

3.2.1 Number of papers published per teacher in the Journals notified on UGC website during the year

Title of paper	Name of the author/s	Department of the teacher	Name of Journal	Year of publication	ISSN number	Link to the recognition In UGC enrollment of the Journal
A portable smartphone-assisted digital image fluorimetry for analysis of methiocarb pesticide in vegetables: Nitrogen-doped carbon quantum dots as a sensing probe	Miss Sanyukta Patel and Miss Tikeshwari	Chemistry	Spectrochimica Acta Part A	2023	13861425	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1386142523005097">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1386142523005097</a>
Graphene-silver nano-ink for Inkjet printing of paper electrode for electrochemical sensing of 4-nitrophenol	Miss Monisha and Miss Tikeshwari	Chemistry	Material Chemistry and Physics	2023	2540584	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254058423008696">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254058423008696</a>
Manrega Yojna ka Graameen Vikas ke sandarbh me Mulyankan	Prof. Manisha Mahapatra	Social Science	Chintan Parampara	2022	9740074	
वृद्धा वंशान प्राप्त वृद्धों का विश्लेषणात्मक अध्ययन (पिथौरा विकासखण्ड के विशेष संदर्भ में)	Dr. Pramila Nagwanshi	Social Science	Anusandhan	2022	24560510	<a href="http://thejournalshouse.com/index.php/Anusandhan-Hindi-Intljournal/article/view/711">http://thejournalshouse.com/index.php/Anusandhan-Hindi-Intljournal/article/view/711</a>

  
**Principal**  
 Chandrapal Daddana Govt.  
 College Pithora,  
 Dist.-Mahasamund(C.G.)



Contents lists available at ScienceDirect

# Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy

journal homepage: [www.journals.elsevier.com/spectrochimica-acta-part-a-molecular-and-biomolecular-spectroscopy](http://www.journals.elsevier.com/spectrochimica-acta-part-a-molecular-and-biomolecular-spectroscopy)

## A portable smartphone-assisted digital image fluorimetry for analysis of methiocarb pesticide in vegetables: Nitrogen-doped carbon quantum dots as a sensing probe

Sanyukta Patel <sup>a</sup>, Kamlesh Shrivastava <sup>b,\*</sup>, Deepak Sinha <sup>a,\*</sup>, Indrapal Karbhari <sup>b</sup>, Tarun Kumar Patle <sup>c</sup>, Monisha <sup>b</sup>, Tikeshwari <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemistry, Government Nagarjuna Post Graduate College of Science, Raipur, CG 492010, India

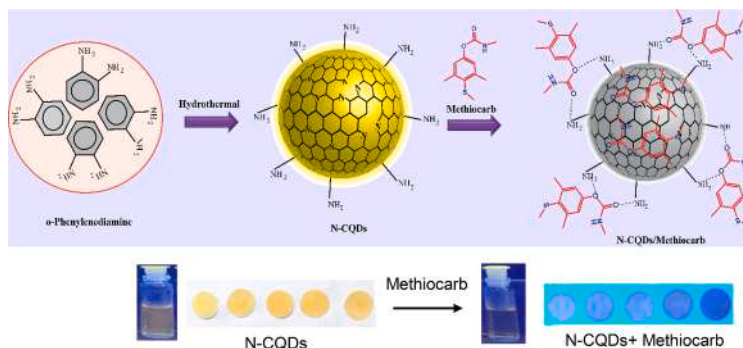
<sup>b</sup> School of Studies in Chemistry, Pt. Ravishankar Shukla University, Raipur 492010, CG, India

<sup>c</sup> Department of Chemistry, Pt. Sundarlal Sharma Open University, Bilaspur 495009, Chhattisgarh, India

### HIGHLIGHTS

- Nitrogen-doped carbon quantum dot (N-CQDs) designed for detection of methiocarb.
- Fluorescent-paper sensor with smartphone is exploited for analysis of methiocarb.
- Detection of methiocarb is based on quenching of fluorescence intensity of N-CQDs.
- Fluorescent-paper sensor is instrument free, portable, user-friendly and rapid.

### GRAPHICAL ABSTRACT



### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Nitrogen-doped carbon quantum dot  
Sensing probe  
Paper sensor  
Fluorimetry  
Methiocarb  
Vegetables

### ABSTRACT

The increasing use of pesticides in the agriculture fields strengthen the crop production to meet the needs of increasing population. The residues in water and food materials cause several health hazards. Herein, nitrogen-doped carbon quantum dot (N-CQDs) is designed for determination of methiocarb pesticide in vegetables by fluorescent paper sensor and compared the results with fluorimetry. The fluorescent paper-based detection is performed by recording the change in fluorescence of N-CQDs with introduction of methiocarb using smartphone and ImageJ software. Good linear range was acquired for analysis of methiocarb from 10 to 1000  $\mu\text{gL}^{-1}$  with a low detection limit (LOD) of 3.5  $\mu\text{gL}^{-1}$  in fluorimetry; and 700–10,000  $\mu\text{gL}^{-1}$  with a LOD of 500  $\mu\text{gL}^{-1}$  in fluorescent paper sensor. A better recovery from 92.0 to 95.4% illustrating the selectivity of both methods for analysis of methiocarb in vegetables. Thus, the advantage of using N-CQDs as a fluorescent sensor for analysis of methiocarb in vegetables is instrument free, portable and user-friendly.

\* Corresponding authors.

E-mail addresses: [kshrivas@gmail.com](mailto:kshrivas@gmail.com) (K. Shrivastava), [drsinha333@gmail.com](mailto:drsinha333@gmail.com) (D. Sinha).

<https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.122824>

Received 17 February 2023; Received in revised form 21 April 2023; Accepted 3 May 2023

Available online 9 May 2023

1386-1425/© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved.

## 1. Introduction

The demand for agricultural products is increasing with the growth of the human population. For this, pesticides are widely applied to prevent the growth of insects, microorganisms and unwanted herbs [1]. Methiocarb is one of the carbamate pesticides with a structure of N-substituted carbamic acid ester and used in agriculture for its insecticidal and molluscicide activities. Methiocarb is widely used in seed coating to control the growth of pest and bird repellent in many crops. The carbamate pesticide is found to be mutagenic and carcinogenic as they are acetylcholinesterase inhibitors [2,3]. Thus, it is necessary to determine their residue in foods and food products to prevent the harmful effects on humans, animals and the ecosystem.

There are several methods including gas chromatography (GC) [4], high-performance liquid chromatography (HPLC) [5], liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) [6] and gas chromatography (GC-MS) [7] etc. are reported for analysis of methiocarb. However, these analytical methods have several disadvantages like time-consuming sample preparation, requiring trained technicians, onsite detection inability, etc. Fluorimetry is an alternative technique for analysis of methiocarb due to its high sensitivity and versatility. Fluorometric methods utilize fluorophores and dyes to detect different analytes from samples though these methods have selectivity issues [8]. Additionally, the semiconductor quantum dots (QDs) such as CdSe, CdTe, CdS are used as fluorophores for the detection of several chemicals from environmental, biological and clinical samples [9]. The application of semiconductor QDs showed the harmful effect on human health. Thus, recently carbon quantum dots (CQDs) based novel sensors have drawn wide interest because of their superior photoluminescence stability, low cytotoxicity, excellent biocompatibility, tunable particle size, good water solubility, inexpensive, chemical inertness, etc. Based on the properties of CQDs are exploited in detection of a variety of chemical and biological substances from environmental, clinical and pharmaceutical samples [10–15]. However, the major disadvantage is utilization of more volume of QDs solution ( $\approx 3$  mL) as fluorescent probe which raises the analysis cost as well as the issue related to disposability of QDs after the use.

Thus, to overcome the limitation of using more volume of CQDs solution, a novel paper-based chemical sensor has been developed using different nanomaterials (NMs) for selective measurement of a variety of chemicals in clinical, food and environmental samples. The paper-based detection is performed by smartphone, and then the recorded image is transferred into the detection software. The simple data analysis through software is found to be an easy and rapid process, and can be performed at the sample source [16–19]. Fan et al. developed the method for analysis of pH and trinitrophenol in real samples by paper fabricated with green fluorescent CQDs. This paper fluorescent sensor integrated with smartphone is found sensitive for monitoring of analytes [20]. Chen et al. prepared a fluorescent paper device using CdTe quantum dot and 20-tetra(4-pyridyl)-21H-23H-porphine for determination of methiocarb, carbaryl and carbofuran in samples like tea, cabbage and apple. This fluorescent sensor is based on RGB (red, green and blue channels) color values of recorded image of CQDs with target analyte [21]. Thus, the use of paper sensor requires a minute volume of QDs for sensing applications.

However, little attention has been paid to the use of paper-based detection and sensing of pesticides using QDs as a fluorescence probe. More recently, Zhao et al., have prepared polymer based QDs, and applied for analysis of cypermethrin and 3-phenoxybenzoic acid using immunochromatographic test strip coupled with smartphone. Here, the synthesis of polymer based QDs are multistep process [22]. In addition, there are many QDs based probes such as CdSe/ZnS [23,24], carbon QDs [25], Mn/ZnS QDs [26] have been established for the detection of different pesticides. Though, the application of semiconductor QDs in bulk amount lead to poor stability and high toxicity. Therefore, CQDs with a N-doped material has widely attracted due to its non-toxicity and

easy synthesize process with high tunable wavelength and high quantum efficiency. Li et al. prepared N-CQDs having strong blue fluorescence with high quantum yield, and applied for the measurement of mercuric and iodide ions. The dispersity of N-CQDs is found well dispersed and stable in aqueous solution showing better linear range of 10 nM to 20  $\mu$ M for determination of mercuric ion and 5–40  $\mu$ M for iodide ions [27]. Thus, the exploitation of N-CQDs as a sensing probe for analysis of target analyte from sample solution is found to be simple, selective and sensitive.

Herein, one-pot hydrothermal method was used for the synthesis of N-CQDs using o-phenylenediamine (OPD) as a precursor carbon-based material. The advantages of the present method are simple, one step, no any stabilizing /passivating agent and no tedious post treatment process [28]. The nitrogen (N)-doped CQDs fabricated on paper substrate coupled with smartphone was developed and applied for detection of methiocarb. Here fluorescent N-CQDs were exploited as a fluorophore and surface amine groups on N-CQDs as a receptor for selective recognition of methiocarb. The fluorometric response of N-CQDs in the presence of methiocarb was implemented by recording the fluorescence intensity of N-CQDs in fluorimetry; and RGB values (red, green and blue) of N-CQDs with analyte on the paper substrate was determined by smartphone and ImageJ software. The optimization parameters such as pH, reaction time and doping agent were optimized for analysis of methiocarb using N-CQDs in fluorimetry. Finally, N-CQDs were successfully exploited in fluorimetry and paper-based detection of methiocarb in vegetable samples. The developed method is user friendly and portable for onsite detection of methiocarb.

## 2. Experimental section

### 2.1. Reagents and materials

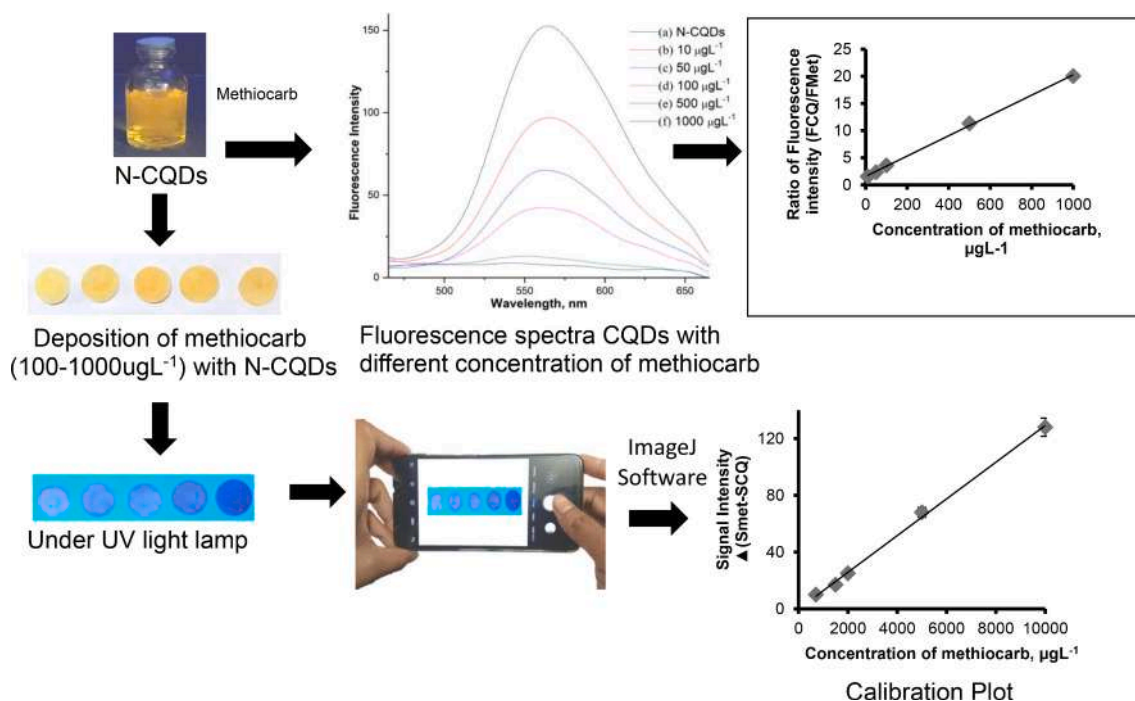
The pesticides such as dieldrin, chlorpyrifos, atrazine, endosulfan, fenvalerate, diuron, endrin and methiocarb were acquired from Sigma Aldrich (MA, USA). Fig. S1 displays the structure of pesticides. All-metal salts were obtained from HiMedia. Whatman filter papers No. 1 was obtained from Avantor Performance. Standard solutions of individual pesticide (50  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>) were prepared in ethanol and lower concentration of working solutions were dissolved in distilled water (DW). An o-phenylenediamine (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>), citric acid, boric acid, sodium sulfide (Na<sub>2</sub>S) was acquired from Sigma Aldrich.

### 2.2. Apparatus

UV-vis spectrophotometer (Thermo scientific, USA) was employed for measurement of absorption spectra of N-CQDs along with different pesticides. Fluorescence spectrophotometer (Agilent technology, USA) was used for recording the fluorescence spectra and quantitative measurement of methiocarb. Fourier transforms-infrared spectrometer (FTIR) (Thermo Scientific, USA) was employed to measure the interaction of CQDs with methiocarb. The chemical composition of N-CQDs was estimated using X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The morphology of N-CQDs in presence and absence of methiocarb was determined by transmission electron microscope (TEM). The smartphone (Redmi note 7 Pro with f/1.79 aperture lens and 48-megapixel resolution was applied for recording the image of paper fabricated with N-CQDs in the presence of pesticides. The phone was 20 cm apart from paper strip while recording the image in the presence of LED flash light. Next, JPEG image file exported in to the RGB color detector for calculation of mean color intensity values of the captured image. X-ray diffraction (XRD) analysis of the sample was carried out on Bruker D8 advance A25 to measure the purity of the N-CQDs.

### 2.3. Synthesis of N-CQDs

The hydrothermal method was employed for preparation of N-CQDs



**Scheme 1.** The schematic diagram showing the fluorometric and fluorescent paper sensor coupled with smartphone-ImageJ software for analysis methiocarb pesticide in vegetable samples.

reported elsewhere in the literature [28]. Herein, 0.1 M of o-phenylenediamine prepared in 150 mL of ethanol was placed into a poly(tetrafluoroethylene) autoclave tube. The solution mixture was kept in a vacuum oven for 12 h at 180 °C. The obtained black suspension was cooled and followed by centrifugation for 15 min to remove the larger particles. After 0.02 µL of the solution was diluted with DW (10 mL) and used for detection of pesticide. Similarly, CQDs, S-CQDs and B-CQDs doped QDs were prepared as that of the synthesis of N-CQDs. Here, citric acid, Na<sub>2</sub>S and boric acid is used a source of carbon (C), sulphur (S) and boron (B) as doping agents instead of nitrogen (N) and all the experimental conditions were kept constant [29–31].

#### 2.4. Fabrication of paper sensor with N-CQDs

The paper sensor was fabricated by direct deposition of N-CQDs on filter paper (Whatman No.1). For this, the synthesized N-CQDs (100 µL) were directly deposited onto the filter paper (1 cm diameter) with the help of a micropipette. The filter paper containing N-CQDs was dried at room temperature and further employed as a sensing device for detection of methiocarb.

#### 2.5. Sample preparation for analysis of methiocarb

The food samples such as cauliflower and cabbage were collected from the local market in polyethylene bags from Raipur, CG, India [16]. After, the sample was thoroughly washed with DW to exclude the external contaminants. The dried samples were grinded with mortar and pestle. A 1 g of fine powder sample was added into the beaker containing 10 mL of DW. The sample solution was filtered through Whatman paper 42 for the determination of methiocarb.

#### 2.6. Determination of quantum yield

The relative quantum yield (QY) of different CQDs such as N-CQDs, S-CQDs and B-CQDs was calculated against quinine sulphate (QS) as a standard reference substance. For this, fluorescence and UV-Vis spectra of respective CQDs and QS in 0.1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were recorded. The quantum

yield of QS was found to be 54% with refractive index of 1.33 in aqueous solution. The optical density and integrated emission intensity from UV-vis and fluorescence intensity were used to determine the relative quantum yields (QY) of N-CQDs, S-CQDs and B-CQDs using the following formula [32,33] and values calculated are given supporting information.

$$QY = QY_R \frac{I_{OD_R} \eta^2}{I_{OD} \eta_R^2}$$

where QY is the quantum yield, I and I<sub>R</sub> are integrated emission intensity for QDs and QS obtained using fluorimetry, respectively. H and η<sub>R</sub> are refractive index of solvent used for CQDs and QS, respectively, and water was used for preparation of both the solution. OD and OD<sub>R</sub> are optical densities of CQDs and QS were taken by UV-Vis spectrophotometry.

#### 2.7. Analysis of methiocarb using fluorimetry and smartphone-integrated paper sensor

The preliminary detection was performed by adding 1 mL of pesticides with 1 µg mL<sup>-1</sup> of atrazine, chlorpyrifos, fenvalerate, methiocarb, diuron, dieldrin, endrin, and endosulfan into a glass vial with 1 mL of N-CQDs. The scheme for quantitative determination of methiocarb pesticide using fluorimetry is illustrated in scheme 1. The rise of the dark yellow color after the addition of methiocarb into the N-CQDs is seen at 3 and 5 pH for reaction time of 5 min, and not with other pesticides. The fluorescence intensity for different concentrations of methiocarb (10–1000 µg L<sup>-1</sup>) was measured at the excitation wavelength of 450 nm, which further used to draw a standard calibration plot between fluorescence intensity and various concentrations. Similarly, the pretreated food samples were analyzed for determination of methiocarb using standard calibration curve.

The scheme for quantitative determination of methiocarb pesticide using paper-based detection is illustrated in Scheme 1. The detection through paper sensor was executed by applying 100 µL of different pesticides (5000 µg L<sup>-1</sup>) by the deposition on N-CQDs fabricated paper

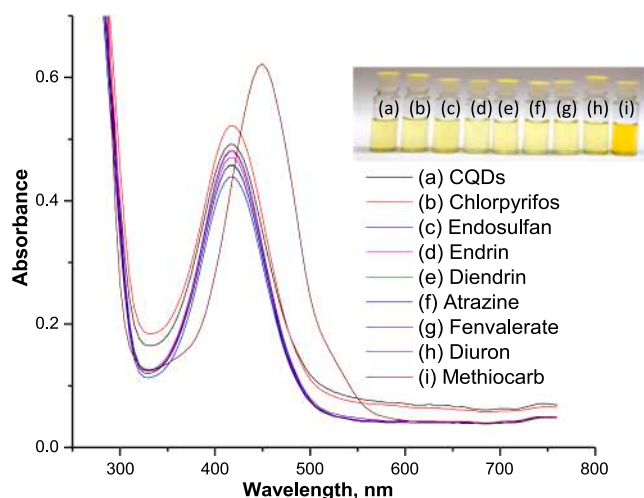


Fig. 1. UV-visible spectra of N-CQDs and N-CQDs with different pesticides ( $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

substrate. After, the image of paper substrate under UV visible chamber was captured by smartphone (Redmi note 7 pro). Further, the jpeg file was processed in ImageJ software to compute the RGB intensity of different concentrations of methiocarb. The standard calibration plot for methiocarb pesticide was constructed. Likewise, the filtered of food samples ( $100 \mu\text{L}$ ) were deposited on the fluorescent paper and fluorescence intensity was computed by ImageJ software. The concentration of pesticide present in sample solution was calculated using standard calibration curve.

### 3. Result and discussion

#### 3.1. Selectivity of methiocarb pesticide by fluorimetry and paper-based sensor

1 mL of different pesticides ( $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) were serially transferred into a separate glass vial containing N-CQDs (1 mL) and finally the total volume was kept constant with DW (3 mL). The resulting solution was shaken thoroughly for 5 min. Fig. 1(a) to 1(i) represents the UV-vis spectra of N-CQDs. The introduction of methiocarb into the N-CQDs solution exhibited a dark yellow color, illustrated in Fig. 1(i) and there is no any color change with other pesticides (Fig. 1(b)–(h)). Moreover, there is significant change of absorption band from 420 nm to 450 nm in the presence of methiocarb, and other pesticides showed the same absorption band at 420 nm as seen for N-CQDs (blank solution). The shifting of absorption peak from 420 nm to 450 nm indicated the interaction of methiocarb pesticide with N-CQDs. As the absorption peak due to  $\pi-\pi^*$  transitions of the C=C has a relation to the conjugation system. The UV-Vis spectrum of methiocarb is shown in Fig. S2 to understand the conjugation of system is due to the interaction between CQDs and methiocarb. As the conjugation system grows larger, the transition energy becomes smaller, and the absorption moves toward the long wavelength. Therefore, the UV-Vis spectrum shows the successful formation of large conjugation system inside CDs. Thus, due to the interaction between methiocarb and N-CQDs  $\pi-\pi^*$  energy difference decreases with increase in wavelength and red shift takes place [34]. Further the excitation wavelength of 450 nm was used for recording the fluorescence spectra of N-CQDs (Fig. S3).

Next, the glass vials containing N-CQDs and pesticides were kept under UV chamber at a shorter wavelength (254 nm). Fig. 2(A) shows the recorded image of QDs with different pesticides. The change of fluorescence color from yellow to blue under UV-light indicated the presence of methiocarb, given in Fig. 2A(i). The fluorescence spectra of QDs along with different pesticides were measured in fluorimetry and

results are illustrated in Fig. 2A(a)–A(i). Therefore, N-CQDs were employed as a sensing tool for analysis of methiocarb.

The relative QY of different CQDs were calculated using quinine sulfate as a reference standard at 350 nm with 54% (QY) in the presence of 0.1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , and optical density of solution was 1.33. The QY for N-CQDs, B-CQDs and S-CQD obtained were 14.81%, 13.07% and 12.87%, respectively where N-CQDs exhibited better quantum efficiency (please see supporting information). This is because the doping of aromatic nitrogen brings high quantum yield and increases the quantum efficiency with great stability. Thus, the synthesized N-CQDs were used further for detection of pesticide.

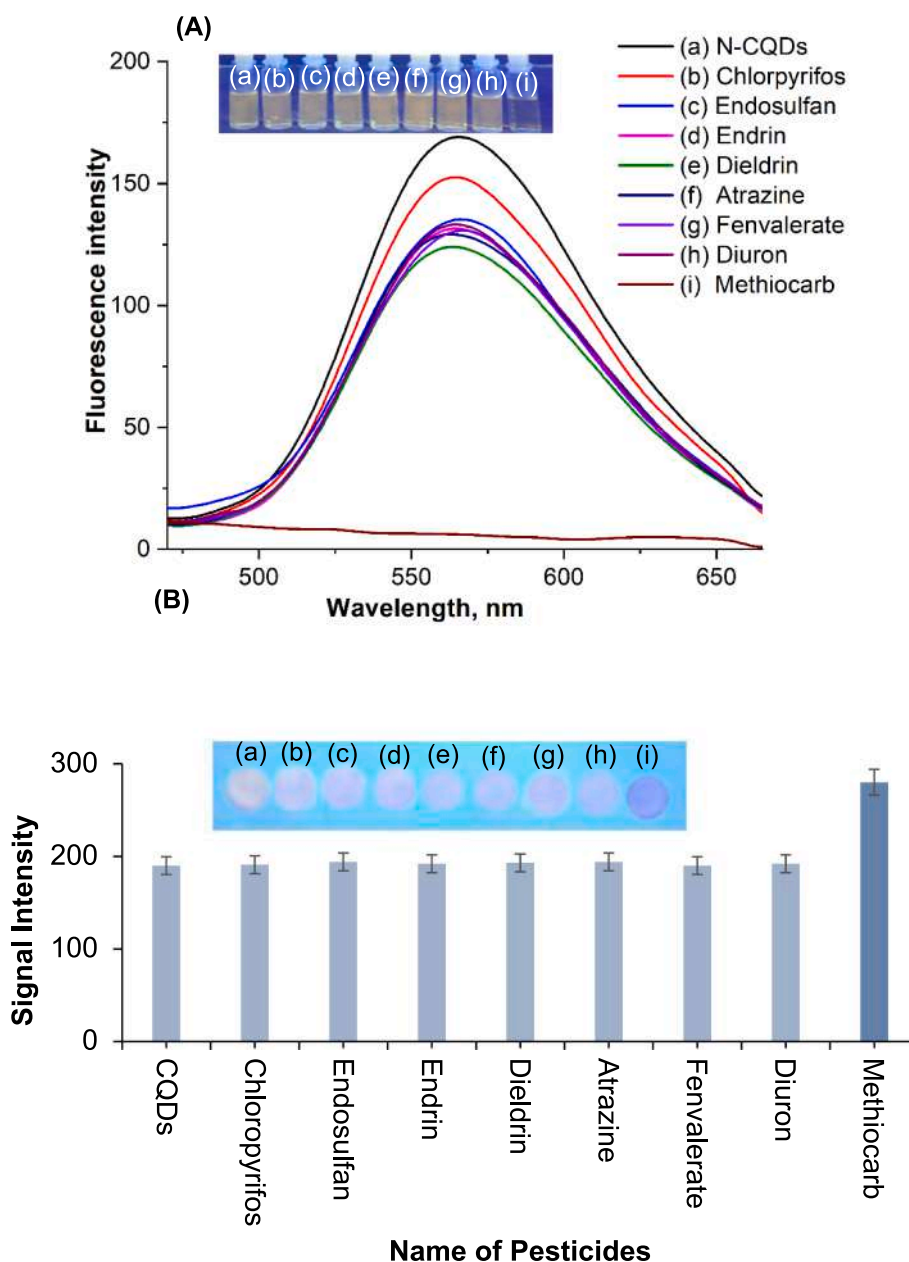
Further, N-CQDs fabricated on filter paper were tested for detection of several pesticides using smartphone and color detector software. Here, different pesticides were introduced onto the paper substrate and kept under the UV light (254 nm). The signal intensity of N-CQDs with different pesticides was recorded by smartphone, shown in Fig. 2(B). The ImageJ software was applied for computing the fluorescent intensity against the different pesticides and the change is shown as a bar diagram, Fig. 2(B). A higher value of fluorescent intensity is observed after the introduction of methiocarb into the N-CQDs compared to other pesticides. Noticeably, the fluorescence of the N-CQDs solution was found to be quenched, whereas the fluorescence of the N-CQDs-based paper was observed to be enhanced. This disparity can be attributed to the different modes of measurement employed in fluorometric and paper-based detection. In fluorimetry, the concentration-dependent decrease in fluorescence intensity was measured, which caused by the quenching process. In contrast, for fluorescent paper-based detection, a smartphone was utilized to capture an image of the fluorescent paper after the deposition of methiocarb under blue emitted light from UV light. After, the software ImageJ was subsequently utilized to calculate the color intensity in terms of the RGB values. Therefore, paper sensor fabricated with N-CQDs was applied for selective detection of methiocarb.

#### 3.2. Optimization for determination of methiocarb using N-CQDs as a fluorescent sensor

The pH, reaction time and doping agent were evaluated for effective determination of methiocarb using N-CQDs in fluorimetry. Thus, pH of methiocarb solution was varied in the range of 3.0–11.0 in fluorometric determination. As a result, the color change under the UV-light from yellow to blue and fluorescence quenching is seen when the pH solution was 3.0 and 5.0, shown in Fig. S4. Further, solution mixture of N-CQDs and methiocarb was kept for different reaction time from 1 to 5 min. The maximum quenching of N-CQDs is seen at 5 min (shown in Fig. S5), and this time is continued for further investigation. Also, the doping of CQDs with different doping elements such as nitrogen (N), boron (B) and sulfur (S) was used for evaluation. The result obtained, only in N-CQDs showed optimum fluorescence quenching with methiocarb as compared to others. Thus, nitrogen doped N-CQDs has been selected for the detection of methiocarb pesticide due to its high binding with a doping agent followed by aggregation of QDs.

#### 3.3. Mechanism for detection of methiocarb in fluorimetry and smartphone-fluorescent paper sensor

The selective recognition of methiocarb pesticide with N-CQDs as a sensing probe in fluorimetry is demonstrated. The quenching of fluorescence intensity of N-CQDs (Fig. 2Ai) is observed in the presence of methiocarb pesticide at 575 nm. The reason is due to the interaction of methiocarb pesticides with N-CQDs resulted the agglomeration of QDs. However, the addition of other pesticide into the QDs did not displayed the change in the fluorescence which depicted no chemical reaction between them. The dispersion and aggregation of QDs without and with presence of methiocarb pesticide is confirmed by TEM, given in Fig. 3 (A). The addition of methiocarb triggered the increase in the size of QDs

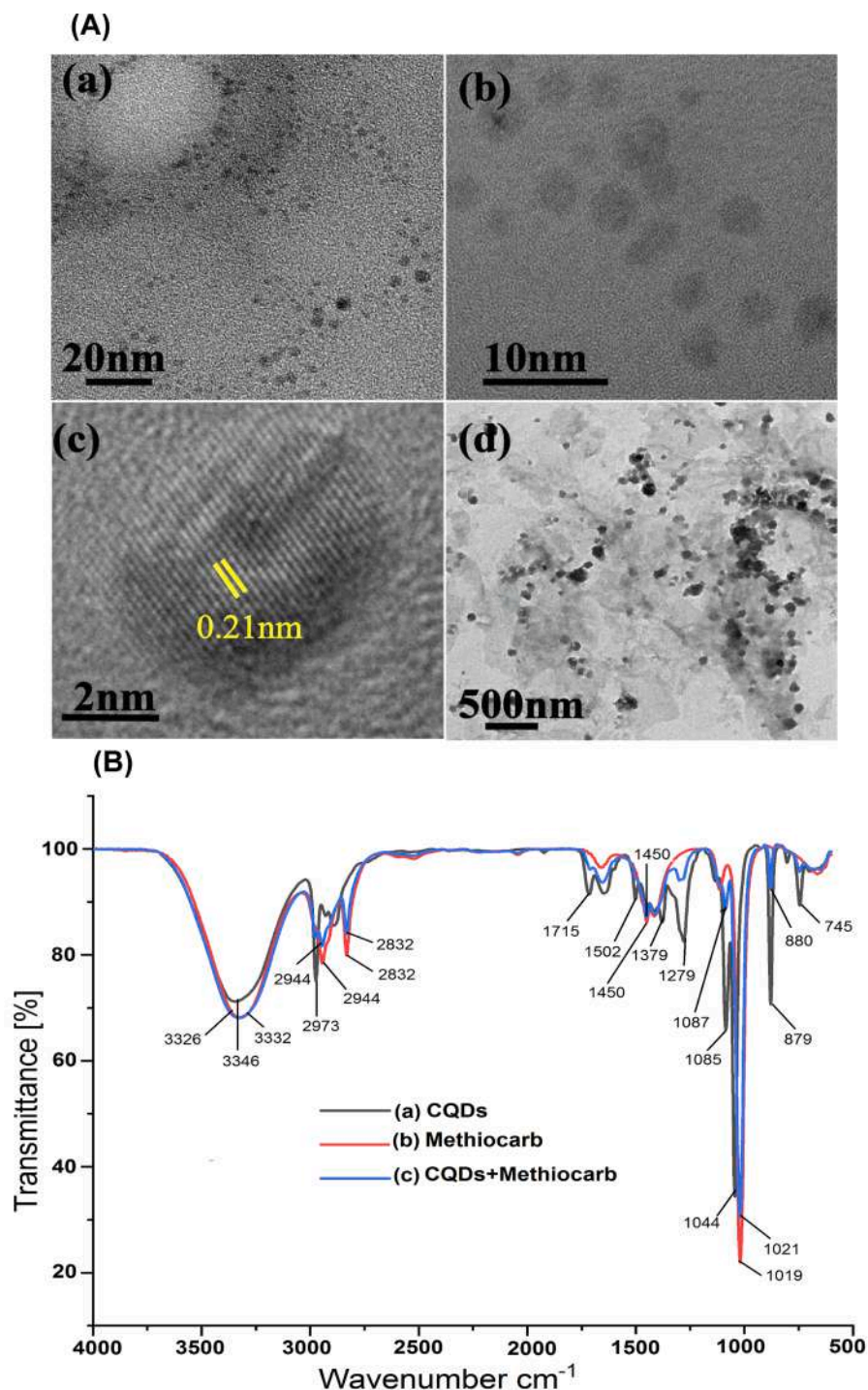


**Fig. 2.** (A) Fluorescence spectra and signal intensity of different pesticides ( $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ) using N-CQDs as a sensing probe: (b) chloropyrifos, (c) endosulfan, (d) endrin, (e) dieldrin, (f) atrazine, (g) fenvalerate (h) diuron (i) methiocarb using fluorimetry; and (B) Similar different pesticides were deposited on filter paper and fluorescence intensity determined by smartphone and imageJ software.

(Fig. 3A(d)) with respect to dispersed QDs (Fig. 3A(a)) due to the aggregation. The enlarged view and crystalline planes of N-CQDs is illustrated in Fig. 3A(b) and A(c), respectively. The d-spacing obtained from HR-TEM was approximately 0.21 nm which matches with d-spacing of CQDs as per literature [35]. The doping of CQDs with different doping elements such as nitrogen (N), boron (B) and sulfur (S) were done to evaluate the specificity of interactions of methiocarb with N-CQDs, B-CQDs and S-CQDs (Fig. S6). According to the result obtained, only N-CQDs showed optimum fluorescence quenching with methiocarb compared to B-CQDs and S-CQDs. This shows that methiocarb pesticide has better affinity to N-doped CQDs to bind with a doping agent followed by aggregation of QDs. Hence, N-CQDs is used in fluorimetry and smartphone-integrated paper sensor for detection of methiocarb.

The interaction of methiocarb with N-CQDs is also studied by FTIR spectroscopy. FTIR is a kind of analytical instrument that provides vibrational frequencies of different chemical groups present in

methiocarb as well as the interaction with N-CQDs [36]. For this, FTIR spectra of pure N-CQDs, methiocarb, N-CQDs with methiocarb was recorded, given in Fig. 3B. It is found that synthesized N-CQDs (Fig. 3B (a)) displayed broad peak in the range of  $3326$  and  $3346 \text{ cm}^{-1}$  credited for N-H and  $-\text{NH}_2$  of disubstituted benzene ring of o-phenylenediamine. The vibration frequencies at  $1715$  and  $1680 \text{ cm}^{-1}$  is observed for C=C of the benzenoid ring while two other stretching frequencies observed at  $1279$  and  $1379 \text{ cm}^{-1}$  is due to C-N stretching. Similarly, FTIR vibrational peaks of o-phenylenediamine are obtained earlier in reported literatures [37,38]. The FTIR spectra of pure methiocarb is shown in Fig. 3B(b). N-H vibration is seen at  $3326 \text{ cm}^{-1}$  and asymmetric stretching of  $\text{CH}_3$  vibration is observed at  $2944$  and  $2833 \text{ cm}^{-1}$ . The carbonyl vibration is found at  $1600 \text{ cm}^{-1}$  and C-H deformation appeared at  $1019$ – $1450 \text{ cm}^{-1}$  [37]. After mixing of methiocarb into N-CQDs, the vibrational spectra are shown in Fig. 3B(c), it is observed that signal intensity of C-N vibrational peaks appeared at  $1279$  and  $1379$



**Fig. 3.** (A-a and b) are TEM images of N-CQDs, (c) HR-TEM of N-CQDs inside showing the lattice parameter (d) TEM image of N-CQDs with methiocarb showing the aggregation behavior of QDs; B- (a) FTIR spectra N-CQDs, (b) methiocarb and (c) N-CQDs + methiocarb.

$\text{cm}^{-1}$  of N-CQDs is decreased after the addition of methiocarb. Also, the vibrational peak at  $3346 \text{ cm}^{-1}$  credited for N-H and  $-\text{NH}_2$  of disubstituted benzene ring of *o*-phenylenediamine shifted to  $3332 \text{ cm}^{-1}$ . The signal intensity of C=O is decreased after the addition of methiocarb into N-CQDs. These changes in vibrational frequencies indicates that the interaction of C=O and C-O functional groups of methiocarb with the N-H functional group of *o*-phenylenediamine through hydrogen bonding.

Next, the XPS analyses were used to know the composition of QDs (shown in Fig. 4a-d) where the peaks at 285 eV (1 s), 399 eV (1 s) and 529 eV (1 s) confirmed the presence of C, N and O in N-CQDs. The more

intense peak is seen at 399.6 and 401.2 eV corresponding to O=C-N and C-C-N, respectively, due to the nitrogen of *o*-phenylenediamine. The peak at 284.6, 285.13, and 288.30 eV verified the presence C-C, C-N-C, and O=C=O whereas, O1s spectrum shows two different peaks at 529.2 eV and 533.6 eV, which are attributed to C=O and C-OH/C-O-C functional groups, respectively [28,39]. Therefore, functional group stabilized on N-CQDs takes part in sensing of pesticide. The XRD pattern of N-CQDs showed five sharp peaks ranging from  $2\theta = 17^\circ$  to  $34^\circ$  which are observed at  $17.7^\circ$ ,  $19.7^\circ$ ,  $26.1^\circ$ ,  $28.3^\circ$  and  $33.3^\circ$  indicating the obtained sample correspond to the partial crystal structure of N-CQDs, shown in Fig. S7. Where,  $17\text{--}20^\circ$  two distinct peaks are observed due to

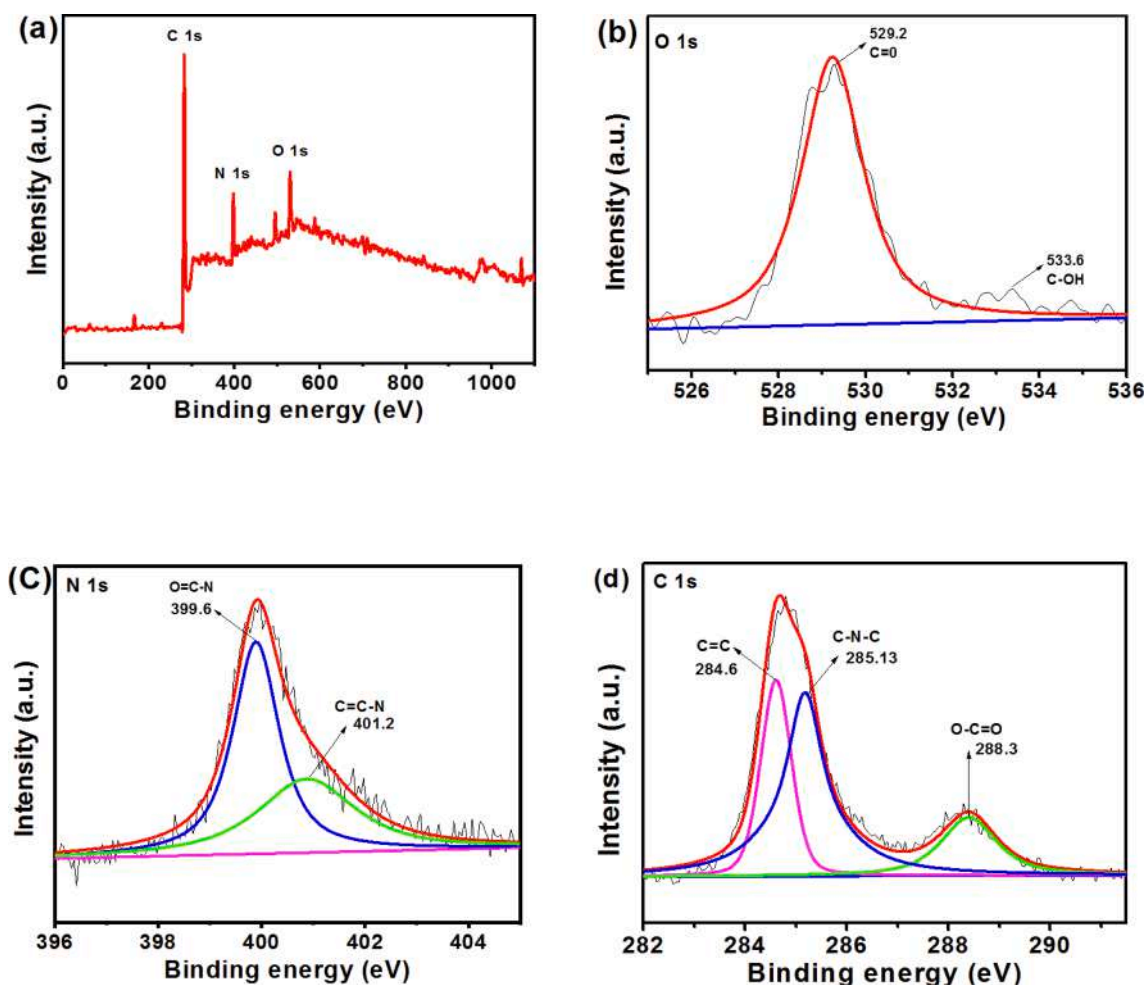


Fig. 4. XPS spectra (a) Full spectrum of N-CQDs, (b) O1s (c) N1s (d) C1s.

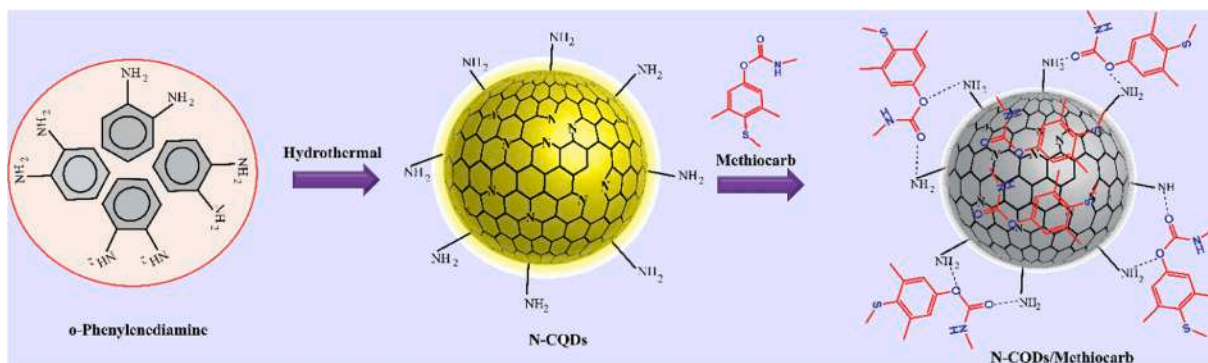


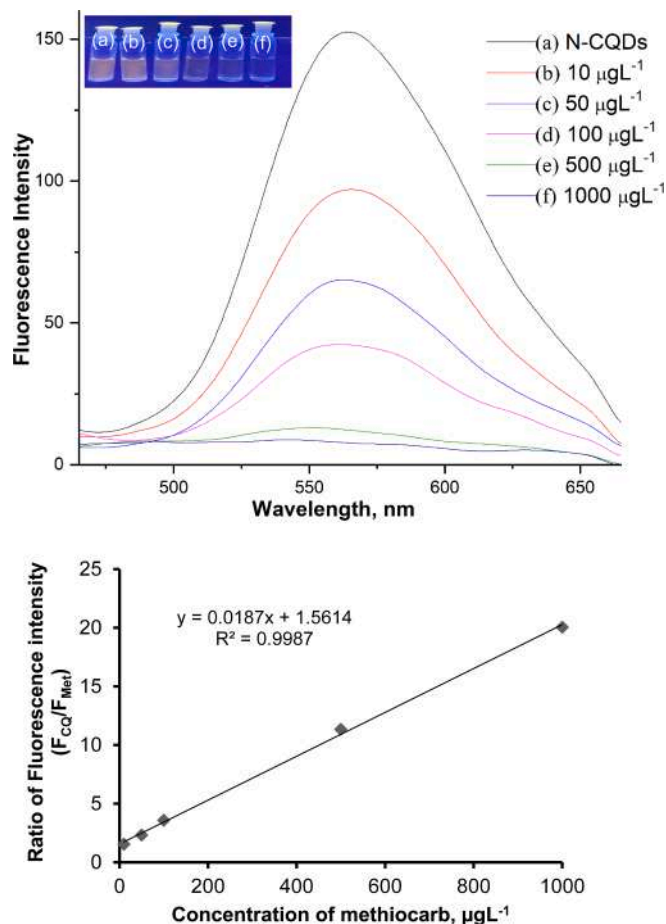
Fig. 5. Mechanism for detection of methiocarb using N-CQDs as a sensing probe.

highly disordered carbon atoms which clearly identify the amorphous nature of N-CQDs [40,41]. Next the diffraction peak at  $26.1\text{--}28.3^\circ$  indicated the amorphous carbon phase and a weak peak observed at  $33.3^\circ$  revealed the partial crystal nature of N-CQDs which attributed to the presence of functional groups on the surface of QDs [42]. These results further confirmed that NCQDs was successfully prepared and showed the partial crystalline nature of N-CQDs.

Finally, the  $^1\text{H}$  NMR spectra of N-CQDs, methiocarb and N-CQDs were recorded to examine their interaction between N-CQDs and methiocarb through hydrogen bonding. Fig. S8(a) represents the  $^1\text{H}$  spectra of N-CQDs showing signals at 6.3, 6.4 and 4.3 ppm attributed to

C-H (a), C-H (b) and N-H proton for benzene ring of OPD, respectively [43,44,38] Fig. S8(b) shows the NMR spectra of methiocarb with single peak at 6.8 ppm due to the hydrogen of the benzene ring; and peaks at 2.6 ppm (N-CH<sub>3</sub>), 2.4 ppm (-CH<sub>3</sub>), 2.1 ppm (S-CH<sub>3</sub>) represents the different alignments of -CH<sub>3</sub> group. The peak observed at 7.6 ppm is corresponded to -NH of methiocarb [45,46]. Fig. S8(c) displays the NMR spectra after the addition of methiocarb where the peak at 6.3, 6.4, 4.3, 2.6, 2.4, 2.1 and 7.6 ppm exhibited the decrease in signal intensity due to the H-bonding with interaction of N-CQDs and methiocarb. Thus, the results from FTIR and NMR analyses confirmed the interaction of N-CQDs with methiocarb pesticide through hydrogen bonding, which





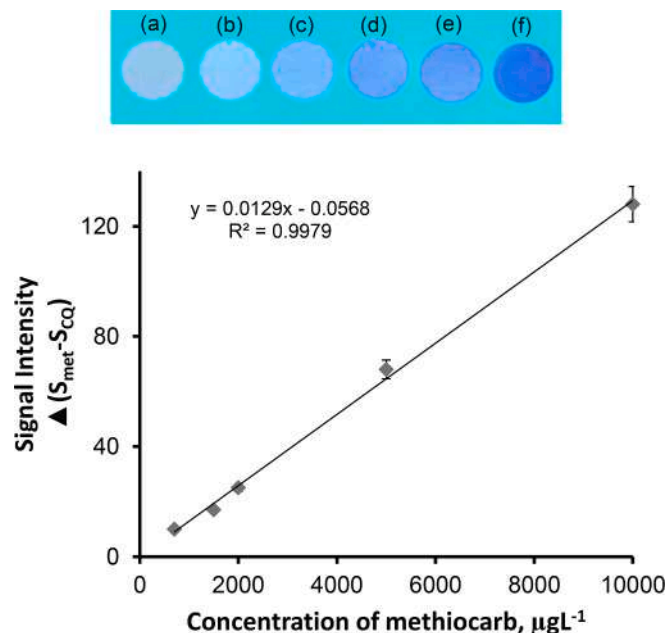
**Fig. 6.** Fluorescence spectra of different concentration of methiocarb (b) 10, (c) 50, (d) 100, (e) 500 and (f) 1000  $\mu\text{g L}^{-1}$  along with standard calibration plot for determination of methiocarb. The excitation and emission wave wavelength were 450 nm and 530 nm, respectively.

resulted the selectivity for detection of target pesticide.

The mechanism for detection of methiocarb using N-CQDs as a sensing probe is verified by the results acquired using fluorimetry, XPS, FTIR and NMR. The schematic diagram for selective detection of methiocarb in fluorimetry and fluorometric sensor is shown in Fig. 5. The introduction of methiocarb pesticide into N-CQDs causes the color change due to the binding of pesticide with N-doped CQDs. The interaction of methiocarb pesticide favors interaction with nitrogen present in QDs [47]. The reason behind the interaction between the QDs and methiocarb is the presence of the  $-\text{NH}$  of methiocarb [21]. Also, the amino group is located on the surface of QDs which causes aggregation of QDs leads to quenching of fluorescence intensity as well color change under UV-light [48,49]. This quenching of fluorescence intensity after of the introduction of different concentration of methiocarb pesticide into the N-CQDs was exploited for quantitative analysis using smartphone as a recording device.

### 3.4. Development of fluorimetry and paper sensor for analysis of methiocarb

Limit of detection (LOD), linearity range, precision and accuracy for measurement of methiocarb was evaluated to validate the present method. The standard calibration curve (Fig. 6) was drawn by taking the ratio of fluorescence intensity of QDs with methiocarb ( $F_{met}$ ) to the QDs ( $F_{QD}$ ). The linear range for was established from 10 to 1000  $\mu\text{g L}^{-1}$  with correlation of estimation ( $r^2$ ) of 0.9987. The regression line ( $y = 0.0187x + 1.5614$ ) acquired from the calibration curve was used for



**Fig. 7.** Printed paper sensor deposited with different concentration of methiocarb: (b) 700 (c) 1500 (d) 2000 (e) 5000 (f) 10,000  $\mu\text{g L}^{-1}$  along with standard calibration plot.

measurement of methiocarb in vegetable samples. The LOD was computed based on the three times of the standard deviation of the blank (N-CQDs) to one of the standard concentrations of the analyte. LOD was 3.5  $\mu\text{g L}^{-1}$  using N-CQDs for detection of methiocarb in fluorimetry.

For fluorescent-paper based detection, different concentrations of methiocarb from 700 to 10,000  $\mu\text{g L}^{-1}$  were deposited onto the N-CQDs fabricated paper. Smartphone and imageJ software were used to calculate the fluorescence intensity measured against the deposition of pesticide. The difference of signal intensity of methiocarb and QDs ( $S_{met} - S_{QDs}$ ) acquired for pesticide from 700 to 10,000  $\mu\text{g L}^{-1}$  was used to draw the calibration plot, shown in Fig. 7 (a)–(f). The calculated regression line equation ( $y = 0.0129x - 0.0568$ ) was used to compute the amount of methiocarb in vegetable samples. Similarly, LOD was calculated by the three times the standard deviation ( $\sigma$ ) the blank (N-CQDs) near to the particular concentration of standard analyte [50]. The LOD value was 500  $\mu\text{g L}^{-1}$  using a fluorescent paper sensor.

The intra-day precision for fluorescent paper-based detection of methiocarb was determined by calculating the relative standard deviation percentage (RSD, %). Herein, 1000  $\mu\text{g L}^{-1}$  of pesticides were deposited at six number of test regions ( $n = 6$ ) and calculated the RSD, %. The intra-day precision was  $\pm 1.9\%$ . The stability of the sensor was examined by determining the inter-day precision for six following number of days ( $n = 6$ ), and it was  $\pm 2.1\%$ . The good value of inter-day precision shows the stability of using QDs as a sensing material. Similarly, intra- and inter-day precision for estimation of methiocarb in fluorimetry was  $\pm 3.8\%$  and  $\pm 4.4\%$ , respectively.

The fluorescence spectra of the prepared N-CQDs were subsequently recorded under the exposure of UV radiation for 12 h to determine their photostability. The results are given in Fig. S9. After this exposure, no significant changes in fluorescence intensity of N-CQDs was observed for given exposure time. This indicates that the N-CQDs are stable and can be effectively used as a fluorometric sensing probe. The stability of N-CQDs is due to the presence of amide functional groups on the shell of QDs preventing from the direct exposure of light [51].

**Table 1**

Application of smartphone-integrated paper sensor and fluorimetry for analysis of methiocarb in vegetable samples.

Samples	Smartphone-integrated paper sensor			Fluorimetry		
	Added ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	Found ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	Recovery, %	Added ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	Found ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	Recovery, %
Cauliflower	1000	946	94.6	300	282.0	94.0
	1500	1438	95.8	500	463.0	92.6
Cabbage	1000	954	95.4	300	280.0	93.3
	1500	1398	93.2	500	480.0	96.0

**Table 2**

Comparison of smartphone-integrated paper sensor and fluorimetry for analysis of methiocarb with other reported methods.

Materials/Technique	Linear range $\mu\text{gL}^{-1}$	LOD $\mu\text{gL}^{-1}$	Samples	Ref.
Colloidal Carbon/IC	0–100	0.5	Water	[52]
SPE/HPLC	5–30	5.4	Water	[53]
BDE/DPV	1000–55,000	150	Water	[2]
MWCNT/SVV	1500–59,100	450	Water	[54]
Paper-AuNPs/Colorimetry	20–80	5	Paddy and tape water	[55]
N-CQDs/fluorimetry	10–1000	3.5	Vegetable samples	Present
N-CQDs/fluorescent paper sensor	700–10,000	500		method

### 3.5. Fluorescent-paper sensor and fluorimetry and for determination of methiocarb in vegetables

The effectiveness of developed fluorescent-paper sensor and fluorimetric methods were assessed by the measurement of methiocarb in vegetables. Herein, 100  $\mu\text{L}$  of filtered vegetable samples (cauliflower and cabbage) were spiked with 300 and 500  $\mu\text{gL}^{-1}$  methiocarb followed by the addition of CQDs (1 mL). The total volume was diluted to 3 mL with DW. Similarly, for paper-based detection, 1000 and 1500  $\mu\text{gL}^{-1}$  methiocarb were introduced onto the paper substrate, and recorded the image by smartphone, and ImageJ software was used to determine the signal intensity. The ratio of concentration of methiocarb spiked and found by fluorescent-paper sensor and fluorimetry were employed to calculate the recovery percentage (%). The results are given in Table 1. A better recovery from 92.0 to 95.4% illustrating the selectivity of both methods for analysis of methiocarb in vegetables. Thus, the results by paper sensor were authenticated by fluorimetry for analysis of methiocarb in vegetables.

### 3.6. Selectivity of fluorescent-paper sensor and fluorimetry

The selectivity investigation is essential for the fluorescent sensor. The selectivity of the fluorescent probe was checked by measurements of several metal ions, anions and pesticides, including metal ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ; anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$ ) and pesticides (endosulfan, atrazine, chlorpyrifos, diuron, diel-drin, fenvalerate, endrin and methiocarb). These chemical substances did not show any interference in the detection process with tolerance limit given in Table S1. Only methiocarb showed quenching and variation in color with QDs. The recognition of the CQDs probe with methiocarb is because of interaction of N-CQDs with methiocarb. Therefore, the prepared CQDs are a promising candidate for fluorimetric sensing of an analyte.

### 3.7. Comparison for determination of methiocarb using fluorescent sensor and fluorimetry with reported methods

Table 2 shows different methods such colloidal carbon /immuno-chromatographic (IC) [52], solid phase extraction (SPE/HPLC) [53],

boron-doped-Diamond electrode/differential pulse voltammetry (BDE/DPV) [2], multiwall carbon nanotube/square wave voltammetry (MWCNT/SVV) [54] and paper-AuNPs/colorimetry [55], for determination of methiocarb in variety of samples. The use of immunochromatography for detection of methiocarb in surface water test trips showed higher sensitivity in comparison to present method. Though the preparation of paper strips for detection is found to be long step process and require specific reagent, i.e. anti-methiocarb antibody [52]. Better detection limit is achieved by fluorimetry compared to BDE/DPV [2] and MWCNT/SVV [54]. In addition, the comparable results are obtained by N-CQDs/fluorimetry in comparison to SPE/HPLC [53] and Paper-AuNPs/colorimetry [55]. Thus, the use fluorescent paper sensor and fluorimetry is found simple, user-friendly and low cost for measurement of methiocarb in vegetables.

## 4. Conclusions

In summary, a portable smartphone-assisted digital image fluorimetry was developed and successfully used for analysis of methiocarb in vegetable samples. The fabricated N-CQDs with high quantum yield on paper substrate selectively detect methiocarb pesticide in the presence of complex sample matrixes. The mechanism for selective interaction with methiocarb, and not with other pesticide is due to the hydrogen bonding between the oxygen atom of methiocarb and hydrogen of amine group of N-CQDs, validated by NMR and FTIR measurements. The application of fluorescent paper sensor and fluorimetry were found to low cost, simple, and user-friendly. We believe this assay can be highly useful in broad application for analysis of food and environments especially where the advanced costly analytical instruments are not available.

### CRediT authorship contribution statement

**Sanyukta Patel:** Methodology, Writing – original draft. **Kamlesh Shrivastava:** Project administration, Resources, Supervision, Writing – review & editing. **Deepak Sinha:** Writing – review & editing. **Indrapal Karbhari:** Data curation. **Tarun Kumar Patle:** Formal analysis. **Monisha:** Methodology. **Tikeshwari:** Data curation.

### 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

Given in [supplementary material](#).

### Acknowledgment

Kamlesh Shrivastava acknowledged the Chhattisgarh Council of Science and Technology (Ref. No: CCOST/EMR/2023), Raipur for providing the financial assistance.

## Appendix A. Supplementary material

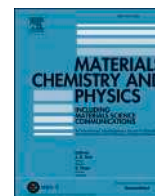
Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.122824>.

## References

- [1] T.K. Patle, R. Kurrey, K. Dewangan, K. Shrivastava, Degradation, removal, and detection of pesticides using nanocomposites (Book Chapter-10), in: Multifunctional Hybrid Nanomaterials for Sustainable Agri-food and Ecosystems, Elsevier Sciences P, 2020, pp. 241–254.
- [2] J. Chylkova, M. Tomaskova, I. Svancara, L. Janikova, R. Selesovska, Determination of methiocarb pesticide using differential pulse voltammetry with a boron-doped diamond electrode, *Anal. Methods* 7 (2015) 4671–4677.
- [3] E. Tütüncü, E. Yalçın, A. Acar, K. Yapar, K. Çavuşoğlu, Investigation of the toxic effects of a carbamate insecticide methiocarb in allium cepa L, *Cytologia* 84 (2019) 113–211.
- [4] J.J. Jimenez, J.L. Bernal, M.J. Nozal, L. Toribio, J. Bernal, Use of SPE-GC/EIMS for residue analysis in wine elaborated from musts spiked with formulations of chlorpyrifos-methyl, methiocarb, dicofol, and cyproconazole, *J. Sep. Sci.* 30 (2007) 547–556.
- [5] F. Koc, Y. Yigit, Y.K. Das, Y. Gurel, C. Yarali, Determination of aldicarb, propoxur, carbofuran, carbaryl and methiocarb residues in honey by HPLC with Post-column derivatization and fluorescence detection after elution from a florasil Column, *J. Food Drug Anal.* 16 (2008) 39–45.
- [6] C. Blasco, M. Fernández, Y. Picó, G. Font, J. Mañes, Simultaneous determination of imidacloprid, carbendazim, methiocarb and hexythiazox in peaches and nectarines by liquid chromatography–mass spectrometry, *Anal. Chim. Acta* 461 (2002) 109–116.
- [7] F. Tian, Z. Qiang, C. Liu, T. Zhang, B. Dong, Kinetics and mechanism for methiocarb degradation by chlorine dioxide in aqueous solution, *Chemosphere* 79 (2010) 646–651.
- [8] P.C. Dey, R. Das, Ligand free surface of CdS nanoparticles enhances the energy transfer efficiency on interacting with Eosin Y dye – helping in the sensing of very low level of chlorpyrifos in water, *Spectrochim. Acta A Mo. Biomol. Spectrosc.* 207 (2018) 156–163.
- [9] M.F. Frasco, N. Chaniotakis, Semiconductor quantum dots in chemical sensors and biosensors, *Sensor* 9 (2009) 7266–7286.
- [10] Y. Yang, X. Xing, T. Zou, Z. Wang, R. Zhao, P. Hong, S. Peng, X. Zhang, Y. Wang, A novel and sensitive ratiometric fluorescence assay for carbendazim based on N-doped carbon quantum dots and gold nanocluster nanohybrid, *J. Hazard. Mater.* 386 (2020), 121958.
- [11] G. Magdy, F. Bela, H. Elmansi, Rapid microwave-assisted synthesis of nitrogen-doped carbon quantum dots as fluorescent nanosensors for the spectrofluorimetric determination of palbociclib: application for cellular imaging and selective probing in living cancer cells, *RSC Adv.* 13 (2023) 4156–4167.
- [12] G. Wang, S. Zhang, J. Cui, W. Gao, X. Rong, Y. Lu, C. Gao, Novel highly selective fluorescence sensing strategy for Mercury(II) in water based on nitrogen-doped carbon quantum dots, *Spectrochim. Acta A* 286 (2023), 122010.
- [13] S.Y. Lim, W. Shen, Z. Gao, Carbon quantum dots and their applications, *Chem. Soc. Rev.* 44 (2015) 362–381.
- [14] P. Krishnaiah, R. Atchudan, S. Perumal, E.S. Salama, Y.R. Lee, B.-H. Jeon, Utilization of waste biomass of *Poa pratensis* for green synthesis of n-doped carbon dots and its application in detection of  $Mn^{2+}$  and  $Fe^{3+}$ , *Chemosphere* 286 (2022), 131764.
- [15] R. Atchudan, T.N.J. Immanuel Edison, K.R. Aseer, S. Perumal, N. Karthik, Y.R. Lee, Highly fluorescent nitrogen-doped carbon dots derived from *Phyllanthus acidus* utilized as a fluorescent probe for label-free selective detection of  $Fe^{3+}$  ions, live cell imaging and fluorescent ink, *Biosens. Bioelectron.* 99 (2018) 303–311.
- [16] K. Shrivastava, S. Monisha, S.S. Patel, R. Thakur, S. Shankar, Food safety monitoring of the pesticide phenthoate using a smartphone-assisted paper-based sensor with bimetallic Cu@Ag core-shell nanoparticles, *Lab Chip* 20 (2020) 3996–4006.
- [17] Monisha, K. Shrivastava, T. Kant, S. Patel, R. Devi, N.S. Dahariya, S. Pervez, M.K. Deb, M.K. Rai, J. Rai, Inkjet-printed paper-based colorimetric sensor coupled with smartphone for determination of mercury ( $Hg^{2+}$ ), *J. Hazard. Mater.* 414 (2021) 125440.
- [18] S. Patel, R. Jamunkar, D. Sinha, T.K. Patle, T. Kant, K. Dewangan, K. Shrivastava, Recent development in nanomaterials fabricated paper-based colorimetric and fluorescent sensors: a review, trends in environ. *Anal. Chem.* 31 (2021) e00136.
- [19] S. Patel, K. Shrivastava, D. Sinha, T.K. Monisha, S. Patle, S.S. Yadav, M.K. Thakur, S. P. Deb, Smartphone-integrated printed-paper sensor designed for on-site determination of dimethoate pesticide in food samples, *Food Chem.* 383 (2022), 132449.
- [20] Y.Z. Fan, Q. Tang, S.G. Liu, Y.Z. Yang, Y.J. Ju, N. Xiao, H.Q. Luo, N.b., Li A smartphone-integrated dual-mode nanosensor based on novel green fluorescent carbon quantum dots for rapid and highly selective detection of 2,4,6-trinitrophenol and pH, *Appl. Surf. Sci.* 492 (2019) 550–557.
- [21] H. Chen, O. Hu, Y. Fan, L. Xu, L. Zhang, W. Lan, Y. Hu, X. Xie, L. Ma, Y. She, H. Fu, Fluorescence paper-based sensor for visual detection of carbamate pesticides in food based on CdTe quantum dot and nano ZnTPyP, *Food Chem.* 327 (2020), 127075.
- [22] Y. Zhao, X. Ruan, Y. Song, J. Smith, N. Vasylieva, B.D. Hammock, Y. Lin, D. Du, Smartphone based dual-channel immunochromatographic test strip with polymer quantum dot labels for simultaneous detection of cypermethrin and 3-phenoxybenzoic acid, *Anal. Chem.* 93 (2021) 13658–13666.
- [23] X. Liu, Q. Liu, F. Kong, X. Qiao, Z. Xu, Molecularly imprinted fluorescent probe based on hydrophobic CdSe/ZnS quantum dots for the detection of methamidophos in fruit and vegetables, *Adv. Polym. Technol.* 37 (2018) 1790–1796.
- [24] J. Wei, J. Cao, H. Hu, Q. Yang, F. Yang, J. Wan, H. Su, C. He, P. Li, Y. Wang, Sensitive and selective detection of oxo-form organophosphorus pesticides based on CdSe/ZnS quantum dot, *Molecules* 22 (2017) 1–11.
- [25] N.C. Gong, Y.L. Li, X. Jiang, X.F. Zheng, Y.Y. Wang, S.Y. Huan, Fluorescence resonance energy transfer-based biosensor composed of nitrogen-doped carbon dots and gold nanoparticles for the highly sensitive detection of organophosphorus pesticides, *Anal. Sci.* 32 (2016) 951–956.
- [26] R. Ban, J. Zhu, J. Zhang, Manganese-doped ZnS quantum dots as a phosphorescent probe for use in the bi-enzymatic determination of organophosphorus pesticides, *Microchim. Acta* 181 (2014) 1591–1599.
- [27] Z. Li, H. Yu, T. Bian, Y. Zhao, C. Zhou, L. Shang, Y. Liu, L.Z. Wu, C.H. Tung, T. Zhang, Highly luminescent nitrogen-doped carbon quantum dots as a effective fluorescent probes for mercuric and iodide ions, *J. Mater. Chem.* 3 (2015) 1922–1928.
- [28] M. Vedamalai, A.P. Periasamy, C.W. Wang, Y.T. Tseng, L.C. Ho, C.C. Shih, H. T. Chang, Carbon nanodots prepared from o-phenylenediamine for sensing of  $Cu^{2+}$  ions in cells, *Nanoscale* 6 (2014) 3119.
- [29] R. Wang, K.Q. Lu, Z. Tang, Y. Xu, Recent progress on carbon quantum dots: synthesis, properties and applications in photocatalysis, *J. Mater. Chem. A* 00 (2012) 1–3.
- [30] C. Wang, Y. Wang, H. Shi, Y. Yan, E. Liu, X. Hu, J. Fan, A strong blue fluorescent nanoprobe for highly sensitive and selective detection of mercury(II) based on sulfur doped carbon quantum dots, *Mater. Chem. Phys.* 232 (2019) 145–151.
- [31] F. Wang, Q. Hao, Y. Zhang, Y. Xu, W. Lei, Fluorescence quenchometric method for determination of ferric ion using boron-doped carbon dots, *Microchim. Acta* 183 (2015) 273–279.
- [32] S.K. Reshma, I. Vaishnav, M.L. Karbhal, K.K. Satami, Ghosh, Spectroscopic studies on in vitro molecular interaction of highly fluorescent carbon dots with different serum albumins, *J. Mol. Liq.* 255 (2018) 279–287.
- [33] A.M. Alam, B.Y. Park, Z.K. Ghouri, M. Park, H.Y. Kim, Synthesis of carbon quantum dots from cabbage with down- and up-conversion photoluminescence properties: excellent imaging agent for biomedical applications, *Green Chem.* 17 (2015) 3791–3797.
- [34] F. Yang, P. Zhou, C. Duan, Solid-phase synthesis of red dual-emissive nitrogen-doped carbon dots for the detection of  $Cu^{2+}$  and glutathione, *Microchem. J.* 169 (2021), 106534.
- [35] A. Basu, A. Suryawanshi, B. Kumawat, A. Dandia, D. Guin, S.B. Ogale, Starch (Tapioca) to carbon dots: an efficient green approach to on-off-on photoluminescence probe for fluoride ion sensing, *Analyst* 140 (2015) 1837–1841.
- [36] X. Tian, H. Peng, Y. Li, C. Yang, Z. Zhou, Y. Wang, Highly sensitive and selective paper sensor based on carbon quantum dots for visual detection of TNT residues in groundwater, *Sens. Actuat. B: Chem.* 243 (2017) 1002–1009.
- [37] S.M. Sayyah, A.B. Khaliel, A.A. Aboud, S.M. Mohamed, Chemical polymerization kinetics of poly-o-phenylenediamine and characterization of the obtained polymer in aqueous hydrochloric acid solution Using  $K_2Cr_2O_7$  as oxidizing agent, *Int. J. Polym. Sci.* 2014 (2014) 1–16.
- [38] U. Olgun, M. Gulfen, Doping of poly(o-phenylenediamine): spectroscopy, voltammetry, conductivity and band gap energy, *React. Funct. Polym.* 77 (2014) 23–29.
- [39] K. Patir, S.K. Gogoi, Facile synthesis of photoluminescent graphitic carbon nitride quantum dots for  $Hg^{2+}$  detection and room temperature phosphorescence, *ACS Sustain. Chem. Eng.* 6 (2018) 1732–1743.
- [40] A. Pasannan, T. Imae, One-pot synthesis of fluorescent carbon dots from orange waste peels, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52 (2013) 15673–15678.
- [41] T. Madrakian, S. Maleki, S. Gilak, A. Afkhami, Turn-off fluorescence of amino-functionalized carbon quantum dots as effective fluorescent probes for determination of isotretinoin, *Sens. Actuat. B* 247 (2017) 428–435.
- [42] P. Wu, W. Li, Q. Wu, Y. Liua, S. Liu, Hydrothermal synthesis of nitrogen-doped carbon quantum dots from microcrystalline cellulose for the detection of  $Fe^{3+}$  ions in an acidic environment, *RSC Adv.* 7 (2017) 44144.
- [43] H.S. Ricardo, C.F. Daniela, R. Landers, L.A.T. Marcia, M.N. Gustavo, Synthesis and spectroscopic characterization of polymer and oligomers of ortho-phenylenediamine, *Eur. Polym. J.* 46 (2010) 484–493.
- [44] M. Valle Angélica del, R.D. Fernando, M.E. Bodini, G. Alfonso, M.S. Giovanni, D.B. Eddy, Electrosynthesis and characterization of o-phenylenediamine oligomers, *Polym. Int.* 54 (2005) 526–532.
- [45] C. Przybylski, V. Bonnet, Combination of 1H nuclear magnetic resonance spectroscopy and mass spectrometry as tools for investigation of the thermolytic and solvolytic effects case of carbamates analysis, *J. Chromatogr. A* 1216 (2009) 4787–4797.
- [46] A. Abad, J. Moreno María, A. Montoya, Hapten synthesis and production of monoclonal antibodies to the N-Methylcarbamate pesticide methiocarb, *J. Agric. Food Chem.* 46 (1998) 2417–2426.
- [47] X. An, R. Chen, Q. Chen, Q. Tan, S. Pan, H. Liu, X. Hu, A  $MnO_2$  nanosheet-assisted ratiometric fluorescence probe based on carbon quantum dots and o-phenylenediamine for determination of 6-mercaptopurine, *Microchim. Acta* 188 (2021) 156.
- [48] H. Wang, C. Chen, Y. Liu, Y. Wu, Y. Yuan, Q. Zhou, A highly sensitive and selective chemosensor for 2, 4, 6-trinitrophenol based on L-cysteine-coated cadmium sulfide quantum dots, *Talanta* 198 (2019) 242–248.

- [49] S. Mohapatra, M.K. Bera, R.K. Das, Rapid “turn-on” detection of atrazine using highly luminescent N-doped carbon quantum dot, *Sens. Actuat. B: Chem.* 263 (2018) 459–468.
- [50] G.D. Christian, *Analytical Chemistry, Sixth Edition*, John Wiley and Sons, page No., 2009, pp. 111–113.
- [51] A. Aghamali, M. Khosravi, H. Hamishehkar, N. Modirshahla, M.A. Behnajady, Synthesis and characterization of high efficient photoluminescent sunlight driven photocatalyst of N-carbon quantum dots, *J. Lumin.* 201 (2018) 265–274.
- [52] M. Blazkova, B.M. Holubova, P. Rauch, L. Fukal, Immunochromatographic colloidal carbon-based assay for detection of methiocarb in surface water, *Biosens. Bioelectron.* 25 (2009) 753–758.
- [53] M.P.G. De Llasera, M.B. Gonzam Lez, Presence of carbamate pesticides in environmental waters from the northwest of Mexico: determination by liquid chromatography, *Water Res.* 35 (2001) 1933–1940.
- [54] R. Inam, C. Bilgin, Square wave voltammetric determination of methiocarb insecticide based on multiwall carbon nanotube paste electrode, *J. Appl. Electrochem.* 43 (2013) 425–432.
- [55] A. Mohammadi, F. Ghasemi, M. Reza, H. Nezhad, Development of a paper-based plasmonic test strip for visual detection of methiocarb insecticide, *Sensor* 17 (2017) 6044–6049.





## Graphene-silver nano-ink for inkjet printing of paper electrode for electrochemical sensing of 4-nitrophenol

Monisha<sup>a</sup>, Tushar Kant<sup>a</sup>, Tikeshwari<sup>a</sup>, Kamlesh Shrivastava<sup>a,\*</sup>, Antresh Kumar<sup>b</sup>, Khemchand Dewangan<sup>c,\*\*</sup>

<sup>a</sup> School of Studies in Chemistry, Pt. Ravishankar Shukla University, Raipur, CG, 492010, India

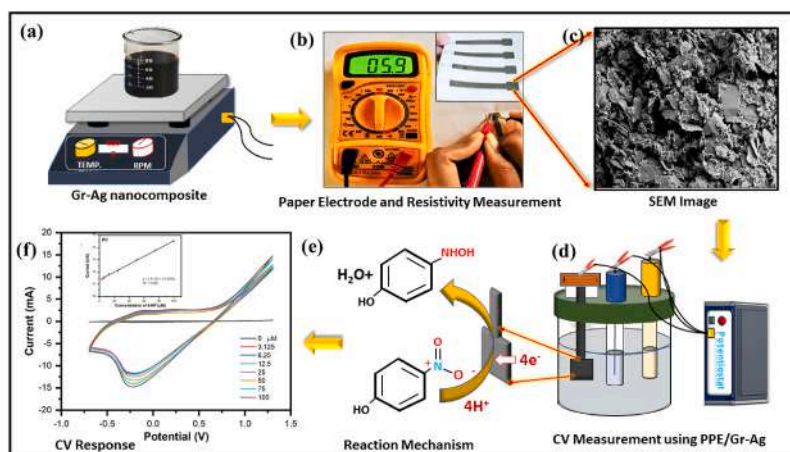
<sup>b</sup> Department of Biochemistry, Central University of Haryana, Jant-Pali Mahendergarh, 123031, HR, India

<sup>c</sup> Department of Chemistry, Indira Gandhi National Tribal University, Amarkantak, MP-484887, India

### HIGHLIGHTS

- Printed paper electrode (PPE) with graphene (Gr)-silver (Ag) was used as electrochemical sensing for 4-nitrophenol (4-NP).
- Inkjet printer was employed to print formulated Gr-Ag NI on photo paper and sintered at 200 °C for 30 min to make electrode.
- Gr-Ag/PPE was used as a working electrode in cyclic voltammetry for 4-NP determination.
- Gr-Ag/PPE provides a low cost, decomposable, and user-friendly sensor for monitoring of 4-NP in environmental water sample.

### GRAPHICAL ABSTRACT



### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Inkjet printer  
Sensor  
Nanocomposite  
Nanoparticles

### ABSTRACT

Here, an inkjet printed paper electrode (PPE) decorated with graphene (Gr)-silver (Ag) nanocomposite was exploited as an electrochemical sensing probe for analysis of 4-nitrophenol (4-NP) in environmental water samples. In this work, 4% Gr-Ag nanocomposite ink (NI) was prepared in ethanol, ethylene glycol, and glycerol in the ratio of 50:45:5, which possess surface tension and viscosity of 36 mN m<sup>-1</sup> and 11 mPa s, respectively. The office inkjet printer was employed to print formulated Gr-Ag NI on digital photo paper, followed by sintered at 200 °C for 30 min to make effective conducting tracks for the sensing of 4-NP. Gr-Ag NI-based PPE was used as a working electrode in cyclic voltammetry. The working principle of detection is based on the electrocatalytic reduction process of 4-NP on the electrode surface. A good linearity range of 3.125–100 μM was observed, achieving a detection limit of 2.7 μM to measure 4-NP. Thus, the developed PPE holds considerable potential and

\* Corresponding author.

\*\* Corresponding author.

E-mail addresses: [kshrivas@gmail.com](mailto:kshrivas@gmail.com) (K. Shrivastava), [khemchand.dewangan@igntu.ac.in](mailto:khemchand.dewangan@igntu.ac.in) (K. Dewangan).

<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.128161>

Received 24 February 2023; Received in revised form 19 June 2023; Accepted 3 July 2023

Available online 7 July 2023

0254-0584/© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved.

offers an economical, biodegradable, and user-friendly sensor for future applications in the monitoring of 4-NP in environmental water samples.

## Credit author statement

Monisha: Methodology, Writing – original draft. Tushar Kant: Writing – review & editing. Editing and Data curation. Tikeshwari: Data curation. Kamlesh Shrivastava: Project administration, Resources, Supervision, Writing – review & editing. Antresh Kumar: Writing – review & editing. Khemchand Dewangan: Writing – review & editing.

## 1. Introduction

4-nitrophenol (4-NP) is a nitroaromatic compound used as a precursor or intermediate for preparing wood preservatives, explosives, pesticides, pigments, anti-corrosion lubricants, and pharmaceuticals in several industries. The effluent of these industries contaminates several freshwater reservoirs, and its high water solubility and chemical stability affect human health and environmental peripheral [1–4]. As well, 4-NP is a hydrolyzed product of parathion and paraoxon pesticides, which pollute water in agricultural lands, resulting in foodborne illnesses that can affect the entire living organisms. For example, the intake of 4-NP through contaminated water or food, even at a lower concentration, results in problems like headaches, nausea, liver and kidney damage, and nervous system-related disorders [5–8]. Therefore, to overcome this issue, there is needed to develop simple and cost-effective methods for monitoring 4-NP in environmental samples. For analysis of 4-NP, different approaches have been established that include colorimetry [8], electrochemical [9], fluorescence [10,11], gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) [12], liquid chromatography-mass spectrometry LC-MS [13], high-performance liquid chromatography (HPLC) [14], etc. Among these, the electrochemical technique is facile, inexpensive, easy to use, and fast for measuring 4-NP in various samples [15].

The electrochemical method is based on the measurement of current against the applied potential using three electrode systems. The glassy carbon electrode (GCE) is usually exploited as a working electrode, platinum wire as a counter electrode, and Ag/AgCl as a reference electrode [16,17]. The main limitation of GCE is that it is sometimes not found selective and sensitive for a target analyte and is costly and sophisticated [18]. Hence, researchers have employed the exploitation of nanomaterials as sensing materials on the surface of GCE to enhance selectivity and sensitivity. Mainly, noble metallic nanoparticles (NPs), such as Ag, Au, Pt, etc., have been extensively used for electrochemical applications due to their high stability, easy chemical synthesis, tunable surface functionalization, and high electrocatalytic activity [17]. In recent years, nanocomposites made of metallic NPs and nanocarbons like graphene (Gr) have gained significant interest due to the improvement of conductivity, unusual electrocatalytic properties, and cost-effectiveness. Mainly, Cu, Ag, Au, and Ru NPs have been used to prepare nanocomposites for electrochemical analysis of several chemical substances [4,18–27]. For example, Ikshan et al. employed the modified GCE with reduced graphene oxides (rGO) and AgNPs for electrochemical analysis of 4-NP using square wave voltammetry (SWV), which exhibits good stability with enhanced detection limits and linearity ranges of 4-NP determination as compared to pure rGO and AgNPs [3]. In another article, Dinesh et al. demonstrated a GCE/Cu-curcumin-based sensor for measuring 4-NP in differential pulse voltammetry (DPV) with improved selectivity of an analyte [4].

The drawback of these developed methods is using commercial GCE, which is expensive and sophisticated. Also, modification of GCE with nanomaterials is found to be a multistep and complicated process [3]. Thus, a simple alternative fabrication method is required to deposit nanomaterials on flexible substrates. Therefore, to overcome these

challenges, the researcher used low-cost substrates such as paper, glass, polyethylene terephthalate, etc., fabricated electrodes by a direct coating method, chemical vapor deposition, laser printing, spin coating, screen printing, direct writing, and inkjet printing, etc. Among these, paper-based inkjet printing is rapid and simple for fabricating nanomaterials-based electrodes on a paper substrate. The paper substrate is portable, easily accessible, biodegradable, less expensive, and has a high surface-to-volume ratio and hydrophilicity [9,16,17]. Recently, our group developed an inkjet-printed paper-based electrochemical sensor using photo paper as a flexible substrate fabricated with Gr and used as a working electrode for the electrochemical detection of  $H_2O_2$ . The application of printed-paper electrodes (PPEs) is rapid and provides more reproducible results than GCE [16].

Here, an inkjet printer was employed to deposit Gr-Ag nanocomposite ink (NI) on the paper substrate to prepare PPEs for electrochemical sensing of 4-NP. The stable NI was prepared by optimizing solvents, Gr-Ag concentration, and rheological properties (surface tension and viscosity) for proper deposition of ink droplets from the nozzle of the printer. In addition, different paper substrates were evaluated for making efficient PPE with Gr-Ag NI. The optimized Gr-Ag/PPEs were applied as a working electrode to analyze 4-NP in different environmental water samples. This work presents a novel and cost-effective approach for the fabrication of electrochemical sensors using inkjet-printed paper-based electrodes, specifically applied to the detection of 4-NP in environmental water samples. The use of nanomaterials and optimization of ink formulation and paper substrate selection contribute to the advancement of simple, accessible, and efficient electrochemical sensing methods for environmental monitoring.

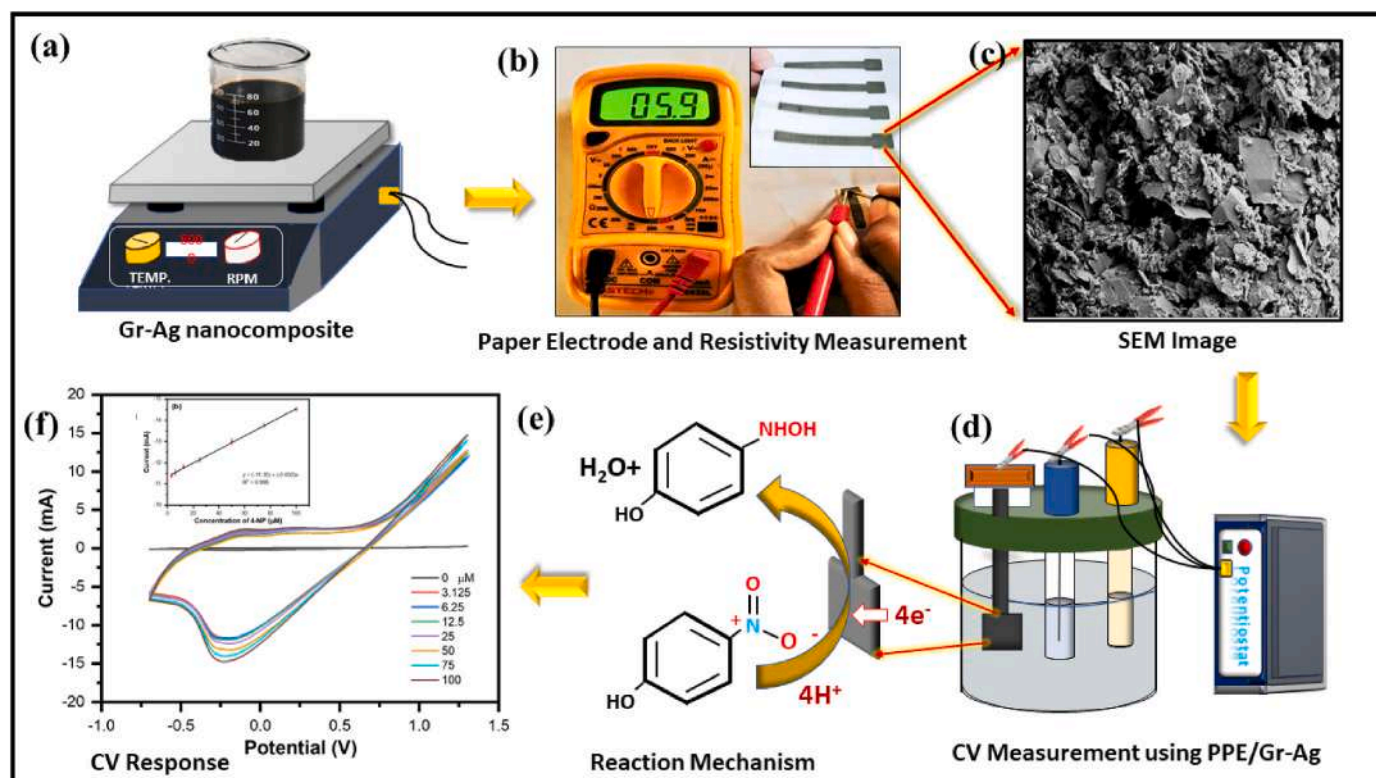
## 2. Experimental section

### 2.1. Chemicals and reagents

All the chemicals used were analytical reagent grade. Polyvinyl pyrrolidone (PVP) (weight-average molecular weight  $\approx 40,000$ ), silver nitrate ( $AgNO_3$ ), sodium borohydride ( $NaBH_4$ ), 4-nitrophenol (4-NP), graphite flake, ethyl cellulose (EC), ethylene glycol, glycerol, ethanol, disodium hydrogen phosphate ( $Na_2HPO_4$ ), and sodium dihydrogen phosphate ( $NaH_2PO_4$ ), were obtained from Hi-Media (Mumbai, India) and Sigma Aldrich (USA).  $Na_2HPO_4$  and  $NaH_2PO_4$  were used to prepare a phosphate buffer solution (PBS).

### 2.2. Synthesis of Gr

Gr nanosheets have been produced through the exfoliation of natural graphite with the stabilizing polymer of EC, as reported previously by slight modification [28]. In this typical synthesis strategy, 2 g of graphite powder was dispersed in a 40 mL ethanol solution containing 2% (w/v) EC. The dispersion was sonicated for 90 min in an ice bath. The resulting dispersion was centrifuged at 8000 rpm for 12 min to remove the remaining large graphite flakes, and the supernatant was collected. To this supernatant, an aqueous solution of NaCl ( $50\text{ g L}^{-1}$ ) was added in a 1:2 volume ratio. The obtained mixture solution was further centrifuged at 8000 rpm for 6 min, and the supernatant was discarded. The collected solid residue was dried, dispersed in ethanol, and passed through a syringe filter ( $5\text{ }\mu\text{m}$  sieve) to remove any bulky particles, which can cause blockage of the cartridge during the printing process. Afterward, the dispersion was centrifuged at 8000 rpm to recover the product. The solid product was thoroughly washed 3–4 times with distilled water (DW) to eliminate residual salt and EC and then vacuum dried at  $50\text{ }^\circ\text{C}$ . Finally, the obtained dark gray colored solid was stored in a vacuum desiccator



**Scheme 1.** Schematic illustration of the (a) synthesis of Gr-Ag/PPE, (b) measurement of resistance, (c) SEM images of Gr-Ag/PPE, (d) CV measurement using three-electrode cell, (e) mechanism for electrochemical detection of 4-NP, and (f) CV response.

for further use.

### 2.3. Synthesis of PVP-capped AgNPs

As previously described, the PVP-capped AgNPs in an aqueous solution were prepared using  $\text{AgNO}_3$  as a starting material and  $\text{NaBH}_4$  as a reducing agent [2]. Herein, 3.0 mM (0.5 g)  $\text{AgNO}_3$  and 4.5 mM (in repeating unit) (0.5 g) of PVP were dissolved into 100 mL of distilled water under vigorous stirring. In the resultant clear solution, 10 mL of 1.0 M  $\text{NaBH}_4$  was added dropwise. The color change from transparent to a dark yellow solution was instantly observed. After dropping the  $\text{NaBH}_4$  solution, the reaction mixture was continuously stirred for an additional 1.5 h. Next, the solution mixture was centrifuged at 10,000 rpm, and the precipitate was washed 6–7 times with DW to remove the impurities. Finally, the collected residue was dried at room temperature and stored in a vacuum for further studies.

### 2.4. Preparation of Gr-Ag NI and printing on paper substrate

To obtain Gr-Ag NI, the above-prepared Gr and AgNPs in equal weight were dispersed in ethanol by ultrasonication, and then an appropriate amount of viscous solvents like ethylene glycol and glycerol were added. In the formulated ink, ethanol, ethylene glycol, and glycerol solvents ratio of 50:45:5 (volume %) were optimized to maintain the viscosity and surface tension of the ink for inkjet printing [2]. The solid loading of Gr and AgNPs in the optimized NI was 2.0 wt % of each. A microsyringe was used to inject the NI (1 mL) into the cartridge of the HP-1112 Deskjet printer. According to Scheme 1, Gr-Ag NI was prepared and printed on a paper substrate possessing an outline of 5.0 cm long and 0.3 cm wide with an area of 1.0  $\text{cm}^2$  at the bottom side and sintered at 200 °C for 30 min. SEM was used to capture the magnified image of Gr-Ag/PPE (Scheme 1).

### 2.5. Sample collection for analysis of 4-NP

The tap, pond, and river water samples were collected in cleaned plastic containers using previously prescribed methodology from different regions of Raipur City (Chhattisgarh, India) [29]. The collected samples were filtered using Whatman filter paper No. 42 and stored at 5 °C for further analysis of 4-NP.

### 2.6. Apparatus required for characterization of Gr-Ag NI and analysis of 4-NP

Synthesized Gr, AgNPs, and Gr-Ag NI nanosystems were analyzed using the following instrumental techniques. Ultraviolet–Visible (UV–Vis) spectroscopy (Evolution-300, Thermo Scientific) was used to measure the absorbance of these nanosystems. The crystalline structure and phase formation was confirmed by powder X-ray diffraction (PXRD) using a PANalytical X'pert3 diffractometer with Cu ( $K\alpha$ ) target and Ni filter. Scanning electron microscopy (SEM) (CZU GEMINI SEM 500 KMAT) and Transmission electron microscopy (TEM) (Tecnai G2-T30, S-TWIN) were employed to analyze the surface structure and morphology of the studied nanosystems. Fourier transforms infrared (FTIR) spectroscopy (ALPHA II, Bruker) was used to confirm functional groups on the surface of the Gr-Ag nanocomposite. A Hariba Jobin-Yvon laser micro Raman spectrometer (LabRam HR) was used to record the Raman spectrum of the synthesized Gr. The elemental composition and oxidation state were examined by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) (PHI 5000 Versa Probe III, Physical Electronics). The average height and roughness of Gr-Ag NI on the PPE were calculated by atomic force microscopy (AFM) (NT-MDT-INTEGRA). A tensiometer (DyneMaster-DY-300, Interface Science Co. Ltd) and a digital viscometer (LM-65, Labpro Scientific) were used for the measurement of the surface tension and viscosity of the formulated NI, respectively. A potentiostat (Squidstat Solo, Admiral, USA) was used for the electrochemical analysis of 4-NP.



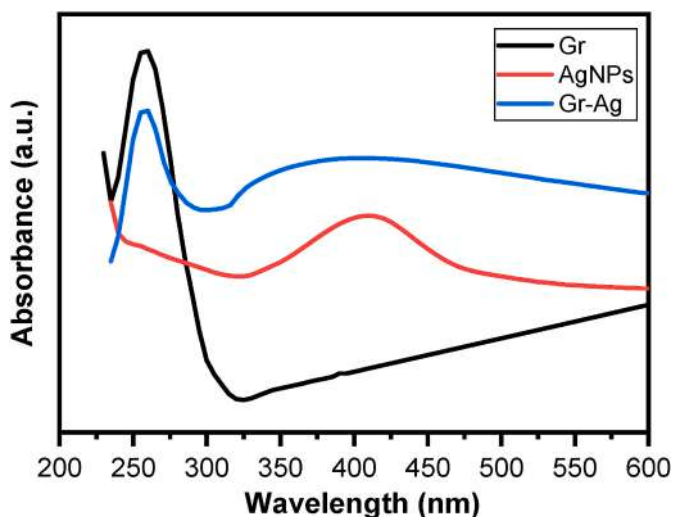


Fig. 1. UV-Vis spectra of Gr, AgNPs, and Gr-Ag NI.

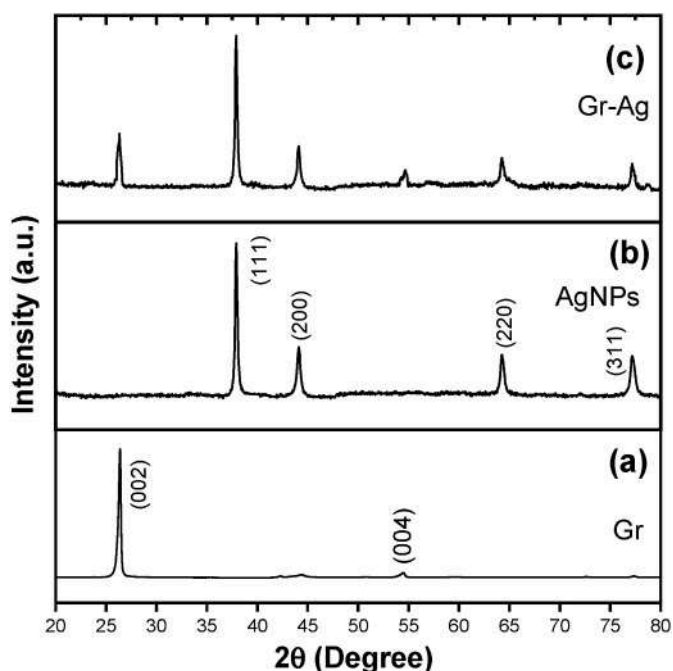


Fig. 2. XRD patterns of (a) Gr, (b) AgNPs, and (c) Gr-Ag NI.

## 2.7. Procedure for electrochemical analysis of 4-NP

All the electrochemical experiments were conducted in the presence of PBS buffer (0.1 M) at pH = 7.0, and for that, electrolytic solutions were prepared by mixing an equal volume of PBS buffer and standard 4-NP solutions (or collected samples). All the solutions were purged with nitrogen gas before the electrochemical analysis. In the electrochemical cell, the PPE made of Gr-Ag NI was employed as a working electrode to determine 4-NP. Ag-AgCl and platinum wire were used as a reference and a counter electrode, respectively. A linear calibration curve was plotted against the cathodic current of reduction peaks versus a wide range of known analyte concentrations at a scan rate of  $100 \text{ mV s}^{-1}$ . Furthermore, this calibration curve was employed to quantitatively measure 4-NP in the unknown sample. The recovery percentage (%) of 4-NP from water samples was done by spiking three different concentrations of 4-NP (10, 20, and  $30 \mu\text{M}$ ) into water samples. Recovery % was calculated by the concentration ratio of the analyte found to the spiked

concentration in a particular sample.

## 3. Results and discussion

### 3.1. Characterization of Gr-Ag NI

The preliminary studies were done by monitoring the UV-Vis spectra of water-dispersed Gr, AgNPs, and Gr-Ag NI to understand the stability of prepared nanomaterials, and the representative spectra are shown in Fig. 1. The characteristic localized surface plasmon resonance (LSPR) band appeared 400 nm confirms the formation of AgNPs [30]. On the other hand, Gr water dispersion shows a maximum of around 260 nm attributing to the  $\pi-\pi^*$  transition C=C bonds within aromatic rings of Gr and indicating the successful exfoliation of Gr nanosheets [31,32]. However, in the case of Gr-Ag NI, the absorption band of Gr at 260 nm is visible, but the LSPR band of AgNPs becomes broadened, which may be due to the incorporation of NPs into the Gr nanosheets matrix.

The XRD patterns, as shown in Fig. 2, were recorded to confirm the phase-purity and crystallinity of Gr, AgNPs, as well as their amalgamation as Gr-Ag nanocomposite in NI. The XRD pattern of the exfoliated Gr nanosheets (Fig. 2(a)) shows two typical diffraction peaks of pristine graphite at angles ( $2\theta$ ) around  $26.3^\circ$  and  $54.4^\circ$  corresponding to (002) and (004) planes, respectively, as reported for Gr [33,34]. The prepared Gr displayed almost the same diffraction peak as graphite [34], demonstrating that the two-dimensional arrangement of carbon atoms is still retained in the product. However, the broadened (002) peak is the only instance compared to other peaks of bulk graphite powder representing the size of the layer becoming smaller when graphite flakes were converted to Gr nanosheets. The XRD pattern of PVP-capped AgNPs, as shown in Fig. 2(b), comprises all the characteristic diffraction peaks of metallic silver, which can be indexed as a face-centered cubic (fcc) phase. The calculated lattice constant ( $a = 4.089 \text{ \AA}$ ) from the recorded pattern matches well with Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) file 04-0783. Also, the intense peaks confirm the formation of well-crystalline NPs. The XRD pattern of Gr-Ag NI (Fig. 2(c)) reveals analogous diffraction peaks of the crystal planes associated with constituent nanomaterials. This result provides a shred of evidence that the integration of Gr nanosheets and AgNPs extends to a significant level of our interest without introducing any impurities in the resultant NI.

The incorporation of AgNPs into Gr nanosheets was further examined by electron microscopic techniques. Fig. 3(a) displays an SEM image of exploited two-dimensional Gr nanosheets. It is emphasized that no irreversible aggregation between nanosheets occurs because encapsulated EC-induced steric hindrance and prevents their recombination [28]. Thus, the prepared Gr was freely dispersed along with AgNPs in ethanol for uniform amalgamation, which allows the tailoring of compounded NI for inkjet printing, as reported in this article. The typical morphological appearance of amalgamated AgNPs into Gr is shown in the TEM images (Fig. 3(b) and (c)). These images illustrate the poly-dispersion of AgNPs on the surface of Gr nanosheets with sizes ranging from 5 to 25 nm. In addition, well-resolved lattice spacing (0.24 nm) of marked NPs (Fig. 3(c)) in the HRTEM image, as shown in Fig. 3(d), is consistent with the separation between (111) lattice planes of fcc Ag<sup>0</sup> again confirming the incorporation of AgNPs into Gr matrix [35].

Next, FTIR spectra were recorded in the frequency range of  $4000-600 \text{ cm}^{-1}$  to know the presence of chemical bonds and functional groups at the surface of Gr-Ag nanocomposite and its constituents, and representative spectra are illustrated in Fig. S1(a). The FTIR spectrum of AgNPs displays several bands and some are relatively simple to attribute, such as those around  $3700-3000 \text{ cm}^{-1}$  (O-H and C-H stretching),  $\sim 1645 \text{ cm}^{-1}$  ( $>\text{N}-\text{C}=\text{O}$  amide stretching), and  $\sim 1000 \text{ cm}^{-1}$  (N-C stretching) ascribing the PVP molecule interact with the surface of AgNPs by chemical absorption [36,37]. Two sharp bands in the FTIR spectrum of Gr that appeared at  $1050$  and  $1236 \text{ cm}^{-1}$  are assigned to the stretching of C-O vibration and confirmation of -C-O-C-bonds, respectively,

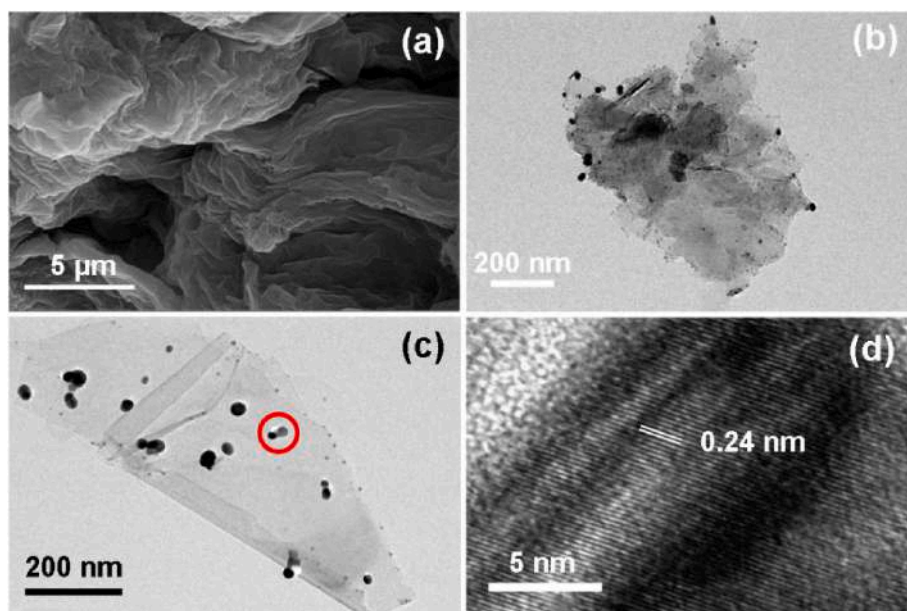


Fig. 3. (a) SEM image of Gr. (b) and (c) TEM images of Gr-Ag NI. (d) HRTEM image of Gr-Ag nanocomposite in NI.

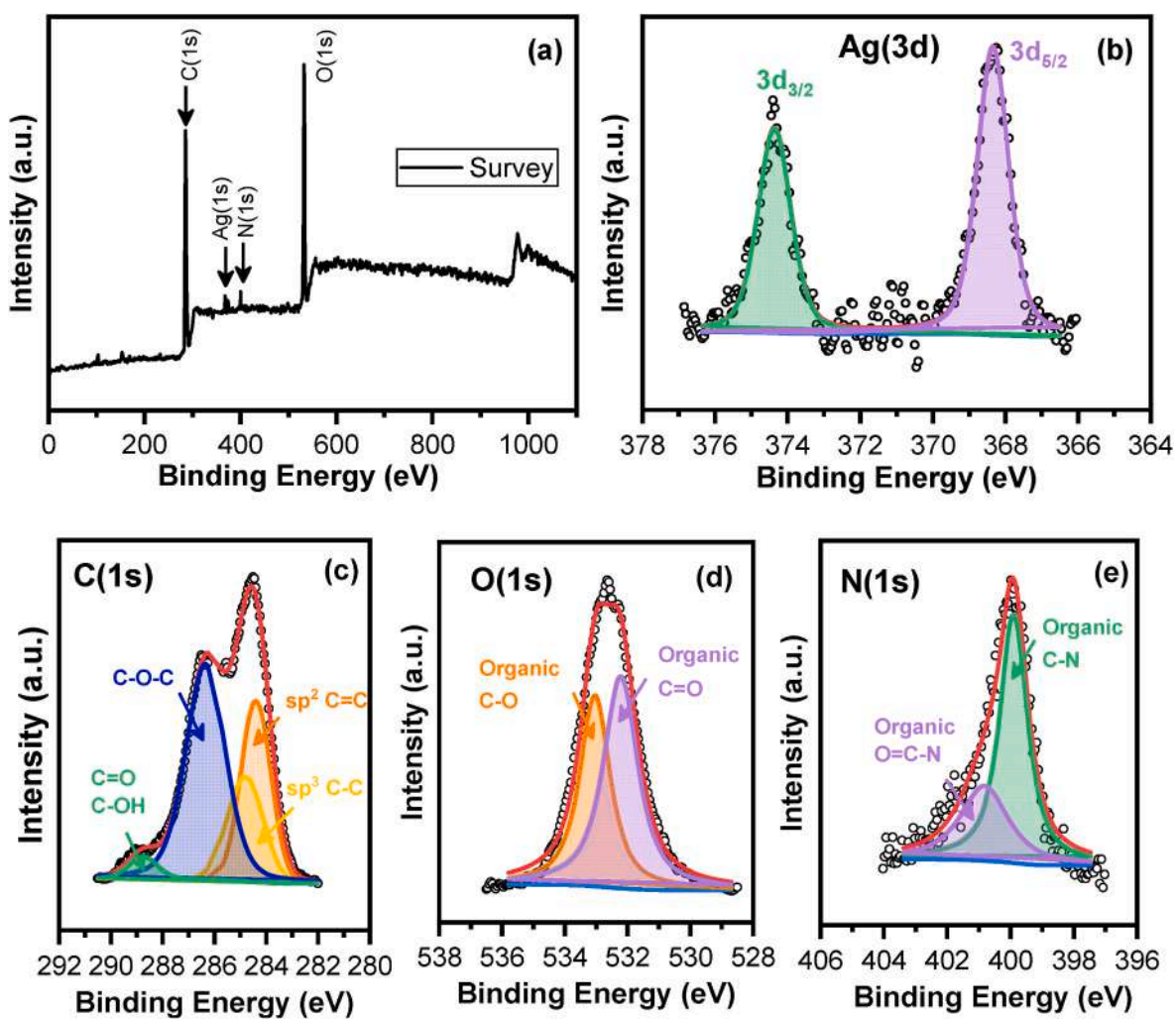


Fig. 4. XPS spectra of Gr-Ag NI (a) survey scan and high-resolution (b) Ag (3d), (c) C (1s), (d) O (1s), and (e) N (1s).

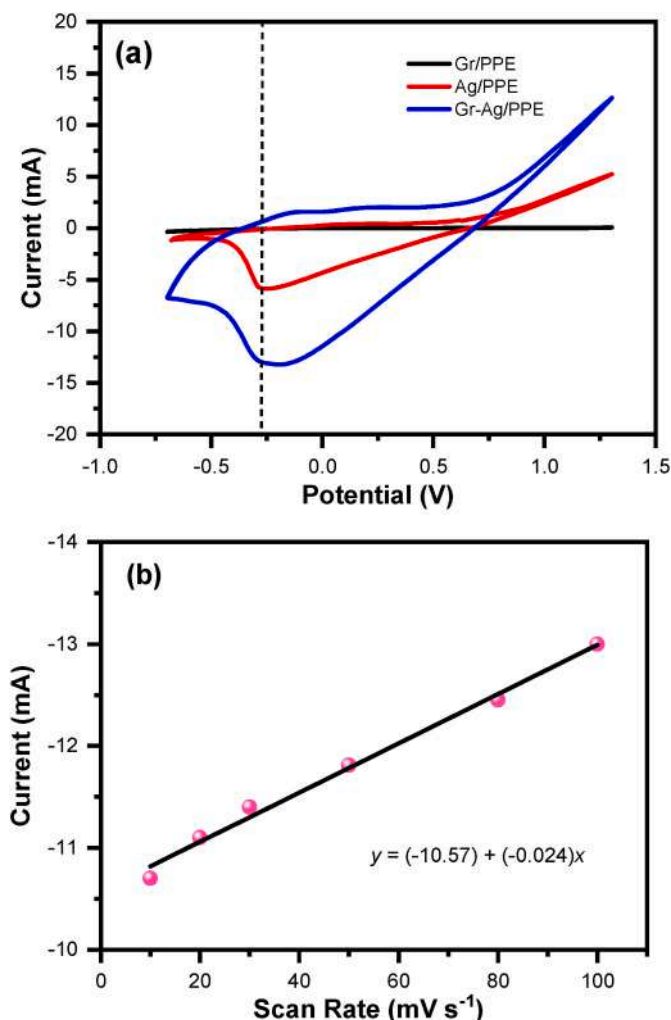


Fig. 5. CV responses: (a) Gr/PPE, Ag/PPE, and Gr-Ag/PPE based working electrode for detection of 4-NP (50 μM) in 0.1 M PBS and (b) at different scan rate of 4-NP (50 μM) in 0.1 M PBS.

arising from infused EC between Gr nanosheets. Moreover, two low intense bands appearing at  $\sim 1596$  and  $1500$  cm<sup>-1</sup> are attributed to the sp<sup>2</sup> structure of Gr skeletal C=C stretching vibration peak [33,38]. In the case of Gr-Ag NI, the FTIR spectrum clearly indicates all the associated vibrational frequency bands present in the parent components; however, some of them have shifted to lower/higher frequency regions because of amalgamation. Besides, a broad band allocated near  $3250$  cm<sup>-1</sup> for the NI can be related to the O-H frequency of solvents, which are used in the formulation of NI.

Here, we would like to mention that the Raman spectrum obtained for the formulated Gr-Ag NI is complex due to the presence of solvents, ethyl cellulose, and PVP surfactant and does not provide a clear indication of the carbon species (e.g. graphite, GO, RGO, or graphene). However, Raman spectrum of as-prepared Gr provides details of Gr structure. The synthesized Gr is a graphene-ethyl cellulose composite and its Raman spectrum (Fig. S1(b)) typically shows a characteristic G-band ( $1600$  cm<sup>-1</sup>) related to the graphene layer structure. Also, the D-band scattering that appeared at  $1371$  cm<sup>-1</sup> is proportional to defects in the sample. These two peaks are usually used to assess the quality of graphene in nanocomposite [39,40].

To investigate the chemical and electronic states of elements present in Gr-Ag NI, XPS spectra were recorded and shown in Fig. 4. The survey spectra shown in Fig. 4(a) specify the existence of only C, N, O, and Ag elements in the specimen. The first three elements come from the

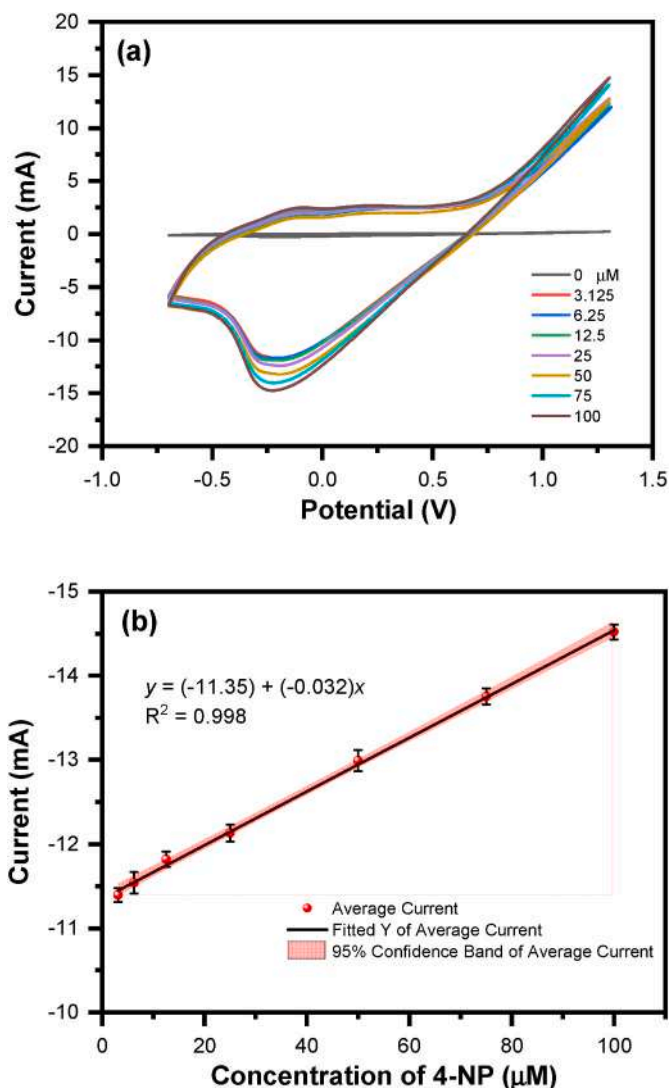


Fig. 6. (a) CV current peak at various concentrations of 4-NP using Gr-Ag/PPE as a working electrode in 0.1 M PBS buffer (pH 7.0) at a  $0.1$  V s<sup>-1</sup> scan rate (b) current versus concentration of 4-NP plot.

Table 1

Determination of 4-NP in environmental water samples using Gr-Ag/PPE as an electrochemical sensor.

Real Samples	Added 4-NP μM	Found 4-NP μM	Recovery %	RSD % (n = 3)
Pond water	10	9.55	95.6	2.44
	20	19.52	97.6	1.15
	30	29.05	96.8	1.12
River water	10	9.65	96.5	2.34
	20	19.05	95.2	2.76
	30	27.86	92.8	1.41
Tap water	10	9.41	94.1	1.71
	20	19.38	96.9	1.52
	30	28.23	94.1	3.05

solvents, EC (steric stabilization additive) and PVP (capping agent). Fig. 4(b) depicts a high-resolution spectrum of Ag (3d), which can be deconvoluted in very symmetric doublet peaks centered at  $374.36$  and  $368.34$  eV binding energies. This corresponds to spin-orbital splitting doublet as  $3d_{3/2}$  and  $3d_{5/2}$  electron emission of metallic silver viz., Ag<sup>0</sup>, as expected for atoms in NPs core [41]. Also, the integral areas between doublet in a ratio of 2:3 with an energy gap of  $6.02$  eV matched the

**Table 2**

Comparison of Gr-Ag/PPE with other graphene-based nanocomposites for the determination of 4-NP.

Nanocomposites	Technique	pH	Linearity range ( $\mu\text{M}$ )	LOD ( $\mu\text{M}$ )	Sample	Ref.
rGO-Ag/GCE	SWV	7.2	10–100	0.012	Water	[3]
Cu/GCE	DPV	6.0	0.1–1030	0.68	Water	[4]
rGO-Ag/GCE	CV	4.0	1–500	0.114	Water	[33]
rGO-Ag/GCE	CV	6.0	1–1100	0.32	Water	[46]
AgNPs/GCE	DPV	0.2	0.5–900	0.015	Water	[47]
Au/GCE	LSV	6.0	10–1000	8.00	Water	[48]
GO/GCE	LSV	4.8	0.1–120	0.02	Water	[49]
Gr-Ag/PPE	CV	7.0	3.125–100	2.70	Water	Present work

standard data. The deconvoluted high-resolution spectrum of the C (1s) region shown in Fig. 4(c), contributes four symmetric peaks at the binding energies of 284.40, 284.80, 286.34, and 288.75 eV. The first two major peaks that appeared at 284.40 and 284.80 eV are compatible with the presence of  $\text{sp}^2$  (C=C) and  $\text{sp}^3$  (C–C) hybridized carbon bonds and primarily originated from Gr nanosheets, respectively [34]. Another C (1s) component located at 286.34 eV is likely due to C–O–C carbon, mainly occurring from the encapsulated EC. Also, a small peak that appeared at 288.75 eV could be described as the contribution of carbon from C=O and C–OH moieties of PVP and solvents, respectively [31, 34]. The deconvolution of the O (1s) spectrum (Fig. 4(d)) displays two distinct peaks centered at 533.04 and 532.22 eV, which are expected to originate from organic C–O and C=O moieties, respectively [42,43]. Similarly, the N (1s) XPS region spectrum (Fig. 4(e)) is deconvoluted in two very symmetric peaks located at 400.82 and 399.90 eV, indicating the possibility of the existence of organic >N–C=O (amide) and C–N moieties in Gr-Ag nanocomposite [43,44].

### 3.2. Formulation of Gr-Ag NI

The preparation of NI for printing on the paper substrate has some basic guidelines as the regular ink used in the cartridge of an inkjet printer. These are achieved by optimizing several parameters like the choice of nanocomposite concentration, stabilizing agent, additive, organic solvents, and flexible substrate [9,15,18]. In this study, the ink surface tension and viscosity were first optimized to create fluidic and printability potentials, allowing for a homogenous distribution of particles with substrate and not leaking or clogging even during prolonged storage. For this, an organic solvent like ethanol, methanol, chloroform, hexane, or toluene was perused to make a stable dispersion of Gr-Ag (equal weight ratio), resulting in ethanol being a better choice than others. Also, ethylene glycol and glycerol were added to adjust the surface tension, viscosity, and wettability of dispersion. The ratio of these solvents ethanol: ethylene glycol: glycerol = 50:45:05 vol % is optimized for the present work.

To obtain the proper deposition and conductivity of NI, the concentrations of Gr-Ag (equal weight ratio) ranging from 1.0 to 6.0% (w/v) were dispersed in the optimized solvents mixture. The resistance of the PPE with different loading concentrations of Gr-Ag NI was measured with a digital multimeter. The lowest resistance value was acquired at 4.0% of Gr-Ag nanocomposite. Also, the surface tension and viscosity values of 36  $\text{mN m}^{-1}$  and 11  $\text{mPa s}$  for this formulated NI were obtained, respectively.

### 3.3. Optimization of paper substrates

The choice of paper substrate is also an important parameter in fabricating PPEs for electrochemical applications. In this article, different paper substrates such as bond paper, Whatman filter paper, digital glossy photo paper, and regular printing paper were examined to print formulated Gr-Ag NI. The designated electrode patterns were printed on these paper substrates using formulated NI by an inkjet printer, as displayed in Fig. S2. Subsequently, sintering at 200 °C for 30 min, the resistance of printed patterns was measured over a given length

using the two-probe method (multimeter). We find that the glossy photo paper has a lower resistance than other paper matrixes. Additionally, the glossy photo paper has a smooth surface and is coated with  $\text{SiO}_2$  that form micro-pores on the paper surface by hybridization of  $\text{SiO}_2$  particles and organic components of the paper matrix. These pores can rapidly absorb the solvents and residual PVP molecules and enhance the adhesion strength of printed patterns. These properties make glossy photo paper a suitable candidate for printing electrodes.

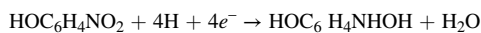
The presence of solvents in NI causes the material to be less conductive and prevents the current flow on the paper substrate. Therefore, sintering temperature and time were also optimized to obtain more effective and conductive PPEs. Firstly, the glossy PPEs were sintered for 30 min to remove excess amount of solvents at various temperatures between 50 and 300 °C, and resistance was measured. Initially, the resistance decreases and reached a lower value at 200 °C and further increases with the temperature, as shown in Fig. S3(a), which may be due to the removal of carbonaceous components from the paper surface. To optimize sintering time, PPEs were sintered at different time duration from 10 to 40 min at an optimized temperature of 200 °C. The lower value of resistance was found at 30 min of sintering time (Fig. S3(b)). However, longer sintering times began to degrade the paper material. Hence, sintering at 200 °C for 30 min was the most suitable for making the paper electrode for electrochemical application.

The depth of Gr-Ag NI coating on the paper substrate is important in acquiring excellent conductivity for electrochemical sensing. The printing of successive NI layers on the optimized paper substrate was done using an inkjet printer, followed by sintering at the optimized temperature and time. The resistance value decreases with the number of printing layers, and after eight layers, no significant change is observed (Fig. S4). Finally, the resistivity of a rectangular PPE ( $1 \times 1 \text{ cm}^2$ ) fabricated in the optimized conditions was measured using a four-probe method. For that, the PPE resistance ( $R$ ) is directly measured using a four-point probe method, then the resistivity ( $\rho$ ) is calculated as  $\rho = R \times w$ , where  $w$  is the thickness of the specimen. The average thickness of 45.0  $\mu\text{m}$  was calculated from SEM observation. A typical resistivity value measured for this sample is  $139.05 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}$ , which is 88 times the value for bulk silver ( $1.587 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}$ ) [45]. In addition, AFM images of Gr-Ag/PPE were taken and shown in Fig. S5, displaying that the average height and average roughness of Gr-Ag are around 297.83 and 53.57 nm, respectively.

### 3.4. Electrochemical sensing of 4-NP

Herein, formulated Gr-Ag NI-based PPE (Gr-Ag/PPE), pure Gr-based PPE (Gr/PPE), and pure AgNPs-based PPE (Ag/PPE) were exploited as the working electrode to analyze 4-NP (50  $\mu\text{M}$ ) in the presence of 0.1 M PBS (pH = 7.0). Fig. 5(a) shows the representative CV curves in the potential window of  $-0.70$  to 1.30 V recorded at a scan rate of 0.1  $\text{V s}^{-1}$ . Among these, Gr-Ag/PPE shows a higher cathodic current of  $-12.99 \text{ mA}$  at a cathodic peak potential of  $-0.27 \text{ V}$  as compared to Gr/PPE (no cathodic current) and Ag/PPE ( $-5.88 \text{ mA}$ ), which is probably because of the connecting role between Gr nanosheets and AgNPs. This outcome can also be attributed to the amalgamation of AgNPs with Gr sheets in the ink that results in a large population of poly-dispersed AgNPs in PPE.

Hence, printed electrode provides an effective electrical pathway in all directions and reduces voids of negative influence. Thus, the enhanced conductivity of Gr-Ag/PPE accelerates electrocatalytic sensing toward reducing 4-NP by a quick electron transfer rate. According to the previously reported mechanism, the possible electro-reduction pathway of 4-NP is assumed as [3].



It is well known that the different scan rates of CV may also affect the electrocatalytic reduction of the target chemical substance at the electrode surface. Thus, the scan rates for the sensing of 4-NP varied from 5 to 100 mV s<sup>-1</sup>. Fig. 5(b) displays the linear increase of reduction current against the applied range of scan rate with a regression coefficient ( $R^2$ ) of 0.99, indicating the reduction of 4-NP on the surface of Gr-Ag/PPE is controlled by the diffusion process. The impact of varying pH on the determination of 4-NP utilizing a Gr-Ag/PPE as a working electrode was examined. The sample solution's pH was adjusted within the range of 3.0–11.0 using 1.0 M HCl and NaOH solution, and CV measurements were conducted at a scan rate of 100 mV s<sup>-1</sup>. The findings are presented in Fig. S6. Notably, the most favorable reduction current was observed at a pH of 7.0, primarily attributed to the combination of electron transfer and subsequent proton transfer reactions [18].

### 3.5. Electrochemical evaluation for determination of 4-NP using printed paper electrode

Different analytical features such as linear range, limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ) of Gr-Ag/PPE were evaluated to analyze 4-NP. Fig. 6(a) shows CV curves recorded to sense 4-NP analyte at a range of 0–100 μM concentrations in the experimental conditions. The cathodic peak at -0.27 V was observed in the presence of 4-NP only that increases with the concentration of 4-NP. Also, the absence of an anodic peak clearly shows that the reaction is an entirely irreversible reduction. The concentration-dependent CV curves were recorded for three sets of experiments. The plot between average current with standard deviation and 4-NP concentration provides a best linear equation of a straight-line calibration curve (Fig. 6(b)) to estimate 4-NP concentration in the samples. The values of LOD and LOQ are calculated from the standard deviation of the y-intercept ( $S_y$ ) and slope ( $S$ ) of the regression line and found to be 2.7 (3.3  $S_y/S$ ) and 8.2 (10  $S_y/S$ ) μM, respectively.

To assess the reproducibility of utilizing Gr-Ag/PPE as a working electrode, the relative standard deviation percentage (RSD %) of reduction currents from 40 consecutive CV cycles of 4-NP (50 μM) was investigated and depicted in Fig. S7 and Table S1. The obtained RSD % value is 0.63 indicating a higher level of reproducibility for the paper electrode throughout 40 cycles. Furthermore, the stability of PPE was examined by subjecting it to the CV analysis of 4-NP (50 μM) for a period of 40 days. Notably, there were no significant changes observed in the CV peaks of 4-NP during the continuous 40-day analysis, as shown in Fig. S8 and Table S2. Additionally, the stability of the electrode was assessed by calculating the RSD % that is obtained 0.52 demonstrating the stability of Gr-Ag/PPE and making it suitable for prolonged use as a working electrode.

### 3.6. Effect of interfering compounds

To further evaluate the potentiality and selectivity of Gr-Ag/PPE, different chemical substances (2-nitrophenol, 2-chlorophenol, *p*-aminophenol, *p*-bromoaniline, 4-nitrobenzoic acid) and electrolytes [NaCl, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, and MgSO<sub>4</sub>] that may present in water samples were tested whether their presence might interfere in the determination of target analytes. For that, 1 mM of interfering substance was spiked with 4-NP (50 μM), and the CV curve was recorded. No significant changes in the CV curves (Fig. S9) exhibit the selectivity of Gr-Ag/PPE towards the

analysis of 4-NP in the existence of other chemical substances.

### 3.7. Application to real sample analysis

To demonstrate the feasibility of using Gr-Ag/PPE for practical samples, the detection of 4-NP was performed using tap, pond, and river water samples collected from Raipur City. There is no peak related to 4-NP is observed in the CV curve when different water samples were analyzed. Thus, recovery experiments were performed to study the accuracy of the method in real samples. The known amounts of 4-NP were spiked at three different concentrations (10–30 μM) into these water samples and calculated the recovery percentages according to the given literature [16]. The result showed good recovery percentages of 92.8–97.6% (Table 1) in surface and industrial wastewater samples demonstrating the selectivity for determination of 4-NP without the interference of any chemicals in complex matrixes of actual water samples.

### 3.8. Comparison of Gr-Ag/PPE for the analysis of 4-NP

The potentiality of Gr-Ag/PPE compared in terms of determination of LOD and linear range for the analysis of 4-NP with rGO-Ag/GCE [46], AgNPs/GCE [47], Au/GCE [48], GO/GCE [49], Cu/GCE [4] as sensing probes and summarized in Table 2. Although the use of rGO-Ag/GCE, AgNPs/GCE, and GO/GCE showed better LOD value for analysis of 4-NP, but have some significant drawbacks. For example, the integration of nanomaterials on the GCE matrix is a complex process and shows poor reproducibility. Also, replacing GCE with PPE is easier, simpler, and surely more reproducible. Moreover, PPE is less-expensive, disposable, and portable, which makes developed Gr-Ag/PPE a promising sensing probe for the analysis of 4-NP.

## 4. Conclusions

In summary, Gr-Ag nanocomposite-based stable ink with appropriate viscosity and surface tension for printing was formulated to print on the paper substrate using an inkjet printer. The printed-paper electrode was sintered at 200 °C for 30 min to remove excess solvents and enhance the conductivity track on the paper. The crystal structure, morphology, and combination of Gr and AgNPs in nanocomposite ink were confirmed using XRD, electron microscope, FTIR, and XPS techniques. The printed Gr-Ag modified paper electrode was used to sense 4-NP in water samples using CV, which shows a wide linearity range with the value of LOD and LOQ of 2.7 and 8.2 μM, respectively. In addition, the application of Gr-Ag/PPE to an electrochemical determination of 4-NP in real wastewater samples is explored. Also, the recovery of added 4-NP in real samples was examined. The average recoveries between 92.8 and 97.6% of the demonstrated PPE may be applicable in monitoring and progressing of 4-NP in various environmental water sources.

### 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

Provided in supplementary material

### Acknowledgment

Kamlesh Shrivastava acknowledged File No: EMR/2016/005813), New Delhi for providing financial assistance in the form of an Extra Mural Research Project. Also thanks to the Chhattisgarh Council of Science and Technology (Ref. CCOST/MRP/2023) for assisting with the financial

support.

## Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.128161>.

## References

- [1] W. Raza, K. Ahmad, H. Kim, Fabrication of defective graphene oxide for efficient hydrogen production and enhanced 4-nitro-phenol reduction, *Nanotechnology* 32 (2021), 495404.
- [2] L.Y. Xu, G.Y. Yang, H.Y. Jing, J. Wei, Y.D. Han, Ag-graphene hybrid conductive ink for writing electronics, *Nanotechnology* 25 (2014), 055201.
- [3] N.I. Ikhsan, P. Rameshkumar, N.M. Huang, Controlled synthesis of reduced graphene oxide supported silver nanoparticles for selective and sensitive electrochemical detection of 4-nitrophenol, *Electrochim. Acta* 192 (2016) 392–399.
- [4] B. Dinesh, R. Saraswathi, Electrochemical synthesis of nanostructured copper-curcumin complex and its electrocatalytic application towards reduction of 4-nitrophenol, *Sensor. Actuator. B Chem.* 253 (2017) 502–512.
- [5] J. Song, L. Xu, C. Zhou, R. Xing, Q. Dai, D. Liu, H. Song, Synthesis of graphene oxide based CuO nanoparticles composite electrode for highly enhanced nonenzymatic glucose detection, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 5 (2013) 12928–12934.
- [6] X. Zhou, X. Huang, X. Qi, S. Wu, C. Xue, F.Y.C. Boey, Q. Yan, P. Chen, H. Zhang, In situ synthesis of metal nanoparticles on single-layer graphene oxide and reduced graphene oxide surfaces, *J. Phys. Chem. C* 113 (2009) 10842–10846.
- [7] Q. Zhuo, Y. Ma, J. Gao, P. Zhang, Y. Xia, Y. Tian, X. Sun, J. Zhong, X. Sun, Facile synthesis of graphene/metal nanoparticle composites via self-catalysis reduction at room temperature, *Inorg. Chem.* 52 (2013) 3141–3147.
- [8] S. Scarano, P. Palladino, E. Pascale, A. Britto, M. Minunni, Colorimetric determination of p-nitrophenol by using ELISA microwells modified with an adhesive polydopamine nanofilm containing catalytically active gold nanoparticles, *Microchim. Acta* 186 (2019) 146.
- [9] T. Kant, K. Shrivastava, K. Tapadia, R. Devi, V. Ganesan, M.K. Deb, Inkjet-printed paper-based electrochemical sensor with gold nano-ink for detection of glucose in blood serum, *New J. Chem.* 45 (2021) 8297–8305.
- [10] L. Han, S.G. Liu, J.Y. Liang, Y.J. Ju, N.B. Li, H.Q. Luo, pH-mediated reversible fluorescence nanoswitch based on inner filter effect induced fluorescence quenching for selective and visual detection of 4-nitrophenol, *J. Hazard Mater.* 362 (2019) 45–52.
- [11] J. Yu, X. Wang, Q. Kang, J. Li, D. Shen, L. Chen, One-pot synthesis of a quantum dot-based molecular imprinting nanosensor for highly selective and sensitive fluorescence detection of 4-nitrophenol in environmental waters, *Environ. Sci. Nano* 4 (2017) 493–502.
- [12] W. Zhong, D. Wang, X. Xu, B. Wang, Q. Luo, S. Senthil Kumaran, Z. Wang, A gas chromatography/mass spectrometry method for the simultaneous analysis of 50 phenols in wastewater using deconvolution technology, *Chin. Sci. Bull.* 56 (2011) 275–284.
- [13] L. Politi, C. Vignali, A. Poletti, LC-MS-MS analysis of 2,4-dinitrophenol and its phase I and II metabolites in a case of fatal poisoning, *J. Anal. Toxicol.* 31 (2007) 55–61.
- [14] A. Almási, E. Fischer, P. Perjési, A simple and rapid ion-pair HPLC method for simultaneous quantitation of 4-nitrophenol and its glucuronide and sulfate conjugates, *J. Biochem. Biophys. Methods* 69 (2006) 43–50.
- [15] A. Ghosale, R. Shankar, V. Ganesan, K. Shrivastava, Direct-writing of paper based conductive track using silver nano-ink for electroanalytical application, *Electrochim. Acta* 209 (2016) 511–520.
- [16] T. Kant, K. Shrivastava, I. Karbhaj, Monisha, S. Yadav, S. Sahu Tikeswari, Y. K. Mahipal, V. Ganesan, A graphene-printed paper electrode for determination of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in municipal wastewater during the COVID-19 pandemic, *New J. Chem.* 46 (2022) 1362–1370.
- [17] K. Shrivastava, A. Ghosale, P.K. Bajpai, T. Kant, K. Dewangan, R. Shankar, Advances in flexible electronics and electrochemical sensors using conducting nanomaterials: a review, *Microchem. J.* 156 (2020), 104944.
- [18] H. Yin, Y. Zhou, S. Ai, X. Liu, L. Zhu, L. Lu, Electrochemical oxidative determination of 4-nitrophenol based on a glassy carbon electrode modified with a hydroxyapatite nanopowder, *Microchim. Acta* 169 (2010) 87–92.
- [19] M.T. Rahman, M.F. Kabir, A. Gurung, K.M. Reza, R. Pathak, N. Ghimire, A. Baride, Z. Wang, M. Kumar, Q. Qiao, Graphene oxide-silver nanowire nanocomposites for enhanced sensing of Hg<sup>2+</sup>, *ACS Appl. Nano Mater.* 2 (2019) 4842–4851.
- [20] S. Sang, D. Li, H. Zhang, Y. Sun, A. Jian, Q. Zhang, W. Zhang, Facile synthesis of AgNPs on reduced graphene oxide for highly sensitive simultaneous detection of heavy metal ions, *RSC Adv.* 7 (2017) 21618–21624.
- [21] J. Nimita Jebaranjitham, C. Mageshwari, R. Saravanan, N. Mu, Fabrication of amine functionalized graphene oxide – AgNPs nanocomposite with improved dispersibility for reduction of 4-nitrophenol, *Compos. B Eng.* 171 (2019) 302–309.
- [22] A. Mao, D. Zhang, X. Jin, X. Gu, X. Wei, G. Yang, X. Liu, Synthesis of graphene oxide sheets decorated by silver nanoparticles in organic phase and their catalytic activity, *J. Phys. Chem. Solid.* 73 (2012) 982–986.
- [23] T.D. Thanh, J. Balamurugan, J.Y. Hwang, N.H. Kim, J.H. Lee, In situ synthesis of graphene-encapsulated gold nanoparticle hybrid electrodes for non-enzymatic glucose sensing, *Carbon* 98 (2016) 90–98.
- [24] N. Cao, W. Luo, G. Cheng, One-step synthesis of graphene supported Ru nanoparticles as efficient catalysts for hydrolytic dehydrogenation of ammonia borane, *Int. J. Hydrogen Energy* 38 (2013) 11964–11972.
- [25] N. Ahmad, A.S. Al-Fatesh, R. Wahab, M. Alam, A.H. Fakeeha, Synthesis of silver nanoparticles decorated on reduced graphene oxide nanosheets and their electrochemical sensing towards hazardous 4-nitrophenol, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 31 (2020) 11927–11937.
- [26] C. Karuppiah, K. Muthupandi, S.-M. Chen, M.A. Ali, S. Palanisamy, A. Rajan, P. Prakash, F.M.A. Al-Hemaid, B.-S. Lou, Green synthesized silver nanoparticles decorated on reduced graphene oxide for enhanced electrochemical sensing of nitrobenzene in waste water samples, *RSC Adv.* 5 (2015) 31139–31146.
- [27] S.P. Dubey, A.D. Dwivedi, L.-C. Kim, M. Sillanpaa, Y.-N. Kwon, C. Lee, Synthesis of graphene-carbon sphere hybrid aerogel with silver nanoparticles and its catalytic and adsorption applications, *Chem. Eng. J.* 244 (2014) 160–167.
- [28] E.B. Secor, P.L. Prabhuramirasi, K. Puntambekar, M.L. Geier, M.C. Hersam, Inkjet printing of high conductivity, flexible graphene patterns, *J. Phys. Chem. Lett.* 4 (2013) 1347–1351.
- [29] K. Katsanou, H.K. Karapanagioti, in: B. Caballero, P.M. Finglas, F. Toldrá (Eds.), *Water Supplies: Water Analysis in Encyclopedia Of Food And Health*, Academic Press, Oxford, 2016, pp. 463–469.
- [30] K. Shrivastava, W. Naik, D. Kumar, D. Singh, K. Dewangan, T. Kant, S. Yadav, Tikeswari, N. Kumar, Experimental and theoretical investigations for selective colorimetric recognition and determination of arginine and histidine in vegetable and fruit samples using bare-AgNPs, *Microchem. J.* 160 (2021), 105597.
- [31] F.T. Johra, J.-W. Lee, W.-G. Jung, Facile and safe graphene preparation on solution based platform, *J. Ind. Eng. Chem.* 20 (2014) 2883–2887.
- [32] V.G. Kravets, A.N. Grigorenko, R.R. Nair, P. Blake, S. Anissimova, K.S. Novoselov, A.K. Geim, Spectroscopic ellipsometry of graphene and an exciton-shifted van Hove peak in absorption, *Phys. Rev. B* 81 (2010), 155413.
- [33] X. Wang, L. Zhang, Green and facile production of high-quality graphene from graphite by the combination of hydroxyl radicals and electrical exfoliation in different electrolyte systems, *RSC Adv.* 9 (2019) 3693–3703.
- [34] D. Van Thanh, L.-J. Li, C.-W. Chu, P.-J. Yen, K.-H. Wei, Plasma-assisted electrochemical exfoliation of graphite for rapid production of graphene sheets, *RSC Adv.* 4 (2014) 6946–6949.
- [35] W. Li, P.H.C. Camargo, X. Lu, Y. Xia, Dimers of silver nanospheres: facile synthesis and their use as hot spots for surface-enhanced Raman scattering, *Nano Lett.* 9 (2009) 485–490.
- [36] M. Kumar, P. Devi, A. Kumar, Structural analysis of PVP capped silver nanoparticles synthesized at room temperature for optical, electrical and gas sensing properties, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 28 (2017) 5014–5020.
- [37] L.K. Mireles, M.-R. Wu, N. Saadeh, L.H. Yahia, E. Sacher, Physicochemical characterization of polyvinyl pyrrolidone: a tale of two polyvinyl pyrrolidones, *ACS Omega* 5 (2020) 30461–30467.
- [38] S. Drewniak, R. Muzyka, A. Stolarczyk, T. Pustelny, M. Kotyczka-Morańska, M. Setkiewicz, Studies of reduced graphene oxide and graphite oxide in the aspect of their possible application in gas sensors, *Sensors* 16 (2016).
- [39] A.C. Ferrari, D.M. Basko, Raman spectroscopy as a versatile tool for studying the properties of graphene, *Nat. Nanotechnol.* 8 (2013) 235–246.
- [40] R. Saito, M. Hofmann, G. Dresselhaus, A. Jorio, M.S. Dresselhaus, Raman spectroscopy of graphene and carbon nanotubes, *Adv. Phys.* 60 (2011) 413–550.
- [41] E.R. Carmona, N. Benito, T. Plaza, G. Recio-Sánchez, Green synthesis of silver nanoparticles by using leaf extracts from the endemic *Buddleja globosa* hope, *Green Chem. Lett. Rev.* 10 (2017) 250–256.
- [42] X. Fan, C. Yu, J. Yang, Z. Ling, J. Qiu, Hydrothermal synthesis and activation of graphene-incorporated nitrogen-rich carbon composite for high-performance supercapacitors, *Carbon* 70 (2014) 130–141.
- [43] M. Accolla, G. Pellegrino, G.A. Baratta, G.G. Condorelli, G. Fedoseev, C. Scirè, M. E. Palumbo, G. Strazzulla, Combined IR and XPS characterization of organic refractory residues obtained by ion irradiation of simple icy mixtures, *Astron. Astrophys.* 620 (2018) A123.
- [44] K. Artyushkova, Misconceptions in interpretation of nitrogen chemistry from x-ray photoelectron spectra, *J. Vac. Sci. Technol. A* 38 (2020), 031002.
- [45] C.-N. Chen, T.-Y. Dong, T.-C. Chang, M.-C. Chen, H.-L. Tsai, W.-S. Hwang, Solution-based β-diketonate silver ink for direct printing of highly conductive features on a flexible substrate, *J. Mater. Chem. C* 1 (2013) 5161–5168.
- [46] A.a.M. Noor, P. Rameshkumar, N. Yusoff, H.N. Ming, M.S. Sajab, Microwave synthesis of reduced graphene oxide decorated with silver nanoparticles for electrochemical determination of 4-nitrophenol, *Ceram. Int.* 42 (2016) 18813–18820.
- [47] C. Karuppiah, S. Palanisamy, S.-M. Chen, R. Emmanuel, M.A. Ali, P. Muthukrishnan, P. Prakash, F.M.A. Al-Hemaid, Green biosynthesis of silver nanoparticles and nanomolar detection of p-nitrophenol, *J. Solid State Electrochem.* 18 (2014) 1847–1854.
- [48] L. Chu, L. Han, X. Zhang, Electrochemical simultaneous determination of nitrophenol isomers at nano-gold modified glassy carbon electrode, *J. Appl. Electrochem.* 41 (2011) 687–694.
- [49] J. Li, D. Kuang, Y. Feng, F. Zhang, Z. Xu, M. Liu, A graphene oxide-based electrochemical sensor for sensitive determination of 4-nitrophenol, *J. Hazard Mater.* 201–202 (2012) 250–259.

UGC-CARE List-Social Sciences

ISSN 0974-0074

# राधा कमल मुकर्जी : चिन्तन परम्परा

**National Peer Reviewed Journal of Social Sciences**



वर्ष 24 अंक 2

जुलाई-दिसम्बर, 2022

**समाज विज्ञान विकास संस्थान**

**बरेली (उ.प्र.)**

---

---

### इस अंक में

1. भारत-चीन सीमा पर तवांग विवाद : एक पड़ताल 1-9  
डॉ. वीरेन्द्र चावरे
  2. भारत के प्रथम स्वतंत्रता आंदोलन का मेव समुदाय के आर्थिक विकास पर प्रभाव 10-16  
डॉ. आसीन खॉं
  3. विभाजनकारी भारतीय राजनीति में ब्रिटिश कालीन जनगणना 1871-2011 17-26  
डॉ. प्रदीप कुमार
  4. मध्यकालीन अर्थव्यवस्था में बंजारा समुदाय का योगदान : एक अध्ययन 27-32  
डॉ. अमिता शुक्ला  
डॉ. मनीषा मिश्रा
  5. वर्तमान भारतीय परिदृश्य में स्वामी विवेकानन्द के राष्ट्रवादी विचारों की प्रासंगिकता 33-41  
डॉ0 प्रकाश लखेड़ा  
सुश्री रेखा मौनी
  6. मनरेगा योजना का ग्रामीण विकास के संदर्भ में मूल्यांकन 42-49  
देवादास बंजारे  
प्रोफेसर मनीषा महापात्र
  7. डिजिटल अशाब्दिक संचार- संचार की नई संस्कृति 49-54  
डा.रचना गंगवार
  8. स्कूली शिक्षा में बहुभाषा एवं स्थानीय भाषाएं : उत्तराखंड में विद्यालयी शिक्षा का एक विश्लेषण 55-62  
डॉ उषा पाठक
  9. महामारी नियंत्रण में गैर-सरकारी संगठनों की भूमिका 63-71  
डॉ. नीरजा सिंह
  10. उत्तर प्रदेश में अनुसूचित जातियों की मानव सुरक्षा और सामाजिक जोखिम मूल्यांकन 72-81  
डॉ. चित्तरंजन सेनापति
  11. जल जीवन मिशन (हर घर जल) : सामाजिक, आर्थिक उन्नयन की दिशा में एक कदम 82-89  
सुश्री मोनिका अवस्थी  
डॉ. कोमल मित्तल
  12. जनजातियों की सामाजिक-सांस्कृतिक संरचना में कणी कंसरी की कार्यात्मक भूमिका 90-98  
डॉ.अरुण पंडया  
सुमीर गामीत
  13. फेसबुक पर प्रदर्शित विज्ञापनों के प्रति उपयोगकर्ताओं के दृष्टिकोण का अध्ययन 99-106  
डॉ. अवधबिहारी सिंह  
सुमित श्रीवास्तव
- 
-



---

14.	राष्ट्रीय शिक्षा नीति-2020 : आत्मनिर्भर भारत की ओर बढ़ते कदम डॉ. तान्या शर्मा	107-114
15.	आपदा तत्परता प्रबन्धन में स्वैच्छिक संगठनों की भूमिका डॉ0 राजेश कुशवाहा	115-122
16.	सोशल मीडिया का उच्चतर शिक्षार्थियों पर प्रभाव सुश्री गोल्डी कुमारी	123-130
17.	जनजातीय विकास में संवैधानिक प्रावधानों तथा सरकारी योजनाओं की भूमिका : एक समाजशास्त्रीय विश्लेषण दीपक कुमार खरवार प्रोफेसर विभूति भूषण मलिक	131-139
18.	कानपुर नगर में ठोस अपशिष्ट प्रबंधन : एक अध्ययन सुश्री नेहा सविता डॉ. वन्दना द्विवेदी	140-146
19.	वन अधिकार अधिनियम और "जनजातीय" क्षेत्रों में वनों के बदलते स्वरूप का विश्लेषण गोपाल सिंह	147-155
20.	जनजातीय समाज में महिलाओं की प्रस्थिति : मातृसत्तात्मक खासी समुदाय के विशेष परिप्रेक्ष्य में डॉ. इन्दिरा श्रीवास्तव सुश्री निर्मालिका सिंह	156-163
21.	वैदिक लोक जीवन में अग्नि-एक समीक्षात्मक अध्ययन डॉ.सुनील कुमार	164-169
22.	माध्यमिक स्तर पर अध्ययनरत विद्यार्थियों की शैक्षिक उपलब्धि पर सोशल मीडिया का प्रभाव डॉ. कुमारी स्वर्ण रेखा	170-175
23.	ग्रामीण महिला के आरोग्य की स्थिति और समस्या : एक समाजशास्त्रीय अध्ययन डॉ. राजेश कुमार एम0 सोसा	176-181
24.	महात्मा गांधी के विचारों की प्रासंगिकता एवं वर्तमान जनमाध्यम सुश्री शालिनी श्रीवास्तव प्रोफेसर गोपाल सिंह	182-186
25.	महात्मा बुद्ध की शिक्षाओं की वर्तमान समय में प्रासंगिकता डॉ. सन्जु चलाना बजाज	187-192

---

## मनरेगा योजना का ग्रामीण विकास के संदर्भ में मूल्यांकन

□ देवादास बंजारे

❖ प्रोफेसर मनीषा महापात्र

**सूचक शब्द:** हितग्राहीमूलक कार्य, आजीविका, ग्रामीण विकास, नवाचार, मनरेगा 2.0।

**योजना का मुख्य उद्देश्य** समावेशी विकास, सामाजिक

संरक्षण व आजीविका सुरक्षा है। यह ग्रामीण भारत में समावेशी विकास को सुनिश्चित कराने का सशक्त माध्यम है।<sup>1</sup> ग्रामीणों के जीवन स्तर और गुणवत्ता में सुधार के लिए सामाजिक सुरक्षा योजना के रूप में जाना जाता है। ग्रामीण विकास मंत्रालय के अंतर्गत प्रमुख योजना में से एक महत्वपूर्ण योजना है जिसने ग्रामीण समाज में निरंतर रोजगार के अवसर बढ़ाने के साथ ही सामाजिक सुरक्षा उपलब्ध कराने का कार्य किया है।<sup>2</sup> जब पूरे भारत में कोरोना संकट के मध्य रिवर्स प्रवास की समस्या थी, उस समय भी ग्रामीण समाज में श्रमिकों के दबाव और बढ़ी, नकारात्मक आर्थिक परिस्थितियों में भी मनरेगा योजना प्रभावशाली रही और लोगों के लिये इस कठिन समय में जादू से कम नहीं थी।<sup>3</sup>

**मनरेगा का प्रारंभ वर्ष 2006** में हुआ था। आज संपूर्ण भारत में करीब सभी जिलों में इस योजना का कार्यान्वयन हो रहा है।<sup>4</sup> ग्रामीण समाज में प्रत्येक परिवार को

कानूनी रूप से 100 दिन रोजगार उपलब्ध कराने का उपबंध किया गया है।<sup>5</sup> खास बात यह है कि जनजातीय इलाकों में 100 दिन रोजगार के अतिरिक्त 50 दिन

मनरेगा ने ग्रामीण परिवारों को समाज की मुख्यधारा से जोड़ने का कार्य किया है। मनरेगा ने ग्रामीण समाज में भुखमरी, कुपोषण, स्वास्थ्य, आवास से सम्बंधित चुनौतियों को कम किया है। जीवनयापन के लिए शहरों की ओर हो रहे पलायन को कम किया है। पंचायती राज की भूमिकाओं को प्रबल बनाने एवं स्थानीय निकायों के निर्णय द्वारा स्थाई एवं उपयोगी संपत्तियों का निर्माण हुआ है। श्रमिकों के हितों को सुरक्षा मिली है। आज ग्रामीण समाज ने समतामूलक एवं विकेन्द्रीकृत सामाजिक व्यवस्था का रूप ले लिया है और ग्रामीणों को रोजगार उपलब्ध कराने में अहम योगदान दिया है।<sup>6</sup> सामाजिक न्याय के सपनों को पूरा करने के लिए मनरेगा कार्यक्रम में व्यापक बदलाव लाया गया जिसे मनरेगा 2.0 के रूप में देखा गया है। प्राथमिकता के आधार पर कामों को सूचीबद्ध किया गया है एवं पिछले कुछ वर्षों के दौरान इस योजना में कृषि, हितग्राहीमूलक कार्यों, जल संरक्षण, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन, सिंचाई एवं इससे जुड़ी गतिविधियों को मजबूत बनाने वाली परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित किया गया है। इस प्रकार प्रत्यक्ष रोजगार सृजन के साथ साथ बहु-फसलों और उत्पादकता में सुधार हुआ है। ग्रामीण क्षेत्रों में परिवारों की आमदनी बढ़ी है। परिवारों की आजीविका पहले से ज्यादा सुरक्षित हुई है।<sup>7</sup> प्रस्तुत अध्ययन में हितग्राहीमूलक कार्यों के आधार पर हितग्राहियों के जीवन एवं ग्राम में हुए परिवर्तनों का अध्ययन किया गया है एवं ग्रामीण विकास के संदर्भ में योजना की प्रासंगिकता का मूल्यांकन किया गया है।

रोजगार एवं वनाधिकार पट्टाधारियों के लिए अतिरिक्त 50 दिन रोजगार का प्रदान किये जाने का विशेष प्रावधान है। वस्तुतः विशेष रूप से अविकसित और आदिवासी क्षेत्रों में सहायक बना है।<sup>8</sup> सभी रोजगारमूलक कार्यों में 33 प्रतिशत महिलाओं एवं संवेदनशील समूह को प्राथमिकता क्रम में योजना का लाभ देने का विशेष उल्लेख है।<sup>9</sup> परिवार के किसी वयस्क सदस्य द्वारा काम की मांग के 15 दिवस के अंदर कार्य प्रदान किया जाना है, अन्यथा बेरोजगारी भत्ता की पात्रता होगी। मजदूरी का भुगतान कार्य समाप्ति के 15 दिवस के अंदर किया जाना है एवं विलंब भुगतान के लिए अतिरिक्त क्षतिपूर्ति राशि प्रदान करने का व्यवस्था है।<sup>10</sup> मजदूरी का भुगतान, प्रत्यक्ष लाभ अंतरण (डी. बी.टी) के माध्यम से कार्यान्वयन किया जा रहा, ताकि वित्तीय समावेशन को प्रभावी बनाया जा सके।<sup>11</sup> योजना में मजदूर एवं सामग्री से सम्बंधित कार्यों का अनुपात 60:40 रखा गया है, ताकि अधिक से अधिक रोजगार-परक कार्यों का कार्यान्वयन हो सके एवं पैसा सीधा अंतिम छोर के व्यक्ति

□ शोध अध्येता, शासकीय दूधाधारी बजरंग महिला स्नातकोत्तर महाविद्यालय-रायपुर (छत्तीसगढ़)

❖ प्रोफेसर, शासकीय दूधाधारी बजरंग महिला स्नातकोत्तर महाविद्यालय-रायपुर (छत्तीसगढ़)

तक पहुंच सके।<sup>12</sup>

**मनरेगा** के प्रारंभिक वर्षों में योजना केवल सार्वजनिक कार्य तक ही सीमित थी, आज इस योजना में व्यापक बदलाव किया गया है। सार्वजनिक कार्यों के साथ-साथ हितग्राहीमूलक कार्यों एवं निजी कार्य को विशेष प्राथमिकता एवं स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप प्रदान करने का उपबंध किया गया है जिसमें अधिकतर कार्य हितग्राहीमूलक एवं कृषि से संबंधित कार्य हैं जिसमें हितग्राहियों के लिये निजी कार्य एवं कृषि संबंधित परंपरागत कार्य को सम्मिलित किया गया है।<sup>13</sup> महिलाओं को योजना में विशेष प्राथमिकता देते हुए विभिन्न कार्यों का लाभ दिया जा रहा है जिससे समाज के अंदर भेदभाव में कमी आई है। रोजगार प्राप्ति की संभावनाओं में भी वृद्धि हुई है। महिलाओं को समय पर कार्य मिल जाने एवं रोजगार प्राप्ति से वे आत्मनिर्भर व स्वावलंबी हुई हैं। इस प्रकार योजना द्वारा महिलाओं के सशक्तीकरण के रूप में एक सार्थक पहल की गयी है।<sup>14</sup>

**मनरेगा 2.0** के अंतर्गत हितग्राहीमूलक कार्य एवं निजी कार्यों को विशेष प्राथमिकता दी जा रही है, जिससे ग्रामीण अर्थव्यवस्था में निरंतर सुधार होगा एवं श्रमिकों की आय में वृद्धि होगी। सरकार ने मनरेगा के अंतर्गत 250 कार्यों की अनुमति दी है, इसमें 164 काम सीधे कृषि से सम्बंधित कार्यकलापों से जुड़े हुए हैं। पंचायतों का अपनी स्थानीय आवश्यकताओं एवं विशेष प्राथमिकताओं के अनुसार कार्य कराने की सूची में नवीन उपबंध किया गया है जिससे ग्रामीण समाज का निरंतर विकास हो एवं योजना से निर्मित स्थाई एवं टिकाऊ परिसंपत्तियों का लाभ हितग्राहियों को मिल सके।<sup>15</sup> ग्रामीण क्षेत्र में रोजगार के अवसर को अधिक से अधिक बढ़ाने का कार्य किया है। श्रमिकों की कार्य दशाएं सुधारने में कार्य किया है। सामाजिक सुरक्षा उपलब्ध कराने के महत्वपूर्ण कार्य किया है।<sup>16</sup> जल संरक्षण, सूखारोधी उपाय, वृक्षारोपण और लघु सिंचाई, बागवानी, भूमि सुधार, बाढ़ नियंत्रण, बारामासी सड़कें, पंचायत भवन का निर्माण, खेल मैदान, फेसिंग परियोजना, स्वच्छता सुविधाएं इत्यादि कार्यों का कार्यान्वयन मुख्यतः सम्मिलित है।<sup>17</sup> इन परिसंपत्तियों के निर्माण कार्यों की जियो-ट्रैकिंग के माध्यम से निगरानी की जा रही है, ताकि गुणवत्तापूर्ण परिसंपत्तियों का निर्माण हो सके।<sup>18</sup>

**विभिन्न** संस्थागत परिवर्तनों के बाद भी जैसे-अनुत्पादक कार्यों की समस्या, प्रशासनिक जटिलता की समस्या, व्यर्थ के कामों से छुटकारा पाने की चुनौतियां, सामूहिक

सौदेबाजी की समस्या, भ्रष्टाचार की समस्या, घटिया और अस्थाई परिसंपत्तियों का निर्माण इत्यादि परिघटनाएं देखी जा सकती हैं।<sup>19</sup> पंचायतों में अल्प प्राथमिकता वाले कामों का चुनाव होता है जिसमें ग्रामसभा का समर्थन का प्रायः अभाव पाया जाता है। मनरेगा के सफल क्रियान्वयन में सबसे बड़ी बाधा भ्रष्टाचार है।<sup>20</sup>

**साहित्य समीक्षा:-** सुमित अग्रवाल एवं एम. माधुरी देवी<sup>21</sup> ने अपने शोध पत्र में छत्तीसगढ़ राज्य में महिला सशक्तीकरण की दिशा में योजना की भूमिकाओं का अध्ययन किया है। आपने ग्रामीण महिलाओं पर योजना के सकारात्मक प्रभावों का केस स्टडी किया है। आपने अपने अध्ययन में पाया कि महिलाओं का सशक्तीकरण कम हुआ है परंतु सामाजिक-आर्थिक रूप से सशक्त हुई हैं। लिंग तटस्थ उपाय जैसे कार्यान्वयन से महिलाओं की भागीदारी में वृद्धि हुई है। आपने सुझाव दिया है कि कार्यस्थल सुविधाएं, समय पर मजदूरी का भुगतान, शिकायत निवारण प्रणाली तथा अधिक से अधिक लाभार्थी को प्रोत्साहित करने की जरूरत है।<sup>21</sup>

**मफुरुजा सुल्लाना** एवं के. एस. श्रीनिवास राव<sup>22</sup> ने अपने शोध पत्र में पश्चिम बंगाल राज्य में सामाजिक-आर्थिक दृष्टिकोण से योजना का अवलोकन किया है। आपके अध्ययन का उद्देश्य मनरेगा के माध्यम से सामाजिक-आर्थिक विकास और महिला सशक्तीकरण पर आधारित है। विशेष रूप से पश्चिम बंगाल में महिलाओं के आर्थिक सशक्तीकरण पर योजना के प्रभावों का विश्लेषण करना है। आपने पाया है कि पश्चिम बंगाल राज्य के अधिकांश ग्राम पंचायतों में सफलतापूर्वक लागू किया जा रहा है। महिला श्रमिक, इस योजना की प्रमुख सहभागी हैं। आय या उपभोग में कुछ सुधार हुआ है। आपने सुझाव दिए हैं कि भविष्य में ग्रामीण विकास और महिला सशक्तीकरण पर मनरेगा की एक बड़ी भूमिका और प्रभाव देखा जा सकता है, इसलिए महिलाओं की प्राथमिकता सुनिश्चित की जानी चाहिए।<sup>22</sup>

**डी. एस. खरे**, ए. के. त्रिपाठी, ए. रॉय, एस. एम. फिरोज, आर. सारावनान एवं एन. यू. सिंह<sup>23</sup> ने अपने शोध पत्र में मनरेगा योजना के द्वारा मेघालय राज्य में रोजगार और आय सृजन में हुए बदलाव की व्याख्या की है। आपने ग्रामीण परिवारों की आजीविका सुधार के अनुरूप कार्यक्रम के प्रभावों का अध्ययन किया है। आपने अध्ययन मेघालय के पूर्वी खासी हिल्स जिले में किया है। प्राथमिक डेटा का संग्रहण पूर्व-संरचित साक्षात्कार अनुसूची

के माध्यम से किया है। मल्टीस्टेज रैंडम सैंपलिंग विधि के माध्यम से कुल 90 उत्तरदाताओं का चयन किया है। आपने अपने अध्ययन में पाया है कि मनरेगा में काम करने के बाद लाभार्थियों के भोजन और गैर-खाद्य पदार्थों पर औसत मासिक खर्च में वृद्धि हुई है। मनरेगा के कार्यान्वयन के बाद लाभार्थियों की आय में वृद्धि हुई है। इस प्रकार सामाजिक-आर्थिक विकास का नया मार्ग प्रशस्त हुआ है।<sup>23</sup>

**दिव्या गुप्ता<sup>24</sup>** ने अपने शोध कार्य में जम्मू संभाग में ग्रामीण श्रमिकों की सामाजिक-आर्थिक स्थितियों पर मनरेगा के प्रभावों का सामाजिक-कानूनी दृष्टि से अध्ययन किया है। आपके अध्ययन का मुख्य उद्देश्य क्रियान्वयन एजेंसी की भूमिकाएँ और उनके कर्तव्यों, जम्मू संभाग में योजना के प्रभावों, लिंग संबंधित समस्याओं एवं महिला सशक्तीकरण की दिशा में किये गए कार्यों का अध्ययन करना है। आपने जम्मू संभाग के 10 जिलों में से 4 जिलों का चयन कर 4 ब्लॉक में 4 हल्का पंचायत का चयन कर कुल 64 पंचायतों के कुल 800 उत्तरदाताओं/मनरेगा लाभार्थी, 64 सरपंच, 16 ग्राम विकास अधिकारी का चयन दैव निर्देशन विधि से किया है। आपने अपने अध्ययन में पाया कि योजना से गरीबों एवं वंचित लोगों के जीवन स्तर में वृद्धि हुआ है। आपने सुझाव दिया है कि पारदर्शिता एवं नियमित सामाजिक अंकेक्षण द्वारा योजना को उपयोगी बनाया जा सकता है। मजदूरी की राशि एवं दिनों की संख्या में भी वृद्धि करने की जरूरत है, ताकि योजना महत्वपूर्ण हो सके।

**वी. ए. चाउदण्णा** एवं बसावराज एस बन्नी<sup>25</sup> ने अपने शोध पत्र में बल्लारी जिला कल्याण, कर्नाटक क्षेत्र का अध्ययन किया है। आपके शोध का मुख्य उद्देश्य ग्रामीणों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति के साथ साथ उनके आजीविका का साधन का अध्ययन करना है। आपने बल्लारी जिले के कुडलीगी और संदूर तालुकों में रहने वाले प्रत्येक तालुक से 100 लाभार्थियों/उत्तरदाताओं का चयन दैव निर्देशन विधि से किया गया है। अध्ययन के लिए एक संरचित प्रश्नावली तैयार की गई थी। आपने अपने अध्ययन में पाया कि कार्यक्रम ने ग्रामीण क्षेत्रों की सामाजिक अर्थव्यवस्था में सुधार लाने में बहुत अच्छा काम किया है। आपने सुझाव दिया है कि कार्यक्रम को अधिक पारदर्शी और जिम्मेदार प्रणाली की आवश्यकता है। कार्यक्रम की संरचना में संशोधन करने व लक्ष्योन्मुख बनाने की आवश्यकता

है।<sup>25</sup>

**महेंद्र सिंह यादव<sup>26</sup>** ने अपने अध्ययन में बताया है कि जनजातीय क्षेत्रों में लोगों की जागरूकता का स्तर संतोषजनक नहीं है और इसके परिणामस्वरूप योजना का समुचित लाभ जनजातीय समुदाय को नहीं मिल पा रहा है।

**उद्देश्य:-**

1. हितग्राहीमूलक कार्यों के आधार पर हितग्राहियों के जीवन एवं ग्राम में हुए परिवर्तनों का अध्ययन करना।
2. हितग्राहियों एवं ग्रामीण विकास के संदर्भ में योजना की प्रासंगिकता का मूल्यांकन करना।
3. योजनान्तर्गत सार्वजनिक कार्य के साथ-साथ हितग्राहीमूलक कार्यों के कार्यान्वयन या प्रवृत्तियों का मूल्यांकन करना।

**शोध प्रविधि:-**

**शोध क्षेत्र :** प्रस्तुत शोध में छत्तीसगढ़ राज्य के बालोद जिला के ग्राम-नलकसा, विकासखंड-डौंडी के पंजीकृत मनरेगा हितग्राहियों का अध्ययन किया गया है।

**डौंडी विकासखंड- एक परिचय**

मनरेगा ऑनलाइन पोर्टल के अनुसार डौंडी विकासखंड में करीब कुल 0.20 लाख पंजीकृत परिवार हैं। इन परिवारों में लगभग कुल 0.55 लाख पंजीकृत सदस्य हैं। वित्तीय वर्ष 2020-2021 में करीब 0.19 लाख परिवारों के लगभग 0.40 लाख व्यक्तियों ने कार्य की मांग की है। करीब 0.21 लाख महिलाओं को क्रियान्वयन एजेंसी द्वारा रोजगार प्रदान किया गया है। वित्तीय वर्ष 2020-2021 में पंजीकृत 544 दिव्यांग व्यक्तियों में से 252 दिव्यांग व्यक्तियों को रोजगार प्रदान किया गया है। विकासखंड में कुल श्रमिक परिवारों की संख्या में से 904 अल्पसंख्यक, 20 आरएसबीवाई लाभार्थी, 835 एफआरए लाभार्थी, 3 एएबीवाई लाभार्थी, 881 छोटा किसान, 4 सीमांत किसान हैं जबकि एलआर एवं आईएवाई लाभार्थी की संख्या शून्य रही है। वित्तीय वर्ष 2020-2021 में करीब 91.47 प्रतिशत कार्यान्वयन एजेंसी एवं 8.53 प्रतिशत अन्य कार्यान्वयन एजेंसी द्वारा कार्यों का निष्पादन किया गया है। क्रियान्वयन एजेंसी के अलावा अन्य जैसे डब्ल्यू आर विभाग, आरडी विभाग, कार्य विभाग, वन विभाग, कृषि विभाग, मत्स्य पालन विभाग और ए. आर. विभाग, मृदा संरक्षण विभाग, रेशम उत्पादन विभाग, बागवानी विभाग, स्वयं सहायता समूह (एसएचजी)/ग्राम संगठन आदि ने

अभिसरण के कार्यो के रूप में सहभागिता की है।<sup>27</sup>

#### नलकसा ग्राम- एक परिचय

नलकसा एक आदिवासी एवं वनों से घिरा ग्राम है। नलकसा ग्राम विकासखंड मुख्यालय से 12 कि.मी. की दूरी पर स्थित है। नलकसा ग्राम का भौगोलिक क्षेत्रफल 1356.23 हेक्टर एवं आबादी करीब 1200 है। ऑनलाइन मनरेगा पोर्टल में प्रदर्शित जानकारी अनुसार ग्राम में मनरेगा योजना अंतर्गत पंजीकृत परिवारों की संख्या 232 एवं पंजीकृत परिवारों में कुल 719 व्यक्ति मनरेगा योजना के अंतर्गत पंजीकृत हैं। ग्राम में अनुसूचित जनजातीय महिलाओं की जनसंख्या सर्वाधिक है एवं मनरेगा योजना के अंतर्गत कार्यरत मजदूरों के रूप में महिलाओं की सहभागिता भी सर्वाधिक है। छत्तीसगढ़ शासन द्वारा ग्राम के श्रमिकों को आजीविका के विकास के लिए वनाधिकार पट्टा प्रदान किया गया है। ग्राम में ग्रामीण समुदाय द्वारा मुख्यतः मनरेगा कार्य के अलावा पशु पालन का कार्य भी किया जाता है और कुछ जनजातीय समुदाय द्वारा बांस से निर्मित दैनिक उपयोग की सामग्री बनायी जाती है। ग्राम पहाड़ों से घिरा है एवं ग्राम के समीप जंगल में फल, कंद एवं वानस्पतिक पौधे पर्याप्त मात्रा में पाये जाते हैं, जिसका उपयोग ग्रामीणों द्वारा औषधि के रूप किया जाता है। ग्राम के नजदीक गोइरडीह डैम है जो आसपास के क्षेत्रों के पानी का प्रमुख स्रोत है एवं इस पानी को भिलाई स्टील संयंत्र को भी प्रदान किया जाता है। ग्राम लौह अयस्क खनिज के लिए जाना जाता है। खनन का कार्य राष्ट्रीय खनिज विकास निगम द्वारा किया जा रहा है। खनन के अवशेष जो कि वर्षा के दिनों में बहकर कृषकों के जमीन में जाकर एकत्रित हो जाते हैं जिसे स्थानीय भाषा में लाल-पानी कहा जाता है। लाल पानी कृषकों की फसलों को हानि पहुंचाता है एवं भूमि की गुणवत्ता को भी प्रभावित करता है।

**उत्तरदाताओं का चयन:-** मनरेगा योजना का ग्रामीण विकास के संदर्भ में मूल्यांकन करने हेतु छत्तीसगढ़ राज्य के बालोद जिला अंतर्गत डौंडी विकासखंड के नलकसा ग्राम का चयन किया गया है। यह शोध वर्णनात्मक शोध प्रारूप पर आधारित है। मनरेगा अंतर्गत नलकसा ग्राम में 232 पंजीकृत परिवारों में 719 सदस्य हैं। प्रस्तुत अध्ययन में ग्राम के पंजीकृत 719 मनरेगा हितग्राहियों में से 72 हितग्राहियों का निदर्श के रूप में दैव निदर्शन प्रणाली के लाटरी पद्धति द्वारा किया गया है लेकिन निदर्श की

इकाईयों के चुनाव में इस बात का यशेष्ट रूप से ध्यान रखा गया कि यह प्रतिनिधित्वपूर्ण हो।

**तथ्य संकलन की प्रविधि:-** यह शोध प्राथमिक एवं द्वितीयक आंकड़ों पर आधारित है। प्राथमिक आंकड़े प्राप्त करने के लिए उत्तरदाताओं का साक्षात्कार लिया गया है एवं अवलोकन विधि का भी उपयोग किया गया है। योजनान्तर्गत कार्यरत कर्मचारियों-अधिकारियों का साक्षात्कार लिया गया है तथा द्वितीयक आंकड़ों के रूप में स्थानीय सरकारी आंकड़ों का भी आकलन किया गया है।

#### तालिका क्रमांक-01

##### उत्तरदाताओं को प्राप्त हितग्राहीमूलक कार्य

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	54	75
नहीं	18	25
योग	72	100

**उत्तरदाताओं** को प्राप्त हितग्राहीमूलक कार्य संबंधित विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 75 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि ग्राम में हितग्राहियों को हितग्राहीमूलक कार्य का लाभ मिला है एवं 25 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि हितग्राहीमूलक कार्य का लाभ नहीं मिला है। इसी तरह मनरेगा समीक्षा-2 के रिपोर्ट अनुसार हितग्राहीमूलक कार्य संबंधित अध्ययन में पता चलता है कि 85 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि मनरेगा परिसंपत्तियों के निर्माण के बाद अपनी भूमि की गुणवत्ता में सुधार हुआ है।<sup>28</sup> अतः यह विदित होता है कि अधिकांशतः हितग्राहियों को हितग्राहीमूलक कार्यों का लाभ मिला है।

#### तालिका क्रमांक-02

##### उत्तरदाताओं के सामाजिक स्थिति में सुधार

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	50	69
नहीं	22	31
योग	72	100

**उत्तरदाताओं** की सामाजिक स्थिति में सुधार संबंधित विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 69 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि ग्राम में पंजीकृत मनरेगा परिवारों के हितग्राहियों की सामाजिक स्थिति में सुधार हुआ है एवं 31 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि उनकी सामाजिक स्थिति पर कुछ खास असर नहीं हुआ है। इसी तरह सनी कुमार सुमन ने अपने अध्ययन में

पाया कि 54.33 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने बताया कि मनरेगा से ग्रामीणों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति मजबूत हो रही है।<sup>29</sup> यह स्थिति दर्शाती है कि अधिकतर हितग्राहियों के सामाजिक स्थिति में सुधार हुआ है।

### तालिका क्रमांक-03

#### उत्तरदाताओं की आर्थिक स्थिति में सुधार

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	47	65
नहीं	25	35
योग	72	100

उत्तरदाताओं की आर्थिक स्थिति में सुधार संबंधित विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 65 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि मनरेगा योजनांतर्गत ग्राम में पंजीकृत हितग्राहियों की आर्थिक स्थिति में सुधार हुआ है एवं 35 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि आर्थिक स्थिति सुधार नहीं हुआ है। अपितु सनी कुमार सुमन ने अपने अध्ययन में पाया कि 46.67 प्रतिशत परिवार की आर्थिक स्थिति यथावत है।<sup>30</sup> अतः यह स्पष्ट होता है कि ग्राम में अधिकांशतः हितग्राहियों की आर्थिक संवृद्धि हुई है।

### तालिका क्रमांक-04

#### हितग्राहियों के लिये आजीविका साधन का निर्माण

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	49	68
नहीं	23	32
योग	72	100

मनरेगा से निर्मित आजीविका का साधन संबंधित विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 68 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि आजीविका के साधन निर्मित हुआ है एवं 32 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि आजीविका का साधन निर्मित नहीं हुआ है। उक्त तथ्यों के आधार पर स्पष्ट होता है कि हितग्राहियों के जीवनयापन के स्तर में संवृद्धि हुई है। जबकि दूसरी ओर गरीबी की आजीविका में उसके आपसी रिश्तों का भी योगदान होता है, सामूहिक रिश्ते मनरेगा कानून बन जाने के बाद धीरे-धीरे समाप्त हो रहे हैं।<sup>31</sup> इसी तरह महेंद्र सिंह यादव ने अपने अध्ययन में पाया कि 76 प्रतिशत उत्तरदाताओं का मानना है कि मनरेगा परिवार की आजीविका के लिए महत्वपूर्ण नहीं है।<sup>32</sup>

### तालिका क्रमांक-05

#### निर्मित परिसम्पत्तियों के उपयोग का विवरण

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	47	65
नहीं	25	35
योग	72	100

पंचायतों में अल्प प्राथमिकता वाले कामों का चुनाव होता है एवं जिसमें ग्रामसभा की समर्थन का प्रायः अभाव पाया जाता है।<sup>33</sup> मनरेगा से निर्मित परिसम्पत्तियों के उपयोग संबंधी विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 65 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि ग्राम में मनरेगा से निर्मित परिसम्पत्तियों का उपयोग हितग्राहियों/ग्रामवासियों द्वारा किया जा रहा है एवं 35 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि परिसम्पत्तियों का उपयोग नहीं किया जा रहा है। उक्त विश्लेषण से ज्ञात होता है कि अधिकतर हितग्राहियों द्वारा मनरेगा से निर्मित परिसंपत्तियों का उपयोग किया जा रहा है।

### तालिका क्रमांक-06

#### शहरी पलायन में कमी का विवरण

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	50	69
नहीं	22	31
योग	72	100

शहरी पलायन में कमी सम्बन्धी विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 69 प्रतिशत उत्तरदाताओं का मानना है कि शहर की ओर होने वाले पलायन में कमी हुई है। अतः उपरोक्त विश्लेषण से ज्ञात होता है कि ग्राम-शहर पलायन में कमी के लिए मनरेगा का योगदान महत्वपूर्ण है। दूसरी ओर महेंद्र सिंह यादव ने अपने अध्ययन में पाया कि 79 प्रतिशत उत्तरदाताओं का मानना है कि मनरेगा के पश्चात पलायन की स्थिति में कोई अंतर नहीं आया है।<sup>34</sup>

### तालिका क्रमांक-07

#### नवीन प्रावधानों का प्रचार-प्रसार

उत्तर	आवृत्ति	प्रतिशत
हाँ	47	65
नहीं	25	35
योग	72	100

मनरेगा योजना के प्रति जागरूकता में कमी के कारण इस योजना का वास्तविक लाभ आज गाँवों में उन लोगों को नहीं मिल पा रहा है जिन्हें की मिलना चाहिए था।<sup>35</sup>

नवीन प्रावधानों के प्रचार-प्रसार से संबंधित विवरण तालिका से स्पष्ट होता है कि 65 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि क्रियान्वयन एजेंसी द्वारा नवीन प्रावधानों का प्रचार-प्रसार किया जाता है, जबकि 35 प्रतिशत हितग्राहियों का मानना है कि नवीन प्रावधानों का प्रचार-प्रसार नहीं किया जाता है। अतः यह स्पष्ट है कि क्रियान्वयन एजेंसी द्वारा योजना से संबंधित नवाचारों का प्रचार-प्रसार किया जाता है, जबकि दूसरी ओर सनी कुमार सुमन ने अपने अध्ययन में पाया कि 58.67 प्रतिशत उत्तरदाताओं को मनरेगा के बारे में आधी-अधूरी जानकारी है।<sup>36</sup>

**निष्कर्ष:-** प्रस्तुत शोध अध्ययन के आधार पर निष्कर्षतः हम कह सकते हैं कि पंजीकृत परिवारों के हितग्राहियों को हितग्राहीमूलक कार्य का लाभ मिला है एवं उनकी सामाजिक स्थिति में सुधार हुआ है। ग्राम में हितग्राहियों के आर्थिक स्थिति में सुधार हुआ है एवं उनके लिए आजीविका के साधन निर्मित हुए हैं। हितग्राहियों द्वारा मनरेगा से निर्मित परिसम्पत्तियों का उपयोग किया जा रहा है तथा शहर की ओर होने वाले पलायन में कमी आयी है। ग्राम पंचायत/क्रियान्वयन एजेंसी द्वारा योजना से सम्बंधित नवीन प्रावधानों का प्रचार-प्रसार किया जाता है, जिसका लाभ ग्रामीण समुदाय को मिल रहा है। इस प्रकार व्यापक रूप से देखा जाये तो मनरेगा योजना ग्रामीण विकास की दिशा में मील का पत्थर साबित हुई है। ग्राम, ग्रामीण भारत के आधारभूत ढांचे हैं जिसमें ग्रामीणों के कल्याण,

आजीविका, महिला सशक्तीकरण और सामाजिक सुरक्षा समेत कई पहलू सम्मिलित हैं। ग्रामीण भारत के विकास के लिए मनरेगा रोजगार की कानूनी गारंटी, स्थाई परिसंपत्तियों का निर्माण और कोरोना संकट में भी बेहद मददगार रही है। योजना द्वारा हितग्राहियों के उत्पाद-उत्पादता में सुधार के साथ ही आय में वृद्धि हुई है। मनरेगा ने आमदनी बढ़ाने एवं बुनियादी संसाधन उपलब्ध कराने के उपाय के रूप अहम् भूमिका निभायी है।

**सुझाव:-** हितग्राहियों को हितग्राहीमूलक कार्य का लाभ दिया गया है, किन्तु एक परिवार में हितग्राहीमूलक कार्य की सीमितता/वित्तीय बाध्यता को समाप्त करके आवश्यकतानुसार सभी हितग्राहियों को लाभ देना चाहिए। सार्वजनिक कार्यों के साथ-साथ हितग्राहीमूलक कार्यों के संपादन से अवश्य ही सामाजिक-आर्थिक स्थिति में सुधार हुआ है, फिर भी संस्थागत सुधार की आवश्यकता है। सभी हितग्राहियों को स्थानीय आवश्यकतानुसार हितग्राहीमूलक कार्य का लाभ दिया जाना चाहिए। हितग्राहियों के लिए आजीविका के साधन निर्मित हुए हैं, फिर भी दीर्घकालीन आजीविका के लिए विशेष नवीन प्रावधान होना चाहिए। परिसंपत्तियों के निर्माण हेतु विशेष प्रबंध एवं उपबंध किया जाना चाहिए है, ताकि गुणवत्तापूर्ण परिसंपत्तियों के निर्माण एवं परस्पर उपयोग संभव हो सके। क्रियान्वयन एजेंसी को योजना संबंधित नवाचार एवं प्रयोजनों को मुनादी कराकर समय-समय पर प्रचार प्रसार किया जाना चाहिए।

## सन्दर्भ

1. सिंह नरेन्द्रपाल, 'सतत ग्रामीण विकास का माध्यम मनरेगा', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-64, मासिक अंक-11, सितम्बर 2018, पृ. 46-47
2. तोमर नरेन्द्र सिंह, 'बेहतर हुआ है ग्रामीण रोजगार का परिदृश्य', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-66, मासिक अंक-6, अप्रैल 2020, पृ. 8
3. तोमर नरेन्द्र सिंह, पूर्वोक्त, पृ. 7-8
4. पाठक संतोष, 'सामाजिक सुरक्षा से ग्रामीण समृद्धि', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-56, मासिक अंक-5, मार्च 2021, पृ. 39
5. सिंह अरविन्द कुमार, 'मनरेगा से गाँवों का कायाकल्प', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-67, मासिक अंक-9, जुलाई 2021, पृ. 31, 33
6. जोशी प्रमोद, 'बजट में ग्रामीण अवसंरचना पर जोर', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-66, मासिक अंक-5, मार्च 2020, पृ. 11
7. कथूरिया तनु, 'बदलती ग्रामीण संरचना का रोजगार और विकास पर प्रभाव', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-66, मासिक अंक-6, अप्रैल 2020, पृ. 42
8. सिंह, अरविन्द कुमार, पूर्वोक्त, पृ. 34
9. समदर, संयुक्ता, एवं दत्त, पंखुडी, 'नारी शक्ति से सशक्त बनेगा भारत', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली वर्ष-67, मासिक अंक-7, मई 2021, पृ. 25
10. कथूरिया, तनु, पूर्वोक्त, पृ. 42
11. सिंह सतीश, 'वित्तीय समावेशन से ग्रामीण अर्थव्यवस्था में आएगी मजबूती', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-66, मासिक अंक-5, मार्च 2020, पृ. 21
12. सिंह अरविन्द कुमार, पूर्वोक्त, पृ. 33
13. महात्मा गाँधी राष्ट्रीय रोजगार गारंटी अधिनियम-2005, वार्षिक मास्टर परिपत्र 2021-22, ग्रामीण विकास विभाग,

- 
- भारत सरकार, पृ. 201-224
14. समद्वर संयुक्ता एवं दत्त, पंखुड़ी, पूर्वोक्त, पृ. 25
  15. सिंह अरविन्द कुमार, पूर्वोक्त, पृ. 32-33
  16. त्रिपाठी के. के, एवं सिंगला, एस. के, 'कोविड-19 के बाद ग्रामीण रोजगार में मनरेगा की भूमिका', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-66, मासिक अंक-9, जुलाई 2020, पृ. 18
  17. त्रिपाठी, के. के, 'पंचायत योजना के माध्यम से नए भारत का निर्माण', कुरुक्षेत्र, नई दिल्ली, वर्ष-67, मासिक अंक-3, जनवरी 2021, पृ. 48
  18. तोमर नरेन्द्र सिंह, पूर्वोक्त, पृ. 9-10
  19. सिंह नरेन्द्रपाल, पूर्वोक्त, पृ. 47-48
  20. सुमन, सनी कुमार, 'मनरेगा कार्यक्रम: उपलब्धियां एवं बाधाओं का एक समाजशास्त्रीय अध्ययन', राधाकमल मुकजी: चिंतन परम्परा, वर्ष-19, अंक-2, जुलाई-दिसम्बर 2017, पृ. 65
  21. Agrawal, Sumeet, and Devi, M. Madhuri 'Empowerment of Women through Mgnrega with Reference to Chhattisgarh', Indian Journal of Applied Research, ISSN: 2249-555X, Vol.-5, Issue-9, Sept-2015, pp. 657-659
  22. Sultana, Mafruz, and Rao, Dr. K.S. Srinivasa 'Socio-economic Development Through The Indian Government Scheme-Mgnrega: A Review On West Bengal State, Research Article', International Journal of Advanced Research, Sept. 2016, ISSN: 2320-5407, Int- J- Adv- Res- 4(9), pp. 167-183
  23. Khare, D. S., A.K. Tripathi, A. Roy, S.M. Feroze, R. Saravanan, and N.U. Singh, 'MGNREGA: A Paradigm Shift in Employment and Income Generation in Meghalaya', ISSN: 0970-6429, Indian Journal of Hill Farming, June 2017, Vol. 30, Issue 1, pp. 110-115, <http://epubs-icar-org-in>
  24. Gupta, Divya 'Impact of Mgnrega on Social-Economic Conditions of Rural Workers: A Social Legal Study in Jammu Division', Research Thesis, Jammu: university of Jammu, pp. 31-35
  25. Chowdappa, V.A., and Benni, S. Basavaraj, 'Impact of Mgnrega on Rural Livelihoods of Ballari District, Epra', International Journal of Economic and Business Review- Peer Reviewed Journal, Vol.7, Issue-12, Dec 2019, e-ISSN : 2347-9671| p- ISSN : 2349 - 0187, pp. 24-28
  26. यादव, महेंद्र सिंह 'मनरेगा के माध्यम से मध्य प्रदेश के जनजातीय क्षेत्रों का विकास, राधाकमल मुकजी: चिंतन परम्परा, वर्ष-22, अंक-1, जनवरी-जून 2020, पृ. 60
  - 27- Mahatma Gandhi National Rural Employment Gurantee Act (mngaweb2.nic.in)
  - 28- Mgnrega Sameeksha II, An Anthropology of Research Studies, 2012-14, New Delhi: UNPD, India, 2015, p. 45
  29. सुमन, सनी कुमार, पूर्वोक्त, जुलाई-दिसम्बर 2017, पृ. 63
  30. सुमन, सनी कुमार, 'मनरेगा कार्यक्रम और जातीय पृष्ठभूमि: एक समाजशास्त्रीय अध्ययन', राधाकमल मुकजी: चिंतन परम्परा, वर्ष-16, अंक-1, जनवरी-जून 2014, पृ. 115
  31. सिंह विक्रम, 'भारत के ग्रामीण विकास में मनरेगा का योगदान एवं चुनौतियां', राधाकमल मुकजी: चिंतन परम्परा, वर्ष-16, अंक-4, जनवरी-जून 2014, पृ. 169
  32. यादव महेंद्र सिंह, पूर्वोक्त, पृ. 59
  33. सुमन सनी कुमार, पूर्वोक्त, पृ. 65
  34. यादव महेंद्र सिंह, पूर्वोक्त, पृ. 60
  35. सिंह विक्रम, पूर्वोक्त, पृ. 169
  36. सुमन सनी कुमार, पूर्वोक्त, पृ. 112-113



Research Article

# वृद्धा पेंशन प्राप्त वृद्धों का विश्लेषणात्मक अध्ययन (पिथौरा विकास खण्ड के विशेष संदर्भ में)

प्रमिला नागवंशी

सहायक प्राध्यापक, समाजशास्त्र, शासकीयदू. महिला स्नातकोत्तर महाविद्यालय, रायपुर, छत्तीसगढ़, भारत।  
DOI: <https://doi.org/10.24321/2456.0510.202202>

## I N F O

E-mail Id:  
prami21777@gmail.com  
Orcid Id:  
<http://orcid.org/0009-0001-2078-678X>  
Date of Submission: 2022-07-28  
Date of Acceptance: 2022-11-07

## सारांश

भारतीय सामाजिक संरचना विश्व के सभी समाजों में सबसे अलग संरचना है। जिसमें समाज के सभी वर्गों के लिए चाहे वे बच्चे हो, या युवा हो, प्रौढ़ हो, या फिर वृद्धों की बात हो, सभी के लिए संरक्षण की दृष्टि से अलग अलग प्रकार की सुविधाएं उपलब्ध हैं। जिनका प्रमुख उद्देश्य सभी वर्गों को सुरक्षा एवं संरक्षण प्रदान कर आत्मसम्मान से जीवन जीने हेतु प्रेरित करना। समाज के आर्थिक रूप से कमजोर वर्ग विशेष कर वृद्ध वर्ग जिन्हें वृद्धा वस्था में विभिन्न समस्याओं का सामना करना पड़ता है। समाजकल्याण विभाग, शासन एवं समाज की एक बहुत बड़ी जिम्मेदारी है। कि वह वृद्धों का ध्यान रखते हुए शारीरिक, मानसिक एवं आर्थिक आवश्यकताओं की पूर्ति कर उनके जीवन में नयी उर्जा का संचार करे। आर्थिक सहयोग के रूप में प्रदान की जाने वाली वृद्धा पेंशन राशि का कितना महत्व है एवं यह पेंशन क्या उनकी विभिन्न आवश्यकताओं को पूरा करने में सक्षम है। छत्तीसगढ़ सरकार द्वारा गरीबी रेखा के नीचे जीवन यापन करने वाले नागरिकों के लिए इस योजना के माध्यम से सरकार द्वारा राशि प्रदान की जाती है जो कि केन्द्र सरकार एवं राज्य दोनों मिलकर वह न करत है। मानव संसाधन विकास मंत्रालय का प्रमुख उद्देश्य प्रत्येक नागरिक जो वृद्ध के अंतर्गत आते है। उन्हे आर्थिक सहयोग हेतु अलग-अलग प्रकार की पेंशन राशि प्रदान की जाती है। पेंशन राशि से वृद्धों के जीवन में क्या परिवर्तन आया क्या राशि पर्याप्त है और आसानी से प्राप्त होती है। इसी प्रयोजन को ध्यान में रख कर यह शोध पत्र प्रस्तुत किया जा रहा है।

**मुख्य बिन्दु:** समाज, वृद्धावस्था, वृद्धा पेंशन योजना, शासन, आर्थिक सहायता।

## प्रस्तावना

मानव जीवन जन्म से लेकर मृत्यु तक विकास की एक प्राकृतिक प्रक्रिया है, जो प्रारंभ से लेकर अंत तक कई चरणों से होकर गुजरता है। इन चरणों में शैशवअवस्था, बाल्यावस्था, किशोरावस्था युवावस्था, प्रौढ़ावस्था एवं अंतिम अवस्था वृद्धावस्था के रूप में होती है। इस तरह सभी अवस्थाएँ विकास, निर्माण एवंसंग्रहण की है जिसमें प्रत्येक अवस्था का अपना विशेष महत्व है। विभिन्न अवस्थाओं में व्यक्ति अलग-अलग प्रकार की जीवन शैली के साथ जीवन यापन कर अपनी जिम्मेदारियों एवं कर्तव्यों का निर्वहन कर जीवन पथ पर अग्रसर होते हैं। वृद्धावस्था तक पहुँचते पहुँचते जहाँ उसके सामाजिक एवं

पारिवारिक दायित्वों को पूर्ण करने के पश्चात विकास की प्रक्रिया फिर मंद पड़ने लगती है। वृद्धावस्था में व्यक्ति शारीरिक, मानसिक एवं आर्थिक दृष्टि से कमजोर अर्थात् शिथिल होजा ते हैं।

समाज में ऐ से ही आर्थिक रूप से कमजोर वृद्धों को आर्थिक सहायता प्रदान करने हेतु वृद्धा पेंशन योजना का प्रमुख उद्देश्य है। जिससे सामाजिक सुरक्षा प्रदान कर दो बाराफिर रो आत्मनिर्भर एवं आत्मसम्मान के साथ जीवन यापनकरने का अवसर मिल सके। राज्य के ऐसे वृद्ध लोग जिनका कोई सहारा नहीं होता या जिनके पारिवारिक सदस्य किराी कारण वष अकेले छोड़ देते हैं। उनके लिये छत्तीसगढ़ में वधा पेंशन योजना संचालित की जा रही है। यह योजना समाजकल्याण

विभाग द्वारा केन्द्र एवं राज्य सरकार दोनों के द्वारा संचालित किये जा रहे हैं। इस योजना कोइ दिरा गांधी वृद्धा पेंशन योजनाके नाम से भी जाना जाता है सिमा जमें विभिन्न वर्गों के व्यक्तियों के लिये अलग-अलग प्रकार की शासन द्वारा सुविधाएँ उपलब्ध है। ताकि प्रत्येक वर्ग का व्यक्ति समाज में बेहतर जीवन जी सके, चूंकि वृद्धों की सबसे अधिक जिम्मेदारी समाज के साथ ही राज्य एवं देश की है जो सामाजिक एवं आर्थिक रूप से सुरक्षा प्रदानकरें।

वृद्धावस्था में वृद्धों की अनेक समस्याएँ होती है। शारीरिक, मानसिक, अकेलेपन, पारिवारिक, आर्थिक एवं अन्य प्रकार की परंतु सभी समस्याओं में प्रमुख समस्या अर्थ की समस्या होती है क्यों कि अर्थ की कमी से आत्म सम्मान व आत्म निर्भरता में कमी आती है। इसी आत्म सम्मान व आत्म निर्भरता को बनाये रखने हेतु सरकार द्वारा विभिन्न प्रकार की योजनाएँ। वृद्धों के लिये संचालित किये जा रहे हे। जिसमें से एक योजना वृद्धा पेंशन योजना भी है। क्या यह योजना वृद्धों के लिए पूरी तरह लाभ दायक है? पेंशन से उनके जीवन की आर्थिक समस्याएँ कम हुई है? क्या यह पेंशन आसानी से वृद्धों को मिल पाती है और प्राप्त राशि उनके लिये पर्याप्त है? इसी उद्देश्य को ध्यान में रखकर यह शोध पत्र में वृद्धों पर आधारित अध्ययन प्रस्तुत किया गया है।

### अध्ययन का उद्देश्य

प्रस्तुत शोध पत्र में वृद्धा पेंशन प्राप्त करने वाले वृद्धों की स्थिति को ज्ञात करना शोध अध्ययन का प्रमुख उद्देश्य है।

### अध्ययन पद्धति

शोध अध्ययन में अध्ययन पद्धति का तीन भागों में विभक्त कर प्रस्तुत किया गया है।

### अध्ययन क्षेत्र

अध्ययन हेतु पिथौरा विकास खण्ड के वृद्धा पेंशन प्राप्त वृद्धों को लिया गया है। पिथौरा छत्तीसगढ़ राज्य के महासमुन्दजिले का एक प्रमुख विकास खण्ड है जिसका कुल भौगोलिक क्षेत्रफल 10600 वेग. कि.मी. है एवंकुलजन संख्या 19149 वेग. कि.मी. तक विस्तृत है। पिथौरा विकास खण्ड की कुलजनसंख्या 17640 है। जिसमें 238 ग्राम सम्मिलित होने के साथ ही शहरी क्षेत्रों में शिक्षा दर 73.23 प्रतिशत तथा ग्रामीण क्षेत्रों में शिक्षा दर 60.5 प्रतिशत है। पिथौरा राष्ट्रीय राजमार्ग 53 रायपुर से सरायपाली मार्ग में स्थित है।

### उत्तर दाताओं का चयन

शोध अध्ययन हेतु उत्तर दाताओं का चयन उद्देश्यपूर्ण निदर्शन पद्धति के आधारपर 250 ऐसे ग्रामीण वृद्धों का चयन किया गया है जिन्हें वृद्धा पेंशन की प्राप्तिहोती है। अध्ययन हेतु उत्तरदाताओं में पुरुष एवं महिला दोनों प्रकार के वृद्धा पेंशन प्राप्त करने वाले उत्तर दाताएँ सम्मिलित है। दोनों प्रकार के उत्तर दाताओं के सम्मिलित होने से अध्ययन हेतु गहन एवं सूक्ष्म जानकारी प्राप्त होसकी है।

### तथ्य संकलन हेतु प्रयुक्त उपकरण एवंप्रविधि

प्रस्तुत शोध पत्र में तथ्यों का संकलन, सर्वेक्षण, साक्षात्कार अनुसूची एवं अवलोकन प्रविधि के द्वारा किया गया है।

### प्राप्ततथ्यों का वर्गीकरण, सारणीयन एवंविश्लेषण

अध्ययन में प्राप्त तथ्यों का संकलन कर वर्गीकरण किया गया, वर्गीकरण के पश्चात् सारणीयन कर विश्लेषण के माध्यम से निष्कर्ष निकाला गया है।

### शोध प्रारूप

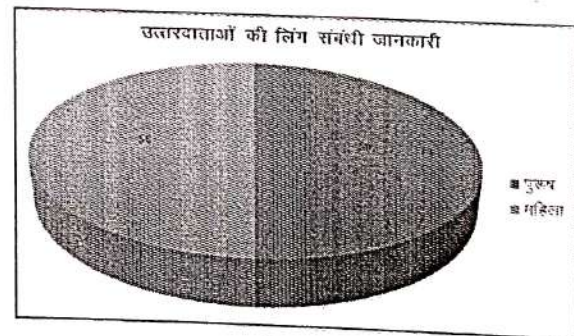
प्रस्तुत शोध पत्र में वृद्धा पेंशन प्राप्त करने वाले वृद्धों का अध्ययन हेतु विवरणात्मक शोध प्रारूप का प्रयोग किया गया है।

### समस्या का प्रस्तुती करण

तालिका 1. उत्तर दाताओं की लिंग संबंधी जानकारी

क्रमांक	लिंग	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	पुरुष	125	50
2.	महिला	125	50
	योग	250	100

उपरोक्त तालिका 1, से स्पष्ट होता है कि अध्ययन हेतु कुल 250 वृद्ध उत्तरदाताओं का चयन किया गया है जिसमें 50 प्रतिशत पुरुष वृद्ध उत्तरदाता एवं 50 प्रतिशत महिला वृद्ध उत्तरदाता सम्मिलित है। दोनों प्रकार के उत्तरदाताएँ सम्मिलित होने से उनकी समस्याओं की जानकारियाँ प्राप्त हो सकी है।



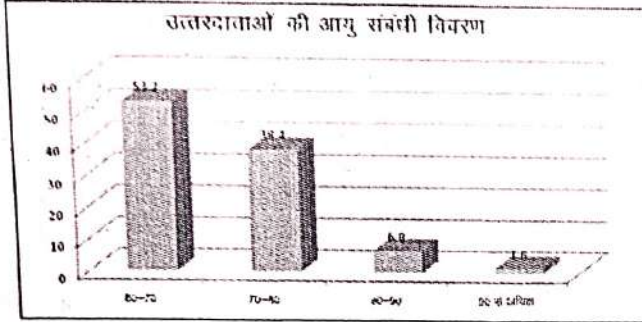
चित्र 1

तालिका 2. उत्तरदाताओं की आयुसंबंधीविवरण

क्रमांक	लिंग	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	60-70	133	53.2
2.	70-80	96	38.4
3.	80-90	17	6.8
4.	90 से अधिक	04	1.6
	योग	250	100

प्रस्तुत तालिका क्रमांक 02 से ज्ञात होता है कि कुल वृद्ध उत्तर दाताओं में सबसे अधिक 53.2 प्रतिशत उत्तर दाताएँ 60 से 70 आयु वर्ग के हैं, 38.4 प्रतिशत उत्तरदाताएँ 70-80 आयुवर्ग के, 6.8 प्रतिशत उत्तरदाताएँ 80-90 आयुवर्ग के तथा सबसे कम 1.6 प्रतिशत

उत्तर दाताएं 90 से अधिक आयुवर्ग के हैं। इस प्रकार अध्ययन में अलग-अलग आयुवर्ग के वृद्धा पेंशन प्राप्त करने वाले उत्तर दाताओं को सम्मिलित किया गया है।

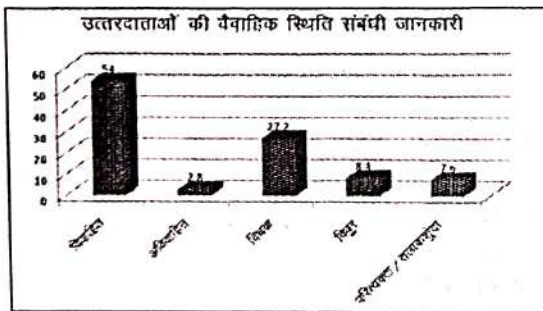


fp= 2

तालिका 3. उत्तरदाताओं की वैवाहिक स्थिति संबंधी जानकारी

क्रमांक	वैवाहिकस्थिति	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	विवाहित	135	54.0
2.	अविवाहित	07	2.8
3.	विधवा	68	27.2
4.	विधुर	21	8.4
5.	परित्यक्ता/तलाकशुदा	19	7.6
	योग	250	100

उपरोक्त तालिका 3, से स्पष्ट होता है कि कुल उत्तरदाताओं में 54 प्रतिशत उत्तरदाताएँ विवाहित हैं, जबकि 27.2 प्रतिशत उत्तरदाताएँ विधवा, 8.4 प्रतिशत उत्तरदाताएँ विधुर, 7.6 प्रतिशत उत्तरदाताएँ परित्यक्ता/तलाकशुदा हैं। इस तरह अध्ययन में विभिन्न वैवाहिक स्थिति से संबंधित उत्तरदाताएँ सम्मिलित हैं।

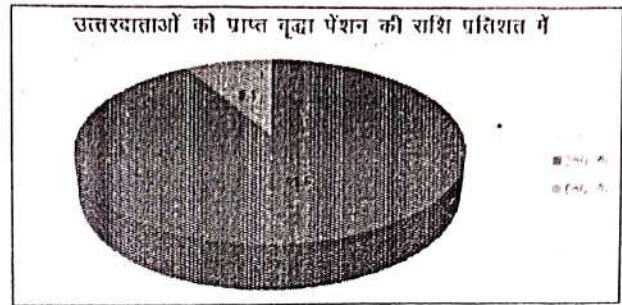


चित्र 3

तालिका 4. उत्तरदाताओं को प्राप्त वृद्धा पेंशन की राशि का विवरण

क्रमांक	राशि	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	350 रु.	229	91.6
2.	650 रु.	21	8.4
	योग	250	100

उत्तरदाताओं को प्राप्त वृद्धा पेंशन की राशि प्रतिशत में

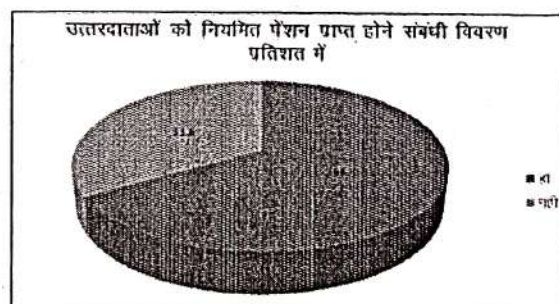


fp= 4

प्रस्तुत तालिका 4, से यह प्राप्त होता है कि कुल उत्तरदाताओं में 91.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं की वृद्धा पेंशन की राशि 350 रु. है जबकि 8.4 प्रतिशत अर्थात् 21 उत्तरदाताओं को वृद्धा पेंशन के रूप में 650 रुपये प्राप्त होते हैं। यह राशि आयु के आधार पर निर्धारित की गई है जिसमें 60 वर्ष से 79 आयु वर्ष तक के वृद्धों को 350 रुपये एवं 80 आयु से अधिक वालों के लिये 650 रु. शासन द्वारा निर्धारित किये गये हैं। इस में केन्द्र सरकार एवं राज्य दोनों मिलकर राशिप्रदान करते हैं। 350 रुपये की राशि में केन्द्र सरकार 200 रुपये और छत्तीसगढ़ सरकार 100 रुपये एवं 650 रुपये पेंशन में 500 रुपये केन्द्र सरकार एवं 150 रुपये राज्य सरकार सम्मिलित रूप से प्रदान करती है। इसी तरह से केन्द्र एवं राज्य दोनों मिलकर वृद्धों को आर्थिक सुरक्षा के साथ आत्म निर्भर बनने में अपने वृद्धों को संरक्षण प्रदान करते हैं।

तालिका 5. उत्तरदाताओं को नियमित पेंशन प्राप्त होने संबंधी विवरण

क्रमांक	नियमितप्राप्ताहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ	166	66.4
2.	नहीं	84	33.6
	योग	250	100

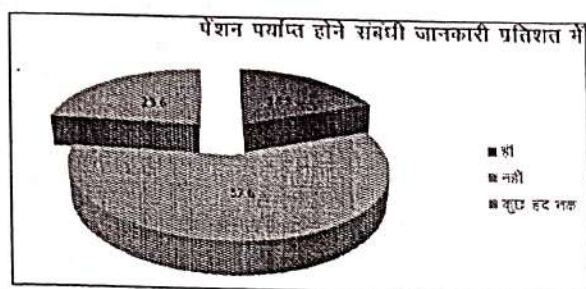


चित्र 5

उपरोक्त तालिका 5, से स्पष्ट होता है कि कुल उत्तरदाताओं में 66.4 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने बताया कि उन्हें नियमितपेंशन की राशि प्राप्ति होती है जबकि 33.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने नहीं में जवाब दिये हैं। इन उत्तरदाताओं का कहना है कि हम स्वास्थ्य गत परेशानी के कारण पेंशन के लिये बैंक नहीं जा पाते कई बार दूरारे किसी परिचित या मध्यस्तथा के रूप में जिन्हें लेकर बैंक जाते हैं। यदि वे उपलब्ध नहीं है तब भी इस कारण हमें नियमित पेंशन की प्राप्ति नहीं होपा ती।

तालिका 6. उत्तरदाताओं को प्राप्त पेंशन पर्याप्त होने संबंधी जानकारी

क्रमांक	पर्याप्तहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ	47	18.8
2.	नहीं	144	57.6
3.	कुछ हद तक	59	23.6
	योग	250	100



चित्र 6

प्रस्तुत तालिका क्रमांक 05 से यह पाया जाता है कि उत्तरदाताओं को प्राप्त पेंशन क्या उनके जीवन यापन के लिये पर्याप्त होने संबंधी जानकारी में 18.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने 'हाँ' में उत्तर दिया है जबकि 57.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने 'नहीं' में उत्तर दिया है। इनका कहना है कि वर्तमान में मंहगाई बहुत अधिक बढ़ चुकी है जिसके कारण आर्थिक समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। खाद्य पदार्थ, स्वास्थ्य संबंधी मेडिकल खर्च, एवं दैनिक जीवन की विभिन्न आवश्यकताओं के कारण प्राप्त पेंशन पर्याप्त नहीं हो पाता है। 23.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने कुछ हद तक ही पर्याप्त होने की बात कही अर्थात् कुल 81.2 प्रतिशत उत्तरदाताओं को प्राप्त पेंशन पर्याप्त नहीं हो पाती है।

तालिका 7. पेंशन की राशि में वृद्धि होने संबंधी विवरण

क्रमांक	पर्याप्तहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ	189	85.6
2.	नहीं	51	14.4
	योग	250	100

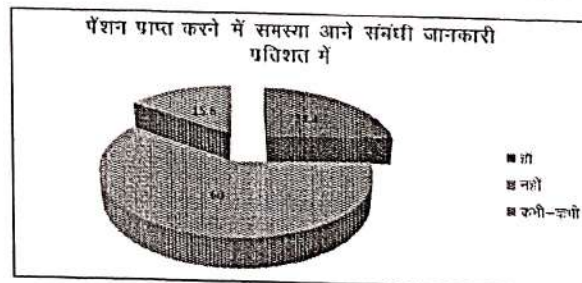


चित्र 7

प्रस्तुत तालिका 7, से यह स्पष्ट होता है कि कुल उत्तरदाताओं में 85.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने वृद्धि पेंशन की राशि में वृद्धि होने की बात कही। इनका कहना है कि अगर राशि में वृद्धि होती है तो हमारी अनेक समस्याएँ अपने आप कम होजायेगी हमारा जीवन स्तर पहले से बेहतर होजायेगा साथ ही कुछ पैसे हमारे पास बचत के रूप में रहेगी जिससे हमारे अचानक दूसरे से उधारलेने की आवश्यकता नहीं पड़ेगी। 14.4 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने बताया कि प्राप्त पेंशन राशि में हम वृद्धि करने के बारे में नहीं सोचते इन्हें भय है कि अगर वृद्धि के लिये कहे तो सरकार बंद न कर दे। इनका कहना है कि वृद्धि अवस्था में पारिवारिक सदस्यों से अलग होना, अर्थ का दूसरा स्रोत न होना, अधिक आयु के कारण आयु के लिये कार्य न करपाना इत्यादि ऐसे कारण हैं जिससे वृद्धि पेंशन हमें जीवन जीने हेतु मददगार साबित हुआ है। इस स्थिति में सरकार जो हमें सहायता प्रदान कर रही है हमेशा करती रहे यही हमारे लिये पर्याप्त है।

तालिका 8. उत्तरदाताओं को पेंशन प्राप्त करने में समस्या आने संबंधी जानकारी

क्रमांक	पर्याप्तहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ	61	24.4
2.	नहीं	50	60.0
3.	कभी-कभी	39	15.6
	योग	250	100



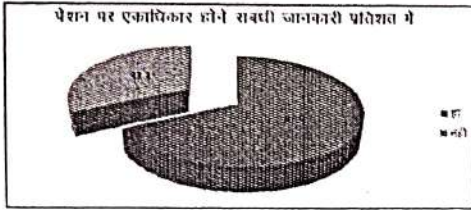
चित्र 8

उपरोक्त तालिका 8, से उत्तरदाताओं को पेंशन प्राप्त करने में समस्या आने संबंधी विवरण से यह स्पष्ट होता है कि कुल उत्तरदाताओं में 24.4 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने समस्या आने की बात कही। शासन की योजना के अनुसार पेंशन, पेंशन धारी के खाते में ही सीधे पहुँच जाती है परंतु कुछ उत्तरदाताएँ अधिक आयु के कारण जाकर पेंशन निकालने में असमर्थ हो जाते हैं। या कभी कुछ स्वास्थ्यगत परेशानी के कारण उन्हें अन्य व्यक्ति की सहायता की आवश्यकता पड़ती है जो एक बड़ी समस्या है। 60 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने नहीं एवं 15.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने कभी-कभी समस्या आने की जानकारी दी है।

सरकार को चाहिए कि जिनकी आयु अधिक है या जिन्हें स्वास्थ्यगत समस्या है उन्हें उनके निवास स्थान में पेंशन राशि पहुँचाये जाने हेतु कुछ ऐसी व्यवस्था करनी चाहिये जिससे पेंशन आसानी से उन्हें मिल सके।

तालिका 9. उत्तरदाताओं का पेंशन पर एकाधिकार होने संबंधी जानकारी

क्रमांक	पर्याप्तहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ	169	67.6
2.	नहीं	81	32.4
	योग	250	100

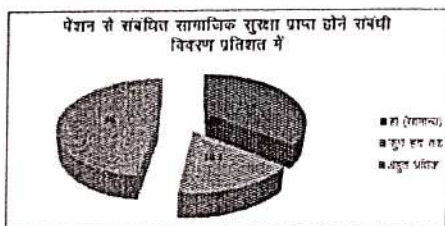


चित्र 9

प्रस्तुत तालिका 9, से प्राप्त होता है कि 67.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने प्राप्त पेंशन पर एकाधिकार होने की बात कही जबकि 32.4 प्रतिशत उत्तरदाताओं का कहना है कि पेंशन तो पूरा अपने खाते में आता है परंतु जब हम स्वयं कभी-कभी नहीं जा पाते तब हमें कोई भी दूसरा व्यक्ति आस-पास रहने वाला सहयोगी समय निकाल कर बैंक ले जाता है तब हमें अपने पेंशन से कुछ राशि उसे देनी पड़ती है। जिस कारण पेंशन पर एकाधिकार होने के पश्चात भी पूरा हमें नहीं मिल पाता। कभी-कभी कोई रिश्ते दार भी जैसे मांगकर ले जाता है जिसका हम विरोध नहीं कर पाते।

तालिका 10. पेंशन से संबंधित सामाजिक सुरक्षा प्राप्त होने संबंधी विवरण

क्रमांक	सुरक्षा प्राप्तहोना	आवृत्ति	प्रतिशत
1.	हाँ (सामान्य)	89	35.6
2.	कुछहदतक	41	16.4
3.	बहुतअधिक	120	48.0
	योग	250	100



चित्र 10

तालिका 10, में उत्तर दाताओं को प्राप्त वृद्धा पेंशन से सामाजिक सुरक्षा प्राप्त होने संबंधी विवरण से यह स्पष्ट होता है कि कुल उत्तर दाताओं में 48 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने अपने आपको बहुत अधिक सामाजिक सुरक्षा प्राप्त होने की बात कही इन का मानना है कि वृद्धावस्था में आर्थिक सहयोग समाज में सुरक्षा प्रदान करने के साथ हमें आत्मनिर्भर बनाता है। अर्थ के अभाव में व्यक्ति असहाय

वय सुरक्षित हो जाता है। वृद्धा पेंशन से हम पारिवारिक सदस्यों पर या समाज पर बोझ नहीं बने। अपनी छोटी-छोटी आवश्यकताओं की पूर्ति के लिये आत्म निर्भर हो गये। 35.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने सामान्य सुरक्षा की बात कही जबकि 35.6 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने कुछ हद तक सुरक्षा प्राप्त होने की बात कही।

### निष्कर्ष

उपरोक्त वर्णन से यह स्पष्ट होता है कि सरकार द्वारा वृद्धों के लिये आर्थिक व सामाजिक सुरक्षा प्रदान करने हेतु संचालित वृद्धा पेंशन निश्चित ही वृद्धों के लिए लाभदायक सिद्ध हो रहे हैं जिससे वृद्ध अवस्था में जीवन निर्वहन करने, आत्मनिर्भर बनाने आत्मसम्मान में वृद्धि के साथ-साथ संरक्षण से अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। समाज का एक ऐसा वर्ग जो अनुभव एवं समाज के आधारशिला रहे वृद्धों को सरकार द्वारा इस योजना के माध्यम से जीवन के प्रति नई आस एवं उनके अंदर नयी ऊर्जा का संचार भी कर रहा है। परंतु अभी भी इस योजना से प्राप्त होने वाली राशि पेंशन प्राप्त होने में समस्या एवं पेंशन स्वयं हित ग्राही को प्राप्त हो इसके लिये सरकार की प्रक्रिया को सरल और सुलभ बनाने की आवश्यकता है जिससे वृद्धों को पूरी तरह वृद्धा पेंशन प्राप्त हो सके।

### सुझाव

1. वृद्धा पेंशन की राशि में वृद्धि होनी चाहिए, जिससे वृद्धों को आर्थिक समस्याओं का सामना न करना पड़े।
2. पेंशन प्राप्त करने हेतु कुछ ऐसी व्यवस्था की जाये जिससे वृद्धों को पेंशन लेने बैंक तक जाने के लिये दूसरों पर आश्रित न होना पड़े।
3. निःशुल्क स्वास्थ्य सुविधाएं उपलब्ध हो।
4. दैनिक जीवन की वस्तुओं को सस्ते कीमतों पर वृद्धों को उपलब्ध कराना।
5. पेंशन घर पहुंचने से के रूप में उपलब्ध हो जिससे अधिक आयु के वृद्ध एवं स्वास्थ्यगत समस्याओं से ग्रसित वृद्धों को लाभ मिल सके।
6. सामाजिक सुरक्षा के रूप में ऐसी समितियों का गठन किया जाये जो यह अवलोकन कर सकें कि पेंशन की राशि का पूरी तरह वृद्ध उपयोग कर रहे हैं या कोई पारिवारिक सदस्य या अन्य कोई सदस्य वृद्धों पर दबाव डालकर पेंशन की कुछ राशिले तो नहीं रहा।

### त्मनिर्भरता

1. छत्तीसगढ़ अधिकारिक वेबसाइट जज चेरुध्वं बण्णहव अजणपद
2. प्रशासकीय प्रतिवेदन, छत्तीसगढ़ शासन समाज कल्याण विभाग, वर्ष 2021-22
3. प्रशासकीय प्रतिवेदन छत्तीसगढ़ समाज कल्याण विभाग, वर्ष 2020-21
4. मिश्रा जे.पी. एवं गुप्ता के.एल. (2018) अर्थशास्त्र, साहित्य भवन पब्लिकेशन, आगरा, पृ. क्र. 33 से 49
5. सिन्हा, वी.सी. (2018) आर्थिक विकास जनसंख्या एवं संस्थाएं, एस. वी.पी.डी. पब्लिसिंग हाउस आगरा, पृ. क्र. 1-12.
6. छत्तीसगढ़ राजपत्र (असाधारण) प्राधिकार से प्रकाशित, विधि और विधायी कार्य विभाग, 26 सितम्बर 2008, पृ. क्र. 1-8
7. पंडा, तपन कुमार (2014), ग्रामीण भारत की चुनौतियाँ, मार्क पब्लिशर्स, दिल्ली, पृ. क्र. 25-35.