স্বাগতম

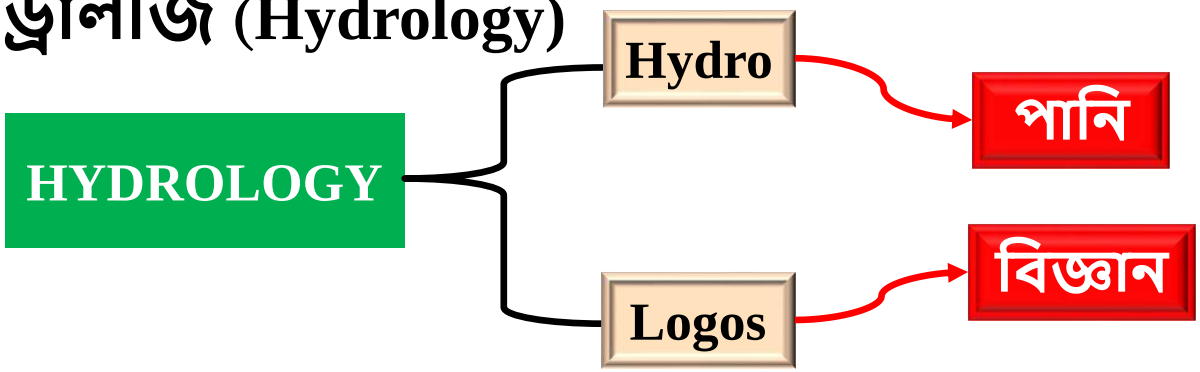
মোঃ সোহরাব হোসেন
চিফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

হাইড্রোলজি (২৬৪৪৬)

ক্র. নম্বর	বিষয়	থিওরী	ব্যাবহারিক
১	ক্লাস	২	১
২	মোট নম্বর	১০০	৫০
৩	ধারাবাহিক	৪০	২৫
৪	ফাইনাল	৬০	২৫
৫	পাস মার্ক		
	ধারাবাহিক	১৬	১০
	ফাইনাল	২৪	১০

অধ্যায় এক- ইঞ্জিনিয়ারিং হাইড্রোলজির ধারনা

১.১ হাইড্রোলজি (Hydrology)



- ভূভাগের পানির নিঃশেষ নিয়ন্ত্রণ ও পানি পূর্ণকরণ প্রক্রিয়া
- পানি সম্পদ প্রাপ্তি, বিতরণ ও সঞ্চালন
- পানির ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলী
- বায়ু কর্তৃক পানি বহন
- ভূপৃষ্ঠ ও তার নিম্নে বিভিন্ন স্তরে পানির স্থানান্তর
- জীব পরিবেশের উপর পানির প্রভাব ইত্যাদি সম্পর্কে আলোচনা

১.২ হাইড্রোলজির বৈশিষ্ট্য (Feature of Hydrology)

হাইড্রোলজির বৈশিষ্ট্যগত উপাদান
অধঃক্ষেপণ (Precipitation)
বাষ্পীভবণ ও প্রস্বেদন (Evaporation and Transpiration)
রানঅফ (Runoff)
অনুস্রবন/অনুপ্রবেশ (Infiltration)
ভূগর্ভস্থ পানি (Groundwater)
নদী ও স্রোত প্রবাহ (River and stream flow)
হাইড্রোলজিক্যাল মডেলিং (Hydrological Modeling)
হাইড্রোগ্রাফ বিশ্লেষণ (Hyetograph Analysis)
পানির গুনগত মান (Water Quality)
বন্যা ও খরা ব্যবস্থাপনা (Flood and Drought Management)
জলবায়ু পরিবর্তনের প্রভাব (Impact of Climate Change)
পানি সম্পদ ব্যবস্থাপনা (Water Resource Management)

প্রিসিপিটেশন বা অধঃক্ষেপন

বায়ুমন্ডল হতে পানিজাত যে কোন ধরণের পদার্থের ভূ-পৃষ্ঠে পতনকে অধঃক্ষেপন বলে।

বাষ্পীভবন ও প্রস্বেদন (Evaporation and Transpiration)

বাষ্পীভবন (Evaporation)	→ পানি বায়ুমণ্ডলে ফিরে যাওয়া
প্রস্বেদন (Transpiration)	→ উদ্ভিদ হতে পানি বায়ুমণ্ডলে নির্গত হওয়া

রান-অফ (Surface run off)

ভূপৃষ্ঠের উপর দিয়ে পানি গড়ায়ে চলা

অনুস্রাবণ (Infiltration)	→ ভূপৃষ্ঠস্থ পানি ভূগর্ভে প্রবেশ

১.৩ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং- এ হাইড্রোলজির প্রয়োগ (Appliction of Hydrology in Civil Engineering)

হাইড্রোলজির প্রয়োগ
হাইড্রোলজিক্যাল স্ট্রাকচার ডিজাইন (Hydrological Structure Design)
মিউনিসিপ্যাল ও শিল্পকারখানায় পানি সরবরাহ (Water supply to municipality and industry)
সেচ (Irrigation)
জলবিদ্যুৎ উৎপাদন (Hydropower generation)
বন্যা নিয়ন্ত্রণ(Flood control)
নৌচলাচল (Navigation)

১.৪ কিছু সঙ্গা (Defination of some hydrological terms)

হাইড্রোমেট্রোলজি (Hydrometrology)
পৃথিবীর পানি সম্পদ এবং এর উপর বায়ুমন্ডলীয় বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলোর প্রভাব
আবহবিজ্ঞান (Meteorology)
বারিচক্রে বায়ুর মাধ্যমে যে-কোন অবস্থায় (কঠিন, তরল, বায়বীয়) পানি বাহিত হওয়ার বিভিন্ন দিক আলোচনা
জলবায়ুবিদ্যা (Climatology)
জলবায়ুর উপাদানগুলি সম্পর্কিত জ্ঞান • বায়ুর চাপ, তাপ, বায়ু প্রবাহ, বৃষ্টিপাত ইত্যাদি সম্পর্কিত জ্ঞান
পোটামোলজি (Potamology)
নদীর বৈজ্ঞানিক অধ্যয়ন • নদীর ভৌত, ভূতাত্ত্বিক, জলবিদ্যা ও পরিবেশ • নদী প্রবাহের ধরণ, পলল পরিবহন, চ্যানেলের আকার বিদ্যা, পানির গুনগত মান, জীব বৈচিত্র, মানুষের কার্যকলাপ, নদী বাসতুতন্ত্রের মধ্যে মিথষ্ক্রিয়া
লিমনোলজি (Limnology)
হ্রদ, পুকুর, নদী, জলাভূমি এবং অন্যান্য মিঠাপানির পরিবেশসহ অভ্যন্তরীন পানির বৈজ্ঞানিক অধ্যয়ন

১.৪ কিছু সঙ্গা (Defination of some hydrological terms)

ক্রাইওলজি (Cryology)
শীতল অঞ্চলের বৈজ্ঞানিক অধ্যয়ন • হিমায়িত ভূমি, হিমবাহ, বরফের শিট, আইসবার্গ, পারমাফ্রস্ট, তুষার এবং বরফ
গ্লাসিওলজি (Glaciology)
হিমবাহ, বরফের শিট এবং বরফের ভরের অধ্যয়ন
সমুদ্রবিদ্যা (Oceanology)
মহাসাগর ও সমুদ্রের অধ্যয়ন • সামুদ্রিক পরিবেশের ভৌত, রাসায়নিক, জৈবিক এবং ভূতাত্ত্বিক দিক আলোচনা
হাইড্রোজিওলজি (Hydrogeology)
ভূগর্ভস্থ পানির বন্টন, গতিবিধি এবং বৈশিষ্টগুলির বৈজ্ঞানিক আলোচনা • পানির সাথে সম্পর্কিত বিভিন্ন দিক, মাটির মধ্য দিয়ে পানির প্রবাহিতা পাম্পিং এর নকশা ইত্যাদি
জিওহাইড্রোলজি (Geohydrology)
পৃষ্টতল ও ভূঘর্ভস্থ পানির ঘটনা, গতিবিধি এবং বৈশিষ্ট্য নিয়ে আলোচনা

১.৪ কিছু সঙ্গা (Defination of some hydrological terms)

জিওমরফোলজি (Geomorphology)
ভূগঠনের বিস্তারিত আলোচনা
অ্যাগ্রোনমি (Agronomy)
বৈজ্ঞানিক শৃঙ্খলা, যা শস্য উৎপাদন এবং মাটির ব্যবস্থাপনা সম্পর্কিত নীতি এবং অনুশীলনের অধ্যয়ন

সকলকে
ধন্যবাদ

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চিফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

অধ্যায় ২- হাইড্রোলজি সাইকেল (Hydrology Cycle)

১.২ বারিচক্র (Hydrologic Cycle)

বারি চক্রে সম্পাদিত কার্যাবলী

- বাষ্পীভবন ও প্রস্বেদন
- ঘনীভবন
- বিভিন্নরুপে ভূ-পৃষ্ঠে পানির পতন
- ভূত্বকের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হওয়া এবংভূপৃষ্ঠস্থ উৎসে সঞ্চিত হওয়া
- মৃত্তিকায় পানি শোষণ এবং পানি ধারনকারী স্তরে সঞ্চিত হওয়া
- ভূ-গর্ভস্থ পানি প্রবাহের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠস্থ উৎসে জমা হওয়া

পানিচক্রের চক্রাকার চিত্র

২.২ হাইড্রোলজিক ডাটা এবং পরিমাপ

হাইড্রোলজিক ডাটা

পরিবেশ সংরক্ষণ, প্রাকৃতিক দূর্যোগ এবং পানি ব্যবস্থাপনা সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণ

- বিশ্লেষনাত্বক পদ্ধতি
- বৈজ্ঞানিক কৌশল

হাইড্রোলজিক পরিমাপ

পানির পরিমাণ, প্রবাহ, স্তর, গুনগত মান ও অন্যান্য পরিমিতি মূল্যায়নের প্রক্রিয়া

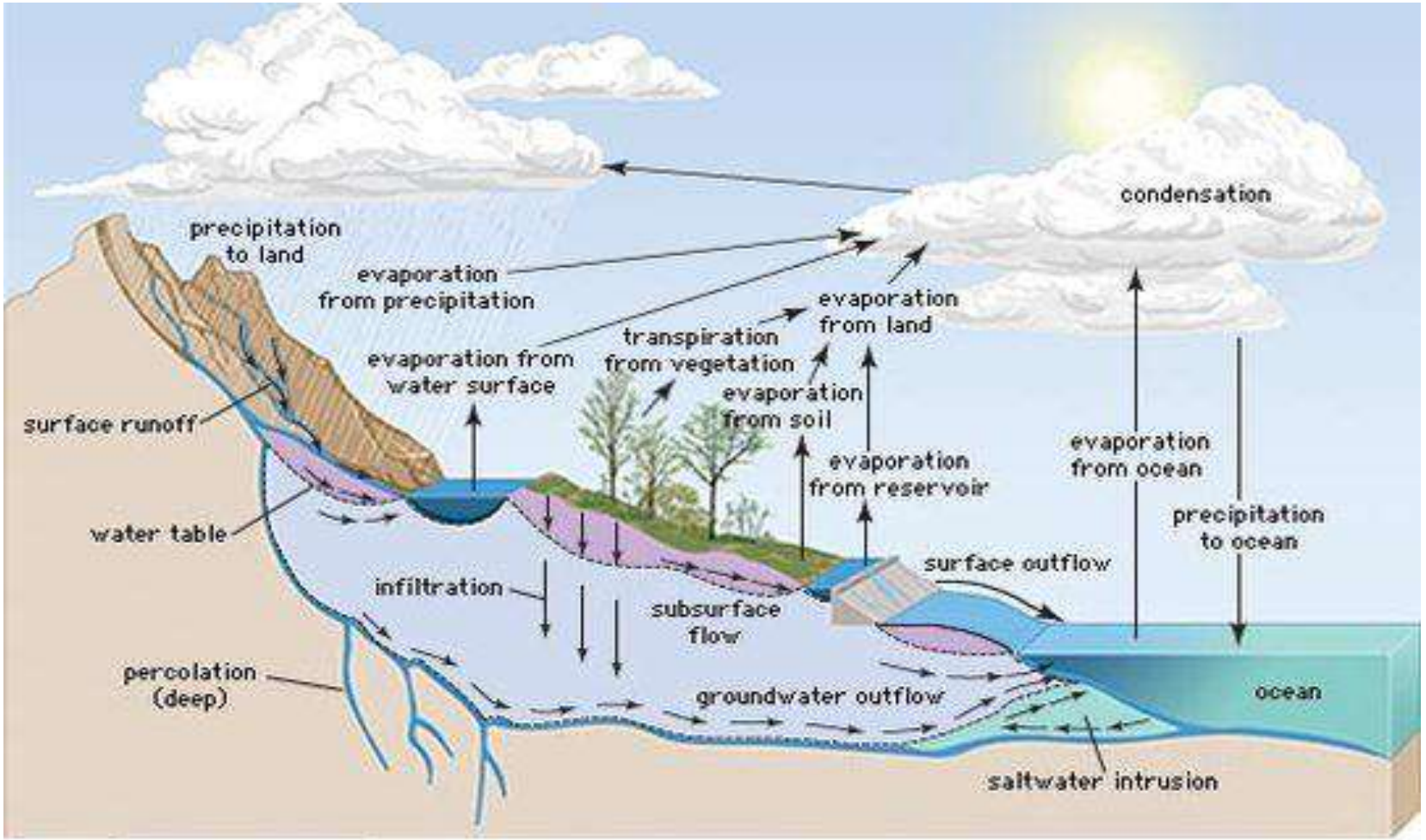
নির্গমন পরিমাপ	একটি নদী, স্রোত বা চ্যানেলে যে হারে পানি প্রবাহিত হয় (m^3/s or cfs)
পানি স্তর পরিমাপ	নদী, হ্রদ, জলাধার বা ভূগর্ভস্থ পানির উচ্চতা পরিমাপ
বৃষ্টিপাত পরিমাপ	একটি নির্দিষ্ট সময়ে সংঘটিত বৃষ্টিপাত পরিমাপ
ভূগর্ভস্থ পানির স্তর পরিমাপ	যে গভীরতায় ভূগর্ভস্থ পানি পাওয়া যা
পানির গুনগত মান পরিমাপ	পানির ভৌত, রাসায়নিক জৈবিক গুনাগুন বিশ্লেষণ
তুষার পানির সমতুল্য পরিমাপ	তুষারপাতে থাকা পানির পরিমান ও এলাকা পরিমাপ

২.৩ জলঅধার এবং নিষ্কাশন অববাহিকা (Watersheds and drainage basins)

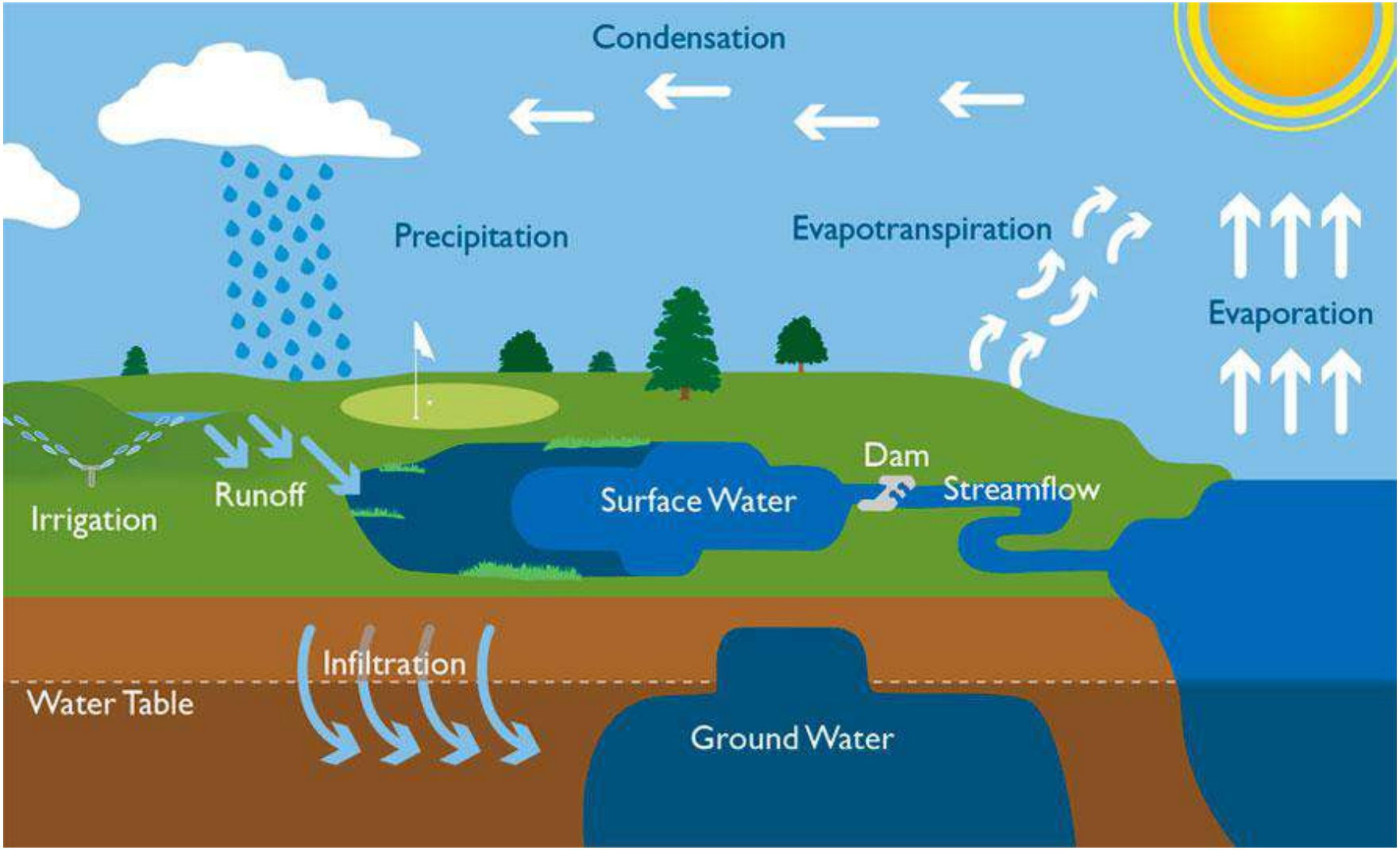
ওয়াটারশেড বা ক্যাচমেন্ট → একটি এলঅকা যেখান থেকে সমস্ত পানি একটি নির্দিষ্ট আউটলেটের (নদী, হ্রদ, খাল) মাধ্যমে সাগর বা মহাসাগরে চলে যায়

নিষ্কাশন অববাহিকা → বৃহত্তর ভৌগলিক এলাকা, যাতে একটি নির্দিষ্ট নদী এবং তার উপনদী দ্বারা নিষ্কাশিত পানি অন্তর্ভূক্ত থাকে।

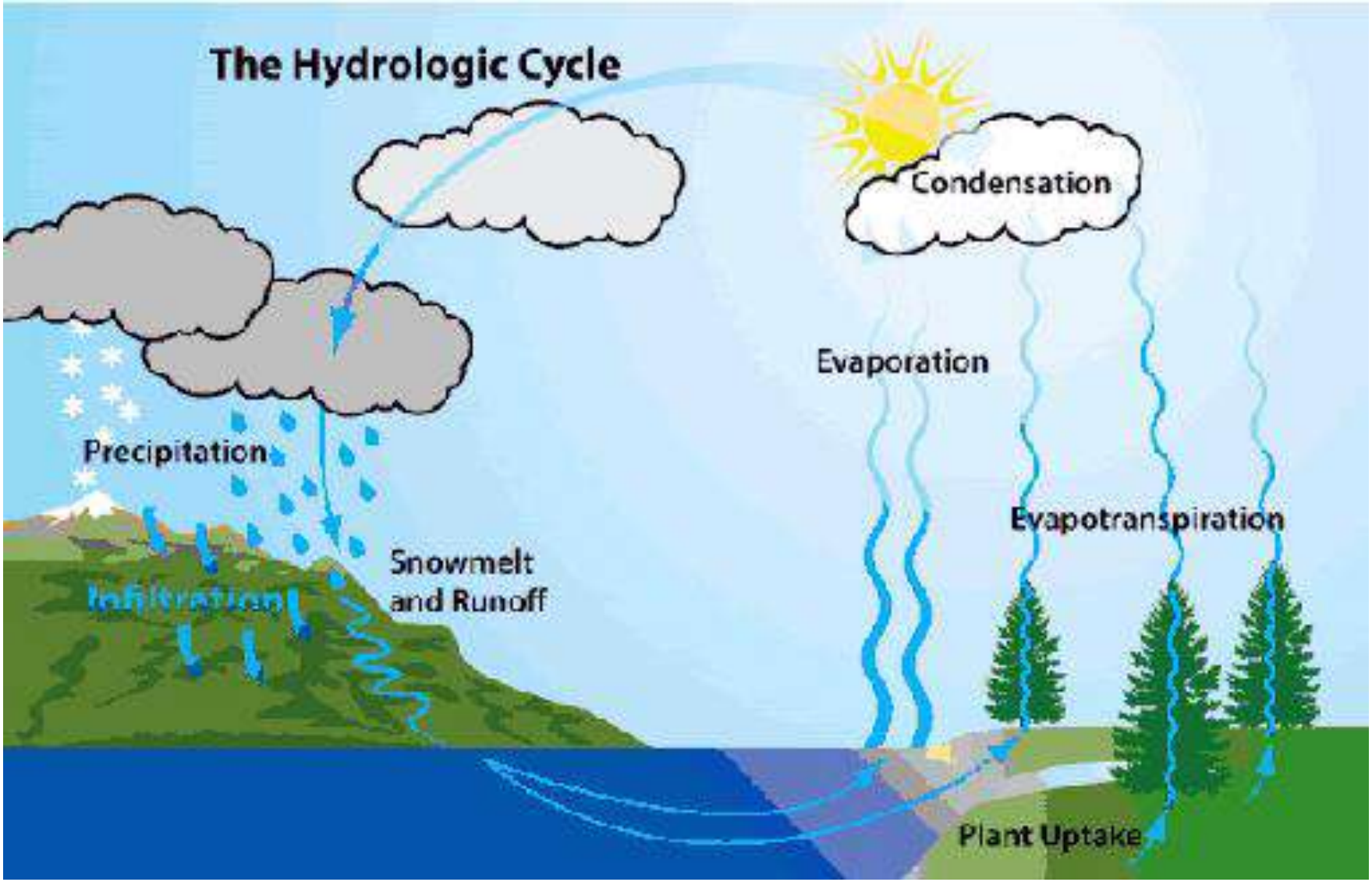
১.৬ বারি চক্রের বর্ণনাধর্মী চিত্র



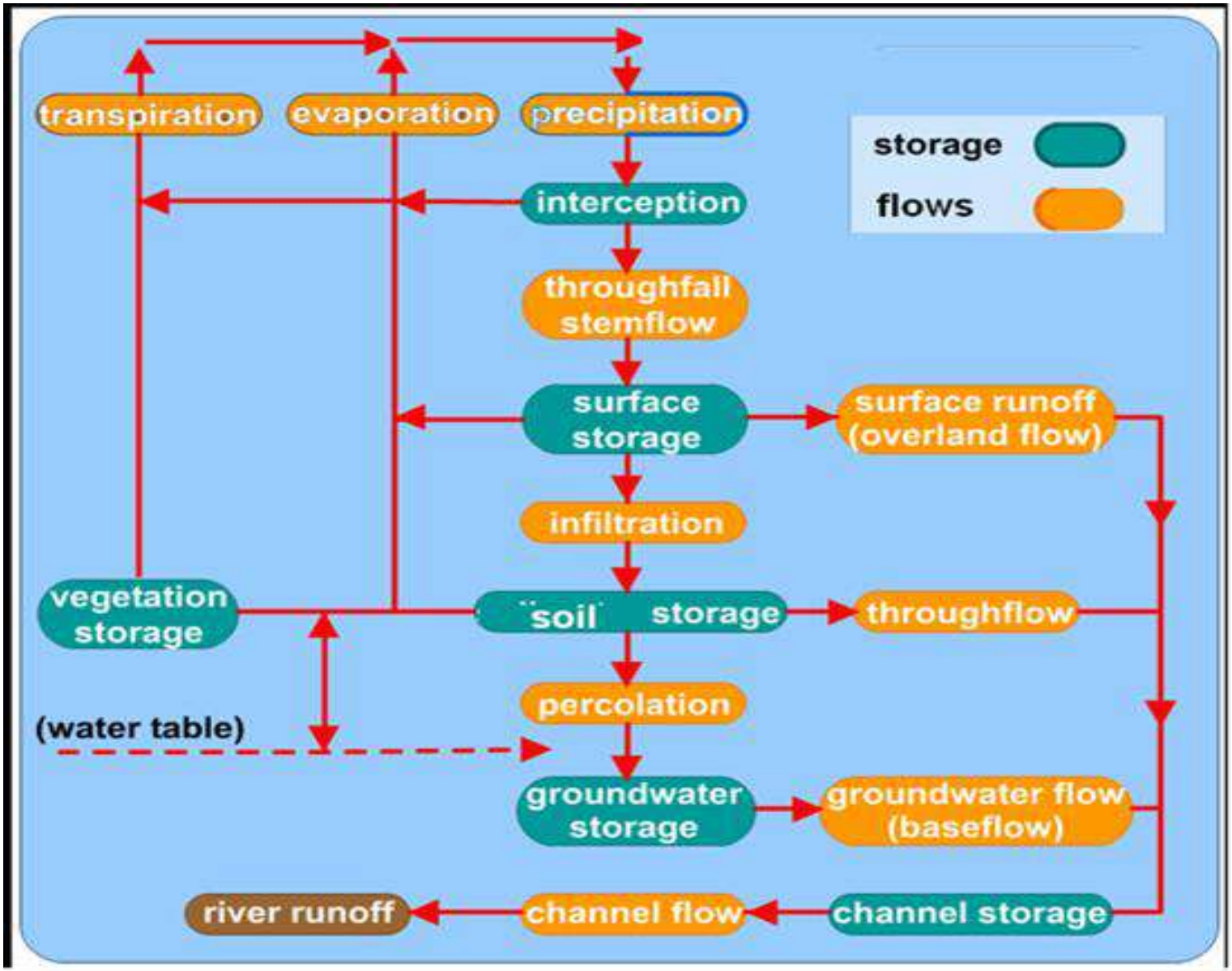
পানি চক্র


Condensation
Precipitation
Evapotranspiration
Evaporation
Irrigation
Runoff
Surface Water
Dam
Streamflow
Infiltration
Water Table
Ground Water

পানি চক্র


The Hydrologic Cycle
Condensation
Evaporation
Precipitation
Evapotranspiration
Snowmelt
and Runoff
Infiltration
Plant Uptake

পানি চক্রের বর্ণনাধর্মী চিত্র



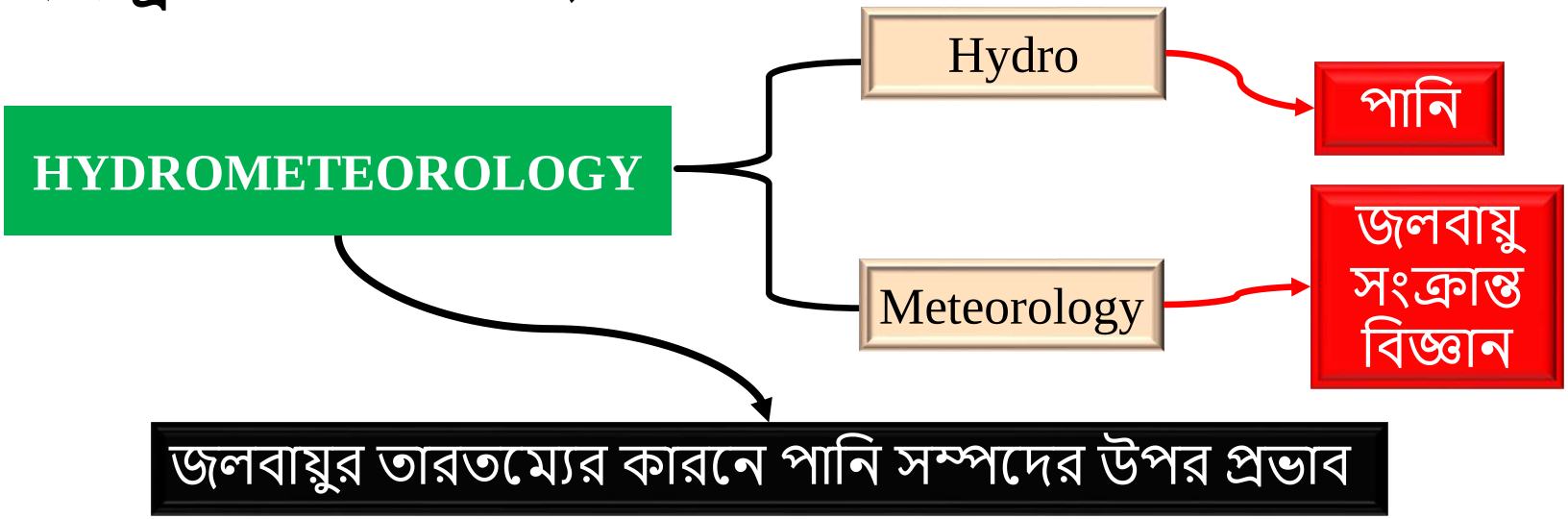
সকলকে
ধন্যবাদ

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চিফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

অধ্যায় ৩- হাইড্রোমেটেওরোলোজি

৩.১ হাইড্রোমেটেওরোলোজিঃ



যে বিষয় নিয়ে কাজ করে

- ✓ সম্ভাব্য সর্বোচ্ছ বৃষ্টির পরিমাণ
- ✓বৃষ্টির পানি সংরক্ষণের জন্য জলাধার নির্ণয়
- ✓সর্বোচ্ছ বায়ুর বেগ যা ঢেউয়ের সৃষ্টি করে
- ✓বাঁধ নির্মাণের নকশা যা ঢেউয়ের সাথে সম্পর্কিত

৩.২ হাইড্রোমেটিওরোলজিক্যাল যন্ত্র

যন্ত্রপাতির নাম	কাজ/ব্যবহার
থার্মোমিটার	তাপমাত্রা পরিমাপকরণ
ব্যারোমিটার	বায়ুমন্ডলীয় চাপ পরিমাপকরণ
হাইগ্রোমিটরি	বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমান পরিমাপকরণ
অ্যানিমোমিটার	বাতাসের গতি পরিমাপ ও দিক নির্ণয় করণ
উইন্ড ভেন	বাতাসের দিক সম্পর্কে তথ্য প্রদান করে
বৃষ্টি পরিমাপক	নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে বৃষ্টিপাতের পরিমান নির্ণয়
তুষার পরিমাপক	তুষারপাতের পরিমান নির্ণয়
বাষ্পীভবন প্যান	বাষ্পীভবন পরিমাপকরণ
পাইরানোমিটার	সূর্যালোকের পরিমাণ পরিমাপকরণ
পাইরজিওমিটার	ইনফ্রারেড বিকিরণ পরিমাপ
সিলোমিটার	মেঘের স্তরের উচ্চতা পরিমাপ
রেডিওসোন্ড	বায়ুমন্ডলে বিভিন্ন উচ্চতায় তাপমাত্রা, আর্দ্রতা ও চাপ পরিমাপ

হাইড্রোমেটিওরোলজিক্যাল যন্ত্র

যন্ত্রপাতির নাম	কাজ/ব্যবহার
ডিসড্রোমিটার	বৃষ্টিপাত ও বৃষ্টিপাতের অন্যান্য রুপের আকার ও বেগ পরিমাপ
পানির স্তর পরিমাপক	নদী, হ্রদ এবং অন্যান্য জলাধারে পানির স্তর পরিমাপ
আবহাওয়া রাডার	বৃষ্টিপাত ও বায়ুমন্ডলীচ গতিবিধি শনাক্তকরণ
আবহাওয়া উপগ্রহ	পৃথিবীকে প্রদিক্ষণ করে বিশ্বব্যাপী চিত্র ও ডাটা সংগ্রহ

৩.৩ বায়ুমন্ডলের উপাদানসমূহস (Constituents of the atmoshpere)

প্রধান দুটি উপাদান

১) বায়ু
২) জীবমন্ডল
   ক) বারি জীবমন্ডল
   গ) অশ্ব জীবমন্ডল
   গ) বায়ু জীবমর্ডল

এছাড়া আছে

১) গ্যাসীয় উপাদান
২) জলীয় বাষ্প এবং
৩) ধূলিকণা

ভূপৃষ্ঠের গড় উচ্ছতায় বায়ুর উপাধান

উপাদান	আয়তনের শতকরা হার	উপাদান	আয়তনের শতকরা হার
প্রধান উপাদান			
নাইট্রোজেন	৭৮.০৯	জলীয় বাষ্প	০.১-৫
অক্সিজেন	২০.৯৪		
স্বল্প উপাদান			
আর্গণ	৯.৩৪×১০^{-১}	কার্বন-ডাই-অক্সাইড	৩.২৫×১০^{-২}
অতি সামান্য উপাদান			
নিয়ন	১.৮২×১০^{-৩}	সালফার-ডাই-অক্সাইড	২.০০×১০^{-৮}
হিলিয়াম	৫.২৪×১০^{-৪}	ওজোন	সামান্য
মিথেন	২.০০×১০^{-৪}	অ্যামোনিয়া	১×১০^{-৬}
ক্রিপ্টন	১.১৪×১০^{-৪}	কার্বন মনো অক্সাইড	১.২×১০^{-৫}
নাইট্রাস অক্সাইড	২.৫×১০^{-৫}	নাইট্রোজেন-ডাই-অক্সাইড	১×১০^{-৫}
হাইড্রোজেন	৫.০০×১০^{-৫}	আয়োডিন	সামান্য
জেনন	৮.৭×১০^{-৮}		

৩.৪ বায়ুমণ্ডলের লম্বিক গঠন

ট্রপস্ফিয়ার/টপোমন্ডল

✓ভূপৃষ্ঠ থেকে ১৬-১৯ কিঃমিঃ
✓বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব সবথেকে বেশী
✓ঝর, ঝাঞ্জা সংগঠিত হয়

স্ট্রাটোস্ফিয়ার

✓২০-৫০ কিঃমিঃ
✓ওজন গ্যাসের স্তর অবস্থান করে

মেসোমন্ডল

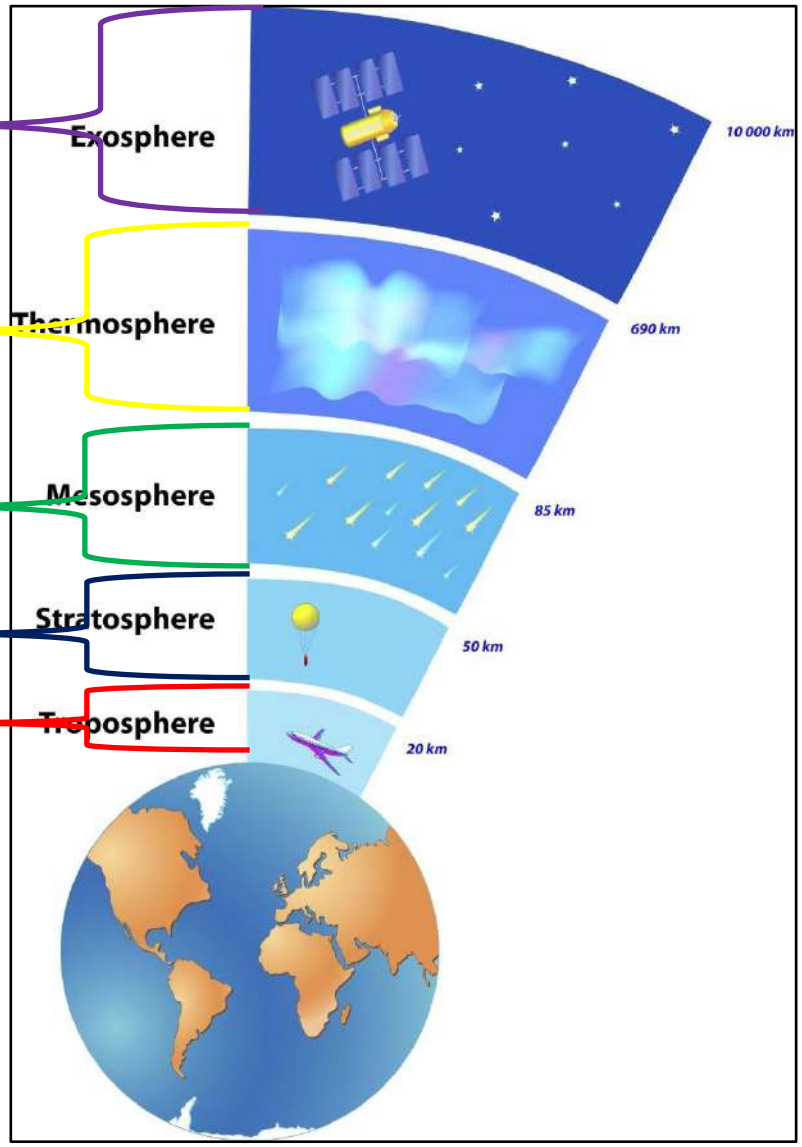
✓৫০-৮০ কিঃমিঃ
✓বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব কম
✓মেঘ ও জলীয় বাষ্পহীন

তাপমন্ডল

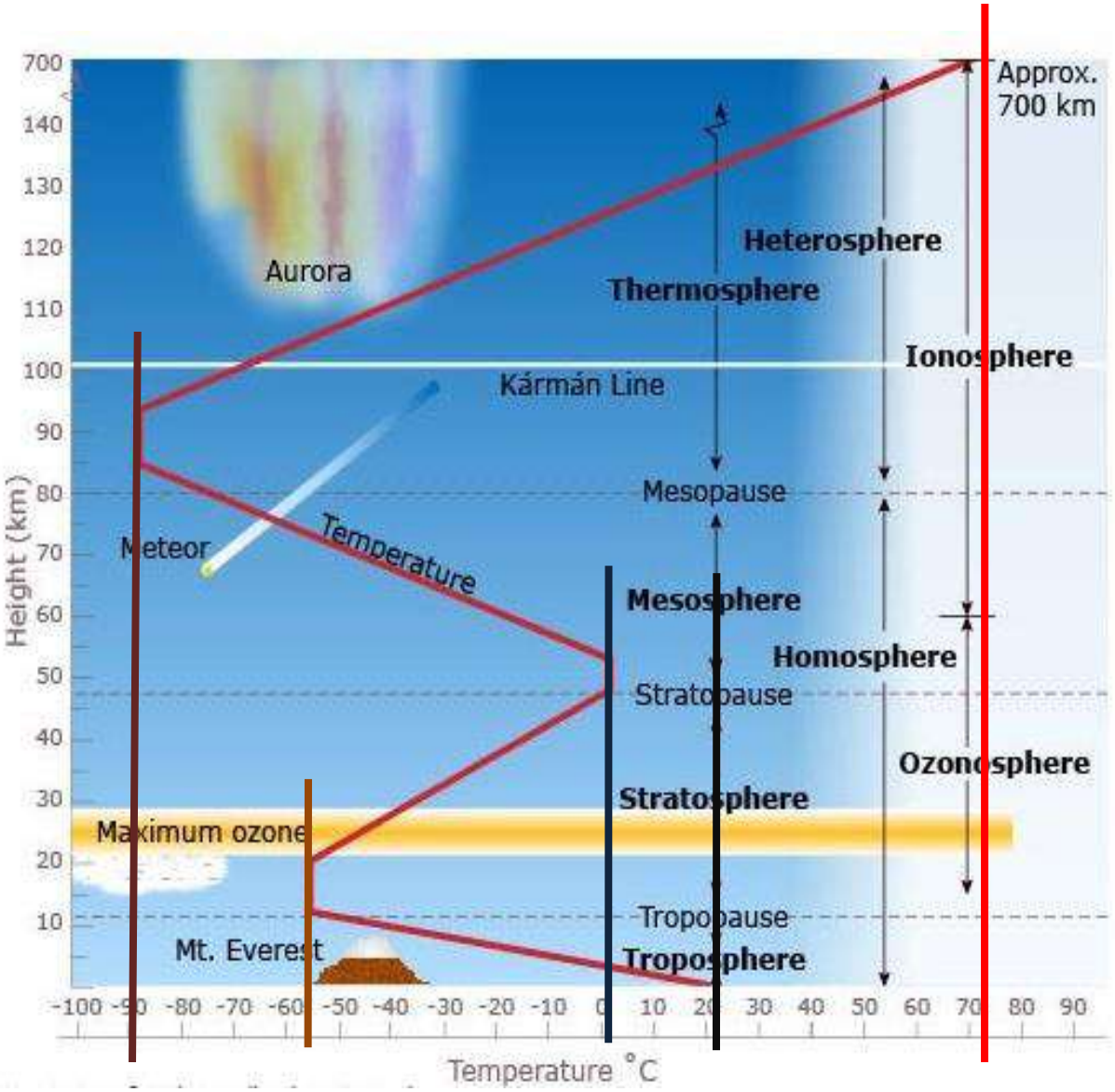
✓৮০-৫০০ কিঃমিঃ
✓বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব কম
✓তাপমাত্রা ১০০০°সেঃ পর্যন্ত হয়

এক্সোস্ফিয়ার

✓৮০০-৯৬০ কিঃমিঃ এর উপরের স্তর
✓বায়ুর ঘনত্ব একেবারেই কম
✓নির্দিষ্ট উচ্ছতার পরে আর বায়ু থাকে না



বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন স্তরের তাপমাত্রা



৩.৫ সৌর বিকিরণ (Solar Radiation)

পৃথিবীতে আগত সূর্যের তাপকে সৌর বিকিরণ বলে।
- ✓ ৩৪% সূর্যের তাপ নিষ্ক্রিয় অবস্থায় মহাশুন্যে ফিরে যায়।
- ✓ বাকি ৬৬% সৌর তাপকে কার্যকরী সৌর বিকিরণ বলে।

সাধারণত সোলার রেডিয়েশন তিনপ্রকার
- ✓ ডাইরেক্ট রেডিয়েশন
- ✓ রিফ্লেক্টেড রেডিয়েশন
- ✓ ডিফিউজ রেডিয়েশন

অনুভূমিক তলের একক ক্ষেত্রফলে গৃহীত সৌর বিকিরণকে "গৃহিত সৌরতাপ বা Solar Isolation" বলে।গৃহিত সৌরতাপ নির্ভর করে
- ✓ সূর্যরশ্মির তির্যকতা
- ✓ নির্দিষ্ট স্থানের অক্ষাংশ
- ✓ নির্দিষ্ট সময়ে সূর্যের অবস্থান

প্রতিফলনের পরিমান মেঘালয়ের কিছু বৈশিষ্টের উপর নির্ভর করে।
- ✓ মেঘমালার ধরণ
- ✓ মেঘমালায় ধারণকৃত পানির পুরুত্ব
- ✓ মেঘমালা উচ্চতা

কোন পৃষ্ট হতে প্রতিফলিত বিকিরণ এব ঐ পৃষ্ঠে গৃহীত বিকিরণের অনুপাতকে "অ্যালবেডো বা Albedo" বলে।
- ✓ শুধুমাত্র পৃথিবী পৃষ্ঠের অ্যালবেডো ১৪%
- ✓ সম্মিলিতভাবে পৃথিবী পৃষ্ঠ, বায়ুমন্ডল, মেঘমালঅসহ আলবেডো ৩৫-৪৩%

সকলকে ধন্যবাদ

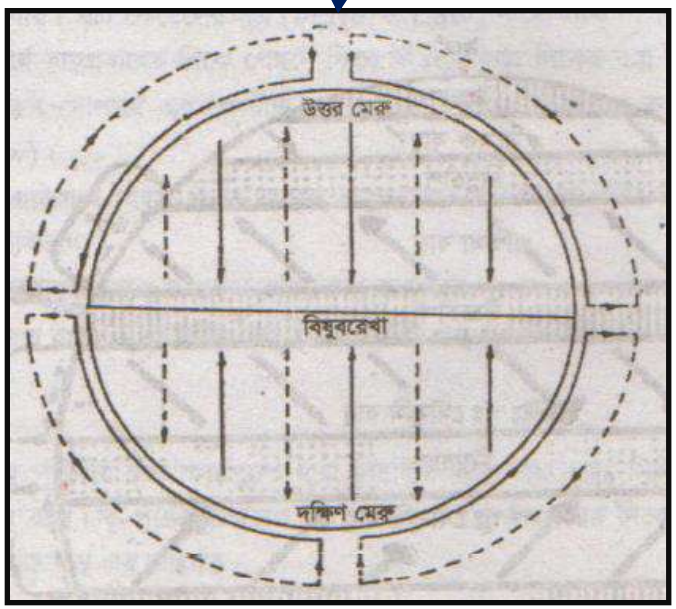
স্বাগতম

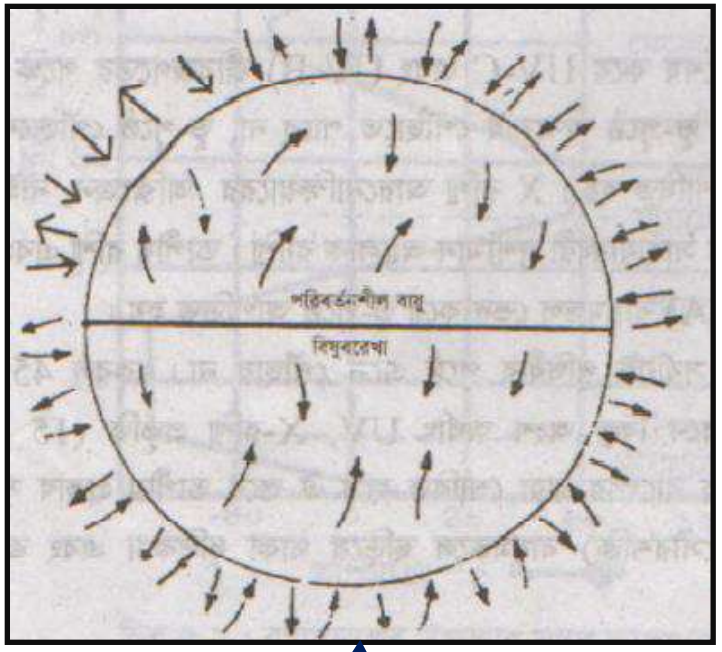
মোঃ সোহরাব হোসেন
চিফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

৩.৬ উত্তর গোলার্ধে বায়ুর সাধারণ প্রবাহ

সমপ্রকৃতির এবং অঘূর্ণায়মান বিশ্ব

- ✓সর্বত্র সমপরিমাণ সূর্যরশ্মি গ্রহণ
- ✓বায়ু উপরের দিকে ট্রপোসীমা পর্যন্ত
- ✓যায় এবং ফিরে আসে

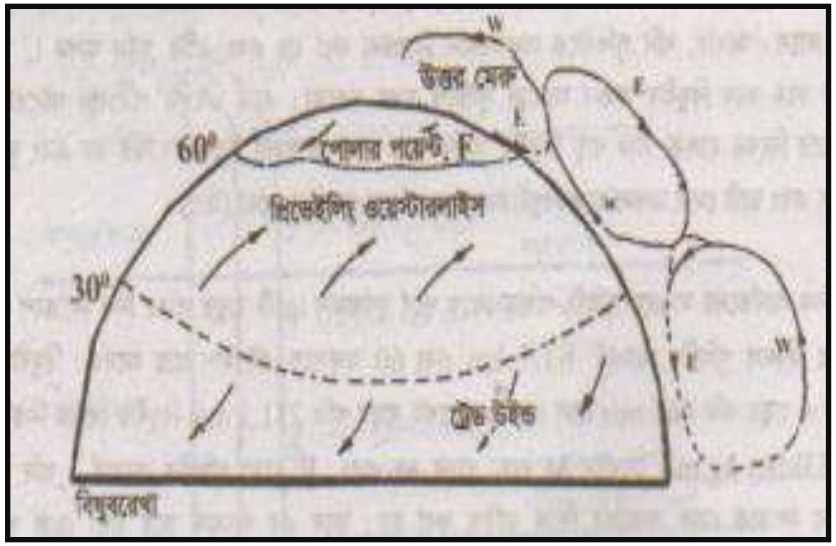


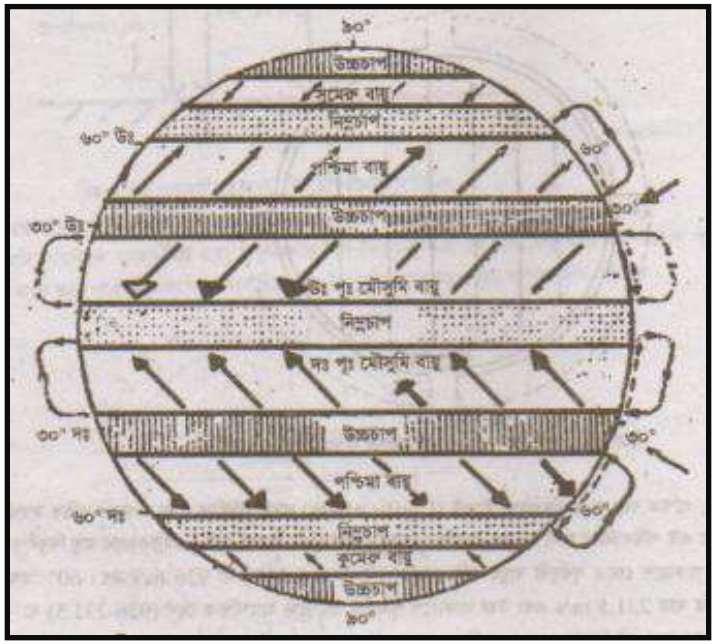


পৃথিবী অঘূর্ণায়মান এবং সর্বত্র অসম তাপ

- ✓বায়ু বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে প্রবাহিত হত
- ✓উপরের অংশে বিপরীত প্রবাহ হয়

✓পৃথিবী পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে ঘূর্ণায়মান
✓বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ ৬৩৭০ কিঃমিঃ এবং ৬০ ডিগ্রি অক্ষ্যাংশে তা অর্ধেক।
✓বিষুবীয় রেখা বরাবর বায়ুর গতি ৪৬৩ মিঃ/সেঃ এবং ৬০ ডিগ্রী অক্ষ্যাংশে তা ২৩১.৩ মিঃ/সেঃ।

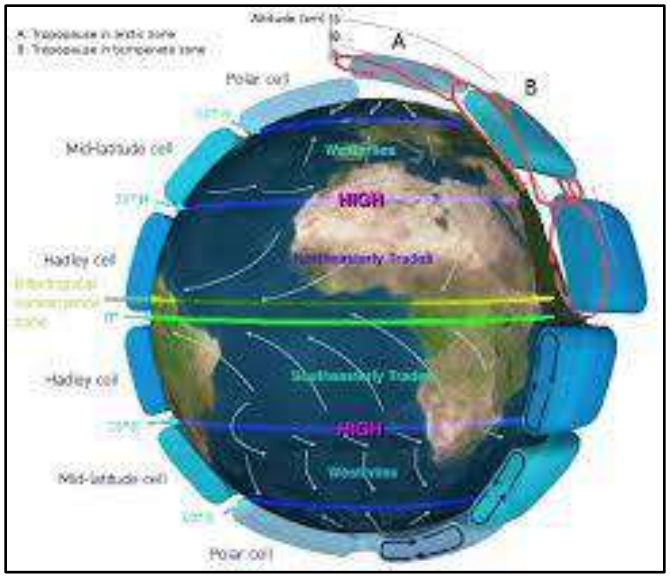


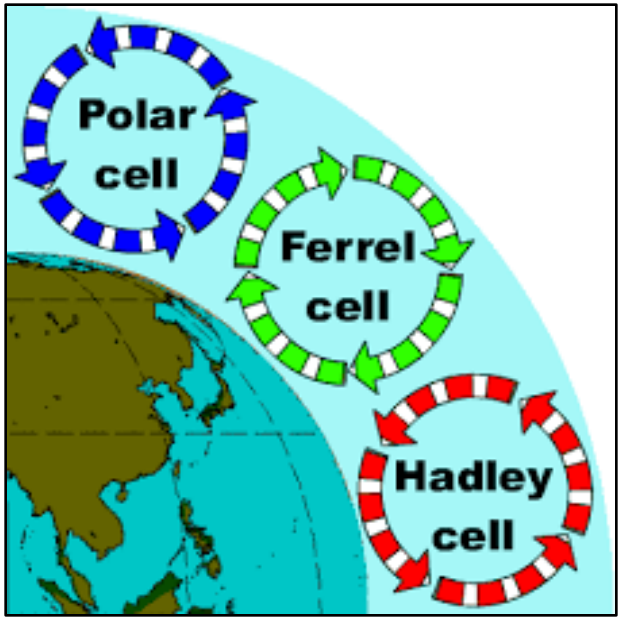


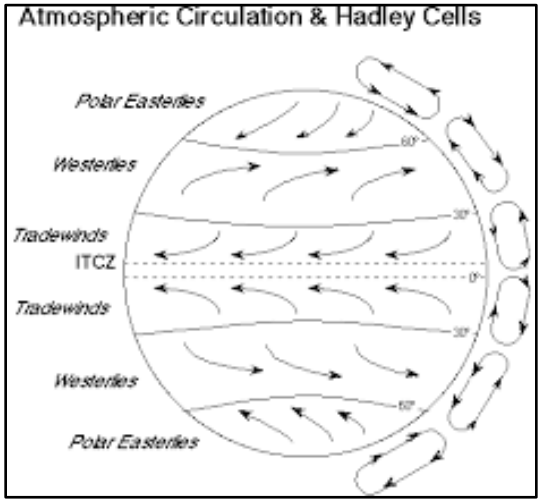
✓বিষুবীয় অঞ্চলের দিকে ধাবিত হলে মেরু অঞ্চলে এর ব্যাসার্ধ কমে কিন্তু ঘূর্ণাবর্তনের পরিমান একই থাকে।
✓পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে এর গতি বৃদ্ধি পায়।
✓এই পশ্চিমা বায়ুর ইফেক্ট কে কোরিওলিস ইফেক্ট বলে।
✓এই ইফেক্ট অক্ষ্যাংশ বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়।
✓তাত্ত্বিকভাবে বায়ু বিষুবীয় রেখা হতে ৬০ ডিগ্রী অক্ষ্যাংশে যেতে পূর্বমুখি বায়ুর গতি ৯২৬ মিঃ/সেঃ।

৩.৭ পৃথিবীর ত্রিপল সেল (Triple cell circulation in the atmosphere)

- ✓হ্যাডলি সেল
- ✓ফেরেল সেল
- ✓পোলার সেল







বায়ু প্রবাহের নিয়মাবলীঃ

✓বায়ু সর্বদা উচ্ছচাপের স্থান থেকে নিম্নচাপের স্থানের দিকে প্রবাহিত হয়
✓তাপ বৃদ্ধি পেলে বায়ুর উর্ধ্বগতি এবং তাপ হ্রাস পেলে বায়ুর নিম্নগতি হয়।
✓পৃথিবী পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে আবর্তনের ফলে বায়ু প্রবাহ, সমুদ্রস্রোত ইত্যাদি উত্তর গোলার্ধে ডান দিকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে বাম দিকে বেঁকে যায়। এটি ফেরেলের সূত্র নামে পরিচিত।
✓উত্তর গোলার্ধের বায়ু প্রবাহের দিকে পেছনে ফিরে দাঁড়ালে ডান দিকের বায়ু অপেক্ষা বাম দিকের বায়ুর চাপ কম অনুভূত হয়। দক্ষিণ গোলার্ধে এর বিপরীত অবস্থা হয়। এটি বহিস সূত্র নামে পরিচিত।
✓বায়ু প্রবাহের গতি পথে পাহাড়-পর্বত থাকলে বায়ু প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হয় এবং গতি কমে যায়।

পৃথিবীর বায়ু প্রবাহকে চার প্রধান ভাগে ভাগ করা হয়েছেঃ

১. নিয়ত বায়ু
২. সাময়িক বায়ু
৩. স্থানীয় বায়ু
৪. অনিয়মিত বায়ু

১. নিয়ত বায়ু

পৃথিবীর চাপ বলয়গুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত এবং সারা বছর নির্দিষ্ট দিকে প্রবাহিত হয়।

অয়ন বায়ু, পশ্চিমা বায়ু এবং মেরু বায়ু।

ক) অয়ন বায়ু

- ✓ নিরক্ষীয় নিম্নচাপ বলয় হতে গরম ও হালকা বায়ু ওপরে উঠে গেলে কর্কটিয় ও মকরিয় উচ্চচাপ বলয় হতে শীতল ও ভারী বায়ু নিরক্ষীয় নিম্নচাপ অঞ্চলের দিকে প্রবাহিত হয়।
- ✓ ফেরেলের অনুসারে এই বায়ু উত্তর গোলার্ধে উত্তর পূর্ব দিক হতে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে দক্ষিণ-পূর্ব দিক হতে প্রবাহিত হয়।
- ✓ এই প্রবাহের আরেক নাম বাণিজ্য বায়ু (Trade Wind)
- ✓ নিরক্ষীয় শান্ত বলয়

খ) পশ্চিমা বায়ু

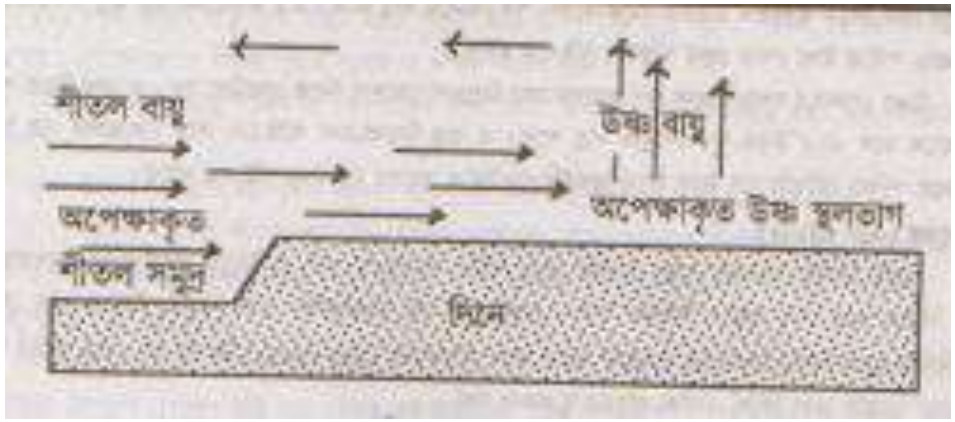
- ✓ কর্কটিয় ও মকরিয় উচ্চচাপ বলয় থেকে অয়ন বায়ু ব্যতীত আরও দুটি বায়ু প্রবাহ মেরুবৃত্ত নিম্নচাপ বলয়দ্বয়ের দিকে প্রবাহিত হয়।
- ✓ উত্তর গোলার্ধে এটি দক্ষিণ-পশ্চিম দিক থেকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে উত্তর-পশ্চিম দিক থেকে প্রবাহিত হয়। এই বায়ু প্রবাহকে পশ্চিমা বায়ু বলে।
- ✓ দক্ষিণ গোলার্ধে একে প্রবল পশ্চিমা বায়ুও (Brave west wind) বলে।
- ✓ গর্জনশীল চল্লিশা (৪০-৪৭ ডিগ্রি) (Roaring Forties) ; শান্ত বলয় (৩০-৩৫ ডিগ্রী)

গ) মেরু বায়ু

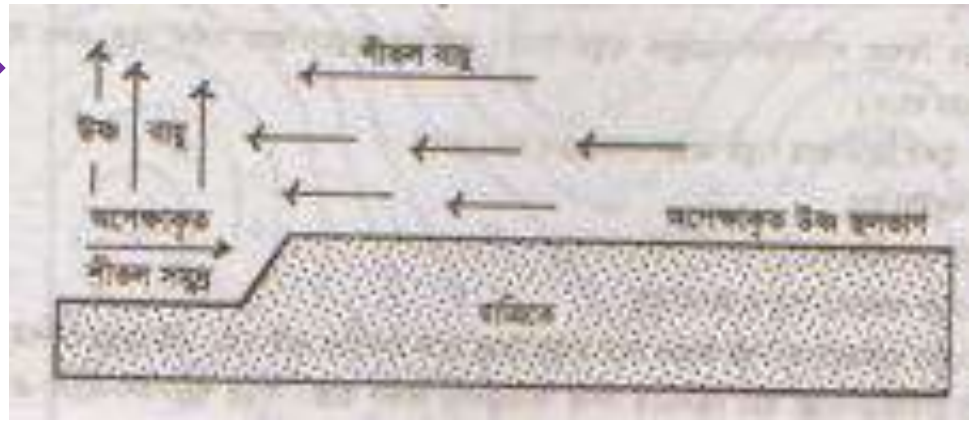
সু-মেরু বায়ু
কু-মেরু বায়ু

২) সাময়িক বায়ু

ক) সমুদ্র বায়ু



খ) স্থল বায়ু



গ) মৌসুমি বায়ু

৩.৮ বায়ু ভরঃ

একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বায়ুর বিশাল এবং গভীর এলাকা জুড়ে যদি মোটামুটি সমপ্রকৃতির তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বিরাজ করে তবে সেই বায়ুকে বায়ুভর (Air mass) বলে।

দুই প্রকারঃ ১) ভুমির বায়ু এবং সামুদ্রিক বায়ু

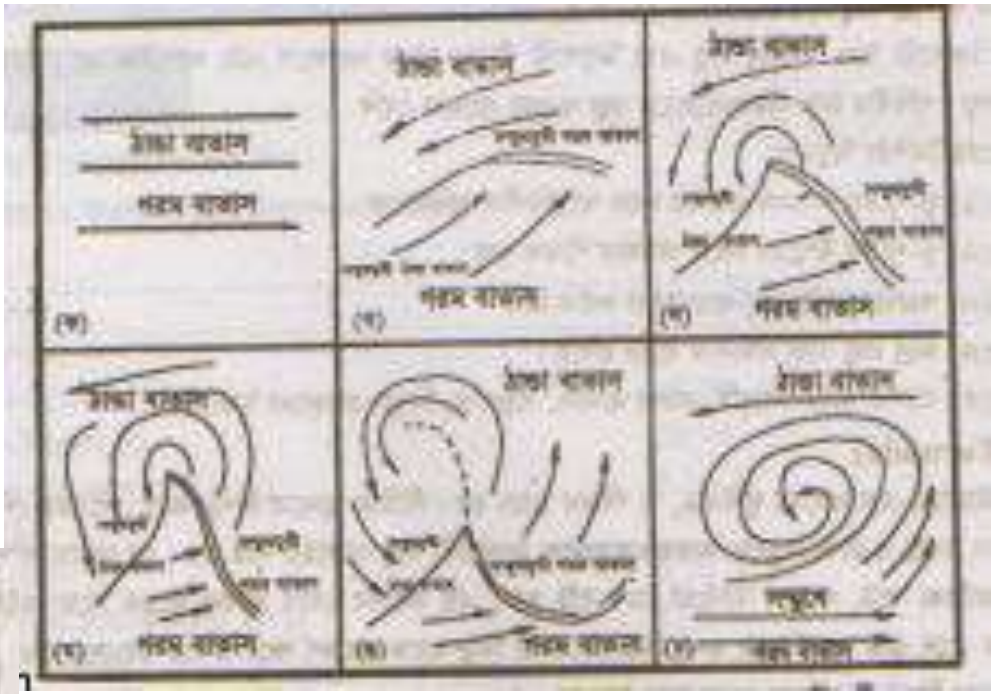
বায়ুর আরও শ্রেণিবিভাগঃ

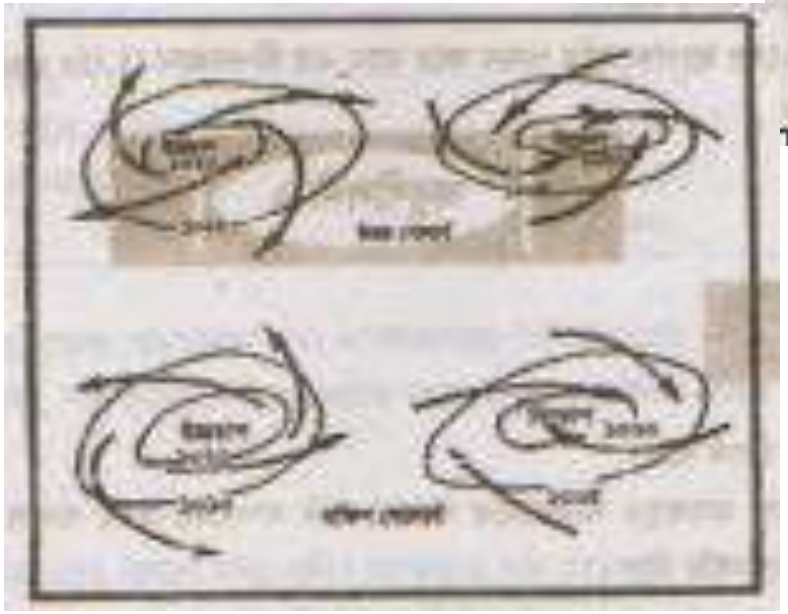
সংঘর্ষ বায়ুঃ

দুটি নিকটবর্তী বায়ু অথবা একটি বায়ু এবং উহার চারদিকে বায়ুমণ্ডলের মধ্যে স্পর্শ পৃষ্ঠকে সংঘর্ষ পৃষ্ঠ পৃষ্ঠ বা সংঘর্ষ বায়ু (Air Front) বলে

সাইক্লোন/ ঘূর্ণবাত

ট্রপিক্যাল সাইক্লোন
এক্সট্রা-ট্রপিক্যাল সাইক্লোন





এন্টি-সাইক্লোন প্রতীপ ঘূর্ণবাত

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

চতুর্থ অধ্যায়ঃ প্রিসিপিটেশণের পরিচিতি (Introduction to Precipitation)

৪.১ প্রিসিপিটেশন বা অধঃক্ষেপন

বায়ুমন্ডল হতে পানিজাত যে কোন ধরণের পদার্থের ভূ-পৃষ্ঠে পতনকে অধঃক্ষেপন বলে।

৪.২ অধক্ষেপনের গঠন

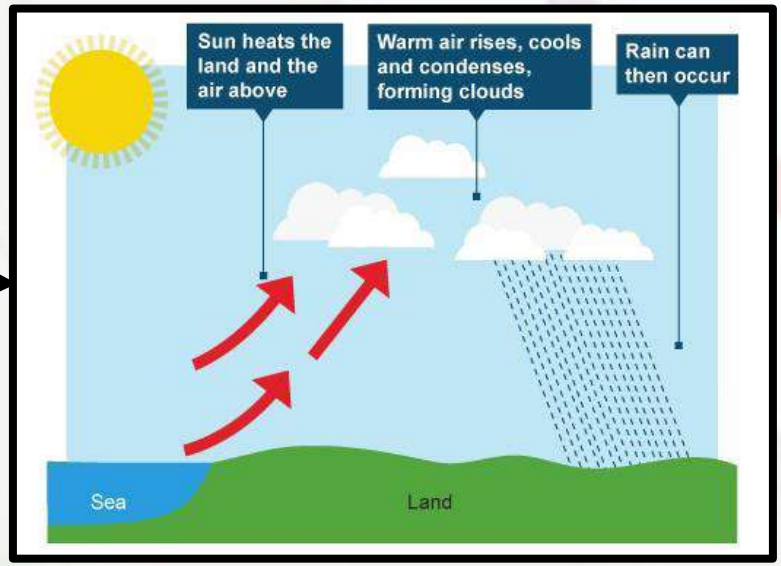
১. জলীয় বাষ্প বা পর্যাপ্ত আর্দ্রতার উপস্থিতি
২. বায়ু পরিপৃক্ত ও শীতল হওয়া
৩. ঘূর্নিবার্তে শীতল হয়ে অধঃক্ষেপণ এবং
৪. শৈলোৎক্ষেপে শীতল হয়ে অধেঃক্ষেপণ।

৪.৩ প্রিসিপিটেশনের প্রকারভেদ

অধঃক্ষেপণ চার প্রকার

ক) কনভেনশনাল প্রিসিপিটেশন
খ) ফ্রন্টাল প্রিসিপিটেশন
গ) অরগ্রাপিক প্রিসিপিটেশন
ঘ) সাইক্লোন প্রিসিপিটেশন

ক) কনভেনশনাল প্রিসিপিটেশন
বৃষ্টিপাতের সাধারন যে নিয়ম

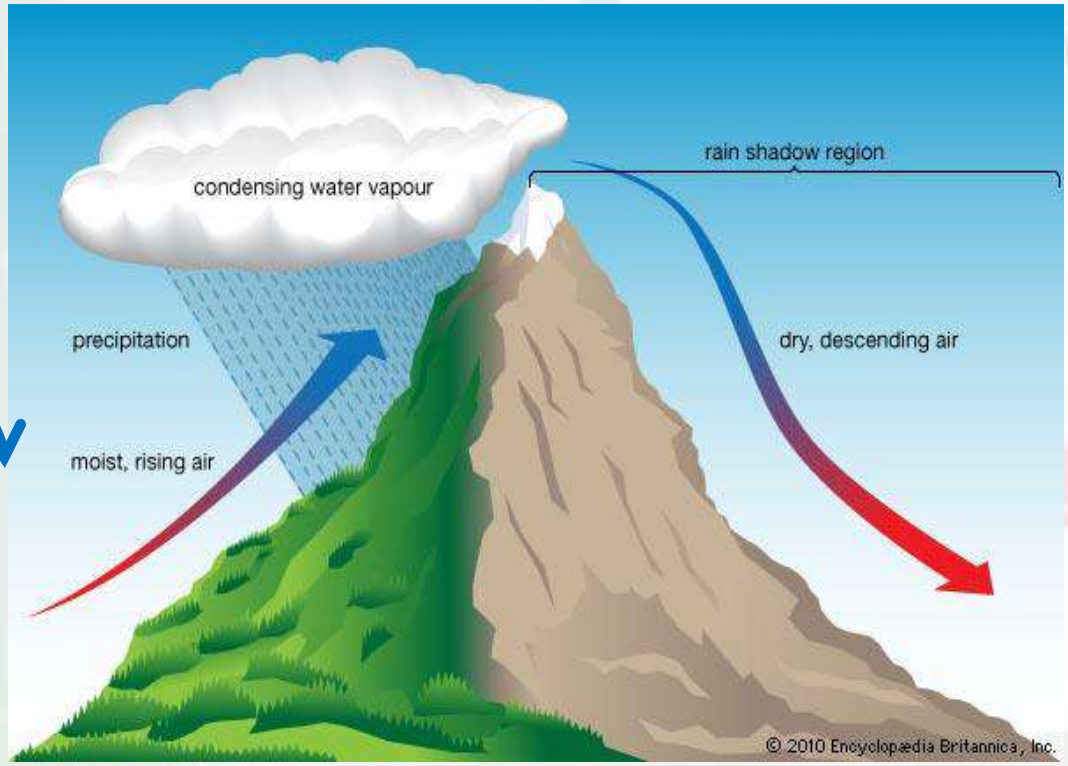


খ) ফ্রন্টাল প্রিসিপিটেশন
ভিন্ন তাপমাত্রার ও ঘনত্বের দুই খণ্ড বায়ুর সংঘর্ষের ফলে সংস্পর্শ তলের বায়ু ঘনীভূত হয় এবং বৃষ্টিপাত হয়

সংস্পর্শ তলকে "Front" বা "Frontal Surface" বলে

Warm front
Cold front
Stationary front

গ) অরগ্রাপিক প্রিসিপিটেশন



ঘ) সাইক্লোন প্রিসিপিটেশন
বায়ুর নিম্নচাপ অঞ্চলে বায়ুর মিশ্রণে যে বৃষ্টিপাত হয়

৪.৪ প্রিসিপিটেশনের বিভিন্ন রূপ

ক) বৃষ্টি (০.৫-৬.২৬ মিঃ মিঃ)
খ) ড্রিজেল/ঝিরিঝিরি বৃষ্টি (০.৫ মিঃ)
গ) গ্লেজ
ঘ) স্লিট
ঙ) স্নো/তুষার
চ) হেল/শিলাবৃষ্টি (১৫ মিঃ এর অধিক)
ছ) শিশির

৪.৫ বাংলাদেশের জলবায়ু বা আবহাওয়া

সঙ্গাগত	উপাদান
বিস্তার	পরিবর্তন
গড়	

৪.৬ আবহাওয়া সংক্রান্ত পরামিতি এবং পরিমাপ (Meteorological parameter and measurement)

- তাপমাত্রা
- বৃষ্টিপাত
- বায়ুর চাপ
- বায়ুর আর্দ্রতা এবং শুষ্কতা
- বায়ুর গতি
- সৌর বিকিরণ
- সূর্যের আলো
- বাষ্পীভবন

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর এবং বিভাগীয় প্রধান
এনভায়রনমেন্টাল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

পঞ্চম অধ্যায়ঃ প্রিসিপিটেশনের পরিমাপ (Measurement of Precipitation)

৫.১ প্রিসিপিটেশন পরিমাপ পদ্ধতি

কোন স্থানের বৃষ্টিপাত পরিমাপ করার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে রেইন গেজ বা বৃষ্টিমান যন্ত্র বলে

কোন সমতল স্থানে বৃষ্টিপাত হয়ে বৃষ্টিপাতের পানি ঐ সমতলে অবস্থান করলে সমতল পৃষ্ঠে পানির উলম্বিক গভীরতাই বৃষ্টিপাতের পরিমান

বৃষ্টিপাতের পমিানকে মিলিমিটার বা সেন্টিমিটারে প্রকাশ করা হয়

বৃষ্টিপাতের পরিমান (গভীরতা) = (বৃষ্টির পানির আয়তন)/(এলাকার ক্ষেত্রফল)

স্থান নির্বাচন

- ✓ সমতল ভূমি
- ✓ বাতাসে বা ঢালে ধসে পড়তে পারে এমন স্থানে বসানো যাবেনা
- ✓ বৃষ্টিমান যন্ত্রের রীম হতে কোন প্রতিবন্ধকের উচ্চতার কমপক্ষে দ্বিগুন দুরত্বে বৃষ্টিমান যন্ত্র বসাতে হবে।
- ✓ যাতায়াতের সুবিধা থকেতে হবে।

রেইন্ গেইজ সাধারণত দুই প্রকার
১) নন-রেকর্ডিং রেইন্ গেইজ- সাইমনস রেইন্ গেইজ
২) রেকর্ডিং রেইন্ গেইজ- টিপিং রেইন্ গেইজ, ওয়িং রেইন্ গেইজ এবং ফ্লট রেইন্ গেইজ

এছাড়া
১) রাডার ও
২) স্যাটেলাইট এর সাহায্যেও বৃষ্টিপাতের পরিমান নির্ণয় করা হয়

৫.২ নন-রেকর্ডিং রেইন্ গেইজ

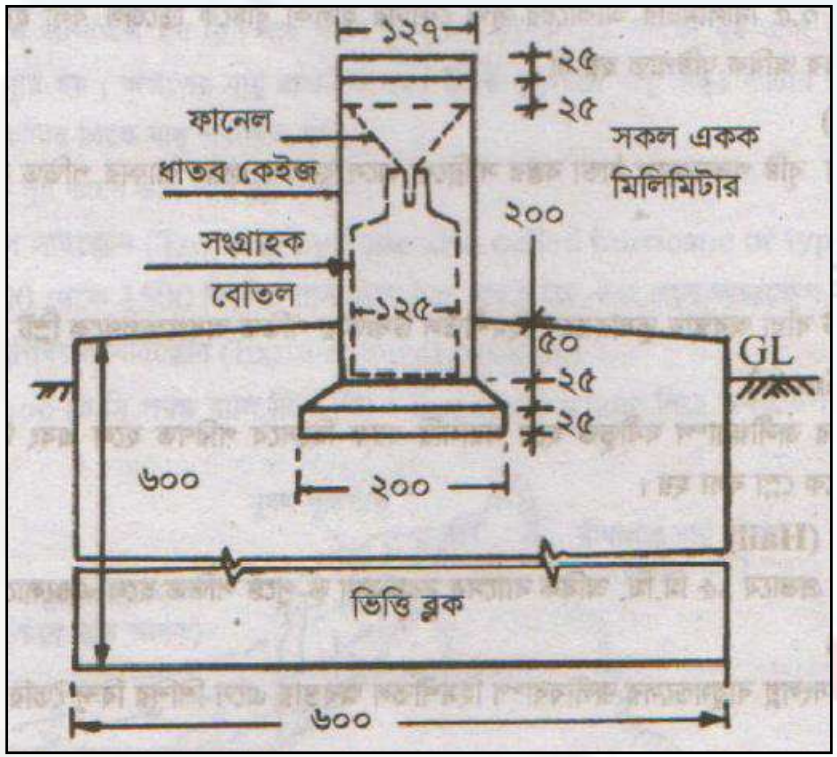
সাইমনস নন-রেকর্ডিং রেইন্ গেইজ সর্বাদিক ব্যবহৃত

তিনটি অংশ

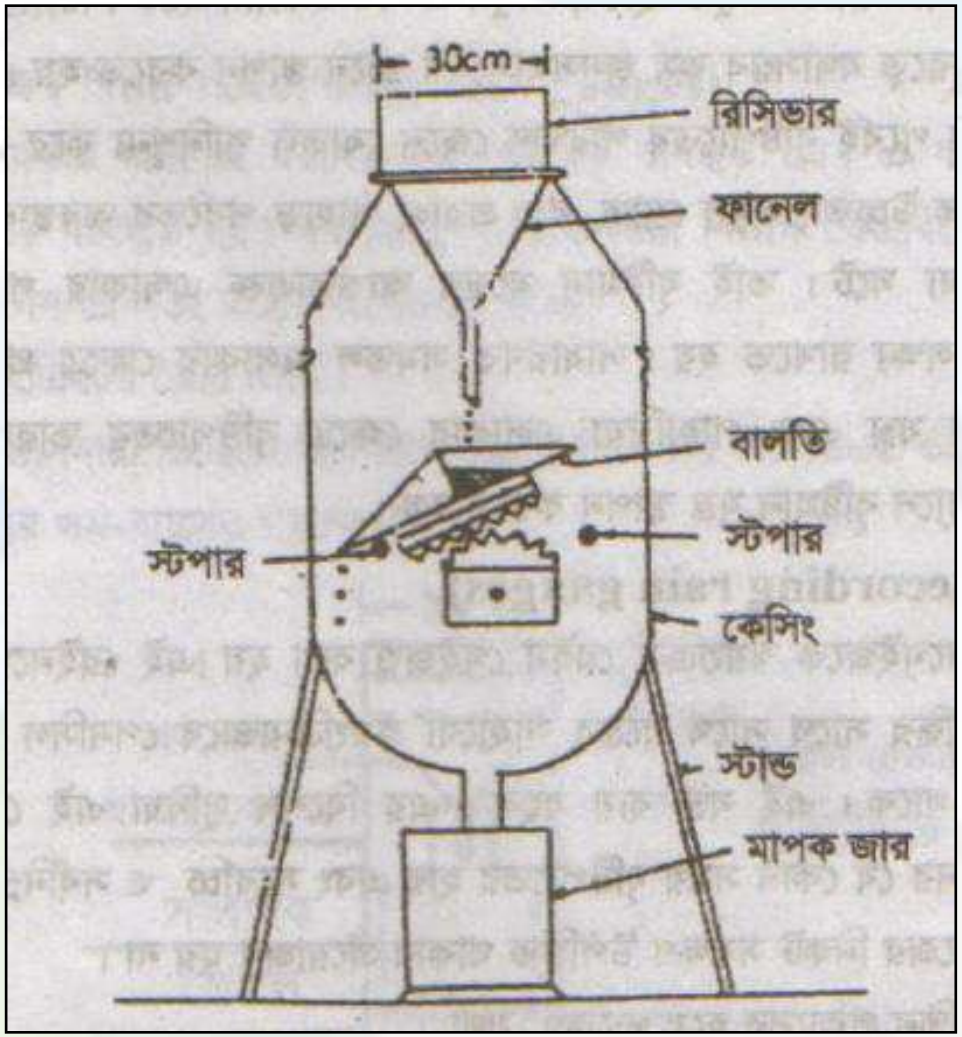
১. মাসনারী বা কংক্রিটের তৈরী ভিত্তি।

২. মাসনারী বা কংক্রিটের ভিত্তিতে আটকানো ধাতব সিলিন্ডার যার ভিতর কাঁচের বোতল ঢুকানো থাকে।

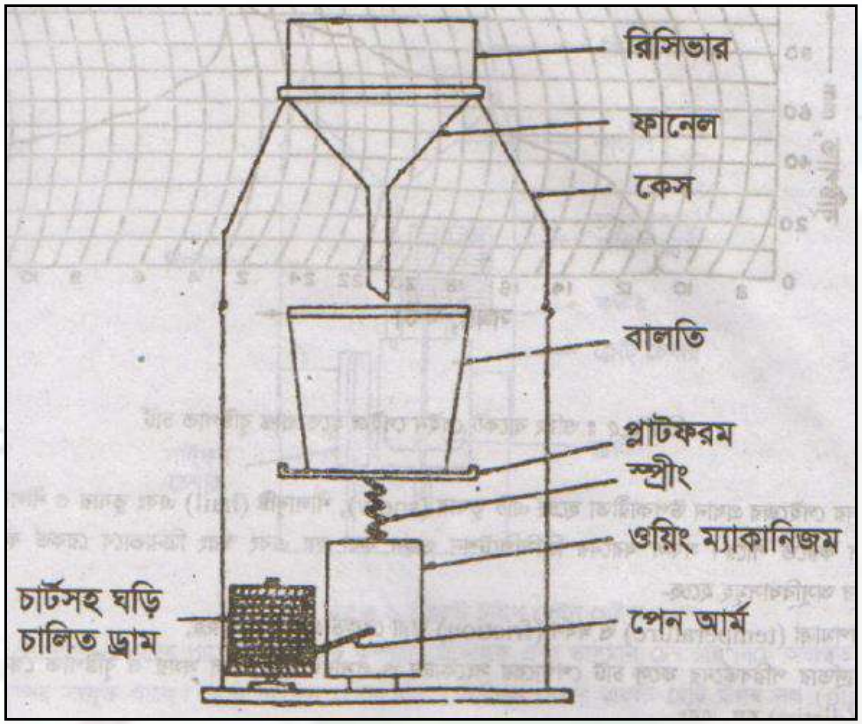
৩. কাঁচের বোতলের সম-ব্যাসের প্যানেল বা চুঙ্গি।



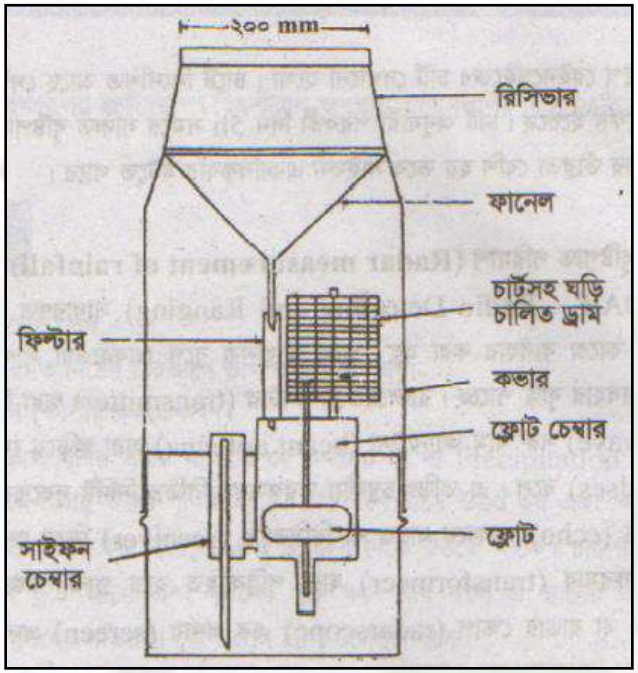
৫.৪ টিপিং বাকেট রেইনগেইজ বা প্রান্তিক বালতি বৃষ্টিমাপক

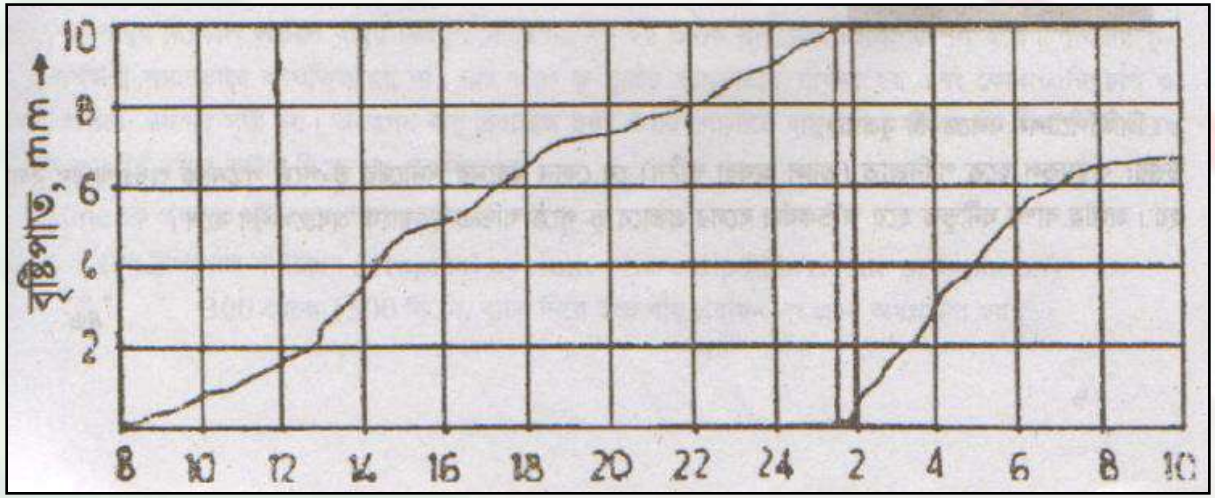


৫.৫ ওজন-বালতি বৃষ্টিমাপক বা ওয়িং বাকেট রেইনগেইজ



৫.৬ ভাসমান বৃষ্টিমাপক বা ফ্লোট টাইপ রেইনগেইজ





৩.৮ রাডারের সাহায্যে বৃষ্টিপাত পরিমাপঃ

RADAR- Radio Detecting and Ranging

- ✓ রাডারের ট্রান্সমিটার দ্বারা উদ্ভুত তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ সরু বিম এন্টেনা দ্বারা ছড়িয়ে দেওয়া হয়। তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ সমূহকে পালস বলে।
- ✓ এই তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গসমূহ বিভিন্ন নির্দিষ্ট দূরত্বের মধ্যে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তু হতে প্রতিধ্বনি আকারে ধারক বা রিসিভারে ফিরে আসে।
- ✓ আমপ্লিফায়ার দ্বারা তরঙ্গ বির্ধিত এবং ট্রান্সফরমার দ্বারা পরিবাহিত হয়ে প্লান্ট পজিশন ইন্ডিকেটর বা রাডার স্কোপ এর পর্দায় প্রদর্শিত হয়।

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর, এনভায়রনমেন্টাল এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

ষষ্ঠ অধ্যায়ঃ বৃষ্টিপাত তথ্যের বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা

৫.১ বৃষ্টিপাতের ডাটা

বৃষ্টির প্রকৃতি এবং কোন এলাকায় কত সময় ও কী পরিমান বৃষ্টি হয়েছে।

যে সমস্ত বিষয় অন্তর্ভূক্ত থাকে

নির্ভরশীলতা

- তারিখ এবং সময়
- বৃষ্টিপাতের পরিমান
- সময়কাল
- অবস্থান
- বৃষ্টিপাতের ধরণ
- উৎস

বিশ্ব আবহাওয়াগত সংস্থার (World Meteorological Organization = WMO) মতামতের রেইনগজ নেটওয়ার্ক ডেনসিটি

অঞ্চল	প্রকৃতি	ডেনসিটি
নাতিশীতোষ্ণ, ভূমধ্যসাগরীয় এবং ক্রান্তীয় অঞ্চল	সমতল	৬০০-৯০০ বর্গ কিমি এ ১ টি
নাতিশীতোষ্ণ, ভূমধ্যসাগরীয় এবং ক্রান্তীয় অঞ্চল	পাহাড়ি	১০০-২৫০ বর্গ কিমি এ ১ টি
শুষ্ক	সমতল	১৫০০-১০০০০০ বর্গ কিমি এ ১ টি
শুষ্ক	পাহাড়ি	২৫ বর্গ কিমি এ ১ টি

পরিমিত সংখ্যক বৃষ্টিমান যন্ত্রের সংখ্যা (Optimum Number of Rain Gauge)

পরিমিত সংখ্যক বৃষ্টিমান যন্ত্রের সংখ্যা, $N = \left(\frac{C_v}{E}\right)^2$

এখানে, = বিদ্যমান বৃষ্টিমান যন্ত্রগুলোতে প্রাপ্ত বৃষ্টিপাতের পরিমাণের তারতম্যের সহগ $(\%) = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100$

$\bar{X}$ = বিদ্যমান বৃষ্টিমান যন্ত্রগুলোতে প্রাপ্ত বৃষ্টিপাতের গড় মান

$$\frac{P_1 + P_2 + \cdots + P_n}{n}$$

δ = স্টান্ডার্ড ডেভিয়েশন = $\sqrt{\frac{(P_1 - \bar{x})^2 + (P_2 - \bar{x})^2 + \ldots + (P_n - \bar{x})^2}{n-1}}$

$$= \sqrt{\frac{\sum (P_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

উদাহরণ ১।

একটি নদীর ক্যাচমেন্ট এলাকায় বিদ্যমান চারটি বৃষ্টিমান যন্ত্রের স্টেশনে গড় বার্ষিক বৃষ্টিপাত যথাক্রমে 800, 400, 620 এবং 540 মিলিমিটার। যদি উক্ত ক্যাচমেন্টের ইস্পিত গড় বৃষ্টিপাতের ভ্রান্তি ১০ সীমায় রাখতে হয় তবে পরিমিত বৃষ্টিমান যন্ত্রের সংখ্যা কত হবে এবং কয়টি অতিরিক্ত স্টেশনে বৃষ্টিমান যন্ত্র বসাতে হবে?

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর, এনভায়রনমেন্টাল এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

ষষ্ঠ অধ্যায়ঃ বৃষ্টিপাত তথ্যের বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা

৬.২ বৃষ্টিপাতের উপাত্তের বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা

দৈনিক বৃষ্টিপাত

পূর্বদিন সকাল 8.00 ঘটিকা হতে পরের দিন সকাল 8.00 ঘটিকা পর্যন্ত 24 ঘন্টা সময়ে সংঘঠিত বৃষ্টিপাতের পরিমাণ

পয়েন্ট রেইনফল এবং পয়েন্ট ষ্টেশন

একক ষ্টেশনে প্রাপ্ত বৃষ্টিপাতকে পয়েন্ট রেইনফল এবং উক্ত স্টেশনকে পয়েন্ট স্টেশন বলে

ইস্পিত সময়ের বৃষ্টিপাত

দৈনিক বৃষ্টিপাতের রেকর্ড হতে ইস্পত সময়ের (সপ্তাহ, মাস, বছর, যুগ ইত্যাদি সময়ের) বৃষ্টিপাতের মান নির্ণয় করা

স্বাভাবিক বর্ষ, অশুভবর্ষ এবং শুভবর্ষ

বছরে যে পরিমাণ বৃষ্টি হওয়ার কথা সে পরিমান হলে সে বর্ষ স্বাভাবিক বর্ষ, স্বাভাবিকের তুলনায় কম হলে অশুভ বা শুষ্ক বর্ষ এবং স্বাভাবিকের তুলনায় বেশী হলে শুভ বা ভিজা বর্ষ

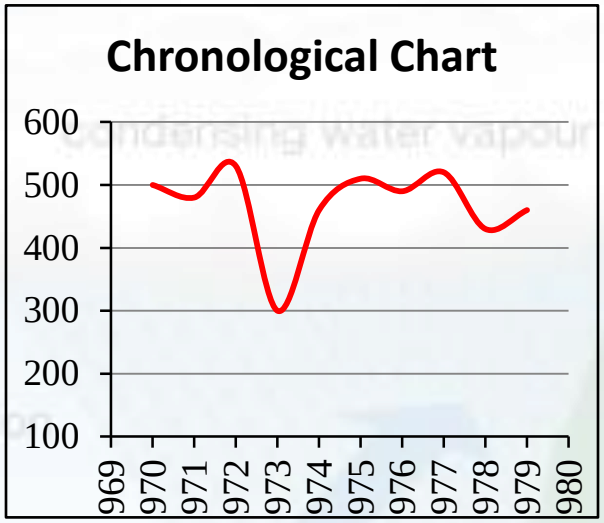
বৃষ্টিপাতের তথ্য তিন ধরনের চার্ট বা গ্রাফে উপস্থাপন করা হয়

- ক্রনোলজিক্যাল চার্ট
- বার ডায়াগ্রাম এবং
- অর্ডিনেট গ্রাফ

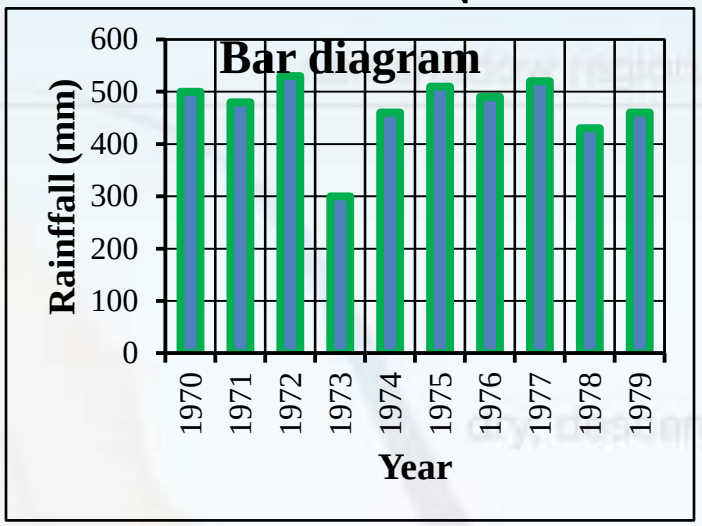
প্রদত্ত বৃষ্টিপাতের তথ্যের বিভিন্ন প্রকার চার্ট বা গ্রাফ অংকন

	সাল	বৃষ্টিপাত (মিমি)	ক্র নং	সাল	বৃষ্টিপাত (মিমি)
1	1970	520	11	1980	560
2	1971	615	12	1981	400
3	1972	420	13	1982	520
4	1973	270	14	1983	435
5	1974	305	15	1984	395
6	1975	380	16	1985	290
7	1976	705	17	1986	430
8	1977	600	18	1987	1020
9	1978	350	19	1988	900
10	1979	550			

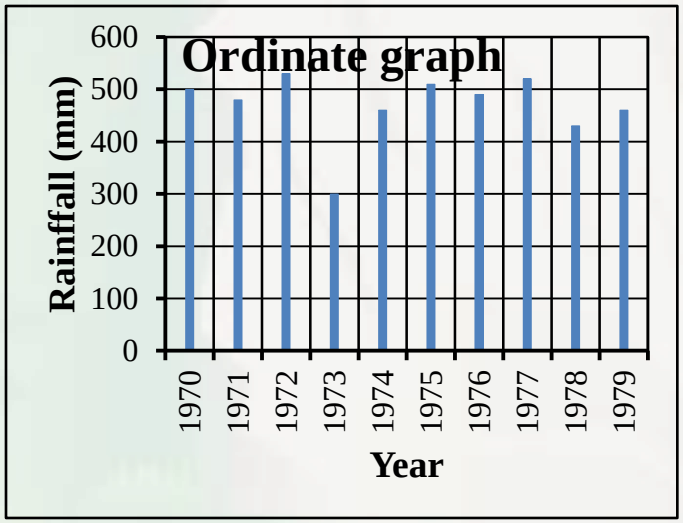
ক্রোনলজিক্যাল চার্ট



বার ডায়াগ্রাম



অর্ডিনেট গ্রাফ



৪.৫ বৃষ্টিপাত মাস কার্ভ ও হাইটোগ্রাফ

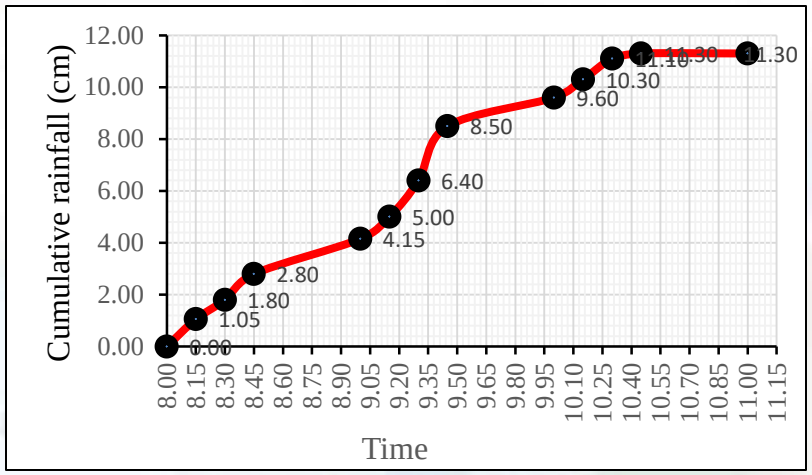
বৃষ্টিপাত মাস কার্ভ

যে রৈখচিত্রে বৃষ্টিপাত চলাকালীন সময়ের বিপরীতে বৃষ্টিপাতের পুঞ্জিভূত পানির পরিমান প্রদর্শিত হয়

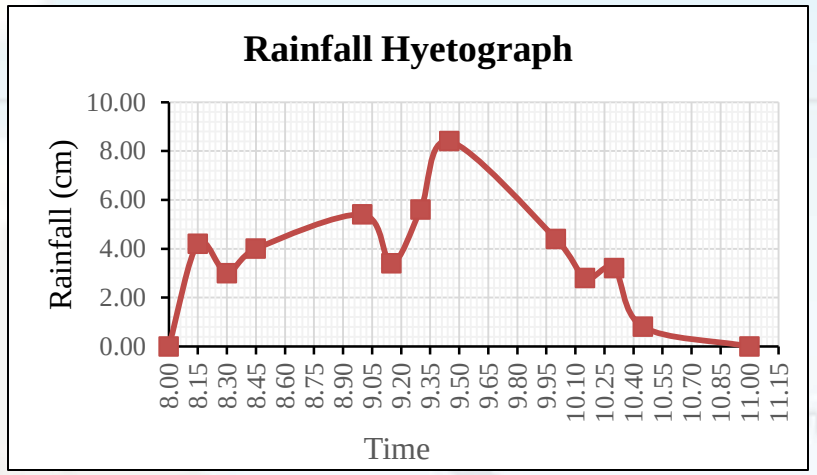
প্রদত্ত বৃষ্টিপাতের তথ্যের মাস কার্ভ অংকন

সময়	পুঞ্জিভূত বৃষ্টিপাত (সেমি)	পূর্ববর্তী 15 মিনিটের বৃষ্টিপাত	বৃষ্টিপাতের তীব্রতা (সেমি/ঘন্টা)	সময়	পুঞ্জিভূত বৃষ্টিপাত (সেমি)	পূর্ববর্তী 15 মিনিটের বৃষ্টিপাত	বৃষ্টিপাতের তীব্রতা (সেমি/ঘন্টা)
8.00	0.00	--	--	9.30	6.40	1.40	5.60
8.15	1.05	1.05	4.20	9.45	8.50	2.10	8.40
8.30	1.80	0.75	3.00	10.00	9.60	1.10	4.40
8.45	2.80	1.00	4.00	10.15	10.30	0.70	2.80
9.00	4.15	1.35	5.40	10.30	11.10	0.80	3.20
9.15	5.00	1.85	3.40	10.45	11.30	0.20	0.80
				11.00	11.30	0.00	0.00

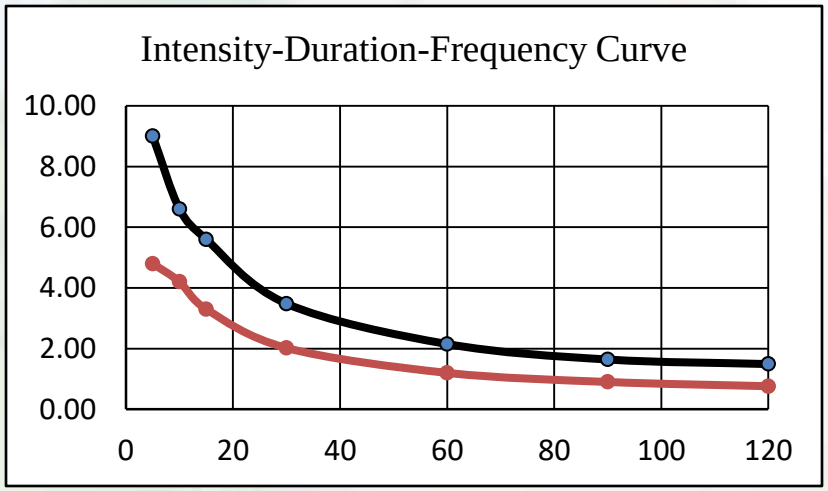
বৃষ্টিপাতের মাস কার্ভ



বৃষ্টিপাতের হাইটোগ্রাফ



তীব্রতা ফ্রিকুয়েন্সি-ডিউরেশন



স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর, এনভায়রনমেন্টাল এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

৬.৪ বৃষ্টিপাতের তীব্রতা, ডিউরেশন এবং ফ্রিকুয়েন্সির বর্ণনা

তীব্রতা

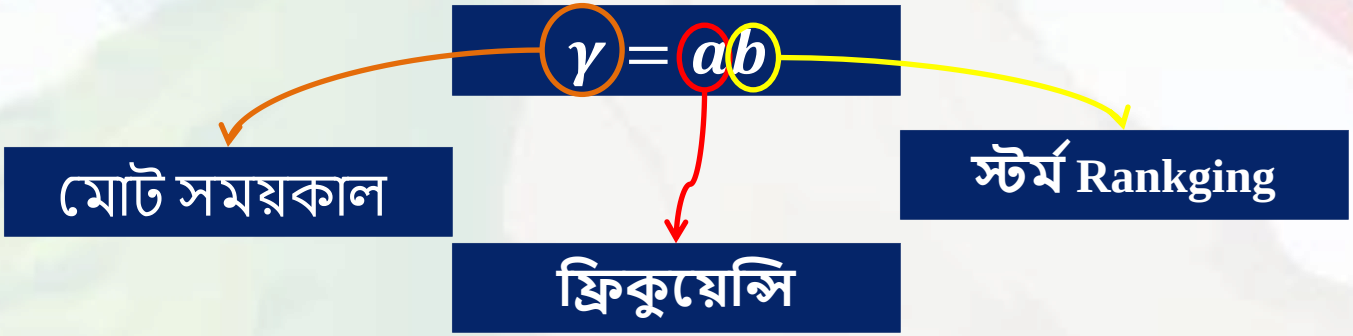
একক সময়ে কোন ক্যাচমেন্ট এলাকায় যে পরিমাণ বৃষ্টিপাত হয় বৃষ্টিপাতের তীব্রতাকে সেমি/ঘন্টা হিসাবে প্রকাশ করা হয়

ডিউরেশন

নির্দিষ্ট তীব্রতায় যে পরিমান সময় ব্যাপী বারি বর্ষিত হয়

ফ্রিকুয়েন্সি

যে পরিমাণ সময় অন্তর অন্তর নির্দিষ্ট তীব্রতার বা তার অধিক তীব্রতায় বারি বর্ষিত হয়



৬.৫ কোন এলাকার বৃষ্টিপাতের গড় গভীরতা নির্ণয়

বৃষ্টিপাতের গড় গভীরতা তিনটি ধাপে নির্ণয় করা যায়

- বৃষ্টিমান যন্ত্র হতে পাঠ গ্রহণ
- বৃষ্টিমান যন্ত্রের পাঠ হতে কোন এলাকার মোট বৃষ্টিপাতের পরিমান নির্ণয়
- মোট বৃষ্টিপাতের পরিমানকে ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল দ্বারা ভাগ

তিনটি পদ্ধতি

- **গাণিতিক গড় পদ্ধতি (Arithmetic mean method)**
- **থিসেন বহুভূজ/পলিগন পদ্ধতি (Thiessen polygon method)**
- **সমবর্ষণ রেখা পদ্ধতি (Isohyetal method)**

❖ গানিতিক গড় পদ্ধতি

বৃষ্টিপাতের গড় গভীরতাকে সাধারণত দ্বারা প্রকাশ করা হয়

$$P = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_n}{n}$$

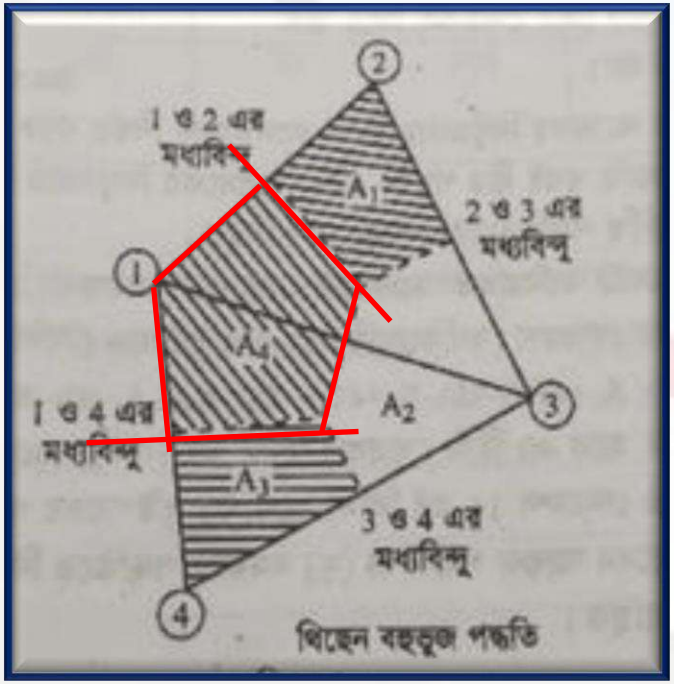
❖ থিসেন বহুভূজ পদ্ধতি

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \cdots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \ldots + A_n}$$

$$= \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \cdots + P_nA_n}{A}$$

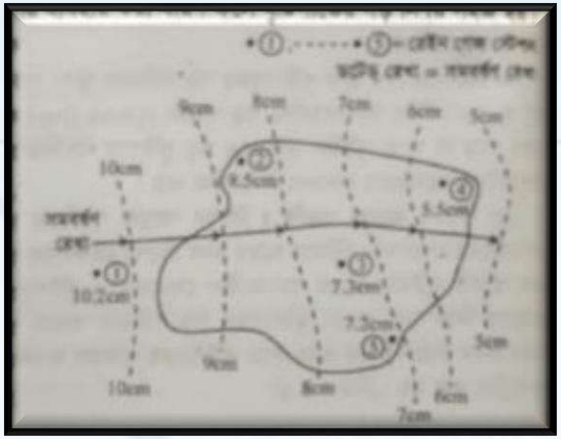
$$= \frac{A_1}{A}.P_1 + \frac{A_2}{A}.P_2 + \cdots + \frac{A_n}{A}.P_n$$

থিসেন ওয়েট



❖ সমবর্ষণ রেখা পদ্ধতি

উদাহরণ ৪.১
বক্ররেখায় বেষ্টিত একটি অনিয়মিত ক্যাচমেন্ট এলাকার ক্ষেত্রফল 200 বর্গকিমি। বিভিন্ন ষ্টেশনের আওতায় উক্ত ক্যাচমেন্টে থিসেন বহুভুজের ক্ষেত্রফল (বর্গকিমি) এবং বৃষ্টিপাত (মিলিমিটার) S_1(7.2, 40), S_2(10.4, 25), S_3(49.8, 37), S_4(35.8, 49), S_5(6.6, 55), S_6(47.2, 38), S_7(41.5, 48), S_8(1.5, 40)।



সমবর্ষণ বিরতির (28 মিমি হতে 30 মিমি এ ক্ষেত্রফল 1 বর্গ কিমি), (30 মিমি হতে 40 মিমি এ ক্ষেত্রফল 95.8 বর্গ কিমি), (40 মিমি হতে 50 মিমি এ ক্ষেত্রফল 89.2 বর্গ কিমি) এবং (50 মিমি হতে 56 মিমি এ ক্ষেত্রফল 14 বর্গ কিমি),

বৃষ্টিপাতের গড় গভীরতা এবং বৃষ্টিপাতের পরিমান নির্ণয় কর
ক) গাণিতিক গড় পদ্ধতিতে
খ) থিসেন বহুভূজ পদ্ধতিতে এবং
গ) সমবর্ষণ পদ্ধতিতে

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর, এনভায়রনমেন্টাল এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

সপ্তম অধ্যায়ঃ স্ট্রিম প্রবাহ পরিমাপ
(Stream Flow Measurement)

৭.১ স্ট্রিম প্রবাহ (Stream Flow)

একটি প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম স্রোত চ্যানেলের মধ্যে পানির প্রবাহ

- একটি নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে চ্যানেলের একটি নির্দিষ্ট ক্রস-সেকশনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত পানির পরিমাণকে বুঝায়।
- একক সময়ের আয়তনে পরমিাপ করা হয়।
- সাধারণত ঘনফুট/সেকেন্ড (ft^3/s) বা ঘনমিটার/সেকেন্ড (m^3/s) এ প্রকাশ করা হয়

৭.২ স্ট্রিম প্রবাহের যন্ত্রের তালিকা

যন্ত্রপাতির নাম	কাজ/ব্যবহার
কারেন্ট মিটার	প্রবাহের গতিবেগ
অ্যাকুস্টিক ডগলার কারেন্ট প্রোফাইলার	বড় নদীর স্রোতের পরিমাপ
স্টেজ গেজ	পরিমাপস্রোত বা নদীর পানির স্তর পরিমাপ
উইয়ারস	নদী বা খালের পানির নির্গমন
ফ্লুমস	প্রবাহ পরিমাপ
পিটট টিউব	প্রবাহিত তরল পদার্থের বেগ পরিমাপ
আল্ট্রাসাউন্ড সেন্সর	পানির স্তর পরিমাপ
ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার	প্রবাহের হার পরিমাপ
প্রেসার ট্রান্সডিউসার	স্রোতের বিভিন্ন পয়েন্টে পানির চাপ পরিমাপ
স্বয়ংক্রিয় আবহাওয়া স্টেশন	সরাসরি প্রবাহ পরিমাপ করতে পারে না।

৭.৩ স্টেজের পরিমাপ

একটি নির্দিষ্ট স্থানে নদী, হ্রদ বা অন্য কোন জলাশয়ের পানির স্তর বা উচ্চতা নির্ধারণ

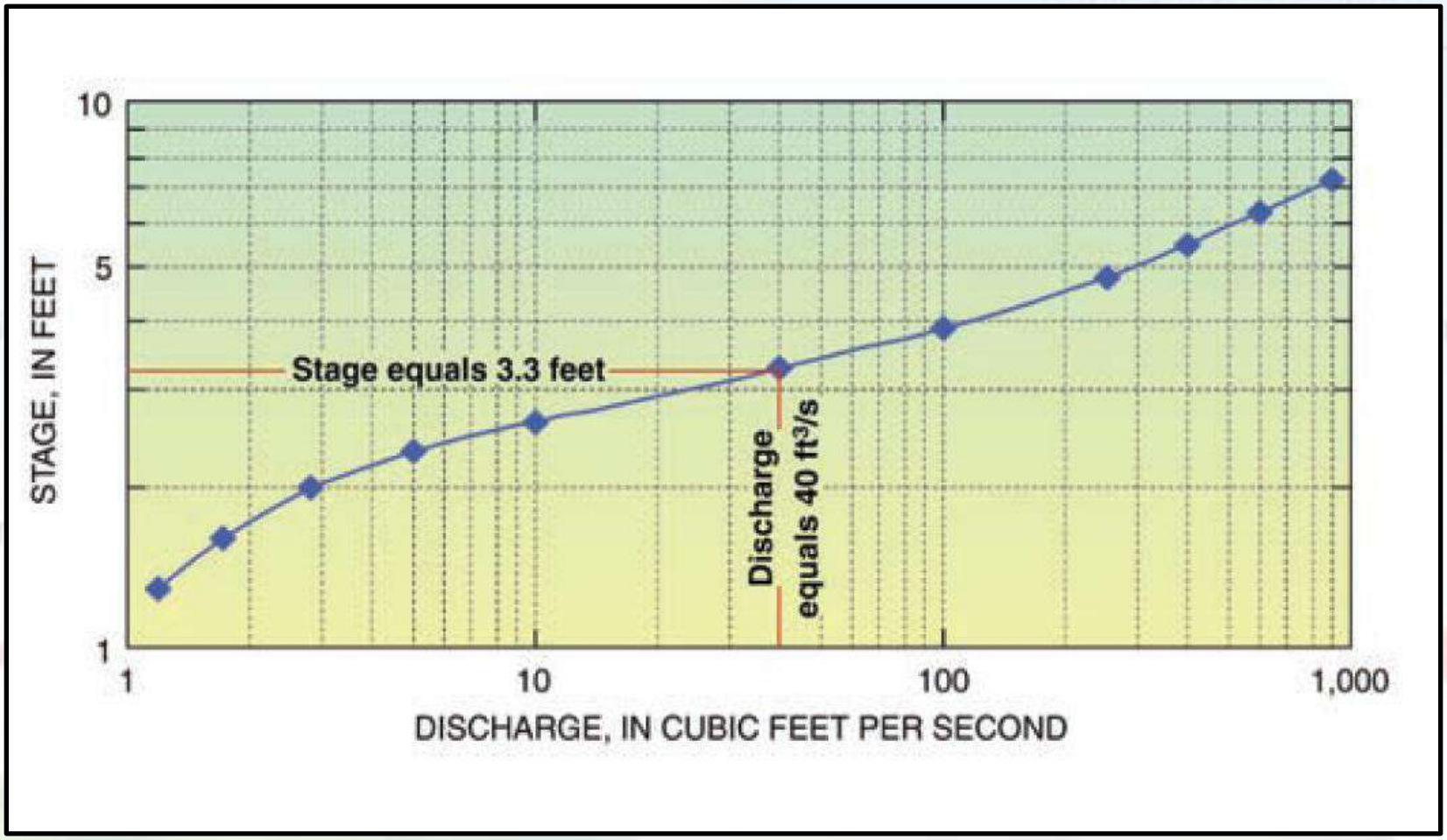
যন্ত্রপাতির নাম	কাজ/ব্যবহার
স্টাফ গজ	সরল, উলম্ব রুলার যা জলাশয়ের পাশাপাশি স্থাপন করা হয়
স্বয়ংক্রিয় পানি স্তর সেন্সর	ইলেক্ট্রনিক্স সেন্সর যা ক্রমাগত পানির স্তর পর্যবেক্ষণ করে এবং রিয়েল টাইম ডাটা সরবরাহ করে।
পেসার সেন্সর	পানির নিচে স্থাপন করা হয় এবং সেখানে পানির চাপ পরিমাপ করে। পানির চাপ ও ঘনত্ব জেনে পানি স্তর নির্ণয় কর হয়।
অ্যাকুস্টিক ডগলার কারেন্ট প্রোফাইলার	একই সাথে পানি প্রবাহের বেগ এবং স্টেজ পরিমাপ করে।
ফ্লোট এবং টেপ	টেপের সাহায্যে পানির স্তর পরিমাপ করা

$P = \rho g h$

৭.৪ এরিয়া-বেগ পদ্ধতি দ্বারা নির্গমন (Discharge measurement by area-velocity method)

কাজের ধাপ	বর্ণনা
চ্যানেল ক্রস সেকশন সার্ভে	➢ চ্যানেলের ক্রস সেকশনাল আকৃতি পরিমাপ করা হয়। ➢ নির্ধিষ্ট দুরত্ব পরপর প্রবাহের প্রস্থ এবং গভীরতা পরিমপ করা হয়
কম্পিউটিং ক্রস-সেকশন এরিয়া	আয়তাকার বা ট্রপিজয়ডাল চ্যানেলের মতো সাধারণ আকারের জন্য এখানে সাধারণ জ্যামিতিক সূত্র ব্যবহার করা হয়
বেগ পরিমাপ	ক্রস সেকশনের মধ্য দিয়ে পানির প্রবাহ পরিমাপ।
গড় বেগ পরিমাপ	সমস্ত ক্রস সেকশনের গড় বেগ নির্ণয়
ডিসচার্জ হিসাব	ডিসচার্জ হিসাবকরণ $Q = A(Cross\ sectional\ area) \times v(Average\ velocity)$
রেকর্ডিং এবং বৈধতা	ডাটা রেকর্ড করা এবং প্রয়োজনে যথার্থতা পরীক্ষা করা

৭.৫ স্টেজ ডিসচার্জ সম্পর্ক (Stage discharge relationship)



৭.৬ স্ট্রিম গেজিং সাইট নির্বাচন (Selection of stream gauging site)

বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- উদ্দেশ্য
- হাইড্রোলজিক্যাল কনসিডারেশন
- অ্যাক্সেসযোগ্যতা
- প্রতিনিধি অবস্থান
- টপোগ্রাফি
- চরম অবস্থানগুলো এড়িয়ে চলা
- নিরাপত্তা

- জমির মালিকানা ও অনুমতি
- তথ্যের প্রয়োজনীয়তা
- ডাটা কানেক্টিভিটি
- ঐতিহাসিক তথ্য
- বাজেট ৈএবং সম্পদ
- সহযোগীতা

৭.৭ স্টেজ এবং ডিসচার্জ হাইড্রোগ্রাফি (Stage and discharge hydrographic)

৭.৮ স্ট্রিম প্রবাহের একক (Unit of stream flow)

CFS- Cubic feet per second
CMS- Cubic meter per second
GPM- Gallons per minute
L/S- Liters per second
MGD- Millions gallons per day

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল) এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

অষ্টম অধ্যায়ঃ বাষ্পীভবন ও বাষ্পীয় প্রস্বেদন
(Evaporation and Evapotranspiration)

৮.১ সঙ্গা

বাষ্পীভবন
তরল পানি যে প্রক্রিয়ায় বাষ্পে রুপান্তরিত হয়।

কঠিন পানি আগে তরলে পরিনত হয় পরে তরল পানি বাষ্পে রুপান্তিরিত হয়

সাবলিমেশন
পানি কঠিন অবস্থা থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিনত হওয়া

প্রস্বেদন
উদ্ভিদ দেহ থেকে পানি পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে বায়ুমন্ডলে ফিরে আসার প্রক্রিয়া

বাষ্পীয় প্রস্বেদন
উদ্ভিদজগতের প্রস্বেদন এবং সিক্ত পৃষ্ঠের পানি সম্মিলিতভাবে জলীয় বাষ্পরুপে বায়ুমন্ডলে ফিরে আসার প্রক্রিয়া

৮.২ বাষ্পীভবন প্রক্রিয়া

শর্তাবলী

- পানির উপস্থিতি
- তাপের উৎস
- বায়ুমন্ডলীয় প্রকৃত বাষ্পীয় চাপ (e_a) ও পানি উৎসের উপর পরিপৃক্ত বাষ্পীয় চাপের (e_s) পার্থক্য

- স্থির তাপমাত্রায় একক ভরের পানি যে পরিমান তাপীয় শক্তি ব্যয়ে তরল অবস্থা হতে বাষ্পীয় অবস্থায় রুপান্তিরিত হয়, সেই পরিমান তাপকে পানির বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ বলে।
- বাষ্পীভবন কালে পানি পৃষ্ঠ ও পৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ুর হালকা আবরণী একই তাপমাত্রায় থাকে। তাই এ বায়ু দ্রুত জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়।
- তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে বায়ুর এ হালকা আবরণী স্তর স্পূর্ণরুপে জলীয় বাষ্পে পরিপৃক্ত হলে এতে সৃষ্ট বাষ্পীয় চাপকে পরিপৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

শর্তাবলী

- পানির উপস্থিতি
- তাপের উৎস
- বায়ুমন্ডলীয় প্রকৃত বাষ্পীয় চাপ (e_a) ও পানি উৎসের উপর পরিপৃক্ত বাষ্পীয় চাপের (e_s) পার্থক্য

- তাপ বৃদ্ধি পেতে থাকলে পানি সংলগ্ন বায়ুতে জলীয় বাষ্প ধারণের পরিমান বাড়ে এবং চুড়ান্ত অবস্থায় এ বায়ু আর জলীয় বাষ্প ধারন করতে পারে না। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমান এ মাত্রায় পৌছালে তাকে সম্পূর্ণ পরিপৃক্ত বায়ু বলে।
- সংলগ্ন আবরণী বায়ু এ অবস্থায় পৌছালে আর বাষ্পীভবন ঘটবে না। তখন এটাকে ভারসাম্য অবস্থা বলে।
- বাস্তবে এটা কখন ঘটে না। এ অবস্থায় বাষ্পের যে প্রকৃত চাপ পাওয়া যায় সেটা প্রকৃত বাষ্পীয় চাপ।

ডাল্টনের সুত্রানুসারে, $E = K(e_s - e_a)$

$e_s = 6.11exp\frac{17.27T}{273.3+T}$

৮.৩ বাষ্পীভবনে প্রভাব বিস্তারকারী বিষয়সমূহ

দুই ধরণের বিষয়

আবহগত বিষয়	ভৌত বিষয়
সৌর বিকিরণ	পানি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল
তাপমাত্রা	পানির গভীরতা
বায়ুর গতিবেগ	পানির গুনাগুন
বায়ুমন্ডলীয় চাপ	বাষ্পীভবন পৃষ্ঠের গুনাগুন
বায়ুর আর্দ্রতা	

৮.৪ বাষ্পীভবন পরিমাপ

পাঁচটি পদ্ধতিতে করা হয়

ক) এনার্জি ব্যালেন্স পদ্ধতি
খ) মাস ট্রান্সফার পদ্ধতি
গ) ইম্পিরিক্যাল সমীকরণ
ঘ) ওয়াটার ব্যালেন্স পদ্ধতি
ঙ) এনার্জি ব্যালেন্স ও মাস ট্রান্সফারের সম্মিলিত পদ্ধতি

ইম্পিরিক্যাল সমীকরণ

১) ফিটজ্জারেল্ড এর সমীকরণ (Fitzgerald's equation)
২) মিয়ার এর সমীকরণ (Meyer's equation)
৩) রোহয়ার এর সমীকরণ (Rohwer's equation)
৪) লেইক মীড এর সমীকরণ (Lake mead equation)
৫) হরটন এর সমীকরণ (Horton's equation)

৫.৪ বাষ্পীভবন প্রাক্কলন

ইম্পিরিক্যাল সমীকরণ

১) ফিটজ্জারেল্ড এর সমীকরণ (Fitzgerald's equation)

২) মিয়ার এর সমীকরণ (Meyer's equation)

৩) রোহয়ার এর সমীকরণ (Rohwer's equation)

৪) লেহক মীড এর সমীকরণ (Lake mead equation)

৫) হরটন এর সমীকরণ (Horton's equation)

$$E = (0.4 + 0.124V)(e_s - e_a)$$

$$E = C(e_s - e_a)(1 + 0.06215v)$$

$$E = 0.771(1.465 - 0.000732P_a)(0.44 + 0.0733v)(e_s - e_a)$$

$$E = 0.331V(e_s - e_a)[1 - 0.03(T_a - T_w)]$$

$$E = 0.4(\Psi e_s - e_a)$$

C = 15, ছোট অগভীর পুকুরের জন্য, এক মাসে
11, বড় গভীর জলাধারের জন্য, এক মাসে
v= ভূমি হতে উপরে বায়ুর মাসিক গড় বেগ
$\Psi = 2\text{-}e^{-0.124v}$

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল) এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

উদাহরণ ১

$15Km^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি বিস্তৃত ও বড় জলাধারের একদিনের গড় আবহাওয়া তথ্য নিচে দেওয়া হল।

পানির তাপমাত্রা = 24^0C

বাতাসের তাপমাত্রা = 26^0C

বায়ুর চাপ = 752mm পারদ চাপ

ভূমির উপরে বায়ুর দ্রুতি = 25.3Km/h

আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 46%

জলাধার হতে প্রতিদিনের গড় বাষ্পভবন বের কর এবং বাষ্পীভবনের ফলে জলাধার হতে এক সপ্তাহে কতটুকু পানি হ্রাস পাচ্ছে তা বিভিন্ন পরীক্ষামূলক সমীকরণের সাহায্যে হিসাব কর।

24^0C তাপমাত্রায় পানির সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ

= 29.831 mb

= 29.831/1.33 mm পারদ চাপ

= 22.43 mm পারদ চাপ

[1mm = 1.33mb পারদ চাপ , পৃষ্ঠা নং ১০৮]

26^0C তাপমাত্রায় বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ

= 33.608 mb

= 33.608/1.33 পারদ চাপ

= 25.27 mm পারদ চাপ

[1mm = 1.33mb পারদ চাপ , পৃষ্ঠা নং ১০৮]

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা = $\frac{\text{বায়ুর প্রকৃত বাষ্প চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ}}$

বা $\frac{46}{100} = \frac{e_a}{25.27}$ বা $e_a = 11.62$mm পারদ চাপ

ক) ফিটজেরাল্ডস সমীকরণ

$$E = (0.4 + 0.124v)(e_s - e_a)$$
$$= 0.4 + 0.124 \times 25.3(22.43 - 11.62)$$
$$= 38.24\ mm/day$$

বাষ্পীভবনের ফলে এক সপ্তাহে পানি হ্রাস $= 7 \times \frac{38.24}{1000} \times 15 \times 10^6 m^3$

$= 4.0152 \times 10^6 m^3$

$= 4\ million\ m^3$

খ) মেয়ারস সমীকরণ

$$E = C(e_s - e_a)(1 + 0.06215v)$$

বড় জলাধারের ক্ষেত্রে $C = \frac{11}{30}$

10 m উচ্চতায় বায়ুর গড় বেগ

$$E = C(e_s - e_a)(1 + 0.06215v)$$
$$= \frac{11}{30}(22.43 - 11.62)(1 + 0.6215 \times 75.9)$$
$$= 22.66$$

আমরা জানি

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{h_2}{h_1} \times 0.15$$
$$or\ \frac{v_2}{25.3} = \frac{10}{0.5} \times 0.15$$
$$or\ v_2 = \frac{10 \times 25.3}{0.5} \times 0.15$$
$$or\ v_2 = 75.9$$

শক্তির সাম্যতা নিয়ম

$$Q_i + Q_a = Q_r + Q_b + Q_e + Q_h + Q_s$$

Q_i = আগত ছোট তরঙ্গের সৌর বিকিরণ
Q_a = বৃষ্টিপাত, আগমন, নির্গমন, চুঁয়ানো ইত্যাদির ফলে জলাশয়ের নিট শক্তি অর্জন
Q_r = প্রতিফলিত ছোট তরঙ্গের সৌর বিকিরণ
Q_b = নিট বহির্গমন দীর্ঘ তরঙ্গের বিকিরণ
Q_e = বাষ্পীভবনে ব্যবহৃত শক্তি
Q_h = পানি পৃষ্ট হতে বায়ুমন্ডলে পরিবাহিত শক্তি বা অনুভূত তাপ
Q_s = পানি কর্তৃক শক্তি সঞ্চয়

Q_h ও Q_eএর অনুপাতকে বোয়েন অনুপাত বলে এবং একে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়

$$R = \frac{Q_h}{Q_e} \; or Q_h = RQ_e$$

বাষ্পীভবন $E\ cm$, পানির ঘনত্ব $\rho \frac{gm}{cm}$ এবং বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ L_e হয় তবে,

$Q_e = \rho L_e E$

$$Q_i + Q_a = Q_r + Q_b + Q_e + RQ_e + Q_s$$
$$(Q_i - Q_r - Q_h) + (Q_a - Q_s) = Q_e + Q_eR$$
$$(Q_i - Q_r - Q_h) + (Q_a - Q_s) = (1 + R)Q_e$$

বাষ্পীভবন $E\ cm$, পানির ঘনত্ব $\rho\ \frac{gm}{cm}$ এবং বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ L_e হয় তবে,

$Q_e = \rho L_e E$

$$Q_i + Q_a = Q_r + Q_b + Q_e + RQ_e + Q_s$$
$$(Q_i - Q_r - Q_b) + (Q_a - Q_s) = Q_e + Q_e R$$
$$(Q_i - Q_r - Q_b) + (Q_a - Q_s) = (1 + R)Q_e$$
$$(Q_i - Q_r - Q_b) + (Q_a - Q_s) = (1 + R)\rho L_e E$$
$$E = \frac{(Q_i - Q_r - b) + (Q_a - Q_s)}{(1 + R)\rho L_e}$$

রেডিওমিটারের সাহায্যে $(Q_i - Q_r - Q_b)$ এর মান নির্ণয় করা হয়

$$R = \frac{Q_h}{Q_e} = 0.00061P\frac{T_s - T_a}{e_s - e_a}$$

T_s = পানি পৃষ্ঠের তাপমাত্রা, °C
T_a= বায়ুর তাপমাত্রা, °C

ভর স্থানান্তর নিয়ম

$$E = \frac{46.08(e_1 - e_2)(V_2 - V_1)}{(T + 273)ln\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^2}$$

E = বাষ্পীভবন, mm/h

Z_1 = পৃষ্ঠের নিম্ন উচ্চতা, m

Z_2 = পৃষ্ঠের উচ্চ উচ্চতা, m

$e_1 = Z_1$ স্তরের বাষ্প চাপ, mm পারদ চাপ

$e_2 = Z_2$ স্তরের বাষ্প চাপ, mm পারদ চাপ

$V_1 = Z_1$ স্তরের বায়ুর দ্রুতি, km/h

$V_2 = Z_2$ স্তরের বায়ুর দ্রুতি, $\frac{km}{h}$

$T =$ Z_1 ও Z_2 স্তরের মধ্যবর্তী বায়ুর গড় তাপমাত্রা, °C

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল) এবং
বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

নবম অধ্যায়ঃ অনুস্রবণ
(*Infiltration*)

৯.১ সঙ্গা

অনুস্রবণ

বৃষ্টিপাতের পানি দ্বারা ভূত্বক বা ভূত্বক সংলগ্ন মৃত্তিকা সম্পৃক্ত হওয়ার পর অতিরিক্ত পানি ভূনিম্নস্ত পানিতলের দিকে প্রবাহিত হওয়া

৯.২ অনুস্রবণ ক্ষমতার প্রভাবক

কোনো নির্দিষ্ট পরিস্থিতিতে কোনো মৃত্তিকার স্তরে সর্বাধিক যে হারে অনুস্রবণ হয়।

প্রভাবকসমূহ

- মৃত্তিকার ভয়েড রেশিও
- বৃষ্টিপাতের সময়কাল
- ভূ-প্রকৃতি
- ভূনিম্নস্ত পানি তলের গভীরতা
- বৃষ্টিপাতের তীব্রতা
- আবহাওয়া ও তাপমাত্রা
- মাটির আর্দ্রতার মাত্রা
- মাটির দৃঢ়বদ্ধতার মাত্রা

অনুস্রবণ ক্ষমতা নির্ণয় পদ্ধতি

পরীক্ষামূলক পদ্ধতি	ইনফিল্ট্রেমিটারের সাহায্যে	টিউব ও ডাবল রিং ইনফিল্ট্রামিটার
	রেইন সিমুলেশন	
বিশ্লেষণমূলক পদ্ধতি	রেইনফল হাইটোগ্রাফ	
	রান-আপ হাইটোগ্রাফ	
অভিজ্ঞতালব্ধ পদ্ধতি	হরনার লয়েড পদ্ধতি	ছোট পরিসরের ড্রেনেজ
	হর্টনস পদ্ধতি	ছোট পরিসরের ড্রেনেজ

৯.৩ বিভিন্ন ধরণের ইনফিল্ট্রোমিটার

ইনফিল্ট্রোমিটার	সাধারণ বর্ণনা
ডাবল রিং	বহুল ব্যবহৃত, দুইটি রিং (ব্যাস ৩০ ও ৬০ সেমি)
একক-রিং	ডাবল রিং এর মত কিন্তু একটি রিং থাকে
টেনশন	টান বা সাকশন করে পানির পরিবাহিতা পরিমাপ
স্প্রিঙ্কল	মাটিতে পানি ছিটিয়ে দিয়ে পরিবাহিতা পরিমাপ
ওয়েলফ	ধাতব সিলিন্ডারের মধ্য দিয়ে পানির পরিবাহিতা
ড্রিপ	টিউব বা ড্রিপারের মাধ্যমে মাটিতে পানি প্রয়োগ
ছোট আয়তনের	ডাবল রিং ইনফিল্ট্রোমিটারের ক্ষুদ্র ভার্সন
ডিস্ক	ধাতব ডিস্কের মাধ্যমে পরিবাহিতা পরিমাপ
প্রেসার	জানা চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে মাটিতে পানি প্রবেশ

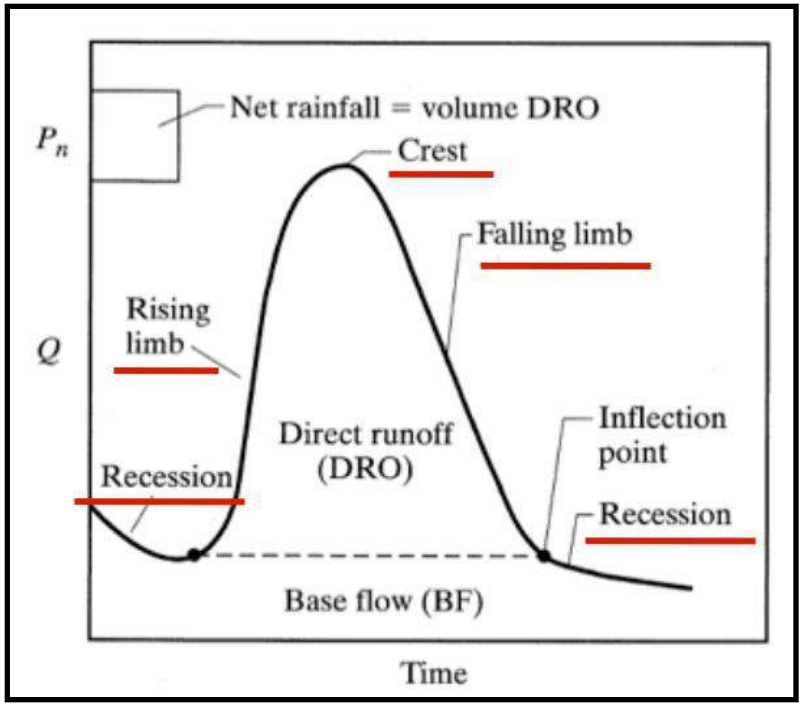
৯.৪ হাইড্রোগ্রাফ বিশ্লেষণ

উদ্দেশ্য

ক) বন্যা বিশ্লেষণ
খ) বেস ফ্লো সেপারেশন
গ) রেইনফল-রান অফ মডেলিং
ঘ) ওয়াটার শেডের বৈশিষ্ট
ঙ) পানি সম্পদ ব্যবস্থাপনা

মূল উপাদান

ক) রেইনফল ডাটা
খ) স্ট্রিম ফ্লো ডাটা
গ) ঝড়ের ঘটনা শনাক্তকরণ
ঘ) হাইড্রোগ্রাফ সেপারেশন
ঙ) পিক ফ্লো এনালাইসিস
চ) মন্দা বিশ্লেষণ



৯.৫ অনুপ্রবেশের সমীকরণ

হরটন ইনফিল্‌ট্রেশন সমীকরণ

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$k = \frac{f_0 - f_c}{F_c}$$

f_0 = প্রাথমিক অনুপ্রবেশ ক্ষমতার হার
f_c = সম্পৃক্ত অবস্থায় ধ্রুবক বা স্থির অনুপ্রবেশের হার
e = নেপিরিয়ান লগারিদম বেস
k = একটি ধ্রুবক
t = বৃষ্টিপাতের সময়কাল

৯.৬ অনুপ্রবেশের সূচক

স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

অধ্যায় দশ- বৃষ্টিপাত ও রান-অফের মধ্যে সম্পর্ক

১০.১ রান-অফ (Runoff)

ক্যাচমেন্ট এলাকা; এলাকার ক্যাচমেন্ট রান-অফ

১০.২ রান-অফের একক (Unit of runoff)

মি৩/কিমি২

১০.৩ রান-অফকে প্রভাবিত করার কারণ (Factors affecting the runoff)

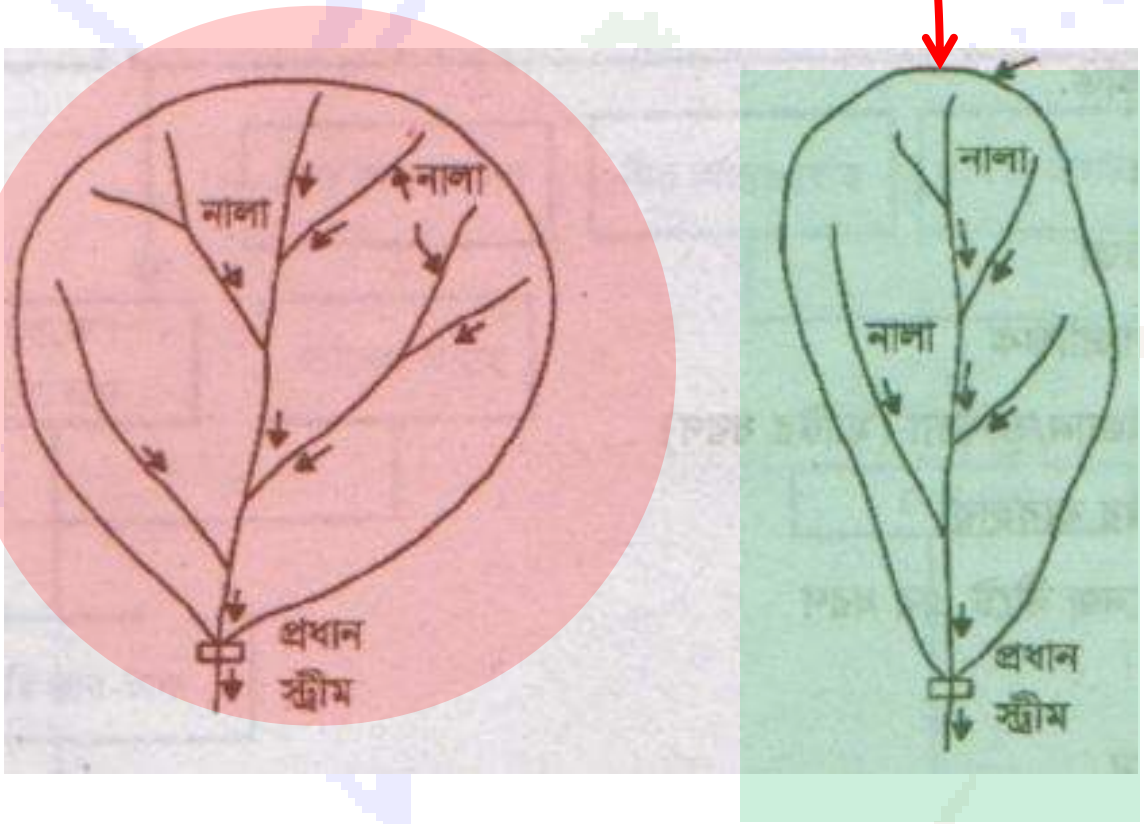
(ক) অধঃক্ষেপন বৈশিষ্ট্যাদি

- অধঃক্ষেপনের ধরণ
- বৃষ্টিপাতের তীব্রতা
- বৃষ্টিপাতের স্থিতিকাল
- বৃষ্টিপাতের এলাকায় এর বিভাজন
- ভারী বর্ষণের দিক
- অন্যান্য জলবায়ু সংক্রান্ত অবস্থা

(খ) ক্যাচমেন্ট এলাকার বৈশিষ্ট্য

- আকার-আকৃতি ও অবস্থান
- ভূসংস্থানিক অবস্থা
- ভূতাত্ত্বিক বৈশিষ্ট্য
- মৃত্তিকায় আর্দ্রতা স্বল্পতা
- আবহাওয়া সম্বন্ধনীয় বৈশিষ্ট্য
- ভূপৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য
- জলঅধার সংক্রান্ত বৈশিষ্ট্য

কুলা আকৃতির ক্যাচমেন্ট



ফার্ন পাতা আকৃতির ক্যাচমেন্ট

৬.৬ রান-অফের পরিমান নির্ণয় (Computation of runoff)

১. বৃষ্টিপাতের তথ্য ব্যবহার করে

২. নদীর প্রবাহ লক্ষ্য করে

৩. রান-অফ সূত্র ব্যবহার করে

ক) ইংলিশ সূত্র (Englis formula)

খ) খোসলার সূত্র (Khosla's formula)

গ) রাইভস- এর সূত্র

ঘ) ডিকেনস- এর সূত্র

ঙ) নওয়াব জং বাহাদুর সূত্র (Nawab Jang Bahadur's formula)

১. বৃষ্টিপাতের তথ্য ব্যবহার করে

- ✓ সাধারণ বৃষ্টিপাত
- ✓ সাধারণ বর্ষ
- ✓ শুভ বর্ষ
- ✓ অশুভ বর্ষ

রান-অফ সহগ ও বৃষ্টিপাতের পরিমান জানা থাকলে গড় রান-অফ বের করা যায়

$$R = kp$$

রান-অফ সহগ: কোন এলাকার রান-অফের সাথে ঐ এলাকার বৃষ্টিপাতের অনুপাতকে রান-অফ কো-এফিসিয়েন্ট বা রান-অফ সহগ বলা হয়।

বই থেকে অংক

২. নদীর প্রবাহ লক্ষ্য করে

$$R = \frac{V}{A}$$

বই থেকে অংক

৩. রান-অফ সূত্র ব্যবহার করে

ক) ইংলিজ সূত্র (Englis formula)

$$R = 0.85p - 30.5$$

$$R = \left(\frac{P - 17.8}{254}\right)P$$

খ) খোসলার সূত্র (Khosla's formula)

$$R = P - \frac{t}{2.12}$$

$$R = P - 0.48t$$

গ) রাইভস- এর

$$Q = CA^{2/3}$$

ঘ) ডিকেনস- এর সূত্র

$$Q = CA^{3/4}$$

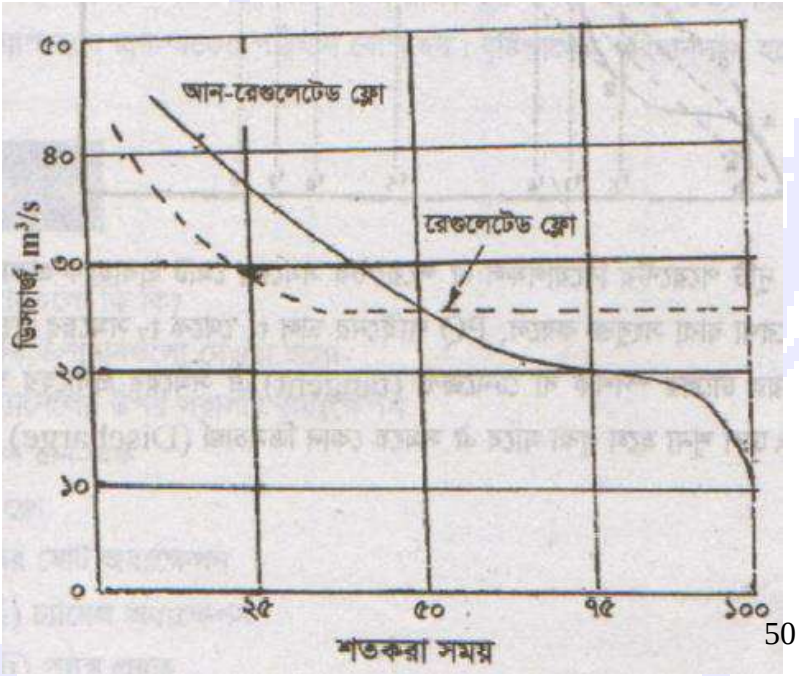
ঙ) নওয়াব জং বাহাদুর সূত্র (Nawab Jang Bahadur's formula)

$$Q = CA\left(\frac{0.92-1}{14}\log A\right)$$

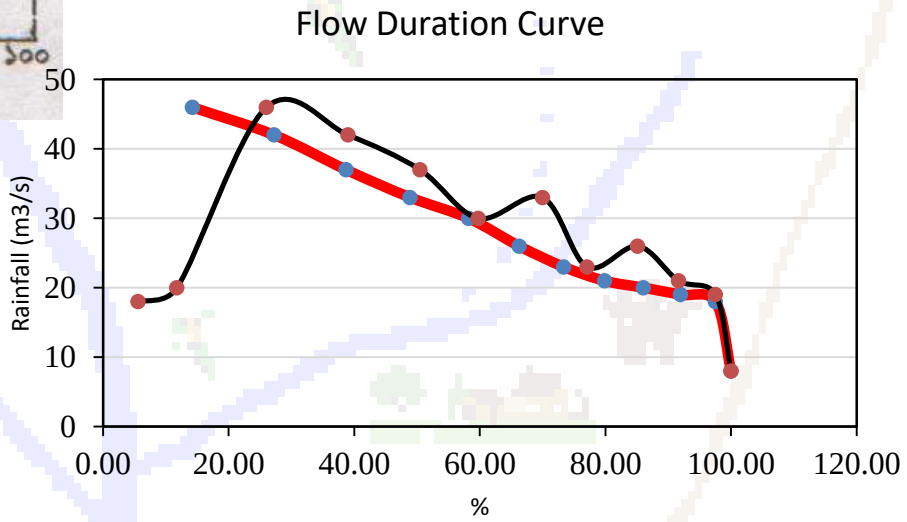
$$Q = CA\left(0.993 - \frac{1}{14}logA\right)$$

বই থেকে অংক

৬.৮ প্রবাহ স্থায়িত্ব কার্ভ (Flow-duration curve)



৬.৯ ফ্লো-ডিউরেশন কার্ভ (Flow-duration curve)



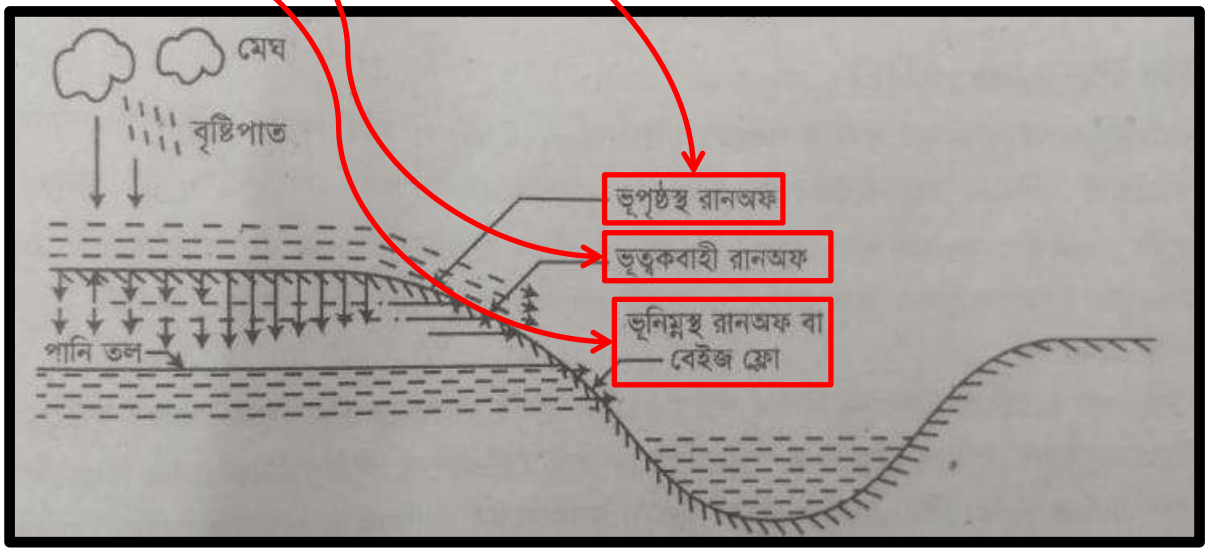
স্বাগতম

মোঃ সোহরাব হোসেন
চীফ ইন্সট্রাক্টর (এনভায়রনমেন্টাল)
এবং বিভাগীয় প্রধান, সিভিল টেকনোলজি
মোবাইল নম্বর ০১৭১১ ০২৮২৯৪
০১৬১১ ০২৮২৯৪
ইমেইল আইডি sohrabkmpi@gmail.com
sohrab_es26@yahoo.com

১০.৪ রান-অফ এর অঙ্গসমূহ (Components of run-off)

তিনটি অঙ্গ বা পর্যায়

- ভূ-পৃষ্ঠস্থ রান-অফ
- ভূত্বকবাহী রান-অফ এবং
- ভূনিম্নস্থ রান-অফ



১০.৫ ভূপৃষ্ঠস্থ রান-অফ

১০.৫ বেসিন ইল্ড (Basin Yield)

কোনো স্রোতস্বিনীর সেকশনে সুনির্দিষ্ট সময়কালে প্রাপ্ত পানির পরিমান

t_1 সময়ে
চ্যানেলে সঞ্চিত পানির আয়তন = S_{t1}
ভূনিম্নস্থ পানির আয়তন = S_{g1}
ভূপৃষ্ঠস্থ পানির আয়তন = S_{s1}
মাটির আর্দ্রতার পরিমান = S_{sm1}
এদের সমষ্টি = S_1

t_2 সময়ে
চ্যানেলে সঞ্চিত পানির আয়তন = S_{t2}
ভূনিম্নস্থ পানির আয়তন = S_{g2}
ভূপৃষ্ঠস্থ পানির আয়তন = S_{s2}
মাটির আর্দ্রতার পরিমান = S_{sm2}
এদের সমষ্টি = S_2

$$S_1 + P = S_2 + \int_{t_1}^{t_2} Qdt + E$$

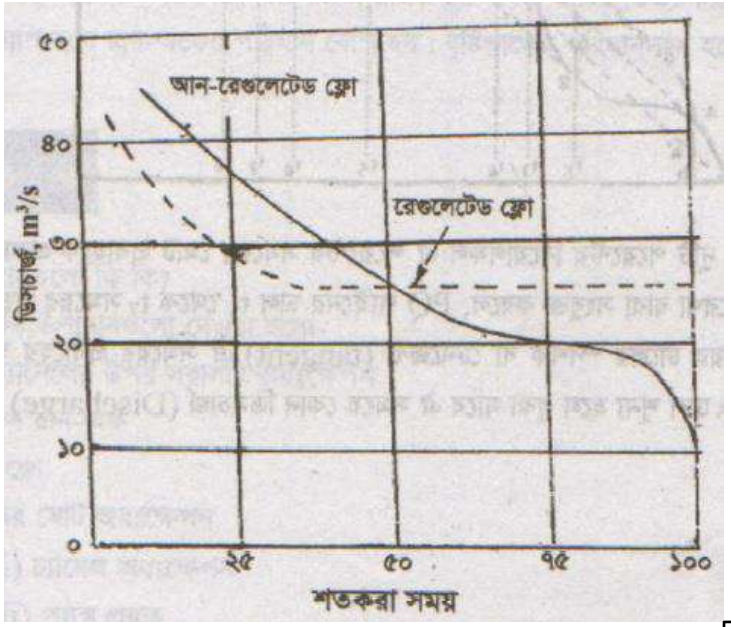
বেসিন ইল্ড

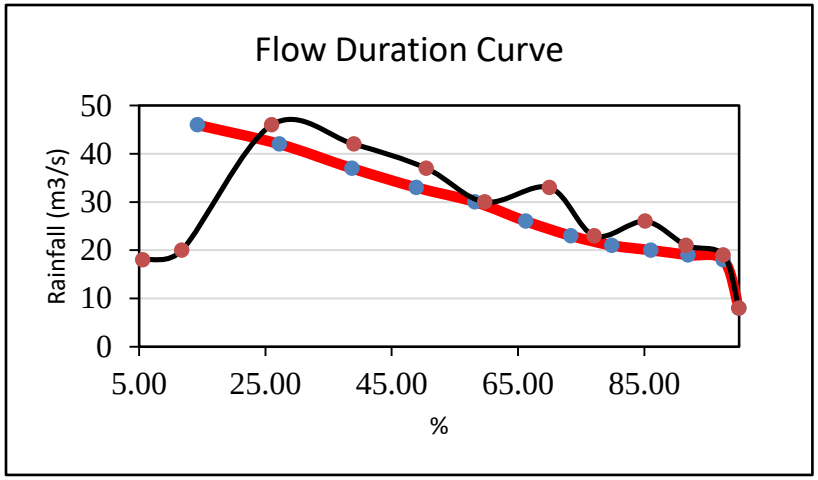
$$\int_{t_1}^{t_2} Qdt = \mathrm{P} - \mathrm{E} - (S_2 - S_1)$$

Δ_s

$$\int_{t_1}^{t_2} Qdt = P - E - \Delta_s$$

১০.৮ প্রবাহ স্থায়িত্ব কার্ভ (Flow-duration curve)





১০.৯ ফ্লো-মাস কার্ভ

(Flow- Mass curve)