Notes In Hindi

SUBJECT

RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES

PREPARED BY

TEAM NOTESINHINDI

Notesinhindi.com

2026 Edition

Syllabus — Unit 1: Introduction

Unit	Topics and Sub-topics
Unit 1: **Introduction**	• Classification of Energy Resources • Worldwide Energy Use/Demand, Reserves of Conventional Energy Resources • Need of Renewable Energy • Environmental Aspect of Energy Utilization — Climate Change and Global Warming • Renewable Energy Scenario in India and Around the World • Economic Analysis of Renewable Energy Systems using Simple Payback Period Technique

Table of Contents

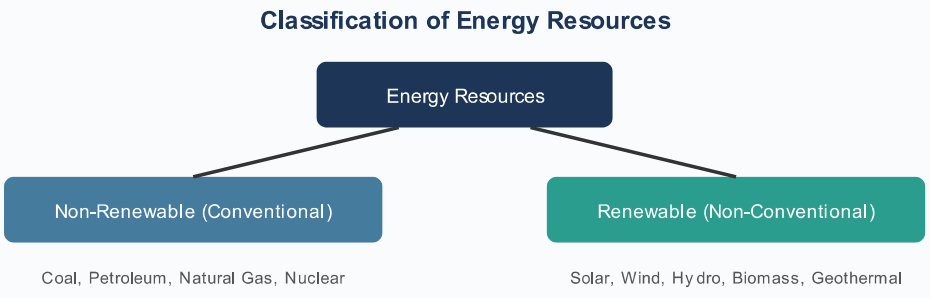
1. 1. Classification of Energy Resources
2. 2. Worldwide Energy Use/Demand and Reserves of Conventional Energy Resources
3. 3. Need of Renewable Energy
4. 4. Environmental Aspect of Energy Utilization — Climate Change and Global Warming
5. 5. Renewable Energy Scenario in India and Around the World
6. 6. Economic Analysis — Simple Payback Period Technique

1. Classification of Energy Resources

- **Energy Resources** वे natural sources हैं, जिनसे हमें उपयोगी energy (जैसे बिजली, heat या mechanical power) मिलती है।
- इनका इस्तेमाल घर की lighting, गाड़ियों और factories की machines जैसे रोज़मर्रा के कामों में होता है।
- हर resource की अपनी availability, cost और environmental impact होती है, जो तय करती है कि उसे कब और कहाँ इस्तेमाल किया जाए।
- Classification से यह समझ आता है कि कौन-सा resource सीमित (limited) है और कौन-सा प्रकृति में लगातार उपलब्ध रहता है।
- किसी देश की energy policy बनाने से पहले, उसके available resources की सही जानकारी होना ज़रूरी है।

1.1 Types of Energy Resources

Energy resources को मुख्यतः दो तरीकों से classify किया जाता है — पहला यह कि वे कितने समय में दोबारा बन जाते हैं (Renewable/Non-Renewable), और दूसरा यह कि वे पारंपरिक हैं या नए (Conventional/Non-Conventional)।



चित्र 1.1 — Energy resources को Non-Renewable (Conventional) और Renewable (Non-Conventional) sources में divide किया जाता है।

(a) Non-Renewable (Conventional) Energy Resources

- ये वे resources हैं जो लाखों साल पहले धरती के अंदर बने थे।
- एक बार इस्तेमाल हो जाने पर ये दोबारा जल्दी नहीं बनते, क्योंकि इन्हें बनने में लाखों साल लगते हैं।
- पिछले 100+ सालों से industries और transportation इन्हीं पर आधारित रही हैं, इसलिए आज भी दुनिया की ज़्यादातर energy ज़रूरतें इन्हीं से पूरी होती हैं।
- इन्हें जलाने से pollution होता है, इसलिए इन्हें "dirty" या "unsustainable" energy sources भी कहा जाता है।

Types (Sub-categories)

Type	Description
Coal	धरती के अंदर दबे हुए पुराने पेड़-पौधों से बना ठोस (solid) fuel, मुख्यतः बिजली बनाने और steel industry में इस्तेमाल होता है
Petroleum (Oil)	तरल (liquid) fuel जो transportation (गाड़ियाँ, हवाई जहाज़) और petrochemical products बनाने में इस्तेमाल होता है
Natural Gas	अपेक्षाकृत साफ (cleaner) fossil fuel, जिसका इस्तेमाल cooking, heating, और बिजली बनाने में होता है

Nuclear Energy	Uranium जैसे radioactive elements के nuclear fission से पैदा होने वाली ऊर्जा, जो बहुत बड़ी मात्रा में बिजली बना सकती है

Advantages

- यह technology और infrastructure पहले से बहुत विकसित (developed) है, इसलिए इस्तेमाल करना आसान है।
- यह high energy density रखते हैं, यानी थोड़ी मात्रा से बहुत ज़्यादा ऊर्जा मिलती है (especially petroleum और nuclear)।
- यह हर मौसम और समय पर एक जैसी, consistent बिजली दे सकते हैं, weather पर निर्भर नहीं होते।

Disadvantages

- यह सीमित मात्रा में हैं और लगातार इस्तेमाल से एक दिन पूरी तरह खत्म हो सकते हैं।
- जलाने पर CO2 और अन्य harmful gases निकलती हैं, जो pollution और climate change बढ़ाती हैं।
- इनकी extraction (खनन) और transportation environment को नुकसान पहुँचा सकती है, जैसे mining से ज़मीन खराब होना।

(b) Renewable (Non-Conventional) Energy Resources

- ये वे resources हैं जिन्हें प्रकृति खुद लगातार "refill" करती रहती है (जैसे सूरज रोज़ निकलता है और हवा चलती रहती है), इसलिए इस्तेमाल करने पर ये खत्म नहीं होते।
- इन्हें environment-friendly माना जाता है, क्योंकि इनसे pollution बहुत कम होता है और greenhouse gases लगभग नहीं बनतीं।
- Technology बेहतर होने से इनकी cost काफी कम हुई है, इसलिए ये अब conventional resources को कड़ी टक्कर दे रहे हैं।

Types (Sub-categories)

Type	Description
Solar Energy	सूरज की रोशनी से सीधे बिजली (solar panels) या heat (solar water heater) पैदा करना
Wind Energy	हवा की गति (kinetic energy) से turbines घुमाकर बिजली पैदा करना
Hydro Energy	बहते या गिरते पानी की ऊर्जा से turbines घुमाकर बिजली पैदा करना (जैसे dams में)
Biomass Energy	पेड़-पौधों, फसलों के waste, या organic material को जलाकर या process करके ऊर्जा पैदा करना
Geothermal Energy	धरती के अंदर की गर्मी (heat) का इस्तेमाल करके बिजली बनाना या heating करना

Advantages

- यह कभी खत्म नहीं होते, इसलिए long-term energy security देते हैं।
- Environment-friendly होते हैं और pollution/greenhouse gases बहुत कम पैदा करते हैं।
- एक बार setup होने के बाद, running cost बहुत कम हो जाती है (सूरज या हवा के लिए कोई bill नहीं देना पड़ता)।

Disadvantages

- शुरुआती (initial) setup cost काफी ज़्यादा हो सकती है, especially solar panels या wind turbines लगाने में।
- यह मौसम पर निर्भर करते हैं (जैसे रात में solar नहीं मिलता, बिना हवा के wind turbine नहीं चलता), इसलिए supply हमेशा consistent नहीं रहती।
- कुछ resources (जैसे solar/wind) के लिए बड़ी मात्रा में जगह (land) चाहिए होती है।

1.2 Features / Characteristics — Comparison

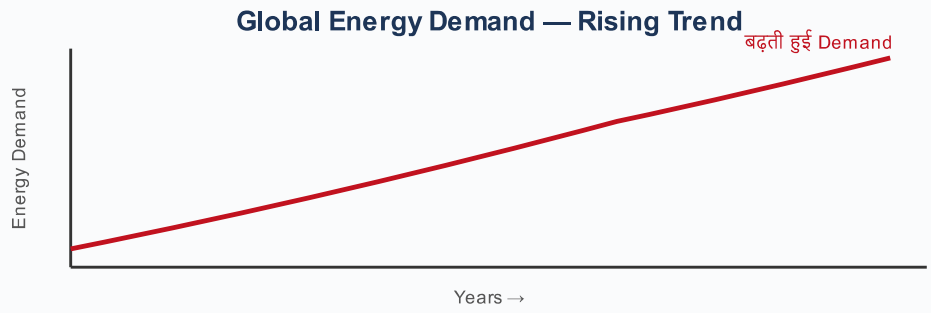
Basis	Non-Renewable (Conventional)	Renewable (Non-Conventional)
Availability	सीमित (finite) है	Practically unlimited है, जब तक सूरज, हवा और पानी मौजूद हैं
Environmental Impact	जलाने पर CO2 और अन्य harmful gases उत्सर्जित करते हैं	बहुत कम या कोई pollution नहीं करते

Cost Pattern	Initial cost कम हो सकती है, लेकिन extraction और transportation costly है	Initial cost ज़्यादा होती है, लेकिन बाद में running cost बहुत कम होती है
Geographic Dependency	कहीं से भी transport किए जा सकते हैं	किसी particular जगह के climate पर निर्भर करते हैं (जैसे solar या wind)

Real-life Example: एक traditional power plant coal जलाकर बिजली बनाता है (non-renewable), जबकि उसी जगह के पास लगा एक solar farm सूरज की रोशनी से बिजली बनाता है (renewable) — दोनों बिजली बनाते हैं, लेकिन उनका source और environmental impact बिल्कुल अलग है।

2. Worldwide Energy Use/Demand and Reserves of Conventional Energy Resources

- दुनिया भर में **energy demand** लगातार बढ़ रही है, और इसका बड़ा हिस्सा आज भी conventional resources से पूरा किया जाता है।
- Population बढ़ने, industries फैलने और lifestyle ज़्यादा energy-intensive होने की वजह से global demand साल-दर-साल बढ़ रही है।
- Developing countries (जैसे भारत, चीन) में demand सबसे तेज़ी से बढ़ रही है, क्योंकि वहाँ industrialization और urbanization तेज़ी से हो रहे हैं।



चित्र 2.1 — Population और industrialization बढ़ने के साथ-साथ global energy demand भी लगातार बढ़ रही है।

2.1 Reserves of Conventional Energy Resources

- **Reserve** किसी resource की वह मात्रा है जो अभी ज़मीन के अंदर मौजूद है और जिसे economically extract किया जा सकता है।
- हर conventional resource की reserves सीमित हैं, और उनके इस्तेमाल की rate से अंदाज़ा लगाया जाता है कि वे कितने सालों में खत्म हो सकती हैं।

(a) Coal Reserves

Coal दुनिया में सबसे ज़्यादा मात्रा में उपलब्ध conventional resource है, और इसकी reserves अन्य fossil fuels के comparison में सबसे ज़्यादा समय (कई दशकों) तक चल सकती हैं। इसे मुख्यतः बिजली बनाने और steel industries में इस्तेमाल किया जाता है।

(b) Petroleum (Oil) Reserves

Petroleum reserves coal के comparison में कम हैं, और transportation sector (गाड़ियाँ, हवाई जहाज़) की बहुत सारी ज़रूरतें इसी से पूरी होती हैं। इसकी कीमतें global political situations से भी काफी प्रभावित होती हैं।

(c) Natural Gas Reserves

Natural Gas को अपेक्षाकृत साफ (cleaner) fossil fuel माना जाता है, क्योंकि इसे जलाने पर coal या oil से कम pollution होता है। इसका इस्तेमाल घरों में cooking, heating, और बिजली बनाने में होता है।

Resource	मुख्य इस्तेमाल	Reserve की स्थिति
Coal	Electricity generation, Steel industry	सबसे ज़्यादा उपलब्ध, लेकिन सीमित
Petroleum	Transportation, Petrochemicals	तेज़ी से घटती reserves
Natural Gas	Cooking, Heating, Electricity	Coal से कम, लेकिन अपेक्षाकृत clean

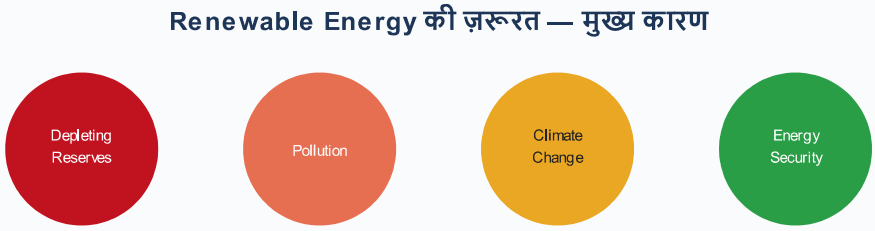
> **याद रखें:** जितनी तेज़ी से दुनिया इन conventional resources का इस्तेमाल कर रही है, उतनी ही तेज़ी से इनकी reserves कम होती जा रही हैं — यही आगे चलकर renewable energy की ज़रूरत को और मज़बूत करता है।

3. Need of Renewable Energy

- **Renewable Energy की ज़रूरत** इसलिए बढ़ रही है क्योंकि conventional (fossil fuel based) resources सीमित हैं और environment को नुकसान पहुँचाते हैं।
- इसका मकसद fossil fuels पर निर्भरता कम करके साफ़ और लगातार उपलब्ध रहने वाले sources की तरफ बढ़ना है।
- यह ज़रूरत किसी एक देश तक सीमित नहीं है, क्योंकि climate change का असर सभी देशों पर पड़ता है।

3.1 Renewable Energy की ज़रूरत के मुख्य कारण

- **Depleting Reserves:** Coal, oil, और natural gas जैसे conventional resources सीमित मात्रा में हैं और एक दिन पूरी तरह खत्म हो सकते हैं, इसलिए अभी से alternative sources तैयार करना ज़रूरी है।
- **Environmental Pollution:** Fossil fuels जलाने से हवा में harmful gases (जैसे CO2, SO2) फैलती हैं, जिससे air pollution और health problems बढ़ती हैं।
- **Climate Change:** Fossil fuels से निकलने वाली greenhouse gases global warming और climate change का सबसे बड़ा कारण हैं, जिसे renewable energy अपनाकर कम किया जा सकता है।
- **Energy Security:** जो देश अपनी सारी energy ज़रूरतें import किए गए fossil fuels से पूरी करते हैं, वे renewable energy अपनाकर अपनी खुद की energy production बढ़ा सकते हैं और import पर निर्भरता कम कर सकते हैं।
- **Rising Energy Demand:** बढ़ती population और industrialization की वजह से energy की ज़रूरत लगातार बढ़ रही है, जिसे सिर्फ conventional resources से पूरा करना मुश्किल है।



चित्र 3.1 — Depleting reserves, pollution, climate change, और energy security — यह चारों मिलकर renewable energy की ज़रूरत बनाते हैं।

Renewable Energy अपनाने के Advantages

- Long-term में energy की निरंतर (continuous) supply सुनिश्चित करता है।
- Pollution और greenhouse gas emissions को काफी कम करता है।
- Local level पर energy production बढ़ाकर import पर निर्भरता कम करता है।
- नई industries और employment के मौके पैदा करता है (जैसे solar panel installation)।

Challenges

- Renewable energy systems लगाने की initial cost काफी ज़्यादा हो सकती है।
- Solar और wind जैसे sources weather पर निर्भर करते हैं, इसलिए energy supply हमेशा consistent नहीं होती।

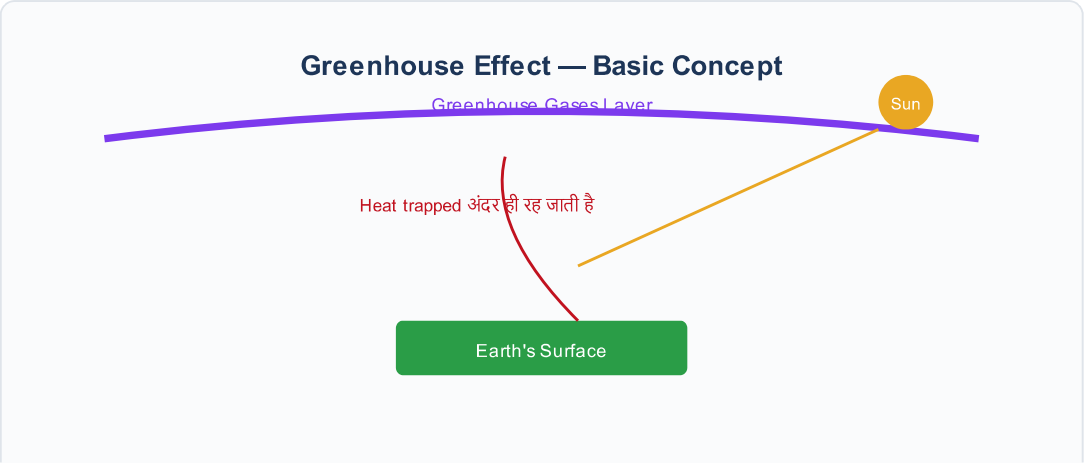
Real-life Example: बहुत से देश अब अपनी बिजली उत्पादन क्षमता (power generation capacity) का एक बड़ा हिस्सा solar और wind से बढ़ा रहे हैं, ताकि coal-based power plants पर निर्भरता कम हो और भविष्य में energy की कमी ना हो।

4. Environmental Aspect of Energy Utilization — Climate Change and Global Warming

- **Global Warming** का मतलब है धरती के average temperature का धीरे-धीरे बढ़ते जाना, जो मुख्यतः **greenhouse gases** के atmosphere में बढ़ने की वजह से होता है।
- **Climate Change** global warming का ही व्यापक परिणाम है, जिसमें मौसम के patterns, temperature और rainfall में लंबे समय तक चलने वाले बदलाव आते हैं।

4.1 Energy Utilization और Climate Change का संबंध

- जब हम coal, oil, और natural gas जैसे fossil fuels जलाकर energy बनाते हैं, तो इससे बड़ी मात्रा में **Carbon Dioxide (CO2)** और अन्य greenhouse gases atmosphere में मिलती हैं।
- यह gases atmosphere में एक "cover" जैसा बना देती हैं, जो सूरज की गर्मी को धरती के अंदर ही trap कर लेती हैं — इसे **Greenhouse Effect** कहा जाता है।
- जितनी ज़्यादा energy fossil fuels से बनेगी, उतनी ही ज़्यादा greenhouse gases बनेंगी, जिससे global warming और तेज़ हो जाएगी।



चित्र 4.1 — Greenhouse gases सूरज की गर्मी को धरती से बाहर नहीं जाने देतीं, जिससे धरती का temperature धीरे-धीरे बढ़ता जाता है।

4.2 Effects of Climate Change and Global Warming

- **Rising Temperatures:** धरती का average temperature लगातार बढ़ रहा है, जिससे heat waves और extreme weather events बढ़ रहे हैं।
- **Melting Glaciers और Rising Sea Levels:** Polar ice caps और glaciers पिघल रहे हैं, जिससे समुद्र का जलस्तर बढ़ रहा है और coastal areas को खतरा है।
- **Changing Rainfall Patterns:** कुछ इलाकों में बहुत ज़्यादा बारिश (floods), तो कुछ इलाकों में सूखा (droughts) बढ़ रहा है।
- **Impact on Agriculture:** बदलते मौसम की वजह से फसलों की पैदावार प्रभावित होती है, जिससे food security पर असर पड़ता है।
- **Health Impacts:** बढ़ता air pollution और temperature लोगों में respiratory और heat-related बीमारियों को बढ़ाते हैं।

Renewable Energy से मिलने वाले Environmental Benefits

- Renewable sources से बिजली बनाने में almost कोई greenhouse gas emission नहीं होती।
- Air quality बेहतर होती है, जिससे लोगों की health पर सकारात्मक असर पड़ता है।
- Climate change की speed को धीमा करने में मदद मिलती है।

अगर हम बदलाव ना करें तो Consequences

- Extreme weather events (floods, droughts, storms) की संख्या और intensity बढ़ती रहेगी।
- Ecosystems और biodiversity को स्थायी (permanent) नुकसान हो सकता है।

Real-life Example: पिछले कुछ दशकों में दुनिया भर में heat waves, unexpected floods, और glaciers के पिघलने की घटनाएँ बढ़ी हैं — वैज्ञानिक इन्हें global warming और climate change से सीधे जोड़कर देखते हैं, जो मुख्यतः fossil fuel-based energy production की वजह से हो रहा है।

5. Renewable Energy Scenario in India and Around the World

- **Renewable Energy Scenario** बताता है कि किसी देश या पूरी दुनिया में renewable energy का इस्तेमाल और growth किस स्तर पर है।
- इसमें देखा जाता है कि कितनी बिजली solar, wind, hydro और अन्य renewable sources से बन रही है।
- साथ ही इसमें भविष्य के लिए बनाए गए plans और targets भी शामिल होते हैं।

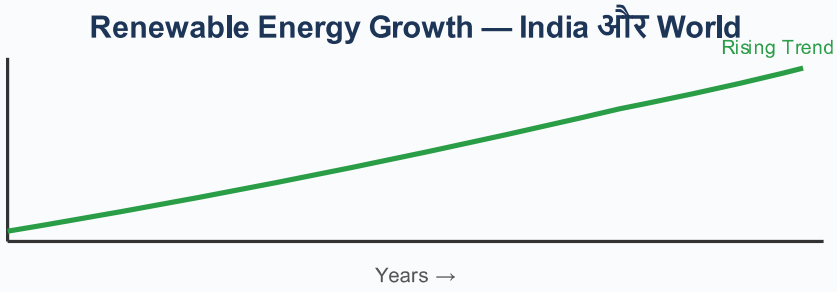
5.1 Global Renewable Energy Scenario

- दुनिया भर में renewable energy की installed capacity पिछले कुछ सालों में बहुत तेज़ी से बढ़ी है, especially solar और wind energy में।
- China, USA, और European countries दुनिया के सबसे बड़े renewable energy producers में से हैं, और लगातार नए solar/wind projects लगा रहे हैं।
- कई देशों ने अपने भविष्य के लिए ambitious targets रखे हैं, जैसे एक निश्चित साल तक अपनी सारी बिजली renewable sources से बनाना (Net Zero targets)।
- Technology में सुधार की वजह से solar panels और wind turbines की cost पिछले सालों में काफी कम हुई है, जिससे renewable energy अब ज़्यादा affordable हो गई है।

5.2 Renewable Energy Scenario in India

- भारत renewable energy, especially solar energy में दुनिया के अग्रणी (leading) देशों में से एक बनकर उभर रहा है, क्योंकि यहाँ साल भर अच्छी मात्रा में धूप उपलब्ध होती है।

- भारत सरकार ने renewable energy की installed capacity बढ़ाने के लिए कई ambitious targets और schemes शुरू की हैं, जिनमें solar parks और wind energy projects शामिल हैं।
- Rajasthan, Gujarat, और Tamil Nadu जैसे राज्य अपने अच्छे solar और wind resources की वजह से renewable energy production में आगे हैं।
- Rural areas में भी solar energy का इस्तेमाल बढ़ रहा है, especially उन इलाकों में जहाँ traditional grid electricity पहुँचना मुश्किल है।



चित्र 5.1 — भारत और दुनिया भर में renewable energy की installed capacity लगातार बढ़ रही है।

Advantages of Growing Renewable Scenario

- Energy import पर निर्भरता कम होती है, जिससे देश की energy security बढ़ती है।
- नई jobs और investment opportunities पैदा होती हैं (manufacturing, installation, maintenance)।
- Rural और remote areas में भी बिजली पहुँचाना आसान हो जाता है।

Challenges

- बड़े पैमाने पर solar/wind projects लगाने के लिए बहुत ज़्यादा ज़मीन और investment चाहिए होता है।
- Grid को renewable energy की variability (जैसे रात में solar ना मिलना) के according adapt करना एक technical challenge है।

Real-life Example: भारत के Rajasthan राज्य में बने बड़े solar parks दुनिया के सबसे बड़े solar installations में गिने जाते हैं, जो हज़ारों घरों और industries को साफ, renewable बिजली प्रदान करते हैं।

6. Economic Analysis of Renewable Energy Systems — Simple Payback Period Technique

- **Simple Payback Period** वह समय है जिसमें किसी renewable energy system (जैसे solar panel) में लगाया गया initial investment, उससे होने वाली savings (जैसे बिजली bill में कमी) से पूरी तरह वापस (recover) हो जाता है।
- यह renewable investments को economically compare करने का सबसे simple और common तरीका है, खासकर उन लोगों के लिए जिन्हें complex financial calculations नहीं करनी होतीं।
- Payback Period जितना कम होगा, investment financially उतना ज़्यादा attractive माना जाता है।

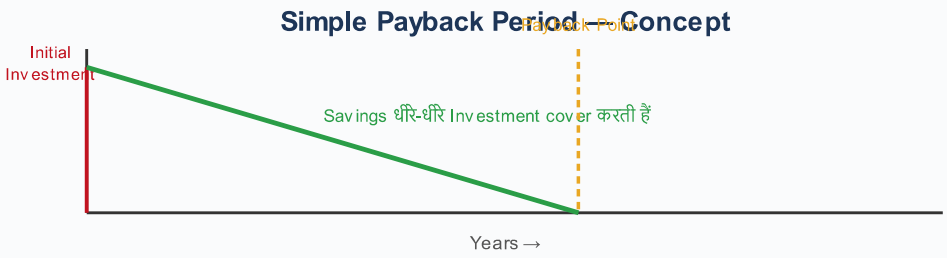
6.1 Formula

```
Simple Payback Period (साल) = Initial Investment (Cost) / Annual Savings (Cost)
```

6.2 Steps to Calculate Payback Period

1. **Initial Investment निकालना:** System (जैसे solar panel setup) लगाने की कुल शुरुआती cost पता करना, जिसमें equipment, installation, और अन्य charges शामिल हों।
2. **Annual Savings निकालना:** यह calculate करना कि इस system से हर साल बिजली bill में कितनी बचत हो रही है (या कितनी अतिरिक्त income हो रही है)।
3. **Payback Period Calculate करना:** Initial Investment को Annual Savings से divide करके, यह पता लगाना कि कितने सालों में investment वापस आ जाएगा।

4. **Result को Interpret करना:** अगर payback period कम है (जैसे 4-5 साल), तो investment अच्छा माना जाता है; अगर ज़्यादा है (जैसे 15-20 साल), तो उसे carefully सोचकर decide किया जाता है।



चित्र 6.1 — जिस point पर cumulative savings, initial investment के बराबर हो जाती हैं, वही Payback Period कहलाता है।

6.3 Numeric Example

मान लीजिए एक solar panel system लगाने की Initial Investment = ₹1,00,000
इस system से हर साल बिजली bill में Annual Savings = ₹20,000

Simple Payback Period = 1,00,000 / 20,000 = 5 साल

मतलब – 5 साल में इस system में लगाया गया पूरा पैसा वापस आ जाएगा, और उसके बाद होने वाली सारी savings pure profit मानी जाएगी।

6.4 Features of this Technique

- यह calculate करना बहुत simple है, इसमें complex financial formulas की ज़रूरत नहीं पड़ती।
- यह investment के risk को quickly समझने में मदद करता है — कम payback period का मतलब है कम risk।
- यह अलग-अलग renewable energy options को आपस में जल्दी compare करने के लिए उपयोगी है।

Advantages

- समझना और calculate करना बहुत आसान है, बिना किसी advanced financial knowledge के।
- यह जल्दी बता देता है कि कोई investment कितनी जल्दी अपना पैसा वापस देगी।
- Investors और homeowners दोनों के लिए एक quick decision-making tool है।

Disadvantages

- यह technique **time value of money** (यानी आज के पैसे की value भविष्य के पैसे से अलग होती है) को ध्यान में नहीं रखती।
- यह payback period के बाद होने वाले long-term benefits/profits को नहीं दिखाती।
- Maintenance costs या equipment की efficiency में समय के साथ आने वाली कमी को यह ध्यान में नहीं रखती।

Real-life Example: कोई घर का मालिक अपने घर की छत पर सोलर पैनल लगवाने से पहले यह calculate करता है कि उसकी investment कितने सालों में वापस आएगी। अगर payback period सिर्फ 4-5 साल आता है, और solar panel की life 20-25 साल होती है, तो यह उसके लिए एक बहुत ही फायदेमंद investment साबित होता है।

> **Exam Tip:** Payback Period की formula हमेशा याद रखें — **Payback Period = Initial Investment / Annual Savings** — यह numeric problems में सबसे ज़्यादा पूछा जाने वाला concept है।