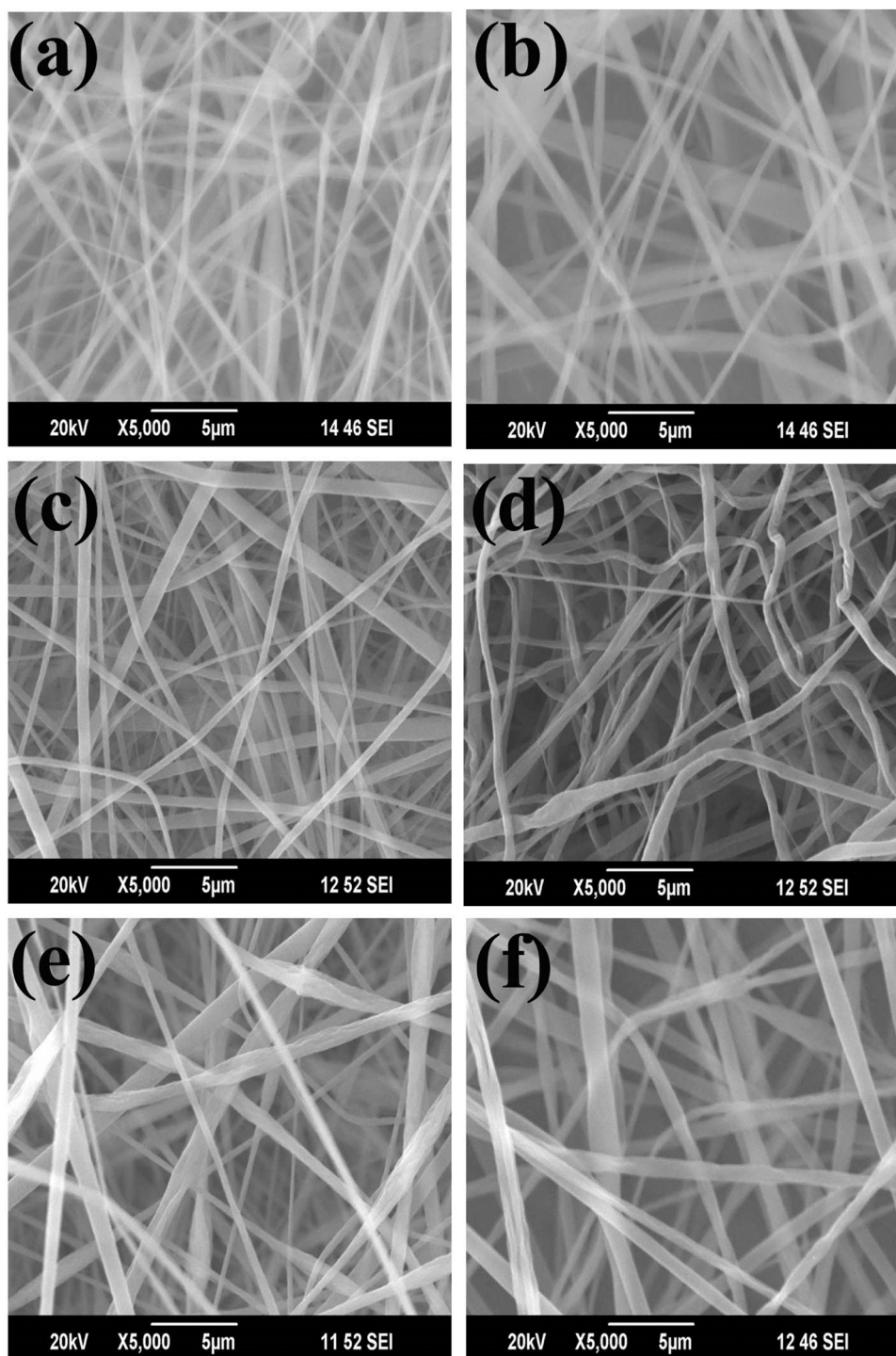


Fig. 2. SEM images of (a) PC fibers and PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers with (b) 1 w/w% (c) 2 w/w% (d) 4 w/w% (e) 8 w/w% and (f) 16 w/w% of ferrite nanoparticles.

needed for composite material. The EDX pattern of PC-ferrite nanocomposite fibers with different amounts of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles are shown in Fig. 5.

By EDX analysis, the presence of elements was identified and also obtained the corresponding percentages. All the PC nanocomposite fibers exhibited the presence of zinc, magnesium and iron, the major constituents of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles. This was a clear indication of the proper polymer-nanofiller interaction during electrospinning. Herein, the percentages of elements in the composite fibers are shown in Table 1. The percentage of elements in the PC nanocomposite fibers increased gradually with the

increase of the filler load. This shows that the added magnetic nanoparticles were dispersed in the nanofibers in a uniform and homogeneous manner.

3.4. X-ray diffraction (XRD) analysis

The diffraction properties of PC-ferrite nanocomposite fibers were corroborated with the help of XRD analysis. The XRD patterns of plane PC fibers and that of PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers are presented in Fig. 6. The diffraction pattern of plane PC fiber is a broad amorphous peak, that infers a semicrystalline nature in

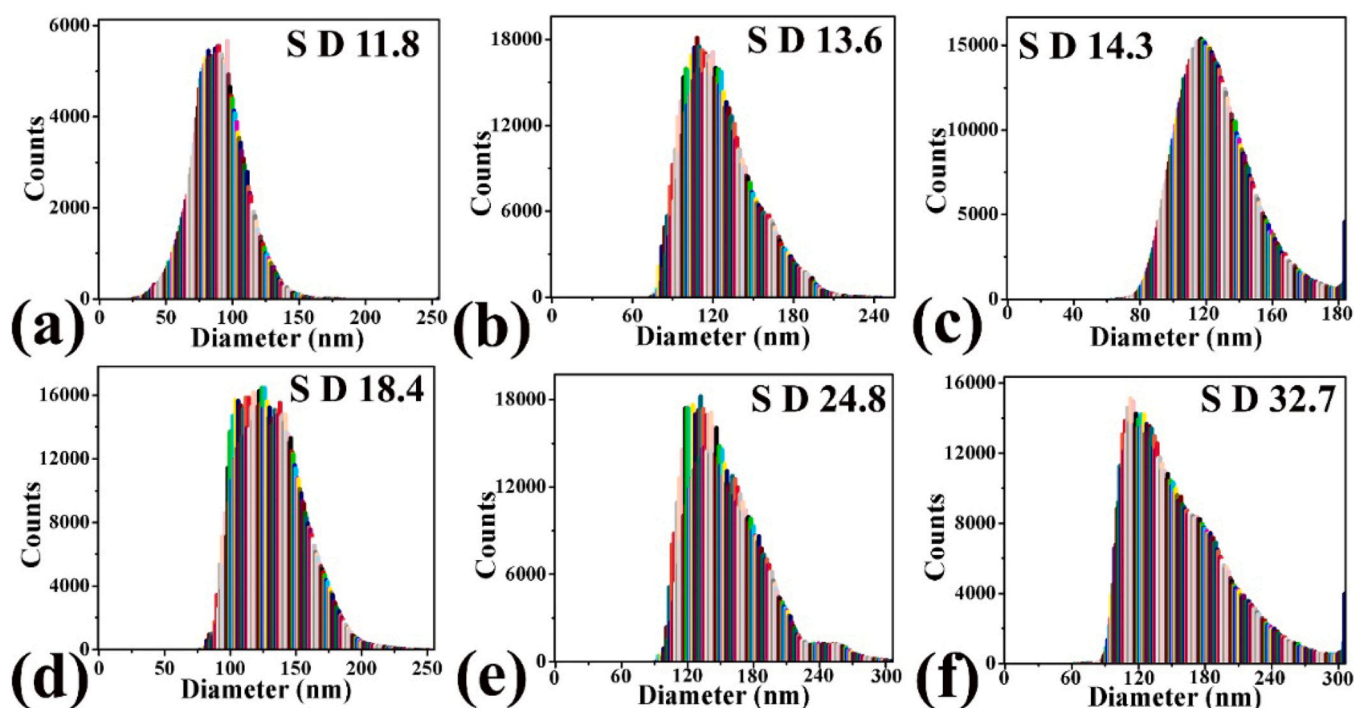


Fig. 3. Histograms of (a) PC fibers and PC nanocomposite fibers with (b) 1 w/w% (c) 2 w/w% (d) 4 w/w% (e) 8 w/w% and (f) 16 w/w% of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles (standard deviation (SD) values are provided).

the material [51]. The addition of OA capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles into the PC matrix (average size of 16 nm), aided a significant decline in the amorphous nature of the polymer. Five additional peaks were observed by the increase of ferrite content in the nanocomposite fibers. These new peaks can be interpreted as the characteristic diffraction peaks observed in ferrite nanoparticles. The intensity of these peaks increased with the increase of nanofiller content in the composite fibers. The peak at 34.79° observed in OA capped ferrite was also observed in 1, 2, 4, 8 and 16 w/w% of PC-ferrite nanocomposite fibers. The peaks at 29.52° and 62.10° observed in ferrite were also developed in 2, 4, 8 and 16 w/w% of nanocomposite fibers. The peak at 56.36° observed in the ferrite nanoparticle also appeared in 8 and 16 w/w% PC-ferrite nanocomposite fibers. PC-ferrite with a 16 w/w% $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles also shows a peak at 42.52° . This reveals, characteristic diffraction from the surface of uniformly dispersed nanoparticles in the polymer nanocomposite fibers. It was reported that a SiO_2 dispersed PC nanocomposites exhibit the peak at 21.2° that shows perfect amorphous character. There were not much change in the amorphous character even by the addition of excess silica particles [52]. The average particle size of surface capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles was found to be 16 nm. The lattice constant (a) of the capped $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles was calculated to be 8.424 \AA unit. The lattice parameter of zinc ferrite nanoparticle was reported a value of 8.443 \AA , which is slightly higher than the value obtained for magnesiumzinc ferrite nanoparticles [53]. The crystallinity in the case of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers was increased with the increase of nanoparticles in the polymer matrix. Gaussian function method was used to calculate the semicrystalline nature of the composite fiber material. The percentage crystallinity was calculated using the equation

$$\text{Crystallinity\%} = \frac{(A_c/A_c + A_w) \times 100}{A_c + A_w}$$

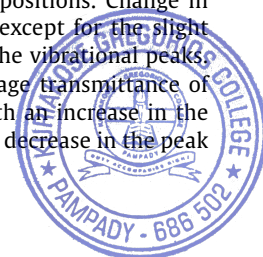
Where A_c and A_w are areas of crystalline and amorphous peaks respectively [54]. Using this equation the crystallinity values of the composite fibers with 1, 2, 4, 8 and 16 w/w percentages of the

nanoparticles were 33.12, 35.45, 39.88, 43.65 and 49.23 percentages respectively.

The diffraction angle and d spacings of the PC nanocomposite fibers with varying amounts of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles are given in Table 2.

3.5. Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy studies

The determination of different vibrational transitions in a plane polymer and that of a nanocomposite material is inevitable in composite chemistry. The mode of interaction that happened during the preparation route and the changes that occurred in the polymer, need to be identified. The incorporation of magnetic nanoparticles in the polymer solution and further spinning under a high applied voltage may cause degradation of the polymer material. FT-IR measurement was done to ascertain the presence of the characteristic peaks of PC in its composite also. The FT-IR peaks of plane PC fibers and that of the PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers are shown in Fig. 7. The FT-IR spectral lines vividly show the presence of characteristic frequencies of various groups in the plane PC fiber [55]. The peak observed at a frequency of 761 cm^{-1} corresponds to -C-H aromatic ring out-of-plane bending vibration. A C-C-C in plane bend near 1014 cm^{-1} [56]. A characteristic -CH stretching vibrational peak was obtained at 1079 cm^{-1} . The peculiar strong peak at 1171 cm^{-1} is the -C=O asymmetric stretching vibration and 1498 cm^{-1} represents the -C(CH₃) stretching vibration. A C-O-H stretching peak was observed at 1195 cm^{-1} . A symmetric carbonyl stretching vibration was observed at 1764 cm^{-1} . The stretching vibration of methyl -CH group can be observed at 2931 cm^{-1} . In the case of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers the same peaks were observed at the same positions. Change in peak positions was not observed in general, except for the slight variation in the percentage transmittance of the vibrational peaks. There was a gradual decrease in the percentage transmittance of the carbonyl stretching peak at 1171 cm^{-1} with an increase in the amount of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles. This decrease in the peak



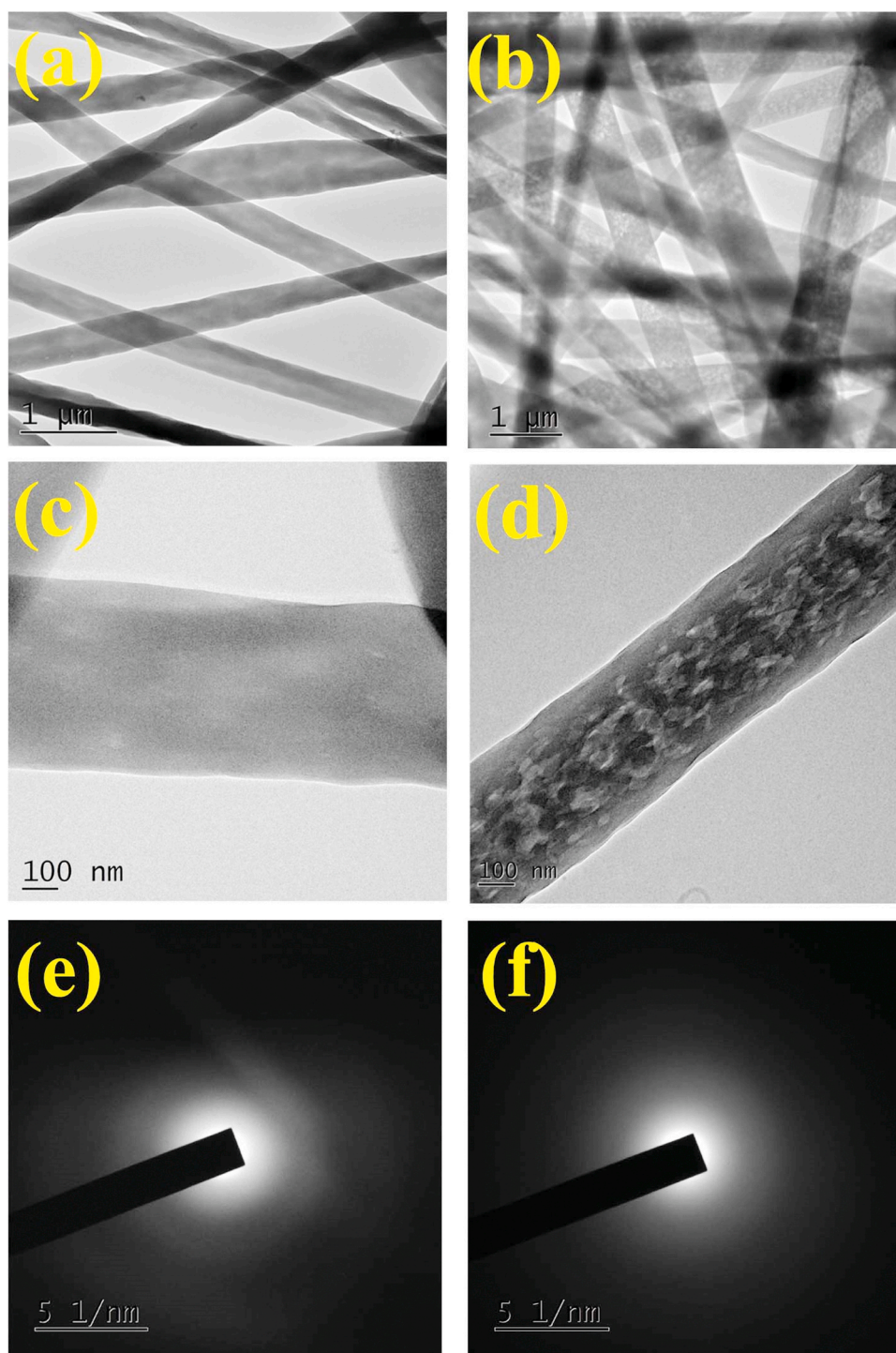


Fig. 4. TEM images of (a) plane PC fibers (b) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers, HR-TEM images of (c) plane PC fiber (d) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fiber and SAED pattern of (e) plane PC fibers and (f) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers.

intensity of -C=O asymmetric stretching vibration can be attributed to the increased polymer entanglement due to the increase in the nanofiller load.

The added nanoparticles possibly interacted with the carbonyl group of PC and consequently decreased the peak intensity. These observations pointed out that, the carbonyl bond breakage has not taken place during PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fiber formation. The peaks corresponding to various degradation products of PC were also not observed. This clearly established that the PC nanocomposite fibers were capable of carrying a high nanofiller load.

3.6. Ultraviolet-visible (UV-Visible) spectral studies

The optical quality of a composite material can be primarily obtained from its light absorption data. The absorption data of the PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers were measured with the help of UV-visible spectroscopy and are shown in Fig. 8.

Plane PC fibers exhibited strong absorption in the UV region at a wavelength of 277 nm. This is in accordance with the molecular structure of PC which exhibits strong absorption in the wavelength range of 200–300 nm [57]. The absorption properties of PC-ferrite

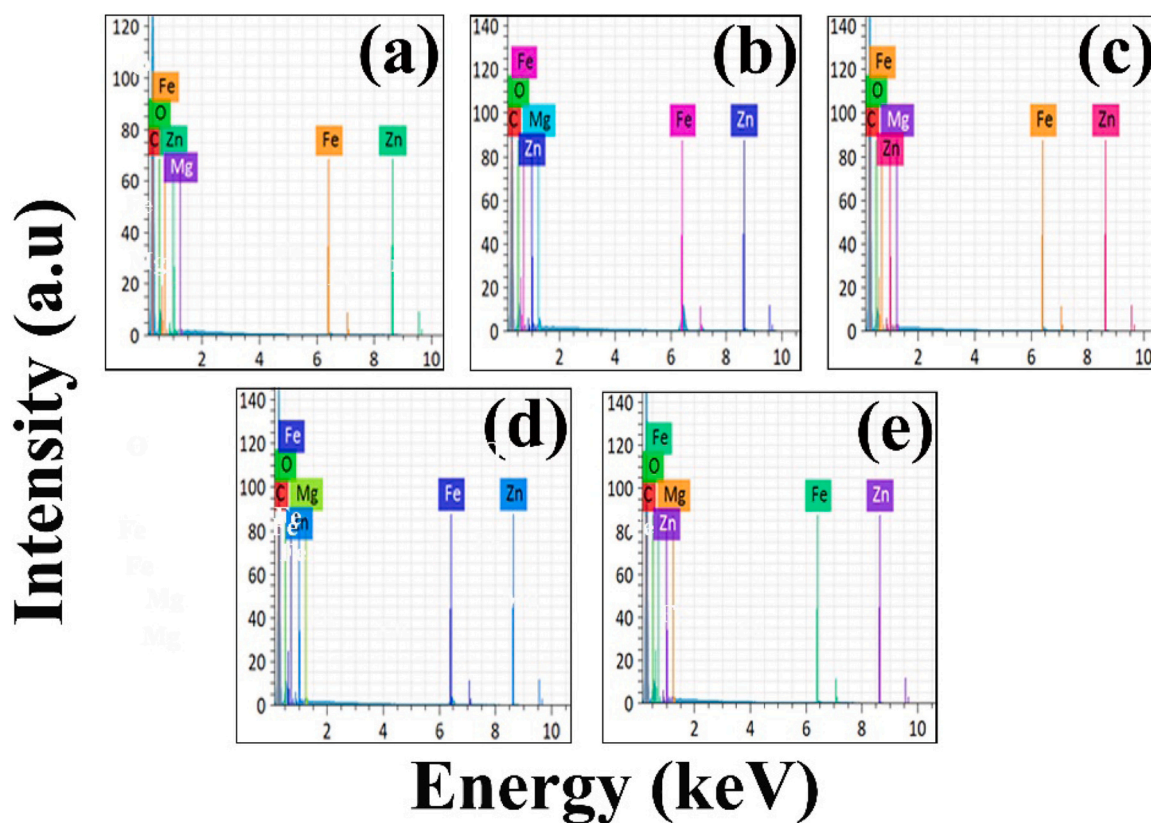


Fig. 5. EDX pattern of PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers with (a) 1 w/w% (b) 2 w/w% (c) 4 w/w% (d) 8 w/w% and (e) 16 w/w% ferrite nanoparticles.

Table 1

The elemental composition in PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers.

Sample	Zn %	Mg %	Fe %
PC-Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ 1 w/w%	0.20	0.15	0.42
PC-Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ 2 w/w%	0.25	0.22	0.44
PC-Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ 4 w/w%	0.27	0.39	0.69
PC-Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ 8 w/w%	0.34	0.48	0.98
PC-Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ 16 w/w%	0.47	0.59	1.17

nanocomposite fibers experienced an entirely different trend. With the addition of ferrite nanoparticles, the polymer nanocomposite fibers attained absorption not only in the UV region but in the entire visible region also. The visible region absorption of PC nanocomposite fibers increased with the increase of filler content. The OA capped nanoparticles used for dispersion, possessed absorption both in the UV and in the entire visible region of the spectrum. The uniformly distributed surface capped ferrite nanoparticles, activated the capacity of PC to absorb light in the visible region. By the incorporation of different percentages of ferrite nanoparticles, PC achieved excellent visible light absorption properties. PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers with 8 and 16 w/w% of ferrite nanoparticles show significantly high visible light absorption. Therefore, taking together, the characteristic optical property of a composite material depends mainly on the homogeneity of the nanoparticles in the polymer matrix. The observed absorption in the visible region and strong absorption in the UV region, appropriate PC nanocomposite fibers for photo-catalysis and UV shielding applications [58].

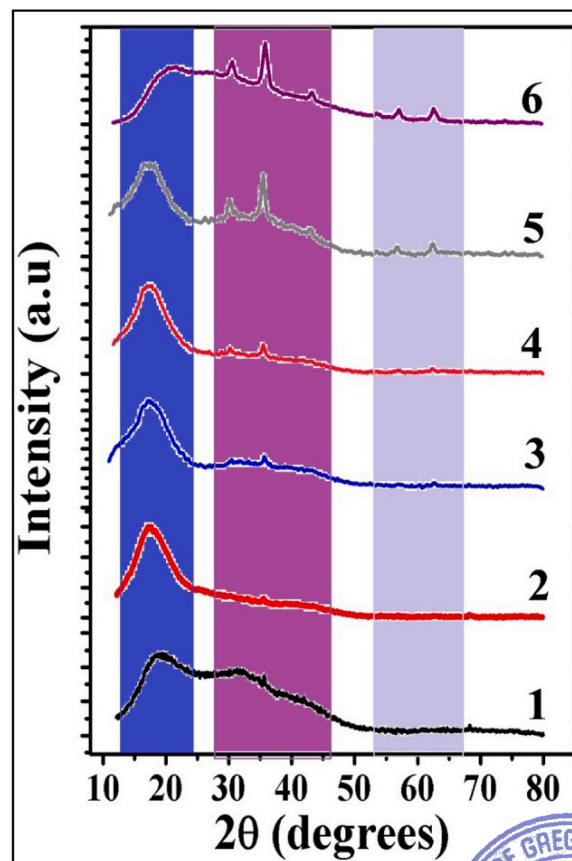


Fig. 6. XRD pattern of (1) PC fiber and PC nanocomposite fibers with (2) 1 w/w% (3) 2 w/w% (4) 4 w/w% (5) 8 w/w% and (6) 16 w/w% Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles.

Table 2
various XRD parameters of PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers.

Sl No	Amount of Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ in PC (%)	2θ (degrees)	d (Å°)
1	1	17.271	5.1302
2	2	17.566	5.0390
3	4	17.433	5.0831
4	8	17.279	5.1279
5	16	21.911	4.0452

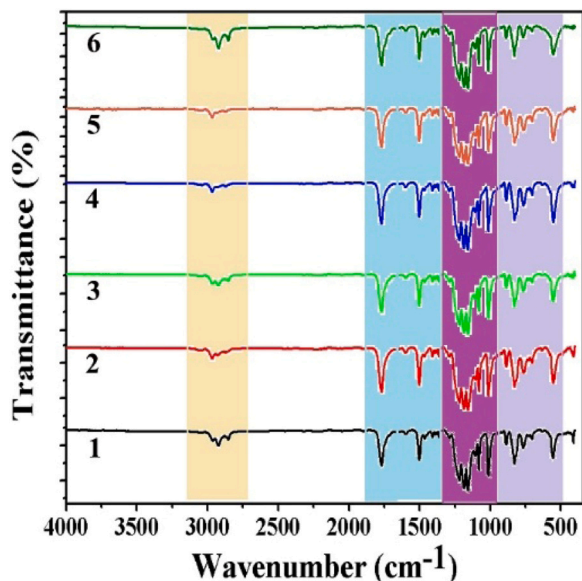


Fig. 7. FT-IR spectra of (1) PC fibers and PC nanocomposite fibers with (2) 1 w/w% (3) 2 w/w% (4) 4 w/w% (5) 8 w/w% and (6) 16 w/w% Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles.

3.7. Photoluminescence (PL) spectral studies

The light emission properties of the PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers were analyzed with the help of PL spectroscopy. All the samples were excited at a constant wavelength of 360 nm. The PL spectra of the plane PC fibers and that of the nanocomposite fibers are provided in Fig. 9. The plane PC fibers exhibit a sharp and intense emission in the visible region of the spectrum at a wavelength of 460 nm. This was due to the electronic excitations caused by the presence of a large number of phenyl groups in PC. The

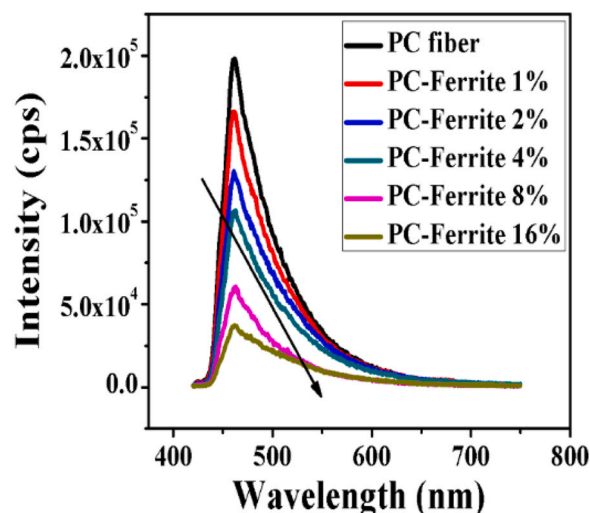


Fig. 9. PL spectra of PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers.

addition of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles into the PC matrix caused a decrease in the emission intensity of the nanocomposite fibers. As the amount of nanomaterial in the polymer matrix increased, the emission intensity decreased to a great extent. The emission intensity of a 16 w/w% PC-ferrite nanocomposite was found to be very less compared to the plane PC fibers. The interaction between the magnetic nanoparticles and the PC matrix has generated a highly entangled polymer chain. This may probably be reduced the emission intensity. The emission intensity is strongly related to the number of sites capable to undergo excitation [59].

3.8. Thermogravimetric (TG) analysis

The thermal stability and the maximum degradation temperature of the polymer nanocomposite material were investigated by TG measurements. The TGA and dTG curves of the PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers are depicted in Fig. 10. It was observed that 1% degradation of the plane PC fibers occurred at 324 °C. However, it was up to 400 °C for various nanocomposite fibers. The initial degradation of the nanocomposite fibers was less in comparison to the plane PC fibers. Sharp and maximum degradation took place between 400 and 500 °C for the plane PC fibers and all other PC-ferrite composite

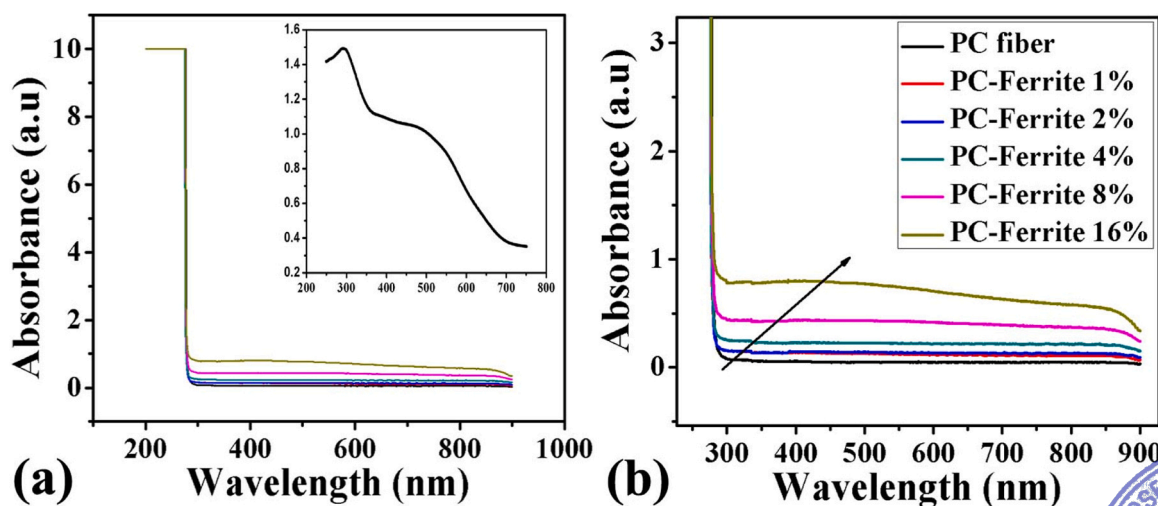


Fig. 8. UV-Visible spectra of (a) PC and PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers (UV spectrum of OA capped Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles on the inset) and (b) magnified spectra.

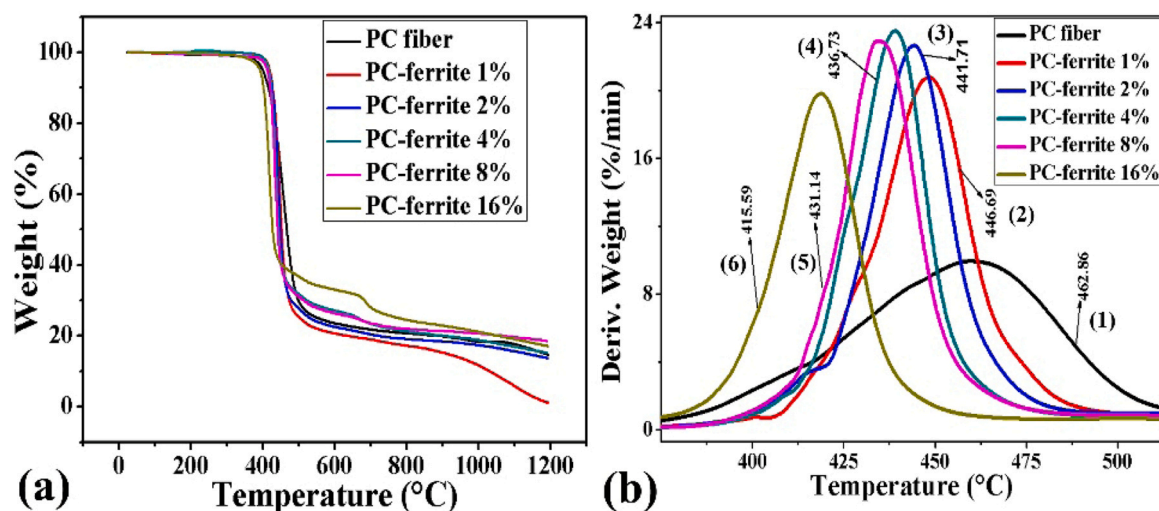


Fig. 10. (a) TGA and (b) DTG plots of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers.

Table 3

The thermal data from TGA and DTG plots of PC fiber and PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ composite fibers.

Sample	1% degradation (°C)	Weight loss (%)			Max degradation temp (°C)
		400 °C	500 °C	1200 °C	
PC fiber	324	5.63	70.80	85.34	462.86
PC-ferrite 1 w/w%	380	2.07	75.19	95.20	446.69
PC-ferrite 2 w/w%	391	1.31	72.41	85.88	441.71
PC-ferrite 4 w/w%	397	1.55	68.09	85.10	436.73
PC-ferrite 8 w/w%	361	2.25	69.08	81.32	431.14
PC-ferrite 16 w/w%	336	6.89	63.72	82.79	415.59

nanofibers. Around 70% reduction was observed at 500 °C for all the prepared nanocomposite fibers and plane PC fibers. The maximum decomposition temperature (T_{max}) was identified from the dTG curves plotted (Fig. 9(b)). Maximum degradation temperature (T_{max}) shows a gradual decrease with an increase of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles in the composite material. The addition of the nanoparticles caused a variation in the chain entanglement due to the distribution of nanoparticles all over the fibers. The temperature at 1% weight loss, weight loss at various temperatures and maximum decomposition temperature are summarised in Table 3.

3.9. Differential scanning calorimetry (DSC) measurement

The phase transformation from glassy stage to a rubbery stage is highly significant for amorphous and semi-crystalline polymers. Fig. 11 shows the variation in glass transition temperature (T_g) of the polymer nanocomposite fibers measured using DSC analysis. PC nanocomposite fibers exhibited a significant change in the glass transition temperature (T_g) from that of the plane fibers. Plane PC fibers show a T_g value of 138.67 °C. There was a gradual increase in the T_g values with the increase of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles in the PC matrix. The T_g values were 143.11, 144.52, 145.67, 146.61 and 147.35 °C for the nanocomposite fibers with 1, 2, 4, 8 and 16 w/w% nanofiller load respectively. The uniform distribution of nanoparticles reduced the chain movement and consequently the T_g values.

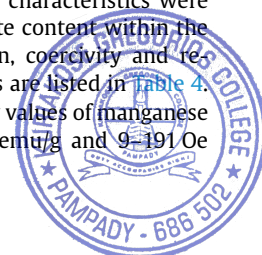
3.10. Vibrating sample magnetometer (VSM) analysis

The room temperature M-H curves obtained from the VSM data were used to find various magnetic parameters of the nanocomposite material. The hysteresis curves obtained from VSM analysis of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fibers with various concentrations of filler content are shown in Fig. 12. There was a gradual increase in the

saturation magnetization (M_s) value of the composites with an increase in nanoparticle concentration. Saturation magnetization is directly related to the number of domains that undergo magnetization [33]. With an increase in ferrite nanoparticles in the PC matrix, the number of domains that get magnetized increases. PC with 1w/w% $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles has a M_s value of 0.21 emu/g. This gradually increased to 2.49 emu/g for PC with 16 w/w% filler content.

There was a 100% increase in the saturation magnetization value by doubling the amount of the nanoparticles, which was up to 8 w/w% in the composite fibers. A 50% increase in M_s value was observed when the quantity of the nanoparticles doubled to 16 w/w%. Demagnetization of the composite by decreasing the external magnetic field to zero has retained some amount of magnetization in the material. The residual magnetism or the retentivity observed at zero external magnetic fields increased with an increase of ferrite nanoparticles in the PC nanocomposite fibers. There was 5.764×10^{-3} emu/g retentivity for the composite fibers with 1 w/w% of $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles. It becomes 52.40×10^{-3} emu/g for the PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ composite fibers with 16 w/w% of ferrite nanoparticles. The external magnetic field, when the magnetic moment possessed by the material becomes zero or the coercivity, is decreased by the increase of filler content in the PC nanocomposite fibers. There was only a slight variation in the coercivity value of nanocomposite fibers as a result of doubling the number of nanofillers. Around 3% increase in coercivity was observed in each addition of filler material. Definitely, this denotes a mixed magnetic property of ferrimagnetic phases with superparamagnetic character present in the composite material [32]. These characteristics were found to increase with an increase in the ferrite content within the fibers. The values of saturation magnetization, coercivity and retentivity of the PC-ferrite nanocomposite fibers are listed in Table 4.

The saturation magnetization and coercivity values of manganese ferrite in pyrrole were reported to be 15–55 emu/g and 9–191 Oe



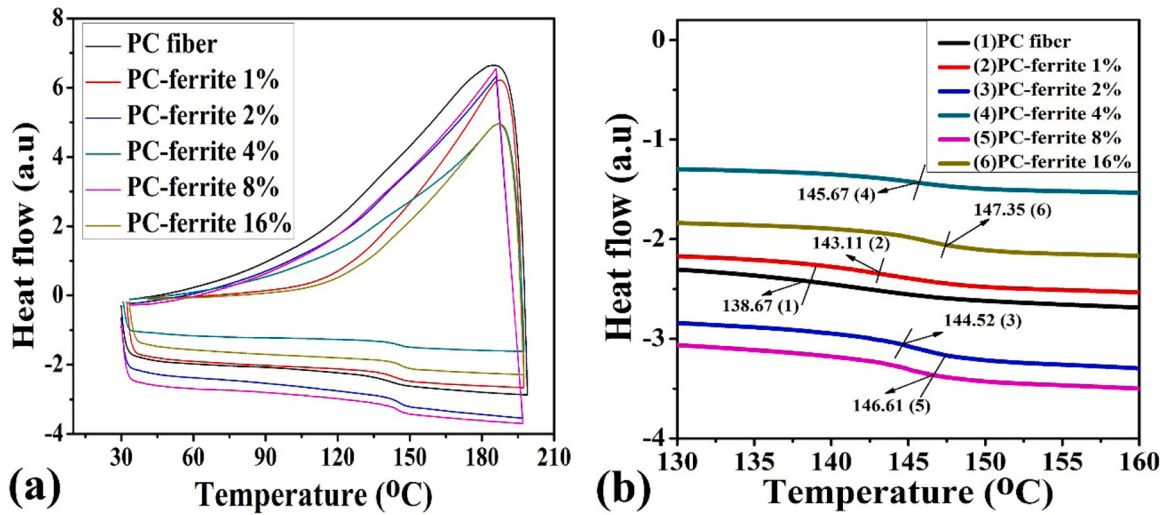


Fig. 11. DSC curves of (a) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers with (b) magnified image.

respectively for various samples [60]. It was reported for polyaniline-nickel cadmium ferrite nanocomposite, the saturation magnetization ranges from 2 to 23 emu/g and coercivity from 11 to 178 Oe [61]. The VSM analysis of polyethylene glycol doped nickel zinc ferrite nanoparticles exhibits saturation magnetization values ranging from 0.016 to 0.026 emu/g and coercivity values ranging from 3.1 to 3.6 Oe [62]. The saturation magnetization value of Fe-doped polycarbonate composite increased with an increase of Fe content (0.301–0.488 emu/g) but the coercivity (360 Oe) remains the same [63]. The magnetic properties of polycarbonate embedded with nickel ferrite nanoparticles show that the saturation magnetization and coercivity were 1.6 emu/g and 190 Oe respectively [24].

The magnetic properties attained by the polymer nanocomposites, by the incorporation of magnetic nanoparticles into a non-magnetic polymer may turn out to be entirely different from the expected results [64]. The nano-dimensions of both the composite fibers and the reinforced Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles have influenced the magnetic properties of the PC nanocomposite fibers.

The nature of the M-H curves exhibits superparamagnetic behavior but the magnified images show some ferrimagnetic or ferromagnetic qualities. This leads to the conclusion that the total saturation magnetization obtained may be the result of various

magnetic components. In order to rectify this anomaly, the magnetic components of the total magnetization were separated by Matlab curve fitting toolbox. Out of the different combinations experimented, the best fit was observed by the inclusion of paramagnetic, superparamagnetic and ferrimagnetic components (Fig. 13). The fitting was done by applying the equation

$$M = \frac{2M_f^s}{\pi} \tan^{-1} \left[\left(\frac{H \pm H_c}{H_c} \right) \tan \left(\frac{\pi S}{2} \right) \right] + M_{sp}^s \left[\cot \left(\frac{\mu H}{kT} \right) - \left(\frac{\mu H}{kT} \right)^{-1} \right] + \chi H$$

The three terms of the equation represent ferrimagnetic, superparamagnetic and paramagnetic phases of the total magnetism (M) respectively. M_f^s represents the saturation magnetization of the ferromagnetic phase, H corresponds to the applied field, H_c is the coercivity, S is the squareness ratio, M_{sp}^s is the saturation magnetization of the superparamagnetic phase, μ is the magnetic moment per particle, k is the Boltzmann constant, T represents the Kelvin temperature and χ signifies the paramagnetic susceptibility [33]. The experimental saturation magnetization values were in good

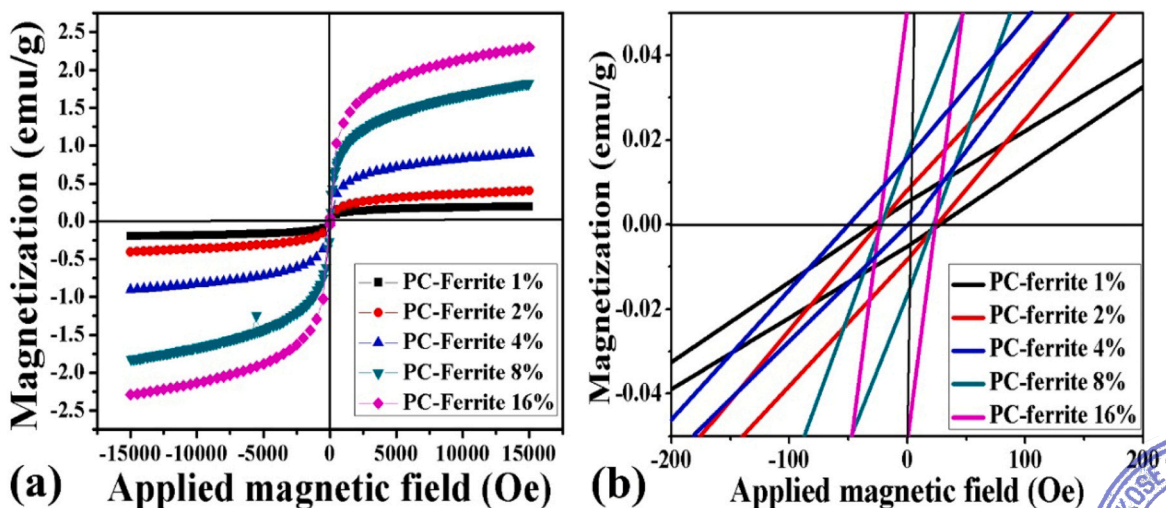


Fig. 12. The room temperature hysteresis loops of (a) PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers and (b) the magnified image.



Table 4
The saturation magnetization (M_s), coercivity (H_c) and retentivity (M_r) values of PC nanocomposite fibers.

Sample	Saturation Magnetization (M_s) (emu/g)	Coercivity (H_c) (Oe)	Retentivity (M_r) (emu/g) ($\times 10^{-3}$)
PC-ferrite 1 w/w%	0.21	28.14	5.764
PC-ferrite 2 w/w%	0.41	24.67	8.567
PC-ferrite 4 w/w%	0.94	22.40	17.91
PC-ferrite 8 w/w%	1.81	22.56	18.36
PC-ferrite 16 w/w%	2.49	24.92	52.40

agreement with the values obtained by fitting. The total saturation magnetization and the resolved values are shown in Table 5.

It was observed that the PC composite nanofibers attained above 25% superparamagnetic behavior by the combination with OA capped magnetic nanoparticles. The PC nanocomposite fibers reinforced with $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles below the critical diameter exhibit superparamagnetic behavior and the others appear to be ferrimagnetic. The linear dependence of magnetization observed at a large applied magnetic field represents the paramagnetic phase of the nanocomposite fibers [32].

3.11. Mossbauer spectral studies

Mossbauer spectroscopy is a highly useful technique to find out the interaction between nuclear charge density and the 's' electrons, electric quadrupole interactions and magnetic dipole interactions. Room temperature Mossbauer spectral analysis of the PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocomposite fiber sample was done under zero applied magnetic field. The obtained data were fitted using the

software NORMOS/DIST and a nonlinear least square procedure with Levenberg-Marquardt method. The fitted Mossbauer spectra of PC-ferrite nanocomposite fibers along with the probability distribution of the hyperfine magnetic field are shown in Fig. 14. By Mossbauer spectral analysis, various parameters like isomer shift (IS), quadrupole splitting (QS), the percentage area of sub-spectra, average hyperfine field ($\langle H \rangle$), and peak positions were determined. The acquired Mossbauer parameters are provided in Table 6.

The spectrum of all the composite samples shows a well-defined doublet at the center, superimposed with a feeble sextet. The Mossbauer spectra with a well-defined sextet represent the presence of large crystallites and a doublet corresponds to very small crystallites. The positive isomer shift value is the peculiarity of a spinel ferrite material with Fe^{3+} ions. This is in accordance with a report suggesting that the isomer shift value between 0.29 and 0.33 mm/s represents a material incorporated with nano sized ferric ions mostly in the octahedral sites [64]. The IS and QS values obtained for the composites establish the magnetism achieved, as a result of the incorporation of the ferrite nanoparticles in the PC matrix. The

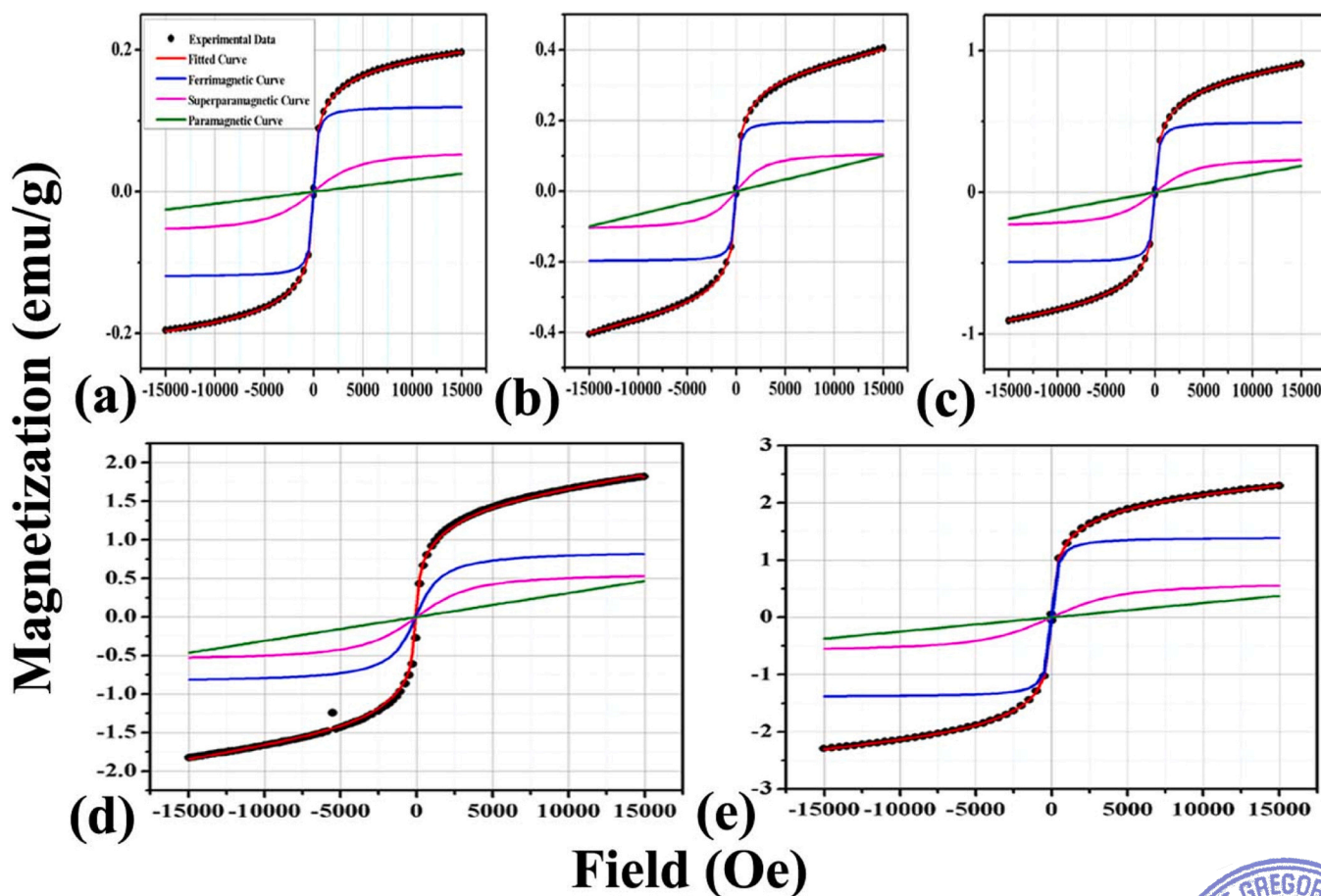
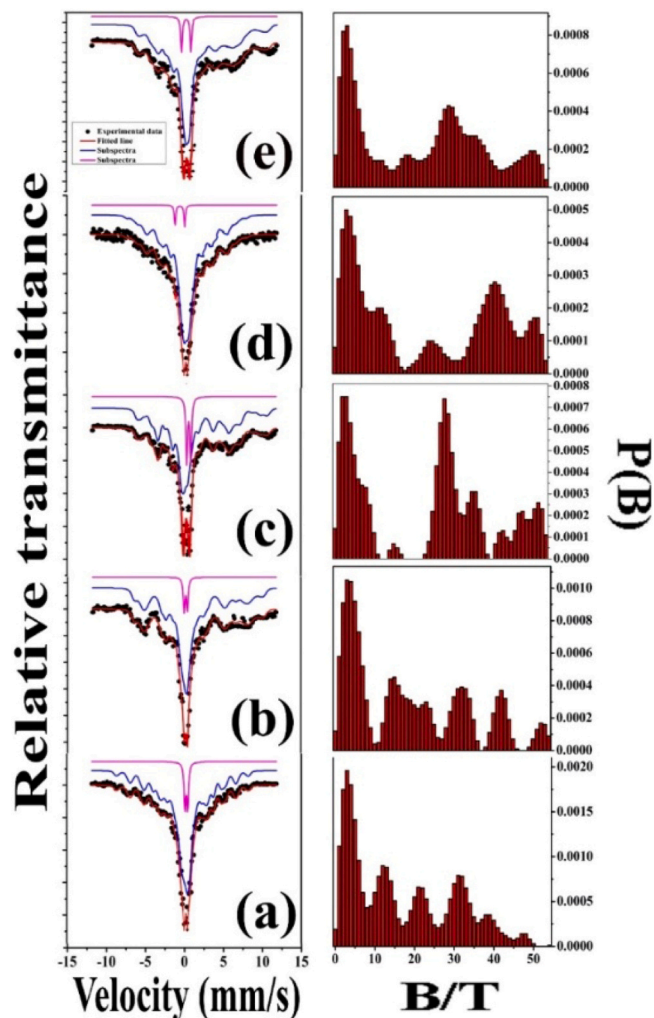


Fig. 13. Fitting of M-H curves and deconvolution of magnetic phases of PC- $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanofibers with (a) 1 w/w% (b) 2 w/w% (c) 4 w/w% (d) 8 w/w% and (e) 16 w/w% $Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles.



Table 5Total saturation magnetization and the resolved values of PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers obtained by fitting the VSM data.

Percentage Mg _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ nanoparticles in PC	Ms	Ms (SPM)	Ms (FM)	Ms (Para)	Ms (SPM)%	Ms (FM)%	Ms (Para)%
1	0.21	0.06	0.12	0.03	28.57	57.14	14.29
2	0.41	0.11	0.20	0.10	26.82	48.79	24.39
4	0.94	0.25	0.50	0.19	26.59	53.19	20.21
8	1.81	0.58	0.86	0.37	32.04	47.51	20.44
16	2.49	0.62	1.40	0.47	24.89	56.22	18.87

**Fig. 14.** Mossbauer spectra with the corresponding probability distribution of hyperfine magnetic field of PC nanocomposite fibers with (a) 1 w/w% (b) 2 w/w% (c) 4 w/w% (d) 8 w/w% and (e) 16 w/w% Zn_{0.5}Mg_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles.**Table 6**

The values of IS, QS, percentage area of sub-spectrum, <H> and position of the major peaks.

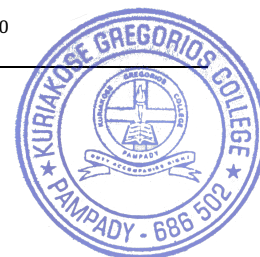
Sample	Sub-spectrum	IS (mm/s)	QS (mm/s)	Area (%)	<H (T)>	Peak values of P (Bhf)
PC-ferrite 1 w/w%	Doublet	0.35	0.35	7.60	17.59	2.95, 12.60, 21.46, 31.31, 38.44, 47.52
	Distribution	0.19		92.40		
PC-ferrite 2 w/w%	Doublet	0.30	0.36	7.16	17.73	3.61, 14.89, 31.87, 42, 52.34
	Distribution	0.18		92.84		
PC-ferrite 4 w/w%	Doublet	0.27	0.40	6.90	21.67	2.58, 15, 28, 47.50
	Distribution	0.18		93.10		
PC-ferrite 8 w/w%	Doublet	0.20	0.42	5.76	23.39	2.85, 24.32, 41, 51.58
	Distribution	0.17		94.24		
PC-ferrite 16 w/w%	Doublet	0.19	0.57	5.42	25.10	2.85, 29, 50.70
	Distribution	0.18		94.58		

electric field gradient associated with the composite due to the presence of Fe³⁺ ions was the reason for the proposed QS values of the material. The quadrupole splitting between 0.16 and 0.80 mm/s is the specialty of a large crystallite material. Here, PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ composite nanofibers exhibit QS values between 0.35 and 0.57 mm/s. The formation of doublet in the samples is due to the distribution of ultrafine ferrite particles in the polymer fibers. There was only a slight variation in the isomer shift value of the PC composite fiber materials with various filler concentrations. This established a homogeneous distribution of OA capped Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles in the PC matrix. The small decrease in the isomer shift of the doublet with variation in the magnetic filler content in the polymer reflects the variation of 's' electron interaction with the nucleus. The asymmetry of the compound as well as the asymmetry in the electronic arrangement of the ferrites would have influenced the quadrupole splitting [65].

There was a less significant increase in quadrupole splitting with an increase in the filler content. It was 0.35 mm/s for 1 w/w% ferrite and 0.57 mm/s for 16 w/w% of ferrite in the fibers. There was also a small but gradual increase in the area of distribution and the corresponding decrease in the area of the doublets. Superparamagnetic and ferrimagnetic phases coexist in the composite fibers. The average hyperfine field (<H>) of the composites exhibits a gradual increase with an increase in the ferrite nanoparticles. The Mossbauer parameters obtained for the PC nanocomposite fibers show that the magnetic part of the material is in nanocrystalline form with SPM relaxation [64]. Polycarbonate nanocomposites incorporated with ferrite nanoparticles are reported to have exceptional electromagnetic interference (EMI) shielding capability due to their magnetic properties. Such materials because of their lightweight, flexible and soft nature can be used as an efficient EMI shielding mat [66].

4. Conclusion

The present work successfully prepared polycarbonate nanocomposite fibers embedded with magnetic magnesium zinc ferrite nanoparticles by electrospinning methodology. Preparation of polycarbonate nanocomposite fibers embedded with ferrite nanoparticles are not at all reported in any other previous works. Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles were prepared by the sol-gel method using oleic acid as



a capping agent. Surface-coated nanoparticles were useful for their homogeneous distribution in the polymer matrix. The TEM investigation clearly established the successful incorporation of magnetic ferrite nanoparticles in the PC matrix. The capping assisted fabrication was highly useful to reduce the agglomeration among nanoparticles. The uniform distribution of ferrite nanoparticles was also confirmed by characterization with XRD, EDX and FT-IR methods. The PC nanocomposite fibers with varying amounts of OA capped ferrite nanoparticles were found to show tunable morphological, structural, optical, thermal, and magnetic properties. PC with strong ultraviolet absorption property has acquired visible light absorption capability by the incorporation of OA capped ferrite nanoparticles. This absorption capability increased with an increase of filler content in the polymer matrix. There was a gradual decrease in the emission intensity of the fibers with an increase in the ferrite nanoparticles. The glass transition temperature of the nanocomposite fibers increased with an increase of ferrite nanoparticles in the PC matrix. VSM and Mossbauer studies of the materials expose the enhanced magnetic properties with the increase in the number of ferrite nanoparticles. There was a gradual increase in the saturation magnetization with an increase in the filler concentration. The increase in the coercivity and retentivity values of the composite with an increase in filler concentration was also interesting. Deconvolution of the VSM curves confirms the presence of different magnetic phases in the nanocomposite fibers. This also confirmed the presence of superparamagnetic behavior of the PC composite material. This was further supported by the measurement of an average hyperfine field which also shows the same gradation. The isomer shift and the quadrupole shift values show electronic as well as quadrupole interactions in the composite material. From the VSM and Mossbauer data, it was found that the prepared PC-Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanocomposite fibers possess attractive superparamagnetic qualities with mixed ferri and paramagnetic components.

CRedit authorship contribution statement

Thomas Baby: Writing – original draft. **Thi Hong Chuong Nguyen:** Writing – review & editing. **Tomlal Jose E:** Writing – original draft. **Jacob Mathew M:** Writing – original draft. **Subin P. John:** Writing – original draft. **R.N. Rai:** Writing – review & editing. **Vandana Srivastava:** Writing – review & editing. **Quyvet Van Le:** Writing – review & editing. **Laxman Singh:** Writing – review & editing.

Data Availability

Data will be made available on request.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgments

Dr. Laxman Singh is grateful to the concerned authorities of Siddharth University and those of extending support to prepare this manuscript.

References

- [1] S. Hu, J. Wu, Z. Cui, J. Si, Q. Wang, X. Peng, Study on the mechanical and thermal properties of polylactic acid/hydroxyapatite@polydopamine composite nanofibers for tissue engineering, *J. Appl. Polym. Sci.* 137 (2020) 1–13, <https://doi.org/10.1002/app.49077>
- [2] J. Lin, W. Wang, J. Cheng, Z. Cui, J. Si, Q. Wang, W. Chen, Modification of thermoplastic polyurethane nanofiber membranes by in situ polydopamine coating for tissue engineering, *J. Appl. Polym. Sci.* 137 (2020) 1–12, <https://doi.org/10.1002/app.49252>
- [3] Y. Guo, W. He, J. Liu, Electrospinning polyethylene terephthalate/SiO₂ nanofiber composite needle felt for enhanced filtration performance, *J. Appl. Polym. Sci.* 137 (2020) 1–11, <https://doi.org/10.1002/app.48282>
- [4] K. Ghosal, C. Agatemor, Z. Špitálský, S. Thomas, E. Kny, Electrospinning tissue engineering and wound dressing scaffolds from polymer-titanium dioxide nanocomposites, *Chem. Eng. J.* 358 (2019) 1262–1278, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.10.117>
- [5] V. Hynninen, P. Mohammadi, W. Wagermaier, S. Hietala, M.B. Linder, O. Ikkala, Nonappa, Methyl cellulose/cellulose nanocrystal nanocomposite fibers with high ductility, *Eur. Polym. J.* 112 (2019) 334–345, <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2018.12.035>
- [6] G.L. Jadhav, S.D. More, C.M. Kale, K.M. Jadhav, Effect of magnesium substitution on the structural, morphological, optical and wettability properties of cobalt ferrite thin films, *Phys. B Condens. Matter* 555 (2019) 61–68, <https://doi.org/10.1016/j.physb.2018.11.052>
- [7] S. El Shabrawy, C. Bocker, D. Tzankov, M. Georgieva, R. Harizanova, C. Rüssel, The effect of zinc substitution on the magnetism of magnesium ferrite nanostructures crystallized from borate glasses, *Ceram. Int.* 43 (2017) 3804–3810, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.12.029>
- [8] S.K. Esthappan, S.K. Kuttappan, R. Joseph, Thermal and mechanical properties of polypropylene/titanium dioxide nanocomposite fibers, *Mater. Des.* 37 (2012) 537–542, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.01.038>
- [9] A. Kausar, Polyacrylonitrile-based nanocomposite fibers: a review of current developments, *J. Plast. Film. Sheet* 35 (2019) 295–316, <https://doi.org/10.1177/8756087919828151>
- [10] X.D. Wang, O.S. Wolfbeis, Fiber-optic chemical sensors and biosensors (2015–2019), *Anal. Chem.* 92 (2020) 397–430, <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b04708>
- [11] M. Blosi, A.L. Costa, S. Ortellì, F. Belosi, F. Ravegnani, A. Varesano, C. Tonetti, I. Zanonì, C. Vineis, Polyvinyl alcohol/silver electrospun nanofibers: biocidal filter media capturing virus-size particles, *J. Appl. Polym. Sci.* 138 (2021) 1–10, <https://doi.org/10.1002/app.51380>
- [12] J.M.A. Mancipe, S.V.G. Nista, G.E.R. Caballero, L.H.I. Mei, Thermochromic and/or photochromic properties of electrospun cellulose acetate microfibers for application as sensors in smart packing, *J. Appl. Polym. Sci.* 138 (2021), <https://doi.org/10.1002/app.50039>
- [13] S. Kohse, D. Arbeiter, T. Reske, T. Eickner, M. Stiehm, K.P. Schmitz, N. Grabow, Electrospinning for polymeric implants in cardiovascular applications: accelerated Degradation of Electrospun Poly(L-lactide) Scaffolds, *Curr. Dir. Biomed. Eng.* 4 (2018) 89–92, <https://doi.org/10.1515/cdbme-2018-0023>
- [14] J.Y. Lyu, S. Chen, W. He, X.X. Zhang, D. Yun Tang, P.J. Liu, Q.L. Yan, Fabrication of high-performance graphene oxide doped PVDF/CuO/Al nanocomposites via electrospinning, *Chem. Eng. J.* 368 (2019) 129–137, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.170>
- [15] C. Wang, J. Yin, S. Han, T. Jiao, Z. Bai, J. Zhou, L. Zhang, Q. Peng, Preparation of palladium nanoparticles decorated polyethyleneimine/polycaprolactone composite fibers constructed by electrospinning with highly efficient and recyclable catalytic performances, *Catalysts* 9 (2019), <https://doi.org/10.3390/catal9060559>
- [16] H. Zhou, Z. Shi, X. Wan, H. Fang, D.G. Yu, X. Chen, P. Liu, The relationships between process parameters and polymeric nanofibers fabricated using a modified coaxial electrospinning, *Nanomaterials* 9 (2019), <https://doi.org/10.3390/nano9060843>
- [17] B.M. Cho, Y.S. Nam, J.Y. Cheon, W.H. Park, Residual charge and filtration efficiency of polycarbonate fibrous membranes prepared by electrospinning, *J. Appl. Polym. Sci.* 132 (2015) 1–7, <https://doi.org/10.1002/app.41340>
- [18] U.A. Dar, Y.J. Xu, S.M. Zakir, M.U. Saeed, The effect of injection molding process parameters on mechanical and fracture behavior of polycarbonate polymer, *J. Appl. Polym. Sci.* 134 (2017) 1–9, <https://doi.org/10.1002/app.44474>
- [19] F.J. Carrión, A. Arribas, M.D. Bermúdez, A. Guillamon, Physical and tribological properties of a new polycarbonate-organoclay nanocomposite, *Eur. Polym. J.* 44 (2008) 968–977, <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2008.01.038>
- [20] T. Huang, J. Le Li, J.H. Yang, N. Zhang, Y. Wang, Z.W. Zhou, Carbon nanotubes induced microstructure and property changes of polycarbonate/poly(butylene terephthalate) blend, *Compos. Part B Eng.* 133 (2018) 177–184, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.09.037>
- [21] Y. Rostamiyan, A. Ferasat, High-speed impact and mechanical strength of ZrO₂/polycarbonate nanocomposite, *Int. J. Damage Mech.* 26 (2017) 989–1002, <https://doi.org/10.1177/1056789516644312>
- [22] G. Woyessa, A. Fasano, C. Markos, H.K. Rasmussen, O. Bang, Low loss polycarbonate polymer optical fiber for high temperature FBG humidity sensing, *IEEE Photonics Technol. Lett.* 29 (2017) 575–578, <https://doi.org/10.1109/LPT.2017.2668524>
- [23] S.V. Komogortsev, L.A. Chekanova, E.A. Denisova, A.A. Bukaemskiy, R.S. Iskhakov, S.V. Mel'nikova, Macro- and nanoscale magnetic anisotropy of FeNi(P) micro-pillars in polycarbonate membrane, *J. Supercond. Nov. Magn.* 32 (2019) 911–916, <https://doi.org/10.1007/s10948-018-4772-y>
- [24] I. Bockovs, I. Zalite, M. Kodols, G. Heidemane, J. Grabis, J. Zicans, R. Merijs-Meri, A.K. Bledzki, Synthesis of nickel and cobalt ferrite nanopowders and selected properties of polycarbonate composites with nickel ferrite, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 77 (2015), <https://doi.org/10.1088/1757-899X/77/1/012046>
- [25] J.F. Lomax, J.J. Fontanella, C.A. Edmondson, M.C. Wintersgill, M.A. Wolak, M.A. Westgate, E.A. Lomax, P.Q. Lomax, X. Bogle, A. Rúa, S.G. Greenbaum,



- Properties of polycarbonate containing BaTiO₃ nanoparticles, *J. Appl. Phys.* 115 (2014), <https://doi.org/10.1063/1.4868086>
- [26] H. Qin, Y. He, P. Xu, D. Huang, Z. Wang, H. Wang, Z. Wang, Y. Zhao, Q. Tian, C. Wang, Spinel ferrites (MFe₂O₄): synthesis, improvement and catalytic application in environment and energy field, *Adv. Colloid Interface Sci.* 294 (2021) 102486, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102486>
- [27] S.B. Narang, K. Pubby, Nickel Spinel Ferrites: a review, *J. Magn. Magn. Mater.* 519 (2021) 167163, <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2020.167163>
- [28] M.P. Dojcinovic, Z.Z. Vasiljevic, V.P. Pavlovic, D. Barisic, D. Pajic, N.B. Tadic, M.V. Nikolic, Mixed Mg-Co spinel ferrites: Structure, morphology, magnetic and photocatalytic properties, *J. Alloy. Compd.* 855 (2021) 157429, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157429>
- [29] F. Hirotsawa, T. Iwasaki, A comparative study of the magnetic induction heating properties of rare earth (RE = Y, La, Ce, Pr, Nd, Gd and Yb)-substituted magnesium-zinc ferrites, *Solid State Sci.* 118 (2021) 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.solidstatosciences.2021.106655>
- [30] C.Y. Tsay, Y.C. Chiu, Y.K. Tseng, Investigation on structural, magnetic, and FMR properties for hydrothermally-synthesized magnesium-zinc ferrite nanoparticles, *Phys. B Condens. Matter* 570 (2019) 29–34, <https://doi.org/10.1016/j.physb.2019.05.037>
- [31] M.A. Rahman, M.T. Islam, M.S.J. Singh, M.E. Chowdhury, M. Samsuzzaman, Quad-band flexible magnesium zinc ferrite (MgZnFe₂O₄)-based double negative metamaterial for microwave applications, *Chin. J. Phys.* 71 (2021) 351–364, <https://doi.org/10.1016/j.cjph.2021.02.014>
- [32] S.P. John, J. Mathew M, Determination of ferrimagnetic and superparamagnetic components of magnetization and the effect of particle size on structural, magnetic and hyperfine properties of Mg_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ nanoparticles, *J. Alloy. Compd.* 869 (2021) 159242, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159242>
- [33] S.P. John, J. Mathew, Determination of ferromagnetic, superparamagnetic and paramagnetic components of magnetization and the effect of magnesium substitution on structural, magnetic and hyperfine properties of zinc ferrite nanoparticles, *J. Magn. Magn. Mater.* 475 (2019) 160–170, <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2018.11.030>
- [34] T. Tatarchuk, M. Myslin, I. Lapchuk, A. Shyichuk, A.P. Murthy, R. Gargula, P. Kurzydło, B.F. Bogacz, A.T. Pędziwiatr, Magnesium-zinc ferrites as magnetic adsorbents for Cr(VI) and Ni(II) ions removal: cation distribution and anti-structure modeling, *Chemosphere* 270 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129414>
- [35] A. Ashok, T. Ratnaji, L. John Kennedy, J. Judith Vijaya, R. Gnana Pragash, Magnetically recoverable Mg substituted zinc ferrite nanocatalyst for biodiesel production: Process optimization, kinetic and thermodynamic analysis, *Renew. Energy* 163 (2021) 480–494, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.081>
- [36] H.M.H. Zakaly, S.A.M. Issa, H.A. Saudi, G.A. Alharshan, M.A.M. Uosif, A.M.A. Henaish, Structure, Mössbauer, electrical, and γ -ray attenuation-properties of magnesium zinc ferrite synthesized co-precipitation method, *Sci. Rep.* 12 (2022) 1–16, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17311-y>
- [37] H. Fatima, D.W. Lee, H.J. Yun, K.S. Kim, Shape-controlled synthesis of magnetic Fe₃O₄ nanoparticles with different iron precursors and capping agents, *RSC Adv.* 8 (2018) 22917–22923, <https://doi.org/10.1039/c8ra02909a>
- [38] M.V. Limaye, S.B. Singh, S.K. Date, D. Kothari, V.R. Reddy, A. Gupta, V. Sathe, R.J. Choudhary, S.K. Kulkarni, High coercivity of oleic acid capped CoFe₂O₄ nanoparticles at room temperature, *J. Phys. Chem. B* 113 (2009) 9070–9076, <https://doi.org/10.1021/jp810975v>
- [39] T. Prabhakaran, R.V. Mangalaraja, J.C. Denardin, K. Varaprasad, The effect of capping agents on the structural and magnetic properties of cobalt ferrite nanoparticles, *J. Mater. Sci. Mater. Electron* 29 (2018) 11774–11782, <https://doi.org/10.1007/s10854-018-9276-9>
- [40] C.Y. Wang, J.M. Hong, G. Chen, Y. Zhang, N. Gu, Facile method to synthesize oleic acid-capped magnetite nanoparticles, *Chin. Chem. Lett.* 21 (2010) 179–182, <https://doi.org/10.1016/j.ccllet.2009.10.024>
- [41] T. Muthukumar, J. Philip, Effect of phosphate and oleic acid capping on structure, magnetic properties and thermal stability of iron oxide nanoparticles, *J. Alloy. Compd.* 689 (2016) 959–968, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.08.067>
- [42] A. Gholoobi, K. Abnous, M. Ramezani, F. Homaei Shandiz, M. Darroudi, M. Ghayour-Mobarhan, Z. Meshkat, Synthesis of γ -Fe₂O₃ nanoparticles capped with oleic acid and their magnetic characterization, *Iran, J. Sci. Technol. Trans. A Sci.* 42 (2018) 1889–1893, <https://doi.org/10.1007/s40995-017-0147-7>
- [43] S.B. Somvanshi, S.R. Patade, D.D. Andhare, S.A. Jadhav, M.V. Khedkar, P.B. Kharat, P.P. Khirade, K.M. Jadhav, Hyperthermic evaluation of oleic acid coated nanospinel magnesium ferrite: enhancement via hydrophobic-to-hydrophilic surface transformation, *J. Alloy. Compd.* 835 (2020) 155422, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.155422>
- [44] D. Wilson, M.A. Langell, XPS analysis of oleylamine/oleic acid capped Fe₃O₄ nanoparticles as a function of temperature, *Appl. Surf. Sci.* 303 (2014) 6–13, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.02.006>
- [45] V. Poursorkhabi, A.K. Mohanty, M. Misra, Electrospinning of aqueous lignin/poly(ethylene oxide) complexes, *J. Appl. Polym. Sci.* 132 (2015) 1–9, <https://doi.org/10.1002/app.41260>
- [46] B. Akinalan Balik, S. Argin, Role of rheology on the formation of Nanofibers from pectin and polyethylene oxide blends, *J. Appl. Polym. Sci.* 137 (2020), <https://doi.org/10.1002/app.48294>
- [47] S. Fu, Z. Sun, P. Huang, Y. Li, N. Hu, Some basic aspects of polymer nanocomposites: a critical review, *Nano Mater. Sci.* 1 (2019) 2–30, <https://doi.org/10.1016/j.nanoms.2019.02.006>
- [48] K.R. Aadil, S.I. Mussatto, H. Jha, Synthesis and characterization of silver nanoparticles loaded poly(vinyl alcohol)-lignin electrospun nanofibers and their antimicrobial activity, *Int. J. Biol. Macromol.* 120 (2018) 763–767, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.109>
- [49] Y. Wang, Q. Yang, G. Shan, C. Wang, J. Du, S. Wang, Y. Li, X. Chen, X. Jing, Y. Wei, Preparation of silver nanoparticles dispersed in polyacrylonitrile nanofiber film spun by electrospinning, *Mater. Lett.* 59 (2005) 3046–3049, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2005.05.016>
- [50] Y. Lalatonne, J. Richardi, M.P. Pileni, Van der Waals versus dipolar forces controlling mesoscopic organizations of magnetic nanocrystals, *Nat. Mater.* 3 (2004) 121–125, <https://doi.org/10.1038/nmat1054>
- [51] H. Minor, N.S. Murthy, General procedure for evaluating amorphous scattering and crystallinity from X-ray diffraction scans of semicrystalline polymers, *Polym. (Guildf.)* 31 (1989) 996–1002.
- [52] Y. Feng, B. Wang, F. Wang, Y. Zhao, C. Liu, J. Chen, C. Shen, Thermal degradation mechanism and kinetics of polycarbonate/silica nanocomposites, *Polym. Degrad. Stab.* 107 (2014) 129–138, <https://doi.org/10.1016/j.polydegradstab.2014.05.012>
- [53] A. Manikandan, J. Judith Vijaya, M. Sundararajan, C. Meganathan, L.J. Kennedy, M. Bououdina, Optical and magnetic properties of Mg-doped ZnFe₂O₄ nanoparticles prepared by rapid microwave combustion method, *Superlattices Micro* 64 (2013) 118–131, <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2013.09.021>
- [54] J. Hyun, A new approach to characterize crystallinity by observing the mobility of plasma treated polymer surfaces, *Polym. (Guildf.)* 42 (2001) 6473–6477, [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(01\)00116-1](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(01)00116-1)
- [55] M. Haghighi-Yazdi, P. Lee-Sullivan, FTIR analysis of a polycarbonate blend after hydrothermal aging, *J. Appl. Polym. Sci.* 132 (2015) 2–7, <https://doi.org/10.1002/app.41316>
- [56] O.P. Valmikanathan, O. Ostroverkhova, I.S. Mulla, K. Vijayamohan, S.V. Atre, The effect of synthesis procedure on the structure and properties of palladium/polymer nanocomposites, *Polym. (Guildf.)* 49 (2008) 3413–3418, <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2008.05.036>
- [57] A.S. Ayesb, R.A. Abdel-Rahem, Optical and electrical properties of polycarbonate/MnCl₂ composite films, *J. Plast. Film. Sheet* 24 (2008) 109–124, <https://doi.org/10.1177/8756087908094854>
- [58] W. Matysiak, T. Tański, M. Zaborowska, Electrospinning process and characterization of PVP/hematite nanofibers, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 461 (2018), <https://doi.org/10.1088/1757-899X/461/1/012050>
- [59] H. Tang, X. Zhang, L. Cheng, J. Xie, X. Yu, X. Mi, Q. Liu, Broadband emission of Lu₃Mg₂GaSi₂O₁₂: Ce³⁺, Sm³⁺ phosphors and their potential application for w-LEDs, *Ceram. Int.* 47 (2021) 26410–26420, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.06.052>
- [60] A. Hakeem, T. Alshahrani, I. Ali, M.H. Alhossainy, R. Yasmin Khosa, G. Muhammad, A.R. Khan, H.M.T. Farid, Synthesis and characterization of composites for microwave devices, *Chin. J. Phys.* 70 (2021) 232–239, <https://doi.org/10.1016/j.cjph.2020.12.021>
- [61] M. Saini, R. Shukla, A. Kumar, Cd²⁺ substituted nickel ferrite doped polyaniline nanocomposites as effective shield against electromagnetic radiation in X-band frequency, *J. Magn. Magn. Mater.* 491 (2019) 165549, <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.165549>
- [62] C.E. Arinzechukwu, S.O. Aisida, A. Agbogu, I. Ahmad, F.I. Ezema, Polyethylene glycol capped nickel-zinc ferrite nanocomposites: structural, optical and magnetic properties suitable for hyperthermia applications, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 128 (2022), <https://doi.org/10.1007/s00339-022-06248-8>
- [63] Y. Shi, Z.C. Li, C.H. Xu, W. Miao, Y.Q. Wang, Z.J. Zhang, Magnetic and optical properties of polycarbonate/Fe nanocomposites, *Front. Mater. Sci. China* 2 (2008) 16–19, <https://doi.org/10.1007/s11706-008-0003-y>
- [64] K.A. Malini, M.R. Anantharaman, A. Gupta, Low temperature Mössbauer studies on magnetic nanocomposites, *Bull. Mater. Sci.* 27 (2004) 361–366, <https://doi.org/10.1007/BF02704773>
- [65] K.K. Halankar, B.P. Mandal, M.K. Jangid, A. Mukhopadhyay, S.S. Meena, R. Acharya, A.K. Tyagi, Optimization of lithium content in LiFePO₄ for superior electrochemical performance: the role of impurities, *RSC Adv.* 8 (2018) 1140–1147, <https://doi.org/10.1039/c7ra10112k>
- [66] S.P. Pawar, M. Gandi, C. Saraf, S. Bose, Polycarbonate composites containing carbon encapsulated “Brick-Like” Fe₃O₄ nanoparticles as efficient microwave absorbers with a large bandwidth, *ChemistrySelect* 1 (2016) 3829–3838, <https://doi.org/10.1002/slct.201600931>



ESG Factors in Indian Housing Sector, Its Relevance in Attaining the National Housing Goal and the Key Role of CMAs in ESG Integration

Dr. Manoj P K

*Faculty Member & Research Co-ordinator
Department of Applied Economics, CUSAT
Kochi, Kerala – 682 022 (INDIA).*

Abstract

Given the national goal of 'Affordable Housing for All' in India on the one hand and the utmost need for the revival of Indian which is one of the worst victims of the global pandemic COVID-19 on the other hand, extra thrust on housing development is a vital need in India. This is because of the vast forward and backward linkages of housing with over 300 other industries. Besides fulfilling the basic human need and enabling the fast attainment of the national goal 'Affordable Housing for All', housing investment accelerates the pace of national economic growth. In this era of many global pandemics, climate-change driven disasters worldwide there is a growing awakening globally for the adoption of Environmental, Social and Governance (ESG) factors in all industries. Key sectors like housing and real estate must be ESG compliant, their relative environmental (E) and social (S) impacts being high, and corporate governance (G) aspects given the huge public investments involved and allied implications. The paper notes that ESG is imperative in India to attain the national housing goal and that CMAs can play key role in ESG integration.

Key Words: *Housing, MGR, Linkage, ESG.*

Dr. Mini Joseph

*Head, P.G Dept. of Commerce & Research Centre
K. G. College, Pambady
Kottayam, Kerala – 686 521 (INDIA).*

1. Introduction

Shelter (Housing) is one of the primary needs of human life. Its role is vital for a decent living, for nurturing the talents of those living in it, and to equip them to play constructive roles in the society in future. It is the duty of any progressive Government to provide at least the basic housing facilities for all the citizens so that they become more efficient and productive in fulfilling their societal roles. In India despite the earnest efforts of Govt. of India (GOI), there exists a huge level of housing shortage, which is primarily among the low income and other marginalized segments of the society whose unaffordability for their own houses is the crucial issue. In fact, it is widely recognized that housing can (i) kick-start a recession-hit economy (ii) bring about faster national economic development due to its vast forward and backward linkages with nearly 300 allied industries (iii) enhance the living standards and productivity of citizens (Manoj P K, 2004)[12]. Actually, GOI has declared "Affordable Housing for All" as its official housing goal. GOI's policy has been that of promoting housing. GOI still continues and its Budget for 2022-2023 (Feb.2022) is no exception.



Sustainability of any industry and even the whole planet depends on protecting the environment (E) and maintaining ecological balance, ensuring Social (S) equity in the distribution of the fruits of development, and corporate governance (G) practices, like, transparency in all dealings and transactions. This 'ESG' trinity has assumed great global significance today across the whole world is in view of the ever-growing environmental hazards like global warming affecting the whole planet, global epidemics like the ongoing COVID-19, mounting inequality in distribution of wealth, growing instances of corporate scams and frauds arising from the lack of proper transparency and disclosures. ESG criteria is growingly being used for evaluating stocks and investment decisions, especially in sectors like housing, real estate, tourism and hospitality etc. In this context, this paper analyses the vital significance of ESG in Indian housing sector, the key role that CMAs can play in ESG compliance, etc.

2. Objectives and Methodology

(i) To study the role of ESG integration with respect to housing sector in India given the goals and priorities of GOI as well as global practices; (ii) To suggest strategies for ESG adoption for the housing development sector in India; (iii) To apprise the role of CMAs in sustainable housing development in India. The paper is descriptive-analytical and also exploratory and it uses secondary data from authentic sources, like, RBI, NHB, GOI etc.

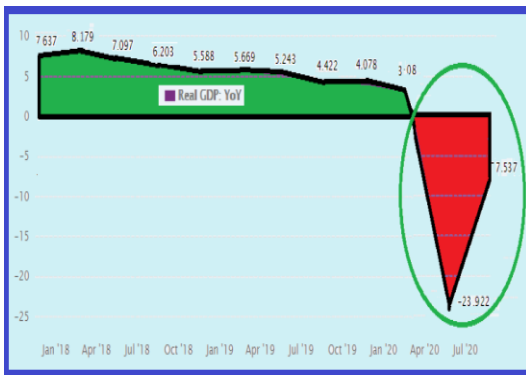
3. Housing Focus for Economic Revival

Govt. of India (GOI) has accorded top priority to housing in Atmanirbhar Bharat Abhiyaan (ABA) packages, the first on 12th May 2020, the second on 25th Oct. 2020 and the third on 12th Nov. 2020. Revival of Indian housing sector is clear from RBI's *Financial Stability Report* (Jan. 2021) [24]. Govt. of India (GOI) too has predicted such a 'V-shaped' economic revival in its report *Economic Survey 2021* (Jan. 2021) [2]. In a fast emerging economy like India, the role of housing sector to accelerate the pace of economic growth is crucial, particularly in this era of COVID-19 pandemic. GOI has rightly accorded high priority to this sector in its ABA packages. It is worth noting the obvious signs of revival in Indian housing market (RBI, 2021) [24]. Many industry reports too have noted clear positive changes in Indian housing and real estate market, like, Knight Frank India-FICCI-Naredco Survey Dec. 2020. As a result of the ABA packages, there have been clear indications of revival in Indian market as is evident from the most recent GOI's *Economic Survey 2022* (Jan. 2022) [3]. Considering GOI's goals and priorities, impact of ABA (2020) and the developments till Feb. 2022 (Union Budget, FY 2023), the key role of housing development to ensure the much desired V-shaped recovery of Indian economy and the need for ESG to make the recovery process sustainable is studied here.



4. Need for Sustaining V-shaped Revival

In fact, the start of a V-shaped recovery of Indian economy is visible in the pattern of India's real-GDP growth which has started improving from its worst situation in June 2020 (-23.922 percent) to a better (though negative) position in Sept. 2020 (-7.537 percent) and is slowly entering into the positive territory again (Figure I).



Source: CEIC Data (www.ceicdata.com).[1]

Figure I: V-Shaped Economic Revival.

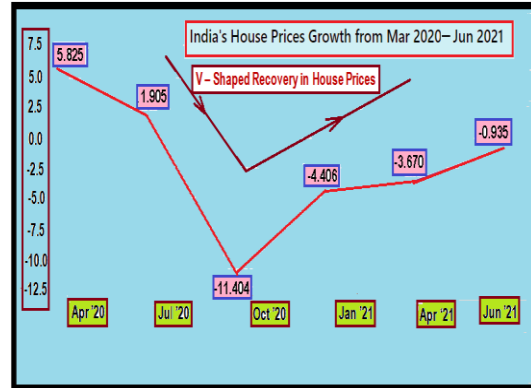
More recently, as of 31 Dec. 2021 too, (i.e. Q3-end of FY 2022) there has been a 'V-shaped' recovery in the launches and sales of housing units as per *Economic Survey 2022* (Jan. 2022) [9]. (Figure II).



Source: GOI, *Economic Survey 2022* [3]

Figure II: Launches and Sales in Housing Units –V-Shaped Revival Pattern

In respect of the trend in House Prices during the ongoing pandemic, there has been



Source: CEIC Data (www.ceicdata.com).[1]

Figure III: V-Shaped Recovery-House Prices

It may be noted that there has been a revival (V-Shaped) in respect of the growth rates in House Prices (March 2020 to June 2021) (Figure III). The absolute values of House Prices, however, have been growing almost steadily over the Quarters, except for slight falls in Q4 of 2019 and 2020, and Q2 of 2021. This shows the relative resilience of the housing sector in India and hence the relevance of depending on it for sustained economic (GDP) growth. (Figure IV).



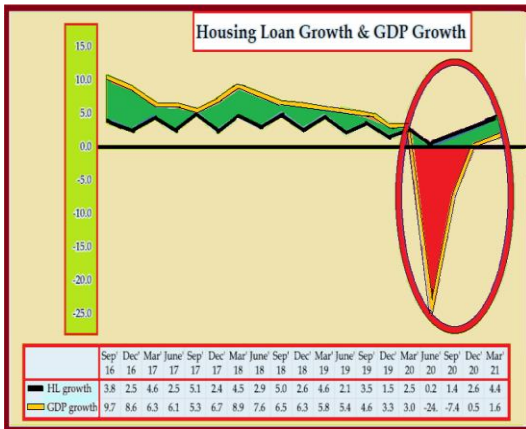
Source: GOI, *Economic Survey 2022* [3]

Figure IV: Steady growth in House Prices



5. Housing Sector and Economic Revival:

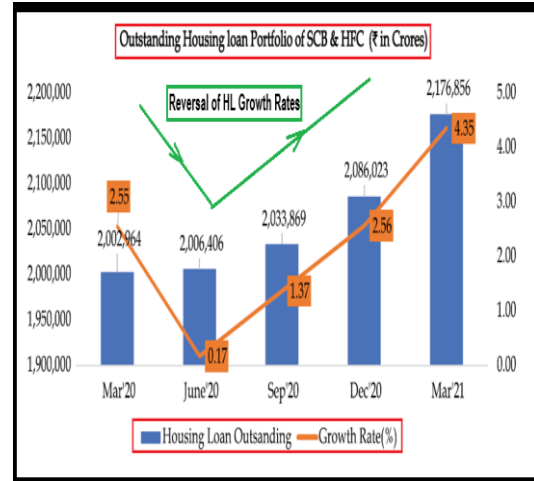
As noted earlier housing sector in India is resilient to economic shocks substantially. It is noted that growth in housing loan growth closely follows the GDP growth in India. (NHB, *Annual Report 2022*)[9]. As shown in Figure V, growth patterns of both HL (Housing Loans) and GDP are very similar in India, primarily due to the vast linkage effects of the housing industry. (Figure V).



Source: GOI, *Economic Survey 2022* [3]

Figure V: GDP and HL – Growth Patterns.

Clear trend-reversals (V-shaped) are noted in Real GDP growth (Figure I), Housing units launched and sold (Figure II), and Growth rate in House Prices (Figure III) are reflected in the V-shaped growth rate pattern of outstanding Housing Loan (HL) portfolio of SCBs & HFCs (Figure VI). From Figure VI, a clear reversal of the HL growth rates in the total HL outstanding by the respective groups viz. SCBs (Scheduled Commercial Banks) and HFCs (Housing Finance Companies) is obvious. Now, this upward growth trend needs to be sustained.

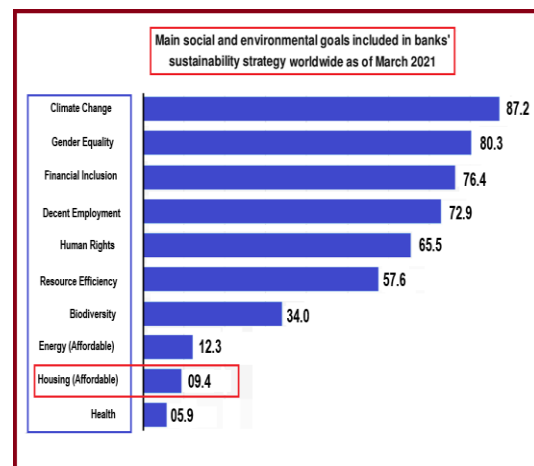


Source: GOI, *Economic Survey 2022* [3]

Figure VI: HL Outstanding-HFCs and SCBs

6. ESG: Global Level Banking Strategy

Of late, globally, ESG integration has become one of the main strategies of banks. As of March 2021, addressing Climate Change (87.2 percent) and enhancing Gender Equality (80.3 percent) were two of the most essential social and environmental sustainability strategies of the banks which signed the PRB (Principles for Responsible Banking). (Figure VII).



Source: *Statista*. (www.statista.com) [26]

Figure VII: Banking Strategies and Priorities (Environmental and Social factors).



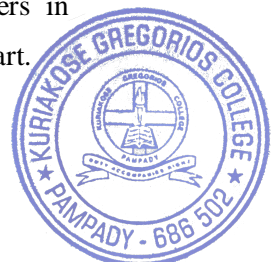
According to the PRB signatory banks, while Climate Change (87.2 percent) and Gender Equality (80.3 percent) have been ranked as the first and second among the sustainability strategies, Financial Inclusion has been the third (76.4 percent) one. It is noted that Affordable Housing (9.4 percent) too is one of the sustainability strategies of the PRB banks worldwide. (Figure VII).

7. ESG in Housing for Sustained Growth

Having already noted the beginning of a trend reversal in respect of growth rates in HL outstanding and GDP in India, both moving in tandem too (Figures I to VI), now let us consider how to sustain this growth process in housing activity and hence that of the whole economy. To ensure sustainability of housing or any other industrial activity or business, it has become imperative to adopt 'ESG' (Environmental, Social, Governance) factors along with Digital transformation (ICT adoption). ESG integration is especially relevant in the housing industry even though all corporates worldwide are growingly under pressure to report and improve their ESG data. ESG adoption is demanded equally well by customers, investors, and regulators. Any company's sustainability performance needs to be managed by collecting accurate data, proper reporting and meaningful analysis. ESG management is growingly becoming complex, costly and time consuming. Many companies seek outside consultants for this.

Knowing what standards to use and identify relevant ESG data being difficult, many companies rely on costly sustainability platforms or consultants to do this. Often, traditional modes of collection and sharing of ESG data are inefficient and error-prone.

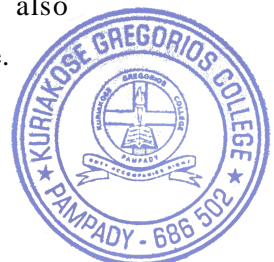
World over ESG adoption is growingly becoming vital in the housing and real estate sector. In India, ESG is particularly relevant as the country's national goal of 'Housing for All' is reiterated in every budget and the Union Budget 2022-13 (Feb. 2022) is no exception. Though 2022 was originally fixed as the year for attaining 'Housing for All' in India, the same should be revised in view of COVID pandemic and slowdown in all economic activities including housing construction. As housing development and other economic activities are fast resuming (V-shaped recovery as already noted) in India, ESG adoption has become a vital need so as to fall in line with globally recognized banking strategies in the environmental and social front of banks worldwide. Investors in housing and real estate sector are growingly looking at ESG compliance of the stakeholders concerned like builders and developers of housing units. Of the priority banking strategies, Affordable Housing is one of the major ones and is of topmost importance in India. (Figure VII). So, it is very relevant to look into the ESG strategies for the housing and real estate players in India. This aspect is dealt in the next part.



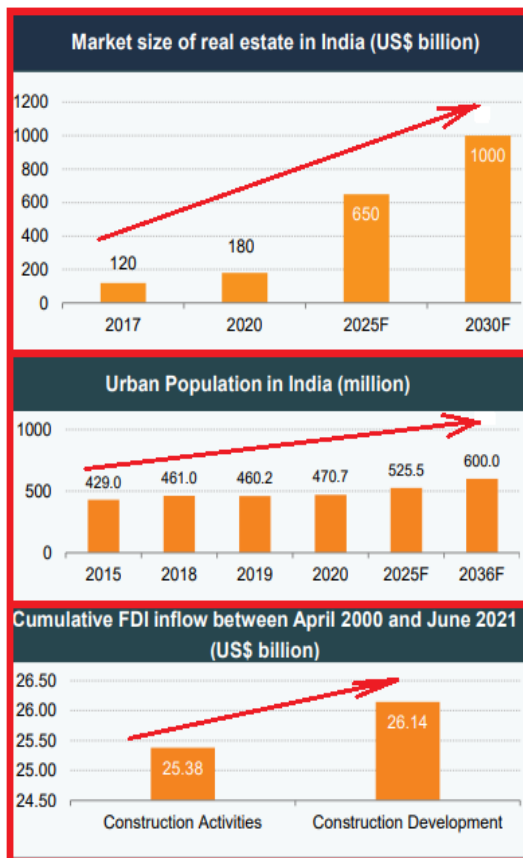
8. ESG Strategy for the Housing Players

There has been a growing appetite among the investors for ESG integration and this trend is very prominent in the housing and real estate sector. As 'Going Green' is an imperative worldwide, ESG adoption is fast growing in the affordable housing segment. While the European Union seeks to attain full climate neutrality, the data released by European Commission point out the fact that in Europe buildings account for (i) as high as 36 percent of the total Carbon Dioxide (CO₂) emissions, and (ii) 40 percent of the total energy consumption. It has also been noted that 75 percent of the total building inventory of Europe is energy inefficient, and that a meagre 1 percent of the resources alone are renovated per annum. Further, attaining the assumptions envisaged as per the global ESG support programs needs making investments worth 270 Billion Euros yearly. This in turn is beyond the financial capacity of Europe's public sector. Hence, it has been felt vital to bring about a stable environment that can attract private capital. Similar to the global scenario like the one in Europe as above, developing economies like India too have lack of funds to materialize the level of environmental quality and energy efficiency as in the laid down norms. Naturally, encouraging ESG adoption by the private corporate sector is essential in a country like India to attain 'Housing for All' along with social and environmental equity.

The three elements of the ESG strategy relevant in the field of housing development in India are dealt here. In respect of housing and residential real estate sector the Environmental (E) aspect of ESG adoption typically include the design guidelines and operating stages before, during and after the construction stage. Design aspects like air quality, energy usage, carbon discharge, water usage, waste disposal, surface hygiene etc. should be strictly environment-friendly. Builders and developers must ensure eco-friendly ways of procurement of materials and equipment and preserve biodiversity too along with scientific waste management as well as afforestation. Regarding the Social (S) element of ESG, aspects like gender, social diversity and inclusion, organizational culture, staff welfare etc. need to be addressed. In the housing sector, social guidelines include criteria for job creation, gender diversity, hiring the differently abled, health and safety, procuring from NGOs etc. Regarding the G aspect of the ESG, corporate governance of the developers, builders etc. must be fine-tuned. ESG investors place value on the fact that management is done fairly and in the interest of all stakeholders, and not the ESG members alone. ESG guidelines must include policies on environment and also financial discipline and compliance.



Thus, encouraging the corporates to adopt ESG factors in their business models, and creating an investor mindset that favors corporates that are ESG-compliant should form part of the duties of a progressive Government. It has also the responsibility to create mass awareness among the public to support ESG initiatives of the corporates. This ensures the mutuality in the interests of the stakeholders and the corporate entities. Such steps are required to ensure the long term sustainability of the housing sector in spite of its vast growth prospects and capacity to attract FDI to India.(Figure VIII)

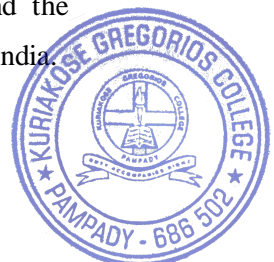


Source: IBEF (2021), Nov., p.3. [4]
Figure VIII: Housing and Residential Real Estate Sector in India-Vast Prospects.

9. ESG Elements: India's Housing Sector

The 'E' aspect of the business model of corporates in the field of housing development should include provisions for: 1) Air quality and Energy savings, 2) Waste disposal, 3) Biodegradable and ecofriendly consumables, 4) Hygiene in surface and air, 5) Radiation to be kept low, 6) Biodiversity and afforestation. Regarding the 'S' aspect of ESG integration in Indian housing sector, the main concerns include the following:

1) Gender diversity and parity, 2) Policy of Inclusiveness in hiring, 3) Adherence to health and safety protocols (including, vaccination drives) 4) Upskilling the staff and also staff welfare, 5) Community welfare and outreach, and so on. Lastly, the 'G' aspect of ESG in Indian housing sector must ensure the following: 1) Good and transparent corporate governance practices, 2) Compliance with environmental protection laws, 3) Financial discipline and transparency including risk management, 4) Process automation and ICT adoption. In the Indian scenario, abiding by the above broad norms, strictly implementing RERA 2016 [Real Estate (Regulation and Development) Act, 2016] at the national level and aligning the State-level RERA Acts with the Central RERA Act (Supreme Court verdict, Feb. 2022) can help to gain the confidence of investors, customers, and the general public. The policy support of the Union and the State Governments is an advantage in India.



10. ESG Adoption: Vital Role of CMAs

It may be noted that CMAs play a vital role in the process of ESG adoption and their role is more critical than any other corporate professional. CMAs have to function hand in hand with experts in diverse fields like Technical, Legal and Finance given the highly interdisciplinary nature of the ESG adoption. Though there are no universally accepted standards to measure and report sustainability performance, the CMAs can very meaningfully perform the following functions relating to ESG integration: 1) to assess the environmental and social impact of investments on the lines of Impact-Weighted Accounts Initiative (IWAI) and Value Balancing Alliance (VBA) practices in financial accounting (Harvard Business Review, 2020) [xx]; 2) to suggest corporate governance practices that best matches the expectations of the investors and other stakeholders; 3) to suggest smart materials, energy-efficient processes and technologies for building construction in consultation with the functional specialists, 4) to suggest effective and efficient ways of usage of water, electricity and also effective means of waste disposal, 5) to contribute towards the preservation of environmental quality and bio-diversity, 6) to ensure that sustainability issues are factored into corporate strategies and capital allocation decisions. By ensuring scientific ESG adoption CMAs can ensure the sustainability of corporate performance.

11. Concluding Remarks

Sustainability reporting and ESG adoption have become hallmarks of excellence in corporate performance. In sectors like housing and residential real estate in India, sustainability is all the more significant and so also ESG adoption, the country being already committed to attain its national goal of 'Affordable Housing for All'. By adoption of ESG and other practices for sustainability, by making use of the valuable services of the CMAs, and above all the policy support of Union and State Governments, let us hope that India can attain the dream of Housing for All in the near future itself, if not in 2022.

REFERENCES

1. CEIC Data (2021), Retrieved from www.ceicdata.com, Jan.
2. Govt. of India (2021), *Economic Survey 2020-21*, Ministry of Finance, New Delhi – 110 01., Jan.
3. Govt. of India (2022), *Economic Survey 2021-22*, Ministry of Finance, New Delhi – 110 01., Jan.
4. India Brand Equity Federation (IBEF) (2021), *Real Estate*, Industry Report, Nov. (Available at: www.ibef.org).
5. Lakshmi, L., & Manoj, P. K. (2017). Service quality in rural banking in north Kerala: A comparative study of Kannur district co-operative bank and Kerala Gramin bank. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(18), 209-220.



6. Lakshmi, & Manoj, P. K. (2017). Rural customers and ICT-based bank products: A study with a focus on Kannur district co-operative bank and Kerala Gramin bank. *International Journal of Economic Research*, 14(14), 423-434.
7. Joju, J., Vasantha, S., & Manoj, P. K. (2017). Electronic CRM & ICT-based banking services: An empirical study of the attitude of customers in Kerala, India. *International Journal of Economic Research*, 14(9), 413-423.
8. Joju, J., Vasantha, S., & Manoj, P. K. (2017). Financial technology and service quality in banks: Some empirical evidence from the old private sector banks based in Kerala, India. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(16), 447-457.
9. Joju, J., Vasantha, S., & Manoj, P. K. (2017). Future of brick and mortar banking in Kerala: Relevance of branch banking in the digital era. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(8), 780-789.
10. Joju, J. & Manoj, P. K. (2019). Banking Technology and Service Quality: Evidence from Private Sector Banks in Kerala. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 12098-12103.
11. Manoj, P. K. (2003), "Retail Banking: Strategies for Success in the Emerging Scenario", *IBA Bulletin*, XXV (11), 18-21.
12. Manoj, P. K. (2004), "Dynamics of Housing Finance in India", *Bank Quest*, 75 (3), 19-25, July-Sept.
13. Manoj, P. K. (2008), "Learning from Cross-country Experiences in Housing: A Micro Finance Approach for Inclusive Housing in India", *Journal of Global Economy*, Research Centre for Social Sciences, Mumbai, India, Vol. 4 (3), 208-224, Sept.
14. Manoj, P. K. (2009), *Emerging Technologies and Financing Models for Affordable Housing in India*, Directorate of Public Relations and Publications, Cochin University of Science and Technology (CUSAT), Kerala. (www.opac.cusat.ac.in).
15. Manoj P. K. (2012), "Potential of micro enterprises in women empowerment: A critical study of micro enterprises run by women under the Kudumbashree Programme in Kerala", *International Journal of Business Policy and Economics*, 5(2), 1-16.
16. Manoj P.K. (2012), "Information and Communication Technology (ICT) for Effective Implementation of MGNREGA in India: An Analysis", *Digital Economy of India – Security and Privacy*, Serials Publications, 4830/24, New Delhi, pp.145-150, First Ed.
17. Manoj, P. K. (2015), "Socio-Economic Impact of Housing Microfinance: Findings of a Field based Study in Kerala, India", *International Research Journal of Finance and Economics*, 137, 32-43.
18. Manoj, P. K. (2015), "Deterrents to the Housing Microfinance: Evidence from a Study of the Bankers to 'Bhavanashree' in Kerala, India", *International Research Journal of Finance and Economics*, 138, 44-53.
19. Manoj, P. K. (2018). CRM in old private sector banks and new generation private



- sector banks in Kerala: A comparison. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(2 Special Issue), 846-853.
20. Manoj, P. K. (2019). Dynamics of human resource management in banks in the ICT era: A study with a focus on Kerala based old private sector banks. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(7) (Spl.), 1667-1680.
21. Manoj, P. K. (2019). Social banking in India in the reforms era and the case of financial inclusion: Relevance of ICT-based policy options. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(7)(Spl.), 1654-1666.
22. National Housing Bank (NHB) (2022), *Annual Report 2021*. (www.nhb.org.in).
23. National Housing Bank (NHB) (2020), *Trend and Progress of Housing in India*. – various years till 2020 (latest).
24. Reserve Bank of India (RBI) (2021), *Financial Stability Report*, Issue No. 22. Jan. (Available at: www.rbi.org.in).
25. Reserve Bank of India (RBI) (2021), *Trend and Progress of Banking in India*. – various years till 2021 (latest). (www.rbi.org.in).
26. Statista, data and charts (www.statista.com)
27. Official website of Reserve Bank of India (RBI), www.rbi.org.in
28. Official website of National Housing Bank (NHB), www.nhb.org.in.

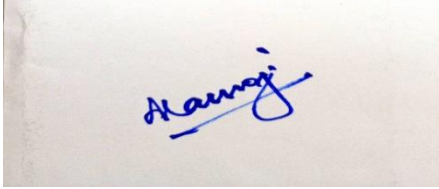


CERTIFICATE OF ORIGINALITY

This is to certify that the full contents of our research paper entitled as

“ESG Factors in Indian Housing Sector, Its Relevance in Attaining the
National Housing Goal and the Key Role of CMAs in ESG Integration

are Original and also unpublished. The paper is submitted for publication in only one Journal right now, viz. *The Management Accountant*, ICAI, Kolkata, and to none others.



Dr. Manoj P K

*Faculty Member & Research Co-ordinator
Department of Applied Economics, CUSAT
Kochi, Kerala – 682 022 (INDIA).*

[Corresponding Author]

Mob: 9447664949.



Dr. Mini Joseph

*Head, P.G Dept. of Commerce & Research Centre
K. G. College, Pambady
Kottayam, Kerala – 686 521 (INDIA).*



SOUTH INDIA JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Official Journal of the A.P. Academy of Social Sciences (Regd.)

December, 2022

Vol. XX

No.4

BI ANNUAL (UGC Care Listed)

Founder Editor

Prof. K.S. Chalam
southindiajournal@gmail.com

Editorial Board

Sri K. Madhav Rao, IAS (Retd.)
Hyderabad

Prof. K. Ravi
Visakhapatnam

Prof. K. Ilaiah
Hyderabad

Prof. R.S. Deshpande
Bangalore

Prof. Y. Chinna Rao
New Delhi

Prof. M.R. Murthy
New Delhi

Prof. M. Thanga Raj
Chennai

Prof. P. Jogdand
Mumbai

The responsibility for the facts stated or opinions expressed is entirely of the author and not of the IESJ. Website: www.iesj.in

Note: Opinions expressed in the articles published in the SIJSS are those of the contributors. The board may not necessarily agree with the contributor.

The Editor

South India Journal of Social Sciences

4-53-1, L.B.Colony, Visakhapatnam-530017, A.P.

E-mail : southindiajournal@yahoo.co.in



**MAKING FINANCIAL INCLUSION & FINANCIAL WELLBEING A REALITY-
ROLE OF SFBS AND MFIS**

Anu P. Mathew

Assistant Professor, Department of Commerce, Deva Matha College, Kuravilangad, Kottayam
DT, Kerala

Dr. Mini Joseph (Corresponding Author)

Research Guide and Associate Professor in Commerce, K G College, Pampady Kottayam DT,
Kerala

Abstract

Financial inclusion has been the buzz word propagated to make the country more inclusive. There were policies and strategies in place to bring every citizen of the nation under the purview of the broad spectrum of financial services. A vital role is played towards fulfilment of this purpose by the Small Finance Banks (SFBs) and Micro Finance Institutions (MFIs). They are indispensable in taking the financial services to the door steps of the masses especially in the rural areas. The most literate state in the country, Kerala is not different when it comes to the contribution of SFBs or MFIs. ESAF, the NBFC-MFI which was granted banking license to function as SFB hails from Kerala. On the other side, among MFIs, the State has a revolutionary MFI initiative through Kudumbashree, implemented by the Govt. of Kerala under the State Poverty Eradication Mission (SPEM). Justifying the meaning of the word, Kudumbashree ensures grace to the families who are its members. This study being an exploratory and analytical study focuses on the way ESAF and Kudumbashree intervenes in the lives of the rural poor to empower them financially and foster economic growth. The investigator interviewed 105 respondents who are customers of ESAF and Kudumbashree, who have availed micro credit from the institutions. The results were tabulated and analyzed to draw inferences on how positively the influence of the institutions paved way for financial wellbeing of the rural women.

Keywords: ESAF, Kudumbashree, Financial Inclusion, Repayment Status, Financial Wellbeing

Introduction

Taking banking to the doorsteps of the layman has been the priority for banks both old and new generation. SFBs are a new entrant into Indian Banking System with a differentiated focus on Financial Inclusion (rbidocsrbi.org.in). The role of Microfinance has been critical in driving financial inclusion in India (home.kpmg). The annual Financial Inclusion Index, the FI Index for the period ending 31st March 2021 stood at 53.90 against 43.40 for the period ending March 2017. Financial wellbeing is a true indicator of financial health or financial position in this turbulent situation. Meeting existing and future commitments (Kempsonet.al., 2017), having money left over for non-essentials (Elliot & Vlave, 2013), feeling financially healthy and secure (Barclays, 2014) so that they are confident to meet the future challenges are all indicators of financial wellbeing. Financial inclusion means that individuals and businesses have access to useful and affordable financial products and services that meet their needs – transactions, payments, savings, credit and insurance – delivered in a responsible and sustainable way. (worldbank.org). Financial inclusion and financial wellbeing experienced by the rural low income people of Kerala and the role of ESAF(SFB) and Kudumbashree (MFI) is being explored through this study. The research questions arising in this backdrop are:

Do SFBs and MFIs promote financial inclusion?

How is the repayment behaviour of borrowers after accessing credit?

How far do they experience financial wellbeing?

Are financial inclusion and financial wellbeing related to each other?

The study aims to find answers to these questions through responses collected from rural women who are borrowers from lending institutions, Esaf and kudumbashree.

Review of Literature



(CFPB, 2015) Consumer Financial Protection Bureau has been conducting intensive research in the domain of financial wellbeing and developed a scale to measure financial wellbeing. (Stromback et.al. (2017) investigated the influence of a person's psychological characteristics on the financial behaviour and financial wellbeing. (Barman et.al, 2009) conducted a comparative study of microfinance models to analyze role of microfinance interventions in Financial Inclusion. (Shankar, 2013) aimed to investigate financial inclusion in India and whether microfinance institutions address access barriers.

Research Objectives

- ✓ The objectives of the research study were as follows:
- ✓ To evaluate the financial inclusion facilitated by SFBs and MFIs for the rural poor.
- ✓ To analyze the status of repayment of credit by the rural poor.
- ✓ To identify the factors influencing default in repayment of credit among the rural poor.
- ✓ To evaluate the whether the rural poor experience financial wellbeing.

Research Hypotheses

H0 1: The mean score of factors influencing repayment default is the same for all occupation groups.

H0 2: The mean score of financial wellbeing is the same for all occupation groups.

H0 3: There is no difference in the financial wellbeing experienced by regular borrowers and defaulters.

H0 4: Borrowers of ESAF and Kudumbashree experience the same level of financial wellbeing.

H0 5: There is no significant relationship between Financial Inclusion and Financial Wellbeing

Methods

From among the rural women population of Kerala, a total sample size of one hundred and five borrowers of Esaf and Kudumbashree were chosen for the study through Snowball Sampling method. For the purpose of the study, data was collected through primary and secondary sources. Secondary data which included journal articles, research papers, working papers, books and websites, provided the conceptual base for the study. Primary data was gathered from respondents through a carefully drafted interview schedule. Testing of hypotheses was done using inferential statistical methods such as Independent sample t test, ANOVA and Pearson Product Moment Correlation.

Results

The data collected online through the interview schedule, provided insights on the major aspects as discussed below:

Table 3.1 Name of Lending Institution

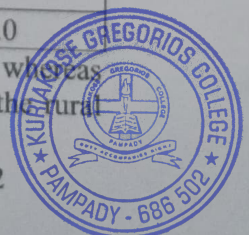
Name	Frequency	Percent
ESAF	31	29.5
Kudumbashree	74	70.5
Total	105	100.0

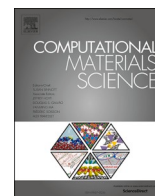
70.50 % respondents were borrowers of kudumbashree, the MFI and 29.50 % of them were borrowers of Esaf, the SFB. Among the total respondents, 34.30 % were day labourers, whereas 24.8 % were self-employed, 17.10 % were home makers and 15.2 % were private employees.

Table 3.3 Nature of Repayment of Credit

Nature	Frequency	Percent
Paid Regularly	76	72.4
Installments Defaulted	29	27.6
Total	105	100.0

Among the total respondents, 72.4 % used to make regular payment of installments due whereas 27.6 % have made defaults in repayment of installments. Financial inclusion among the rural





Full Length Article

First-principles study on the role of anion in the physical properties of lead-free halide double perovskites

N. Rajeev Kumar^{a,*}, Sankar Ganesh Ramaraj^{b,e,*}, P.C. Karthika^c, Nishitha P. Mathew^{a,d}, R. Radhakrishnan^{a,*}

^a Department of Theoretical Physics, University of Madras, Chennai 600025, India

^b Department of Bioengineering, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

^c Department of Physics and Nanotechnology, SRMIST, KTR Campus, Chengalpattu, Tamilnadu, India

^d Department of Physics, Kuriakose Gregorios College, Pampady 686502, India

^e Department of Materials Physics, Saveetha School of Engineering, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences (SIMTS), Thandalam, Chennai 602105, Tamilnadu, India



ARTICLE INFO

Keywords:

Halide double perovskite
Halide ions
Density functional theory
Bandgap
Optical studies

ABSTRACT

Lead-free halide double perovskite (HDP) materials have received increased attention in the field of perovskite solar due to their non-toxic nature, structural stability and enhanced optical properties. In this work, we performed the density functional theory calculations to investigate the role of halide ion ($X = \text{Cl, Br, I}$) substitution in the lead-free $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ compound as a prototype structure. The results revealed that the halogen ions play a crucial role in changing the physical properties of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$. The halide ions play a major role in light harvesting as absorption of light mainly involves optical transitions from the p- to s-orbitals of the halide ions. $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl, Br, I}$) exhibits enhanced light absorbance $\alpha(\omega)$ and less reflectivity $n(\omega)$ in the near infra-red to the visible region of the solar spectrum which clearly indicated that the efficiency of solar cells can be enhanced. Moreover, the material showed an indirect bandgap of 1.38 eV (Cl), 0.88 eV (Br), and 0.395 eV (I). This study is a valuable reference for single-junction solar cells and tandem solar cells for enhancing the power conversion efficiency.

1. Introduction

Recently the search for a clean and renewable source for energy harvesting has quietly reached a peak, perovskite materials have played a significant role in the field of energy harvesting and light-emitting diodes (LEDs) [1–4]. HDPs have recently attracted considerable attention due to their nontoxic nature and higher stability compared to lead-based perovskite materials [5–7]. However, the power conversion efficiencies of HDPs-based solar cells are comparatively low, which may be due to the poor visible light absorption because of its indirect bandgap [8–10]. It is found that halogen ions like Cl, Br, and I can be utilized to decrease the bandgap and to utilize a wide region of the visible spectrum [11–13]. Our previous DFT calculations on $\text{Cs}_2\text{AgBiX}_6$ and $\text{Cs}_2\text{AuBiX}_6$ [14,15], showed that the Bi-based HDPs are excellent photo-absorber in the visible region of the solar spectrum. It has been reported that mixing halides and cations in perovskites can regulate the electronic features [16–18] and the composition of both can be adjusted to improve the

stability [19]. In considering the phase stability, eco-friendliness, and tunability of HDPs, Zhao, et al., have identified nontoxic $\text{A}_2\text{B} + \text{B}'_{[3+1]} + \text{X}_6$ ($\text{B} = \text{alkali metals}$; $\text{B}' = \text{metals}$; $\text{X} = \text{halides}$) perovskites to replace APbX_3 for photovoltaic applications [20]. The synthesis of Ag-based HDPs from solution processing and solid-state reactions has been reported previously for the composition such as $\text{Cs}_2\text{AgBiCl}_6$, $\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$, and $\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6$ [21,22]. However, the various chemical composition of materials has been designed to study the optical effect, still today there have been very few reports presenting the effect of ions on light absorption and the bandgap effect. Thus, we proposed the replacement of X sites of anionic complex $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ structures as a model system. This type of new structure can contribute to our atomistic understanding of the descriptors that drive the changes in the structural, and optoelectronic properties of perovskite materials.

* Corresponding authors.

E-mail addresses: rajeev.unom@gmail.com (N. Rajeev Kumar), ramaraj@g.ecc.u-tokyo.ac.jp (S.G. Ramaraj), rkrishna.tp@unom.ac.in (R. Radhakrishnan).

<https://doi.org/10.1016/j.commsci.2022.111975>

Received 22 May 2022; Received in revised form 6 December 2022; Accepted 9 December 2022

Available online 18 December 2022

0927-0256/© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.



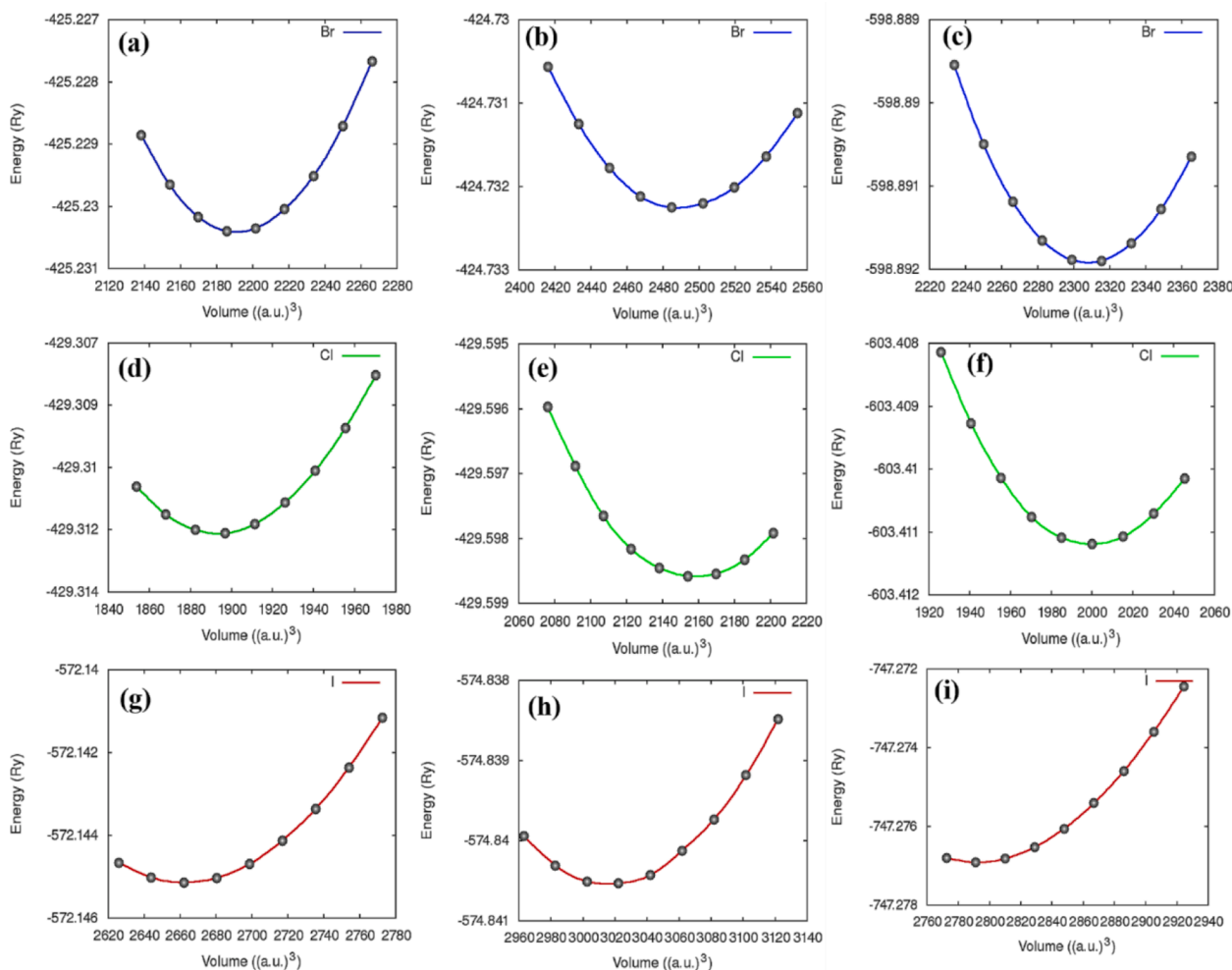


Fig. 1. Comparison Fit for the LDA, PBE-GGA, PBE-sol and EDFs, (a-c) $\text{Cs}_2\text{AgSbBr}_6$, (d-f) $\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6$, (g-i) $\text{Cs}_2\text{AgSbI}_6$.

2. Theoretical approach and computational details

All ab-initio DFT calculations were performed using Quantum-Espresso (QE) suite [23]. The exchange–correlation function (ECF) with generalized gradient approximation (GGA), which was parameterized by Perdew Burke Ernzerhof (PBE) [24], was used and it was compared with local density approximation (LDA) and PBE-sol with the convergence criteria of 60 Ry for the kinetic energy cut-off and 240 Ry for the charge densities. The structural optimization was performed with $8 \times 8 \times 8$ Monkhorst-Pack k-mesh in Brillouin zone, and the convergence threshold for self-consistent-field (SCF) iteration was set at 10^{-10} eV. Relaxation of ions was performed using BFGS quasi-Newton algorithm until the energy and forces are less than $1.0_{[-4]}$ Ry and $1.0_{[-3]}$ Ry/Bohr, respectively. Further, a denser k-mesh of $16 \times 16 \times 16$ with gaussian smearing of 0.001 Ry was used for non-SCF calculations, the density of states (DOS), and optical calculations.

3. Results and discussion

The Birch-Murnaghan Equation of State (Eq. (1)) is used to calculate the structural parameters of the compounds by fitting the Energy-Volume data, which is obtained by SCF calculations.

$$E(V) = E_0 + \frac{9V_0B_0}{16} \left[\left\{ \left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} - 1 \right\}^2 B_0' + \left\{ \left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} - 1 \right\}^2 6 - 4 \left\{ \left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} \right\} \right] \quad (1)$$

Table 1

Estimated structural parameters of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ (X = Cl, Br, I).

	Parameters	$\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6$	$\text{Cs}_2\text{AgSbBr}_6$	$\text{Cs}_2\text{AgSbI}_6$
		Present	others	
LDA	a(Å)	10.39	10.91	11.64
	V(Å) ³	287.56	324.68	27.54
	B ₀ (GPa)	39.22	33.84	–
	B'	6.576	5.522	4.028
	a (Å)	10.853	10.700 [26] 10.699 [32] 10.561 [32] 10.70 [34]	11.384
PBE	V (Å) ³	319.61	368.91	447.38
	B ₀ (GPa)	22.8	21.1	17.8
	B'	7.42	7.548	1.00
	a (Å)	10.58	11.101	11.828
	V (Å) ³	296.24	342.07	413.64
PBEsol	B ₀ (GPa)	30.7	27.6	23.1
	B'	6.38	2.385	6.007

Here, E is internal energy, B_0 and B_0' are the bulk modulus and its derivative. V is the deformed volume from the reference volume (V_0). The minimised total energy (E_0) of the unit cell w.r.t cell volume (V_0) is obtained for LDA, PBE, and PBEsol exchange correlations as depicted in Fig. 1. Table.1 shows the optimized structural parameters of the HDP using LDA, PBE, and PBEsol. The result indicated that the lattice constant a (Å) increases in the order of Cl < Br < I which may be due to the ionic radius of the anions. Conversely a recent report on the increase in

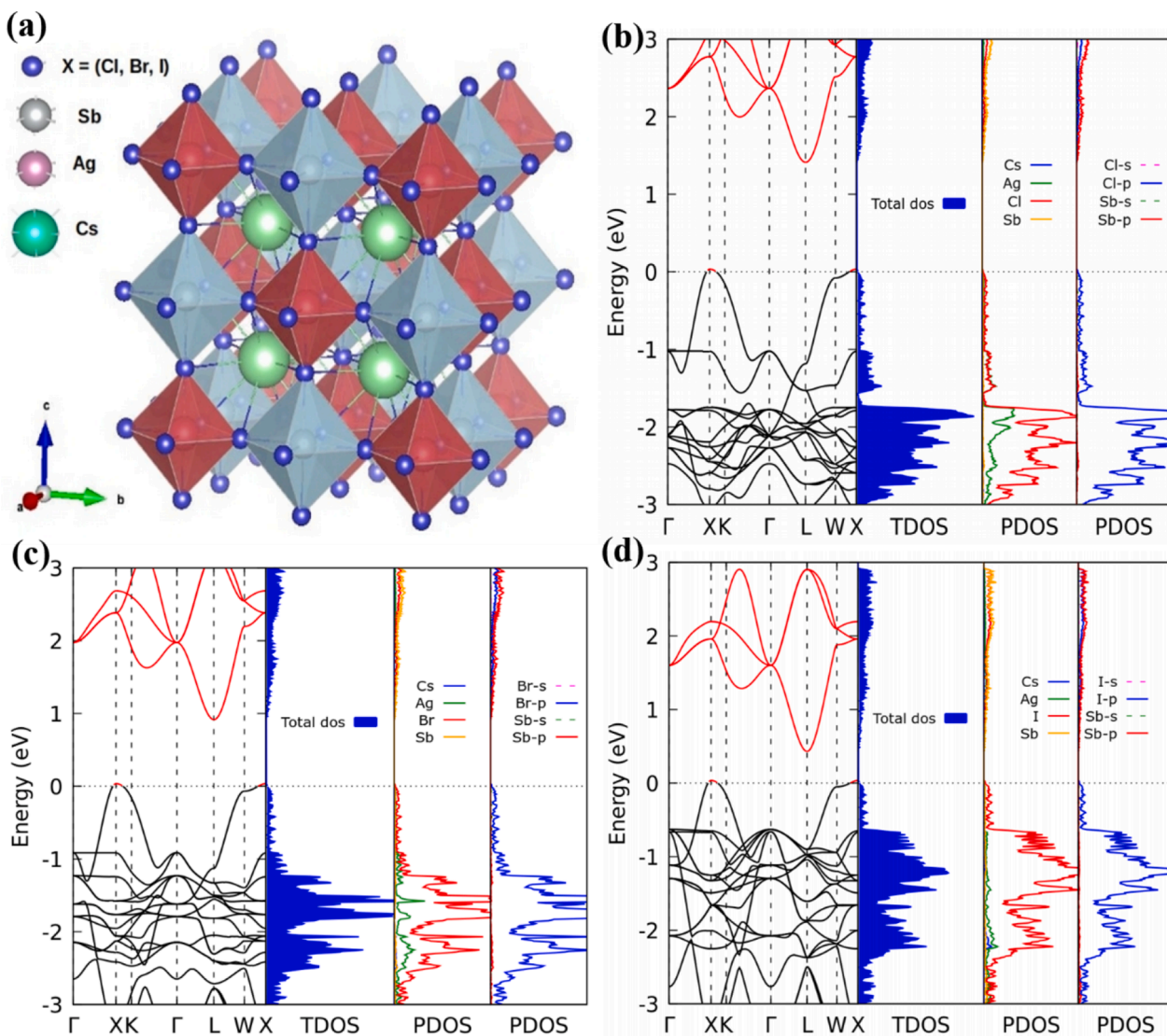


Fig. 2. (a) Crystal structure of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl, Br, I}$) (Space - group: #225) with AgX_6 and SbX_6 octahedral represented by a red and grey color, (b-d) Electronic band structure of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl, Br, I}$) along the k-path (Γ -X-K-L-W) X with valance band in black and conduction band in red. Total DOS and Partial Density of States are presented along with the band structure for comparison.

the lattice parameter from $\text{Cl}[-]$ (1.80 \AA) $<$ $\text{Br}[-]$ (1.95 \AA) $<$ $\text{I}[-]$ (2.20 \AA), is due to the Shannon radii in considering the Atomic and Ionic parameters from the previous reports section II.A is calculated using advanced ML techniques [31]. The Bulk moduli B_0 for $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$, are found to be 22.8 GPa (Cl), 21.1 GPa (Br), and 17.8 GPa (I) obtained using PBE. In comparison, the bulk modulus B_0 of $\text{Cs}_2\text{AgSbI}_6$ is the smallest, which is more compressible and less hard. The structural optimisation of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl, Br, I}$) is done with Face Centered Cubic corresponding to the Laue class (Ohm - 3 m) (Space group #225). The fractional coordinates of the Ag, Sb, and Cs atoms were in the Wyckoff positions 4a, 4b, and 8c respectively as shown in Fig. 2a. The obtained lattice parameter, (a (\AA)) for all compounds using the exchange-correlation functional (ECF) such as LDA, PBE-GGA, and PBE-sol are presented in Table 1.

Investigation of the electronic properties reveals the nature (metal/semiconductor/insulator) of the system, type of bandgap (direct/indirect), and orbital contributions at the valence band and conduction band (VB/CB) of the material. In Fig. 2(b-d), the electronic band structure of the compound along with total (TDOS) and projected density of states (PDOS) using PBE functional are presented. The Fermi energy of the $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ is set to zero for all band plots and the k path is set along with

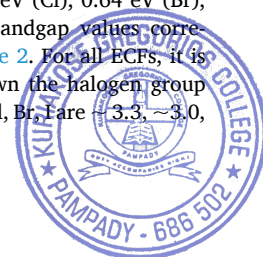
Table 2

Calculated electronic bandgaps E_g (eV) of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl;Br; I}$) using LDA, PBE, and PBE-sol.

X	LDA	PBE	PBE-sol	Ref.
Cl	0.95	1.38	1.12	2.60 ^a , 2.65 ^b
Br	0.40	0.88	0.64	2.61 ^c , 1.40 ^d
I	1.64 ^e	0.39	0.16	-

a[32], b[33], c[29],d[29], e[28], *Expt.

the symmetry points. Coordinates of these symmetry points are Γ (0.0, 0.0, 0.0), X (0.5, 0.0, 0.5), K (0.375, 0.375, 0.75), L (0.5, 0.5, 0.5) and W (0.5, 0.25, 0.75). The top of the VB and the bottom of the CB is located at the high symmetry points X and L respectively showing the indirect nature of the bandgap. This clearly indicates an indirect bandgap of 1.38 eV (Cl), 0.88 eV (Br), 0.39 eV (I) for PBE and 1.12 eV (Cl), 0.64 eV (Br), 0.16 eV (I) for PBE-sol are presented in the bandgap values corresponding to different ECFs are presented in Table 2. For all ECFs, it is found that the E_g values decrease as we go down the halogen group [25–27], since the Pauling electronegativities of Cl, Br, I are $\sim 3.3, \sim 3.0,$



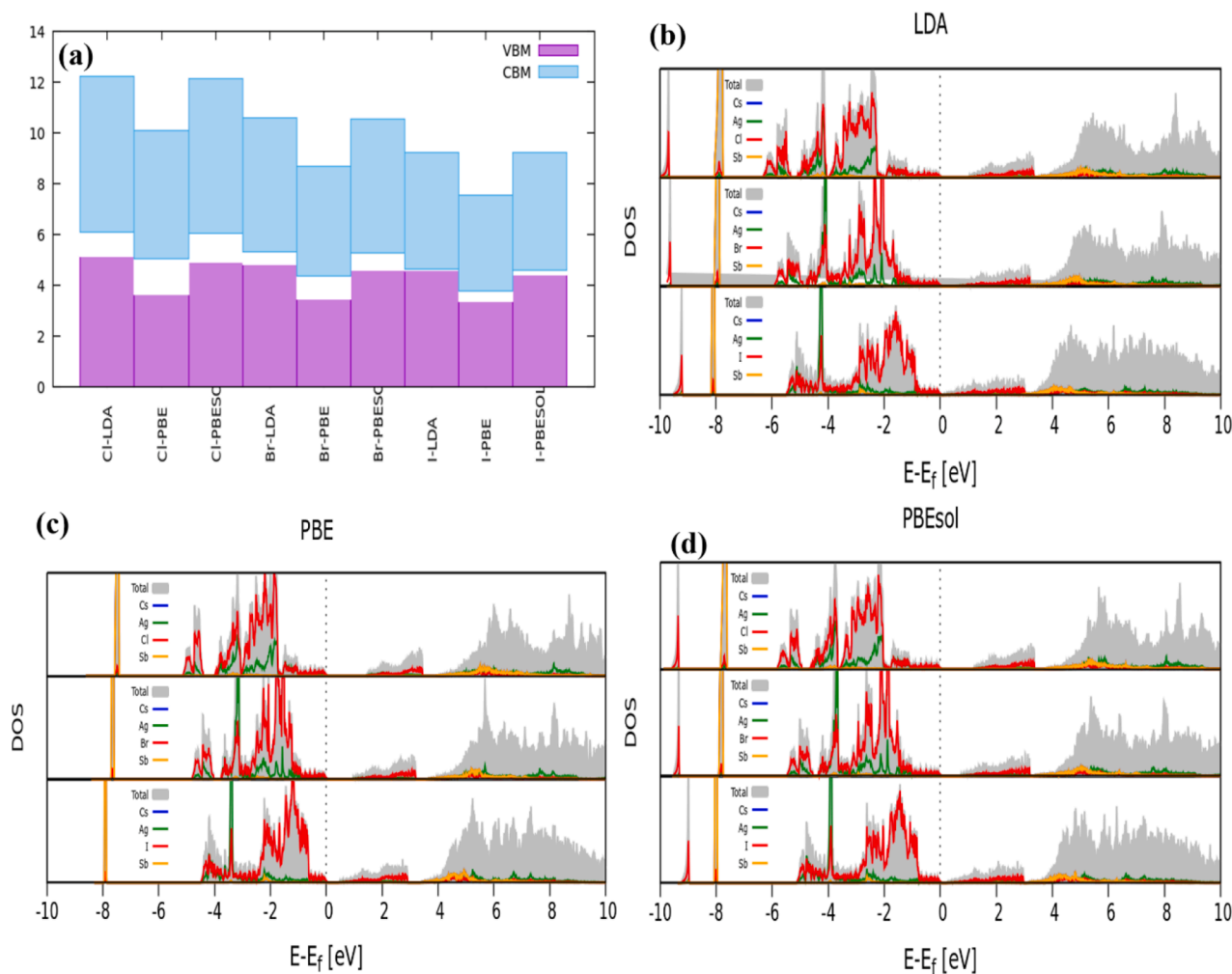


Fig. 3. (a) Comparison of band gaps of Cs₂AgSbCl₆, Cs₂AgSbBr₆ and Cs₂AgSbI₆ using LDA, PBE and PBE-sol ECFs, (b, c, & d) Projected density of states of an individual atom is plotted for Cs₂AgSbCl₆, Cs₂AgSbBr₆ and Cs₂AgSbI₆ using LDA, PBE and PBE-sol ECFs.

~2.7, respectively, the ionicity of the perovskites is expected to decrease across the halogen group and the band gap should decrease. Also, it is seen that LDA severely underestimates the bandgap. The calculated bandgap for Cs₂AgSbX₆ was found to be comparable with available theoretical reports and are presented in Table 2. Atomic and orbital contributions at the VBM and CBM are presented in Fig. 2 (b-d), and it is found that halogen anions (Cl, Br, I) and Sb are contributed at VBM and CBM respectively, also confirmed in Fig. 3 (a-d). Tabulated values of band gaps (from Table 2) are shown in the bar chart for comparison in Fig. 3 a.

Analysis of optical characteristics provides extensive information for their possible uses in solar cells and LEDs. To be applied to solar cells, we explore the optical (UV-Visible-IR region) response of the system (Cs₂AgSbX) calculated using the frequency-dependent dielectric function ($\epsilon_{(1)}(\omega)$ and $\epsilon_{(2)}(\omega)$) via the Random Phase Approximation method (RPA) [28–30]. The absorption coefficient $\alpha(\omega)$ and refractive index $n(\omega)$ were calculated using the relations connecting the real and imaginary parts corresponding plots are depicted in Fig. 4 and Fig. 5. We have $n(\omega) = (\sqrt{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \epsilon_1})^{1/2} / \sqrt{2}$ and $\kappa(\omega) = (\sqrt{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 - \epsilon_1})^{1/2} / \sqrt{2}$. The relation between the absorption coefficient and refractive index is given by $\alpha(\omega) = \omega/cn(\omega)$, where c is the speed of light.

In Fig. 3, we presented the dielectric relaxation spectra, under the PBE exchange-correlation. As the crystals are isotropic, all the diagonal components of the ϵ tensor are identical ($\epsilon_{xx} = \epsilon_{yy} = \epsilon_{zz}$), whereas the off-diagonal components are zero. Fig. 4 (a-c) show the real part $\epsilon_1(\omega)$ and

imaginary part $\epsilon_2(\omega)$ of dielectric function and extinction coefficient as a function of energy. Static dielectric constant ϵ_s is defined as the value of the real part of frequency-dependent dielectric constant $\epsilon_1(\omega)$ at $\omega = 0$. ϵ_s for Cs₂AgSbBr₆ is found to be 4.85, 5.55, Cs₂AgSbCl₆ (6.16, 7.08, and 8.99, 10.36 for Cs₂AgSbI₆ for PBE and PBE-sol respectively.

It is seen that $\epsilon_1(\omega)$ is below zero (negative) for some regions of ω , where incident photons are completely attenuated. The $\epsilon_2(\omega)$ values describe the inter-band transitions for semiconductor materials and explain the material responses to electromagnetic radiation. Furthermore, the optical transition between states is seen as peaks in the $\epsilon_2(\omega)$ dielectric spectrum. In Fig. 4 b, $\epsilon_2(\omega)$ exhibits principal peaks at 7.95, 6.04, 7.47, 8.43, 10.21 and 11.16 for Cs₂AgSbX₆, as X varied from Cl to I when calculated using the exchange potentials PBE and PBE-sol respectively. The extinction coefficient $k(\omega)$ exhibits a similar trend when X varied from Cl to, I as shown in Fig. 4 c. The absorption coefficient $\alpha(\omega)$ and refractive index $n(\omega)$ are two important parameters in designing optoelectronic materials for solar cells.

The optical response to the solar radiation is given by the absorption coefficient $\alpha(\omega)$ in the active region (0–4) eV of the solar cell as a function of ω as shown in Fig. 5 a. The enhanced photo-response for highly efficient solar cells lies between (0.9–1.6) eV. The optical absorption $\alpha(\omega)$ for Cs₂AgSbX₆ starts at the optimum bandgap region and shows a good response in the visible and near IR region. The absorption peaks are at 3.7 eV for Cl, 3.3 eV for Br and 2.6 eV for I. Fig. 5 b represents the refractive index $n(\omega)$ versus energy ω for Cs₂AgSbX₆, n increases steadily and reaches a maximum value at 1.45, 1.9, 2.4 eV for Cl,

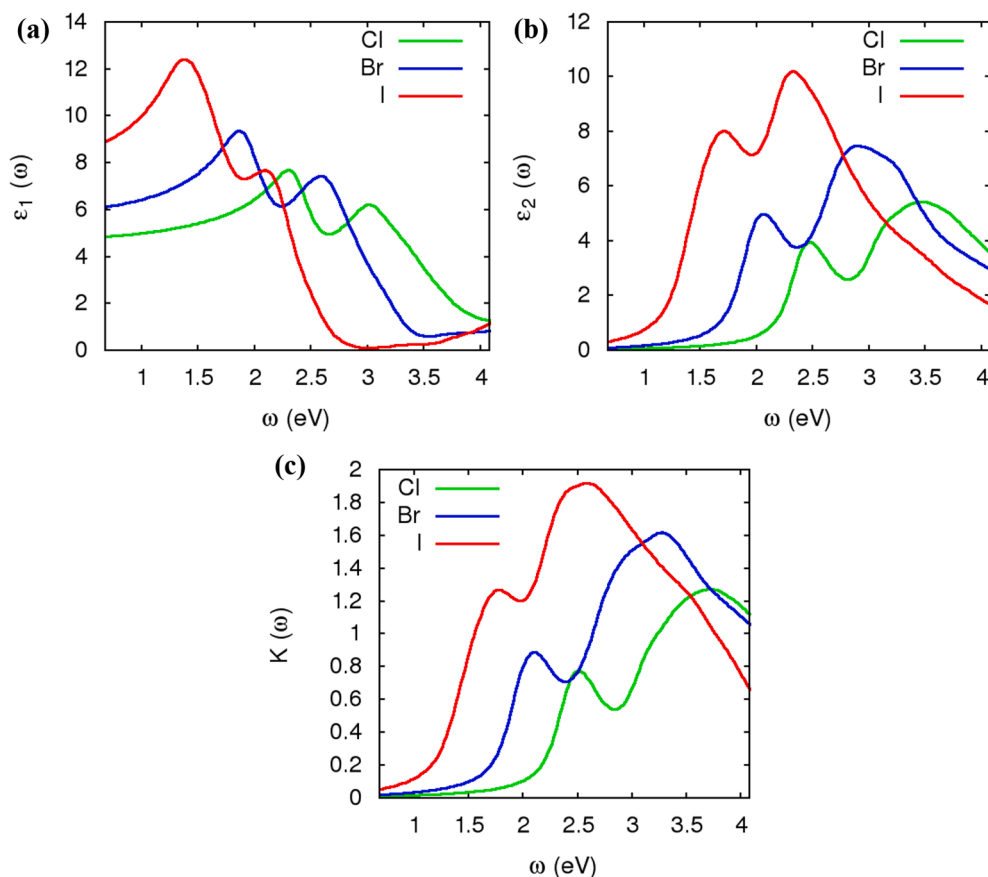


Fig. 4. Dielectric relaxation Spectra for all compounds obtained using the PBE-GGA method. Plots of the real $\epsilon_1(\omega)$ (a) and imaginary $\epsilon_2(\omega)$ (b) of dielectric functions and extinction coefficient $K(\omega)$ (c) for the maximum solar efficiency region (0.9–4.0 eV).

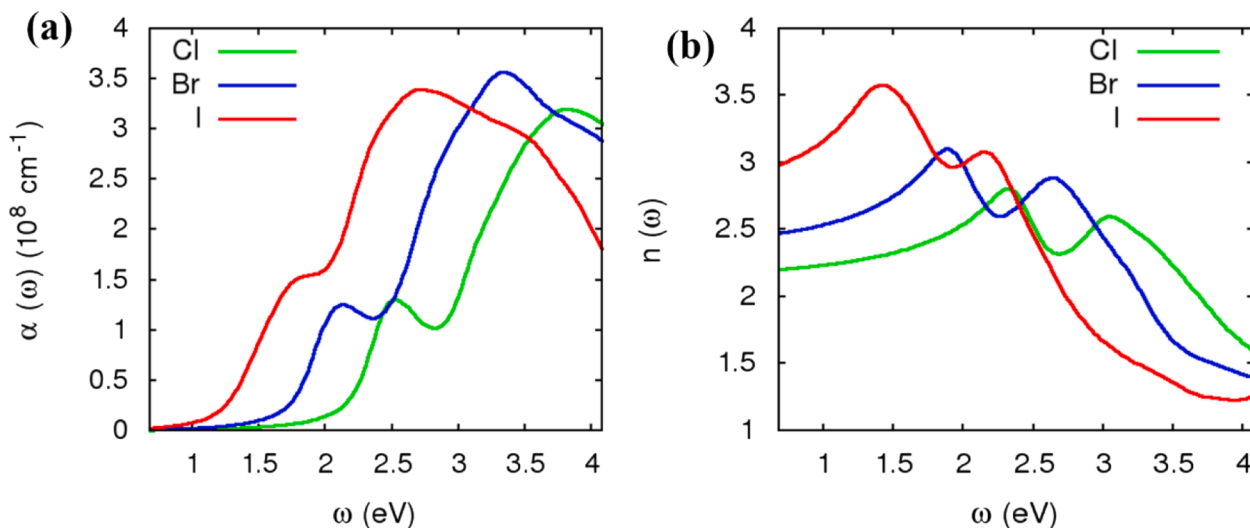


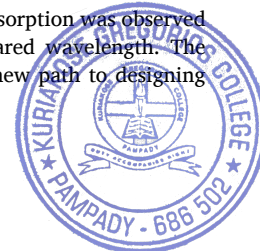
Fig. 5. (a) Absorption coefficient $\alpha(\omega)$, (b) refractive index $n(\omega)$ of $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) for the maximum solar efficiency region (0.9–4.0 eV) obtained using the PBE-GGA method.

Br, I and decreases below unity at 14.2, 13.6, 9.2 eV for Cl, Br and I. From these results, it can be concluded that $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ is an ideal candidate for single-junction and tandem solar cells.

4. Conclusion

In this study, we have investigated the optical property of the double

halide perovskite $\text{Cs}_2\text{AgSbX}_6$ ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) in which the bandgap tuned from 1.38 – 0.395 eV ($\text{Cl} > \text{B} > \text{I}$). Moreover, the PDOS results indicated that the halogen ions and Sb contribute to the modification of the valence and conduction band. A wide range of absorption was observed with less refractive index near-visible and infrared wavelength. The halogen doping proposed in this work opens a new path to designing high-performance single and tandem solar cells.



CRediT authorship contribution statement

N. Rajeev Kumar: Methodology, Investigation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review & editing. **Sankar Ganesh Ramaraj:** Conceptualization, Supervision, Project administration, Funding acquisition, Investigation, Data curation, Writing – review & editing, Writing – original draft. **P.C. Karthika:** Visualization, Formal analysis, Writing – review & editing. **Nishitha P. Mathew:** Visualization, Data curation, Writing – review & editing. **R. Radhakrishnan:** Conceptualization, Supervision, Project administration, Funding acquisition, Investigation.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability

Data will be made available on request.

Acknowledgements


This research was supported by 21K14510 from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). Professor. R. Radhakrishnan and N. Rajeev Kumar acknowledge the Centre for Development of Advanced Computing (CDAC-PARAM Yuva-II), Pune, India for providing wonderful computing facilities.

References

- X. Ma, Z. Li, J. Yang, Efficient Direct Band Gap Photovoltaic Material Predicted Via Doping Double Perovskites $\text{Cs}_2\text{AgBiX}_6$ (X = Cl, Br), *J. Phys. Chem. C* 125 (2021) 10868–10875, https://doi.org/10.1021/ACS.jpcc.1c01871/ASSET/IMAGES/LARGE/JP1C01871_0005.JPEG.
- M. Mohsseni, M.H. Majles Ara, M. Dehghani, Determination of critical total secondary phase densities in CZTS and investigation of their effects on the perovskite solar cell performance with CZTS as an HTL, *Opt. Mater. (Amst)* 128 (2022), 112453, <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2022.112453>.
- M.B. Faheem, B. Khan, J.Z. Hashmi, A. Baniya, W.S. Subhani, R.S. Bobba, A. Yildiz, Q. Qiao, Insights from scalable fabrication to operational stability and industrial opportunities for perovskite solar cells and modules, *Cell Reports Phys. Sci.* 3 (4) (2022) 100827.
- O.Y. Gong, M.K. Seo, J.H. Choi, S.-Y. Kim, D.H. Kim, I.S. Cho, N.-G. Park, G.S. Han, H.S. Jung, High-performing laminated perovskite solar cells by surface engineering of perovskite films, *Appl. Surf. Sci.* 591 (2022), 153148, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2022.153148>.
- D. Kumar, J. Kaur, P.P. Mohanty, R. Ahuja, S. Chakraborty, Recent Advancements in Nontoxic Halide Perovskites: Beyond Divalent Composition Space, *ACS Omega* 6 (2021) 33240–33252, https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.1C05333/ASSET/IMAGES/LARGE/AO1C05333_0008.JPEG.
- H.C. Sansom, G. Longo, A.D. Wright, L.R.V. Buizza, S. Mahesh, B. Wenger, M. Zanella, M. Abdi-Jalebi, M.J. Pitcher, M.S. Dyer, T.D. Manning, R.H. Friend, L. M. Herz, H.J. Snaith, J.B. Claridge, M.J. Rosseinsky, Highly Absorbing Lead-Free Semiconductor $\text{Cu}_2\text{AgBiI}_6$ for Photovoltaic Applications from the Quaternary CuI-AgI-BiI_3 Phase Space, *J. Am. Chem. Soc.* 143 (2021) 3983–3992, https://doi.org/10.1021/JACS.1C00495/ASSET/IMAGES/LARGE/JA1C00495_0004.JPEG.
- A. Bala, V. Kumar, Direct band gap halide-double-perovskite absorbers for solar cells and light emitting diodes: Ab initio study of bulk and layers, *Phys. Rev. Mater.* 5 (2021), 095401, <https://doi.org/10.1103/PHYREV MATERIALS.5.095401/FIGURES/14/MEDIUM>.
- Y. Li, Y. Lu, X. Huo, D. Wei, J. Meng, J. Dong, B. Qiao, S. Zhao, Z. Xu, D. Song, Bandgap tuning strategy by cations and halide ions of lead halide perovskites learned from machine learning, *RSC Adv.* 11 (2021) 15688–15694, <https://doi.org/10.1039/D1RA03117A>.
- M.H. Rahman, M.d. Jubair, M.Z. Rahaman, M.S. Ahasan, K.C. Ostrikov, M. d. Roknuzzaman, RbSnX_3 (X = Cl, Br, I): promising lead-free metal halide perovskites for photovoltaics and optoelectronics, *RSC Adv.* 12 (12) (2022) 7497–7505.
- Y. Long, H. Zhang, X. Cheng, Stability, electronic structure, and optical properties of lead-free perovskite monolayer $\text{Cs}_3\text{B}_2\text{X}_9$ (B = Sb, Bi; X = Cl, Br, I) and bilayer vertical heterostructure $\text{Cs}_3\text{B}_2\text{X}_9/\text{Cs}_3\text{B}'_2\text{X}_9$ (B, B' = Sb, Bi; X = Cl, Br, I), *Chinese Phys. B* 31 (2022), 027102, <https://doi.org/10.1088/1674-1056/AC2E5F>.
- H. Chen, S. Ming, M. Li, B. Wang, J. Su, First-Principles Study on the Structure, Electronic and Optical Properties of $\text{Cs}_2\text{AgSb}_x\text{Bi}_{1-x}\text{Cl}_6$ Double Perovskites, *J. Phys. Chem. C* 125 (2021) 11271–11277, https://doi.org/10.1021/ACS.jpcc.1c03027/ASSET/IMAGES/LARGE/JP1C03027_0005.JPEG.
- J. Su, T. Mou, J. Wen, B. Wang, First-Principles Study on the Structure, Electronic, and Optical Properties of $\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_{6-x}\text{Cl}_x$ Mixed-Halide Double Perovskites, *J. Phys. Chem. C* 124 (2020) 5371–5377, https://doi.org/10.1021/ACS.jpcc.9b11827/ASSET/IMAGES/LARGE/JP9B11827_0007.JPEG.
- E.T. McClure, M.R. Ball, W. Windl, P.M. Woodward, $\text{Cs}_2\text{AgBiX}_6$ (X = Br, Cl): New Visible Light Absorbing, Lead-Free Halide Perovskite Semiconductors, *Chem. Mater.* 28 (2016) 1348–1354, https://doi.org/10.1021/ACS.CHEMMATER.5B04231/SUPPL_FILE/CM5B04231_SI_003.CIF.
- N.P. Mathew, R. Kumar, R. Radhakrishnan, First principle study of Lead free halide double perovskites $\text{Cs}_2\text{AuBiX}_6$ (X = Cl, Br), *Mater. Today Proc.* 27 (2020) 561–564, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.022>.
- N. Rajeev Kumar, R. Radhakrishnan, Electronic, optical and mechanical properties of lead-free halide double perovskites using first-principles density functional theory, *Mater. Lett.* 227 (2018) 289–291, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.05.082>.
- A.M. Ganose, C.N. Savory, D.O. Scanlon, Beyond methylammonium lead iodide: prospects for the emergent field of ns2 containing solar absorbers, *Chem. Commun.* 53 (2016) 20–44, <https://doi.org/10.1039/C6CC06475B>.
- M. Kam, Y. Zhu, D. Zhang, L. Gu, J. Chen, Z. Fan, Efficient Mixed-Cation Mixed-Halide Perovskite Solar Cells by All-Vacuum Sequential Deposition Using Metal Oxide Electron Transport Layer, *Sol. RRL* 3 (2019) 1900050, <https://doi.org/10.1002/SOLR.201900050>.
- W. Rehman, D.P. McMeekin, J.B. Patel, R.L. Milot, M.B. Johnston, H.J. Snaith, L. M. Herz, Photovoltaic mixed-cation lead mixed-halide perovskites: links between crystallinity, photo-stability and electronic properties, *Energy Environ. Sci.* 10 (2017) 361–369, <https://doi.org/10.1039/C6EE03014A>.
- L. Chen, Y.Y. Tan, Z.X. Chen, T. Wang, S. Hu, Z.A. Nan, L.Q. Xie, Y. Hui, J. X. Huang, C. Zhan, S.H. Wang, J.Z. Zhou, J.W. Yan, B.W. Mao, Z.Q. Tian, Toward Long-Term Stability: Single-Crystal Alloys of Cesium-Containing Mixed Cation and Mixed Halide Perovskite, *J. Am. Chem. Soc.* 141 (2019) 1665–1671, https://doi.org/10.1021/JACS.8B11610/SUPPL_FILE/JA8B11610_SI_003.CIF.
- X.G. Zhao, J.H. Yang, Y. Fu, D. Yang, Q. Xu, L. Yu, S.H. Wei, L. Zhang, Design of Lead-Free Inorganic Halide Perovskites for Solar Cells via Cation-Transmutation, *J. Am. Chem. Soc.* 139 (2017) 2630–2638, https://doi.org/10.1021/JACS.6B09645/ASSET/IMAGES/LARGE/JA-2016-09645Z_0002.JPEG.
- N. Filipoiu, T.L. Mitran, D.V. Anghel, M. Florea, I. Pintilie, A. Manolescu, G.A. Nemnes, Investigation of Opto-Electronic Properties and Stability of Mixed-Cation Mixed-Halide Perovskite Materials with Machine-Learning Implementation, *Energies* 2021, Vol. 14, Page 5431. 14 (2021) 5431, <https://doi.org/10.3390/EN14175431>.
- R. Sa, D. Liu, Y. Chen, S. Ying, Mixed-Cation Mixed-Metal Halide Perovskites for Photovoltaic Applications: A Theoretical Study, *ACS Omega* 5 (2020) 4347–4351, https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.9B04484/ASSET/IMAGES/MEDIUM/AO9B04484_0006.GIF.
- P. Giannozzi, S. Baroni, N. Bonini, M. Calandra, R. Car, C. Cavazzoni, D. Ceresoli, G.L. Chiarotti, M. Cococcioni, I. Dabo, A. Dal Corso, S. de Gironcoli, S. Fabris, G. Fratesi, R. Gebauer, U. Gerstmann, C. Gougousis, A. Kokalj, M. Lazzeri, L. Martin-Samos, N. Marzari, F. Mauri, R. Mazzarello, S. Paolini, A. Pasquarello, L. Paulatto, C. Sbraccia, S. Scandolo, G. Sclauzero, A.P. Seitsonen, A. Smogunov, P. Umari, R.M. Wentzcovitch, QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials, *J. Phys. Condens. Matter* 21 (39) (2009), <https://doi.org/10.1088/0953-8984/21/39/395502>.
- J.P. Perdew, A. Ruzsinszky, G.I. Csonka, O.A. Vydrov, G.E. Scuseria, L. A. Constantin, X. Zhou, K. Burke, Restoring the density-gradient expansion for exchange in solids and surfaces, *Phys. Rev. Lett.* 100 (2008), 136406, <https://doi.org/10.1103/PHYREVLETT.100.136406/FIGURES/2/MEDIUM>.
- S. Nations, T. Jia, S. Wang, Y. Duan, Electronic and optical properties of orthorhombic $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{BX}_3$ (B = Sn, Pb; X = F, Cl, Br, I) perovskites: a first-principles investigation, *RSC Adv.* 11 (36) (2021) 22264–22272.
- G. Volonakis, M.R. Filip, A.A. Haghighirad, N. Sakai, B. Wenger, H.J. Snaith, F. Giustino, Lead-Free Halide Double Perovskites via Heterovalent Substitution of Noble Metals, *J. Phys. Chem. Lett.* 7 (2016) 1254–1259, https://doi.org/10.1021/ACS.jpcc.6B00376/ASSET/IMAGES/LARGE/JZ-2016-00376B_0004.JPEG.
- H.J. Monkhorst, J.D. Pack, Special points for Brillouin-zone integrations, *Phys. Rev. B* 13 (12) (1976) 5188–5192.
- F. Wei, Z. Deng, S. Sun, N.T.P. Hartono, H.L. Seng, T. Buonassisi, P.D. Bristowe, A. K. Cheetham, Enhanced visible light absorption for lead-free double perovskite $\text{Cs}_2\text{AgSbBr}_6$, *Chem. Commun.* 55 (2019) 3721–3724, <https://doi.org/10.1039/C9CC01134J>.
- M. Benchehima, H. Abid, A. Sadoun, A. Chabane Chaouche, Optoelectronic properties of aluminum bismuth antimony ternary alloys for optical telecommunication applications: First principles calculation, *Comput. Mater. Sci.* 155 (2018) 224–234, <https://doi.org/10.1016/j.commat.2018.08.050>.
- C. Ambrosch-Draxl, J.O. Sofo, Linear optical properties of solids within the full-potential linearized augmented plane-wave method, *Comput. Phys. Commun.* 175 (2006) 1–14, <https://doi.org/10.1016/j.cpc.2006.03.005>.
- A.A.B. Baloch, S.A.M. Alqahtani, F. Mumtaz, A.H. Muqabel, S.N. Rashkeev, H. Fakhad, Alharbi Extending Shannon's ionic radii database using machine learning *Phys. Rev. Materials* 5 (2021), 043804, <http://cmd-ml.github.io/>.
- W. Deng, Z.-Y. Deng, J. He, M. Wang, Z.-X. Chen, S.-H. Wei, H.-J. Feng, Synthesis of $\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6$ and improved optoelectronic properties of $\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6/\text{TiO}_2$



- heterostructure driven by the interface effect for lead-free double perovskites solar cells, *Appl. Phys. Lett.* 111 (2017), 151602, <https://doi.org/10.1063/1.4999192>.
- [33] A. Karmakar, M.S. Dodd, S. Agnihotri, E. Ravera, K. Vladimir, Michaelis Cu(II)-Doped $\text{Cs}_2\text{SbAgCl}_6$ Double Perovskite: A Lead-Free, Low-Bandgap Material, *Chem. Mater.* 30 (22) (2018) 8280–8290, <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b03755>.
- [34] J. Zhou, X. Rong, M.S. Molokeev, X. Zhang, Z. Xia, Xiuwen Zhang and Zhiguo Xia Exploring the transposition effects on the electronic and optical properties of $\text{Cs}_2\text{AgSbCl}_6$ via a combined computational-experimental approach, *J. Mater. Chem. A* 6 (5) (2018) 2346–2352.


Prof. (Dr.) Renny P. Varghese
Principal
Kuriakose Gregorios College
Pampady, Kottayam - 686 502



PAMPADY - 686 502