विलास रबडे

रेडीओच्या शोधाचे जनक सर जगदीशचंद्र बोस यांचे अद्वितीय संशोधन

१८८५, आपला देश ब्रिटीश साम्राज्याच्या अधिपत्याखाली होता. भारताची राजधानी तेंव्हा, कलकत्त्याला होती. येथील प्रेसीडेन्सी महाविद्यालयात जगदीशचंद्र बोस हा तरूण, प्राध्यापक म्हणून रूजू झाला होता. पश्चिम बंगालमधील ढाक्याजवळील मैमनसिंग येथे जन्मलेल्या जगदीशचंद्रने कलकत्त्याच्या झेवीयर महाविद्यालयातून भौतिकशास्त्र पदवीचे शिक्षण घेतले होते. पदवीनंतर तो वडिलांच्या इच्छेखातर वैद्यकीय शिक्षण घेण्यासाठी इग्लंडला गेला. मात्र वैद्यकीय शिक्षण त्याच्या प्रकृतीला पेलवले नाही. मग तो केंब्रिज विद्यापीठात निसर्गविज्ञान शिकू लागला. निसर्गविज्ञानात मात्र जगदीशचंद्रला स्वारस्य निर्माण झाले आणि या विषयातील ट्रायपास ही महत्त्वाची परिक्षा तो उत्तीर्ण झाला. पुढील वर्षी त्याने लंडन विद्यापीठातूनही विज्ञानाची पदवी परीक्षा दिली. इंग्लंडमधील वास्तव्यात जगदीशचंद्रला अरगोन नामक वायू शोधणारे नोबेल विजेते भौतिकशास्त्रज्ञ – लॉर्ड रेलिय, तसेच शरीरक्रियाशास्त्रज्ञ मायकेल फास्टर, रसायनशास्त्रज्ञ जेम्स ड्युअर, निसर्गशास्त्रज्ञ फ्रान्सिस डार्विन, जीवशास्त्रज्ञ फ्रान्सिस बलफोर यांचे मार्गदर्शन लाभले.

मायदेशी परतताना केंब्रिजमधल्या प्राध्यापकांनी भारतातील व्हाईसराय लार्ड रिपन यांना देण्यासाठी एक पत्र जगदीशचंद्रबरोबर दिले होते. या पत्रानुसार व्हाईसरायनी शिक्षणखात्याच्या प्रमुखांना सुचना केली आणि त्यानुसार जगदीशचंद्रची प्रेसिडेन्सी महाविद्यालयात प्राध्यापक म्हणून नेमणूक करण्यात आली. मात्र ही नेमणूक त्या महाविद्यालयाच्या ब्रिटीश प्राचार्यांना मान्य नव्हती आणि जगदीशचंद्र भारतीय होता, म्हणून इतरांना ३०० रू. वेतन असताना जगदीशचंद्रला फक्त १०० रु. वेतन देण्याचे ठरवण्यात आले. जगदीशचंद्रने हेही वेतन नाकारले व तेथे तीन वर्षे अध्यापनाचे कार्य केले. या तीन वर्षात इंग्लंडमधील समृद्ध अनुभवाच्या जोरावर जगदीशचंद्रचा बुद्धीमान आणि विद्यार्थीप्रिय प्राध्यापक म्हणून लौकीक झाला. तीन वर्षांनंतर मात्र महाविद्यालयाने इतरांप्रमाणेच पहिल्या दिवसापासूनचे वेतन जगदीशचंद्रला दिले. हे जगदीशचंद्रच्या संयम आणि आत्मविश्वासाचे फळ होते.

अध्यापनाच्या बरोबरीनेच जगदीशचंद्रला संशोधनात स्वारस्य होते. मात्र प्रेसिडेन्सी महाविद्यालयात संशोधनासाठी कुठलीही सुविधा उपलब्ध करून देण्यात आली नव्हती. अर्थात हार न मानलेल्या जगदीशचंद्रने महाविद्यालयातील स्वच्छतागृहाचा भाग असलेली २० चौरस फूट जागा मिळवून आपले संशोधन सुरू केले. त्या दरम्यान आधुनिक विज्ञान जगतात जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञ हेन्रीच हर्टझ् ने विद्युतचुंबकीय लहरींचे अस्तित्व सिद्ध केले होते. विद्युतचुंबकीय लहर म्हणजे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्राचा एकत्रित प्रभाव असलेला तसेच पसरत जाणारा

ऊर्जेचा समुच्चय. हा ऊर्जेचा समुच्चय प्रकाशाच्या वेगाने व तरंगांच्या स्वरूपात पसरतो. या विद्युतचुंबकीय लहरींची पार्श्वभूमी अशी होती. १८६० च्या दशकात स्कॉटीश गणिती आणि भौतिकशास्त्रज्ञ मॅक्सवेलने विद्युतशक्ती आणि चुंबकत्वासंदर्भात समीकरणे मांडून विद्युतचुंबकीय लहरींच्या अस्तित्वाचे भाकित केले होते. विद्युतचुंबकीय लहरींमुळे थेट तारांशिवाय संदेशवहन करता येणे शक्य होणार होते कारण त्यावेळी तारांमार्फत विद्युतसंदेश पाठवून दळणवळणाचे तंत्र रूजले होते. मात्र तारांशिवाय विद्युतचुंबकीय लहरींचे प्रक्षेपण करण्यासाठी आणि दुसऱ्या बाजूला प्रक्षेपित विद्युतचुंबकीय लहरींचे संग्रहण करण्यासंदर्भात क्रियाप्रक्रिया विकसित करण्याची गरज होती. यासाठी विविध प्रयोग तपासण्या कराव्या लागणार होत्या. ब्रिटीश भौतिकशास्त्रज्ञ सर ऑलीव्हर लॉज हे यासाठी संशोधन कार्य करत होते. त्यांनी विद्युतचुंबकीय लहरींचे संग्रहण करू शकेल असा प्राथमिक घटक 'कोहेरर (विद्युतचुंबकीय लहरींच्या संग्रहणामुळे विद्युत वाहकतेत फरक होईल अशी धातूंची संरचना वापरून निर्माण केलेले नलिकासदृश्य उपकरण) तयार केले होते. या संशोधनाचे सादरीकरण त्यांनी द वर्क ऑफ हर्टझ अ‍ॅण्ड हिज सक्सेसर्स या शोधनिबंधाद्वारे मांडले. या शोधनिबंधातून जगदीशचंद्रने प्रेरणा घेतली आणि २० चौरस फूट आकाराच्या प्रयोगशाळेत पुढील संशोधन सुरू केले.

हर्टझने मीटर तर लॉजने सेंटीमीटर तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय लहरींचे प्रक्षेपण आणि संग्रहण शक्य केले होते. हा प्रयोग मर्यादित अंतरापर्यंतच शक्य झाला होता. तथापि विद्युतचुंबकीय लहरींच्या अन्य काही गुणवैशिष्टयांची तपासणी आणि सेंटीमीटरपेक्षाही कमी तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय लहरींचे प्रक्षेपण संग्रहण इत्यादी संदर्भात पडताळा घेण्यात आला नव्हता, म्हणून जगदीशचंद्रने यासंदर्भात लक्ष केंद्रीत केले. आता जगदीशचंद्रांपुढील पहिले कार्य असे होते की, सर्वप्रथम मिलीमीटर तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय लहरींचे प्रक्षेपण करणारे उपकरण भारतात तयार करणे. अशी उपकरणे फक्त प्रयोगशाळांपुरतीच तयार करण्यात आली होती आणि ती देखील पाश्चात्य देशांमध्येच होती. जगदीशचंद्रने तत्कालीन प्रचलित तंत्रज्ञान वापरून विद्युतशक्तीच्या आधारे निर्माण केलेल्या स्फुलिंगाच्या भार निर्माण विसर्जनाची क्रिया अत्यल्प काळात साधून असे उपकरण तयार केले. या उपकरणासंदर्भात त्यांनी प्लॅटीनम धातूचा प्रथम वापर केला. मिलीमीटर तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय लहरींची निर्मिती साध्य झाली होती. आता जगदीशचंद्रांपुढील आव्हान होते – या लहरींच्या संग्रहणासाठी संवेदक तयार करणे. लॉजने निर्माण केलेल्या संवेदकरूपी कोहेररमध्ये काही त्रुटी होत्या. एकदा विद्युतचुंबकीय लहरींचे संग्रहण झाल्यानंतर हे उपकरण विचलन दाखवायचे मात्र प्रक्षेपण थांबल्यानंतर मूळ स्वरूपात येत नसायचे. हा दोष टाळण्यासाठी जगदीशचंद्रनी तारांची भेंडोळी केल्याने होत असलेल्या ताणाचा गुणधर्म वापरून निर्माण केलेल्या घटकाचे (स्प्रिंग) तत्व वापरून नवीन कोहेरर बनवला. कोहेररसाठी त्यांनी तब्बल वीस धातू व मिश्रधातूंवर प्रयोग केले. तसेच यासंदर्भात विविध धातूंचाही वापर करून पाहिला. या उपकरणांसंदर्भातील खास उल्लेखनीय बाब म्हणजे जगदीशचंद्रनी ही उपकरणे तयार करण्यासाठी सहाय्य घेतले होते ते रस्त्याच्या कडेला बसून पत्रे वापरून लहानमोठया वस्तू बनवणाऱ्या एका सामान्य कारागिराचे.

ही उपकरणे वापरून जगदीशचंद्रने विद्युतचुंबकीय लहरींचे परावर्तन, अपवर्तन, ध्रुवीभवन इत्यादी गुणवैशिष्टये तपासली. ही गुणवैशिष्टये अभ्यासण्यासाठी प्रक्षेपक आणि संग्राहक यांच्यामध्ये लोलक ताग व पुस्तकांचे गठ्ठे इत्यादी साध्या वस्तूंचा वापर केला.

मिलीमीटर तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय लहरींसंदर्भात

खातरजमा झाल्यांनतर १९९४च्या नोव्हेंबरमध्ये जगदीशचंद्रनी आपला प्रयोगाचे जाहीर प्रदर्शन करायचे ठरवले. हे प्रदर्शन अर्थात प्रेसिडेन्सी महाविद्यालयातच होणार होते. या प्रसंगी महाविद्यालयातील मान्यवरांबरोबरच ब्रिटीश सरकारचे प्रतिनिधी लेफ्टनंट गव्हर्नर विल्यम मॅकेंझी हेही उपस्थित राहीले होते. प्रक्षेपकापासून संग्राहक तीन भितींपलीकडे सुमारे ७५ फूट दूर ठेवण्यात आला होता. सर्वजण स्थानापन्न झाल्यानंतर प्रक्षेपक सुरू झाला आणि ७५ फूटावरील संग्राहकात अदृश्य अशा विद्युतचुंबकीय लहरींचे संग्रहण होताच संग्राहकाला जोडलेली कळ आपोआप दाबली गेली आणि शोभेच्या दारूचा स्फोट झाला. आणखी एका प्रदर्शनात असेच प्रक्षेपण संग्रहण करून एक मैल अंतरावरील विद्युतघंटा वाजवण्यात आली. संशोधनाचा प्रारंभ झाल्यापासून अध्यापनाची जबाबदारी सांभाळून ही कामगिरी अवघ्या सहा महिन्यात पार पाडली गेली होती.

उपस्थितांना अदृश्य विद्युतचुंबकीय लहरींचे अस्तित्व सोप्या पद्धतीने कळावे म्हणून असे प्रदर्शन करण्यात आले होते. यानंतर अदृश्य विद्युतचुंबकीय लहरींच्या माध्यमातून संदेशवहन कसे साध्य करता येईल यावरील संशोधन गरजेचे होते. संदेशवहनासाठी संग्राहक जास्त संवेदनशील असणे महत्वाचे होते. तसेच हा संग्राहक प्रदीर्घ काळ कार्यरत राहणेही गरजेचे होते. जगदीशचंद्रनी यावर लक्ष केन्द्रीत करून धातूच्या वापरातून केवळ एक अग्र असलेला संग्राहक (सिंगल पॉईंट कॉन्टक्ट डिटेक्टर) निर्माण केला. यातूनच विसाव्या शतकाच्या मध्यावर शोध लागलेल्या अर्धवाहक पदार्थांचे मूळ तत्व विकसित झाले होते. या संग्राहकानंतर जगदीशचंद्रनी पुढे धातूंबरोबरच पारा तसेच शिसे यांचा वापर करून अतीसंवेदनशील संग्राहक निर्माण करण्यात यश मिळवले.

जगदीशचंद्रांचे संशोधन लॉर्ड रेलिय यांच्यापर्यंत पोहोचले आणि त्यांनी जगदीशचंद्रना ब्रिटनमध्ये शोधाच्या सादरीकरणासाठी आमंत्रित केले. जानेवारी १८९७ मध्ये जगदीशचंद्रनी ब्रिटनच्या प्रख्यात रॉयल इन्स्टीटयूशन तसेच अन्य संस्थांमध्ये आपले संशोधन सादर केले. जगदीशचंद्रांच्या अतीसंवेदनशील संग्राहकांमुळे आता शेकडो मैल दूर अंतरावरील संदेशवहन आटोक्यात येण्याची शक्यता निर्माण झाली होती. मानवी प्रगतीसाठी एक मोठे दालन खुले होणार होते. जगदीशचंद्रांच्या संशोधनानंतर अनेक मान्यवर नामवंत शास्त्रज्ञांनी त्यांना त्यांच्या शोधासंबंधीचे स्वामित्व हक्क घेण्यास सांगितले. मात्र त्यांनी यास नकार दिला. जगदीशचंद्रांचे यावर म्हणणे असे होते की, असे हक्क जर माझ्याकडे राहिले तर हे संशोधन सर्वदूर पोहोचणार नाही आणि मानवी जग या विज्ञान तंत्रज्ञानापासून वंचित राहील.

यानंतर अर्थातच या संशोधनाचा काही शास्त्रज्ञ संशोधकांनी वापर केला तसेच या विज्ञान तंत्रज्ञानाचा आणखी विकास केला. यातूनच मार्कोनी या इटालीयन संशोधकाने १८९८ मध्ये संदेशवहनाची संकल्पना प्रत्यक्षात उतरवली. तर पुढे १९०० नंतर अल्पावधित रेजिनॉल्ड फेसिडेन या (कॅनडा) आणि लॅन्डेल मौरा या (ब्राझील) संशोधकांनी विद्युतचुंबकीय लहरींच्या माध्यमातून ध्वनीलहरी प्रक्षेपित तसेच संग्रहीत करण्याचे तंत्रज्ञान स्थापित केले आणि आकाशवाणीचा जन्म झाला. एका अर्थाने जगदीशचंद्र बोस या भारतीय शास्त्रज्ञाने परकीय सरकारी व्यवस्था असताना केलेल्या अविरत परिश्रमाचे आणि जगासाठी मुक्त हस्ते खुल्या केलेल्या ज्ञानाचे हे फळ होते.

एकीकडे पदार्थविज्ञानात असे अद्वितीय संशोधन केल्यानंतर जगदीशचंद्रांनी पुढे जीवशास्त्र विषयातही जागतिक दर्जाचे संशोधन तर केलेच त्याचबरोबर वनस्पतींच्या संवेदनांच्या अभ्यासासाठीही उपकरणे विकसित केली.

◆

विलास रबडे, पुणे
मोबा. ९८२२५०२०७८