

## CHAPTER

## 2.1

Sources and Types of ErrorLEARNING OBJECTIVES

- (i) Introduction
- (ii) Sources of Error
- (iii) Types of Error
- (iv) Difference between Systematic and Random Error
- (v) Importance in Pharmaceutical Chemistry

**Pharmaceutical Chemistry – Sources and Types of Error****Introduction**

In **pharmaceutical chemistry and analysis**, accurate measurement is essential for ensuring the **quality, purity, and potency** of drugs.

However, **errors** can occur during measurement, experiment, or observation.

The **difference between the observed value and the true value** is called an **Error**.

**Error = Observed Value – True Value**

**1. Sources of Error (Sources from which errors arise)**

Errors in pharmaceutical analysis can arise due to several factors. These are mainly classified into **three major sources**:

**(i) Instrumental Errors**

- These arise due to **faults in instruments or equipment** used for measurement.
- Causes include **poor calibration, instrumental drift, or defective apparatus**.

**Examples:**

- Uncalibrated balance or pipette
- Incorrectly set spectrophotometer
- Zero error in weighing machine

**Minimization:**

- Regular calibration of instruments

- Use of standard and well-maintained equipment
- 

### **(ii) Personal (Human) Errors**

- These errors occur due to **carelessness or inexperience** of the experimenter.
- They result from **wrong observations or recording mistakes**.

#### **Examples:**

- Parallax error while reading burette or pipette
- Recording incorrect data
- Misreading the scale or dial

#### **Minimization:**

- Proper training and experience
  - Repetition of experiments to check consistency
- 

### **(iii) Environmental Errors**

- These arise due to **changes in environmental conditions** during measurement.
- Temperature, humidity, pressure, and static electricity can affect readings.

#### **Examples:**

- Expansion of liquids due to temperature change
- Moisture absorption by hygroscopic substances
- Air currents affecting weighing results

#### **Minimization:**

- Conduct experiments in **controlled environmental conditions**
- 

## ***2. Types of Error***

Errors are classified into **three main types**:

---

### **(i) Gross Error (Blunder Error)**

- These are **large mistakes** caused by **human negligence or accidents**.
- They often result in completely wrong data.

#### **Examples:**

- Using the wrong reagent
- Weighing the wrong sample
- Misplacing decimal points in readings

**Prevention:**

- Careful attention
- Repeating the experiment and comparing data

**(ii) Systematic Error**

- These occur **repeatedly in the same direction** due to **definite causes** such as faulty instruments or procedures.
- They can be **predicted and corrected**.

**Causes:**

- Instrumental defect (e.g., wrong calibration)
- Constant environmental condition (e.g., room temperature)
- Personal bias of the observer

**Examples:**

- Incorrectly standardized solution
- Balance giving consistently higher readings

**Correction:**

- Calibration with standard references
- Proper training and standardized methods

**(iii) Random Error**

- These are **unpredictable errors** that vary in magnitude and direction.
- They occur due to small, uncontrollable variations in experimental conditions.

**Examples:**

- Slight vibration in balance
- Fluctuation in room temperature or voltage

**Minimization:**

- Take multiple readings and calculate the **mean (average)** value
- Use precise instruments

***Difference between Systematic and Random Error***

Characteristic	Systematic Error	Random Error
<b>Cause</b>	Definite, identifiable cause	Unpredictable variations
<b>Direction</b>	Always in one direction	Varies in both directions

<b>Effect</b>	Affects accuracy	Affects precision
<b>Correction</b>	Can be corrected	Reduced by averaging
<b>Example</b>	Wrongly calibrated balance	Slight environmental change

### Importance in Pharmaceutical Chemistry

- In pharmaceutical analysis, **accuracy and precision** are crucial for drug testing and quality control.
- Understanding and minimizing errors ensures that drug formulations meet **pharmacopoeial standards** and are **safe for human use**.



**Dr. Arvind Kumar Gupta**  
(M.Pharm, PDCR, PGDMM & Ph.D)  
GATE 2003 Qualified with 97.2 percentile  
Dr. S. N. Dev College of Pharmacy  
Shamli (U.P.)

**परिचय (Introduction):**

फार्मास्युटिकल केमिस्ट्री या विश्लेषण (Pharmaceutical Analysis) में दवाओं की **शुद्धता (Purity)**, **सटीकता (Accuracy)** और **गुणवत्ता (Quality)** सुनिश्चित करना अत्यंत आवश्यक है।

मापन या प्रयोग के दौरान अक्सर **त्रुटियाँ (Errors)** हो जाती हैं।

**Error = Observed Value – True Value**

अर्थात्, मापा गया मान और वास्तविक मान के बीच का अंतर ही **त्रुटि** कहलाता है।

**1. त्रुटियों के स्रोत (Sources of Error):**

त्रुटियाँ कई कारणों से उत्पन्न हो सकती हैं। सामान्यतः इन्हें तीन मुख्य स्रोतों में बाँटा जाता है —

**(i) उपकरण संबंधी त्रुटियाँ (Instrumental Errors):**

- ये त्रुटियाँ **उपकरणों की खराबी, गलत अंशांकन (Calibration)** या पुराने होने के कारण होती हैं।
- **उदाहरण:**
  - वजन करने की मशीन की सूई शून्य पर न होना।
  - थर्मामीटर का गलत अंशांकन।
  - स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की रीडिंग में अंतर।
- **निवारण:**
  - उपकरणों का नियमित अंशांकन करना।
  - प्रयोग से पहले जांच करना।

**(ii) व्यक्तिगत या मानव त्रुटियाँ (Personal Errors):**

- ये त्रुटियाँ प्रयोगकर्ता की **लापरवाही, गलत अवलोकन या अनुभव की कमी** से होती हैं।
- **उदाहरण:**
  - गलत कोण से पैमाना पढ़ना (Parallax error)।
  - गलत डेटा नोट करना।
  - समय या मात्रा को गलत पढ़ना।
- **निवारण:**
  - सावधानीपूर्वक कार्य करना।
  - एक ही मापन को कई बार दोहराना।

**(iii) पर्यावरणीय त्रुटियाँ (Environmental Errors):**

- तापमान, आर्द्रता (Humidity), वायुदाब (Pressure) या बिजली के प्रभाव से होने वाली त्रुटियाँ।
- उदाहरण:
  - तापमान बढ़ने से तरल का फैलाव।
  - नमी से पाउडर का वजन बढ़ना।
- निवारण:
  - नियंत्रित वातावरण (Controlled Environment) में प्रयोग करना।

**2. त्रुटियों के प्रकार (Types of Error):****(i) स्थूल या मोटी त्रुटियाँ (Gross Errors):**

- ये त्रुटियाँ मानव गलती या लापरवाही से होती हैं।
- यह सबसे बड़ी त्रुटियाँ होती हैं जो परिणाम को बहुत प्रभावित करती हैं।
- उदाहरण:
  - गलत रसायन का उपयोग।
  - मापन में दशमलव की गलती।
- निवारण:
  - ध्यानपूर्वक प्रयोग करना।
  - प्रयोग दोहराना और औसत निकालना।

**(ii) प्रणालीगत त्रुटियाँ (Systematic Errors):**

- यह त्रुटियाँ किसी निश्चित कारण से बार-बार होती हैं और हमेशा एक ही दिशा में रहती हैं।
- कारण:
  - गलत अंशांकित उपकरण।
  - एक जैसी पर्यावरणीय स्थिति।
  - प्रयोगकर्ता की व्यक्तिगत पूर्वाग्रह (bias)।
- उदाहरण:
  - बैलेंस हमेशा थोड़ा अधिक वजन दिखाना।

- निवारण:
  - उपकरणों का सही अंशांकन करना।
  - मानक विधि (Standard Method) का प्रयोग करना।

### (iii) अनियमित त्रुटियाँ (Random Errors):

- ये त्रुटियाँ **अप्रत्याशित (Unpredictable)** होती हैं और कभी अधिक, कभी कम मान देती हैं।
- कारण:
  - तापमान या दबाव में हल्का उतार-चढ़ाव।
  - उपकरण की संवेदनशीलता।
- निवारण:
  - कई बार मापन कर औसत निकालना।

### **Systematic और Random Error में अंतर**

विशेषता	Systematic Error	Random Error
कारण	निश्चित, पहचानने योग्य	अप्रत्याशित और यादृच्छिक
दिशा	हमेशा एक दिशा में	कभी अधिक, कभी कम
प्रभाव	सटीकता (Accuracy) पर प्रभाव	परिशुद्धता (Precision) पर प्रभाव
सुधार	सुधारी जा सकती है	औसत निकालकर घटाई जा सकती है
उदाहरण	गलत अंशांकित उपकरण	तापमान में हल्का परिवर्तन

## Practice Questions

**A. Multiple Choice Questions**

1. त्रुटि (Error) का अर्थ है —

- a) सही मान और देखे गए मान का योग
- b) देखे गए मान और सही मान का अंतर
- c) गलत प्रयोग
- d) कोई नहीं

**उत्तर:** b) देखे गए मान और सही मान का अंतर

2. Parallax error किस प्रकार की त्रुटि है?

- a) प्रणालीगत त्रुटि
- b) अनियमित त्रुटि
- c) व्यक्तिगत त्रुटि
- d) पर्यावरणीय त्रुटि

**उत्तर:** c) व्यक्तिगत त्रुटि

3. Systematic error हमेशा —

- a) एक दिशा में होती है
- b) यादृच्छिक होती है
- c) बहुत छोटी होती है
- d) केवल तापमान से प्रभावित होती है

**उत्तर:** a) एक दिशा में होती है

4. Random error को कैसे घटाया जा सकता है?

- a) उपकरण बदलकर
- b) बार-बार मापन कर औसत निकालकर
- c) तापमान बढ़ाकर
- d) एक बार मापन करके

**उत्तर:** b) बार-बार मापन कर औसत निकालकर

5. उपकरण के अंशांकन की गलती किस प्रकार की त्रुटि है?

- a) व्यक्तिगत त्रुटि

- b) प्रणालीगत त्रुटि
- c) पर्यावरणीय त्रुटि
- d) अनियमित त्रुटि

उत्तर: b) प्रणालीगत त्रुटि

### B. रिक्त स्थान भरें (Fill in the Blanks):

1. Error = \_\_\_\_\_ – True Value

उत्तर: Observed Value

2. पर्यावरणीय त्रुटियाँ \_\_\_\_\_ परिवर्तन के कारण होती हैं।

उत्तर: तापमान, आर्द्रता या वायुदाब

3. Parallax error एक \_\_\_\_\_ त्रुटि है।

उत्तर: व्यक्तिगत (Personal)

4. Systematic त्रुटियाँ \_\_\_\_\_ दिशा में होती हैं।

उत्तर: एक निश्चित

5. Random त्रुटियाँ \_\_\_\_\_ होती हैं।

उत्तर: अप्रत्याशित (Unpredictable)

### C. लघु उत्तर प्रश्न (Short Answer Questions):

1. Error की परिभाषा लिखिए।
2. Instrumental error क्या होती है? उदाहरण दीजिए।
3. Systematic और Random error में क्या अंतर है?
4. Personal error को कम करने के दो उपाय बताइए।
5. Environmental error क्या होती है?

### D. दीर्घ उत्तर प्रश्न (Long Answer Questions):

1. Errors के प्रकार समझाइए और प्रत्येक के उदाहरण दीजिए।
2. Systematic, Random और Gross errors में अंतर स्पष्ट कीजिए।
3. Pharmaceutical analysis में त्रुटियों को कम करने के उपाय बताइए।
4. सटीकता (Accuracy) और परिशुद्धता (Precision) में अंतर समझाइए।