

विज्ञान र वैज्ञानिक विधि : अभिज्ञान र पद्धति

प्रा. डा. आरपी खतिवडा त्रिभुवन विश्वविद्यालय, तथ्याङ्क शास्त्र केन्द्रीय विभागमा प्रध्यापनरत हुनुहुन्छ । उहाँ त्रिभुवन विश्वविद्यालय, विज्ञान तथा प्रविधि अध्ययन संस्थानका पूर्व-डीन र नेपाल स्ट्याटिस्टिकल सोसाइटीका अध्यक्ष समेत हुनुहुन्छ । सम्पादक मण्डल

सार संक्षेप

प्रस्तुत लेख सामान्यतया वैज्ञानिक पद्धति, विज्ञानको दर्शन, अनुसन्धान पद्धति र सम्बन्धित क्षेत्रहरूमा रुचि राख्ने पाठकहरूलाई उपयुक्त हुनेगरी पस्कन प्रयास गरिएको छ । लेखले शोधकर्ता, विज्ञानकर्मी, नवप्रवर्तक, विज्ञानको दर्शनका विद्यार्थीहरू, शिक्षक र प्रशिक्षकहरू, विज्ञान-लेखक तथा विज्ञान र वैज्ञानिक विधिमा रुचि राख्ने आम मानिसहरूमा जिज्ञासाको तह अझ बढाउने अपेक्षा गरिएको छ । विज्ञान के हो, यो किन र कसका लागि, यसको दार्शनिक आधार के हुन् ? यस्ता आधारभूत विषयको चर्चाका साथ यो लेख आरम्भ गरिएको छ । सार रूपमा यहाँ, विज्ञानले अर्थपूर्ण खोजका लागि संरचित र भरपर्दो विधि प्रदान गर्दछ । विश्वको गहिरो बुझाइ प्राप्त गर्न र प्रमाणको आधारमा सूचित निर्णयहरू गर्न मार्गप्रशस्त गर्दछ । त्यसैले विज्ञानको अस्तित्व र अवस्थिति जहिल्यै पनि अपेक्षित छ भन्ने धारणा पेश गरिएको छ । लेखको मूल भागमा, लेखको उद्देश्य सम्बोधन गर्ने हेतुले ज्ञानार्जनका लागि मानव जातिले प्रयोग गरिआएका विभिन्न विधिहरूको संक्षिप्त चर्चा गरिएको छ । वैज्ञानिक अनुसन्धानको आधारभूत अनिवार्यताका रूपमा रहेको 'ज्ञानार्जनको वैज्ञानिक विधि' र यसमा अन्तर्निहित सिद्धान्तहरूको विवेचना गरिएको छ । वैज्ञानिक विधिका विशेषता र अन्य स्वभावहरूको चर्चा चर्चा गरिएको छ । यसपछि आफ्नै अनुसन्धान वा अध्ययनले वैज्ञानिक विधिको पक्षपोषण गर्न सकेको छ कि छैन भनी कसरी जाँच गर्न सकिनेला, चर्चा गरिएको छ । लेखको समाप्तिर बोध र वैज्ञानिक विधिमा प्रश्नको आवश्यकता र महत्त्व संक्षिप्तमा उल्लेख गरिएको छ । साथै वैज्ञानिक विधिको संरचित दायरा उलंघन नगरी विज्ञानका सम्भावनाहरू कसरी सकारात्मक र प्रभावकारी रूपमा ग्रहण गर्न सकिन्छ भन्ने विश्लेषण प्रदान गर्ने जमर्को गरिएको छ ।

मुख्य शब्दहरू अन्तर्ज्ञान, मिथ्याकरण, वैज्ञानिक विधि, वस्तुनिष्ठता, पृच्छा, परिशुद्धता

परिचय पृष्ठभूमि

निसन्देह, मिथ्या-कल्पना र अन्धविश्वास रहित विशेष ज्ञानको मूर्तरूप नै विज्ञान हो । भनिन्छ, आवश्यकता नै आविष्कारको जननी हो । प्रष्टै छ, मानिसको आवश्यकता र जिज्ञासुपनले विज्ञान र अविष्कारको प्रादुर्भाव भयो । आफू वरिपरिको प्रकृति, भूबनोट, आकाश र संसारको बारेमा बुझ्न मानव जातिले जिज्ञासा, चिन्तन र खोजको क्रम पनि आफ्नो विकासको क्रमसँगै शुरू गरेको पाइन्छ । कल्पना, चिन्तन र प्रयोगमा आधारित भएर आधुनिक मानवले यी विषयलाई समयानुसार आ-आफ्नै ढङ्गले परिभाषित गर्ने प्रक्रिया चल्यो । यस्तो वैज्ञानिक विचारको विकासको लामो र जटिल शृङ्खला मानिसकै पुरातन सभ्यताहरूको अध्ययनबाट पत्ता लगाउन सकिन्छ । हजारौं वर्षमा बिस्तारै विकसित भएको हुनाले वैज्ञानिक विचारको उत्पत्ति समय सही रूपमा पत्ता लगाउन गाह्रो छ । इसापूर्व छैटौं र पाँचौं शताब्दीतिरै प्राचीन ग्रीकहरूले पौराणिक वा धार्मिक व्याख्याहरूमा मात्र भर पर्नुको सट्टा घटनाहरूको प्राकृतिक व्याख्या आरम्भ गर्दै प्रारम्भिक वैज्ञानिक विचारको सूत्रपात गरेका थिए । वैज्ञानिक दृष्टिकोणको प्रादुर्भाव इसापूर्वमै भएको देखिए पनि इसाको १० औं शताब्दीसम्म आइपुग्दा पनि धेरै नवीन खोजको विवरण पाउन सकिन्न । इसाको १६ औं शताब्दीदेखि १८ औं शताब्दीको समयमा आएर वैज्ञानिक क्रान्तिले परम्परागत विचारलाई महत्वपूर्ण रूपमा बिदा दिएको हो । १९औं र २०औं शताब्दीमा विज्ञानको निरन्तर विकाससँगै मानव जातिका लागि अत्यावश्यक प्रविधि र उद्योगको द्रुततर रूपमा विकास हुनगयो । वैज्ञानिक अनुसन्धानले प्राकृतिक घटना र सिद्धान्तहरूको नवीन ज्ञान र बोध उत्पन्न गर्यो, साथै नयाँ प्रविधिको विकास गर्दै व्यावाहिरिक प्रयोगको बलियो जग बसायो । फलस्वरूप, तीव्र रूपमा प्राविधिक तथा औद्योगिक विकास र चामत्कारिक रूपमा प्रकृति र ब्रह्मान्डको खोज अगाडि बढ्यो । यो लेखमा पहिले त संसारलाई फरक ढङ्गले हेर्ने, बुझ्ने र व्याख्या गर्ने प्रक्रिया कसरी शुरू भयो, संसारलाई जान्न विज्ञान र वैज्ञानिक धारणाले कस्तो भूमिका निर्वाह गरेको छ, विज्ञानको दार्शनिक आधार के हो, विज्ञानले कसरी मानिसको सोच बदलिदियो र नयाँ कुरा बोध गरायो, किन विज्ञानको अस्तित्व र अवस्थिति जहिल्यै पनि अपेक्षित छ, विज्ञानसँग विभिन्न ज्ञानक्षेत्रहरूमा प्रगति र नवीनताका लागि सम्भावना के-के छन् भन्नेजस्ता आधारभूत विषयमा चर्चा गरिएको छ । लेखको अर्को खण्डमा वैज्ञानिक अनुसन्धानका केही आधारभूत विषयहरूमा चर्चा गरिएको छ । यस्तो चर्चाको जड नै यस लेखको 'समस्या कथन' हो । 'कतिपय विज्ञानसम्बन्धी अनुसन्धान लेखहरूमा समेत वैज्ञानिक मान्यताहरू, मापदण्डहरू र विधिहरू पनि उल्लङ्घन भएको पाइने गरेको' (Stroebe, Postmes, & Spears, 2012) प्रसँग नै यस लेखको केन्द्रीय विषय बन्यो । सो प्रसङ्गलाई सम्बोधन गर्ने हेतुले नै यो लेख तयार भएको छ । मानव

मात्रले कसरी सिक्न सुरु गर्छ, कुनै कुरालाई के-के विधिबाट आत्मसात गर्छ, कुन विधि वैज्ञानिक हो र कुन विधिको सिकाइ विज्ञानसम्मत हुँदैन भन्ने कुराको चर्चा नै यो लेखको विषय बनाइएको छ । यसै सेरोफेरोमा ज्ञान आर्जनका विविध विधिहरू: अटलताको विधि, अख्तियारको विधि, अन्तर्ज्ञानको विधि, तर्कको विधि, अनुभवको विधि र वैज्ञानिक विधिका सकेसम्म सबै पक्षको चर्चा गरिएको छ । वैज्ञानिक विधि अवलम्बन गर्ने सवालमा पृच्छा अर्थात् प्रश्न गर्ने इच्छाको कस्तो भूमिका रहन्छ भन्ने विषय यसपछि चर्चा गरिएको छ । र, अन्त्यमा वैज्ञानिक विधिका मान्यताहरू उल्लङ्घन नगरी विज्ञानका सम्भावनाहरूलाई मानवोचित प्रयोगका लागि के-कसरी व्यवस्थित गराउन सकिनेला भन्ने विचार प्रस्तुत गरिएको छ ।

के हो विज्ञान र विज्ञानको दर्शन ? s_

प्रमाणमा आधारित व्यवस्थित पद्धतिको अनुसरण गर्दै प्राकृतिक र सामाजिक संसारको ज्ञान र बोधको खोजी तथा अनुप्रयोग नै विज्ञान हो । अर्थात् विज्ञान अवलोकन, प्रयोग र परीक्षणयोग्य परिकल्पना र सिद्धान्तहरूको तथा विश्लेषणको माध्यमबाट प्राकृतिक संसारका बारेमा ज्ञान प्राप्त गर्ने एक व्यवस्थित, सङ्गठित र अनुभवजन्य दृष्टिकोण हो । यसले समाज, प्रकृति र ब्रह्माण्डको व्यवहार लाई नियन्त्रण गर्ने ढाँचा, नियमहरू र सिद्धान्तहरू पत्ता लगाउन खोज्छ । विज्ञानका आधारभूत कडीहरूमा परिकल्पनाहरू तयार गर्नु, प्रयोगहरू सञ्चालन गर्नु र डेटा सङ्कलन गर्नु, प्रमाणहरूको आधारमा निष्कर्ष

निकाल्नु, विभिन्न घटनाहरूलाई नियन्त्रण गर्ने अन्तर्निहित सिद्धान्तहरू र संयन्त्रहरू बुझ्नु तथा तिनीहरूको व्याख्या गर्नुजस्ता कुरा पर्दछन् । घटनाहरू बुझ्नु र व्याख्या गर्नु,

ढाँचाहरू पत्ता लगाउनु र भविष्यवाणी गर्नु नै विज्ञानको उद्देश्य हो । विज्ञानले अर्थपूर्ण खोजका लागि संरचित र भरपर्दो विधि प्रदान गर्दछ, जसले विश्वको गहिरो बुझाइ प्राप्त गर्न र प्रमाणको आधारमा सूचित निर्णयहरू गर्न मार्गप्रशस्त गर्दछ । त्यसैले विज्ञानको अस्तित्व र अवस्थिति जहिल्यै पनि अपेक्षित छ । विज्ञानले भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान, खगोल विज्ञान, स्नायुविज्ञान, मनोविज्ञान, समाज विज्ञानसहितका अन्य धेरै विषयहरू समेटेको छ । विज्ञान कसका लागि हो भन्ने प्रश्नमा घोटिल्ला भन्न सकिन्छ- यो सबैका लागि हो । यसको आविष्कार र अन्तर्दृष्टिले समग्र समाजका लागि व्यापक अनुप्रयोग र प्रभावहरू छोडेको छ । वैज्ञानिकहरू ज्ञानको दायरा बढाउन अनुसन्धानमा संलग्न हुन्छन् । तर, वैज्ञानिक बोधका फाइदाहरू विभिन्न प्राविधिक क्षेत्रहरू, उद्योगहरू र दैनिक जीवनमा विस्तार हुन्छन् । विज्ञानले व्यक्ति, समुदाय, जनसङ्ख्यासहित चिकित्सा विकासदेखि प्राविधिक आविष्कार, वातावरणीय संरक्षण देखि अन्तरिक्ष अन्वेषणसम्ममा विश्वव्यापी प्रभाव पार्छ । जाँच विज्ञानको दर्शन एउटा यस्तो क्षेत्र हो, जसले विज्ञान के हो, यसले कसरी काम गर्दछ र कस्ता तर्क एवं प्रयोगको माध्यमबाट हामी वैज्ञानिक ज्ञान निर्माण गर्दछौं भन्नेजस्ता विषय प्रष्ट पार्दछ । 'विज्ञानको दर्शन' दर्शनको एक शाखा हो, जसले विज्ञानका आधारभूत अवधारणाहरू, विधिहरू र अन्तर्निहित मान्यताहरू तथा वैज्ञानिक अन्वेषणको प्रकृतिको गर्दछ । यसले वैज्ञानिक विधि, वैज्ञानिक तर्कको प्रकृति, वैज्ञानिक सिद्धान्तहरूको मूल्याङ्कन गर्ने मापदण्ड, विज्ञान र ज्ञानका अन्य रूपहरूबीचको सम्बन्ध, सिद्धान्त र अवलोकनबीचको सम्बन्ध तथा वैज्ञानिक तर्कमा प्रयोग र प्रमाणको भूमिकासँग सम्बन्धित प्रश्नहरूको अन्वेषण गर्दछ । विज्ञानको दर्शनले वैज्ञानिक विधि, वैज्ञानिक यथार्थवाद र वैज्ञानिक अनुसन्धानको सामाजिक एवं नैतिक प्रभावजस्ता व्यापक मुद्दाहरूलाई पनि सम्बोधन गर्दछ । विज्ञानको दार्शनिक आधारका रूपमा केही विशेषताहरू रहेका छन् । सामान्यतया वैज्ञानिक विधिको कसीमा निम्नलिखित विशेषताहरू प्रतिबिम्बित हुनु आवश्यक मानिन्छ :

क) अनुभववाद, अर्थात् प्रत्यक्ष अवलोकन र प्रयोगद्वारा प्राप्त प्रमाणको महत्त्व (Shelley, 2006)

ख) प्रकृतिवाद, अर्थात् संसारको अलौकिक वा अधिभौतिक व्याख्याहरूको सट्टा प्राकृतिक कारणहरू र संयन्त्रहरू केन्द्रित व्याख्या (Papineau, 2007) ग) मिथ्याकरण, अर्थात् कुनै

नयाँ परिकल्पना वा सिद्धान्तलाई वैज्ञानिक मान्नका लागि सम्भवतः पूर्ववत् परिकल्पना वा सिद्धान्तलाई गलत साबित गर्न सक्ने प्रयोग वा अवलोकनको सम्भावना (Popper, 2005)

घ) वस्तुनिष्ठता, अर्थात् प्रकृति वा प्रणालीको व्याख्यालाई प्रभाव पार्ने सक्ने पूर्वाग्रह, व्यक्तिगत विश्वास र भावनाहरूलाई न्यूनीकरण गर्ने लक्ष्यसहितको संरचना (Daston&Galison, 2010)

ड) प्रगति र संशोधन, अर्थात् नयाँ प्रमाणहरू देखापर्दा वैज्ञानिक सिद्धान्तहरू र मोडेलहरू परिमार्जन वा प्रतिस्थापन गर्न सकिने अवस्था (Kuhn, 1970) |

ख) ज्ञानार्जनका विधिहरू

मानव जाति अनन्त कालदेखि विभिन्न रूपमा निरन्तर ज्ञानआर्जन प्रक्रियामा लागि रहेको पाइन्छ । मानिस प्रारम्भदेखि नै प्राकृतिक विषयहरूमा विभिन्न तरिकाले आफ्नो विश्वास स्थापित गरिरहेको छ । कुनै विषयलाई कसैले भनेको विश्वासमा, कुनैलाई हेरेर देखेर र अनुभव गरेर, कुनैलाई तर्क, प्रयोग र परीक्षणको विधिद्वारा धारण गरेको पाइन्छ । सामान्यज्ञान मानव मस्तिष्कको व्यावहारिक उपयोगको सिँटीमा र वैचारिक सुरक्षित, अवधारणा योजनाहरूको प्रतिबिम्बित रूप हो (Gregory, 2005)। यो भन्दा अझै उन्नत कुरा त के हो भने विज्ञानको विधि सधैं प्रयोगद्वारा पुष्टि या समर्थित हुने गर्छ, त्यसै ले, विज्ञानद्वारा तथ्यधारण गर्ने विधिलाई सधैं 'व्यवस्थित र नियन्त्रित' मानिन्छ। व्यापक परिदृश्यमा विचार गर्दा, कुनै विषयमा विश्वास तय गर्न, ज्ञानआर्जन गर्न या बुझाइ स्थापित गर्न केही खास विधिहरू प्रयोगमा आउने गरेको पाइन्छ । अधिक उल्लेख्य रहेका केही विधिहरू हुन्- अटलताको विधि, अख्तियारको विधि, अन्तर्ज्ञानको विधि, तर्कको विधि, अनुभवको विधि र वैज्ञानिक विधि । यी विधिहरूमध्ये वैज्ञानिक विधि ज्ञानार्जनको सटिक विधिको रूपमा प्रतिष्ठित हुन्छ । यहाँ सबै विधिहरूका बारेमा संक्षिप्त छलफल गरिएको छ ।

अ) अटलताको विधि (Methods of Tenacity):

अटलताको विधि एक मनोवैज्ञानिक प्रक्रिया हो, जसले विश्वास स्थापित गर्न विपरीत प्रमाण वा तर्कहरूको पर्वाह नगरी व्यक्तिको आफ्नो विश्वास वा विचारमा अडिग रहने

प्रवृत्तिलाई जनाउँछ (Peirce, 1877)¹ अटलताको विधि भनेको मानव जातिले आफूलाई लागेको यो कुरा नै सत्य हो भनेर आफ्नै तरिकाले दृढतापूर्वक निर्धारण गर्ने विधि हो । यस विधिमा, यदि कसैलाई केही सत्य लाग्छ भने उसले 'त्यो नै सत्य हो' भन्ने निष्कर्ष निकाल्छ । यो स्वज्ञान या स्वमान्यताद्वारा विश्वास स्थापित गर्ने विधि हो । अटलताको विधिद्वारा जान्नु नबिसिने खालको संज्ञानी अवधारणा हो । यो विधिमा मानिसले निम्न तरिकाले विश्वास स्थापना गर्दछ :

- सधैं यसैलाई सत्य हो भनेर मानिएको छ, अत्यसैले यही सत्य हो ।
- सबैले यो सत्य हो भन्छन्, त्यसैले यो सत्य हो ।
- यो दिनप्रतिदिन सत्य देखिन्छ, त्यसैले यो सत्य हो ।

आ) अख्तियारको विधि (Methods of Authority):

ज्ञानार्जनको अर्को विधि अख्तियारको विधि हो । यसमा मानिसहरूले कुनै विषय यदि आफूले मानेको आधिकारिक स्रोत (अख्तियार) बाट प्राप्त भएमा स्वतः सोहीअनुसारको अवधारणा बनाउने र विश्वास स्थापित गर्ने गर्दछन् । यो विधिमा व्यक्तिले उसले मानेको आधिकारिक स्रोतले यो सत्य हो भन्यो भने सोही कुरालाई स्वतः सत्यका रूपमा ग्रहण गर्छ (Peirce, 1934) । यो ज्ञान प्राप्त गर्ने सबैभन्दा सामान्य तरिकाहरूमध्येको एक हो । सत्यलाई मान्यता प्राप्त स्रोतबाट धारण गरिने हुनाले यो विधि अटलताको विधिभन्दा केही उच्च छ । अख्तियारप्राप्त व्यक्तिहरू र सामग्रीले यो चाहिँ सत्य हो भनी नयाँ कुरा देखाइदिन सक्ने हुनाले यस विधिमा कहिलेकाहीं नयाँ विचारहरू स्वीकार तथा समावेश गर्ने सम्भावना पनि रहन सक्छ । त्यसबेला यो विधि स्थापित विश्वास-रूपान्तरणको विधि हुनपुग्छ । यस विधिमा मानिसले निम्न तरिकाले विश्वास स्थापित गर्दछ :

- अमुक धर्मग्रन्थमा यसो भनिएको छ, त्यसैले यो सत्य हो ।
- अमुक दलको घोषणा-पत्रमा यो लेखिएको छ, त्यसैले यो सत्य हो ।
- प्रसिद्ध फलाना भौतिकशास्त्रीले समेत भनेका छन्- 'मृत्युपछिको संसार छ', त्यसैले यो सत्य हो ।

अख्तियारको विधिलाई ज्ञानार्जनको वैज्ञानिक विधि मानिँदैन । यो विधि व्यक्ति, संस्था वा धार्मिक पाठजस्ता स्रोतमा निर्भर हुन्छ । यस विधिमा अनुभवजन्य जाँच र स्वतन्त्र प्रमाणीकरणबिना नै स्रोतको अधिकार वा प्रतिष्ठाको आधारमा मात्र विश्वासहरू स्थापित गरिन्छ । यसले प्रश्न नगरी वा आलोचनात्मक

रूपमा मूल्याङ्कन नगरी जानकारी स्वीकार गर्नमा जोड दिन्छ । यो विधिमा परिकल्पनाहरू तयार गर्ने, प्रयोगहरू सञ्चालन गर्ने, डेटा सङ्कलन गर्ने, प्रमाणहरूमा आधारित निष्कर्षहरू कोर्नेजस्ता कुरा कल्पना पनि गर्न सकिँदैन

आ) अन्तर्ज्ञानको विधि (Methods of Intuition):

ज्ञान ग्रहणको अति प्रचलित विधिमध्येको एक अन्तर्ज्ञानको विधि हो । यस विधिमा सचेत र तर्कसङ्गत विचार प्रयोग गर्नुको सट्टा अन्तर्ज्ञानले जे सत्य महसुस गर्छ, त्यसैमा विश्वास गरिन्छ (Gigerenzer, 2007)। यसमा प्रत्यक्ष भोगाइ, तत्कालको बुझाइ वा अन्तरदृष्टिद्वारा विश्वास स्थापित गरिन्छ । यो प्रायः मनको अन्तरभावना या चित्तवृत्तिको भावनाको रूपमा प्रकट हुन्छ र व्याख्या प्रायः कठिन छ । तार्किक खोज वा वैज्ञानिक प्रमाणको सट्टा झुकावको आधार मा संज्ञानात्मक र प्रेरक पूर्वाग्रह प्रयोग गरेर सङ्कलित र सञ्चालित सूचनाबाट धारणा स्थापित गरिने हुनाले अन्तर्ज्ञानबाट मानिएको सत्य गलत हुन सक्छ । अक्सर व्यक्तिगत अनुभव, भावना वा वृत्तिमा आधारित हुनाले अन्तर्ज्ञानलाई ज्ञानार्जनको वैज्ञानिक विधि मानिँदैन । अन्तर्ज्ञान प्रयोगका उदाहरणहरू निम्न हुन सक्छन्:

- समस्या समाधान (रचनात्मक) : यो चित्रमा यस्तो-यस्तो रङ्ग र यो ढाँचा सुहाउँदो लाग्छ भनेर आफ्नो सहज- ज्ञान प्रयोग गरेर कुनै कलाकारले आकर्षक कलाकृति सिर्जना गर्न खास रङ्ग, ढाँचा र रचनाको प्रयोग गर्नु ।
- झुकावअनुसार बोल्ने : खासगरी धर्म, राजनीति र अन्य कतिपय विषयमा आफ्नो झुकावका आधारमा धारणा बनाउने र सोहीअनुसार अर्को पक्षको विपक्षमा बोल्ने ।
- निर्णयमा चित्तले खाएको गर्ने : जब निर्णयकर्तासँग विषयलाई समर्थन गर्ने ठोस प्रमाण वा तार्किक तर्कको अभाव हुन्छ र पक्षधरताको अवस्था रहन्छ, तब मेरो चित्तले यो कुरा खायो भनेर विशेष निर्णय गर्नु ।

यस विधिमा यदाकदा विकल्पहरू तुलना गरिने र विभिन्न सम्भावनाहरूलाई पर्गल्ने कार्य गरिने हुनाले कहिलेकाहीं यस विधिमा आधारित निर्णयहरू विश्लेषणमा आधारित निर्णयजतिकै भरपर्दा हुन पनि सक्छन् । यो विधिले सही अन्तर्दृष्टि वा परिकल्पनाहरू निम्त्याउन पनि सक्छ । तर, ती सबै व्यक्तिपरक हुन्छन् र परिणामहरू संयोगको परिणाम हुन सक्छन् । यो विधिबाट सिक्िएको

कुरा वैज्ञानिक सन्दर्भमा भरपर्दो र परीक्षणयोग्य हुन सक्दैन । अन्तर्ज्ञानले परिकल्पना वा विचारहरू सिर्जना गर्न भूमिका खेल्नसक्छ । तर, वैज्ञानिक ज्ञान स्थापित गर्न यो आफैँमा पर्याप्त छैन ।

ई) तर्कको विधि (Rational Method): तर्कको विधि कुनै विषयका बारेमा जान्न या धारणा बनाउन प्रयोग हुने अर्को बहुप्रचलित विधि हो। यो विधि तर्कवादमा आधारित हुन्छ । ज्ञानार्जनका लागि यो विधि संवेदनात्मक अनुभव वा अन्तर्ज्ञानमा मात्र भर पर्दैन । यसले तर्क र तार्किक सोचलाई आफ्नो ज्ञानको प्राथमिक स्रोतका रूपमा स्वीकार गर्दछ (Siegel, 1989) । तर्कवादीहरूको विश्वासमा मानिसको दिमाग जन्मजात विचार वा अवधारणाहरूले सुसज्जित हुन्छ र त्यसले नै ज्ञान र समझदारीको आधार प्रदान गर्दछ । तर्कवादले सत्यहरू प्रयोग र प्रमाणहरूबाट नभई केवल तर्कमार्फत पत्ता लगाउन सकिन्छ भन्ने विश्वास गर्दछ (Markie & Folescu, 2021)। यसले निगमनात्मक (डिडक्टिभ) तर्कमा जोड दिन्छ । ज्ञान प्राप्त गर्ने साधनका रूपमा, सिद्धान्तहरू, तिनका निगमनहरू र तार्किक निष्कर्षहरूलाई लिन्छ । रेने डेकार्टस (१५९६-१६५०) लाई आधुनिक तर्कवादको पिता मानिन्छ । उनको प्रसिद्ध कथन 'मलाई लाग्छ, त्यसैले म हुँ' ले ज्ञानको आधारको रूपमा तर्कको शक्तिमा जोड दिएको देखिन्छ (Nadler, 2008) । तर्कको परिसर गलत भएमा वा तर्कको आधारमा त्रुटि भएमा यो विधिका निष्कर्ष मान्य हुन सक्दैनन् । तर्कका नियमहरूमा औपचारिक रूपमा प्रशिक्षित नभएसम्म त्रुटि भैरहन सक्छ । यदि परिसर सही छ र तार्किक नियमहरू सही रूपमा पालना गरिएको छ भने यो विधि पनि ज्ञान प्राप्त गर्ने एउटा राम्रो माध्यम हो । उदाहरणका रूपमा निम्न विषयलाई लिन सकिन्छ :

- नैतिकता : तर्कवादको उपयोग नैतिक प्रणाली विकसित गर्नका लागि गरिन्छ । जस्तै: डिओन्टोलोजी (एक नैतिक सिद्धान्त), जहाँ सही र गलत छुट्याउन नियमको उपयोग हुन्छ । सिद्धान्तहरू व्यक्तिपरक भावनामा जाँचिनुको सट्टा तर्कसङ्गत विश्लेषण र सार्वभौमिक सिद्धान्तहरूबाट व्युत्पन्न हुन्छन् ।
- : तर्कवादको व्यापक प्रयोग गणितमा देख्न सकिन्छ । धेरैजसो गणितीय प्रमाण पुष्टि गर्न तर्कवादको प्रयोग भएको पाइन्छ । गणितीय सत्यहरू प्रायः प्रत्यक्ष संवेदनात्मक अनुभवको सट्टा तर्कबाट व्युत्पन्न हुन्छन् । ती प्रमाणहरू तर्कसङ्गत सिद्धान्तहरू, स्वयंसिद्ध तथ्यहरू र तार्किक निगमनहरूमा आधारित हुन्छन् ।

तर्कवादले संसारलाई बुझ्न मानवीय तर्कको शक्तिलाई जोड दिन्छ, जुन ज्ञानार्जनका लागि पूर्ण वैज्ञानिक विधि होइन । यसले दार्शनिक र गणितीय तर्कमा महत्वपूर्ण योगदान पुऱ्याएको भए पनि वैज्ञानिक ज्ञान स्थापित गर्न यो आफैँमा पर्याप्त छैन । यसले ज्ञानको स्रोतको रूपमा कारण, तर्क र निगमनमा बढी जोड दिन्छ । जब कि वैज्ञानिक पद्धति मुख्यतया प्रयोग, प्रमाण र परीक्षणमा आधारित हुन्छ । वैज्ञानिक विधिले व्यवस्थित अवलोकन र सिमुलेसनबाट समेत ज्ञान उत्पन्न गर्ने क्षमता राख्दछ । यसको विपरीत, तर्कवाद अमूर्त तर्क र तार्किक सुसङ्गततामा बढी निर्भर गर्दछ । सारांशमा भन्नुपर्दा, तर्कवादले वैज्ञानिक परिकल्पना र सिद्धान्तहरूको विकासमा भूमिका खेल्छ । तर, यो स्वपरीक्षण र सुधारको गुञ्जायस राख्न सक्ने व्यापक वैज्ञानिक विधि बन्न सक्दैन ।

उ) अनुभवको विधि (Empirical Methods):

ज्ञान मुख्यरूपमा संवेदनात्मक अनुभव, बाह्य संसारको अवलोकन, प्रयोगहरू र अनुभवजन्य प्रमाणहरूको सञ्चयबाट प्राप्त हुन्छ भन्ने मान्यता राख्ने विधि नै अनुभवको विधि हो । यो विधि दार्शनिक दृष्टिकोण अनुभववाद (Empiricism) सँग सम्बन्धित छ । अनुभववादीहरू अनुभवजन्य प्रमाणको महत्वलाई जोड दिन्छन् र जन्मजात विचार वा अवधारणाहरूको विचारलाई अस्वीकार गर्छन् (Shelley, 2006) । अनुभववादीहरू लाई बुझ्नका लागि आधार प्रदान दान गर्दछन् भन्ने कुरामा विश्वास गर्छन् । ज्ञान अवलोकन तथा अन्तरक्रियाको संवेदनात्मक अनुभवहरूबाट प्राप्त हुने उनीहरूको विश्वास छ । अवलोकन र अनुभवमार्फत ज्ञान प्राप्त गर्ने दृष्टिकोण हुनाले अनुभववादको प्रयोग वैज्ञानिक विधिमा पनि पाउन सकिन्छ । वैज्ञानिकहरू परिकल्पनाहरू बनाउन र प्राकृतिक संसारको बारेमा निष्कर्ष निकाल्न व्यवस्थित अवलोकन र प्रयोगबाट प्राप्त संवेदनात्मक अनुभवजन्य प्रमाणहरूको सङ्गठित अनुभवलाई आधार भूत रूपमा ग्रहण गर्दछन् । त्यसैले यसलाई वैज्ञानिक विधिको एक आधारका रूपमा लिन सकिन्छ । तर, यो विधि पूर्ण वैज्ञानिक विधि भने हुन सक्दैन । अनुभववादमा आधारित ज्ञानार्जनको उदाहरणका रूपमा निम्न विषयलाई लिन सकिन्छ :

इन्द्रियहरूले संसार

- मानौँ कुनै व्यक्ति, जसले पहिले कहिल्यै 'झागन फ्रूट्स'को बारेमा जाने को छैन, चाखेको पनि छैन । उसले यसको स्वरूप, रङ्ग, बनावट बुझ्न अवलोकन र स्पर्शको संवेदनामा

जोडिनुपर्छ । त्यसैगरी स्वादजस्ता कुराको जानकारी पनि संवेदनात्मक अनुभवबाटै लिएर धारणा स्थापित गर्न सक्दछ । बास्ना,

- मानौं, वैज्ञानिकहरूको एक समूहले कुनै कुनै विशेष औषधिको प्रभाव अध्ययन गर्न चाहन्छ । उनीहरूले एक प्रयोग डिजाइन गर्छन् र व्यक्तिहरूको समूहलाई औषधि प्रशासित गर्छन् । प्रभावका बारेमा डेटा सङ्कलन गर्छन् र नतिजालाई औषधि प्राप्त नगर्ने नियन्त्रण समूहसँग तुलना गर्छन् । यसरी वैज्ञानिकहरूले अनुभवजन्यरूपमा प्राप्त डेटा विश्लेषण गरेर औषधिको प्रभावकारिता वा अन्य असरका बारेमा निष्कर्ष निकाल्दछन् । र, प्रमाणमा आधारित दाबी प्रस्तुत गर्न सक्छन् ।

कतिपय अवस्थामा पूर्वानुभवहरूले पनि घटनाहरू बुझ्ने तरिकालाई परिवर्तन गराइदिन सक्छन् । अनुभववादले पूर्वस्थापित मान्यताहरूलाई अद्याबधिक गर्न, परीक्षण गर्न वा नयाँ निष्कर्ष निकाल्न व्यवस्थित अवलोकन र प्रयोगको तरिका अवलम्बन गर्न सक्दछ । अनुभववादले नयाँ प्रमाणहरू देखापर्दा पहिलेको ज्ञान संशोधन र सुधारको विषय हो भनी मान्यता दिन्छ । यस दृष्टिकोणले प्राकृतिक संसारको पूर्वबुझाइलाई परिवर्तित स्वरूपमा व्याख्या गर्न महत्त्वपूर्ण भूमिका खेलेको छ । यो जन्मजात विचारहरूको भूमिकालाई जोड दिने र तर्कवादजस्ता दार्शनिक स्थितिहरूको विपरीत छ । यो विधि आफैमा पूर्ण वैज्ञानिक विधि नभए पनि वैज्ञानिक विधिको आधार का रूपमा रहेको छ । विज्ञान संरचित अवलोकनहरूमा निर्भर हुन्छ त्यसैले ज्ञानार्जनमा व्यवस्थित अवलोकनको अनुभववाद वैज्ञानिक विधिको सहायक बन्दछ ।

ॐ वैज्ञानिक विधि (Scientific Method):

वैज्ञानिक विधि ज्ञानार्जनको यस्तो विधि हो, जसमा निष्कर्षहरू वैज्ञानिक तवरले निकालिन्छ । यस विधिमा विश्वासहरू मानव संवेदनाद्वारा निर्देशित नभई केही बाह्य स्थायीताद्वारा निर्धारित गरिन्छ । जसमा व्यक्तिको व्यक्तिगत सोचको प्रभाव पर्न दिइँदैन (Britannica, Encyclopaedia, 2023)। यस विधिमा, समान परिस्थितिहरूमा एउटै घटनाका लागि फरकफरक व्यक्तिका निष्कर्षहरू व्यावहारिक रूपमा समान हुन्छन् । वैज्ञानिक विधि अन्वेषकहरूले प्राकृतिक घटनाहरूको अनुसन्धान गर्न र संसारको बारेमा ज्ञान प्राप्त गर्न प्रयोग गर्ने एक व्यवस्थित दृष्टिकोण हो । प्राकृतिक संसारको ज्ञान र बुझाइ प्राप्त गर्न यो विधिले संरचित अवलोकन, प्रयोग र विश्लेषणलाई माध्यम मान्दछ । यसमा परिकल्पनाहरू तयार गर्न र परीक्षण गर्न, प्रमाणहरू सङ्कलन गर्न, डेटा विश्लेषण गर्न र निष्कर्ष निकाल्नका लागि पछ्याइएका चरणहरूको एउटा

शृङ्खला समावेश हुन्छ । वैज्ञानिक विधिमा निहित यस्तो शृङ्खलाले वैज्ञानिक अन्वेषणको प्रक्रियामा निष्पक्षता, विश्वसनीयता र पुनरुत्पादन सुनिश्चित गर्न मद्दत गर्दछ (Gauch, 2012)¹ विभिन्न घटनाहरूको बुझाइ, व्याख्या, भविष्यवाणी र प्रक्रिया-प्रबन्धन गर्ने सन्दर्भमा हेर्ने हो भने ज्ञानार्जनको वैज्ञानिक विधि अनुभवजन्य विधिको स्तरीकृत रूप हो । यसले ज्ञानको वर्तमान अवस्थाको अन्वेषण गरी त्यसमा परिमार्जन र थपघटको कार्यमा सहयोग पुऱ्याउँछ । यसले नियम, सिद्धान्त, परिकल्पना र तात्त्विक मतहरूको सन्दर्भमा वर्तमान अवस्थामा रहेको ज्ञानको दायरा विकसित गराउने विषयमा बल पुऱ्याउँछ (Poincaré, 1914) । अख्तियारको विधिको विपरीत वैज्ञानिक विधि, शङ्काको सिद्धान्तमा निर्मित हुन्छ । यसले आलोचनात्मक सोच, प्रश्न र स्वतन्त्र प्रमाणीकरणलाई प्रोत्साहित गर्दछ । यसले प्रमाणमा आधारित तर्क, पुनः उत्पादनशीलता र नयाँ डेटाको प्रकाशमा सिद्धान्तहरू र परिकल्पनाहरूको निरन्तर र पुनः मूल्याङ्कनको महत्त्वलाई जोड दिन्छ, (Giere, Bickle & Mauldin, 2006) । वैज्ञानिक विधिसम्मत सिकाइ-बुझाइ वा ज्ञानार्जन गर्ने प्रक्रियामा निष्पक्षता, तटस्थता र आफैँलाई जाँच गरेपछि परिमार्जन एवं समायोजन गर्ने क्षमता अन्तर्निहित हुन्छ । मान्यताहरू निर्धारण गर्ने सवालमा वैज्ञानिक विधिले सधैं केही खास विशेषता र नियमहरू पछ्याउँछ । यसका दुई मूल विशेषताहरू छन्, जुन अन्य कुनै विधिहरूमा पाइन्न । ती हुन्- आत्मसुधार वस्तुनिष्ठता । यी दुई मूल विशेषताबाहेक वैज्ञानिक विधिका अन्य केही विशेष स्वभावहरू पनि छन् । ती हुन्- सामान्यीकरण, सत्यापनीयता, पूर्वकथनीयता, व्यवस्थितता र निश्चितता (Khatiwada et al., 2013) । यहाँ दुवै विशेषता र विशेष स्वभावहरूका बारेमा संक्षिप्त चर्चा गरिएको छ :

आत्मसुधार (Self-Correction):

अन्य विधिहरूबाट मात्र नभई वैज्ञानिक विधिबाटै स्थापित ज्ञान र समझलाई समेत नयाँ प्रमाण र अवलोकनको आधारमा परिमार्जन र सुधार गर्ने वैज्ञानिक विधिको क्षमता नै आत्मसुधार हो । यसले वैज्ञानिक ज्ञान निरपेक्ष वा अचुक छैन र नयाँ जानकारी उपलब्ध हुँदाँ परिशोधन र परिमार्जनको अधीनमा छ भन्ने कुरा स्वीकार गर्दछ । आत्मसुधार वैज्ञानिक प्रगतिको एक महत्त्वपूर्ण पक्ष हो । किनकि यसले वैज्ञानिकहरूलाई अघिल्ला निष्कर्षहरू निर्माण गर्न, त्रुटिहरू सच्याउन र सिद्धान्तहरू वा मोडेलहरू परिष्कृत गर्न अनुमति (Lakatos, 1978)¹ दिन्छ आत्मसुधारको प्रक्रियामा सामान्यतया धेरै चरणहरू समावेश हुन्छन् । पहिलो, विद्यमान ज्ञान र अवलोकनको आधारमा परिकल्पना वा सिद्धान्तहरू निर्माण गरिन्छ । यी परिकल्पनाहरू प्रयोग, अवलोकन, डेटा सङ्कलन र डेटा विश्लेषणको माध्यमबाट कठोर परीक्षणको प्रक्रियामा हालिन्छ । यस्तो अनुसन्धानबाट प्राप्त परिणामहरू सहकर्मी समीक्षाको अधीनमा आलोचनात्मक रूपमा मूल्याङ्कन

गरिन्छ, जहाँ सम्बन्धित क्षेत्रका विशेषज्ञहरूले अध्ययनको वैधता र विश्वसनीयताको मूल्याङ्कन गर्छन् । यदि कुनै त्रुटि वा विसङ्गतिहरू पहिचान गरि यो भने ती विषयलाई सम्बोधन गर्न थप अनुसन्धानहरू सञ्चालन गरिन्छ । यसरी वैज्ञानिक समुदायले आत्मसुधारको प्रक्रियामा विद्यमान ज्ञानमा निरन्तर चुनौती दिन्छ, जाँच गर्दछ र परिमार्जनका लागि प्रेरित गर्दछ । जसले गर्दा प्राकृतिक संसारको अझ सही ज्ञान प्राप्त हुन्छ ।

वस्तुनिष्ठता (Objectivity):

वैज्ञानिक विधिमा वस्तुनिष्ठता भन्नाले व्यक्तिगत पूर्वाग्रह, पूर्वधारणा वा व्यक्तिपरक रायबाट प्रभावित नभई अनुभवजन्य प्रमाणका आधारमा अनुसन्धान गर्ने र निष्कर्ष निकाल्ने अभ्यासलाई बुझाउँछ । वस्तुनिष्ठता वैज्ञानिक निष्कर्षहरूको विश्वसनीयता सुनिश्चित गर्न आवश्यक छ । वस्तुनिष्ठता कायम राख्न वैज्ञानिकहरूले अनुसन्धान प्रक्रियाको क्रममा पूर्वाग्रहको कुनै पनि सम्भावित स्रोतहरूलाई कम गर्न वा हटाउन प्रयास गर्छन् । उनीहरूले सावधानीपूर्वक नियन्त्रणका साथ प्रयोगहरू र अध्ययनहरू डिजाइन गर्छन्, मानकीकृत मापन प्रविधिहरू प्रयोग गर्छन् र डेटा विश्लेषण गर्न सांख्यिकीय विधिहरू प्रयोग गर्छन् (Stanford Encyclopedia, 2014) । वस्तुनिष्ठताको एक प्रमुख पक्ष पारदर्शिता हो । वैज्ञानिकहरूले आफ्ना विधिहरू, डेटा सङ्कलन र विश्लेषण प्रक्रियाको विस्तृत विवरण प्रदान गर्ने लक्ष्य राखेका हुन्छन्, ताकि अरुले उनीहरूका परिणामहरू हेर्न, बुझ्न, दोहोर्याएर गर्न र प्रमाणित /अप्रमाणित गर्न सकून् । पारदर्शिताले प्रक्रिया र परिणाम जाँचका लागि अनुमति दिन्छ र वैज्ञानिक समुदायलाई निष्कर्षहरू प्रमाणित गर्न वा चुनौती दिन प्रोत्साहित गर्दछ । यसरी पारदर्शिता भए मात्र वैज्ञानिक विधिको आत्मसुधार र वस्तुनिष्ठता प्रकृतिमा योगदान पुग्दछ । यसरी हेर्दा, आत्मसुधार र वस्तुनिष्ठता वैज्ञानिक विधिका अभिन्न अङ्ग हुन् । आत्मसुधारले नयाँ प्रमाणमा आधारित भएर वैज्ञानिक ज्ञानको निरन्तर परिष्करण र सुधार का लागि अनुमति दिन्छ । वस्तुनिष्ठताले सम्पन्न गरिएको अनुसन्धान व्यक्तिगत पूर्वाग्रहबाट मुक्त छ र संरचित प्रयोगको प्रमाणको आधारमा निष्कर्ष निकालिएको छ भन्ने कुरा सुनिश्चित गर्दछ । हामी यहाँ अन्य विशेष स्वभावहरूको पनि चर्चा गर्न गइरहेका छौं । विधिको

सामान्यीकरण (Generalization):

सामान्यीकरण गुण वैज्ञानिक एक महत्त्वपूर्ण पक्ष हो । यसले विशिष्ट अवलोकन वा प्रयोगहरूबाट प्राप्त निष्कर्ष वा निष्कर्षहरूलाई व्यापक जनसङ्ख्या, घटना वा परिस्थितिहरूको परिसरमा विस्तार गर्ने क्षमतालाई बुझाउँछ । अर्थात् सामान्यीकरणले विस्तृत निष्कर्ष निकाल्ने वा विशिष्ट अवलोकन

वा डेटाको आधारमा भविष्यवाणी गर्ने क्षमतालाई बुझाउँछ । सामान्यीकरणको प्रक्रियामा पहिले सङ्कलित डेटामा ढाँचाहरू, प्रवृत्तिहरू वा सम्बन्धहरू पहिचान गरिन्छ र त्यसपछि तिनीहरूलाई ठूलो जनसङ्ख्या वा व्यापक परिस्थितिहरूमा लागु गरिन्छ (Rousmaniere, 1909)। यसले वैज्ञानिकहरूलाई भविष्यवाणी गर्न, सिद्धान्तहरू निर्माण वा विकास गर्न सहयोग पुऱ्याउँछ । यसरी सामान्यीकरणले तत्काल अवलोकनबाट प्राप्त परिणामहरू हेरेर त्यस्तै परिवेशमा सोभन्दा पर (बाहिर) गएर प्रवृत्ति वा सम्बन्धहरू स्थापित गराउन सकिने अवस्था रहन्छ ।

सत्यापनीयता (Verifiability):

सत्यापनीयता भन्नाले अनुसन्धानको सत्यता कस्तो छ भनेर हेर्न सकिने व्यवस्थालाई बुझाउँछ । यसले प्रमाणहरूको माध्यमबाट वैज्ञानिक दाबी वा परिकल्पनाहरूको परीक्षण र प्रमाणीकरण गर्ने क्षमतालाई बुझाउँछ । वैज्ञानिक विधिमा, वैज्ञानिक दाबी र परिकल्पनाहरू परीक्षणयोग्य हुनुपर्दछ र अनुभवजन्य प्रमाणहरूको माध्यमबाट पुष्टि वा खण्डन गर्न सक्षम हुन जरूरी छ । सञ्चालन गरेका अनुसन्धानकर्ताहरूले प्रयोगहरू, अवलोकनहरू र निष्कर्षहरू अरूले पुष्टि गर्न वा खण्डन गर्नका लागि नक्कल या पुनःप्रयोग गर्न सकिने हुनु पर्दछ (Srivastava, 2018)। वैज्ञानिक विधिको यही गुण सत्यापनीयता हो र यसले अनुभवजन्य प्रमाण र प्रतिकृतिमा वैज्ञानिक ज्ञानको विश्वसनीयता सुनिश्चित गर्न मद्दत गर्दछ ।

पूर्वकथनीयता (Predictability):

वैज्ञानिक विधिको उद्देश्य प्रकृतिमा निहित ढाँचा, रूझान र सम्बन्धहरू उजागर गर्नु हो । जसले वैज्ञानिकहरूलाई भविष्यका घटनाहरू वा परिणामहरूको बारेमा भविष्यवाणी गर्न अनुमति दिन्छ । वैज्ञानिक सिद्धान्त र मोडेलहरूमा भविष्यका घटनाहरू वा अवलोकनहरूको बारेमा सही भविष्यवाणी गर्ने क्षमता हुनुपर्दछ । पूर्वकथनीयताले वैज्ञानिक ज्ञान र समझको आधारमा सही भविष्यवाणी गर्ने क्षमतालाई बुझाउँछ । स्थापित सिद्धान्तहरू र मोडेलहरू प्रयोग गरेर, वैज्ञानिकहरूले प्राकृतिक घटनाहरूको व्यवहारको अनुमान गर्न सक्छन् । अथवा भविष्यका प्रयोगहरू वा अवलोकनहरूका लागि अनुमानहरू बनाउन सक्दछन् ।

परिणामहरूको भविष्यवाणी गर्ने यस्तो क्षमता नै पूर्वकथनीयता हो । यसले वैज्ञानिकहरूलाई कुनै विशेष घटनाका बारे उनीहरूको बुझाइको परीक्षण र परिष्करण गर्न बाटो खोल्दछ (Ehrenberg & Bound, 1993) |

व्यवस्थितता (Methodical):

व्यवस्थितताले वैज्ञानिक विधिको व्यवस्थित र सङ्गठित दृष्टिकोणलाई बुझाउँछ । यसमा तार्किक र सुसङ्गत चरणहरूको प्रयोग समावेश हुन्छ । जस्तै: परिकल्पना तयार गर्ने, प्रयोगहरू डिजाइन गर्ने, संरचित अवलोकन गर्ने, डेटा सङ्कलन गर्ने, परिणामहरू विश्लेषण गर्ने र निष्कर्ष निकाल्ने । व्यवस्थित प्रक्रिया पछ्याएर वैज्ञानिकहरूले पूर्वाग्रह, त्रुटि र भ्रमकारक निचोडहरू कम गर्न सक्दछन् । र, आफ्ना निष्कर्षहरू विश्वसनीय र वैध छन् भनेर सुनिश्चित गर्न सक्दछन् (Gauch, 212)|

परिशुद्धता (Precision):

वैज्ञानिक विधिमा परिशुद्धताले वैज्ञानिक अनुसन्धानबाट प्राप्त ज्ञान वा निष्कर्षमा विश्वास वा विश्वसनीयताको (डिग्री) लाई जनाउँछ । वैज्ञानिक ज्ञानको उद्देश्य प्राकृतिक घटनाहरूका लागि स्पष्ट र सटीक व्याख्या प्रदान गर्नु हो । वैज्ञानिक ज्ञान सामान्यतया संरचित प्रयोग र प्रमाणमा आधारित हुन्छन् । तिनीहरू निरन्तर मूल्याङ्कन र परिष्करणको विषयका रूपमा रहन्छन् । निष्कर्षहरू विरलै मात्र निरपेक्ष वा अशुद्ध सत्यको रूपमा मानिन्छन् । वैज्ञानिक निष्कर्षहरू जहिल्यै पनि सम्भाव्यताको भाषामा प्रस्तुत गरिन्छ । त्यसै ले निष्कर्षहरूले सामान्यतया उच्च स्तरको परिशुद्धता र आत्मविश्वास प्रदान गर्न सक्छन् (Taylor, 1999) |

अध्ययनमा वैज्ञानिक विधिको पक्षधरता कसरी जाँच गर्ने ?

वैज्ञानिक विधि भनेको विचारहरू परीक्षण गर्न र प्रश्नहरूको जवाफ दिन प्रमाणहरू व्यवस्थित रूपमा सङ्कलन तथा मूल्याङ्कन गर्ने एक मात्र स्तरीय संरचित प्रक्रिया हो । तर, कतिपय अवस्थामा शोधकर्ताहरूले नयाँ विचारहरू उत्पन्न गर्न अन्तर्ज्ञान, अखितयार, तर्कवाद र अनुभववादको समेत प्रयोग गर्ने गरेको कुरा नकार्न सकिन्न । उनीहरूले मूलतः आफ्ना विचारहरू परीक्षण गर्न र विभिन्न नियन्त्रित परिस्थितिहरूमा सावधानीपूर्वक अवलोकनहरू गर्न व्यवस्थित अनुभववाद र वैध निष्कर्षमा पुग्न तर्कवाद प्रयोग गर्ने गरेको पाइन्छ । वैध ज्ञान उत्पादन गर्ने सबै विधिहरूमध्ये वैज्ञानिक विधि सबैभन्दा उत्तम हो । तापनि ज्ञान प्राप्त गर्ने अन्य विधिहरूजस्तै यसका पनि केही कमजोरीहरू छन् । यसको एउटा प्रमुख सीमा/कमजोरी हो- पर्याप्त समय र स्रोतहरूको हिसाबले सधैं वैज्ञानिक

विधि प्रयोग गर्न सम्भव नहुन सक्छ । अर्को समस्या हो- सबैखालका प्रश्नहरूको जवाफ खोज्न यो विधि प्रयोग नहुन पनि सक्छ । त्यसैले परिस्थितिअनुसार वैज्ञानिकहरूले वैज्ञानिक विधिकै व्यापकता सम्झेर तर्कसङ्गत र अनुभवजन्य विधिका दृष्टिकोणहरूको मिश्रण प्रयोग गरेको पनि पाइन्छ । अध्येता वा अनुसन्धाताले आफ्नो ज्ञानको दायरा बढाउनका लागि प्रयोग गरेको विधि या सम्पन्न गरेको अनुसन्धान प्रक्रिया वैज्ञानिक विधिद्वारा निर्दिष्ट हुन सक्थो कि सकेन भनेर खुट्याउन सक्नु पर्दछ । यसका लागि वैज्ञानिक विधिका मूल र अन्य विशेषताहरूलाई नियालेर हेरे पुग्छ । अध्येता वा अनुसन्धाताले आफ्नो अध्ययन विधिको वैज्ञानिक पक्षधरता पुष्टि गर्न निम्न विषयमा थप जानकार हुनु अत्यावश्यक हुन्छ : माध्यमबाट

- आफूले प्राप्त गरेको ज्ञान प्राकृतिक संसारको अवलोकन र मापनको प्राप्त अनुभवजन्य प्रमाणहरूमा निर्भर गरेको छ या छैन ?
- आफूले प्राप्त गरेको ज्ञान वस्तुनिष्ठ रूपमा मापन र विश्लेषण गरिएको प्रयोगमा आधारित प्रमाणले पुष्टि भएको छ/छैन ?
- आफ्नो अध्ययनको विधि स्पष्ट प्रक्रियाहरू र प्रोटोकलहरूका साथ सम्पन्न भएको छ/छैन ? अनि परिणामहरू स्वतन्त्र प्रमाणीकरणका लागि अनुमति दिन सकिने छन् त ?
- आफ्नो अध्ययनमा भएका चरहरू नियन्त्रण गरेर र प्रयोगात्मक समूहलाई नियन्त्रण समूहसँग तुलना गरेर सम्बन्धहरू पहिचान गर्ने र भरपर्दो निष्कर्ष निकाल्न सकिने खालको छ त ?
- आफ्नो अध्ययन अन्य शोधकर्ताहरूलाई पुनः शोध सम्पादन गर्न, निष्कर्षहरू संयोग वा त्रुटिको कारण पाइएका हुन् या होइनन् भनी नतिजाहरू दोहोर्याएर हेर्न अनुमति दिन सकिने खालको छ त ?
- आफ्नो अध्ययनमा परिणामहरूको वस्तुनिष्ठ व्याख्या र सार्थक निष्कर्ष निकाल्न वैज्ञानिक विधिद्वारा डेटा सङ्ग्रह गरी सांख्यिकीय उपकरणहरू र प्रविधिहरू प्रयोग गरेर विश्लेषण गरिएको छ त ?
- आफ्नो अध्ययनले 'विज्ञानलाई गैरवैज्ञानिक दाबीहरूबाट अलग गराउन सक्ने' क्षमता राख्दछ त ? अनुसन्धानमा प्रयुक्त परिकल्पना र सिद्धान्तहरू कसीमा राखेर पटकपटक परीक्षण गर्न सकिने र

सम्भावित रूपमा गलत सावित गर्न अनुमति दिन सकिने छन् त ?

- आफ्नो अध्ययनले 'विज्ञान पुनरावृत्ति प्रक्रिया हो' भनेर स्वीकार गर्न सक्छ कि सक्दैन ? नयाँ प्रमाणमा आधारित भएर सिद्धान्त र परिकल्पनाहरूको निरन्तर संशोधन र परिष्करणलाई प्रोत्साहित गर्दछ त ?
- आफ्नो अध्ययन कठोर सहकर्मी समीक्षाको प्रक्रियाबाट गुञ्जनयोग्य छ त ?

ग) वैज्ञानिक पद्धतिमा प्रश्नको महत्त्व :

पृच्छा अर्थात् प्रश्न गर्नु भनेको ज्ञान प्राप्त गर्न, बुझाइ स्पष्ट पार्न वा विद्यमान विश्वासहरूलाई चुनौती दिनका लागि जानकारी खोज्ने कार्य हो । यो मानवीय जिज्ञासा र आलोचनात्मक सोचको आधारभूत पक्ष हो । प्रश्नचिन्तनले हामीलाई वैज्ञानिक घटनाहरूसहित हाम्रो वरपरको संसार का विभिन्न पक्षहरू अन्वेषण गर्न अनुमति दिन्छ । वैज्ञानिक प्रक्रियामा प्रश्न गर्नु आवश्यक छ । किनभने यसले अनुसन्धानलाई चलायमान बनाउँदछ । आलोचनात्मक सोचलाई जगाउँछ । साथै मान्यताहरूलाई चुनौती दिएर, निष्कर्षहरू प्रमाणित गरेर र बौद्धिक जिज्ञासालाई बढाएर बलियो वैज्ञानिक आधार निर्माण गर्न मद्दत गर्दछ । वैज्ञानिक ज्ञानको उन्नतिका लागि पनि प्रश्नचिन्तन आवश्यक छ । प्रश्नचिन्तन वैज्ञानिक विधिको केन्द्रीय विषय हो । यसले वैज्ञानिक दाबीहरू तोकिएको प्रतिकृतिको अधीनमा वा प्रमाणद्वारा समर्थित छन् कि छैनन् भनी जाँच्न मद्दत गर्दछ । यसले जिज्ञासा, समस्या-समाधान, मान्यता, आलोचनात्मक मूल्याङ्कन र परिदृश्य परिवर्तनलाई प्रेरित गर्दछ । निरन्तर प्रश्न गरेर र जवाफ खोजेर वैज्ञानिकहरूले प्रमाण, तर्क र कठोर सोधपुछमा आधारित बलियो वैज्ञानिक आधार निर्माण गर्न सक्छन् । बुँदागत रूपमा हामी पृच्छाको महत्त्व र आवश्यकतालाई यसरी टिपपोट गर्न सक्छौं :

- प्रश्नचिन्तनले नयाँ विचारहरू, सिद्धान्तहरू र परिकल्पनाहरूको अनुसन्धानलाई सचेत नेतृत्व गर्दै स्तरीकृत बनाउन र प्राकृतिक संसारको ज्ञानको विस्तार गर्न सटिक बाटो सुल्झाउँछ ।
- यसले विद्यमान बुझाइमा रहेका समस्या वा कमीहरू पहिचान गर्न, तिनीहरूलाई सम्बोधन गर्न, परिकल्पनाहरू तयार गर्न, अनुसन्धानको दायरा परिभाषित गर्न र अध्ययनहरूको डिजाइनसँग सम्बन्धित समस्याको समाधान दिन सहयोग गर्दछ ।

- प्रश्नहरूले विद्यमान सिद्धान्तहरू वा प्राकृतिक संसारको बारेमा नयाँ अन्तर्दृष्टिहरू उजागर गर्ने, ज्ञानमा रहेका कमीहरू पहिचान गर्ने, ढाँचाहरू पहिचान गर्ने र अवलोकन गरिएका घटनाहरूका लागि सम्भावित स्पष्टीकरणहरू प्रस्ताव गर्दै व्यवस्थित वैज्ञानिक अनुसन्धान स्थापित गराउन सकिन्छ ।
- प्रश्नहरूले अनुसन्धान विधि, प्रयोगका डिजाइनहरू र डेटा विश्लेषण प्रविधिहरू परिष्करण गर्दै त्रुटिका सम्भावित स्रोतहरू पहिचान गर्ने, वैकल्पिक स्पष्टीकरणहरूको मूल्याङ्कन गर्न मद्दत गर्दछ।
- प्रश्नचिन्तनले शङ्कावादलाई प्रोत्साहित गर्दछ, यो नै विज्ञानको मूल हो । यसले पहिले स्वीकृत विचारहरूमाथि प्रश्न उठाएर वैज्ञानिक दाबीहरू ठोस प्रमाणहरूमा आधारित छन् या छैनन् भनी कठोर परीक्षण गर्दै निष्कर्षहरूको विश्वसनीयता र वैधता परीक्षण गरी सुनिश्चित गर्न मद्दत गर्दछ ।
- प्रश्नहरूको माध्यमबाट विद्यमान सिद्धान्तहरू, अवधारणाहरू र प्रयोगात्मक परिणामहरूको मूल्याङ्कन गर्दै वर्तमान ज्ञानका सीमाहरू झकझक्याउन, थप अनुसन्धानको आवश्यकता पर्ने क्षेत्रहरू पहिचान गर्न र मान्यताहरूलाई चुनौती दिन सहजता मिल्छ ।
- प्रश्नले वैज्ञानिक क्रान्ति र प्रतिमान परिवर्तनमा महत्त्वपूर्ण भूमिका खेल्छ (Kuhn, 1970) । यसले स्थापित सिद्धान्तहरूलाई चुनौती दिएर र नयाँ प्रश्नहरू सोधेर ज्ञानको सीमालाई पछाडि छोड्न, प्रचलित हठधर्मितालाई चुनौती दिन र आधारभूत रूपमा धार परिवर्तन गराउन सक्छ ।
- प्रश्न गर्ने स्वभावले वैज्ञानिक सञ्चार र सहकार्यलाई सहयोग मिल्छ । एक-अर्काको काममाथि स्वस्थ प्रश्न उठाउनाले वैज्ञानिक बहसलाई मलजल पुग्दछ । विचारहरूको आदानप्रदानलाई प्रोत्साहित गर्दछ र साझा अन्तर्दृष्टि बनाउन मद्दत पुग्दछ ।

उपसंहार

विज्ञानले हामी वरपरको प्रकृति, वातावरण र समाजको हाम्रो बुझाइलाई परिष्कृत गर्न; वस्तु, पदार्थ र ब्रह्माण्डको ज्ञान विस्तार गर्न; नयाँ प्रविधिहरू विकास गर्न र जटिल समस्याहरू समाधान गर्न महत्त्वपूर्ण भूमिका खेलेको छ । विज्ञानले देखाएका सम्भावना र अवसरहरू प्रकृति तथा ब्रह्माण्डको ज्ञान र मानव विकासका लागि प्रेरणापद रहेका छन् । विज्ञानले प्रमाणमा आधारित तर्कहरू, कठोर पद्धतिहरू तथा वैज्ञानिक सिद्धान्तहरू लागु गरेर कैयौं चुनौतीहरूको नवीन खोजिरहेको छ । तथापि, विज्ञानको लक्ष्य प्राज्ञिक गतिविधिहरूभन्दा बाहिर विस्तारित हुनुपर्दछ र मानव समाजको प्रगति, मानवजन्य या अन्य कारणले प्रकृतिमा हुनगएको ह्रासलाई बुझ्ने र समाधान गर्ने कार्यमा योगदान पुऱ्याउन केन्द्रित हुनु पर्दछ भन्ने विचार व्यापक हुँदै गएको छ । यो विचारको सार वैज्ञानिक अनुसन्धानको प्रभावले समाजको आर्थिक, सामाजिक र मानसिक पहिचानमा गुणस्तरीय परिवर्तन ल्याउन ठोस योगदान पुऱ्याओस् र यस्तो सामाजिक रूपान्तरणका क्रममा समग्र प्रकृति तथा मानव जातिको सबै खालका समस्याहरूमा ध्यान केन्द्रित होस् भन्ने नै हो ।

वैज्ञानिक अनुसन्धानले 'ज्ञानार्जनको वैज्ञानिक विधि'को उपयोग गर्दछ, जसले नयाँ ज्ञान हासिल गर्दै आवश्यकतानुसारको आविष्कार गर्न अनुमति दिन्छ । यो विधिले विज्ञानसम्मत प्रश्न समाधान गर्नका लागि प्रयोग, परीक्षण, तथ्याङ्कन र मापदण्ड प्रयोग गर्नेजस्ता प्रवृत्ति लागु गर्दछ । वैज्ञानिक विधि प्राकृतिक संसारको अधिक सही र वस्तुगत बोध प्राप्त गर्न, संरचित तरिकाले समस्या समाधान गर्न, शोधको गुणस्तर कायम गर्न, सूचित निर्णय लिन, वैश्विक स्तर कायम गरी सहयोग प्रवर्द्धन गर्न, अनुसन्धानको नैतिक धरातल कायम राख्न एक मुख्य तथा प्रेरक शक्ति ठहरिएको छ ।

वैज्ञानिक खोजको सन्दर्भमा पृच्छा अर्थात् प्रश्न गर्ने प्रवृत्ति बोधको एक महत्त्वपूर्ण कारक रहेको छ । वैज्ञानिक अनुसन्धानले ज्ञानार्जनका लागि प्रश्नलाई प्राथमिकता दिन्छ । जिज्ञासाले नयाँ समस्याहरू तहगत रूपमा क्रमशः सरलदेखि कठिनसम्म व्यवस्थित गर्न र विश्वसनीय तथा वैध आविष्कारको मार्गमा अघि बढ्न मद्दत गर्दछ । प्रश्नले अनुसन्धाताहरूका सामान्य धारणालाई चुनौती दिन्छ, वाञ्छनीय सोध गर्न प्रेरित गर्दछ र भ्रम तथा अपूर्ण ज्ञानको समाधानमा सहयोग पुऱ्याउँछ ।

मानव सभ्यताको विकासमा वैज्ञानिक अनुसन्धान एक महत्त्वपूर्ण कारक हो । यसले स्थानीय र वैश्विक स्तरका सबै खाले समृद्धि गराउन आवश्यक प्रभाव छोड्दछ । अनुसन्धानले वैज्ञानिक

विधि, पद्धति र आधारहरूलाई दृढसँग पक्रन सकेको अवस्थामा मात्रै सामाजिक रूपान्तरणमा ठोस योगदान पुऱ्याउन सक्दछ । विज्ञानको प्रभावकारिता जनमानसमा त्यसवेला मात्र देखिन्छ, जब यसको अनुप्रयोगमा सबैको रूचि जाग्दछ । ज्ञानार्जनको विधि सही ढङ्गले बुझ्न सकेमा, प्रश्नको महत्त्व महसुस गरेमा र अनिश्चितताको व्यापकतालाई आत्मसात गरेमा मात्र अनुसन्धानले व्यवस्थित नयाँ ज्ञानको आविष्कार र अनुप्रयोगहरूको विस्तार गर्दै जन-विज्ञानको पहिचान बनाउन सक्दछ । यसो भएमा मात्र वैज्ञानिक ढङ्गले समस्यालाई बुझ्न र समाधानका उपाय सुझाउन सजिलो हुन्छ । सन्तुलनकारी सामाजिक प्रभाव कायम गर्न पनि सकिन्छ ।

सन्दर्भ-सामग्री

Britannica, T. Editors of Encyclopedia (2023, August 15). Scientific method. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/scientific-method>

Daston, L., & Galison, P. (2010). *Objectivity*. Zone Books. New Jersey: Princeton University Press. ISBN 9781890951795.

Ehrenberg, A. S. C., & Bound, J. A. (1993). Predictability and prediction. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 156(2), 167-206. <https://doi.org/10.2307/2982727>

Gauch, H. G. (2012). *Scientific method in brief*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Giere, R. N., Bickle, J., & Mauldin, R. (2006). *Understanding scientific reasoning*. CA: Wadsworth Publishing. ISBN: 015506326X, ISBN-13:

9780155063266

Gigerenzer, G. (2007). *Gut feelings: The intelligence of the unconscious*. New York: Penguin. ISBN 978-0-670-03863-3

Gregory, R. L. (2005). The Medawar Lecture 2001 knowledge for vision: vision for knowledge. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 360(1458), 1231-1251. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1662>

Khatiwada, R. P., Pradhan, B. L., & Poudyal, N. (2015). *Research Methodology*. Kathmandu: KEC Publication.

Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed. enlarged). University of Chicago Press. ISBN 0-226-45804-0 (paperbound). LCCN 79-107472

Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes*. New York: Cambridge University Press

Markie, P., & Folescu, M. (2021). Rationalism vs empiricism. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

Nadler, S. (2008). *A companion to early modern philosophy*. John Wiley & Sons. Print ISBN:9780631218005, Online ISBN:9780470998847, DOI:10.1002/9780470998847

Papineau, D. (22 February 2007). Naturalism. In Edward N. Zalta (ed.). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

Peirce, C. S. (1877). The fixation of belief. *Popular Science Monthly*, 12 (November), 1-15.

Peirce, C. S. (1934). *Collected papers* (Vol. 5). MA: Harvard University Press. Poincaré, H. (1914). *Science and method*. New York: Dover Publications.

Popper, K. (2005). *The logic of scientific discovery*. UK: Routledge. ISBN 0-41527843-0.

Rousmaniere, F. H. (1909). The bases for generalization in scientific methods. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 6(8), 202-205 <https://doi.org/10.2307/2011346>

Shelley, M. (2006). Empiricism. In F. English (Ed.), *Encyclopedia of educational leadership and administration*. (pp. 338-39). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

Siegel, H. (1989). The rationality of science, critical thinking, and science education. *Synthese*, 80(1), 9-41 <http://www.jstor.org/stable/20116665>

Srivastava, S. (2018). Verifiability is a core principle of science. *Behavioral and Brain Sciences*, 41, E150. doi:10.1017/S0140525X18000869

Stanford Encyclopedia of Philosophy (2014). Scientific objectivity. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-objectivity>

Stroebe, W., Postmes, T., & Spears, R. (2012). Scientific Misconduct and the Myth of Self-Correction in Science. *Perspectives on psychological science: a journal of the Association for Psychological Science*, 7(6), 670-688. <https://doi.org/10.1177/1745691612460687>

Taylor, J. R. (1999). *An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements*. (2nd Ed), Sausalito, CA: University Science Books.