প্যারালাল TEXT

(For HSC & Pre-Admission)

# ICT

## অধ্যায়-০২ : কমিউনিকেশন সিস্টেমস ও নেটওয়ার্কিং


**সার্বিক ব্যবস্থাপনায়**
উদ্ভাস ICT টিম

**প্রচ্ছদ**
মোঃ রাকিব হোসেন

**অক্ষর বিন্যাস**
শাকিল ও রাজু

**অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়**
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

**কৃতজ্ঞতা**
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

**প্রকাশনায়**
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

**প্রকাশকাল**
প্রথম প্রকাশ
সেপ্টেম্বর, ২০২৩ ইং

**অনলাইন পরিবেশক**
rokomari.com

# কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমার শিক্ষা জীবনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে পদার্পণ করেছো। মাধ্যমিকের পড়াশুনা থেকে উচ্চ মাধ্যমিকের পড়াশুনার ধাঁচ ভিন্ন এবং ব্যাপক। মাধ্যমিক পর্যন্ত যেখানে 'বোর্ড বই'-ই ছিল সব, সেখানে উচ্চ-মাধ্যমিকে বিষয়ভিত্তিক নির্দিষ্ট কোনো বই নেই। কিন্তু বাজারে বোর্ড অনুমোদিত বিভিন্ন লেখকের অনেক বই পাওয়া যায়। একারণেই শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই বাছাইয়ের ক্ষেত্রে দ্বিধায় ভোগে। এছাড়া, মাধ্যমিকের তুলনায় উচ্চ-মাধ্যমিকে সিলেবাস বিশাল হওয়া সত্ত্বেও প্রস্তুতির জন্য খুবই কম সময় পাওয়া যায়। জীবনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ এই ধাপের শুরুতেই দ্বিধা-দ্বন্দ্ব থেকে মুক্তি দিতে আমাদের এই Parallel Text। উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের হতাশার একটি মূখ্য কারণ থাকে পাঠ্যবইয়ের তাত্ত্বিক আলোচনা বুঝতে না পারা। এজন্য শিক্ষার্থীদের মাঝে বুঝে বুঝে পড়ার প্রতি অনীহা তৈরি হয়। তারই ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা HSC ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় ভালো ফলাফল করতে ব্যর্থ হয়।

তোমাদের লেখাপড়াকে আরও সহজ ও প্রাণবন্ত করে তোলার বিষয়টি মাথায় রেখে আমাদের Parallel Text বইগুলো সাজানো হয়েছে সহজ-সাবলীল ভাষায়, অসংখ্য বাস্তব উদাহরণ, গল্প, কার্টুন আর চিত্র দিয়ে। প্রতিটি টপিক নিয়ে আলোচনার পরেই রয়েছে গাণিতিক উদাহরণ; যা টপিকের বাস্তব প্রয়োগ এবং গাণিতিক সমস্যা সমাধান সম্পর্কে ধারণা দেয়ার পাশাপাশি পরবর্তী টপিকগুলো বুঝতেও সাহায্য করবে। তোমাদের বোঝার সুবিধার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, পার্থক্য ইত্যাদি নির্দেশকের মাধ্যমে আলাদা করা হয়েছে। এছাড়াও যেসব বিষয়ে সাধারণত ভুল হয়, সেসব বিষয় 'সতর্কতা' এর মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

তবে শুধু বুঝতে পারাটাই কিন্তু যথেষ্ট নয়, তার পাশাপাশি দরকার পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর এই বিষয়টি আরও সহজ করতে প্রতিটি অধ্যায়ের কয়েকটি টপিক শেষে যুক্ত করা হয়েছে 'টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান'। যার মধ্যে বিগত বোর্ড পরীক্ষার পাশাপাশি রয়েছে বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার প্রশ্ন ও সমাধান। এভাবে ধাপে ধাপে অনুশীলন করার ফলে তোমরা বোর্ড পরীক্ষার শতভাগ প্রস্তুতির পাশাপাশি ভর্তি পরীক্ষার প্রস্তুতিও নিতে পারবে এখন থেকেই। এছাড়াও অধ্যায় শেষে রয়েছে 'গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম' ও 'অনুশীলনমূলক সমস্যাবলি' যা অনুশীলনের মাধ্যমে তোমাদের প্রস্তুতি পূর্ণাঙ্গ হবে।

আশা করছি, আমাদের এই Parallel Text একই সাথে উচ্চ মাধ্যমিকে তোমাদের বেসিক গঠনে সহায়তা করে HSC পরীক্ষায় A+ নিশ্চিত করবে এবং ভবিষ্যতের বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তিযুদ্ধের জন্য প্রস্তুত রাখবে।

তোমাদের সার্বিক সাফল্য ও উজ্জ্বল ভবিষ্যত কামনায়-

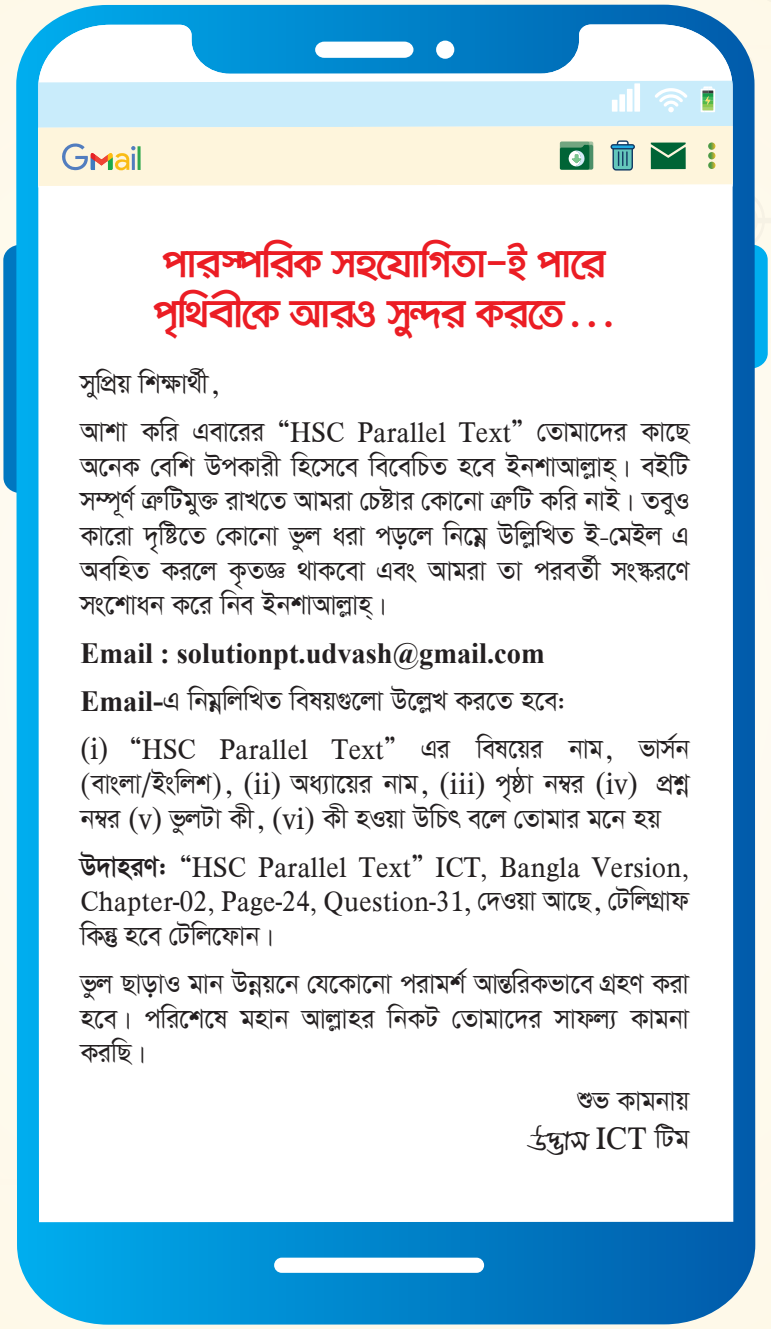
উদ্ভাস ICT টিম

# সূচিপত্র

# ICT

## অধ্যায়-০২ : কমিউনিকেশন সিস্টেমস ও নেটওয়ার্কিং


| ক্র.নং | বিষয়বস্তু | পৃষ্ঠা |
|---|---|---|
| ০১ | ডেটা কমিউনিকেশন | ০১-০৭ |
| ০২ | ডেটা ট্রান্সমিশন | ০৭-০৭ |
| ০৩ | ব্যান্ডউইডথ | ০৮-১১ |
| ০৪ | ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড | ১১-১৮ |
| ০৫ | ডেটা ট্রান্সমিশন মোড | ১৮-১৯ |
| ০৬ | ডেটা ডিস্ট্রিবিউশন মোড | ১৯-২১ |
| ০৭ | ডেটা কমিউনিকেশনের মাধ্যমসমূহ | ২১-২১ |
| ০৮ | টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান | ২২-২৮ |
| ০৯ | তারবিহীন মাধ্যম (রেডিও ওয়েভ, মাইক্রোওয়েভ, ইনফ্রারেড) | ২৯-৩৯ |
| ১০ | হটস্পট (Bluetooth, Wifi, WiMax) | ৩৯-৪৫ |
| ১১ | মোবাইল যোগযোগ | ৪৫-৫০ |
| ১২ | বিভিন্ন প্রজন্মের মোবাইল | ৫০-৫৭ |
| ১৩ | টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান | ৫৮-৬৮ |
| ১৪ | তারমাধ্যম | ৬৯-৭৯ |
| ১৫ | নেটওয়ার্কিং এর ধারণা | ৭৯-৮১ |
| ১৬ | নেটওয়ার্কের প্রকারভেদ | ৮১-৮৭ |
| ১৭ | নেটওয়ার্ক ডিভাইস | ৮৭-৯২ |
| ১৮ | নেটওয়ার্ক টপোলজি | ৯৩-৯৯ |
| ১৯ | ক্লাউড কম্পিউটিং | ৯৯-১০০ |
| ২০ | ক্লাউড কম্পিউটিং এর ইতিহাস | ১০১-১০৩ |
| ২১ | ক্লাউড কম্পিউটিং মডেল | ১০৩-১০৫ |
| ২২ | ক্লাউড কম্পিউটিং এর বৈশিষ্ট্যসমূহ | ১০৫-১০৫ |
| ২৩ | ক্লাউড কম্পিউটিং এর ইতিবাচক ও নেতিবাচক প্রভাবসমূহ | ১০৬-১০৭ |
| ২৪ | টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান | ১০৮-১২৪ |
| ২৫ | একত্রে সব গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াবলি | ১২৫-১২৮ |
| ২৬ | গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম | ১২৯-১৩১ |
| ২৭ | অনুশীলনমূলক সমস্যাবলি | ১৩১-১৩২ |




## পারস্পরিক সহযোগিতা–ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি এবারের "HSC Parallel Text" তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোনো ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লিখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নিব ইনশাআল্লাহ্।

**Email : solutionpt.udvash@gmail.com**

**Email-**এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC Parallel Text" এর বিষয়ের নাম, ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (ii) অধ্যায়ের নাম, (iii) পৃষ্ঠা নম্বর (iv) প্রশ্ন নম্বর (v) ভুলটা কী, (vi) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়

**উদাহরণ:** "HSC Parallel Text" ICT, Bangla Version, Chapter-02, Page-24, Question-31, দেওয়া আছে, টেলিগ্রাফ কিন্তু হবে টেলিফোন।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোনো পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস ICT টিম

# অধ্যায় ০২ কমিউনিকেশন সিস্টেমস ও নেটওয়ার্কিং

কলেজ থেকে নাঈমুস সাহিব বাসায় ফেরার পর থেকেই আজ কেমন যেন মনমরা হয়ে আছে। বিকেল গড়িয়ে সন্ধ্যে নামলো, সেই একই অবস্থা। বাসার সবাই তো খুবই অবাক। যে ছেলে কলেজ থেকে বাসায় ঢোকার আগে থেকেই, সদর দরজায় দাঁড়ানো অবস্থাতেই সারা রাজ্যের গল্প শুরু করে দেয়, বিকেল হবার আগেই ব্যাট হাতে দৌড় দেয় মাঠে, সেই ছেলের আজ হলো কি? বাসার সকলে এসবই ইশারা ইঙ্গিত ও বলাবলি করতে লাগলো। সাহিবের বড় ভাই নাজমুস সাকিব, বুয়েটে কম্পিউটার বিজ্ঞান ও প্রকৌশল নিয়ে ফাইনাল ইয়ারে পড়ছে, সে সাহিবের কাছে গিয়ে জানার চেষ্টা করল ঘটনাটা কি। সাহিব ওর ভাইকে ধরে কান্নায় ভেঙে পড়লো, পরে চার্জে লাগানো ফোনটা চার্জারের লাইন থেকে খুলে একটা ফেসবুক পোস্ট দেখালো, যাতে

একজন আদি পঞ্জিকার বিভিন্ন অদ্ভুত গাণিতিক সূত্রের কথা বলে এটা দাবি করছে যে, আগামিকাল পৃথিবী ধ্বংস হয়ে যাবে। পোস্টটি বিভিন্ন ভাষায় অনূদিত হয়ে শেয়ার হচ্ছে, বাংলা অনুবাদটির শেয়ার ইতোমধ্যেই ৩.৫ মিলিয়ন ছাড়িয়েছে। তাছাড়া এফ এম রেডিওতেও এ ব্যাপারে একজন আর.জে. এ বিষয়ে জনগণ কী মনে করছে, তা ভোট করে জানাতে বলেছে। সাহিবের কাল উদ্ভাস থেকে একটা সংবর্ধনা পাবার কথা, অথচ এর আগেই তো পৃথিবীটাই ধ্বংস হয়ে যাবে। সাহিবের আর ক্রিকেটার হওয়া হলোনা, প্লে-স্টেশন কেনা হলোনা- ইত্যাদি নিয়ে সে শুধু ভাবছে আর এসব বলে বলে তার ভাইকে জড়িয়ে ধরে কাঁদছে।

তার ভাই মুচকি হেসে জানালো বিষয়টি নিতান্তই গুজব, এবং তৎক্ষণাৎ Google-এ সার্চ করে ইতোপূর্বেও বিভিন্ন সময় ছড়িয়ে পড়া পৃথিবী ধ্বংসের গুজব এবং এধরনের আরও অনেক গুজব নিয়ে বেশ কিছু Article ও News দেখালো, কিছু ভিডিও নিউজও দেখলো ওরা। ততক্ষণে ওদের বন্ধুমহলে সবার সামনে এই পোস্টের কথা উত্থাপন করা আজিমুল নিজেই তার মুঠোফোন থেকে সাহিবদের ল্যান্ডলাইনে কল দিলো। আজকাল ল্যান্ডফোনের দেখা খুব একটা না মিললেও সাহিবের বাবা পুলিশের ঊর্ধ্বতন কর্মকর্তা হওয়ায় তাদের এই সরকারি কোয়ার্টারে ল্যান্ডফোন লাইন আছে। ফোনের ওপার থেকে ভেসে এলো আজিমুলের কণ্ঠ, "দোস্ত ভয় নাই। সব ভুয়া খবর। পৃথিবীর কিচ্ছু হবেনা। এক বিদেশি ইউটিউবার Social prank এপিসোডের অংশ হিসেবে এই গুজবটি ছড়িয়েছে।" এ নিয়ে দুজনে আরও কিছুক্ষণ কথা শেষে ওদের অন্য বন্ধুদের সাথে একটি কনফারেন্স কলে যুক্ত হয়ে এ নিয়ে আলোচনায় মেতে উঠলো। ওর স্বভাবসুলভ মুখরতা দেখে পরিবারের সদস্যরাও স্বস্তি পেলো।

## ডেটা কমিউনিকেশন এবং ডেটা ট্রান্সমিশন

উপরের গল্পের মতো এরকম আরও বিভিন্ন গুজব ছড়ানোর ঘটনা কিন্তু আমরা নিজেরাও প্রায়শই আমাদের দৈনন্দিন জীবনে দেখে থাকি। অজ্ঞতাবশত কখনও আমরা এটি বিশ্বাসও করে ফেলি এবং নিজেরাই শেয়ার দিয়ে গুজবটি ছড়িয়ে দেবার অংশ হয়ে যাই। আর এই প্রক্রিয়ায় সবচেয়ে বড় একটা ভূমিকা রাখে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি। কিন্তু তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির প্রভাব কিন্তু শুধু নেতিবাচকই নয়, বরং বিষয়গুলো গুজব- এটা মানুষের মাঝে ছড়িয়ে দেয়া সহ আরও অনেক গুরুত্বপূর্ণ কাজে কিন্তু তথ্য-প্রযুক্তির ভূমিকা অপরিসীম।

তথ্য-প্রযুক্তির ভালো ও খারাপ প্রভাব নিয়ে ১ম অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা তো আছেই। আমাদের এই অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয় এটা নয়। বরং প্রযুক্তির মাধ্যমে তথ্য কীভাবে স্থানান্তরিত হয়, কীভাবে তথ্যপ্রযুক্তি হয়ে ওঠে তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি- এ অধ্যায়ে এটাই আমাদের মূল আলোচ্য বিষয়।

## কমিউনিকেশন সিস্টেমের ধারণা (Concept of Communication System)

উপরের রূপকল্পটি তোমরা বুঝতে পেরেছো কী? এটি আসলে নানান ধরনের যোগাযোগ ব্যবস্থার একটি সম্মিলিত উদাহরণ মাত্র। মানুষ যখন তার নানা প্রয়োজনে (ভাব বিনিময় বা তথ্য শেয়ার প্রভৃতি) একে অন্যের সাথে যোগাযোগ করে তখন যোগাযোগের এই পূর্ণাঙ্গ প্রক্রিয়াটিকে "যোগাযোগ ব্যবস্থা" বা "Communication System" বলা হয়।

কোনো মাধ্যমের দ্বারা এক পক্ষ হতে অন্য এক বা একাধিক পক্ষে তথ্য প্রবাহের প্রক্রিয়াকে কমিউনিকেশন সিস্টেম বা যোগাযোগ ব্যবস্থা বলা হয়।

কমিউনিকেশন হলো একটি বার্তা প্রেরণ বা গ্রহণের ক্ষমতা। কমিউনিকেশন সিস্টেমে দুটি পক্ষ থাকে। ১ম পক্ষ নিজের মনের ভাব, প্রয়োজনীয় বার্তা ও আইডিয়াগুলো অন্যদের কাছে শেয়ার করে বা প্রেরণ করে। এই পক্ষটিকে বলা হয় Sender বা প্রেরণকারী। আর দ্বিতীয় পক্ষের বেলায়, সে/তারা ১ম পক্ষ মানে Sender এর প্রেরিত তথ্য গ্রহণ করে, তাই এই পক্ষকে প্রাপক বা গ্রাহক বা গ্রহণকারী বা Receiver বলা হয়।

প্রেরক ও প্রাপক বিষয়টি ধ্রুব নয়। মানে প্রেরক যে চিরকাল প্রেরক হয়েই থাকবে বা প্রাপক যে চিরদিন প্রাপক হয়েই থাকবে এমন কোনো কথা নেই (সামনের দিকে Data Transmission modes অংশে এ ব্যাপারে বিস্তারিত তোমরা জানতে পারবে)। উদাহরণস্বরূপ, প্রাপক যখন প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে সাড়া দেয় বা তথ্য প্রেরণকারীর কাছে Feedback পাঠায়, তখন কিন্তু সে আর প্রাপক থাকেনা। তখন সে-ই হয়ে যায় প্রেরক, আর সাবেক প্রেরক এখন হয়ে ওঠে প্রাপক।

## সার্থক যোগাযোগ (Effective) Communication

কমিউনিকেশন সিস্টেমের মূল উদ্দেশ্যই হল প্রেরক থেকে প্রাপকের কাছে তথ্যের সঠিক সরবরাহ ও প্রাপ্তি সুনিশ্চিত করা। তথ্য প্রেরিত হল, কিন্তু প্রাপক সেটি পেলোনা, অথবা প্রাপক পেলো তথ্য, কিন্তু তা corrupted (বিকৃত) হয়ে গেল কোনোভাবে – এরকম হলে কমিউনিকেশনটি অকার্যকর বলে বিবেচ্য হয় এবং একে communication failure বলা হয়।

যেমন, ওপরের উদাহরণে যদি দেখা যেতো, যে আজিমুল সাহিবের সাথে কলে থাকা অবস্থাতেই আজিমুল কথা বলাকালীনই কোনো একটা কাজে সাহিব কল না কেটেই ফোন রেখে পাশের ঘরে বা কোথাও একটু গিয়েছে, তাহলে কিন্তু ফোনে আজিমুল যে কথাগুলো বলছে, কথার মাধ্যমে যে তথ্যগুলো পাঠাচ্ছে, সেসব কিন্তু সাহিবের কাছে পৌঁছাতোনা। কিংবা ধরা যাক, ভিডিও কনফারেন্সের সময় কনফারেন্সে যুক্ত মাজেদ কথা বলছিলো আর সাহিবের কান্নাকাটির কথা শুনে মজা করছিলো। আকস্মিকভাবে কনফারেন্সে সংযুক্ত তাদের অপর এক বন্ধু মুহিবের নেটস্পীড অনেক বেশি স্লো হয়ে গেলো, ফলে সে মাজেদের কথা ঠিকঠাক শুনতে পেলোনা। তার মনে হতে লাগলো, মাজেদের কথাগুলো কেমন যেন আটকে আটকে আসছে। এক্ষেত্রে, তথ্য প্রাপক পর্যন্ত পৌঁছেছে ঠিকই, কিন্তু Corrupted হয়ে গেছে। এই দুটি caseই Communication Failure এর উদাহরণ।

একটি Effective Communication এর জন্য অন্তত **4টি C** থাকা অত্যন্ত জরুরী। যথা:

(i) Clarity
(ii) Coherence
(iii) Consistency
(iv) Credibility

## বিভিন্ন ধরনের কমিউনিকেশন সিস্টেম (Different Types of Communication System)

যোগাযোগের ধরন অনুযায়ী কমিউনিকেশনকে মোটা দাগে নিম্নোক্তভাগে ভাগ করা যায়-

**(i) Biological Communication (জৈবিক যোগাযোগ):** একে মাধ্যমহীন যোগাযোগও বলা চলে। কেননা, এধরনের যোগাযোগে দুই বা ততোধিক ব্যক্তি নিজেদের মাঝে যোগাযগের জন্য কোনো বস্তুগত বা অবস্তুগত মাধ্যমের প্রয়োজন পরেনা।

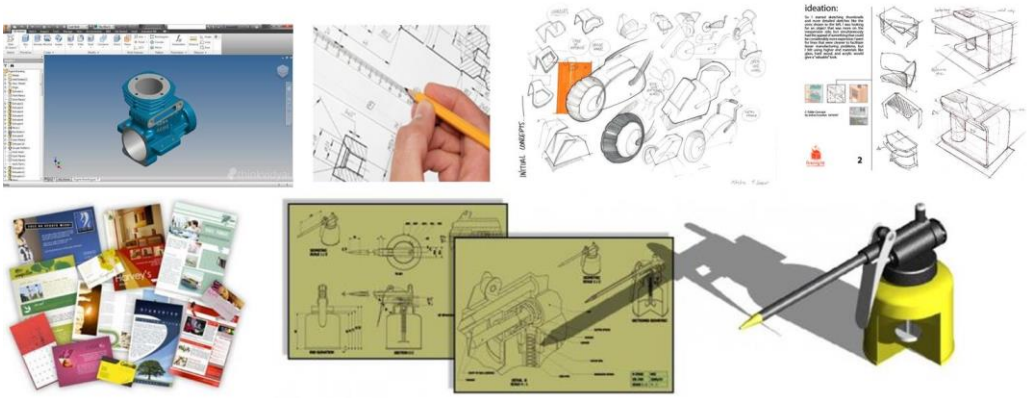
দেহের বিভিন্ন অঙ্গ ব্যবহার করে যেমন-মস্তিষ্ক, স্বরযন্ত্র, কান, হাত ইত্যাদি ব্যবহার করে যে যোগাযোগ সম্পন্ন করা হয় সেটিই জৈবিক যোগাযোগ। এটি প্রধানত দুই প্রকার। যথা:

১. **Verbal Communication:** সরাসরি কথা বলা, শোনা, চোখে দেখা ইত্যাদি।
২. **Non-verbal Communication:** মুখভঙ্গি, শারীরিক অঙ্গভঙ্গি, ইশারা ইঙ্গিত ইত্যাদি।

**উদাহরণ:** অধ্যায়ের শুরুতেই উল্লেখ করা রূপকল্পে সাহিবের পরিবারের সদস্যদের সাহিবের ব্যাপারে ইশারা-ইঙ্গিত করাটা নন-ভার্বাল বায়োলজিক্যাল কমিউনিকেশন এবং সাহিবকে নিয়ে কথা বলাবলি, তার ভাই ও তার কথোপকথন ইত্যাদি ভার্বাল বায়োলজিক্যাল কমিউনিকেশন।

**(ii) Aural & Visual Communication (দর্শশ্রাব্য যোগাযোগ):** চোখে দেখা ও কানে শোনার ভিত্তিতে এধরনের যোগাযোগ কাজ করে। এটি নিম্নোক্ত প্রকারের হতে পারে:

১. **Graphic/Visual Communication:** গ্রাফিক যোগাযোগ হলো ভাব-বিনিময় ও আইডিয়া শেয়ারের উদ্দেশ্যে ছবি, গ্রাফিক, শব্দহীন ভিডিও প্রতীক, টেক্সট, স্লাইডশেয়ার, লেখনি, পেইন্টিং ও ড্রয়িং ইত্যাদির ব্যবহার। লিপি, চিহ্ন, প্রতীক, স্থির ও সচল চিত্রের মাধ্যমে যোগাযোগকে গ্রাফিক বা ভিজুয়াল যোগাযোগ বলে। যেমন: চিঠি প্রেরণ, ওয়েব ডিজাইন, ডেটা ভিজ্যুয়ালেশন ইত্যাদি। রূপকল্পে, সাহিব পৃথিবী ধ্বংসের গুজবের বিষয়ে লেখা বিভিন্ন আর্টিকেল পড়ে। এটিও গ্রাফিক কমিউনিকেশন।



২. **Auditory/Aural Communication:** এক্ষেত্রে শব্দের মাধ্যমে যোগাযোগ ঘটে। অডিও রেকর্ডিং প্রেরণ এধরনের যোগাযোগের উদাহরণ। উদ্দীপকের রূপকল্পে আরজে'র কথাবার্তা এবং আজিমুল ও সাহিবের ফোনালাপও এধরনের যোগাযোগ।

৩. **মিশ্র দর্শশ্রাব্য যোগাযোগ:** এধরনের যোগাযোগে Visual ও Auditory যোগাযোগ সংমিশ্রণ ঘটে।

**যেমন:** রূপকল্পে সাকিব ও সাহিবের ভিডিও বার্তা দেখা, সাহিব ও তার বন্ধুদের ভিডিও কনফারেন্স ইত্যাদি।

প্রেরক ও প্রাপকের অবস্থান ও দূরত্বের ভিত্তিতে কমিউনিকেশন 2 প্রকার। যথা:

**(i) Proximal Communication (নিকট যোগাযোগ):** Proximal শব্দের অর্থ নিকটবর্তী। কাছাকাছি বা পাশাপাশি বসে যোগাযোগের প্রক্রিয়াকে বলে প্রক্সিমাল কমিউনিকেশন। সকল প্রকার বায়োলজিক্যাল কমিউনিকেশনই প্রক্সিমাল। এছাড়াও অফিসের একই রুমে বসে ক্যাবলের সাহায্যে এক পিসি থেকে অন্য পিসিতে গুরুত্বপূর্ণ ফাইল শেয়ারিং, ইন্টারকম ইত্যাদি প্রক্সিমাল কমিউনিকেশনের উদাহরণ।

**(ii) Tele Communication (টেলিযোগাযোগ বা দূর যোগাযোগ):** টেলি (Tele) শব্দের অর্থ দূরবর্তী। টেলিযোগাযোগ বলতে আমরা বুঝি সাধারণত বিভিন্ন ডিভাইস যেমন-টেলিফোন, মোবাইল ফোন, টিভি, রেডিও ইত্যাদি ব্যবহার করে দূরবর্তী স্থানে যোগাযোগ।

## ডেটা কমিউনিকেশনের ধারণা (Concept of Data Communication)

ডেটা বা তথ্য স্থানান্তর তথ্য-যোগাযোগ প্রযুক্তির সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ দিক। কমিউনিকেশন সিস্টেমটিই থাকে এর ওপর ভিত্তি করে।

একস্থান থেকে অন্যস্থানে কিংবা এক কম্পিউটার থেকে অন্য কম্পিউটারে কিংবা এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসের (মোবাইল, স্মার্টফোন, পার্সোনাল ডিজিটাল অ্যাসিসটেন্ট, জিপিএস নেভিগেটর ইত্যাদি) তথ্য আদান-প্রদান তথা তথ্য বিনিময়কে বলা হয় ডেটা কমিউনিকেশন (Data Communication) বা ডেটা স্থানান্তর।

আধুনিক ডেটা কমিউনিকেশনের কোনো না কোনো পর্যায়ে সরাসরি কম্পিউটার জড়িত থাকে। ডেটা কমিউনিকেশনে যোগাযোগ বা কমিউনিকেশন ঘটে ডেটা'র মাধ্যমে এবং এই কমিউনিকেশন সিস্টেম কার্যকর হয় মূলত দুটি অংশে। যথা:

(i) ডেটা প্রসেসিং (ii) ডেটা ট্রান্সমিশন

ডেটা কমিউনিকেশনের এ দুটি অপারেশনে ব্যবহৃত প্রধান দুটি সিস্টেম হলো কম্পিউটার এবং ডেটা ট্রান্সমিশন সিস্টেম। কম্পিউটারকে বলা হয় ডেটা প্রসেসিং (Data Processing) ডিভাইস। কম্পিউটার কর্তৃক উৎপন্ন বা প্রসেসকৃত ডেটা একপ্রান্ত থেকে অপরপ্রান্তে পৌঁছে যাওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ট্রান্সমিশন সিস্টেম। ট্রান্সমিশন সিস্টেমের উপাদানগুলো হচ্ছে মডেম, ট্রান্সমিটার, সুইচ, রিসিভার ইত্যাদি। সব কমিউনিকেশন কখনোই ডেটা কমিউনিকেশন হিসেবে বিবেচ্য হবে না।

## সিগনাল বা সংকেত (Signal)

সিগনাল হলো কোন তড়িৎ (Electric) অথবা তাড়িৎচৌম্বকীয় (Electromagnetic) তরঙ্গ যা কোনো একটি ডিভাইস/নেটওয়ার্ক হতে অন্য ডিভাইস/নেটওয়ার্কে ডেটা স্থানান্তরে ব্যবহৃত হয়। যেকোনো কিছু যা স্থান-কালের সাপেক্ষে পরিবর্তিত হতে পারে তাকেই সিগনাল হিসেবে ব্যবহার করা যায়। ডেটা কমিউনিকেশনের জন্য কম্পিউটার বা ডিভাইসসমূহ সিগনাল ব্যবহার করে থাকে। কম্পিউটার (ডিজিটাল) তথ্যকে মডুলেশনের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক (অ্যানালগ) তরঙ্গে রূপান্তরিত করে। এ বৈদ্যুতিক তরঙ্গ সিগনাল আকারে তার বা তারবিহীন মাধ্যম দ্বারা গ্রাহক থেকে প্রেরকের নিকট সঞ্চালিত হয়।

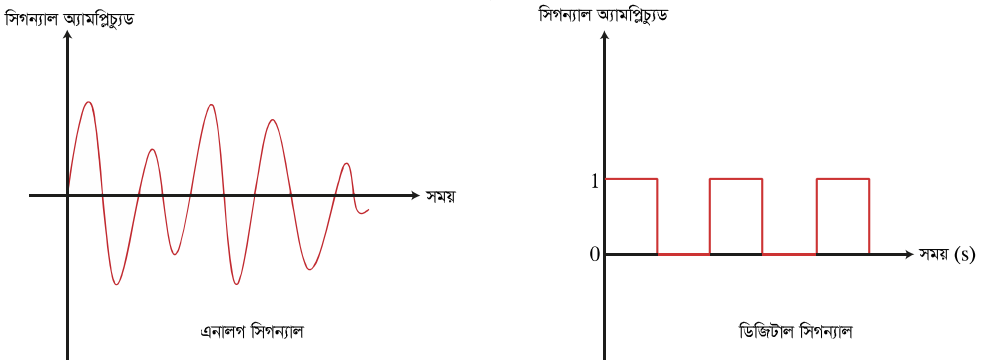
**বিস্তার:** কোনো সিগনাল ওয়েভের সর্বোচ্চ/সর্বনিম্ন ও সাম্য পয়েন্টের দূরত্বকে বিস্তার (Amplitude) বলা হয়। বিস্তার যত বেশি হবে সিগনাল তত জোরদার হবে।

**কম্পাঙ্ক:** একটি সিগনাল প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ আবর্তন বা সাইকেল সম্পন্ন করতে পারে তাকে ঐ সিগনালের কম্পাঙ্ক বা Frequency বলা হয়। ফ্রিকোয়েন্সির একক হলো হার্টজ (Hz)। কম্পাঙ্ক যত বেশি হবে সিগনাল তত জোরদার হবে।

### এনালগ ও ডিজিটাল সংকেত (Analog & Digital Signal):

সিগনাল দুধরনের হতে পারে: অ্যানালগ ও ডিজিটাল। যে সিগনালে মানসমূহ বিস্তারের -1 হতে +1 গুণের মধ্যে যেকোনো মানপ্রাপ্ত হতে পারে, তাকে বলে অ্যানালগ সিগনাল।

অন্যদিকে, ডিজিটাল সিগনালের বেলায় তথ্যকে দুটো নির্দিষ্ট মানের (যেমন: 0 ও 1) সমন্বয়ে সংকেত পরিণত করা হয়। ০ থেকে ০.৮ ভোল্ট পর্যন্ত মানকে 0 এবং ২ ভোল্ট থেকে ৫ ভোল্ট পর্যন্ত মানকে 1 ধরা হয়। ০.৮ থেকে ২ পর্যন্ত সিগনালকে সাধারণত উপেক্ষা করা হয়।

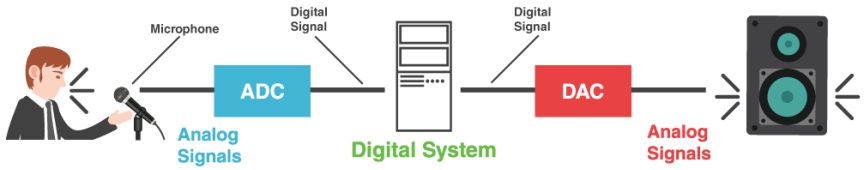



চিত্র: এনালগ সিগনাল ও ডিজিটাল সিগনাল

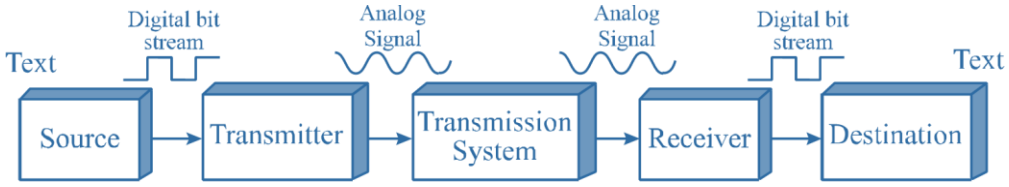
### মডুলেশন ও ডিমডুলেশন (Modulation & Demodulation):

ডেটা কমিউনিকেশন পদ্ধতিতে বিভিন্ন স্থানে অবস্থিত কম্পিউটার হতে কম্পিউটারে অথবা কম্পিউটার ও অন্য কোন মাধ্যমে ডেটা ও তথ্য আদান-প্রদান করা হয়। এই আদান-প্রদানের জন্য বিভিন্ন মাধ্যম, যেমন: টেলিফোন লাইন, মাইক্রোওয়েভ, ফাইবার অপটিক ক্যাবল ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের মাধ্যম দিয়ে অ্যানালগ সংকেত (Analog Signal) আদান-প্রদান হয়। এসব মাধ্যমে ডেটা প্রেরণের পূর্বেই কম্পিউটারে সংরক্ষিত ডিজিটাল ডেটাটিকে আগে এনালগ ডেটায় রূপান্তরিত করে নিতে হয়। কম্পিউটারে প্রসেসিং করার জন্য অ্যানালগ ডেটাকে ডিজিটাল সংকেত (Digital Signal) এ রূপান্তর করা হয়।

Digital Signal কে Analog Signal-এ রূপান্তর প্রক্রিয়াকে বলা হয় Modulation। আর Analog Signal-কে Digital Signal-এ রূপান্তরের প্রক্রিয়াকে বলা হয় Demodulation।



চিত্র: মডুলেশন ও ডিমডুলেশন




চিত্র: ডেটা কমিউনিকেশনে ব্যবহৃত এনালগ ও ডিজিটাল সিগনাল

কথা হচ্ছে- এই রূপান্তরের দরকারটা কী? এর কারণ হল- কম্পিউটারসহ যাবতীয় ডিজিটাল ডিভাইস বাইনারি পদ্ধতিতে কাজ করে। এসব ডিভাইস 0 ও 1 ছাড়া আর কিছুই চেনেনা। এই দুটির বাইরে যেকোনো কিছু নিয়ে কাজ করতে হলে সেটাকে আগে ডিজিটাল ডেটা মানে বাইনারিতে রূপান্তরিত হয়ে নিতে হয়। তাহলে প্রশ্ন হতেই পারে যে, তাহলে সবকিছু Digitally করলেই তো হয়, Analog এর দরকারটা কী? তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ হল sine wave, যা মূলত Analog দূরবর্তী স্থানে সিগনাল প্রেরণে অ্যানালগ বেশি উপযোগী। এছাড়া আরেকটি কারণ হল- ডিজিটাল ডেটা অডিও জেনারেট বা রিসিভ করতে পারেনা। এর জন্য প্রয়োজন পড়ে অ্যানালগ সিগনালের।

মূলত এসব আলোচনা থেকে বুঝলাম, ক্ষেত্রবিশেষে কখনও এনালগ গুরুত্বপূর্ণ তো কখনও ডিজিটাল। আর তাই এদের রূপান্তরকল্পে Modulation ও Demodulation অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

**মনে রাখবে**

"মধু দিয়ে আদি ডিম"

মধু দিয়ে ➔ MODUlator (মধু) ডিজিটাল (দি) সংকেতকে অ্যানালগ (য়ে) সংকেতে রূপান্তরিত করে।

আদি ডিম ➔ Analog (আ) Signal কে ডিজিটাল (দি) সংকেতে রূপান্তরিত করে DEModulator (ডিম) ।

ডেটা কমিউনিকেশন সিস্টেমে অ্যানালগ সংকেত ও ডিজিটাল সংকেতের মধ্যে পারস্পরিক পরিবর্তনের জন্য মডেম (MODEM–MOdulator DEModulator) ব্যবহৃত হয়। মডেম কম্পিউটারের ডিজিটাল সংকেতকে অ্যানালগ সংকেতে পরিণত করে টেলিফোন যোগাযোগ ব্যবস্থা দ্বারা গ্রাহকের নিকট প্রেরণ করে। গ্রাহক কম্পিউটারের সঙ্গে যুক্ত মডেম সেই অ্যানালগ সংকেতকে আবার ডিজিটাল সংকেতে পরিণত করে তা কম্পিউটারের ব্যবহারোপযোগী করে। প্রেরক ও গ্রাহক উভয় প্রান্তেই মডেম ব্যবহার করা হয়। ফলে ডেটা ও তথ্য আদান-প্রদানে কোন সমস্যা হয় না। অধ্যায়ের "Network Device" অংশে তোমরা মডেম সম্পর্কে বিস্তারিত জানবে।

### নেটওয়ার্ক (Network):

পরস্পরের সাথে সংযুক্ত একগুচ্ছ ট্রান্সমিটার, রিসিভার বা ট্রান্সিভারের সমন্বয়ে গঠিত হয় নেটওয়ার্ক। ডিজিটাল নেটওয়ার্কে এক বা একাধিক রাউটার থাকে যার কাজ হলো একটি নির্দিষ্ট ব্যবহারকারীর কাছে তথ্য পাঠানো। অ্যানালগ নেটওয়ার্কে এক বা একাধিক সুইচ থাকে যা দুই বা ততোধিক ব্যবহারকারীর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে। দুই ধরনের নেটওয়ার্কের ক্ষেত্রে বহু দূরে সিগনাল পাঠাতে রিপিটার প্রয়োজন হয়, যাতে দুর্বল অ্যানালগ সিগনালকে অ্যামপ্লিফাই করে শক্তিশালী এবং বিকৃত ডিজিটাল সিগনালকে পুনর্গঠন করা যায়। অনাকাঙ্ক্ষিত কোনো Noise যাতে সিগনালকে বিকৃত করতে না পারে সেজন্য এ ব্যবস্থা নেয়া হয়।

### চ্যানেল (Channel):

চ্যানেল হলো এক ধরনের প্রচার মাধ্যম যার মধ্য দিয়ে একই সময়ে একাধিক তথ্য প্রবাহ পাঠানো যায়। যেমন- এফএম বেতার কেন্দ্র 90.4 মেগাহার্জ বেতার তরঙ্গে, আবার রেডিও-টুডে বেতার কেন্দ্র একই সময়ে 89.6 মেগাহার্টজ বেতার তরঙ্গে অনুষ্ঠান সম্প্রচার করতে পারে। এ ক্ষেত্রে মাধ্যমকে তরঙ্গ কম্পাঙ্ক বা ফ্রিকোয়েন্সি অনুসারে বিভক্ত করা হয়েছে এবং এক একটি বেতার কেন্দ্রের অনুষ্ঠান সম্প্রচারের জন্য এক একটি ফ্রিকোয়েন্সি নির্দিষ্ট করে দেয়া হয়েছে। আবার সম্প্রচারের জন্য একটি নিদিষ্ট সময় দৈর্ঘ্য নির্ধারণ করেও একটি চ্যানেল নির্দিষ্ট করা যায়।

## ডেটা কমিউনিকেশন এর মৌলিক বিষয়সমূহ

একটি ডেটা কমিউনিকেশন সিস্টেম সাধারণত পাঁচটি উপাদান নিয়ে গঠিত হয়।

### (i) উৎস (Source):

ডেটা পাঠানোর পূর্বে সেটি তৈরি করতে হবে। ডেটা প্রেরণের উদ্দেশ্যে যে কম্পিউটার বা ডিভাইসে তথ্য উৎপন্ন বা তৈরি (generate) করা হয় তাকে উৎস বলে। ক্যামেরা, মাইক্রোফোন, কম্পিউটার কী-বোর্ড ইত্যাদি সোর্স এর উদাহরণ।

### (ii) প্রেরক (Transmitter/Sender):

উৎসে তৈরি হওয়া ডেটা মাধ্যম (Channel) দিয়ে গন্তব্যে (destination) পাঠানো হয়। কিন্তু মাধ্যম সরাসরি ডেটা (raw data) সঞ্চালন করতে পারে না। তথ্যকে মাধ্যমের উপযোগী ফরম্যাটে বা সিগন্যালে রূপান্তরিত (modulation) করতে হয়। যে সিস্টেম বা ডিভাইস ডেটা বা ইনফরমেশনকে এনকোড (encode) করে যেন তা মাধ্যমের উপযোগী হয় তাকে প্রেরক বলে। যেমন- মডেম, রাউটার, রেডিও স্টেশন, টেলিফোন ও মোবাইল ফোন কোম্পানির এক্সচেঞ্জ ইত্যাদি। প্রেরক ডেটাকে মাধ্যমে পাঠায়। Simple Data Commuication মডেলে উৎস ও প্রেরককে একত্রে উৎস বা Source System বলে।

### (iii) মাধ্যম (Communication Channel / Transmission System / Medium):

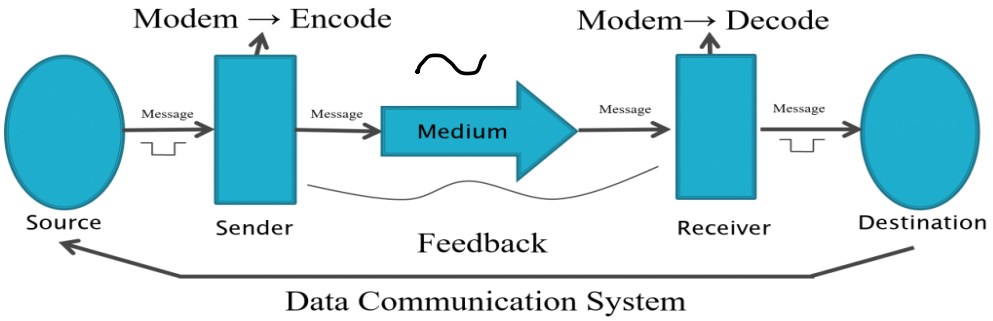
মাধ্যম হলো ডেটা প্রেরণের পথ। এটি ভৌত (physical) বা তারবিহীন (wireless) হতে পারে। যার মধ্য দিয়ে ডেটা উৎস (Source) থেকে গন্তব্যে (destination) স্থানান্তরিত হয় তাকে মাধ্যম (channel) বলে। এটি একটি একক ট্রান্সমিশন লাইন যা উৎস (Source system) ও গন্তব্য (destination system) কে যুক্ত করে। মাধ্যম হিসেবে তার (Cable), পাবলিক টেলিফোন লাইন, তারবিহীন মাধ্যম (ইনফ্রারেড ওয়েভ, রেডিও ওয়েভ, মাইক্রোওয়েভ ইত্যাদি) ব্যবহার করা হয়।

### (iv) গ্রাহক (Receiver):

প্রেরিত ডেটা যে কম্পিউটার বা ডিভাইস গ্রহণ করে তাকে গ্রাহক বা প্রাপক বলে। মাধ্যমে পাঠানোর পূর্বে ডেটাকে যেমন মাধ্যম উপযোগী করতে হয় তেমনি প্রেরণের পর ডেটাকে পুনরায় ডিভাইস উপযোগী করতে হয়। তখন প্রাপক এনকোডেড ডেটাকে ডিভাইস উপযোগী ফরম্যাটে বা সিগন্যালে রূপান্তরিত (demodulation) করে ও গন্তব্য (destination) ডিভাইসে পাঠায়। যেমন-মডেম, রাউটার, টেলিফোন এক্সচেঞ্জ ইত্যাদি।

### (v) গন্তব্য (Destination):

রিসিভার চূড়ান্তভাবে ডেটা রিসিভ করে উক্ত ডেটাকে প্রয়োজনীয় রূপান্তর শেষে গন্তব্যে পাঠায়। কম্পিউটার, সার্ভার, প্রিন্টার, ফোন ইত্যাদি এর উদাহরণ।



**প্রোটোকল (Protocol):** উপর্যুক্ত উপাদানসমূহ কমিউনিকেশনের সেটআপটা গঠন তো করে দেয়। কিন্তু সফলভাবে কমিউনিকেশনের জন্য যে বিষয়টি একদমই উপেক্ষা করা যায় না, সেটি হচ্ছে প্রোটোকল।

প্রোটোকল হলো এক গুচ্ছ নিয়মনীতি। দুটো ডিভাইস যখন যুক্ত হয় তাদের মাঝে তথ্যপ্রদানে কিছু নিয়মনীতি সর্বদা মেনে চলতে হয়। নিয়মগুলো যোগাযোগের প্রকৃতি নির্ধারণ, বাস্তবায়ন ও সমন্বয় করে। নেটওয়ার্কে যুক্ত ডিভাইসগুলোর নিজস্ব অভ্যন্তরীণ ভিন্নতা সত্ত্বেও যোগাযোগ সম্ভব করে। ডেটা কমিউনিকেশনে কিছু প্রচলিত প্রোটোকল হলো:

**IP (Internet Protocol):** ইন্টারনেট নেটওয়ার্কসমূহের মধ্য দিয়ে travel শেষে ডেটা যেন সঠিক উৎস হতে সঠিক গন্তব্যে পৌঁছায়, তা নিশ্চিত করে। একারণেই প্রত্যেক নেটওয়ার্ক ও ডিভাইসের স্বতন্ত্র নাম বা ঠিকানাকে বলা হয় IP Address।

**TCP (Transmission Control Protocol):** Application ও Device এর মধ্যে ডেটার লেনদেনের প্রোটোকল। এখানে সিকিউরিটি নিশ্চিত করা হয় তাই অনেক সময় কানেকশন একটু হলেও স্লো মনে হতে পারে।

**UDP (User Datagram Protocol):** ভিডিও প্লেবেক কিংবা DNS Look-up এর মত Time Sensitive ট্রান্সমিশনের প্রোটোকল। এখানে সিকিউরিটি কম কিন্তু সময়ও লাগে কম।

**HTTP (Hyper Text Transfer Protocol):** ইন্টারনেট থেকে রিসোর্স সন্ধান এবং ক্লায়েন্ট-সার্ভার মধ্যবর্তী সমন্বিত তথ্য-উপাত্ত ট্রান্সপোর্টেশন ও এনকোডিং-ডিকোডিং প্রোটোকল।

**HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure):** HTTPS কে বলা হয় HTTP with Encryption & Verification। মূলত Normal HTTP Requests & Responses এর সাথে TLS (Transport Layer Security) ও SSL (Secure Socket Layers) ব্যবহার করে একে এনক্রিপ্ট করে HTTPS।

**SMPP (Short Message Peer-to-peer Protocol):** SMS প্রেরণ ও গ্রহণের প্রোটোকল।

**SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):** ই-মেইল প্রেরণ ও অ্যাটাচমেন্ট যুক্তকরণের প্রোটোকল।

**IMAP (Internet Message Access Protocol):** ই-মেইল রিসিভ ও অনলাইন চ্যাটিংয়ে কাজ করে এ প্রোটোকল। তবে বর্তমানে অনলাইন চ্যাটিংয়ে Google এর তৈরি WebRTC (Web Real Time Communication) বেশি ব্যবহৃত হচ্ছে।

**VoIP (Voice over Internet Protocol):** Internet Protocol যখন অনলাইন কল এর জন্য ব্যবহৃত হয়।

**FTP (File Transfer Protocol):** ফাইল আপলোড, ডাউনলোড ও শেয়ার করার প্রোটোকল।

**SFTP (SSH Transfer Protocol/Secure File Transfer Protocol):** একে FTP over SSH ও বলা হয়। ফাইল ট্রান্সফারের সময় উক্ত ফাইল ও কমান্ড লাইনসমূহ SSh (Secure Shell) দ্বারা Encrypt করে FTP কর্তৃক Share করার প্রোটোকলই SFTP।

**BGP (Border Gateway Protocol):** ISP (Internet Service Provider) সমূহের ব্যবহৃত প্রোটোকল, যা Routing Information সমূহ Exchange এ ব্যবহৃত হয়।

## ডেটা ট্রান্সমিশন (Data Transmission)

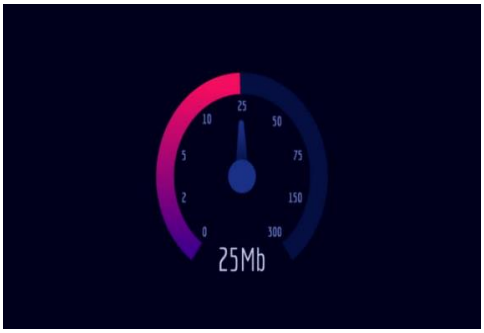
এতক্ষণ তো আমরা ডেটা কমিউনিকেশন নিয়েই কথা বললাম। এবারে আমরা কথা বলবো ডেটা ট্রান্সমিশন নিয়ে।

ডেটা কমিউনিকেশনে উৎস (১ম উপাদান) থেকে শুরু করে গন্তব্য (৫ম উপাদান) পর্যন্ত ডেটা ট্রান্সফারের প্রক্রিয়াকেই বলা হয় ট্রান্সমিশন।

ট্রান্সমিশন আর কমিউনিকেশনের পার্থক্য হল- গন্তব্য ডিভাইসে ডেটা সফলভাবে পৌঁছালেই "Transmission" ঠিকঠাক হয়েছে বলা যাবে। কিন্তু যদি এমন হয়, প্রাপক রিসিভকৃত ফাইলটি ওপেন করতে যাচ্ছেন, এমন সময়েই সিস্টেম ক্র্যাশ করে ফাইলটি ডিলিট হয়ে গেলো; অথবা অন্য কোনো কারণে প্রাপক ডেটা অ্যাক্সেসে ব্যর্থ হলো- এক্ষেত্রে ট্রান্সমিশন সফল হলেও কমিউনিকেশন সফল হয়নি, বরং কমিউনিকেশন ফেইলিউর হয়েছে।

সহজ ভাষায়, প্রেরিত ডেটা হুবহু ডেস্টিনেশনে পৌঁছে গেলেই Transmission completed, প্রাপক তাতে Access করতে পারলেন কিনা- সেটা কমিউনিকেশনে বিবেচ্য হলেও ট্রান্সমিশনে বিবেচ্য নয়।

## ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth)




ব্যান্ডউইডথ হল ডেটা স্থানান্তরের হার। একে Data Transmission Speed বা Band Speed ও বলা হয়। ভেঙে বলতে গেলে, ব্যান্ডউইডথ বলতে একটি নেটওয়ার্ক মডেল বা কানেকশনের মধ্য দিয়ে একক সময়ে কী পরিমাণ ডেটা স্থানান্তরিত হচ্ছে তা বোঝায়। এটিকে সাধারণত "বিটস পার সেকেন্ড (bits per second)" বা bps দ্বারা পরিমাপ করা হয়।

ব্যান্ডউইডথ কে একটি হাইওয়ে দিয়ে গাড়ি চলাচল দ্বারা তুলনা করলে ব্যাপারটি সহজে বোঝা যায়। এখানে হাইওয়ে (রাস্তা) হচ্ছে নেটওয়ার্ক আর গাড়ি হলো প্রেরণকৃত ডেটা। হাইওয়ে যত বেশি প্রশস্ত হবে তত বেশি গাড়ি (ডেটা) একসাথে চলাচল করতে পারবে। তার মানে তত বেশি গাড়ি (ডেটা) একসাথে নিজের গন্তব্যে পৌঁছাতে পারবে। একই নিয়ম কম্পিউটার ডেটার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। যত বেশি ব্যান্ডউইডথ হবে তত বেশি ডেটা একসাথে নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে প্রেরণ করা যাবে।

একক সময়ে (সাধারণত সেকেন্ড প্রতি হিসেব করা হয়) যে পরিমাণ ডেটা (সাধারণত bit এ পরিমাপ করা হয়) একস্থান থেকে অন্যত্র স্থানান্তরিত হয়, তাকেই Data Transmission Speed বা Bandwidth বা Band Speed বলা হয়। এককথায়, সময় সাপেক্ষে ডেটা স্থানান্তরের হারই ব্যান্ডউইডথ।

যদি কমিউনিকেশন মাধ্যম হিসেবে কোনো ক্যাবলের মধ্যে দিয়ে সেকেন্ডে 10 মেগাবিট ডেটা পরিবাহিত হতে পারে তাহলে তার ব্যান্ডউইডথ হলো 10 মেগাবিট/সে. বা 10 এমবিপিএস (Mbps)। মিডিয়ার ব্যান্ডউইডথ যত বেশি হবে, ডেটা তত দ্রুত একস্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে পারবে। যদি কোনো কম্পিউটার নেটওয়ার্কে বা ডেটা কমিউনিকেশন সিস্টেমে নির্দিষ্ট কোনো ব্যান্ডউইডথ প্রয়োজন হয় তাহলে সে অনুযায়ী মিডিয়া নির্বাচন করতে হবে। যদিও বর্তমানে ইন্টারনেট সার্ভিসের স্পিড বুঝাতেও ব্যান্ডউইডথ ব্যবহৃত হয়।

স্বাভাবিকভাবেই ব্যান্ডউইডথ বেশি হলে মাধ্যম (Channel) দিয়ে দ্রুত ডেটা ট্রান্সমিশন হয়। এতে ছবি, অডিও, ভিডিও, ফাইল ইত্যাদি দ্রুত আদান-প্রদান (ডাউনলোড ও আপলোড) করা যায়। অন্যদিকে নিম্ন ব্যান্ডউইডথ এ ডেটা আদান-প্রদানে অধিক সময় লাগে।

### ব্যান্ডউইডথের প্রকারভেদ

ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিডকে ৩ ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

#### (i) ন্যারো ব্যান্ড (Narrow Band):

ন্যারো ব্যান্ড সাধারণত 45 থেকে 300 bps পর্যন্ত হয়ে থাকে। এই ব্যান্ড ধীরগতিসম্পন্ন ডেটা ট্রান্সমিশন এর ক্ষেত্রে উপযোগী। টেলিগ্রাফির ক্ষেত্রে ন্যারো ব্যান্ড সাধারণত 300 থেকে 3400 Hz ফ্রিকোয়েন্সি প্রদান করে থাকে। টেলিগ্রাফির তারের ব্যবহার বেশি হওয়ায় ডেটা স্থানান্তরের গতি কম, তাই ন্যারো ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। একে সাব-ভয়েস ব্যান্ডও বলা হয়। সাধারণত টেক্সট ম্যাসেজ প্রদানে ন্যারো ব্যান্ড ব্যবহৃত হয়।

#### (ii) ভয়েস ব্যান্ড (Voice Band):

ভয়েস ব্যান্ডের ডেটার গতি 9600 bps বা 9.6 kbps পর্যন্ত হয়ে থাকে। এটি সাধারণত ল্যান্ড টেলিফোনে বেশি ব্যবহার করা হয়। টেলিফোন লাইনে এই ব্যান্ডে সাধারণত 200-360Hz ফ্রিকোয়েন্সির তথ্য স্থানান্তর করা যায়। কম্পিউটার ডেটা কমিউনিকেশনে কম্পিউটার থেকে প্রিন্টারে ডেটা স্থানান্তর কিংবা কার্ড রিডার থেকে কম্পিউটারে ডেটার স্থানান্তরের ক্ষেত্রেও এই ব্যান্ডউইডথ ব্যবহার করা হয়।

#### (iii) ব্রড ব্যান্ড (Broad Band):

উচ্চগতিসম্পন্ন ডেটা স্থানান্তর প্রক্রিয়ায় ব্রড ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। ব্রড ব্যান্ডে বিস্তৃত ব্যান্ডউইডথ এবং অধিক ডেটা বহনের ক্ষমতা থাকে এবং যার গতি 1Mbps থেকে অনেক উচ্চগতি পর্যন্ত হয়। ব্রডব্যান্ড সাধারণত কো-এক্সিয়াল ক্যাবল ও অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলে ডেটা স্থানান্তরে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া Wi-MAX, স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন এবং মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রেও এই ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়।