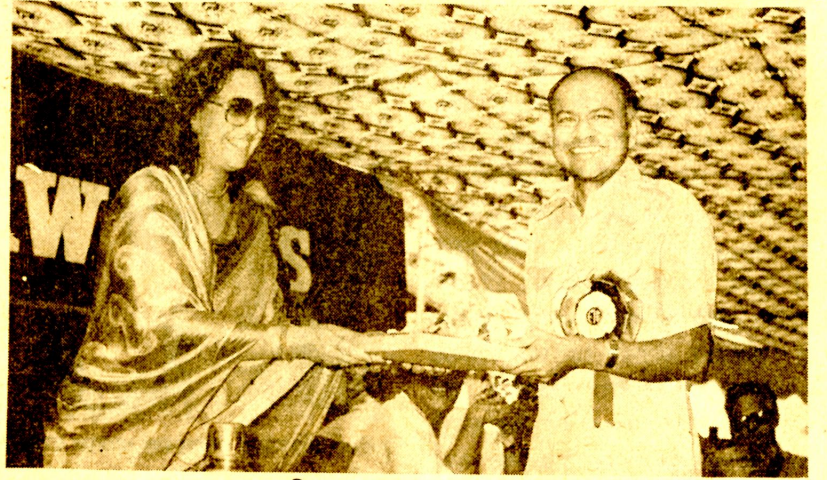


इंजिनियरिंग आणि मेडिकलकडं जाण्याची फॅशन सध्या आहे. ते कितपत योग्य ? इतर क्षेत्रं आहेत की नाहीत ? संशोधनाकडं जायला हवं की नाही ? तिथं कितपत वाव असतो ? अशा प्रश्नांची चर्चा शास्त्रज्ञ श्री. जयंत नारळीकर यांच्याशी केली. त्यांचं म्हणणं खालीलप्रमाणे :—

**मूलभूत संशोधनाबाबत :**

मूलभूत संशोधनाचे प्रत्यक्ष फायदे दिसत नाहीत. परंतु आजच्या विज्ञानाची-तंत्रज्ञाची उभारणी मूलभूत अशा विज्ञानशाखेवरच झालेली आहे. त्यामुळं तिकडे दुर्लक्ष करून भागणार नाही. खगोल शास्त्राचं उदाहरण घ्या. खगोल



१९८१ मध्ये इचलकरंजी येथे 'राष्ट्र भूषण' पारितोषिक श्रीमती लतीफ यांच्या हस्ते स्वीकारताना डॉ. नारळीकर.

# “निर्मितीचा आनंद, मनाचे समाधान हे संशोधन कार्यातच लाभते—”

शास्त्रातल्या संशोधनाने लगेच फायदे मिळाल्यासारखे दिसत नाहीत, परंतु लक्षात घ्यायला हवं की, गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत किंवा आण्विक पयूजनचा सिद्धांत खगोल शास्त्रातल्या संशोधनातूनच निर्माण झाले आहेत. अवकाशाचं विज्ञान हा सुद्धा खगोलशास्त्राच्या परिघावरचाच विषय आहे. तेव्हा जर अवकाशाचा वापर करावयाचा असेल, अभ्यास करायचा असेल तर खगोलशास्त्रातलं संशोधन अटळ आहे.

अर्थात खगोलशास्त्राच्या अभ्यासाचे प्रत्यक्ष उपयोगही आहेतच. अवकाशात गुरुत्वाकर्षण नसतं त्यामुळं पृथ्वीवर अशक्य असणाऱ्या कित्येक स्त्रिया तिथं जमू शकतील. त्यांचा वापर औद्योगिक उत्पादनांच्यासाठी करता येईल. अनेक औषधंही अवकाशात तयार करता येतील जी पृथ्वीवर अशक्य आहेत. अवकाशात वातावरण नाही, वायू नाहीत याचाही वापर विविध धातूंची मिश्रणं तयार करण्याकडं होऊ शकतो.

खगोलशास्त्राच्या ज्ञानाचा व व्यवहाराचा वापर औद्योगिक जगात आजही होतो आहे. आपल्याकडं मध्यंतरी रेडियो अँटेना उभारणीचं काम झालं. ज्या इंजिनियरांनी हे काम केलं त्यांना नंतर तत्सम कामासाठी खाजगी संस्थांनी बोलावून नेलं.

गणितात संशोधन नेहमीच चालत आलं आहे आणि पुढेही चालत राहील. पदार्थविज्ञानातल्या संशोधनाचे परिणाम लगेच आणि प्रत्यक्ष जाणवतात. पदार्थविज्ञानातल्या शोधांचा उपयोग उद्योगात सरळ होतो पण खगोलशास्त्राचं तसं नाही. खगोलशास्त्रात गृह, तारे, अवकाश यातल्या घडामोडींचा, त्यांच्या व्यवहाराच्या सिद्धांताचा अभ्यास आम्ही करतो. हा पाया असतो, त्यावर पुढल्या बऱ्याच गोष्टींचा इमला उभा राहतो. तेव्हा मला असं म्हणायचं आहे की, खगोलशास्त्र महत्त्वाचं आहे. त्याचा अभ्यास झाला नाही तर आपण मागे पडू, आपण ज्ञानाला पारखे होऊ.

जुलै १९६४ मध्ये डॉ. नारळीकरांचे हे चित्र वृत्तसंस्थानी विलायतेतून धाडले होते.



**खगोलशास्त्रा व्यतिरिक्त इतर क्षेत्रातल्या शक्यता किती ?**

खगोलशास्त्राचं मी आपलं एक उदाहरण दिलं. इतरही शास्त्रात कामाला खूप वाव आहे आणि तिथं काम होणं अत्यावश्यक आहे. संगणकाचं उदाहरण घ्या. कॉंप्युटरचं शास्त्र आता खूप विकसित होत आहे आणि त्या शास्त्राचा व्यवहार आता सर्वच शाखा व्यापून टाकत आहे. संगणकाचा वापर करणं हे एक महत्त्वाचं काम आहे. त्याला सॉफ्टवेअर म्हणतात. अधिकात अधिक काम कॉंप्युटरकडून करून घेणं हे मोठं कसबाचं काम आहे. कॉंप्युटरचा उत्तम वापर करण्यावर प्रगती तर अवलंबून आहेच, पण त्या ज्ञानाचा वापर व्यापार उद्योगातही आता मोठ्या प्रमाणावर होऊ शकतो. पश्चिमी देशात तसा झाला आहे, तेव्हा आपल्याकडं मुलांनी तिकडं जायलाच पाहिजे.

कंप्युटरवर एक इमेज प्रोसेसिंग, प्रतिमा तयार करण्याचं तंत्र आहे. आपला टी. व्ही. चा पडदा असतो. प्रकाश बिंदू दिलेला असतो आणि कंप्युटर दिलेला असतो. कॉंप्युटरला असा कार्यक्रम द्यायचा की, प्रकाशबिंदू फिरून फिरून पडद्यावर एक प्रतिमा तयार होईल. उदा. असा कार्यक्रम द्यावयाचा की, पडद्यावर भारताचा नकाशा तयार होईल. तर हे असं प्रतिमा तंत्र. अंतरिक्षातल्या ग्रहताऱ्यांचा अभ्यास आम्ही जेव्हा दुर्बिणीतून करतो तेव्हा या प्रतिमांमधून आम्हाला अधिक माहिती मिळवणं शक्य होतं. आज प्रतिमा तंत्र जाणणाऱ्या तंत्रज्ञांची फार आवश्यकता आहे. हे तंत्र

जाणण्यांच्यांचा फार उपयोग उद्योगधंद्यात केला जातो.

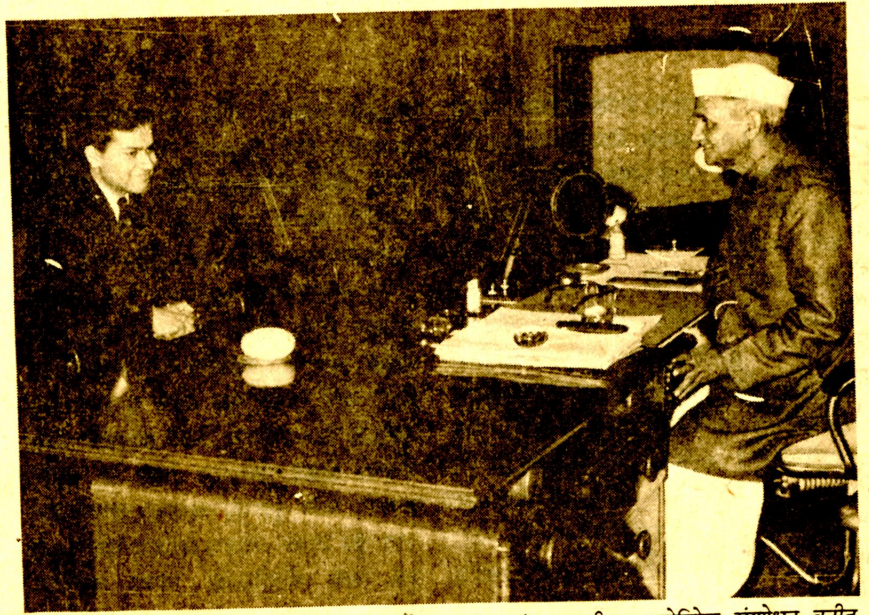
कॉंप्युटर हार्डवेयर हाही एक प्रचंड वाढणारा विभाग आहे. इलेक्ट्रॉनिक्स, कंप्युटर तयार करणे, ते सतत उपयोगानुसार सुधारत राहणं हे एक मोठं काम आहे. प्रत्येक क्षेत्रात कंप्युटरनं आपले हातपाय पसरले आहेत. अवकाशात पाहण्यासाठी आम्ही दुर्बिणीचा उपयोग करतो. पण निरीक्षण कसं करायचं, काय निष्कर्ष हवेत ते ठरवलं की, त्यानुसार विविध उपकरणं आणि कंप्युटर दुर्बिणीला जोडावे लागतात. त्यांची संकल्पना करणं, आरेखन करणं, त्यांची निर्मिती, करणं आणि त्यांचा वापर करणं या फार महत्त्वाच्या गोष्टी आहेत. तेव्हा यावरून लक्षात येयला हवं की, कंप्युटरचं शास्त्र किती महत्त्वाचं आहे आणि किती विकसित होत आहे.

### खगोलशास्त्रात आपल्या देशात विद्यार्थ्यांना कितपत वाव आहे ?

वाव तर भरपूर आहे. आपल्याला प्रगती करायची असेल तर खगोलशास्त्रातल्या संशोधनाकडं लक्ष द्यायला हवं. आपल्या देशात ज्यांना खगोलशास्त्रज्ञ म्हणतो अशा जेमतेम २५० व्यक्ती आहेत. अमेरिकेत त्यांची संख्या कित्येक हजारात मोजावी लागेल. आम्ही विद्यापीठांना विनंती करीत आहोत की, त्यांनी आपल्या पदार्थविज्ञान विभागात खगोलशास्त्राच्या अभ्यासाची व्यवस्था करावी. सरकारही खगोलशास्त्राच्या संशोधनासाठी अनेक योजना आखीत आहे. आपल्याकडं आता ९० इंजी दुर्बिन तयार झालेली आहे. १८० इंजी दोन दुर्बिणीची तयारी होते आहे. जमलं तर पुढल्या १० वर्षांत ३६० इंजाची दुर्बिन तयार करण्याची सरकारची योजना आहे. या दुर्बिणींचा उपयोग करून प्रगती साधायची असेल तर अधिक विद्यार्थी खगोलशास्त्राकडं यायला हवेत. दूरदर्शन आपण पाहत आहोत. इन्सॅटचं काम आणि फायदे आपण पाहत आहोत. जर सॅटेलाईट कम्यूनिकेशनचा फायदा हवा असेल तर पदार्थविज्ञान, खगोलशास्त्र याकडं विद्यार्थ्यांनी वळायला हवं. विद्यापीठांनी या कामी पुढाकार घ्यायला हवा.

**इंजिनियरिंग - वैद्यकीय बाजूला गेलं की भरपूर पैसा मिळतो. तेवढा पैसा इतर ठिकाणी मिळत नाही. म्हणून इतर मूलभूत संशोधनाच्या बाजूला विद्यार्थी वळत नाहीत, आपलं मत ?**

एक गोष्ट आधीच स्पष्ट केली पाहिजे की, संशोधन, प्राध्यापकी ही क्षेत्रं काही भरपूर पैसे मिळवून देणारी क्षेत्रं मुळातच नाहीत. भरपूर पैसे



हीच जर कसोटी असेल तर त्यांनी डॉक्टर वगैरे होणंच बरं. पण याचा अर्थ आम्ही शास्त्रज्ञ-संशोधक दुःखात असतो असं नाही. गाड्या आणि आलिशान फ्लॅट्स नसले तरी एकूण चांगलं चालतं. मूलभूत संशोधन करणाऱ्या संस्था सरकारी सहाय्यानंच चालतात तेव्हा अशा ठिकाणी काही वर्षं काम केल्यावर सरकार रहाण्याची व इतर व्यवस्था ठिकपणानं करतं. चांगलं जगता येईल याची व्यवस्था निश्चितच असते. परदेशातही एक प्राध्यापक आणि इतर व्यावसायिक यांच्या मिळकतीत तफावत असते. पण तरीही तिथं विद्यार्थी आघणहून मूलभूत संशोधनाकडं येतात.

### हुशार विद्यार्थी-परीक्षा पद्धती-वैज्ञानिक.

माझं एक सर्वसाधारण मत सांगतो, बारावीत ९० टक्क्यांपेक्षा जास्त गुण मिळवणारे विद्यार्थी हुषार असतात असं म्हणता येणार नाही. त्यापैकी काही हुषार असू शकतील, पण ९० टक्के मार्क म्हणजेच हुषारी असं मानायला मी तयार नाही. ही मुलं क्लासला जाऊन परीक्षा देण्यात 'तयार' झालेली असतात. त्यांना परीक्षेचं तंत्र तेवढं माहित असतं. शास्त्रज्ञ होण्यासाठी कुतुहल असावं लागतं, प्रश्न विचारायची व समजून घ्यायची इच्छा असावी लागते. ही इच्छा आणि कुवत परीक्षा पद्धतीत मारली जाते. तेव्हा ज्यांना इतके गूण मिळालेले नाहीत ते विद्यार्थीच अधिक हुषार असतील आणि त्यांच्यातूनच चांगले शास्त्रज्ञ होऊ शकतील. ९० टक्क्यांपेक्षा जास्त गुण मिळविणाऱ्यांना एखादी वेगळी प्रश्नपत्रिका दिली तर त्यांना त्यात पास होणं जड जाईल.

**संशोधक होण्यातलं सुख आणि आनंद मी मॅट्रीकला पहिला आलो होतो,**

डॉ. जयंत नारळीकर अमेरिकेत संशोधन करीत असता खास आमंत्रणावरून भारत भेटीसाठी आले होते. तेव्हाचे पंतप्रधान कै. लालबहादुर शास्त्री यांची भेट त्यांनी घेतली त्यावेळचे छायाचित्र. ९ फेब्रुवारी १९६५ चे चित्र.

तेव्हापासून माझ्या वडिलांचे मित्र म्हणू लागले की हा इंजिनियर होणार. बनारसच्या इंजिनियरिंग महाविद्यालयातले प्राध्यापक माझी वाटच पहात होते. इंटरनेतर मी सायन्सकडे गेलो. खगोलशास्त्राचा अभ्यास केला. माझ्याबरोबरचे काही विद्यार्थी चमकले नाहीत पण उत्तम शास्त्रज्ञ झाले. गाजलेल्यांपैकी दोघेतिघे माझ्याप्रमाणेच शास्त्र शाखेकडे गेले, शास्त्रज्ञ झाले. आम्ही सर्वजण आनंदात आहोत, आमच्या कामात आम्ही छान रमलो आहोत. जॉब सॅटिस्फॅक्शन नावाची एक महत्त्वाची गोष्ट असते ती आम्हाला मिळतेय. मला मोकळा वेळ मिळू शकतो त्याच वेळात मी इतर वाचन करू शकतो, लेखन करू शकतो. इतर अनेक लोकांच्या तुलनेत आमच्यावर माझ्यावर तणाव नसतात, टेन्शन नसतं. आम्ही छान असतो. काही डॉक्टरलोक या इस्पितळातून त्या इस्पितळात, कन्सल्टिंग रुमवरून दवाखान्यात सतत धावपळ करत असतात. भरपूर पैसे मिळवतात पण मनःशांती नाही, फुरसत नाही, मिळालेला पैसा आनंदात उपभोगायला त्यांच्याजवळ वेळ नाही, शास्त्रज्ञांवर किंवा संशोधकांवर अशी पाळी येत नाही.

संशोधनात शास्त्रज्ञ मूलभूत अशी गोष्ट शोधायला जात असतो. बरेचवेळा शोध एका गोष्टीचा सुरू होतो आणि प्रत्यक्षात तिसरंच काहीतरी हाती लागतं. कोलंबस भारत शोधायला निघाला आणि त्याला अमेरिका सापडली. शास्त्रज्ञ निसर्गात काही तरी शोधतो

एखादी संगती, एखादा नियम शोधत असतो, तो तसा निसर्गात असतो किंवा सापडतोच असं नाही परंतु खूप प्रयत्न केल्यावर त्याला एखादी महत्त्वाची गोष्ट हाती लागते. मग अवर्णनीय असा आनंद होतो. हा आनंद किंवा थरार दररोज काही होत नाही, पण जेव्हा जेव्हा तो मिळतो तेव्हा तो दीर्घ काळ टिकतो आणि त्या आनंदाच्या जोरावर पुढला बराच काळ काम करायला जोर येतो. हा जो आनंद शास्त्रज्ञाला मिळतो तो अवर्णनीय असा असतो, एक प्रकारची धुंदी त्यातून येते. पैसे मिळवणं ही एक वेगळी गोष्ट आहे. पण आयुष्यात काही एक ध्येय प्राप्त करणं यात एक वेगळा आनंद आहे. त्याचं मोजमाप पैशात होत नाही. असा आनंद हे शास्त्रज्ञ संशोधकांचं खास वैशिष्ट्य. एखाद्या गोष्टीचा वर्षानुवर्षे ध्यास घेऊन पाठलाग करायचा आणि दीर्घ परिश्रमानंतर ती गोष्ट आपल्याला मिळते. केवढा आनंद.

मी केंब्रीजमध्ये अभ्यासाला गेलो तेव्हा

(पान ७ वरून)

मूल्यावर ठरतं, ते करणाऱ्या शास्त्रज्ञाच्या वयावर किंवा अनुभवावर ठरत नाही. श्रेय मिळणं, गौरव होणं या गोष्टीत सीनियॉरिटी आड येत नाही. या क्षेत्रात आज्ञापालन वगैरे कटकटी कमी असतात. एक बरोबरीचं नातं असतं आणि योग्यतेला महत्त्व असतं. नारळीकर आणि हॉईल यांच्या वयात, ज्येष्ठतेत आणि अनुभवात तसं पाहिलं तर खूप फरक होता. पण तरीही दोहोंचे शोध एकत्र प्रसिद्ध झाले, दोघांनाही सारखंच श्रेय मिळालं. वयानं तरुण असणाऱ्या विद्यार्थ्यांशी आज नारळीकर बरोबरीच्या भावनेनं वागतात. शाळकरी विद्यार्थ्यांच्या प्रश्नांना उत्तरं देण्यात त्यांना आनंद वाटतो. कारण समोरच्या व्यक्तीची प्रतिभा महत्त्वाची असते, त्या व्यक्तीचं वय महत्त्वाचं नसतं.

अर्थात एक गोष्ट लपवणं बरोबर नाही की या क्षेत्रातही काही वाईट प्रवृत्ती शिरलेल्या आहेत. संशोधनाचा वापर व्यक्तीगत महत्त्वाकांक्षा साधण्यासाठी केला जातो आहे. संशोधन असंच काढावं की ज्यामुळं परदेशी जाता येईल किंवा भरपूर बिल लावून पैसा मारता येईल. हे प्रकार होताहेत हे खरं आहे. पण ही गोष्ट वाईट आहे याची जाणीव असणारे आणि हाडाचे शास्त्रज्ञ म्हणता येईल अशा व्यक्ती अजूनही आहेत ही गोष्ट जास्त महत्त्वाची आहे. पालकांना जर मूल्यांची काळजी असेल तर चांगला संस्कार झालेली मुले या क्षेत्रात पाठवून ते क्षेत्र चांगलं राखता येईल. हे दोष का

विख्यात शास्त्रज्ञ हॉईल यांच्याबरोबर काम करण्याची संधी मिळाली. मी तर हरखूनच गेलो. भीती वाटायची, आणि आदरही होता. सुरुवात करून सहा-सात महिनेच झाले असतानाच एक मोठे शास्त्रज्ञ राईल यांनी हॉईल यांच्या विश्वविषयक सिद्धांताला चूक ठरवणारं आव्हान दिलं. तेव्हा आपला सिद्धांत कसा बरोबर आहे ते शास्त्रज्ञांना पटवण्यासाठी प्रा. हॉईल यांनी तयारी सुरू केली व त्यात मला मदतीला घेतलं. भरपूर तयारी झाल्यावर जेव्हा वादाचा दिवस उजाडला तेव्हा प्रा. हॉईल म्हणाले 'मला दुसऱ्या कामाला जायचं आहे तेव्हा तूच जाऊन आपला सिद्धांत मांड.' मला पूर्वी असं परिघेसमोर भाषण करण्याचा अनुभव नव्हता. रॉयल अॅस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीच्या शास्त्रज्ञांसमोर बोलायचं म्हणजे सामान्य गोष्ट नव्हती, जराशी धाकधूक होती. पण विचार केला की, आपले मुद्दे, आपला अभ्यासच इथं अधिक महत्त्वाचा असतो. मी

येतात? व्यापारी वृत्तीमुळे आणि जीवनविषयक अनैतिक कल्पनांमुळे. पैसा हीच संस्कृती, पैशालाच प्रतिष्ठा अशा घाणेरड्या कल्पना पालक करतात, म्हणून तर अनवस्था प्रसंग ओढवला आहे. तेव्हा यातून मार्ग काढण्यासाठीच विकृत कल्पनांचा संस्कार नसलेली मुलं मूलभूत संशोधन किंवा इतर क्षेत्रात पाठवली पाहिजेत. मग ती मुलं तिथं घोळ करणार नाहीत.

संशोधन संस्थातही वातावरण दूषित असल्याच्या बातम्या आहेत. संशोधकांच्या आत्महत्या का होतात? याचं उत्तर शोधू लागलो तर या क्षेत्राच्या दोषाचं दर्शन घडतं. सरकारमार्गे येणाऱ्या राजकारणाचा हा परिणाम आहे. शास्त्रज्ञांचे रूपांतर प्रशासकात करण्याची दुष्ट प्रवृत्ती हळूहळू मूळ धरू पहात आहे. हे काही बरं नाही. पण यावरचा उपायही विद्यार्थी-पालक यांच्याच हातात आहे. संशोधनाचा व कामाचा दर्जा सोडायचा नाही असं आपण ठरवलं तर दुष्ट प्रवृत्तींना अटकाव होऊ शकतो. काही एका प्रमाणात दोष हे प्रत्येक क्षेत्रात असणं अपरिहार्य झालं आहे. संबंध समाजातच दोष आहेत म्हटल्यावर एखादं क्षेत्र दोषरहित असणं संभवत नाही. पण म्हणून त्या त्या महत्त्वाच्या क्षेत्राकडं दुर्लक्ष करून योग्य नाही.

एक गोष्ट खरी आहे की प्राध्यापकी, संशोधन ही क्षेत्रं नीट आर्थिक मोबदला देणारी नाहीत. ही कामं पोट मारून आणि कमालीच्या हालअपेष्टा सोशीतच केली पाहिजेत अशा

व्यवस्थित तयारी करून बोललो. हजर असणाऱ्या वैज्ञानिकांनी सांगितलं की, माझं भाषण प्रभावी होतं. त्या दिवशी मी अनेक नव्या गोष्टी शिकलो, एक आत्मविश्वास मला आला.

तीनेक वर्षानंतर गुरुचा सिद्धांत प्रा. हॉईल व मी अशा दोघांनी मांडला. परिघेसमोर तो ठेवताना समानतेच्या तत्वाला अनुसरून अर्धा भाग त्यांनी मला त्यांच्या बरोबरीनं वाचायला लावला. एका विश्वविख्यात शास्त्रज्ञाच्या बरोबरीने सिद्धांत मांडणं हा फारच मोठा अनुभव होता. एक प्रकारे ती मान्यताच होती. यात फार मोठं समाधान असतं. इथं माझ्या हाताखाली शिकत असणाऱ्या विद्यार्थ्यांना राष्ट्रीय शिष्यवृत्ती मिळाल्या. आपल्या विद्यार्थ्यांना मान्यता मिळते यातूनही खूप समाधान लाभत असतं. या समाधान आणि आनंदाचं वर्णन करणं कठीण आहे.

कल्पना समाजात रूढ आहेत. भारतातल्या दारिद्र्याचं उदात्तीकरण करणाऱ्या तत्त्वज्ञानाचा तो परिणाम आहे. चांगल्या स्थितीत असलेला संशोधक आपल्या कल्पनाचित्रात बसतच नाही. पायात चपला नाहीत, खांद्यावर ग्रंथ घेऊन फिरताहेत, लोकांकडं दान मागताहेत. अशाच संशोधकांकडं पाहणं आपल्याला बरं वाटतं. सरकार आपलंच असतं. म्हणूनच तर प्राध्यापक-शिक्षक-संशोधक कसा घाण अवस्थेत राहिल याचीच व्यवस्था आपण करतो. या कल्पना बदलायला हव्यात. धोडो पैशाची व्यवस्था मुळीच नको, पण पाच माणसांचं कुटुंब चिंता न लागता चालवता यावं एवढी तरी सोय करायला हवी. समाजाची सेवा आपण करतो ही भावना कुठल्याही पैशात हवीच, पण स्वाभिमानानं जगतो आहोत असंही माणसाला वाटायला हवं.

तेव्हा प्रश्न समाजानं आपला दृष्टीकोन बदलण्याचा आहे. पैशामागे लागण्याऐवजी अधिक सुसंस्कृत, संतुलित, समाधानी जीवन जगण्याचा विचार आपण करायला हवा, त्या दिशेनं मार्ग शोधायला हवा. एखाद्या विशिष्ट व्यवसायावर अतिरेकी भर देण्यापेक्षा समाजाची सर्वांगीण प्रगति साधू शकेल अशारीतीनं विविध अभ्यासक्रमाकडं विद्यार्थ्यांना पाठवायला हवं आणि हे पालकांनाच करायचं आहे. त्यासाठी मुलांचा कल काय आहे ते पाहायला हवं आणि इतर कोणती क्षेत्रं उपलब्ध आहेत त्याचा शोध घ्यायला हवा.