باب 2
بائیولوجیکل پرابلم کو حل کرنا
SOLVING A BIOLOGICAL PROBLEM

اہم عنوانات

2.1 بائیولوجیکل میتھڈ — Biological Method

2.1.1 سائنٹفک (بائیولوجیکل) پرابلم، ہائپوتھیسس، ڈیڈکشنز اور تجربات — Scientific (biological) Problem, Hypotheses, Deductions and Experiments

2.1.2 ملیریا کا مطالعہ

2.1.3 تھیوری، لا اور پرنسپل — Theory, Law and Principle

2.2 ڈیٹا کو ترتیب دینا اور اس کا تجزیہ کرنا — Data Organization and Data Analysis

2.3 میتھمیٹکس: سائنٹفک پراسس کا اہم جزو — Mathematics: An Integral Part of Scientific Process

باب 2 میں شامل اہم اصطلاحات کے اردو تراجم

بائیولوجیکل میتھڈ (biological method)	حیاتیاتی طریقہ کار	کیمسٹ (chemist)	کیمیادان	ہائپوتھیسس (hypothesis)	مفروضہ
سائنٹفک پراسس (scientific process)	سائنسی عمل	فزسسٹ (physicist)	ماہر طبیعیات	تھیوری (theory)	نظریہ
لا (law)	قانون	پرنسپل (principle)	اصول	ڈیٹا (data)	امور معلومہ
میتھمیٹکس (Mathematics)	ریاضی	رپورٹنگ (reporting)	بیان کرنا	ڈیڈکشن (deduction)	استخراج

سائنس ایک باقاعدہ اور منظم علم ہے جسے مشاہدات اور تجربات سے اخذ کیا جاتا ہے۔ یہ تجربات فطرت کے اصول جاننے کے لیے کیے جاتے ہیں۔ تمام سائنسدان جن میں کیمسٹس (chemists)، بائیولوجسٹس اور فزسسٹس (physicists) شامل ہیں، نئے نظریات (تھیوریز: theories) بنانے اور جانچنے کے لیے ایک ہی طریقہ کار استعمال کرتے ہیں۔ اس طریقہ کار کو سائنٹفک میتھڈ (scientific method) کہتے ہیں۔

اس باب میں ہم بائیولوجیکل میتھڈ کا طریقہ کار پڑھیں گے۔ اس کو تفصیل سے سمجھنے کے لیے ہم ملیریا کی مثال پڑھیں گے۔

2.1 بائیولوجیکل میتھڈ Biological Method

جانداروں کے بارے میں سوالات نے ایسے پرابلمز (problems) مہیا کیے ہیں جن پر تحقیق کر کے انسان نے اپنی بقاء میں بھی مدد پائی اور اپنی جاننے کی خواہش کو بھی پورا کیا۔ وہ سائنٹفک میتھڈ جس میں بائیولوجیکل پرابلمز کو حل کیا جاتا ہے، بائیولوجیکل میتھڈ کہلاتا

ہے۔ یہ ان اقدامات پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک بائیولوجسٹ ایک بائیولوجیکل پرابلم کو حل کرنے کے لیے اٹھاتا ہے۔

بائیولوجیکل محققہ نے تقریباً 500 سالوں سے سائنسی تحقیق میں ایک اہم کردار ادا کیا ہے۔ ماضی میں (1590ء میں) گلیلیو (Galileo) کے تجربات سے لے کر موجودہ تحقیق تک بائیولوجیکل محققہ نے میڈیسن، ایکولوجی، ٹیکنالوجی وغیرہ کی ترقی میں کردار ادا کیا ہے۔ بائیولوجیکل محققہ حاصل کردہ معلومات کے معیار کی یقین دہانی کرواتا ہے تاکہ انہیں عام لوگ بھی استعمال کر سکیں۔

انسان ہمیشہ سے ہی ایک بائیولوجسٹ رہا ہے۔ اسے زندگی گزارنے کے لیے بائیولوجسٹ بننا پڑا۔ تاریخ کے آغاز میں وہ جانوروں کا شکاری تھا۔ وہ پھلوں، بیجوں اور جڑوں وغیرہ کو تلاش کرتا تھا۔ جتنا زیادہ وہ جانوروں اور ان کے مسکن کے بارے میں جان لیتا تھا اتنا زیادہ کامیاب شکاری ہوتا تھا۔ اسی طرح جتنا زیادہ وہ پودوں کے بارے میں جان لیتا تھا اتنا بہتر وہ کھانے کے قابل پودوں کا دوسرے پودوں سے فرق کر لیتا تھا۔

2.1.1 بائیولوجیکل پرابلم، ہائپوتھیسس، ڈیڈکشنز اور تجربات
Biological Problem, Hypothesis Deductions and Experiments

دوسری سائنسز کی طرح بائیولوجی میں بھی مزید علم اور اعداد و شمار اکٹھے ہونے کے ساتھ ساتھ نئی اشیاء دریافت کی جا رہی ہیں اور پرانے نظریات میں یا تو تبدیلیاں کی جا رہی ہیں یا پھر انہیں بہتر نظریات سے بدلا جا رہا ہے۔ یہ سارا کام اس وقت ہوتا ہے جب بائیولوجسٹس کسی بائیولوجیکل پرابلم کو پہچانتے ہیں اور اس کے حل کے لیے کام کرتے ہیں۔ ایک بائیولوجیکل پرابلم کو حل کرنے کے لیے بائیولوجسٹ مندرجہ ذیل مراحل سے گزرتا ہے۔

- بائیولوجیکل پرابلم کی پہچان کرنا
- مشاہدات کرنا
- ہائپوتھیسس تشکیل دینا
- ڈیڈکشنز بنانا
- تجربات کرنا
- نتائج کا خلاصہ کرنا (ٹیبلز بنانا، گرافز بنانا وغیرہ)
- نتائج کو رپورٹ کرنا

ان اقدامات کی تفصیل آگے دی گئی ہے۔

1. بائیولوجیکل پرابلم کی پہچان کرنا Recognition of a Biological Problem

بائیولوجسٹس اس وقت بائیولوجیکل میتھڈ کو اختیار کرتے ہیں جب انہیں کسی بائیولوجیکل پرابلم کا سامنا ہوتا ہے۔ بائیولوجیکل پرابلم سے مراد جانداروں سے متعلق ایسا سوال ہے جو یا تو کوئی شخص یا ادارہ بائیولوجسٹ سے پوچھتا ہے یا جو بائیولوجسٹ کے ذہن میں خود بخود آتا ہے۔

2. مشاہدات کرنا Taking Observations

ارتقاء (evolution) کی تھیوری بنانے کیلئے ڈارون نے بحری سفر کے دوران نہ صرف خود مشاہدات کئے اور نوٹس لئے بلکہ اس نے دوسرے ماہرین فطرت کی تحریروں کو بھی پڑھا۔

بائیولوجیکل پرابلم کے حل کے پہلے مرحلہ میں بائیولوجسٹ اپنے سابقہ مشاہدات کو دوہرانے کے ساتھ ساتھ نئے مشاہدات بھی کرتا ہے۔ مشاہدات کیلئے دیکھنے، سننے، سونگھنے، چکھنے اور چھونے کی پانچ حسیں استعمال کی جاتی ہیں۔ مشاہدات ماہیتی (qualitative) بھی ہو سکتے ہیں اور مقداری (quantitative) بھی۔ مقداری مشاہدات کو ماہیتی مشاہدات سے زیادہ درست مانا جاتا ہے کیونکہ یہ متغیر نہیں ہوتے، ماپے جا سکتے ہیں اور ان کا اندراج ہندسوں کی صورت میں کیا جاتا ہے۔ ماہیتی اور مقداری مشاہدات کی مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔

مقداری مشاہدات

- پانی کا نقطہ انجماد 0°C جبکہ اس کا نقطہ ابال 100°C ہوتا ہے۔
- ایک لیٹر پانی کا وزن 1000 گرام جبکہ ایک لیٹر ایتھانول کا وزن 789 گرام ہوتا ہے۔

ماہیتی مشاہدات

- پانی کا نقطہ انجماد اس کے نقطہ ابال سے کم ہوتا ہے۔
- پانی کا ایک لیٹر ایتھانول کے ایک لیٹر سے بھاری ہوتا ہے

مشاہدات میں ماضی میں کیے گئے متعلقہ سائنسی کام کو پڑھنا بھی شامل ہے کیونکہ سائنسی علم ہمیشہ آگے بڑھتا ہوا علم ہے۔

3. ہائپوتھیسس تشکیل دینا Formulation of Hypotheses

مشاہدات اس وقت تک سائنسی مشاہدات نہیں بن سکتے جب تک ان کو ترتیب نہ دیا جائے اور وہ کسی سائنسی سوال سے متعلق نہ ہوں۔ بائیولوجسٹ اپنے اور دوسروں کے مشاہدات کو اعداد و شمار یعنی ڈیٹا (data) کی صورت میں ترتیب دیتا ہے اور ایک ایسا بیان بناتا ہے جو زیر علم بائیولوجیکل پرابلم کا جواب (حل) ثابت ہو سکتا ہو۔ مشاہدات کی یہ تحقیق طلب (tentative) وضاحت ہائپوتھیسس کہلاتی ہے۔ ایک اچھے ہائپوتھیسس میں یہ خصوصیات ہوتی ہیں۔

- یہ ایک عمومی بیان ہونا چاہیے۔
- یہ ایک تحقیق طلب خیال ہونا چاہیے۔
- اسے دستیاب مشاہدات سے متعلق ہونا چاہیے۔
- اسے ممکن حد تک سادہ رکھنا چاہیے۔
- یہ آزمائے اور جانچے جانے کے قابل ہو اور اسے جھٹلانے کا امکان موجود ہو۔ دوسرے الفاظ میں، کوئی ایسا طریقہ ضرور موجود ہونا چاہیے جس سے ہائپوتھیسس کو غلط ثابت کیا جاسکے یعنی اسے رد کیا جاسکے۔

ہائپوتھیسس تشکیل دینے کے لیے بہت زیادہ ہوشمندانہ اور تخلیقی سوچ بچار کی ضرورت ہوتی ہے۔ بائیولوجسٹس اس کام کے لیے بحث اور استدلال (reasoning) کا طریقہ استعمال کرتے ہیں۔

4. ڈیڈکشنز Deductions

اگلے مرحلہ میں بائیولوجسٹ ہائپوتھیسس سے ڈیڈکشنز نکالتا ہے۔ ڈیڈکشنز کو ہائپوتھیسس کے منطقی (logical) نتائج کہا جاتا ہے۔ اس مقصد کے لیے ایک ہائپوتھیسس کو درست مانا جاتا ہے اور اس سے متوقع نتائج اخذ کئے جاتے ہیں۔ یہ متوقع نتائج ڈیڈکشنز کہلاتے ہیں۔

بائیولوجیکل میتھڈ میں عام طور پر، اگر ایک ہائپوتھیسس درست ہو تو کسی کو ایک خاص نتیجہ (ڈیڈکشن) کی توقع ہوسکتی ہے۔ ڈیڈکشنز بنانے کے لیے 'اگر اور تب' کی منطق استعمال کی جاتی ہے۔

> بائیولوجسٹس ہر اس موقع کی پڑتال نہیں کرسکتے جہاں ایک ہائپوتھیسس کا اطلاق ہوتا ہو۔ آیئے ایک ہائپوتھیسس کو سوچتے ہیں۔ "پودوں کے تمام سیلز میں نیوکلیس ہوتا ہے۔" بائیولوجسٹ اس ہائپوتھیسس کو ثابت کرنے کے لیے ہر زندہ پودے کی پڑتال نہیں کرسکتا۔ اس کی بجائے بائیولوجسٹ استدلال استعمال کرکے ڈیڈکشن بناتا ہے۔ اس ہائپوتھیسس کے لیے بائیولوجسٹ یہ ڈیڈکشن بنا سکتا ہے۔ "اگر میں گھاس کے ایک پتے کے سیلز کا معائنہ کروں تو ہر سیل میں ایک نیوکلیس ہوگا۔"

5. تجربات کرنا Experimentation

بائیولوجیکل میتھڈ کا سب سے اہم قدم تجربات کرنا ہے۔ بائیولوجسٹ اس لیے تجربات کرتا ہے کہ جان سکے کہ ہائپوتھیسس درست ہیں یا نہیں۔ ہائپوتھیسس سے اخذ کی گئیں ڈیڈکشنز کو ٹیسٹ سے گزارا جاتا ہے۔ اس سے بائیولوجسٹ معلوم کرتا ہے کہ کون سے ہائپوتھیسس درست ہیں۔

غلط ہائپوتھیسس رد کر دیے جاتے ہیں جبکہ درست ثابت ہونے والا ہائپوتھیسس قبول کر لیا جاتا ہے۔ قبول کیا جانے والے ہائپوتھیسس سے مزید پیشن گوئیاں نکلتی ہیں جن سے ہائپوتھیسس کو مزید ٹیسٹ کرنے کے رستے پیدا ہوتے ہیں۔

تجربات میں 'کنٹرول' سے کیا مراد ہے؟

سائنس میں جب بھی کوئی تجربہ کیا جاتا ہے، یہ ایک کنٹرولڈ (controlled) تجربہ ہوتا ہے۔ اس میں سائنسدان ایک 'تجرباتی گروپ' کا مقابلہ ایک 'کنٹرول گروپ' کے ساتھ کرتا ہے۔ دونوں گروپس کو ایک جیسے حالات میں رکھا جاتا ہے، سوائے جانچے جانے والے متغیر (variable) کے۔ مثال کے طور پر فوٹوسنتھیسیز کیلئے کاربن ڈائی آکسائیڈ کی ضرورت کو ٹیسٹ کرنے کیلئے بائیولوجسٹ ایک کنٹرول گروپ (ایک پودا جس کو کاربن ڈائی آکسائیڈ مہیا کی گئی ہو) کا مقابلہ ایک تجرباتی گروپ (ایک پودا جس کو کاربن ڈائی آکسائیڈ نہیں دی گئی) سے کرے گا۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ کا ضروری ہونا اس وقت ثابت ہوگا جب کنٹرول گروپ میں تو فوٹوسنتھیسیز ہو رہی ہو اور تجرباتی گروپ میں نہیں۔

6. نتائج کا خلاصہ کرنا Summarization of Results

بائیولوجسٹ تجربات سے حاصل ہونے والا تحقیقی اور مقداری ڈیٹا اکٹھا کرتا ہے۔ ہر گروپ سے حاصل ہونے والے ڈیٹا کا اوسط (average) نکالا جاتا ہے اور ان کا شماریاتی موازنہ کیا جاتا ہے۔ حتمی نتیجہ کے لیے بھی بائیولوجسٹ شماریاتی تجزیہ (statistical analysis) کرتا ہے۔

7. نتائج کی رپورٹنگ کرنا Reporting the Results

بائیولوجسٹس اپنے حاصل کردہ نتائج کو سائنسی رسالہ (journal) یا کتاب میں شائع کرواتے ہیں۔ وہ ان نتائج کو قومی اور بین الاقوامی میٹنگز اور کالجوں اور یونیورسٹیز کے مباحثوں میں بھی زیر بحث لاتے ہیں۔ نتائج کو شائع کرنا سائنٹفک میتھڈ کا ایک لازمی جزو ہے۔ اس سے دوسرے لوگوں کو موقع ملتا ہے کہ نتائج کی تصدیق کر سکیں یا ان کا اطلاق دوسرے بائیولوجیکل پرابلمز کو حل کرنے کیلئے کر سکیں۔

2.1.2 ملیریا کا مطالعہ: بائیولوجیکل میتھڈ کی ایک مثال
Study of Malaria: An example of Biological Method

کسی بھی دوسری بیماری کی نسبت ملیریا نے زیادہ لوگوں کو ہلاک کیا ہے۔ ملیریا کی تفصیل بائیولوجیکل پرابلم اور اس کے حل کی ایک مثال ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ ملیریا پاکستان سمیت کئی ممالک میں ایک عام بیماری ہے۔ ہم اس بیماری کی تاریخ پڑھیں گے تاکہ جان سکیں کہ بائیولوجی نے کس طرح اس کی وجہ اور اس کے پھیلاؤ کے متعلق بائیولوجیکل پرابلم کو حل کیا۔

پرانے وقتوں میں (2000 سال سے زیادہ پہلے) طبیب اس بیماری سے آشنا تھے۔ وہ اس بیماری کو بار بار ہونے والی

سردی (chill) اور بخار کی بیماری کہتے تھے۔ ان کا مشاہدہ یہ بھی تھا کہ یہ بیماری ان لوگوں میں زیادہ پائی جاتی ہے جو نچلے دلدلی (marshy) علاقوں میں رہتے تھے۔ یہ خیال کیا جاتا تھا کہ ان علاقوں کا کھڑا ہوا پانی ہوا کو زہریلا کر دیتا تھا اور اس 'گندی ہوا' میں سانس لینے سے لوگوں کو ملیریا ہو جاتا تھا۔ اسی یقین کی وجہ سے بیماری کا نام رکھا گیا۔ اطالوی لفظ 'ملا: mala' کا مطلب ہے 'گندی' اور 'اریا: aria' کا مطلب ہے 'ہوا'۔ ان مشاہدات کی مزید وضاحت کے لیے کچھ رضاکاروں نے دلدلی علاقوں سے کھڑا ہوا پانی پیا لیکن انہیں ملیریا نہیں ہوا۔

سترہویں صدی میں جب نئی دنیا (امریکہ) دریافت ہوئی تو کئی پودے دوائی کے طور پر استعمال کے لیے امریکہ سے یورپ بھیجے گئے۔ ایک درخت 'کیونا کیونا (quina quina)' کی چھال بخار کے علاج کیلئے بہت مناسب تھی۔ یہ اتنی فائدہ مند تھی کہ جلد ہی یہ ناممکن ہوگیا کہ یورپ میں یہ کافی مقدار میں بھیجی جاسکے۔ کچھ بے ایمان تاجروں نے ایک اور درخت سنکونا (cinchona)' کی چھال کو متبادل کے طور پر بھیجنا شروع کر دیا۔ سنکونا اور کیونا کیونا کی چھال میں بہت مشابہت تھی۔ تاجروں کی یہ بے ایمانی انسانیت کے لیے بہت فائدہ مند ثابت ہوئی۔ سنکونا کی چھال ملیریا کے علاج کیلئے بہت عمدہ پائی گئی۔ ہم اب اس کی وجہ جانتے ہیں۔ سنکونا کی چھال میں ایک کیمیکل کیونین (quinine) پایا جاتا ہے جو کہ ملیریا کے علاج کیلئے بہت موثر ہے۔

> درحقیقت سترہویں صدی سے لے کر بیسویں صدی تک ملیریا کا واحد موثر علاج کونین ہی تھا۔

اس وقت تک طبیب سنکونا سے ملیریا کا علاج تو کر لیتے تھے مگر ملیریا کی وجہ کوئی بھی نہ جانتا تھا۔ دو سو سال بعد یہ معلوم ہوا کہ کچھ بیماریوں کی وجہ بہت چھوٹے جاندار ہوتے ہیں۔ اس کے بعد یہ بھی یقین کر لیا گیا کہ ملیریا کی وجہ بھی کوئی مائیکرو آرگنزم ہے۔ 1878ء میں فرانس آرمی کے ایک ڈاکٹر لیوران (Laveran) نے ملیریا کی وجہ جاننے کا کام شروع کیا۔ اس نے ملیریا کے ایک مریض کا تھوڑا سا خون لیا اور مائیکروسکوپ کے نیچے اس کا مشاہدہ کیا۔ اس نے خون میں چند چھوٹے چھوٹے زندہ جاندار دیکھے۔ لیوران کی دریافت کی دوسرے سائنسدانوں نے حمایت نہیں کی۔ دو سال بعد ایک اور ڈاکٹر نے ملیریا کے ایک اور مریض کے خون میں ویسی ہی جاندار مخلوق دیکھی۔ دوسری دریافت کے تین سال بعد، وہی مخلوق تیسری مرتبہ دیکھی گئی۔ اس جاندار کا نام 'پلازموڈیم (*Plasmodium*)' رکھ دیا گیا۔

انیسویں صدی کے آخری دور میں ملیریا کی وجہ کے متعلق کئی تجاویز سامنے آرہی تھیں۔ اس وقت تک ملیریا کے بارے میں چار اہم مشاہدات بن چکے تھے۔

- ملیریا اور دلدلی علاقوں کا کچھ تعلق موجود ہے۔
- ملیریا کے علاج کے لیے کیونین موثر دوا ہے۔
- دلدلی علاقوں کا کھڑا ہوا پانی پینے سے ملیریا نہیں ہوتا۔

- ملیریا میں مبتلا مریض کے خون میں پلازموڈیم دیکھے گئے ہیں۔

ہم جانتے ہیں کہ سائنسدان دستیاب معلومات اور مشاہدات کو استعمال کر کے ایک یا زیادہ ہائپوتھیسس بناتا ہے۔ ملیریا کے معاملہ میں یہ ہائپوتھیسس بنایا گیا۔

''ملیریا کی وجہ پلازموڈیم ہے۔''

سائنسدان یہ نہیں جانتا کہ اس کا بنایا ہوا ہائپوتھیسس درست ہے یا نہیں۔ لیکن وہ اسے درست مان کر ڈیڈکشنز بناتا ہے۔ مندرجہ بالا ہائپوتھیسس سے اخذ ہونے والی ڈیڈکشنز میں سے ایک یہ تھی۔

''اگر ملیریا کی وجہ پلازموڈیم ہے تو پھر ملیریا میں مبتلا تمام لوگوں کے خون میں پلازموڈیم موجود ہونا چاہیے۔''

اگلا قدم ڈیڈکشن کو تجربات کے ذریعہ جانچنا تھا۔ ان تجربات کا انتظام اس طرح سے کیا گیا۔

''ملیریا میں مبتلا 100 مریضوں کے خون (تجرباتی گروپ) کا مائیکروسکوپ کے ذریعہ تجزیہ کیا گیا۔ کنٹرول گروپ کے طور پر 100 صحت مند لوگوں کا خون بھی مائیکروسکوپ کے نیچے دیکھا گیا۔''

ان تجربات کے نتائج میں دیکھا گیا کہ تقریباً تمام مریضوں کے خون میں پلازموڈیم موجود تھے جبکہ 100 صحت مند لوگوں میں سے 07 لوگوں کے خون میں بھی پلازموڈیم دیکھا گیا۔ (آج ہم یہ جانتے ہیں کہ ان صحت مند لوگوں کے خون میں پلازموڈیم انکیوبیشن پیریڈ (incubation period) میں تھے۔ انکیوبیشن پیریڈ سے مراد کسی پیراسائٹ کے میزبان کے جسم میں داخل ہونے اور بیماری کی علامات ظاہر ہونے کے درمیان کا وقفہ ہے)۔ تجربات کے نتائج بہت قائل کر دینے والے تھے اور اس ہائپوتھیسس کو درست ثابت کرتے تھے کہ ''ملیریا کی وجہ پلازموڈیم ہے۔''

اگلا بائیولوجیکل پرابلم یہ تھا کہ جانا جائے کہ ''پلازموڈیم کس طرح انسان کے خون میں داخل ہوتا ہے؟''۔ اس پرابلم کے لیے بائیولوجسٹس کے پاس مندرجہ ذیل مشاہدات تھے۔

- ملیریا کا تعلق دلدلی علاقوں سے ہے۔
- دلدلی جگہوں کا پانی پینے سے ملیریا نہیں ہوتا۔

ان مشاہدات کی بنا پر نتیجہ نکالا جا سکتا ہے کہ پلازموڈیم کھڑے ہوئے پانی میں نہیں ہوتا۔ لیکن اس کو کوئی ایسی شے ضرور لے جاتی ہے جو کھڑے ہوئے پانی کی طرف آتی ہے۔ 1883ء میں ایک طبیب اے۔ ایف۔ اے۔ کنگ (A.F.A. King) نے بیس مشاہدات بیان کیے۔ اس کے چند اہم مشاہدات یہ تھے۔

- جو لوگ کمروں سے باہر سوتے تھے ان کو اندر سونے والوں کی نسبت ملیریا ہونے کے چانسز زیادہ ہوتے تھے۔
- جو لوگ باریک جالیوں کی بنی نیٹ (net) کے نیچے سوتے تھے ان کو دوسروں کی نسبت ملیریا ہونے کے چانسز کم ہوتے تھے۔
- وہ افراد جو دھوئیں کے قریب سوتے تھے عام طور پر ملیریا میں مبتلا نہیں ہوتے تھے۔

ان مشاہدات کی بنیاد پر کنگ نے یہ ہائپوتھیسس تجویز کیا۔

''مچھر پلازموڈیم کو منتقل کرتے ہیں اس لیے ملیریا کے پھیلاؤ کے ذمہ دار ہیں۔''

اس ہائپوتھیسس کو درست جان کر ڈیڈکشنز بنائی گئیں۔

اگر مچھر ملیریا کے پھیلاؤ کا ذمہ دار ہیں تو:

''مچھر کے جسم میں پلازموڈیم ہونا چاہیے۔''

''ملیریا کے مریض کو کاٹ کر مچھر وہاں سے پلازموڈیم لے سکتا ہے۔''

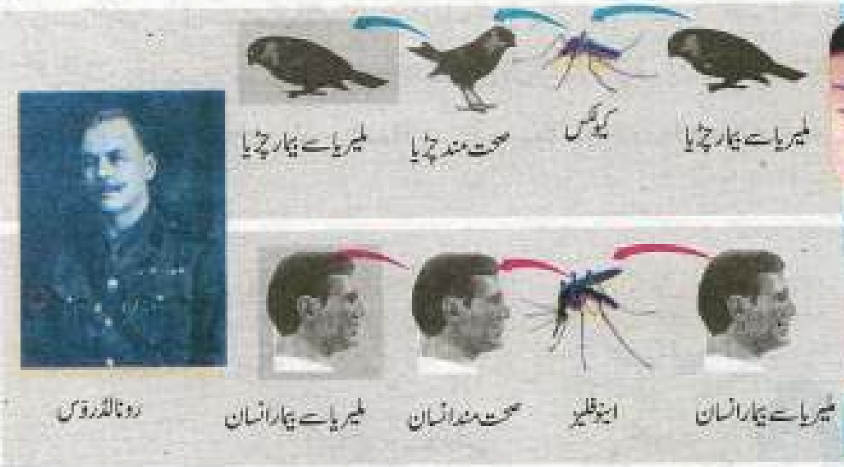
1880ء کی دہائی کے اواخر میں برطانوی فوج کے ایک ڈاکٹر رونالڈ روس (Ronald Ross)، جو اس وقت انڈیا میں تعینات تھا، نے ان ڈیڈکشنز کو ثابت کرنے کیلئے اہم تجربات کئے۔ اس نے ایک مادہ اینوفلیز (*Anopheles*) مچھر کو ملیریا کے ایک مریض کو کاٹنے کا موقع دیا۔ اس نے چند دن بعد مچھر کو مارا اور دیکھا کہ پلازموڈیم اس کے معدہ میں تقسیم ہو کر اپنی تعداد بڑھا رہے تھے۔

> مادہ مچھر کو اپنے انڈوں کی نمو کیلئے ممالیہ اور پرندوں کے خون کی ضرورت ہوتی ہے۔

اگلا منطقی تجربہ یہ ہو سکتا تھا کہ متاثرہ (infected) مچھر (جس میں کہ پلازموڈیم موجود ہو) سے صحت مند انسان کو کٹوایا جائے۔ اگر ہائپوتھیسس درست تھا تو صحت مند انسان کو ملیریا ہو جانا تھا۔ لیکن سائنسدان انسان کو تجربات میں استعمال کرنے سے گریز کرتے ہیں جب نتائج اتنے تشویشناک ہو سکتے ہوں۔ روس نے چڑیا کو استعمال کیا اور اپنے تجربات کو دوبارہ ترتیب دیا۔ اس نے مادہ کیولکس (*Culex*) مچھروں سے ملیریا میں مبتلا چڑیوں کو کٹوایا۔ چند مچھروں کو مار کر وقفوں سے ان کا جائزہ لیا۔ روس کو پتا چلا کہ پلازموڈیم مچھر کے معدہ کی دیواروں میں تعداد بڑھاتے تھے اور پھر اس کے سیلائیوری گلینڈز (salivary glands) میں چلے جاتے تھے۔ اس نے کچھ متاثرہ مچھروں کو زندہ رکھا اور ان سے صحت مند چڑیوں کو کٹوایا۔ روس نے دیکھا کہ متاثرہ مچھروں کے سیلائیوا (saliva) میں پلازموڈیم موجود ہوتے تھے اور وہ چڑیا کے خون میں چلے جاتے تھے۔ جب اس نے ان چڑیوں کے خون کا معائنہ کیا جو پہلے صحت مند تھیں تو ان کے خون میں بہت سے پلازموڈیم نظر آئے۔

آخر میں ہائپوتھیسس کو براہ راست انسان پر تجربات کر کے بھی ٹیسٹ کیا گیا۔ 1898ء میں اطالوی بائیولوجسٹس نے اینوفلیز

مچھر سے ملیریا میں مبتلا انسان کو کٹوایا۔ مچھر کو چند دن رکھنے کے بعد اس سے صحت مند انسان کو کٹوایا۔ صحت مند انسان کو بھی ملیریا ہو گیا۔ اس طرح اس ہائپوتھیسس کی تصدیق ہو گئی کہ مچھر پلازموڈیم کو منتقل کرتے ہیں اور ملیریا پھیلاتے ہیں (شکل 2.1)۔



یہ ایڈیز (Aedes) مچھر ہے جو ڈینگی (dengue) فیور پھیلاتا ہے۔ دیکھیں کہ یہ کس طرح اینوفلیز سے مختلف ہے۔

شکل 2.1: اینوفلیز اور کیولکس مچھر بالترتیب انسان اور چڑیا میں ملیریا پھیلاتے ہیں

جب ایک مادہ مچھر اپنے منہ کے آگے لگے حصوں (mouthparts) کے ذریعہ جلد کو کاٹتا ہے تو وہ وہاں سے خون کھینچنے سے پہلے تھوڑی سی مقدار میں اپنا سلائیوا اندر داخل کر دیتا ہے۔ یہ سلائیوا مچھر کی خوراک کی نالی میں خون کو جمنے نہیں دیتا۔

مچھر جب کاٹ کر چلا جاتا ہے تو جلد پر بننے والا ابھار زخم کے خلاف ہمارا ردِعمل نہیں ہوتا بلکہ سلائیوا کے خلاف الرجی (allergy) کی وجہ سے ہوتا ہے۔ چند گھنٹوں کے اندر سلائیوا حل ہو کر ختم ہو جاتا ہے اور خارش اور سوجن بھی ختم ہو جاتی ہے۔

؟ ایک ہائپوتھیسس یعنی "پلازموڈیم ملیریا کی وجہ ہے" کو ٹیسٹ کرتے ہوئے تجربہ کا کنٹرول گروپ کونسا ہوگا؟ ملیریا میں مبتلا مریض کا خون یا صحت مند کا خون؟

2.1.3 تھیوری، لاء اور پرنسپل Theory, Law and Principle

جب کسی ہائپوتھیسس پر بار بار تجربات کیے جائیں اور وہ غلط ثابت نہ ہو سکے، اس پر بائیولوجسٹ کا اعتماد بڑھ جاتا ہے۔ ایسے قابلِ اعتماد ہائپوتھیسس کو بنیاد بنا کر مزید ہائپوتھیسس تشکیل دیے جاتے ہیں اور ان کو دوبارہ تجرباتی نتائج سے ثابت کیا جاتا ہے۔ ایسے ہائپوتھیسس جو وقت کے امتحان میں قائم رہیں یعنی اکثر ٹیسٹ کیے جائیں اور کبھی بھی مسترد نہ ہوں، تھیوریز (theories) کہلاتے ہیں۔ ایک تھیوری کو ثبوتوں کا بہت سہارا ہوتا ہے۔

ایک بار آور یعنی پروڈکٹو (productive) تھیوری نئے ہائپوتھیسس پیش کرتی رہتی ہے اور ان کو جانچنے کا عمل بھی جاری رہتا ہے۔ بہت سے بائیولوجسٹس اسے ایک چیلنج کے طور پر لیتے ہیں اور تھیوری کو جھٹلانے کی ہر ممکن کوشش کرتے ہیں۔ اگر ایک تھیوری اس طرح کے مشکوک طرزِ عمل کے بعد بھی قائم رہتی ہے، وہ ایک لاء یا پرنسپل بن جاتی ہے۔ سائنٹفک لاء فطرت کا ایک کبھی نہ بدلنے والا یا مستقل حقیقت ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں سائنٹفک لاء یا پرنسپل ایک ناقابل تردید تھیوری ہے۔ بائیولوجیکل لاز کی مثالیں ہارڈی-وین برگ لاء (Hardy - Weinberg Law) اور مینڈل کے لاز (Mendel's Laws) ہیں۔

شکل 2.2: بائیولوجیکل میتھڈ

2.2 ڈیٹا کو ترتیب دینا اور اس کا تجزیہ کرنا Data Organization and Data Analysis

ڈیٹا کو ترتیب دینا اور اس کا تجزیہ کرنا بائیولوجیکل میتھڈ کے اہم مراحل ہیں۔ ڈیٹا سے مراد مشاہدات اور تجربات کے نتیجہ میں حاصل ہونے والی معلومات مثلاً نام، تواریخ یا مقداریں ہے۔

ڈیٹا کو ترتیب دینا Data Organization

ہائپوتھیسس کو تشکیل دینے اور پھر ٹیسٹ کرنے کے لیے سائنسدان ڈیٹا اکٹھا کرتے ہیں اور اسے ترتیب دیتے ہیں۔ کوئی تجربہ کرنے سے پہلے، سائنسدان کے لیے ڈیٹا اکٹھا کرنے کے طریقے بیان کرنا بہت اہم ہے۔ اس سے تجربہ کے معیار کا یقین ہوتا ہے۔ ڈیٹا کو مختلف صورتوں میں ترتیب دیا جاسکتا ہے مثلاً گرافس (graphs)، ٹیبلز (tables)، فلو چارٹس (flow charts)، نقشے (maps) اور تصاویر (diagrams) وغیرہ۔

ڈیٹا کا تجزیہ کرنا Data Analysis

ہائپوتھیسس کو تجربات کے ذریعہ درست یا غلط ثابت کرنے کے دوران ڈیٹا کا تجزیہ بھی ضروری ہے۔ ڈیٹا کے تجزیہ میں عام طور پر شماریاتی (statistical) طریقے یعنی تناسب (ratio) اور پروپورشن (proportion) استعمال کیے جاتے ہیں۔ جب دو مقداروں مثلاً 'a' اور 'b' میں تعلق کو حاصل تقسیم (quotient) کی صورت میں ظاہر کیا جائے، تو ایسے تعلق کو ایک مقدار کا دوسرے کے ساتھ تناسب (ratio) کہتے ہیں۔ تناسب کو دونوں مقداروں کے درمیان تقسیم (÷) یا کولن کی علامت (:) دے کر لکھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ملیریا کے 50 مریضوں اور 150 صحت مند لوگوں میں تناسب 1:3 ہے۔

پروپورشن سے مراد دو مقداروں کے تناسب کو ملانا ہے۔ اس مقصد کیلئے برابر کی علامت (=) استعمال کی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر a:b=c:d تناسب a:b اور تناسب c:d کے درمیان ایک پروپورشن ہے۔ اس پروپورشن کو a:b::c:d لکھ کر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ جب ایک پروپورشن کی تین مقداریں معلوم ہوں تو چوتھی مقدار کو معلوم کیا جاسکتا ہے۔

مثال کے طور پر جب ایک بائیولوجسٹ 100 چڑیا متاثرہ مچھروں سے کٹواتا ہے تو وہ معلوم کرسکتا ہے کہ کتنی چڑیا ملیریا کا شکار ہوں گی۔ فرض کریں کہ پچھلے تجربہ میں اس نے دیکھا تھا کہ جب 20 چڑیا کو متاثرہ مچھروں سے کٹوایا گیا تھا تو 14 کو ملیریا ہوگیا تھا۔ اب وہ پروپورشن کا اصول استعمال کرتا ہے۔

پہلا تناسب	14:20 (20 میں سے 14)	پروپورشن X:100::14:20	
دوسرا تناسب	X:100 (100 میں سے کتنے؟)		

$$\frac{X}{100} = \frac{14}{20} \longrightarrow X \times 20 = 100 \times 14 \longrightarrow X = \frac{100}{20} \times 14 \longrightarrow X = 70$$

اسکا مطلب یہ ہوا کہ 100 میں سے 70 چڑیا کو ملیریا ہوگا۔

اس طرح شماریات کے اصول کیلکولیشنز کے ذریعہ ڈیٹا کا تجزیہ کرنے میں مدد دیتے ہیں۔ یہ مرحلہ بہت اہم ہے کیونکہ اس سے خام ڈیٹا ٹھوس معلومات کی صورت اختیار کر لیتا ہے جن کو نتائج کا خلاصہ کرنے اور انہیں رپورٹ کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

2.3 میتھیمیٹکس: سائنٹفک پراسس کا اہم جزو
Mathematics: An Integral Part of Scientific Process

بائیولوجیکل پرابلمز کو حل کرنے کے لیے بائیولوجیکل مختلف میں اطلاقی میتھیمیٹکس کو بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ جینز تلاش کرنا، پروٹینز کی ساخت معلوم کرنا، اور ارتقاء کا دورانیہ معلوم کرنا چند اہم بائیولوجیکل پرابلمز ہیں جن میں میتھیمیٹکس کا علم استعمال ہوتا ہے۔

بائیوانفورمیٹکس (bioinformatics) سے مراد بائیولوجیکل ڈیٹا کا تجزیہ کرنے کے لیے کمپیوٹیشنل (computational) اور شماریاتی تکنیک استعمال کرنا ہے۔

جائزہ سوالات

کثیر الانتخاب Multiple Choice

1. بائیولوجیکل میتھڈ کے حوالے سے مندرجہ ذیل میں سے کون سی ترتیب درست ہے؟

(ا) مشاہدات، ہائپوتھیسس، ڈیڈکشنز، تجربات (ب) ہائپوتھیسس، مشاہدات، لاء، تھیوری

(ج) ہائپوتھیسس، مشاہدات، ڈیڈکشنز، تجربات (د) لاء، تھیوری، ڈیڈکشنز، مشاہدات

2. ان میں سے کون سی خاصیت ایک اچھے ہائپوتھیسس کی نہیں ہے؟

(ا) تمام دستیاب ڈیٹا کے مطابق ہو (ب) جانچے جانے کے قابل ہو

(ج) لازماً درست ہو (د) نئے ہائپوتھیسس بناتا ہو

3. کس مقام پر بائیولوجسٹ توجیہہ کو استعمال کر سکتا ہے؟

(ا) مشاہدات کرتے ہوئے (ب) ہائپوتھیسس بناتے ہوئے

(ج) ڈیٹا کا تجزیہ کرتے ہوئے (د) ان میں سے کوئی بھی نہیں

4. ایک ہائپوتھیسس اس قابل ہونا چاہیے کہ اسے جانچا جا سکے۔ جانچے جانے کا مطلب یہ ہے کہ:

(ا) کچھ مشاہدات ہائپوتھیسس کو غلط ثابت کریں (ب) صرف کنٹرولڈ تجربہ ہی ہائپوتھیسس کو درست یا غلط ثابت کرے

(ج) ہائپوتھیسس کو غلط قرار دیا جائے (د) ہائپوتھیسس کے متضاد بیان کو بھی جانچا اور غلط قرار دیا جائے

5. ایک ہائپوتھیسس "لوبیا کے پودے کو سوڈیم کی ضرورت ہوتی ہے" کو جانچنے کے لیے بہترین تجرباتی تدبیر کیا ہو گی؟

(ا) لوبیا کے چند پودوں میں سوڈیم کی مقدار معلوم کی جائے (ب) پودے کی پتے کے ٹشوز میں سوڈیم تلاش کیا جائے

(ج) لوبیا کے پودوں کو سوڈیم دے کر اور سوڈیم کے بغیر بھی اگایا جائے

(د) پودے کی جڑوں میں سوڈیم کی مقدار معلوم کی جائے

6. ایک مالی اپنے قریب ہی ایک بڑا سانپ دیکھتا ہے۔ وہ جانتا ہے کہ عام طور پر سانپ ڈنگ مارتے ہیں، اس لیے وہ وہاں سے بھاگ جاتا ہے۔ مالی نے ان میں سے کون سا عمل کیا؟

(ا) اس نے توجیہہ استعمال کی (ب) اس نے مشاہدہ استعمال کیا

(ج) اس نے ایک تھیوری تخلیق کی (د) اس نے ایک ہائپوتھیسس کو جانچا

7. ایک سائنٹفک تھیوری میں کون سی خاصیت ہوتی ہے؟
(ا) یہ تمام دستیاب ثبوتوں سے متفق ہوتی ہے (ب) اسے مسترد نہیں کیا جا سکتا
(ج) اسے حتمی طور پر ثابت کیا گیا ہے (د) نئے ثبوت ملنے پر بھی اس میں تبدیلی نہیں کی جا سکتی

8. بائیولوجیکل میتھڈ میں تجربہ صرف ایک قدم ہے لیکن یہ بہت اہم ہے کیونکہ یہ ہمیشہ:
(ا) بائیولوجسٹ کو درست نتیجہ دیتا ہے (ب) چند متبادل ہائپوتھیسس کو غلط ثابت کرنے کا موقع دیتا ہے
(ج) یقین دلاتا ہے کہ ہائپوتھیسس کی توثیق ہمیشہ کے لیے ہو سکتی ہے
(د) سائنسدان کو لیبارٹری میں کام کرنے کا موقع دیتا ہے

9. آپ ایک ہائپوتھیسس کو جانچ رہے ہیں کہ "طلباء اگر پڑھنے کیلئے بیٹھنے سے پہلے چائے پی لیں تو وہ زیادہ پڑھتے ہیں"۔ آپ کے 20 تجرباتی طلباء نے پڑھنے سے پہلے چائے پی اور آپ ایک خاص وقت کے بعد سوالات دے کر ان کے پڑھنے کا اندازہ لگاتے ہیں۔ آپ کنٹرولڈ گروپ کے طلباء کو اس تجربہ کے تمام حالات وہی دیں گے سوائے اس کے کہ:
(ا) انہیں زیادہ چینی اور دودھ والی چائے پینی چاہیے
(ب) انہیں پڑھنے سے پہلے اور پڑھائی کے دوران چائے پینی چاہیے
(ج) انہیں پڑھنے سے پہلے چائے نہیں پینی چاہیے
(د) انہیں چائے پی کر پڑھنے کے لیے نہیں بیٹھنا چاہیے

فہم و ادراک Understanding the Concepts

1. ملیریا کی مثال لے کر بائیولوجیکل میتھڈ کے اقدامات کو بیان کریں۔
2. اگر ایک ٹیسٹ دکھاتا ہے کہ چند لوگوں کے خون میں پلازموڈیم موجود ہے لیکن ان میں ملیریا کی کوئی علامات موجود نہیں، اس پرابلم کا جواب دینے کے لیے آپ کیا ہائپوتھیسس تشکیل دیں گے؟
3. بائیولوجیکل میتھڈ میں تناسب اور پروپورشن کے اصول کس طرح استعمال ہوتے ہیں؟
4. میتھمیٹکس بائیولوجیکل میتھڈ کا ایک لازمی جزو ہے۔ دلائل دیں۔

مختصر سوالات Short Questions

1. تھیوری اور لاء میں کیا فرق ہے؟
2. بائیولوجیکل میتھڈ میں مقداری مشاہدات بہتر ہوتے ہیں۔ کیسے؟

اصطلاحات سے واقفیت — The Terms to Know

- بائیوانفورمیٹکس • بائیولوجیکل محقق • بائیولوجیکل پرابلم • کنٹرول گروپ • ڈیڈکشن • تجربہ
- تجرباتی گروپ • ہائپوتھیسس • لاء • مشاہدہ • تھیوری

سوچ بچار اور پلاننگ کرنا — Initiating and Planning

1. بامقصد سائنسی سوالات کی پہچان کریں اور انہیں پیش کریں۔
2. اگر آپ کو ایک بائیولوجیکل پرابلم دی جائے، تو ایک گروپ ڈسکشن کی صورت میں بحث کریں کہ آپ کس طرح:
   - ایک عملی ہائپوتھیسس تشکیل دیں گے۔
   - تجربات کے لیے ہدایات تحریر کریں گے۔
   - ٹیبلز اور گرافس کی شکل میں ڈیٹا ترتیب دیں گے۔
   - ایک ہائپوتھیسس کو ڈیٹا کا تجزیہ کرنے کے بعد کنفرم، تبدیل یا مسترد کریں گے۔
   - تناسب اور پروپورشن کو پرابلم کے حل کے لیے استعمال کریں گے۔

آن لائن تعلیم — On-line Learning

- en.wikipedia.org/wiki/Scientific_method
- www.sciencebuddies.org/science-fair
- www.visionlearning.com/library
- www.scientificmethod.com/www.scientificmethod.com