কার্বোহাইড্রেট বা শর্করার সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিন্যাস

Jillur Rahman

আমরা নিয়মিত ভাত, রুটি, মধু, গ্লুকোজও চিনি ইত্যাদি খাদ্যদ্রব্য খেয়ে থাকি, কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা। কাঠ,পাট ও তুলার আঁশ ইত্যাদিতেও প্রচুর সেলুলোজ জাতীয় শর্করা রয়েছে। কার্বোহাইড্রেট নামটি এসেছে 'হাইড্রেটেড (পানিযুক্ত) কার্বন' থেকে। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নিয়ে গঠিত যে সমস্ত জৈব যৌগে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত ১:২:১ সে সমস্ত জৈব যৌগকে কার্বোহাইড্রেট বলা হতো। **কার্বোহাইড্রেট এর সাধারণ সংকেত $C_n(H_2O)n$ যেখানে n এর মান অভিন্ন অথবা ভিন্ন হতে পারে। যেমন- গ্লুকোজ- $C_6H_{12}O_6$-n এর মান অভিন্ন এবং সুক্রোজ- $C_{12}H_{12}O_{11}$ -n এর মান ভিন্ন**

বর্তমানে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন ছাড়াও নাইট্রোজেন (যেমনঃ কাইটিনে নাইট্রোজেন থাকে) বা সালফার আছে এমন অল্প কিছু পদার্থকেও কার্বোহাইড্রেট ধরা হয়। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এর অনুপাত ১:২:১ নয় (যেমন- ডিঅক্সি রাইবোজ সুগার- $C_5H_{10}O_4$ সুক্রোজ- $C_{12}H_{22}O_{11}$ইত্যাদি) এমন কিছু পদার্থকেও কার্বোহাইড্রেট বলা হয়। আবার অনুপাত অনুরূপ থাকলেও ফরমালডিহাইড (HCHO), অ্যাসিটিক অ্যাসিড (CH_3COOH) ইত্যাদি কার্বোহাইড্রেট নয়। তাই **আধুনিক সংজ্ঞানুযায়ী পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড, পলিহাইড্রোক্সি কিটোন ও এসব পদার্থ থেকে উদ্ভূত (Derivatives) বস্তুকে কার্বোহাইড্রেট বলে।**

কার্বোহাইড্রেটের প্রধান বৈশিষ্ট্য: ১) এটি দানাদার (চিনি), তন্ত্রময় (সেলুলোজ) বা পাউডার (গ্লুকোজ) জাতীয় বস্তু। ২) এরা মিষ্টি স্বাদযুক্ত (সুক্রোজ) বা স্বাদহীন (সেলুলোজ)। ৩) এরা তাপ প্রয়োগে ছাই বা অঙ্গারে পরিণত হয়। ৪) অধিকাংশ কার্বোহাইড্রেট (মনোস্যাকারাইড ও অলিগোস্যাকারাইড) পানিতে দ্রবণীয়।

কার্বোহাইড্রেটের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Carbohydrats): কার্বোহাইড্রেটকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণিবিভাগ করা হয়-

(ক) স্বাদের উপর ভিত্তি করে: স্বাদের উপর ভিত্তি করে কার্বোহাইড্রেটকে ২টি ভাগে ভাগ করা হয়-

(১) সুগার (Sugar): এগুলো মিষ্টি স্বাদযুক্ত, পানিতে দ্রবণীয় ও দানাদার পদার্থ। যেমন- গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, সুক্রোজ ইত্যাদি।

(২) নন-সুগার (Non-Sugar): এগুলো স্বাদহীন, পানিতে অদ্রবণীয় এবং পাউডারের ন্যায় পদার্থ যেমন-স্টার্চ, সেলুলোজ, গ্লাইকোজেন ইত্যাদি।

(খ) অণুর গঠন বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে: অণুর গঠনগত জটিলতা, আর্দ্রবিশ্লেষণের বৈশিষ্ট্য বা সুগার এককের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে সাধারণত কার্বোহাইড্রেটকে তিনটি প্রধান শ্রেণিতে ভাগ করা হয়-

১. মনোস্যাকারাইডস (Monosaccharides): ১টি সুগার একক যুক্ত শর্করা;

২. ওলিগোস্যাকারাইডস (Oligosaccharides): ২-১০টি মনোস্যারাইড একক যুক্ত শর্করা;

৩. পলিস্যাকারাইডস (Polysaccharides): বহু মনোস্যাকারাইড একক যুক্ত শর্করা।

কোনো কোনো বিজ্ঞানী ২ (দুটি) মনোস্যাকারাইডযুক্ত শর্করাকে ডাইস্যাকারাইড শ্রেণিতে রেখেছেন। কিন্তু অধিকাংশ বিজ্ঞানীই এদেরকে ওলিগোস্যাকারাইডের অন্তর্ভুক্ত করেছেন। যেমন- Devlin (1986), Conn (1997) ।

১। মনোস্যাকারাইড (mono = এক; saccharin = চিনি): মনোস্যাকারাইড হলো সবচেয়ে সরল শর্করা যা একটি মাত্র একক দ্বারা গঠিত। এদেরকে আর্দ্রবিশ্লেষণ করা যায় না, বা করলে আর শর্করার গুণ বজায় থাকে না। এরা ক্ষুদ্র অণু (Micromolecule); এদের আণবিক ওজন ১০,০০০ এর কম। মনোস্যাকারাইড মিষ্টি স্বাদযুক্ত, দানাদার এবং পানিতে দ্রবণীয় বলে এদেরকে সুগারও বলা হয়। মনোস্যাকারাইডের অণুতে সক্রিয় অ্যালডিহাইড (-CHO) অথবা কিটোন (= C = 0) মূলক থাকে। এজন্য এদেরকে যথাক্রমে এলডোজ বা কিটোজ সুগার বলা হয়। এ কারণে এদেরকে বিজারক চিনি বা রিডিউসিং স্যুগারও বলা হয়। এদের সাধারণ সংকেত $C_n(H_2O)n$ । মনোস্যাকারাইড এ কার্বনের সংখ্যা ৩-১০। কার্বন সংখ্যার উপর ভিত্তি করে মনোস্যাকারাইডকে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা হয় (১৯৯৬ খ্রিষ্টাব্দের অনুমোদন ক্রমে)-

i) ট্রায়োজ (Triose): C_3H6O_3 তিন কার্বনযুক্ত মনোসাকারাইডকে ট্রায়োজ বলে। এরাই সরলতম শর্করা। তিন কার্বনের কম কোনো শর্করা নেই। উদ্ভিদে এরা ফসফেট এস্টার হিসেবে কাজ করে। **উদাহরণ- গ্লিসারালডিহাইড, ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন।** গ্লিসারালডিহাইড হলো একটি অ্যালডোজ স্যুগার এবং ডাইহাইড্রোক্সিএসিটোন একটি কিটোজ স্যুগার। এরা উভয়েই রিডিউসিং স্যুগার।

ii) টেট্রোজ (Tetrose): $C_4H_8O_4$: এরা চার কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড। **উদাহরণ: এরিথ্রোজ, থ্রিয়োজ।**

iii) পেন্টোজ (Pentose): এরা পাঁচ কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড। **উদাহরণ: রাইবোজ, ডিঅক্সিরাইবোজ, রাইবুলোজ, জাইলুলোজ ইত্যাদি।**

iv) হেক্সোজ (Hexose) $C_6H_{12}O_6$: এরা ছয় কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড। প্রকৃতিতে এরাই সবচেয়ে বেশি। **গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, গ্যালাক্টোজ** ইত্যাদিসহ মোট ১৬ রকমের হেক্সোজ রয়েছে। এরা স্বাধীনভাবে বা পলিস্যাকারাইডের একক হিসেবে অবস্থান করে।

v) হেপটোজ (Heptose): $C_7H_{14}O_7$ সাত কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড হলো হেপটোজ। Sedum উদ্ভিদে এটিকে প্রথম পাওয়া গিয়েছিল বলে এর নাম **সিডোহেপটুলোজ**। এটি সালোকসংশ্লেষণের C_3 চক্রের একটি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ।

vi) অক্টোজ (Octose): $C_8H_{16}O_8$ আট কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড; **যেমন- গ্লুকোঅক্টোজ।**

vii) ননোজ (Nonose): $C_9H_{18}O_9$ নয় কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড; **যেমন- গ্লুকোননোজ।**

viii) ডেকোজ (Decose): $C_{10}H_{20}O_{10}$ দশ কার্বনযুক্ত মনোস্যাকারাইড; **যেমন- গ্লুকোডেকোজ।**

২। ওলিগোস্যাকারাইড (oligo = স্বল্প; saccharin = চিনি): যে সকল কার্বোহাইড্রে কে হাইড্রোলাইসিস করলে ২-৮/১০ অণু মনোস্যাকারাইড পাওয়া যায় তাদেরকে অলিগোস্যাকারাইড বলে। অলিগোস্যাকারাইডে মনোস্যাকারাইডগুলো গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনী দ্বারা যুক্ত থাকে। এরাও ক্ষুদ্র অণু, পানিতে দ্রবণীয়, মিষ্টি স্বাদযুক্ত এবং দানাদার। তবে অধিকাংশ ওলিগোস্যাকারাইড প্রধানত নন-রিডিউসিং স্যুগার, স্বল্পসংখ্যক রিডিউসিং স্যুগার। খাবার চিনি (সুক্রোজ) নন-রিডিউসিং স্যুগার। মনোস্যাকারাইড এককের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে এদেরকে ডাইস্যাকারাইড,ট্রাইস্যাকারাইড, টেট্রোস্যাকারাইড, পেন্টাস্যাকারাইড ইত্যাদিতে ভাগ করা হয়। বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ডাইস্যাকারাইড হচ্ছে **সুক্রোজ বা চিনি ($C_{12}H_{22}O_{11}$) মল্টোজ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ল্যাক্টোজ (দুগ্ধ শর্করা), সেলোবায়োজ ইত্যাদি।** সুক্রোজকে আর্দ্রবিশ্লেষণ করলে গ্লুকোজও ফ্রুক্টোজ পাওয়া যায়। ল্যাক্টোজে গ্লুকোজএবং গ্যালাক্টোজ থাকে। **র‍্যাফিনোজ হচ্ছে ট্রাইস্যাকারাইড (গ্যালাকটোজ-গ্লুকোজ-ফ্রুক্টোজ) এবং স্ট্যাকিওজ টেট্রোস্যাকারাইড (গ্যালাক্টোজ-গ্যালাক্টোজ-গ্লুকোজ-ফ্রুক্টোজ)।**

৩। পলিস্যাকারাইডস (poly = অনেক; saccharin = চিনি): বহুসংখ্যক মনোস্যাকারাইড (১০ এর অধিক) একক গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনী দ্বারা যুক্ত হয়ে যে শর্করা সৃষ্টি করে তাকে পলিস্যাকারাইড বলে। অর্থাৎ পলিস্যাকারাইডকে আর্দ্রবিশ্লেষণ করলে বহুসংখ্যক মনোস্যাকারাইড পাওয়া যায়। পলিস্যাকারাইড পানিতে অদ্রবণীয়, স্বাদহীন এবং পাউডার জাতীয় (Amorphous)। এরা বৃহৎ অণু, আণবিক ওজন ১০,০০০-এর বেশি। কাজের উপর ভিত্তি করে পলিস্যাকারাইডকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়-

i) সঞ্চিত পলিস্যাকারাইড (Storage polysaccharide): এগুলো দেহে সঞ্চিত খাদ্য হিসেবে অবস্থান করে। **যেমন- স্টার্চ, গ্লাইকোজেন ইত্যাদি।** স্টার্চের সাথে আয়োডিন মেশালে নীল বর্ণ ধারণ করে।

ii) গঠনগত পলিস্যাকারাইড (Structural Polysaccharide): এরা কোষপ্রাচীর গঠন করে। **যেমন- সেলুলোজ, পেকটিক এসিড, হেমিসেলুলোজ** ইত্যাদি। গঠনগত পলিস্যাকারাইড আবার দুই প্রকার। যথা-

ক) হোমোপলিস্যাকারাইড: এ ধরনের পলিস্যাকারাইড একই প্রকৃতির মনোস্যাকারাইড নিয়ে গঠিত। **স্টার্চ, গ্লাইকোজেন** (অসংখ্য α -D গ্লুকোজের সমন্বয়ে গঠিত), সেলুলোজ (অসংখ্য β -D গ্লুকোজের সমন্বয়ে গঠিত) ইত্যাদি।

খ) হেটোরোপলিস্যাকারাইড: এদের একটি অণুতে কমপক্ষে দুই ধরনের মনোস্যাকারাইড থাকে। **যেমন-মিউকোপলিস্যাকারাইড।**

(গ) বিজারণ ক্ষমতার ভিত্তিতে কার্বোহাইড্রেট দুপ্রকার। যথা-

(i) রিডিউসিং শ্যুগার বা বিজারক শর্করা: যেসব কার্বোহাইড্রেটে কমপক্ষে একটি **মুক্ত অ্যালডিহাইড (-CHO) বা কিটোন (=CO) গ্রুপ থাকায়** ক্ষারীয় আয়নকে বিজারিত করতে পারে তাদেরকে রিডিউসিং শ্যুগার বা বিজারক শর্করা বলে। যেমন-গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, ম্যানোজ প্রভৃতি। এরা বেনেডিক্ট দ্রবণ ও ফেলিং দ্রবণ দ্বারা বিজারিত হয়।

(ii) নন-রিডিউসিং শ্যুগার বা অবিজারক শর্করা: যেসব কার্বোহাইড্রেটে একটিও **মুক্ত অ্যালডিহাইড (-CHO) বা কিটোন (=CO) গ্রুপ না থাকায়** ক্ষারীয় আয়নকে বিজারিত করতে পারে না তাদেরকে নন-রিডিউসিং শ্যুগার বা অবিজারক শর্করা বলে। যেমন-সুক্রোজ, ট্রিহ্যালোজ, পলিস্যাকারাইড প্রভৃতি। সুক্রোজ α-D গ্লুকোজের ১ নং কার্বনের OH এবং β-D ফ্রুক্টোজের ২নং কার্বনের OH থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে একটি অক্সিজেন ব্রিজ (-O-) তৈরি হয়। এর ফলে এদের মুক্ত -CHO বা C=O গ্রুপ থাকে না। এদেরকে প্রাথমিক অবস্থায় আর্দ্রবিশ্লেষণের প্রয়োজন হয়। এরপর অন্য যৌগকে বিজারিত করতে পারে।

জীবদেহে শর্করা বা কার্বোহাইড্রেট-এর ভূমিকা (Role of Carbohydrate in living organisms)

১। জীবদেহে শক্তির প্রধান উৎস হলো শর্করা (কার্বোহাইড্রেট)। শর্করা জারিত হয়ে যে শক্তি সরবরাহ করে তা **বিপাকীয় কাজে ব্যবহৃত হয়।**

২। বিভিন্ন শৈবাল ও উদ্ভিদদেহে স্টার্চ, ইনুলিন ইত্যাদি হিসেবে শর্করা সঞ্চিত থাকে।

৩। উদ্ভিদদেহের গাঠনিক উপাদান (শুষ্ক ওজনের ৫০-৮০%) হিসেবে উপস্থিত থাকে।

৪। সেলুলোজ, হেমিসেলুলেজ, কাইটিন, পেকটিন ইত্যাদি পদার্থ কোষ প্রাচীরের প্রধান উপাদান।

৫। প্রাণী, ছত্রাক ও ব্যাকেটেরিয়া গ্লাইকোজেন নামক শর্করা সঞ্চয় করে।

৬। অ্যামিনো অ্যাসিড ও ফ্যাটি অ্যাসিড বিপাকে সাহায্য করে এবং শরীরে প্রোটিনের অভাব হলে শর্করা থেকে প্রোটিন সৃষ্টি হয় ও প্রোটিনের চাহিদা পূরণ হয়।

৭। শর্করা দেহে বাড়তি প্রোটিন যোগানের মাধ্যমে দেহ প্রস্তুত ও মেরামতের কাজে সাহায্য করে।

৮। RNA ও DNA-র অপরিহার্য উপাদান হচ্ছে রাইবোজ ও ডিঅক্সিরাইবোজ নামক শর্করা।

৯। প্রাণিদেহে হাড়ের সন্ধিস্থলে লুব্রিকেন্ট (lubricant) বা পিচ্ছিল পদার্থ হিসেবেও ভূমিকা পালন করে।

১০। ATP, ADP, GTP, GDP, NAD, NADP, FAD ইত্যাদি গুরুত্বপূর্ণ যৌগসমূহের গাঠনিক উপাদান হিসেবেও শর্করা গুরুত্বপূর্ণ।

১১। মানুষের তিনটি মৌলিক চাহিদা খাদ্য, বস্ত্র ও বাসস্থান এর অনেক উপাদান শর্করা থেকেই পাওয়া যায়।

১২। সেলুলোজ জাতীয় শর্করা উদ্ভিদকে দৃঢ়তা ও সুরক্ষা দেয় এবং ভার বহন করে।

বিভিন্ন ধরনের কার্বোহাইড্রেটের আণবিক গঠন সম্পর্কিত শব্দ

i) কার্বনিল গ্রুপ: কার্বনিল গ্রুপ হলো একটি রাসায়নিক কার্যকরী মূলক যা একটি কার্বন পরমাণু এবং একটি অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে একটি দ্বৈত বন্ধন (C=O) দ্বারা গঠিত। এটি অ্যালডিহাইড, কিটোন, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, এস্টার এবং অ্যামাইডের মতো অনেক জৈব যৌগের একটি অপরিহার্য অংশ

ii) অ্যালডিহাইড গ্রুপ: অ্যালডিহাইড গ্রুপে একটি কার্বনিল $-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-H$ অংশ থাকে, যেখানে কার্বন পরমাণুটি একটি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং অন্য একটি গ্রুপ (R) এর সাথে যুক্ত থাকে।

iii) কিটোন গ্রুপ: একটি কার্বনাইল গ্রুপ $R\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}R'$ যা দুটি কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। এই গ্রুপে কার্বন পরমাণুটি একটি অক্সিজেন পরমাণুর সাথে দ্বিবন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে এবং অন্য দুটি বন্ধন দুটি কার্বন বা হাইড্রোকার্বনের সাথে যুক্ত থাকে।

iv) হাইড্রাক্সিল গ্রুপ: হাইড্রোক্সিল গ্রুপ হলো একটি রাসায়নিক কার্যকরী গ্রুপ যার গঠন –OH (একটি অক্সিজেন পরমাণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত)।

v) অ্যালডোজ মনোস্যাকারাইড: এর প্রধান কার্যকরী গ্রুপ হলো একটি অ্যালডিহাইড গ্রুপ, যা কার্বন শৃঙ্খলের প্রান্তে অবস্থিত।

vi) কিটোন মনোস্যাকারাইড: এর প্রধান কার্যকরী গ্রুপ হলো একটি কিটোন গ্রুপ, যা কার্বন শৃঙ্খলের মাঝখানে থাকে।

vii) কাইরাল কার্বন: কাইরাল কার্বন হলো একটি কার্বন পরমাণু যা চারটি ভিন্ন পরমাণু বা পরমাণু গ্রুপের সাথে সংযুক্ত থাকে, একে "অপ্রতিসম কার্বন" বলে।

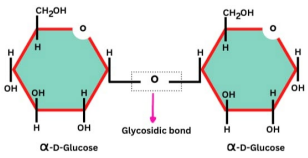
viii) D- মনোস্যাকারাইড: কার্বনিল গ্রুপ থেকে সবচেয়ে দূরে থাকা কাইরাল কার্বনের সাথে যুক্ত হাইড্রোক্সিল গ্রুপটি ডান দিকে থাকে।

ix) L- মনোস্যাকারাইড: কার্বনিল গ্রুপ থেকে সবচেয়ে দূরে থাকা কাইরাল কার্বনের সাথে যুক্ত হাইড্রোক্সিল গ্রুপটি বাম দিকে থাকে।

x) α গ্লুকোজ: এর প্রথম কার্বনে (C_1) হাইড্রোক্সিল (OH) গ্রুপটি রিং-এর নিচের দিকে থাকে।

xi) β গ্লুকোজ: এর প্রথম কার্বনে (C_1) হাইড্রোক্সিল (OH) গ্রুপটি রিং-এর উপরের দিকে থাকে।

xii) গ্লাইকোসাইড বন্ড: গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন হলো একটি রাসায়নিক বন্ধন, যা একটি কার্বোহাইড্রেট (শর্করা) অণুকে অন্য একটি গ্রুপের সাথে সংযুক্ত করে, যা অন্য শর্করা হতে পারে বা নাও হতে পারে। দুটি মনোস্যাকারাইড অণুর মধ্যে একটি ঘনীভবন বিক্রিয়ার মাধ্যমে এই বন্ধন গঠিত হয়, যেখানে একটি কার্বন-অক্সিজেন-কার্বন (C-O-C) বন্ড তৈরি হয়। এটি ডাইস্যাকারাইড, অলিগোস্যাকারাইড এবং পলিস্যাকারাইডের মনোস্যাকারাইড ইউনিটগুলিকে একত্রিত করে।



মনোস্যাকারাইডের ছক

প্রকৃতি	অ্যালডোজ	গাঠনিক সংকেত	কিটোজ	গাঠনিক সংকেত
ট্রায়োজ	গ্লিসারাল্ডিহাইড		ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন	
টেট্রোজ	ইরিথ্রোজ		ইরিথ্রুলোজ	
পেন্টোজ	রাইবোজ		রাইবুলেজ	
হেক্সোজ	গ্লুকোজ		ফ্রুক্টোজ	
হেপ্টোজ	----------	----------	সেডোহেপ্টোলোজ	

ছকে উল্লেখিত ট্রায়োজ থেকে পেন্টোজ মনোস্যাকারাইডের গাঠনিক সংকেত লেখার ক্ষেত্রে অনুসরণীয় বিষয়াবলি।

⇒ট্রায়োজ হলে-৩ টেট্রোজ হলে-৪ এবং পেন্টোজ হলে-৫কার্বনের উলম্ব চেইন তৈরি করতে হবে।

⇒ যদি অ্যাল্ডোজ হয় তবে ১ নং কার্বনে আর যদি কিটোজ হয় তাবে ২ নং কার্বনে কার্বনিল গ্রুপ বসাতে হবে।

⇒ চেইনের কার্বনগুলির বাকি বন্ড প্রদর্শন করতে হবে।

⇒ ডান পার্শের সকল বন্ড OH (হাইড্রোক্সিল) দ্বারা পূর্ণ করতে হবে।

⇒ বাকি বন্ড গুলি H দ্বারা পূর্ণ করতে হবে।

ছকে উল্লেখিত হেক্সোজ ও হেপ্টোজ মনোস্যাকারাইডের গাঠনিক সংকেত লেখার ক্ষেত্রে ৩ নং কর্বনে OH বামে বসাতে হবে তাছাড়া ট্রায়োজ হতে পেন্টোজ মনোস্যাকারাইডের গাঠনিক সংকেত লেখার সকল বিষয় অনুসরন করতে হবে।