Chapter 11: Backup and Recovery

একটি Database System-এর সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলোর একটি হলো **Data Protection**। Hardware Failure, Disk Failure, Human Error, Software Failure, Data Corruption, Ransomware বা অন্য কোনো কারণে Database-এর Data ক্ষতিগ্রস্ত বা হারিয়ে যেতে পারে।

এই ধরনের পরিস্থিতিতে Database-এর Data পুনরায় ফিরিয়ে আনার জন্য **Backup and Recovery Strategy** থাকা অত্যন্ত জরুরি।

সহজভাবে বলা যায়—

Backup হলো Data-এর নিরাপদ কপি তৈরি করা, আর Recovery হলো সেই Backup এবং অন্যান্য Recovery Mechanism ব্যবহার করে Database-কে একটি নির্দিষ্ট অবস্থায় ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়া।

Oracle Database Environment-এ Backup এবং Recovery-এর জন্য **Logical Backup, Physical Backup, Data Pump (Dump), RMAN, Restore, Recovery এবং Flashback Database** অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

১. Backup Type — Logical ও Physical

Database Backup প্রধানত দুই ধরনের হতে পারে—

```
Database Backup
        |
  ┌─────┴─────┐
  ↓           ↓
Logical     Physical
Backup      Backup
```

২. Logical Backup

Logical Backup কী?

Logical Backup হলো Database-এর Logical Object যেমন—

- Table
- Schema
- View
- Procedure
- Function
- Sequence

- Data

ইত্যাদিকে Logical Format-এ Export করে সংরক্ষণ করা।

Oracle Database-এ Logical Backup-এর জন্য সাধারণত **Oracle Data Pump** ব্যবহার করা হয়।

Data Pump-এর প্রধান Tool হলো—

- expdp — Export Data
- impdp — Import Data

Logical Backup-এর উদাহরণ

ধরুন একটি Schema Backup নিতে হবে।

```
expdp system/password \
schemas=HR \
directory=BACKUP_DIR \
dumpfile=hr_backup.dmp \
logfile=hr_backup.log
```

এখানে—

- expdp → Export Data Pump
- schemas=HR → HR Schema Backup
- dumpfile → Export File
- logfile → Operation Log

Logical Restore

Logical Backup থেকে Data ফিরিয়ে আনার জন্য impdp ব্যবহার করা যায়।

```
impdp system/password \
schemas=HR \
directory=BACKUP_DIR \
dumpfile=hr_backup.dmp \
logfile=hr_restore.log
```

Logical Backup কখন ব্যবহার করবেন?

- Schema Migration
- Table Export/Import
- Development/Test Environment
- Data Migration
- Selected Object Backup
- Database Upgrade-এর আগে Logical Copy

৩. Physical Backup

Physical Backup কী?

Physical Backup হলো Database-এর Physical Files-এর Backup।

যেমন—

- Datafiles
- Control Files
- SPFILE
- Archived Redo Logs
- অন্যান্য প্রয়োজনীয় Database Files

Oracle Database-এর Physical Backup নেওয়ার জন্য **RMAN (Recovery Manager)** সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ Tool।

Logical বনাম Physical Backup

বিষয়	Logical Backup	Physical Backup
Backup	Logical Objects	Physical Database Files
Oracle Tool	Data Pump	RMAN
Tool	expdp / impdp	RMAN
Schema Backup	✓	Database-Level Recovery-এর অংশ হতে পারে

বিষয়	Logical Backup	Physical Backup
Migration	খুব উপযোগী	সীমিত/ভিন্ন উদ্দেশ্য
Disaster Recovery	সীমিত	অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ
Point-in-Time Recovery	সাধারণত নয়	✓
Database Recovery	সীমিত	✓

সহজভাবে মনে রাখুন—

Data Pump = Logical Backup
RMAN = Physical Backup & Recovery

৪. Dump কী?

Oracle Database-এর Logical Export File-কে সাধারণভাবে **Dump File** বলা হয়।

Data Pump ব্যবহার করলে .dmp File তৈরি হতে পারে।

উদাহরণ:

hr_backup.dmp

এটি Database-এর Logical Objects এবং Data-এর Exported Representation ধারণ করতে পারে।

Dump File-এর ব্যবহার

Dump File ব্যবহার করা যেতে পারে—

- Data Migration
- Schema Migration
- Table Transfer
- Backup-এর কিছু নির্দিষ্ট Use Case
- Development/Test Data Transfer

তবে মনে রাখতে হবে—

Dump File এবং RMAN Backup একই জিনিস নয়।

Dump Logical Object-এর Export, আর RMAN Database-এর Physical Backup এবং Recovery-এর জন্য তৈরি।

৫. Full Backup

Full Backup কী?

Full Backup হলো নির্দিষ্ট Backup Scope-এর সম্পূর্ণ Data বা প্রয়োজনীয় Database Files-এর একটি সম্পূর্ণ Backup তৈরি করা।

Oracle RMAN-এর ক্ষেত্রে একটি Database Full Backup-এর উদাহরণ—

BACKUP DATABASE;

আরও একটি সাধারণ RMAN উদাহরণ:

RMAN> BACKUP DATABASE PLUS ARCHIVELOG;

এতে Database Backup-এর পাশাপাশি প্রয়োজনীয় Archived Redo Log Backup-ও নেওয়া যেতে পারে।

Full Backup-এর সুবিধা

- Restore তুলনামূলকভাবে সহজ
- Recovery Chain কম জটিল
- Complete Backup Copy পাওয়া যায়
- Disaster Recovery-এর জন্য গুরুত্বপূর্ণ

৬. Incremental Backup

Incremental Backup কী?

Incremental Backup হলো আগের Backup-এর তুলনায় পরিবর্তিত Data Blocks-এর Backup নেওয়ার পদ্ধতি।

Oracle RMAN-এ Incremental Backup বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ।

দুইটি গুরুত্বপূর্ণ Level হলো—

- Level 0
- Level 1

Level 0 Backup

Level 0 Backup-কে একটি Baseline Backup হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

RMAN> BACKUP INCREMENTAL LEVEL 0 DATABASE;

Level 1 Backup

Level 1 Backup আগের Backup-এর পর পরিবর্তিত Block-এর Backup নিতে পারে।

RMAN> BACKUP INCREMENTAL LEVEL 1 DATABASE;

এর ফলে প্রতিবার পুরো Database Backup করার পরিবর্তে পরিবর্তিত অংশ Backup করা সম্ভব হয়।

৭. Differential Backup

Differential Backup কী?

সাধারণ Database Backup Terminology-তে **Differential Backup** বলতে এমন Backup বোঝানো হয় যা সর্বশেষ Full Backup-এর পর পরিবর্তিত Data ধারণ করে।

ধারণাটি সহজভাবে—

Full Backup
↓
Changes
↓
Differential Backup
তবে এখানে একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় রয়েছে:

Oracle RMAN-এর Incremental Backup এবং Microsoft SQL Server-এর Differential Backup-এর Terminology এক নয়।

Oracle RMAN-এ Incremental Backup-এর ক্ষেত্রে Level 0/Level 1 এবং Cumulative/Differential Level 1 Strategy ব্যবহার করা যায়।

RMAN Differential Incremental

RMAN> BACKUP INCREMENTAL LEVEL 1 DATABASE;

RMAN-এর Level 1 Differential Incremental সাধারণত সর্বশেষ Level 1 অথবা Level 0 Backup-এর পর পরিবর্তিত Block Backup করে।

Cumulative Incremental

Cumulative Level 1 Backup সর্বশেষ Level 0 Backup-এর পর পরিবর্তিত Blockগুলো ধারণ করে।

এই পার্থক্য Backup Strategy Design করার সময় গুরুত্বপূর্ণ।

৮. RMAN

RMAN কী?

RMAN (Recovery Manager) হলো Oracle Database-এর Backup এবং Recovery-এর জন্য Oracle-এর নিজস্ব Tool।

RMAN ব্যবহার করে—

- Full Backup
- Incremental Backup
- Archive Log Backup
- Control File Backup
- SPFILE Backup
- Restore
- Recovery
- Backup Validation
- Backup Maintenance

ইত্যাদি কাজ করা যায়।

RMAN-এর সাধারণ Workflow

Database
↓
RMAN Backup
↓
Backup Storage
↓
Failure
↓
Restore
↓
Recovery
↓
Database Available

৯. RMAN Full Backup Example

rman target /

তারপর—

BACKUP DATABASE;

Database এবং Archive Log Backup করতে চাইলে—

BACKUP DATABASE PLUS ARCHIVELOG;

Backup-এর পরে Backup Information যাচাই করতে—

LIST BACKUP;

১০. Restore

Restore কী?

Restore হলো Backup থেকে Database-এর প্রয়োজনীয় Physical Files পুনরায় Storage-এ ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়া।

উদাহরণ:

Backup
↓
Restore
↓
Datafiles
ধরুন একটি Datafile হারিয়ে গেছে।

RMAN Backup থেকে Datafile পুনরায় Restore করা যেতে পারে।

RMAN> RESTORE DATABASE;

তবে শুধু Restore করলেই সবসময় Database সম্পূর্ণভাবে সর্বশেষ অবস্থায় ফিরে আসে না।

এখানে আসে **Recovery**।

১১. Recovery

Recovery কী?

Recovery হলো Restored Datafiles-এর সঙ্গে Redo/Archived Redo Log ব্যবহার করে Database-কে একটি Consistent বা নির্দিষ্ট সময়ের অবস্থায় ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়া।

সহজভাবে—

Restore = Backup থেকে File ফিরিয়ে আনা
Recovery = সেই File-এ প্রয়োজনীয় Changes প্রয়োগ করে Database-কে Consistent করা

Restore বনাম Recovery

বিষয়	Restore	Recovery
কাজ	Backup থেকে File ফিরিয়ে আনে	Redo/Archive Log Apply করে
Source	Backup	Redo / Archived Redo
উদ্দেশ্য	Missing File পুনরুদ্ধার	Database Consistent করা
Tool	RMAN	RMAN

১২. Restore + Recovery

একটি সাধারণ RMAN Recovery Process হতে পারে—

RMAN> RESTORE DATABASE;

RMAN> RECOVER DATABASE;

তারপর Database Open করা হতে পারে পরিস্থিতি অনুযায়ী।

উদাহরণ:

SQL> ALTER DATABASE OPEN;

যদি Incomplete Recovery করা হয়, তাহলে পরিস্থিতি অনুযায়ী RESETLOGS প্রয়োজন হতে পারে।

SQL> ALTER DATABASE OPEN RESETLOGS;

RESETLOGS কখন ব্যবহার করতে হবে তা Recovery Scenario-এর ওপর নির্ভর করে।

১৩. Point-in-Time Recovery

Point-in-Time Recovery কী?

ধরুন সকাল ১০:০০ পর্যন্ত Database ঠিক ছিল।

১০:১৫-এ ভুল করে গুরুত্বপূর্ণ Data Delete হয়ে গেল।

আমরা Database-কে ১০:১০-এর অবস্থায় ফিরিয়ে নিতে চাই।

এটিকে **Point-in-Time Recovery (PITR)** বলা হয়।

ধারণাটি—

10:00 —— 10:05 —— 10:10 —— 10:15

↑

Recovery Point

Oracle RMAN ব্যবহার করে উপযুক্ত Backup এবং Archived Redo Log থাকলে এই ধরনের Recovery করা যায়।

১৪. Flashback Database

Flashback Database কী?

Flashback Database হলো Oracle Database-এর একটি দ্রুত Recovery Feature, যা Database-কে পূর্ববর্তী সময়ের অবস্থায় ফিরিয়ে নিতে সাহায্য করতে পারে।

এটি বিশেষভাবে কার্যকর যখন কোনো Logical Error বা User Error ঘটে।

উদাহরণ:

10:00
↓
Database Normal
↓
10:15
↓
Wrong UPDATE/DELETE
↓
10:20
↓
Problem Detected
যদি উপযুক্ত Flashback Configuration থাকে, তাহলে Database-কে আগের সময়ের অবস্থায় ফিরিয়ে নেওয়া যেতে পারে।

Flashback Database বনাম RMAN Recovery

বিষয়	Flashback Database	RMAN Recovery
Speed	অনেক ক্ষেত্রে দ্রুত	তুলনামূলকভাবে বেশি সময় লাগতে পারে
Mechanism	Flashback Logs	Backup + Redo
ব্যবহার	Logical Error / Time Rewind	Disaster / File Loss / Recovery
Backup Dependency	আলাদা Flashback Configuration দরকার	RMAN Backup দরকার
Point-in-Time	✓	✓

Flashback Database **Backup-এর বিকল্প নয়**।

কারণ Storage Failure বা সম্পূর্ণ Database Loss-এর মতো পরিস্থিতিতে Flashback Logs একাই যথেষ্ট নাও হতে পারে। তাই Proper RMAN Backup Strategy অবশ্যই থাকতে হবে।

১৫. Backup Strategy-এর একটি উদাহরণ

একটি Production Oracle Database-এর জন্য একটি উদাহরণ Strategy হতে পারে—

```
                    Production DB
                         |
                  ┌──────┴──────┐
                  ↓             ↓
              RMAN Backup     Data Pump
                  |             |
                  ↓             ↓
             Backup Storage   Dump Storage
                  |
                ┌─┴─┐
                ↓   ↓
        Full/Level 0  Level 1
        Backup        Backup
            |
            ↓
        Archive Logs
            |
            ↓
        Recovery
```

এখানে Data Pump এবং RMAN-এর উদ্দেশ্য আলাদা।

১৬. Backup-এর 3-2-1 Strategy

একটি শক্তিশালী Backup Strategy-এর জন্য **3-2-1 Backup Principle** অনুসরণ করা যেতে পারে।

এর ধারণা—

```
3 Copies of Data
      ↓
2 Different Storage Media
      ↓
1 Copy Offsite
```

উদাহরণ:

```
Production Database
      │
      ├── Primary Backup
      ├── Local Backup
      └── Offsite / DR Backup
```

এতে একটি Server বা Storage নষ্ট হলেও Backup-এর অন্য Copy থেকে Recovery করার সুযোগ থাকে।

১৭. Backup Verification

Backup তৈরি করলেই কাজ শেষ নয়।

সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন হলো—

Backup থেকে সত্যিই Database Restore করা যাবে কি?

তাই নিয়মিত—

- Backup Validation
- Restore Test
- Recovery Test
- Backup Integrity Check
- DR Test

করতে হবে।

কারণ—

Backup আছে

≠

Recovery নিশ্চিত

বরং—

Backup
+
Successful Restore Test
+
Recovery Test
=
Reliable Backup Strategy

১৮. Backup ও Recovery-এর সম্পূর্ণ Workflow

Database
↓
Backup Strategy
↓
Full / Incremental Backup
↓
Archive Log Backup
↓
Secure Backup Storage
↓
Failure / Data Loss
↓
Identify Recovery Point
↓
Restore
↓
Recovery
↓
Validation
↓
Database Available

১৯. Backup Best Practices

একটি Production Database-এর জন্য—

১. নিয়মিত Full Backup নিন

Database Size এবং Business Requirement অনুযায়ী Schedule তৈরি করতে হবে।

২. Incremental Backup ব্যবহার করুন

বড় Database-এর ক্ষেত্রে Backup Time ও Storage Usage কমাতে সাহায্য করতে পারে।

৩. Archive Log Backup নিশ্চিত করুন

যেখানে Point-in-Time Recovery দরকার, সেখানে এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৪. Backup আলাদা Storage-এ রাখুন

Production Server-এর একই Disk-এ শুধু Backup রাখলে Server/Storage Failure-এর সময় Backup-ও হারিয়ে যেতে পারে।

৫. Offsite বা DR Copy রাখুন

Disaster Recovery-এর জন্য আলাদা Location বা Cloud Storage ব্যবহার করা যেতে পারে।

৬. Backup Encrypt করুন

Sensitive Database Backup নিরাপদ রাখার জন্য Encryption এবং Access Control ব্যবহার করা উচিত।

৭. Regular Restore Test করুন

Backup সফলভাবে তৈরি হয়েছে মানেই Backup থেকে Recovery নিশ্চিত—এমন নয়।

৮. Recovery Procedure Document করুন

Emergency-এর সময় কীভাবে Database Restore ও Recover করতে হবে তার Step-by-Step Runbook থাকা উচিত।

অধ্যায়ের সারসংক্ষেপ

Backup and Recovery Database Administration-এর অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ অংশ। Database Failure, Hardware Failure, Human Error বা Data Corruption-এর মতো পরিস্থিতিতে Backup এবং Recovery Strategy Database Availability বজায় রাখতে সাহায্য করে।

এই অধ্যায়ে আমরা দেখলাম—

- **Logical Backup** Database Object ও Data Logical Format-এ Export করে।
- **Physical Backup** Database-এর Physical Files-এর Backup তৈরি করে।
- **Data Pump (expdp/impdp)** Logical Backup এবং Migration-এর জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **RMAN** Oracle Database-এর Physical Backup এবং Recovery-এর প্রধান Tool।
- **Full Backup** নির্দিষ্ট Scope-এর সম্পূর্ণ Backup তৈরি করে।
- **Incremental Backup** পরিবর্তিত Data Blocks-এর Backup নিতে পারে।
- **Differential Backup** Terminology Database Platform অনুযায়ী ভিন্ন হতে পারে; Oracle RMAN-এ Level 1 Differential/Cumulative Incremental Strategy রয়েছে।
- **Restore** Backup থেকে Files ফিরিয়ে আনে।

- **Recovery** Redo/Archived Redo ব্যবহার করে Database-কে Consistent অবস্থায় ফিরিয়ে আনে।
- **Point-in-Time Recovery** Database-কে নির্দিষ্ট সময়ের অবস্থায় ফিরিয়ে নিতে সাহায্য করে।
- **Flashback Database** নির্দিষ্ট পরিস্থিতিতে Database-কে দ্রুত আগের অবস্থায় ফিরিয়ে নিতে সাহায্য করে।

সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়—

Backup নেওয়া এবং Recovery করতে পারা—দুটি আলাদা বিষয়।

একটি Professional Database Environment-এ তাই শুধু Backup Schedule থাকলেই হবে না। **Backup → Restore Test → Recovery Test → DR Test**—এই সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি নিয়মিত পরীক্ষা করতে হবে।

মনে রাখুন:

Logical Backup = Data Pump
Physical Backup = RMAN
Restore = Backup থেকে File ফিরিয়ে আনা
Recovery = Redo/Archive Log দিয়ে Database Consistent করা
Flashback = দ্রুত পূর্ববর্তী অবস্থায় ফিরে যাওয়ার Oracle Feature