Sabbir Sir

Lec-1

Sir handout দিবে

• Hydrologic Cycle :

পৃথিবীর কোন কোন reservoir এ water আছে, এদের movement from one to other reservoir.

– precipitation / rainfall :

Closest rain gage এর reading particular area তে।

BD এর avg rainfall – 2·3৫ mm/year
Antarctica তে – 0 mm /yr.

• উপরের দিকে গেলে moisture content কমতে থাকে
• Troposphere এই 99% moisture থাকে।

Air density } উপরে গেলে কমতে থাকে
Moisture content }

wind speed } " " বাড়তে "

• Type of cloud এবং সেটা কোন কোন জায়গায় form করে .....

* Ground level এ moisture বেশি, কিন্তু cloud কেন উপরে form করে ?

কারণ, উপরের দিকে Tp বাড়তে থাকে। High temperature এ moisture carrying capacity বেশি।

Scanned by CamScanner

Lec-2
Hydrologic Cycle

- Hydrology:
- Engineering hydrology:
- Geologic Cycle:

sub cycle — 1) tectonic
2) hydrologic
3) rock
4) biogeochemical

Q. What is hydrologic cycle or water cycle?

- Generally earth crust এর 1 km নিচ পর্যন্ত water পাওয়া যায়। এর নিচে water পাওয়া খুবই rare.

Atmosphere এর Troposphere এ water পাওয়া যায়।

Gm Q. What is Hydrosphere?

- Hydrologic cycle এর fig এ number গুলো relative value নির্দেশ করে।
- Air এর net movement ocean → land এর দিকে

soil → বেশি heated ↳ cooled water → less heated → ↳ cooled

- Air direction : high → low pressure

Scanned by CamScanner

• বিভিন্ন reservoir এ water এর পরিমান unchanged থাকে।

inflow = outflow

□ Process in Hydrologic Cycle :

– Evaporation :

soil থেকেও water এর evaporation হয়।

field capacity → gravitational drainage এর পর যে পরিমান water soil retain করতে পারে, সেটা হল soil এর field capacity.

এই বাকি water টুকু evaporate হয় soil থেকে।

• irrigation এর সময় যে water দেয়া হয় soil এ,

তার ২০%. → gravitational drainage এ নিচে / ground এ চলে যায়।

বাকি ৪০% → evaporation + plant root দিয়ে যে water consume করে।

• Permenant wilting point → (P.W.P)

property of crop / plant.

Let. ধান গাছের জন্য P.W.P = 10%.

অর্থাৎ 10% এর নিচে moisture content হলে ধান গাছ মরে যাবে।

Scanned by CamScanner

• Wind যত বেশি, evaporate rate তত বেশি।
• But বেশি important হল → solar radiation.

– Evapotranspiration :

Q. "Transpiration is a side effect" – explain.

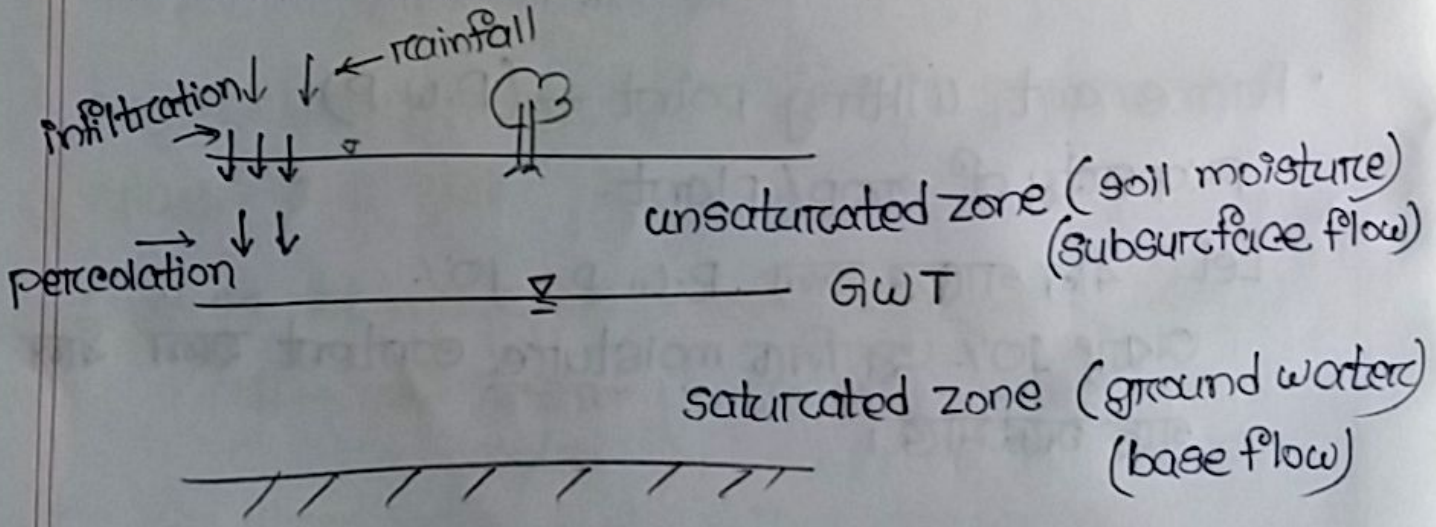
– Precipitation :
Historical Climatic Condition :
– Interception by vegetation and depression storage :

These 2 are collectively known as →

Initial Loss

• Hydrology এ main / major loss infiltration

– Infiltration & Percolation :



Scanned by CamScanner

Deep percolation- Irrigation এর সময়, water যদি plant এর root system এর নিচে চলে যায়।

percolation - vertical movement of soil moisture

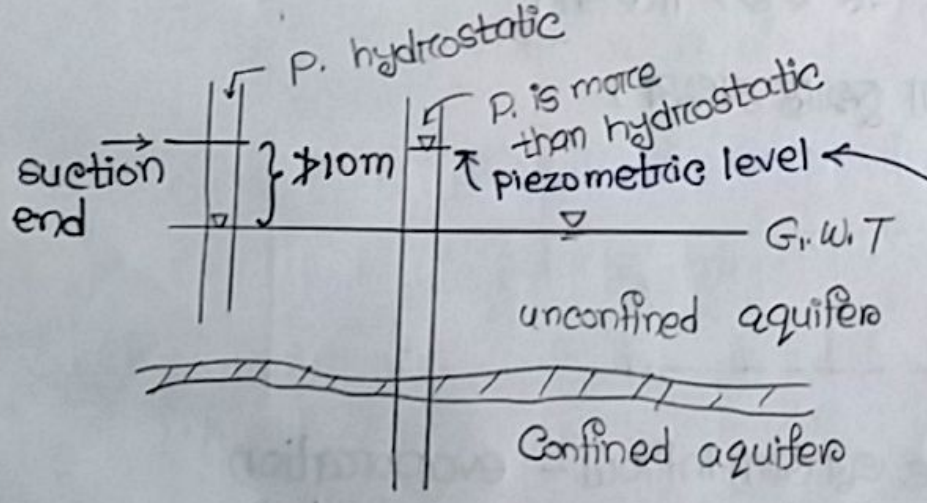
Infiltration - rainfall entering → soil

Lec-3

Q. Surface water body কি? (Ans) lake, river, pond

- subsurface flow and base flow:

- Ground water vertically move করে না।
- ~~un~~confined aquifer এর pressure more than hydrostatic.
- unconfined " " " is "



- 10m এর বেশি হলে আর পানি উঠাতে পারবে না।

natural P. এ water যে level এ উঠে at confined aquifer well এ

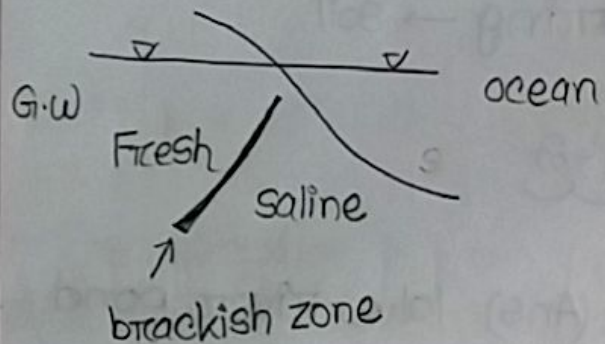
1 atm. pr = 76 cm Hg P. = (76 × 13.6) c.m water P.
≈ 10m of water

Scanned by CamScanner

- surface runoff :

• light rainfall এর water এর surface runoff হবে না।

- Snowmelt :



• Fresh আর saline water mixture হয় না, density different হওয়ার জন্য।

- ocean - 96.5
  Fresh - 0.76
  saline - 0.93
  polar ice 1.7

{30.1 = 0.76 x 40
68.6 =

Total water এর 2.5% Fresh}

• এই value গুলো মুখস্ত রাখবে।

• 2.6 Km

• 12,900 Km^3

□ Table 1.2:

atmosphere এর জন্য inflow - evaporation
outflow - precipitation

Scanned by CamScanner

Residence time – water কোন particular reservoir এ ~~কতক্ষণ~~ যতক্ষণ থাকে।

$$\frac{\text{Storage}}{\text{Flow rate (in or out flow)}} = \text{residence time}$$

- river এর জন্য outflow measure করা easy, cz খুব্বি মাত্র ocean এই যায় outflow তে।
- $12,9000\ km^3$
- ground water once polluted হয়ে গেলে সেটা clean করা অনেক Tough cz, residence time অনেক বেশি।
  কিন্তু river water polluted হলে সেটা clean করা যাবে, যদি pollution এর source গুলো আটকানো যায়, cz R. Time কম।

Scanned by CamScanner

Lec-4

Lec. Note=6

Runoff

Q. Explain → For a given precipitation, the evapotranspiration, vegetative cover, ... commencement of runoff.

'rainfall হলেই যে runoff হবে এমন কোন কথা নেই'

• Q. Difference Bet^{n} surface runoff and overland flow.

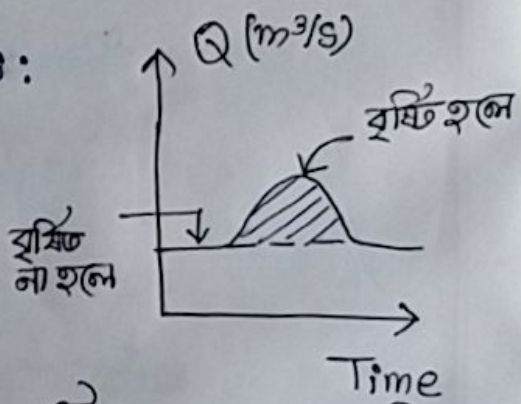
surface runoff → surface এর উপর দিয়ে water flow.

overland flow → initial rainfall এর পর, thin layer of flow হয়। এটাই overland flow.
land এর উপর দিয়ে
channelized flow হবার আগের flow কে overland flow বলে। It is a portion of surface runoff.

Runoff characteristic of streams:

Gm Q. What is annual hydrograph?

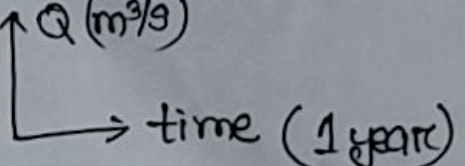
Vol^{m} টা হল rainfall induced Vol^{m}.



এই area → Vol^{m} দিবে

Hydrograph → Q Vs t

২ বছরের hydrograph.



Scanned by CamScanner

⇒ Importance of Annual Hydrograph :

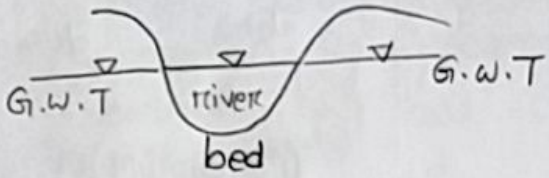
→ roughly river এর সারাবছরের flow pattern জানা যায়।

1) perennial → সবসময় flow থাকবে
2) intermittent → flow is on and off
3) ephemeral → খুব কম সময়ে flow থাকে।

→ Sustain flow কেন হচ্ছে ?

শীতকালে নদীতে পানি থাকে, কারণ,

- G.W.T যতক্ষণ river এর bed level এর উপরে থাকবে, ততক্ষণ seepage এর জন্য river এ একটা sustain flow থাকবে even in dry season.



flow direction এ তাকালে, বামে left Bank, ডানে right bank.

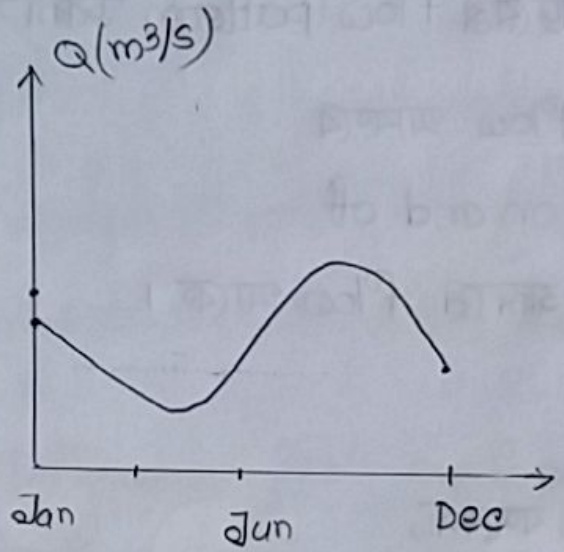
* River এর একটা portion perennial, অন্য অংশ intermittent হতে পারে।

Scanned by CamScanner

V.V. Jm Q. Draw relative position of G.W.T at Dry & Rainy season of perennial stream. (সবগুলো stream এরই লাগবে)

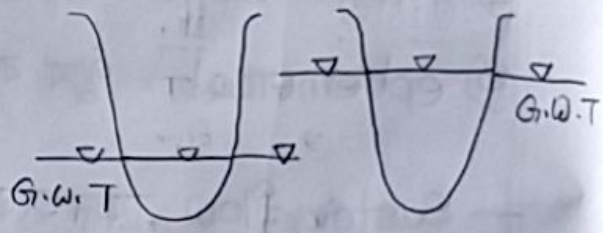
Annual Hydrograph:

west → east
N → S
} slope

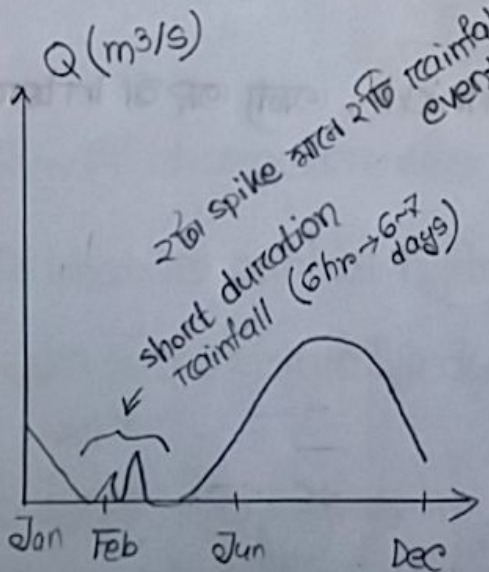


(perennial)

Dry Rainy

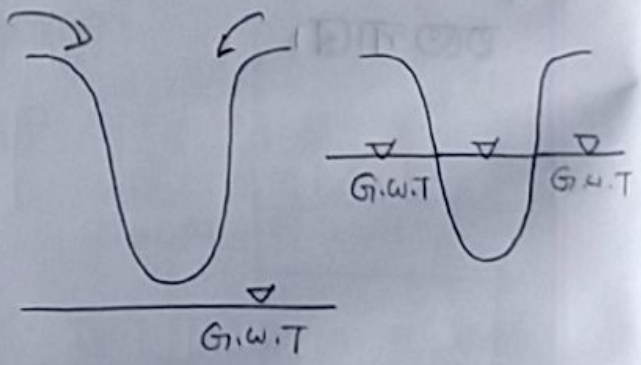


- G.W.T. still River bed level এর উপরে, তাই river এ water থাকে।
- Rainy season এ, G.W.T contribution + Rainfall হয়ে water level at river বাড়বে।



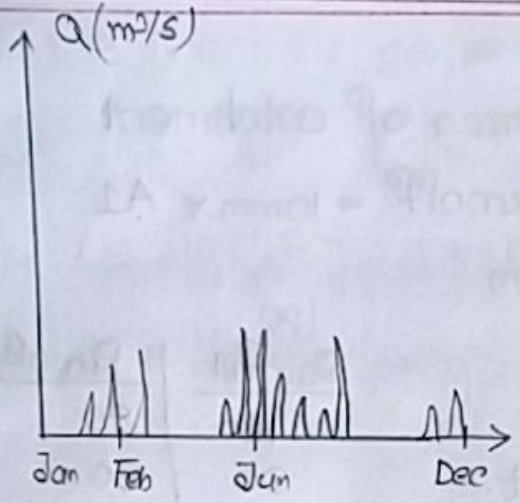
(Intermittent)

Dry Rainy



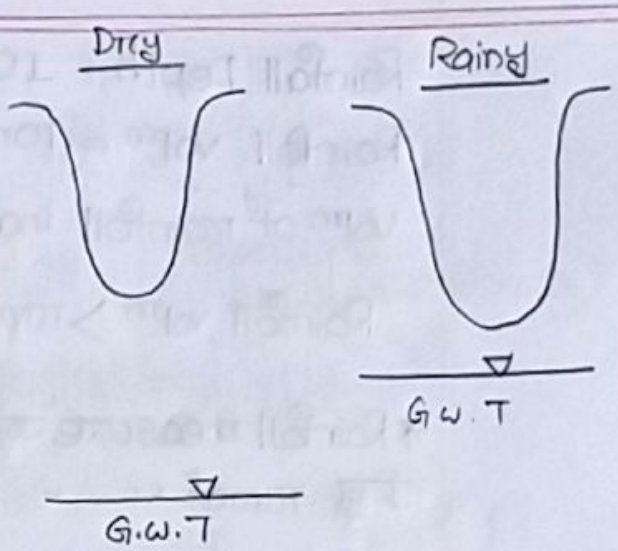
- Dry season এ G.W.T is below the stream bed.
- Rainy season এ above হয়।

Scanned by CamScanner



(ephemeral)

- Rainfall হলে যদি river এ খুব quickly flow খুব্রু হয়ে যায়
→ সেটাকে flash flow বলে।



- No baseflow contribution
- Dry season + Rainy season এ both → G.W.T bed level এর নিচে।

Annual runoff volume (yield):

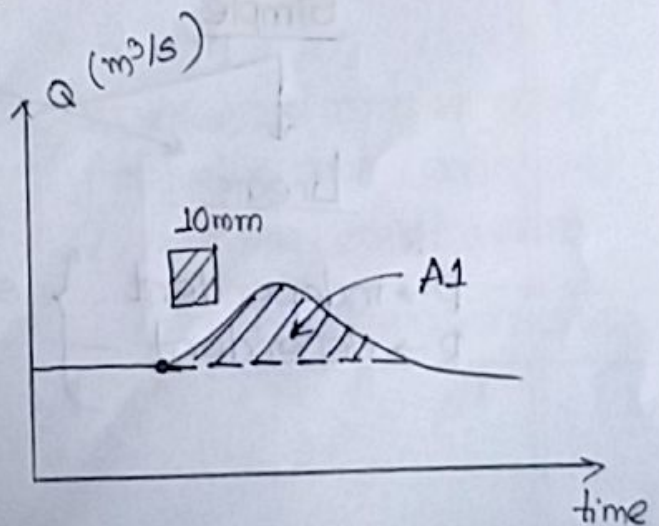
→ 1 দিনে total volᵐ of flow → daily yield

→ 1 বছরে " " " " → annual yield

Annual yield = annual runoff volᵐ

Estimation of yield :

- rainfall শেষ হবার পরও peak flow থাকতে পারে যদি contributing area বেশি হয়।



Scanned by CamScanner

Rainfall Depth = 10 mm

Rainfall volᵐ = 10mm X Area of catchment

Volᵐ of rainfall induced runoff = 10mm x A1

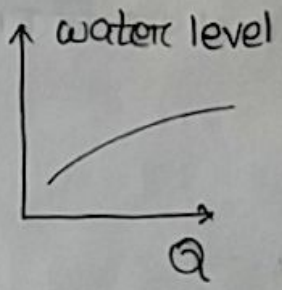
Rainfall volᵐ > runoff volᵐ

(x) Rainfall	Runoff (y)
100	80
90	60

$y = mx + c$

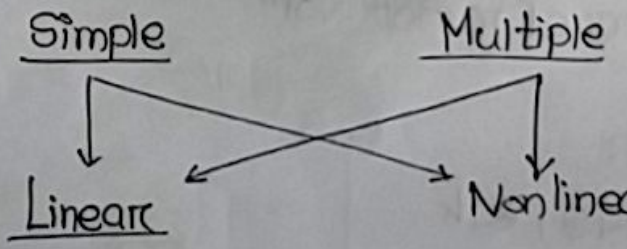
* Rainfall measure করা easy,
কিন্তু runoff ↳ ↳ difficult.

Rating curve:



3 Methods:

1) Rainfall – Run off co-relation:



4টা combination

P → independent
R → dependent

} simple → ২টি independent variable
linear → ১st. line eqn

simple linear → $y = ax + bx$

↳ non-linear → $y = a \log x$ [সরল line নয়]

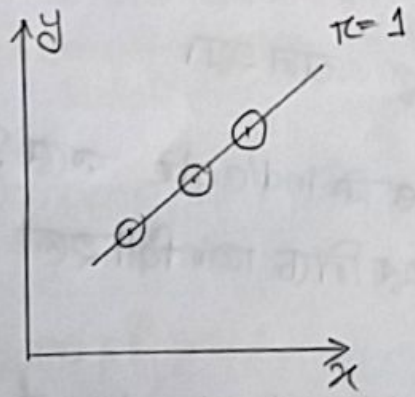
Multiple linear → $y = a + bx_1 + cx_2$

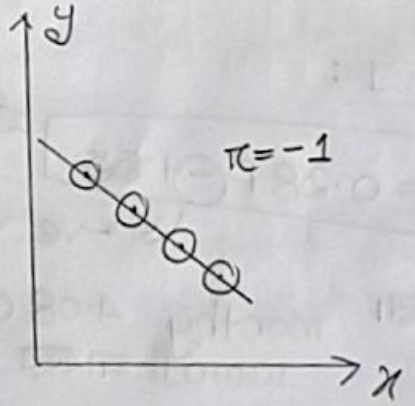
Multiple Non-linear → $y = ae^{x_1} + b \log x_2$

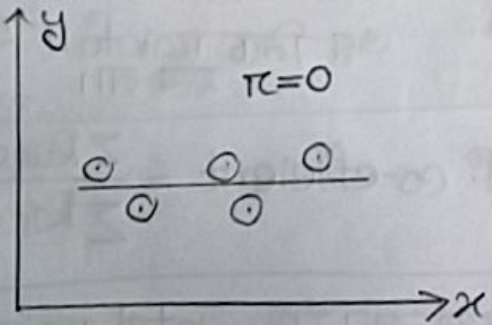
[• independent variable হচ্ছে (x_1, x_2)
• সরল line eqn]

Lec-5

r → +ve value of r indicates x increase করলে y ↳ করবে।







x এর value যাই হোক না কেন, y এর value একই (constant).
সুতরাং, কোন relation নাই

No correlation case

Scanned by CamScanner

* Rainfall-runoff এর মধ্যে +ve co-relation আসবে।

rc → indicate করে degree of accuracy।

rc = 0.9 → Data → ৪টি

rc = 0.8 → Data → 1000টি (তখন এর better)

• যেটার probability value যত কম, তত ভাল।

*** [a, b, rc এর value calculator এ বের করতে হবে exam এর জন্য।]

probability No. = rc value + no. of data set

$$\text{Runoff depth} = \frac{\text{Runoff vol}^m}{\text{catchment Area}}$$

cm or vol^m

↗ Rainfall ↖ Runoff

Problem 1:

Q-1 $\boxed{R = 0.38P - 1.55}$ যদি eqn এমন হয়।

↳ -ve value-কে indicate করে? Q-2

eqn formulate করা। monthy runoff আসবে না। 4.08 cm এর নিচে rainfall হলে

R = 0 হলে P = 4.08 ← Threshold value of Rainfall

এর নিচে rainfall হলে runoff হবে না।

Q-3

2016, Jan. → $\boxed{\text{Runoff co-efficient} = \frac{\Sigma \text{Runoff}}{\Sigma \text{Rainfall}} \times 100\%}$

Runoff co-efficient থেকে বুঝা যায়, Total rainfall এর

Scanned by CamScanner

বস্তু % runoff হচ্ছে, এবং বস্তুটুকু loss হচ্ছে।

* Runoff (-ve) হবে না।

Q3 2016 এর Feb এর co-eff = $\frac{10}{35} = \frac{\text{Runoff}}{\text{Rainfall}} = \frac{R}{P}$

→ Table 5.1 মুখস্তে বলা লাগবে না।

→ value গুলো % আকারে বুঝানো হচ্ছে

Criteria → 1) slope :

Flat → পানি আস্তে যায়, co-eff বেশি.

Steep
পানি দ্রুত যায়, co-eff. বেশি

2) cultivated
Infiltration বেশি
(Re) co-eff কমবে, ez Runoff কম।

uncultivated
infiltration কম, Runoff বেশি, Re বেশি

Q. Compare runoff co-efficient : (Re) (Reason গুলো)

3 Type of soil :

1) sand
infiltration ↑
Runoff ↓
Re ↓

2) clay
infiltration ↓
Runoff ↑
Re ↑

Scanned by CamScanner

- গাছপালার root system infiltration increase করে।
- গাছপালা obstruction হিসেবে কাজ করে flow এর জন্য। তাই,

4) Vegetation:

Vegetative cover	No vegetative cover
infiltration ↑	infiltration ↓
R ↓	R ↑
Rc ↓	Rc ↑

5) Intensity of Rainfall:

High	Low
Rc ↑	Rc ↓
R ↑	R ↓
infiltration ↓	infiltration ↑

soil এর একটা fixed capacity থাকে। বেশি বৃষ্টি হলে soil saturated হয়ে যায়, তখন infiltration বন্ধ হয়ে যায়।

6) Fluid ~~capacity~~: characteristics:

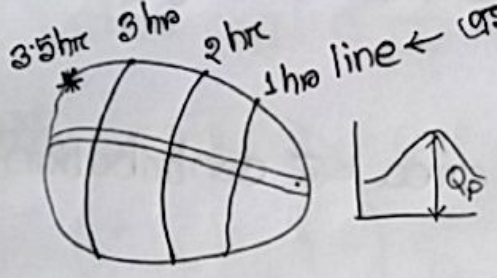
7) Degree of saturation:

$$\text{Infiltration} \propto \frac{1}{\text{runoff}}$$

Scanned by CamScanner

Lec-6

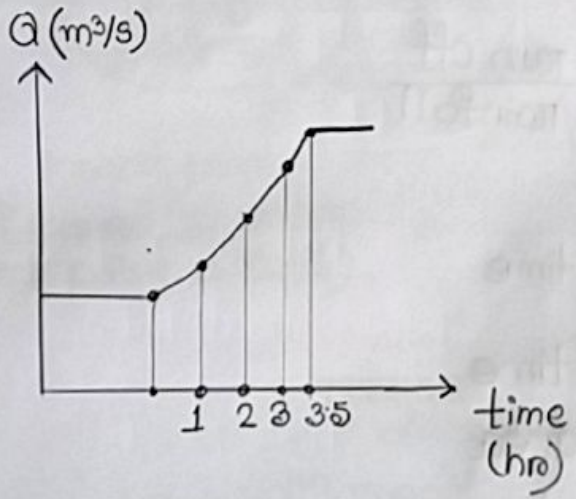
Rational Method :



certain rainfall এ outlet এ peak runoff measure করা হয় এই method এ.

i = Intensity of rainfall

- intensity constant
- surface
- 3.5hr এ peak discharge পাওয়া যায়।



- 2 hr পর rainfall off হলে আর্থে আর্থে drop করবে না, ez farcest point থেকে পানি আসতে সময় লাগে।

যতক্ষণ যখন $\underbrace{\text{contributing area}}_{\text{farc point}} > \underbrace{\text{non contributing area}}_{\text{nearc point}}$ ততক্ষণ discharge বাড়তে থাকবে। যখন এটা less হবে তখন Q কমবে।

- Rainfall time at leaet 'time of concentration' বা তার higher হতে হবে farc getting peak discharge.

এখানে 3.5 hr হল time of concentration.

Scanned by CamScanner

Q. In computing peak discharge with rational method of rainfall why do we need a very long time period?

cz, otherwise we won't get peak discharge.
Time at least Toc হতে হবে।

• A দিয়ে গুণ করার অর্থ হল Total area এর contribution নিচ্ছি।

C → Runoff co-eff. = $\frac{\text{run off}}{\text{rainfall}}$

i → mm/hr

iA → volm of rainfall / time

iAC → volm of runoff / time
Contribution from total area

$\underbrace{\underbrace{\text{depth} \times \text{area}}_{\text{volm}} \times C}_{\text{volm of runoff}}$

ভুলি সহজেই আছে

Q. Depth of rainfal (given). C = □. volm of runoff = ?

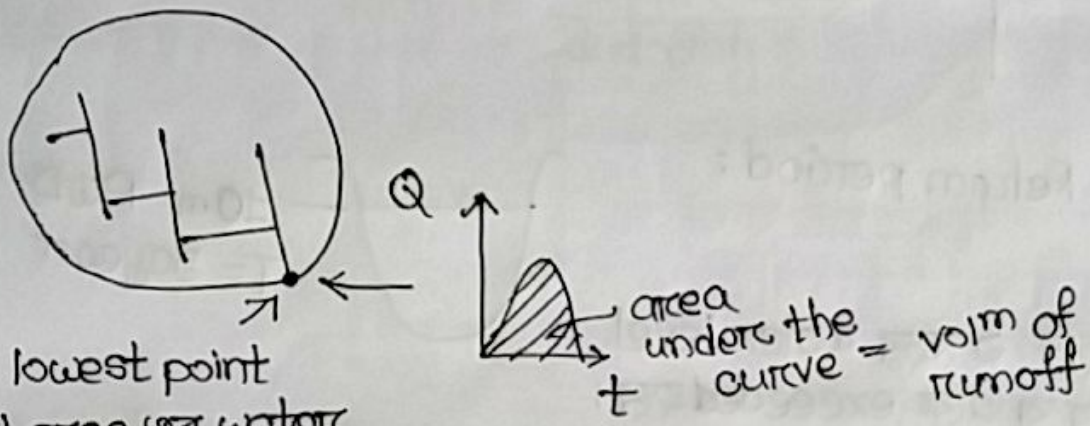
A. volm of runoff = depth x C x area

Scanned by CamScanner

• বেষন area এর runoff বের করার ২টা system আছে।

1) area কে different type এর land use এ ভাগ করে নেই। বিভিন্ন land এর জন্য prescribed C আছে। এগুলো থেকে wetted avg. C বের করব।

2)



rainfall X catchment area x depth
= volm of rainfall

আবহাওয়া office থেকে

$$\therefore C = \frac{\text{volm runoff}}{\text{volm rainfall}}$$

Rainfall intensity:

Duration of rainfall $\geq t_c$

• সবচেয়ে farthest point থেকে outlet এ আসতে যে length travel করে (L).

1) IDF equation: (multiple non linear equation)

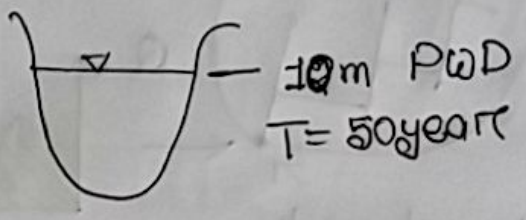
K, x, a, m → constant

I, tc → independent variable

i	tc	I

Data লাগবে

T → Return period:



50 বছরে ১ বছর water level
এটা হবে বা একে exceeded হবে।
বাকি 49 year এ এই level এর চেয়ে কম হবে

Q. What is return period ?

Q. Exceedence probability ?

যে কোন একবছরে, equal or exceeded হবার chance

যার T = 10 year, তার probability = $\frac{10}{100}$ = 0.1 %

T = 100 " " = 1%

IDF curve :

যেকোন T ধরে নিয়ে, বিভিন্ন tc এর জন্য i পাব।

IDF Table দেয়া থাকলে ← i, tc

a) i Vs Duration
b) depth Vs Duration
} IDF Table

b) দেয়া থাকলে, Duration থেকে আগে depth নাব।

Then $i = \frac{\text{depth (Design)}}{\text{duration}}$

Problem 2

$Q_p = CiA$

3.6 ← unit conversion factor

$C = 0.3$
$A = 0.85$
$L = 950m$
$S = .006$

$T = 25$ year

i → mm/hr
A → km^2
থাকলে 3.6 দিয়ে ভাগ দিলে direct Q = m^3/s এ পাওয়া যায়

time of concentration = rainfall duration

$(47.4 / 27.4) \times 60$
hr এ নেবার জন্য

curve use করলে (4 in/hr) আসে ≈ 100 mm/hr

*exam এ curve দেয়া থাকবে (in/hr (i) and min (Duration)).

Scanned by CamScanner

Lec-7

- Infiltration:
- Importance of infiltration:

G. water খুব বেশি extract করলে water level অনেক নিচে নেমে যায়। একে drawdown বলে।
আবার যখন water level উপরে উঠে infiltration of rainwater এর জন্য → একে recharge বলে।
* ২ no. point টা exam এ আসতে পারে explain কর

- infiltration rate:

rainfall intensity − infiltration capacity of soil = runoff

- infiltration capacity:

run off → $f = f_c$
no run-off → $f = i$

- Factors affecting runoff:

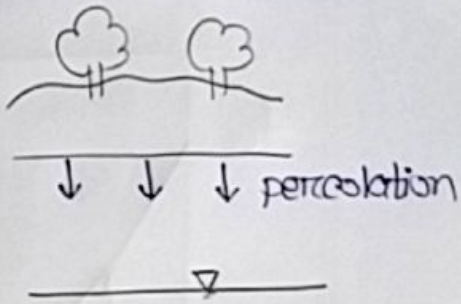
১) Type of soil:
loose soil → infiltration ↑

২) Degree of saturation:
Degree of saturation ↑, infiltration ↓

Scanned by CamScanner

* soil 100% saturated হলেও infiltration continue করবে।

soil এর pore space যখন 100% water দ্বারা saturated হয়ে যায়, তখন gravitational drainage হয়। একে বলে percolation. initially dry top soil এ high rate infiltration হয়। 100% saturation এর পর gravitational drainage হবে। তখন infiltration rate কমে। একটা constant rate এ নেমে আসে যেটা gravitational drainage rate এর সমান।



sand → 80% gravitational drainage

• gravitational drainage এর পর যেই water soil এর pore space এ থাকে → তাকেই field capacity.

Q. Forest soil & Urban soil এর infiltration এর difference.

1) Forest এ প্রচুর plant থাকে, root system দিয়ে plant soil এ penetrate করে, তাই infiltration বাড়ে।

2) Forest soil uncompacted or unconsolidation থাকে urban এর তুলনায়। সুতরাং forest soil এর infiltration বেশি।

৩। • Surface of entry :

vegetation ↑, infiltration ↑

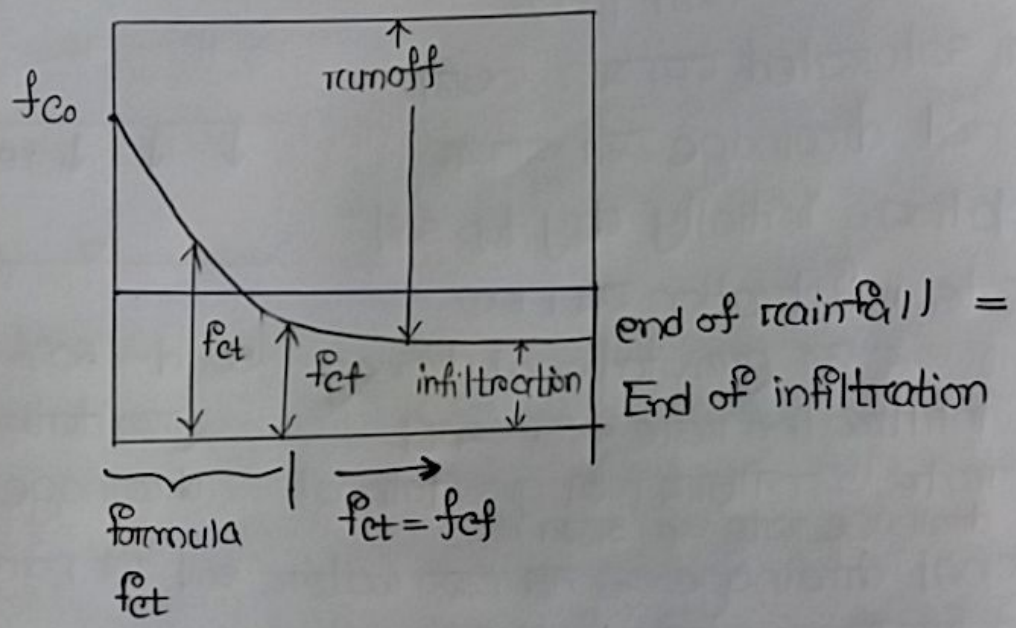
no vegetation , " ↓

৪। Fluid characteristics :

Fluid এ Suspended solid থাকলে, infiltration ↓

Scanned by CamScanner

- Infiltration capacity equation:



- Infiltration Index: storm event মানে হল rainfall event

- ϕ-index

যে সমস্ত hour এ runoff আছে, সেসব hour এর average infiltration rate কে ϕ- index বলে।

যেসব hour এ ϕ-index নাই, ঐই সব hour এ যা rainfall, তাই হল infiltration.

* 2cm/hr ← intensity

rainfall depth = 2c.m.

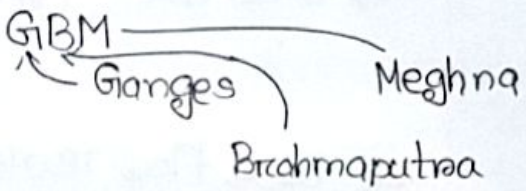
Scanned by CamScanner

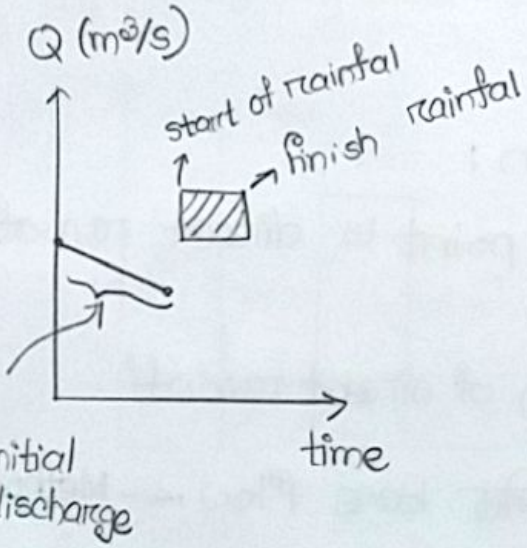
CT-1 – Runoff (math) মঙ্গলবার 1:00 p.m
CT-2 → Infiltration (math) next ↳

Lec-8

Hydrograph :

Catchment / basin / watershed





- ছোট catchment হলে, rainfal বন্ধ হবার সাথেসাথেই Q fall করতে থাকে।
- বড় catchment হলে area এর উপর depend করে Q fall হয়। generally rainfall off হবার সাথে সাথেই Q কমে না, একটু পরে কমে, cz furthest point থেকে water আসতে থাকে।

Q. একটা hydrograph এবং এর বিভিন্ন component দেখাও.

Q. 3 type এর hydrograph.

1. Unit hydrograph
2. Direct runoff hydrograph (DRH)
3. Storm / Flood

↳

1 → 3 আকতে দিতে পারে

3 → 1 আঁকতে দিতে নাহে

Scanned by CamScanner

- নিম্ন কে ২ভাগে ভাগ করা যায় (river এর)

  1) Direct runoff (Rainfal induced runoff) ← বৃষ্টি থাকলে

  2) base flow (বৃষ্টি না থাকলে)

- যদি base flow runoff zero হয়, অর্থাৎ G.W.T river bed এর নিচ চলে যায়, তবে DRH ও Flood Hydrograph same হবে।

- Method of base flow seperation :
- যেই point এ rainfall start, ঐ point এ direct runoff start হবে।
- peak থেকে N days পরে finish of direct runoff.
- AB এর উপরে direct runoff, নিচে Base flow. ← Method 1
- B point Formula থেকে পাব।
- ACB → উপরে direct runoff, নিচে base flow. ← Method 2

Method [3]:

E point → based on observation. E point এর পর graph st. line বা constant

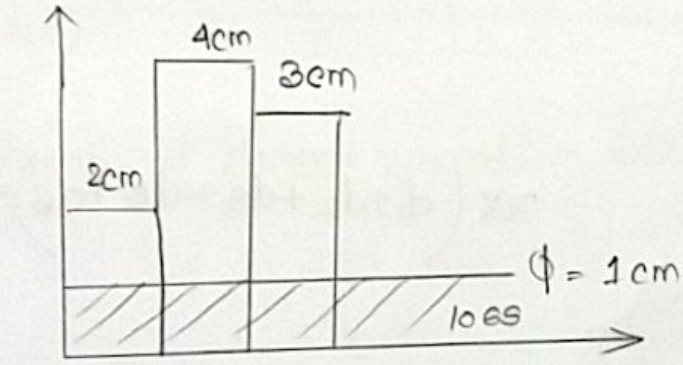
AEF → উপরে direct runoff, নিচে base flow

Scanned by CamScanner

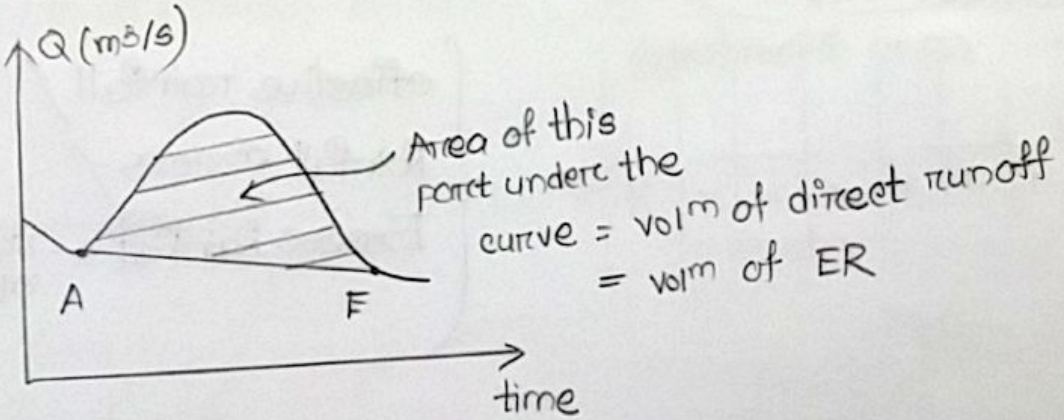
* actually আমরা কয়ি → A ও E point add করে দিই।
So, AE এর উপরে direct runoff. নিচে base flow.

□ Hyetograph :
Catchment এর rainfall এর variation.

□ Hydrograph
Rainfall এর জন্য catchment ও runoff এর variation.



ER = 1+3+2 = 6cm
Volm of ER = 6 × A
↑ Catchment area

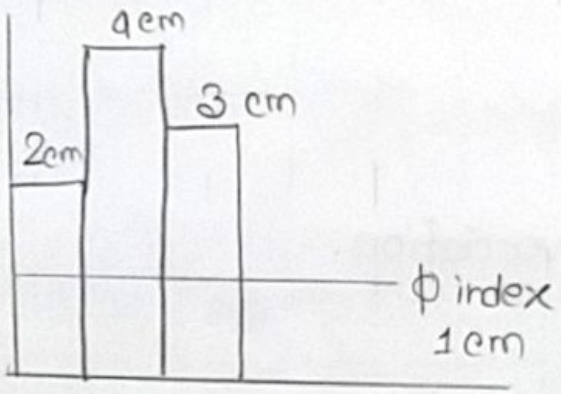


Area of this part under the curve = volm of direct runoff = volm of ER

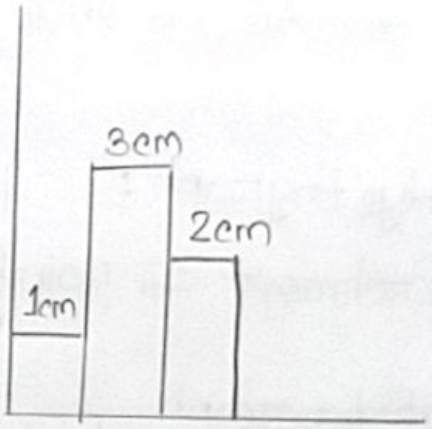
~~Rainfall~~ .
** Trapezoidal method ও area under the curve বের করব।

Scanned by CamScanner

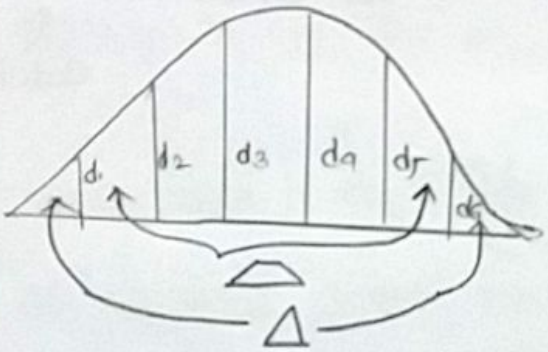
Rainfall Hyetograph



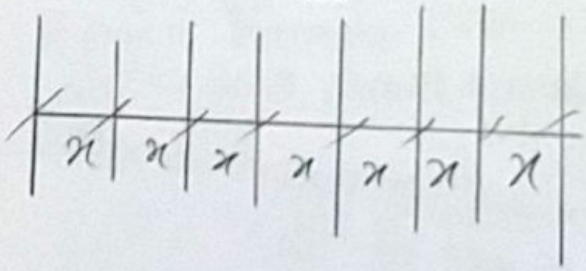
Effective Rainfall Hyetograph



ϕ index এর অংশটুকু বাদ দেয়ার পর।



$x \times (d_1 + d_2 + d_3 + d_5 + d_6) = \text{area}$



- effective rainfall /
- Rainfall excess /
- Excess Rainfall ← same তাদাই

Scanned by CamScanner

Math-6.2

যদি এটা E point হয়, তবে যদি এই point এ E ধরি, তবে,

Time (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48
Storm hydrograph	5	13	26	21	16	12	9	7	5
Base-flow	5 5	5	5	5	5	5	5	5 7	5
Direct runoff hydrograph (m3/s)	0	8	21	16	11	7	4	2	0

এদেরকে 5 ও 7 এর মাঝে interpolate করে বের করব

sec এ convert 6 hour এর গ্রাফ এ data দেওয়া

$$\text{volume of direct runoff} = \overbrace{3600} \times 6 \times \left(\Sigma_{\text{ordinate}}\right)$$

$$= 1.4904 \times 10^6 \ m^3$$

$$= \text{vol}^m \text{ of rainfall excess}$$

$$\text{depth of rainfall excess} = \frac{\text{vol}^m \text{ of rainfall excess}}{\text{catchment area}}$$

$$\text{excess rainfall} \leq \text{Total rainfall}$$

Scanned by CamScanner

Shift → 3 → 2 → data input → [=] → [AC]
(Stat) (A+BX)

Shift → [1] → [3] → $\Sigma x^2, \Sigma y^2, \Sigma x, \Sigma y, \Sigma xy$
(Stat) (Sum)

Shift → [1] → [5] → A, B, r
(Stat) (Reggression)

$$R = aP + b$$

$$a = \frac{n(\Sigma PR) - (\Sigma P)(\Sigma R)}{n(\Sigma P^2) - (\Sigma P)^2}$$

$$b = \frac{(\Sigma R) + a(\Sigma P)}{n}$$

$$r = \frac{n(\Sigma PR) - (\Sigma P)(\Sigma R)}{\sqrt{\{n(\Sigma P^2) - (\Sigma P)^2\}\{n(\Sigma R^2) - (\Sigma R)^2\}}}$$

$Q_p = CiA$ ← $\frac{R}{P} \times 100\% = C$

m↑/hp

$$i = \frac{KT^x}{(t_c + a)^m} \leftarrow T = \frac{1}{P}$$

$$t_c\,(\text{min}) = 0.01947\, L^{0.77}\, S^{-0.385}$$

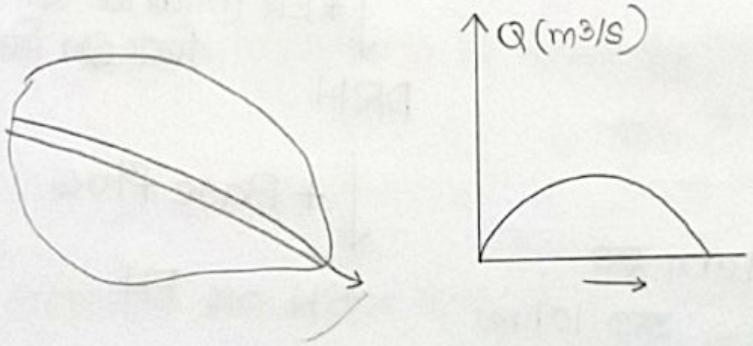
Scanned by CamScanner

Lec-9

- Exam এ Hydrograph থেকে অনেক Math আসবে।

Unit Hydrograph : (UH)

যখন catchment এ 1cm effective Rainfall in D hrs → outlet এ যেই discharg Q (m^3/s) এ আসবে তাকে অর্থাৎ outlet এর response ⟶ D-hour unit hydrograph.



6 hr ⟶ 2.5cm = P

loss = 0.25cm/hr

∴ Total loss = 0.25 × 6 = 1.5cm

∴ Effective rainfall = 2.5 − 1.5 = 1 cm.

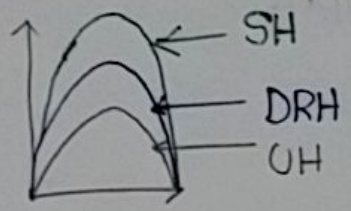
- Total effective rainfall volume = Depth of of Re × Catchment area
- vol^m of effective rainfall = vol^m of rainfall induced run-off
  = area under the curve of unit hydrograph (Q Vs. t)

Scanned by CamScanner

• যদি 6hr এ 2cm effective rainfall হয়, তবে 1cm eff. rainfall এর double হবে response. 3c.m ২

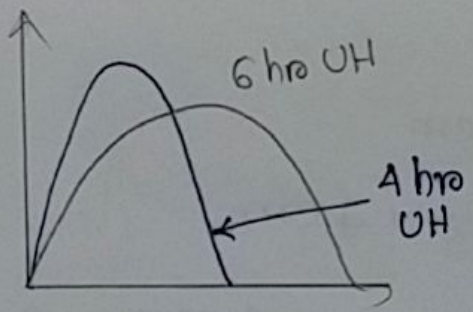
→ Direct Run off hydrograph (DRH) = UH × ER

→ Flood / Storm hydrograph (SH) = DRH + Base flow

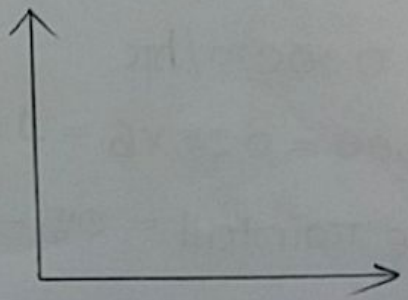


UH
↓ *ER (ordinate কে ER দিয়ে গুন দিব)
UH graph এর
DRH
↓ + Base flow
SH or FH

• যদি 10hr এ ER = 1cm হয় তবে outlet response হয় 10hr unit Hydr.



Given



• যদি 4hr UH বের করতে হয়, তবে,
• effective rainfall vol^m ২ ক্ষেত্রেই same.
• So, দুইটার area under the curve same.

Scanned by CamScanner

- 4-hr UH ← intensity = $\frac{1}{4}$ cm/hr, intensity বেশি, peak আগে আসবে ও higher হবে, compared to 6-hr UH.

- Response time যে কোন হতে পারে। 6hr UH হলে response 30min পর পরও হতে পারে। But 6hr UH atleast 6hr gap এ report করতে হবে।

Example 6.4

- এই math এ reporting time → শুরুতে 3hr, পরে 6, then 9 hr gap এ. এই reporting ভাল হয় নি। time consistent হলে ভাল।

- প্রত্যেকটা value কে 3.5 দিয়ে গুন করলে পাব DRH

Example 6.5

*

Scanned by CamScanner

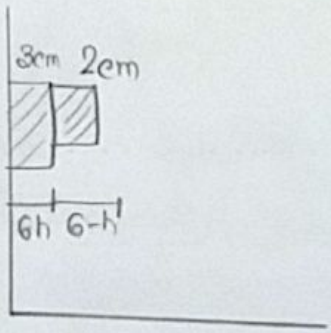
* site এর math : (data use) Math Q হল ex- 6·4, 6·5,

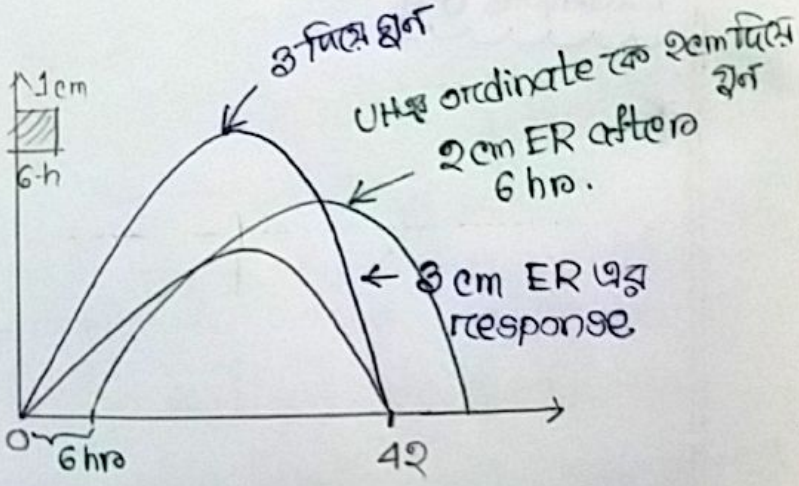
Time (h)	UH (m^3/s)	3cm DRH (m^3/s)	2cm DRH (m^3/s)	DRH (m^3/s)
১	২	৩	৪	৫
0	0	0	—	— 0
6	8	24	0	— 24
12	13	39	16	— 55
18	21	63	26	— 89
24	19	36	42	— ২৪
30	২	21	24	— 45
36	২	6	14	— 20
42	0	0	4	— 4
48				0 — 0

6·5

1st 6-h 2nd 6-h

ER → 3cm 2cm





• exam এ Total Rainfall দিবে।

④ নং colm = ② নং colm × ২ ← এক 6 hr lag এ নিয়া হয়েছে।

⑤ নং colm = ③ + ④ নং colm

যদি 4 hr UH হত, তবে lag হত 4 hr এ।

Scanned by CamScanner

সহজের 6.5 math ϕ index = 0.25 cm/hr → 6 hr এ loss = 1.5 cm

1st 6h	2nd 6-h	3rd 6-h	
3.5	7.5	5.5	Rainfall (cm)
1.5	1.5	1.5	loss (cm)
2	6	4	ER (cm)

১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮
Time (h)	UH (m^3/s)	DRH for 2cm (m^3/s)	DRH for 6 cm (m^3/s)	DRH for 4 cm (m^3/s)	DRH (m^3/s)	Base flow (m^3/s)	SH (m^3/s)
0	0	0	0	0	0	15	15
6	8	16	0	0	16	(16), 15	32
12	13	26	48	0	74	17	91
18	21	42	78	32	152	(18), 17	170
24	12	24	126	52	202	19	221
30	7	14	72	84	170	(20), 19	190
36	2	4	42	48	94	21	115
42	0	0	12	28	40	(22), 21	62
48	0	0	0	8	8	23	31
54				0	0	(24), 23	24

③ = 2×2

④ = 2×6 → 6hr lag (২ ঘর নিচে নামিয়ে দিব)

⑤ = 2×4 → Total 12hr lag (২ ঘর নিচে)

⑥ = ③+④+⑤

⑧ = ⑥+⑦

Scanned by CamScanner

Baseflow → 1) constant or
2) variable

2 method এ করা যায়—

* blue → আগের value interpolate করে।

* green → value change না হওয়া পর্যন্ত আগের base value টাই রাখব।

exam এ use করব

{ 6hr U-H.
4hr এর Cm ER

→ আগে 6hr U-H থেকে 4hr U-H বের করব। Then এটার ordinate কে 4 দিয়ে গুন দিব।

• বহু hr- Hydrograph, সেটার আগে reporting এর বেশন সমাধান নেই।

।

* 6hr UH এর reporting 3hr, 6hr এ হতে পারে।
(for exam).

Scanned by CamScanner

Ex-6.6

SH → UH

- storm event single হবে। eqn সহজ। storm event বেশি হলে multiple Linear eqn solve করতে হবে।

- storm Hydrograph → বৃষ্টি শুরুর আগে base flow থাকবে। অর্থাৎ time = 0 তে যদি কোন flow থাকে, তবে সেটা SH.

- Area under the DRH ⇒ vol^m of effective Rainfall

∴ depth of ER = $\frac{\text{vol}^m}{\text{Catchment area}}$

then DRH এর ordinate কে ER দিয়ে ভাগ দিলে ~~DH~~ UH পাব।

Ex-6.7

SH → peak = 270 m^3/S

যদি DRH পরিবর্তন, তবে peak = 270 − 20 = 250 m^3/S

ER = Rainfall − loss

= 5.9 − (0.3×3)

= 5 m

UH = 250/5 = 50 m^3/S

Scanned by CamScanner

⇨ এক hr এর UH কে অন্য hr এর UH এ convert.

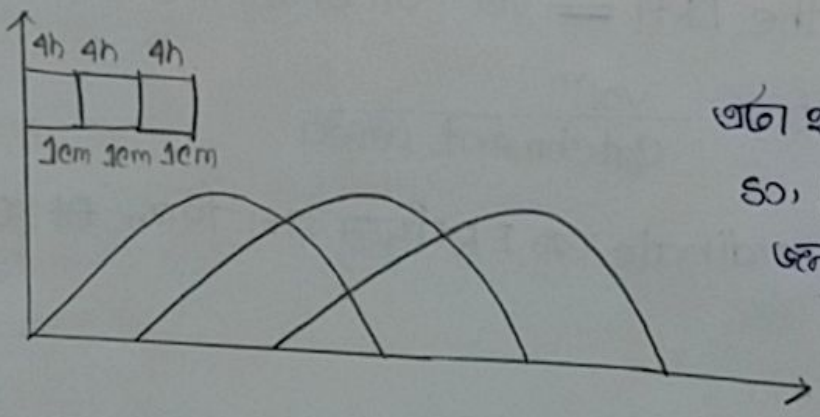
* Table 6.7

6hr UH ⟶ 3hr UH বের করা।
(থেকে)

① • Method of superposition = whole no. multiple হলে।
যেমন → 6hr ⟶ 12hr
18hr

Example 6.9

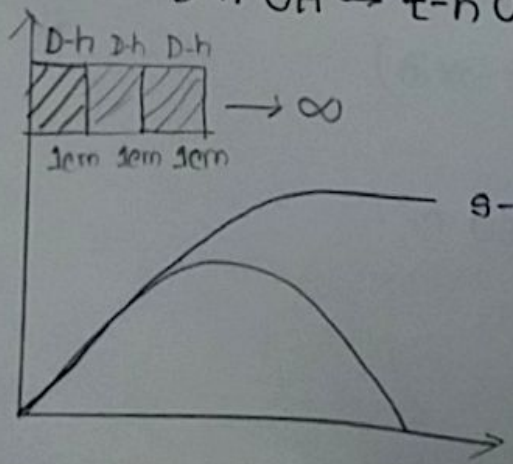
4hr ⟶ 12hr



এটা হল 12hr 3cm
So, 12 hr 1cm এর
জন্য superimposed
value কে 3 দ্বারা
divide করব।
তার graph এর value
add করতে হবে।

4hr → 2hr (Exam এ দিবে 6hr → 3hr).

② S-curve method: (wholeno. multiple না হলে).
D-h UH → t-h UH



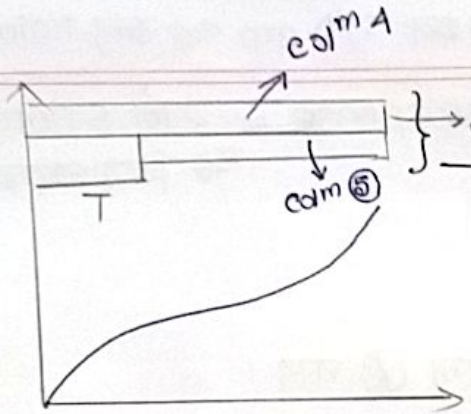
② • D-hour S curve
বানাব।
• শেষের দিকে গেলে S-curve
constant হয়ে যাবে।

Scanned by CamScanner

CE 419

1hr এ $\frac{1}{D}$ cm rainfall হচ্ছে

∴ Thr এ $\frac{T}{D}$ " " হবে



→ ∞

→ ২য়ের জন্য জন্য intensity → $\frac{1}{D}$, just lagt mora

Dhr এ 1cm rainfall

∴ 1hr → $\frac{1}{D}$ cm rainfall / hr

∴ $i = \frac{1}{D}$ cm/hr

② নম্বরের S-curve আগেরটা থেকে t hr lag এ থাকবে।

intensity = $\frac{1}{D}$ cm/hr

ফলে D-hr curve

T hour এ T/D cm

যেই response আসবে তাকে T/D দিয়ে ভাগ করলে T-hr UH পাব।

Example 6.10

4hr → 2hr

4 ও 2 এর গ.সা.গু হল 2. এই 2 hr এ report করা লাগবে

6 → 4 " " 2, তখন 2hr " " " "

6 → 5 " " 1, " 1hr " " " "

- 2hr এর value গুলো interpolate করে বের করব।

  20 → 80 → avg $\frac{20+80}{2} = 50$ নিব।

col^m ③ বাদ।

② থেকে ④ এসাব। Jump হবে 4hr ly. intermediate value গুলিও 4hr এ jump করব

- col^m ④ হল S curve.
- 2hr lag

Scanned by CamScanner

Thour ও

কলাম ④ ⑤ হল → ⑥ ← এটা হল T/D cm এর জন্য rainfall.

↓

• ২ ঘন্টায় 0.5 cm এর জন্য response = ২টা S curve এর বিয়োগফল

$$\frac{I}{D} = \frac{2}{4} = 0.5\,cm$$

• কলাম ⑥ → কে $\underbrace{\text{হ দিয়ে}}_{\frac{I}{D}}$ ভাগ দিলে ⑦ পাব।

Scanned by CamScanner

CE 411

Lec-10

Precipitation

$$q_v = \frac{m_v}{m_a} = \frac{\rho_v}{\rho_a}$$

v = vapour
a = air

Troposphere এর Tp 6.5°C/Km হতে fall করে
10-12 Km
একে Environmental Lapse Rate বলে।

- Upper atmosphere এ moisture carrying capacity কম। কারণ tp কম।
- Lower atmosphere এ m.c.c বেশি. cz Tp বেশি।

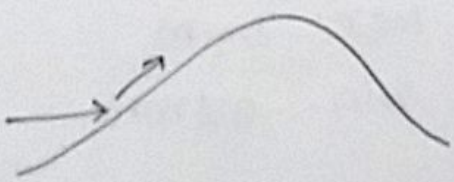
হালকা, উপরে থাকে।

[A] warm air → cold air } density বেশি. নিচে থাকবে

cold air → warm air

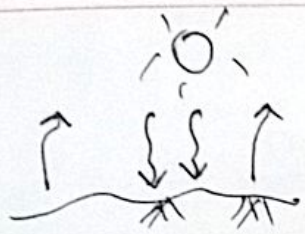
Cloud → Condensed moisture

[B]



Scanned by CamScanner

[C]



- Cloud form হলেই rainfall হয় না।
- water droplet form করার জন্য surface দরকার হয়। atmosphere ও surface provide করে dust particle.

0·1mm ← minimum dia of rainfall

Q. Why 0·1mm dia is the minimum dia of raindrop?

কারণ < 0·1mm এর জন্য

(A) gravity dominant না হয়ে air turbulence dominant হয়।

Q. Raindrop এর max dia কেন 3 mm?

upto 1mm ○ circular থাকে

>1mm △ এটা ভেঙ্গে ২টা droplet তৈরি হয়

তাই max dia 0·3mm.

max 3mm

min 0·1mm

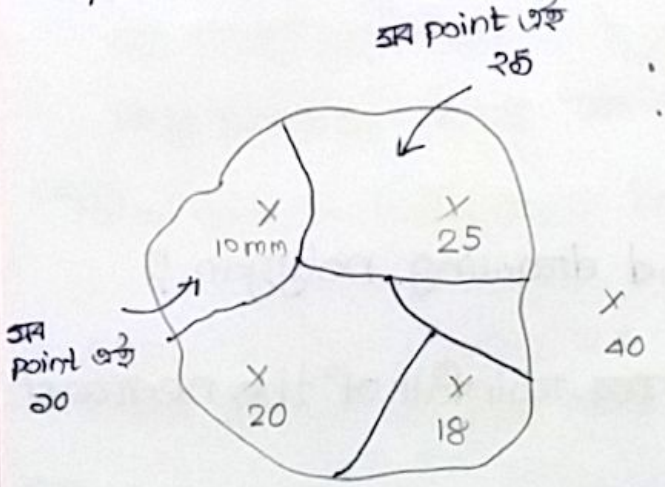
Scanned by CamScanner

Example – 3.2.1:

exam এ → std atm. P. → 76 cm Hg. P
10m H_2O P.

20° তে atm saturated নাই
16°C ৭ ৭ ৭ ।

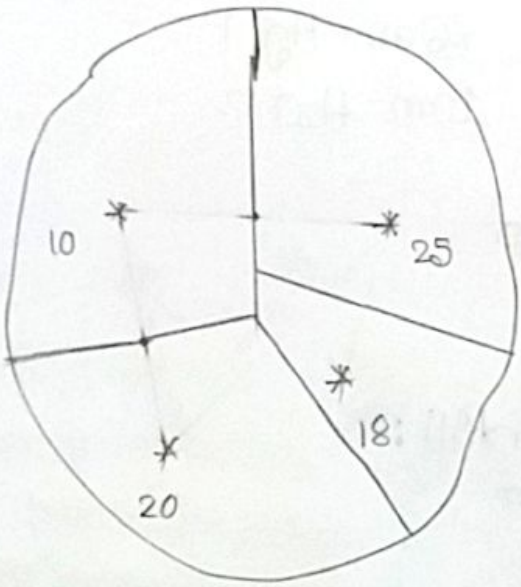
Computation of avg rainfall:



. rainfall recorded
. এই catchment এর avg rainfall কত?

method ① $\frac{10+25+20+18}{4}$ catchment এর ভিতরের গুলো নিবে

② এর গুলিই নিব। catchment এর বাইরেরটাও নিব।

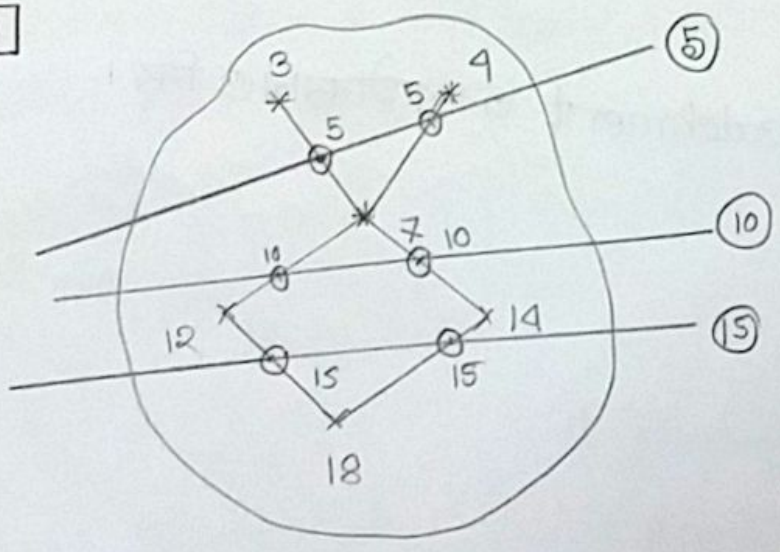


- 10 ও 25 এর centre line add করে, এই line এর mid point ও perpendicular bisector আকব।
perpendicular
- এটা bisector এটা point ও intersect করতে হবে।

Q. What is the logic behind drawing polygon ?

প্রত্যেকটা point এর rainfall হবে, rainfall of the nearest gage.

৪



এরকম চলল
↓
5, 10, 15

<3 , >18 isoheight আকতে পারবোনা।

interpolate করে draw করব।

Scanned by CamScanner

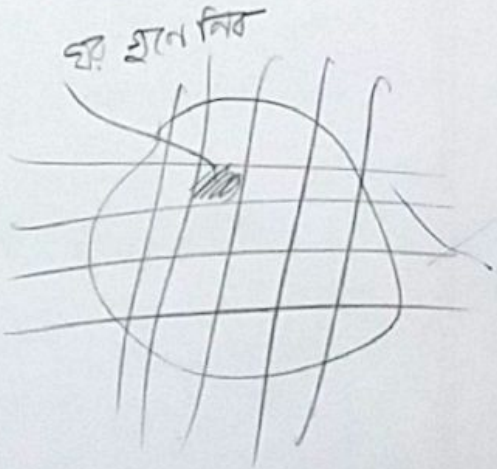
area চার্ট।

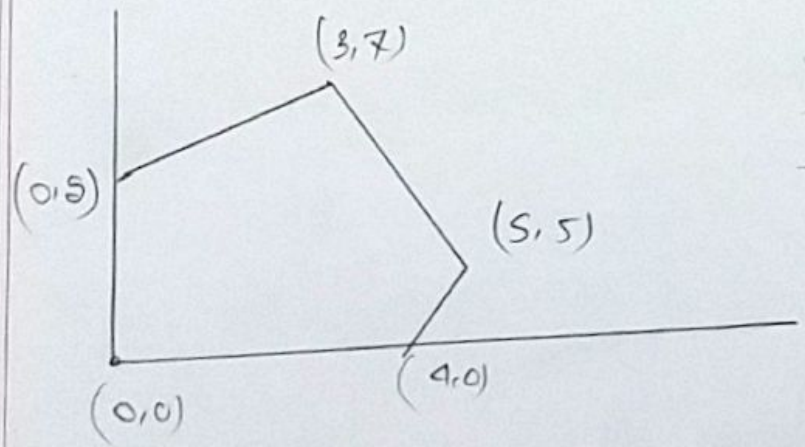
<5 , 4 (avg of 3 & 5)
5-10 , 7.5 (avg of 5 & 10)
10-15 , 12.5 (avg of 10 & 15)
>15 , 16.5 (avg of 15 & 18)

Q. area দেয়া, grid আকৃষ না থাকলে একে নিব। বক্সগুলো ঘর আছে গুনে নিব।
any partial box কে 0.5 ঘর ধরব।

Total area = individual box এর summation.

Q. area ও rain gauge এর co-ordinate দিয়ে দিতে পারে, তখন graph এ plot করে নিব।





Scanned by CamScanner

Lec 1+2 → Introduction ✓

Lec 3+4 → Sir C → 4 ✓

Lec 5+6+7+8 → Sir C → 3 ✓ (ex → 2.18, exercise problem)

Lec 9 → Sir C → 3 ✓

Lec 10+11 → Sir C → 1 ✓

Scanned by CamScanner