17.09.17

Hydrology Sabbir Sir

Chapter 1

* Total water এর 96.5% আছে ocean এ।
* বিভিন্ন reservoir এ water আছে এবং তাদের একটি থেকে আরেকটির movement কে hydrologic cycle বলে।

Chapter

* Precipitation — Atmosphere থেকে যেকোন form এ ground এ এসে পৌঁছায়।
* Cloud থেকে rainfall এর জন্য sufficient size হতে হবে যা gravity দ্বারা ধরে রাখতে পারে না। Air friction & turbulence কে overcome করে যেতে পারে।
* Ground এর কাছে (lower atmosphere) এ temperature বেশি থাকে বলে এর moisture carrying capacity বেশি। But উপরে temperature কম। এজন্য যদি moisture উপরে উঠতে পারে, condensed হয়। এ কারণে cloud upper atmosphere এ ~~পরে~~ form করে। → যখন temperature কমে

Scanned by CamScanner

সময়, তখন air এর moisture carrying capicity কমে। - ফলে এটি ছোট ছোট droplet form করে। এটিই cloud. এক্ষেত্রে dust particle এর সাহায্যকে ধরা হয়,

Chapter

* Rise and fall of discharge হয়। Time এর সাথে discharge vary করে। এটাকে show করা হয় hydrograph দ্বারা,

* Routing - Upstream এ কোন point এ discharge জানাকে downstream এর discharge জানার প্রক্রিয়া,

Book:

1. Engineering Hydrology - Subramanya.
2. Applied hydrology - Ven te chow

Scanned by CamScanner

24.09.2017.

Lecture note - 1

Hydrology:

* distribution & circulation.

Engineering hydrology:

* design and operation
* control and use. → কিছু purpose: 1. Drinking 2. Industrial use 3. Irrigation
  → Kaptai Hydro Electric Project

Hydrologic cycle: Part of geologic cycle.

Geologic cycle:

4টি subcycle.

1. Tectonic plate এর মধ্যে sliding, overlapping etc. হয়ে থাকে। এরা বহে tectonic cycle. Net থেকে earth এর diff. plate গুলো পাওয়া যায়।

2. Rock cycle: sedimentary, igneous, metamorphic rock এর মধ্যে change.

Scanned by CamScanner

4. Biogeochemical: Carbon or sulphar etc cycle.

Hydrologic cycle: [1st or last line এ আসতে পারে]

Exam: Q. What is hydrosphere?

→ Water bed level থেকে 1km এর মধ্যে যে water থাকে।

* Earth এর chemical element এর মধ্যে abundant হল Oxygen. Hydrogen এর আয়তায় available না বলে আমরা সবখানে water পাই না।

* Water troposphere সবচেয়ে extend করে। এতে cold boundary আছে।

Hydrologic cycle start করে ocean থেকে।

* 424 - 385 = 39.

* precipitation on land কে ~~সুলভ~~ 100 ধরে বাকীগুলোকে relative volume দ্বারা প্রকাশ করা হয় number গুলো চার।

Scanned by CamScanner

* particular water body তে almost same
— থাকে water.

* water কম ভারী হয়, ঠান্ডার সময় কম ঠান্ডা হয়
boil heated হলে বেশি ভারী হয়। ∴ বেশি ..

∴, boil এর উপরের air ও বেশি heated হয়,
— তখন air হালকা হয়ে উপরে উঠে যাবে,
— অর্থাৎ water এর উপরে air এর pressure
বেশি, boil এ কম।

[কোন জায়গার উপর air এর যে mass
আছে, সেটি যে force দেয়, তাকে area
দিয়ে ভাগ করলে pressure পাই।]

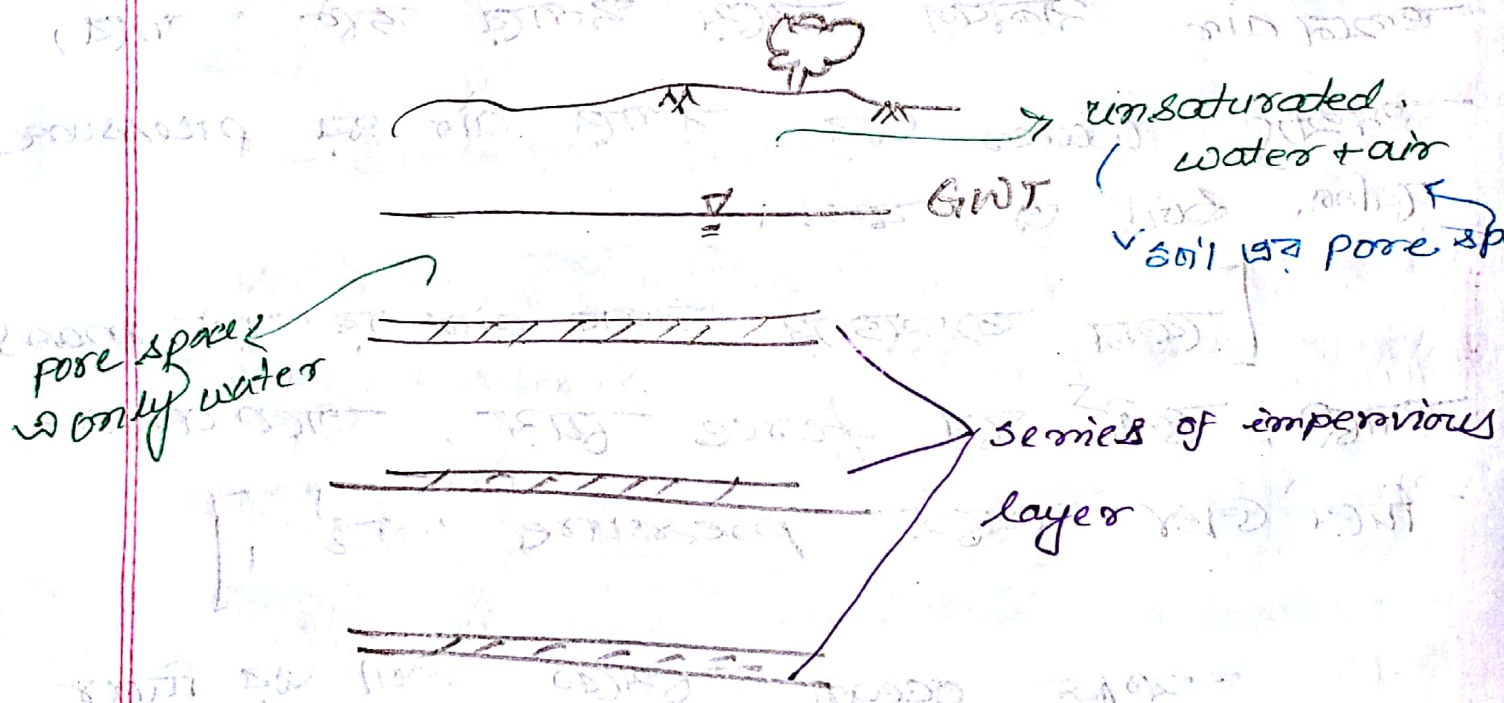
— ফলে ocean থেকে coil এর দিকে
air movement হয়। এই net movement
এদিকে যেখানে।

Scanned by CamScanner

Q. Evaporation কোথা থেকে হয়?

—— Both water & soil surface থেকে evaporation হয়।

→ বৃষ্টি বা irrigation এর পর top soil 100% saturated হয়।



তখনের বৃষ্টি বন্ধ হওয়া মাত্র top soil এর কিছু water gravitational force এর কারণে নীচে নেমে যায়। একে বলে gravitational drainage.

Scanned by CamScanner

Gravitational drainage এর পর soil এ পরিমাণ water retain করে, তাকে বলে field capacity / tillage capacity. It is a factor of soil property. Sand or clay etc.

Water কমতে থাকে due to: 1. evaporation.
2. Transpiration. (Soil root দিয়ে টেনে নেয় পানি)

Permanent yielding point : যে moisture content পর্যন্ত crop survive করতে পারে। Crop to crop vary করে। Irrigation এর সময় এর আগেই আবার পানি দেয়া হয়। কম/বেশি হলে crop damage হয়।

* Solar Radiation হচ্ছে সবচেয়ে বেশি important factor. Solar energy provided by sun → single most imp. factor.
* wind থাকলে evaporation বেশি হয়
* উনাদের air moist হলে evaporation কম হয়।
* Temp. যত বেশি water এর, evaporation তত বেশি হয়।

Scanned by CamScanner

Evapotranspiration: Leaf, stem, fruit, flower থেকে evaporate হয়ে যাবে।

Precipitation: যেকোন form এ water ground precipitate হয়।

Exam Q. "Transpiration is a side effect"

— পাতা যখন stomata open করে তার main intention is to take CO_2 for photosynthetic purpose. But একই সাথে তখন পানি বুর হয়ে যায়। এ বন্ধ করা হচ্ছে side effect. to be checked

অনেক সময় ice sheet কে drill করে entrapped air collect করে analysis করে।

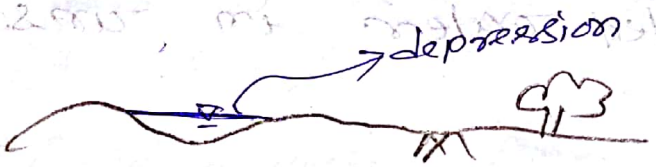
paleoclimatology : ❓ বর্তমান সময়ে অতীতের অবস্থা study করা হয়।

Q. What is "initial loss"?

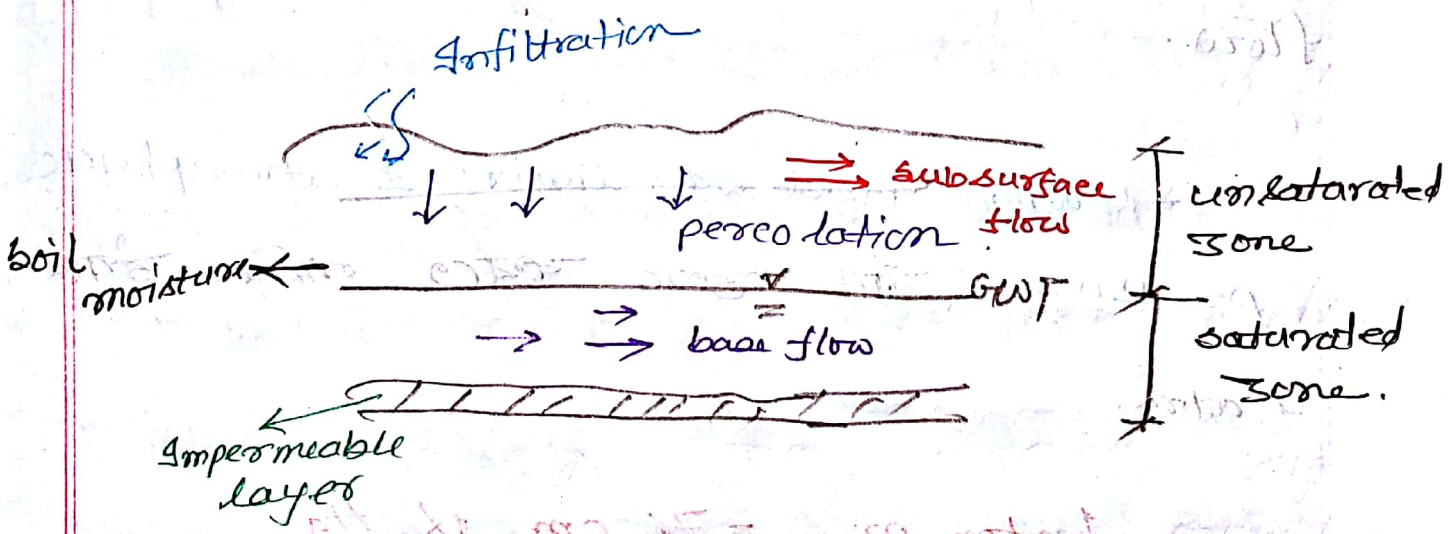
— Interception by vegetation & depression storage কে collectively বলে initial loss.

Scanned by CamScanner

Interception by vegetation: বৃষ্টির পানির অনেকটুকু গাছে আটকে থাকে।



* মাটির ভিতর বাইরে থেকে soil এ প্রবেশ করাকে বলে infiltration. Then আরো নীচে নামে percolation দ্বারা



* root generally যে water absorb করে, তার major part হল infiltrated water.

Scanned by CamScanner

Q. What is percolation?

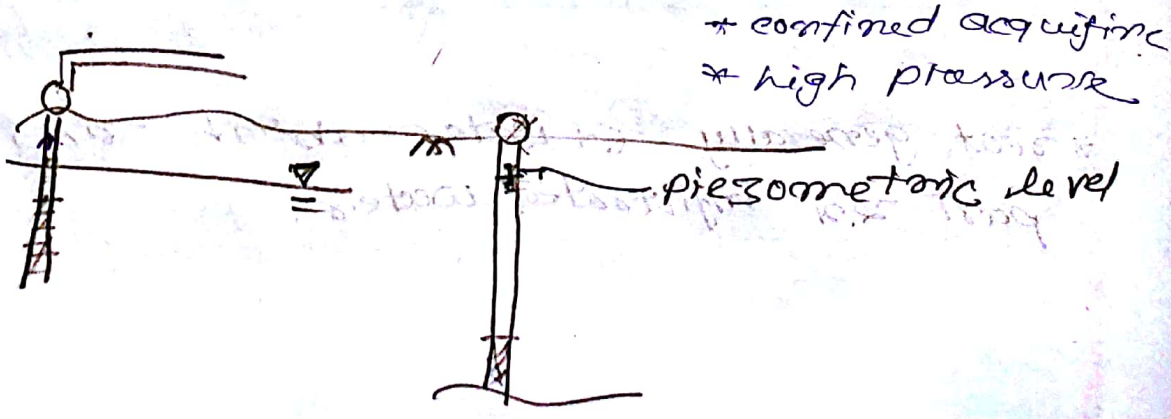
It is the vertical downward movement of infiltrated water in unsaturated zone.

* Unsaturated water এর horizontal movement কে বলে subsurface flow.

* Saturated zone এর সকল কিছু কে বলে base flow.

* suction head এর limit 1 atmospheric pressure. মাটি জলে কতটা নামবে, উপরে 1 atm.

1 atm pr. = 76 cm of Hg



Scanned by CamScanner

1atm pr = 76 cm of Hg

= 76 * 13.6 cm of H_2O

≈ 10 m

তুমি theoretically 10m এর বেশি উপরে থাকলে centrifugal pump কখনো পানি suction করতে পারবে। Practically suction lift/head এর limit 8 m ..

- যদি আরো নীচে নামতে হয়, deep - এ suction head কে ডুবাতে হবে,

generally confined aquifer এর pressure 1atm pr. থেকে কম হয়। যখন borehole dig করলে water নিজেই উপরে উঠে আসে। water এর এই level কে বলে piezometric level.

Scanned by CamScanner

* যখন well এলাকে বেশি pressure থাকে যে dig করলে নিচে থেকেই পানি বের হতে থাকে, তাকে বলে artisan well.

2.08.'17

Surface runoff → land এর উপর যেকোন flow

Q. What is overland flow?

→ Rainfall এর পর যে thin layer of flow তৈরী হয়, তাকে বলে, এই flow gutter বা water body তে গিয়ে পড়ে।

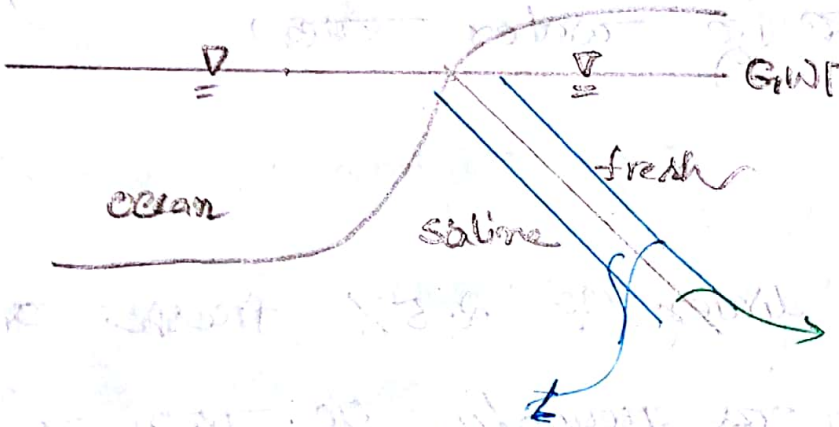
Snowmelt:

Ganges এর ক্ষেত্রে - হিমালয় এর বরফ গলা পানি এই দিয়ে প্রবাহিত হয়,

Scanned by CamScanner

Table:

* ocean ও total water এর 96.5% water আছে।



↳ immisible fluid এর মধ্যে saline water এর; fresh water এর zone ও আছে।

* unsaturated zone এর water → soil moisture
saturated " " → groundwater

Bed এর rock formation এ prev. presence of ocean এর জন্য salty lake হতে পারে।

Scanned by CamScanner

* Marsh → জলাভূমি

* Marshy land → water level বেশি। কিছু দূরত্ব, কিছু গভীর।

* Biological water → plant & species এর মধ্যে যতটুকু water আছে। (blood)

* Total water এর 2.5% fresh. আবার column এ roughly 40 দিয়ে ভাগ করে last col^m পাই ↓ to be checked

For exam:

Q.
→ Ocean এ কত % water?

→ Gr. wt. fresh & saline % কোনটা কত?

→ Total water এর fresh % কত?

Gr. water fresh 30.1 %.
polar ice 68.6 %.

→ Q. next page.

Scanned by CamScanner

Q. পৃথিবীর top দুইটি fresh water reservoir কি?

১. Polar ice (approx. two third)

২. Ground water (approx. one third)

* Movement: (Table 1.2)

→ movement কে quantify করছি)

Atmosphere কে reservoir ধরে inflow/outflow হিসাব করি। Atmosphere এর ক্ষেত্রে precipitation হল outflow / evaporation হল inflow.

* Km^3/yr → mm/yr ⇒ Area দিয়ে ভাগ করে = পাই।

* বাংলাদেশের anual avg rainfall 2.5m.

↳ তবে global এর ref. এ land/ocean দুইটি থাকে বেশি।

Scanned by CamScanner

* Annual inflow and annual outflow সমান হলে বুঝা যায়, total এ কোন change হচ্ছে না।

evaporation = precipitation.

100, 61, 385, 424

↳ Cycle এর যেই value গুলো table 1.2 এর সাথে সমন্বিত

অথবা, দক্ষিণ

Q. Water molecule কতদিন atm. এ থাকবে?

Volume / flow rate = residence time

Volume → Total volume of water in a reservoir. (From table 1.2)

flow rate → inflow & outflow rate.

↳ দুইটার সমান।

* xm এ math আসলে table থেকে আনতে।

Scanned by CamScanner

* River ও 44,700 km^3/yr ocean এ যায়ে থাকে,
(↳ River ও outflow measure করা easy).

* Ground water ২200 km^3/yr seepage হয়ে ocean এ যায়।

$44700 + 2200 = 46,900$

বাকি 100 km^3/yr আসে overland flow and sub surface run-off থেকে।

47,000 → এখান থাকতে হবে।

Scanned by CamScanner

458000 + 119000

↓ ↓

Precipitation

On : ~~land~~ ocean land

8.2 days → on an avg. এখানে water molecule atmosphere এ 8.2 days থাকে।

[1 দিনও হতে পারে, এ মাসও থাকতে পারে certain এখানে]

* Residence time কম বলে prediction করা অনেক tough. এটা পরেই 50% এর মত atmospheric moisture change হয়ে যাবে।

Q. What is the significance of short residence time for moisture?

→ Very difficult to predict weather.

Scanned by CamScanner

Atmospheric moisture is the main driving force for weather condition. তাছাড়া cloud form হয় এবং precipitation হয়। ৫ দিনে 50% change হয়ে যেতে পারে।

River:

Q. What is the significance of short residance time of river?

River এ ~~long~~ short residance time. River এর source মুখে - যদি আমরা কিছু সময়ের জন্য pollutant control করতে পারি, তাহলে contaminant clear হয়ে যাবে।

Q. significance of long residance time of ground water?

→ once contaminated, source কে control করে contamination আর দূর করা almost impossible. অনেকে

Scanned by CamScanner

থেকে drinking water quality তে নিয়ে
হলে extract করে purify করতে
হবে।

8.10.17

Lecture-6

* Total rainfall এর একটা part runoff হয়।
* Rainfall এর পর কিছু water এর evaporation হয়, vegetation cover হয়,
* low point এ water জমা হওয়াকে detention storage বলে।
* দুই rainfall এর মাঝে বেশি evaporation হয়।

Scanned by CamScanner

* Low intensity এর rainfall হলে surface run-off হয় না।

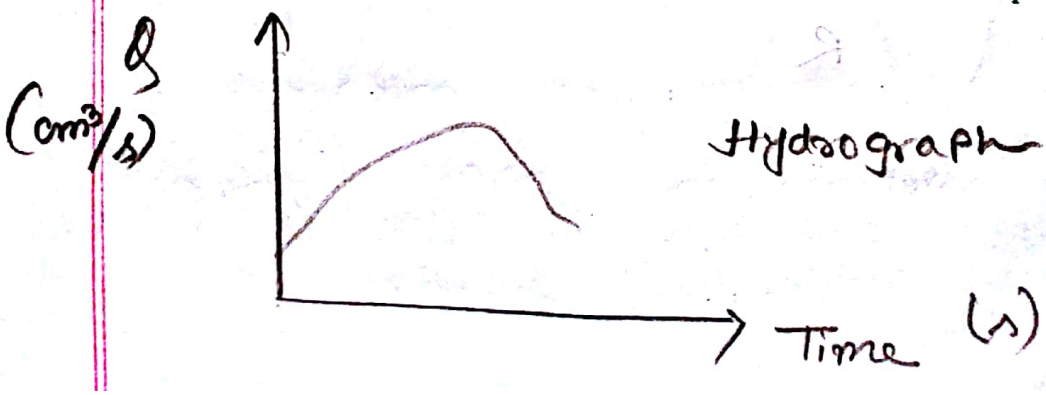
*** Surface এর নিচে any type of flow কে surface runoff বলে ~~না~~/না !! (?)

** Soil/মাটি এর উপর thin layer of flow কে বলে overland flow. Includes overland flow, flow through gutter, etc.

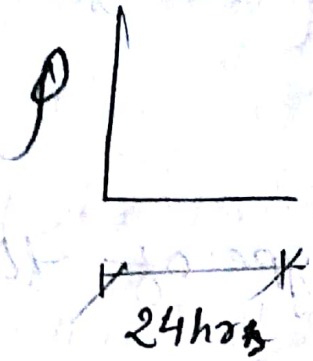
* যখন channelized flow হয়, তখন বলে surface runoff.

* Q. Annual hydrograph কি?

এই point এর জন্য catchment area হল ▨. অর্থাৎ এর মধ্যে বৃষ্টি হলে পানি এই point দিয়ে যায়



Scanned by CamScanner



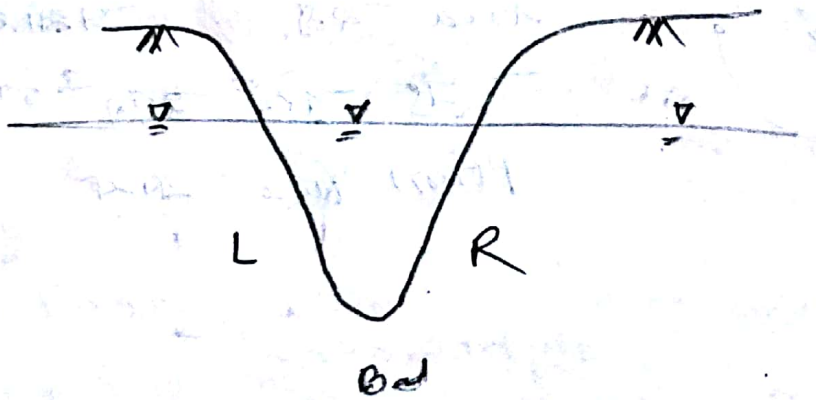
⇒ daily hydrograph

যখন time টা 1 year হয় → তখন বলে annual hydrograph. এটা contain pattern থাকে, যেমন: বাংলাদেশে winter season এর months গুলোতে Q কম, বর্ষাকালে বেশি।

* perennial : perpetual or ever last.

↳ যে river এ আরা বছর → flow থাকে, তাকে বলে perennial stream.

Q. কি করে river এ sustained flow থাকে?

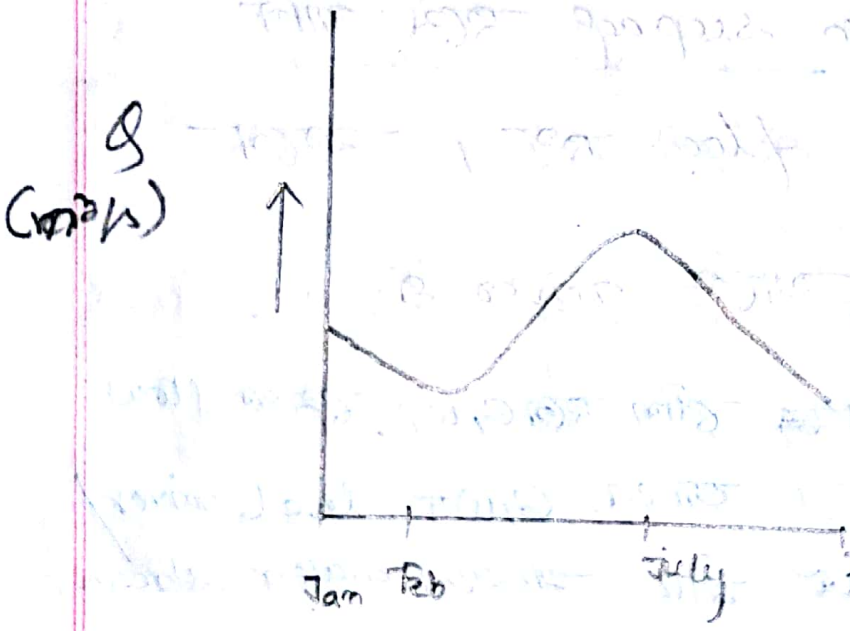


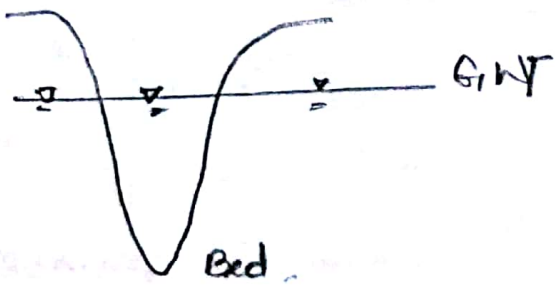
dry season এ GWT flow হয়?

Scanned by CamScanner

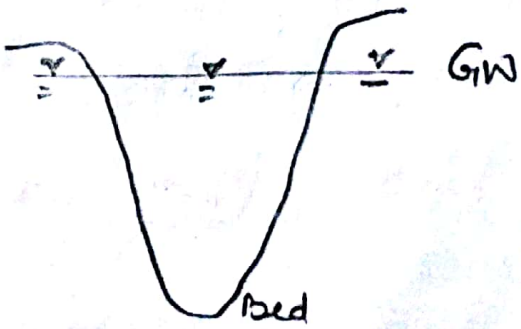
* River এর flow এর দিকে ডানপাশে তাকে Right bank, বামে Left bank

Q. Perennial river এর annual hydroph. দেখতে কেমন? সবসময় flow থাকে কি কম?





Dry season



rainy season.

Scanned by CamScanner

Generally একটা river এর beginning এ থাকে glacier or ~~rain~~ rainfall. But Perennial river এ কোনটা? না flow থাকলেও always flow থাকে, কারণ এক্ষেত্রে GWT table টাকে bed level এর। River flow কম হলে GWT থেকে seepage হয়ে পানি river এ গিয়ে flow হয়, তখন always flow থাকে river এ.

GWT level ~~বাড়লে~~ বেশি হলে GWT থেকে flow stream এ যায়। আবার, GWT level river stream level থেকে নীচে থাকলে water stream থেকে GWT তে যায়।

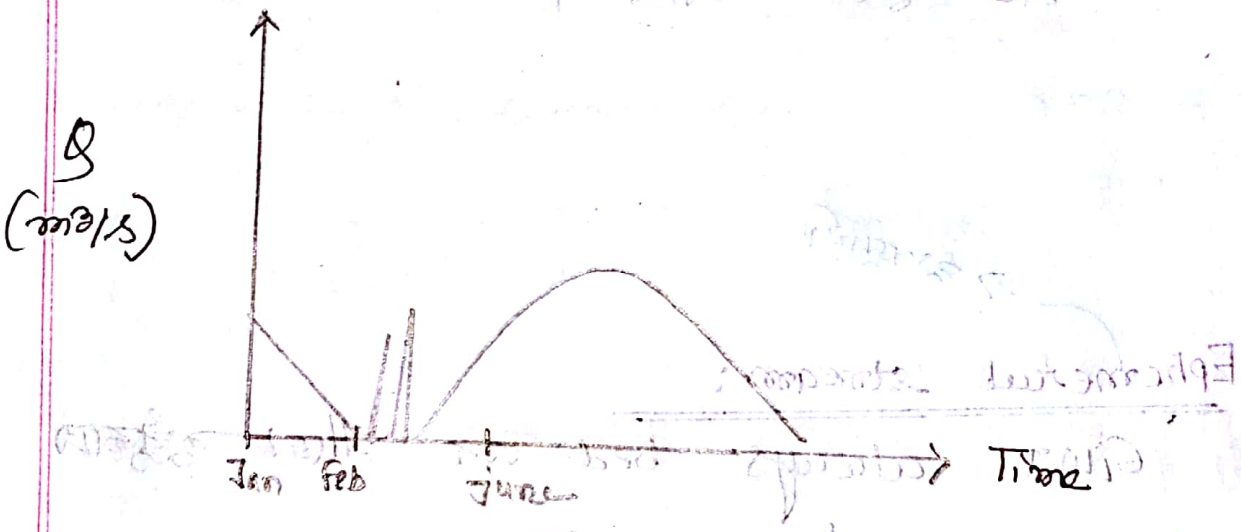
(P.T.O)

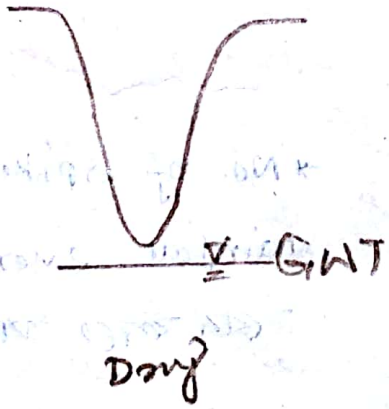
Scanned by CamScanner

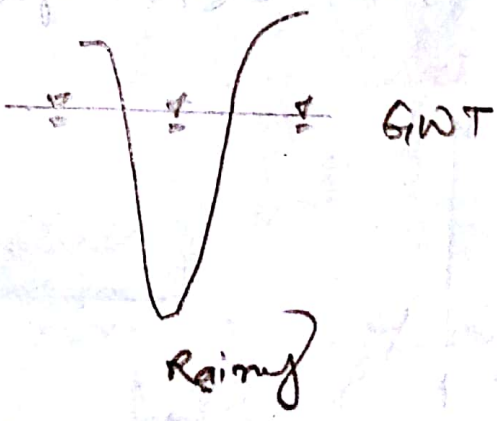
→ discontinuous.

Intermittent stream:

Dry season এ GWT, bed level এর নীচে নেমে যায়।







Q. dry season এ কি এই river এ flow আসা possible হবে না?

→ possible - যদি catchment এ কোন rainfall

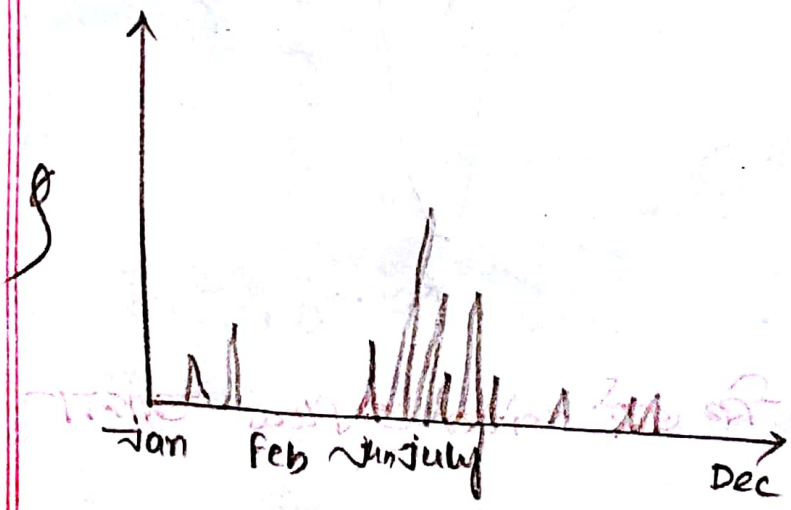
Scanned by CamScanner

হয়। Rainfall হলে অনেক কিছু সময়ের জন্য flow হয়, তারপর আর flow থাকে না। এর কারণে hydrograph এ spike এর মত দেখা যায়।

সাময়িক

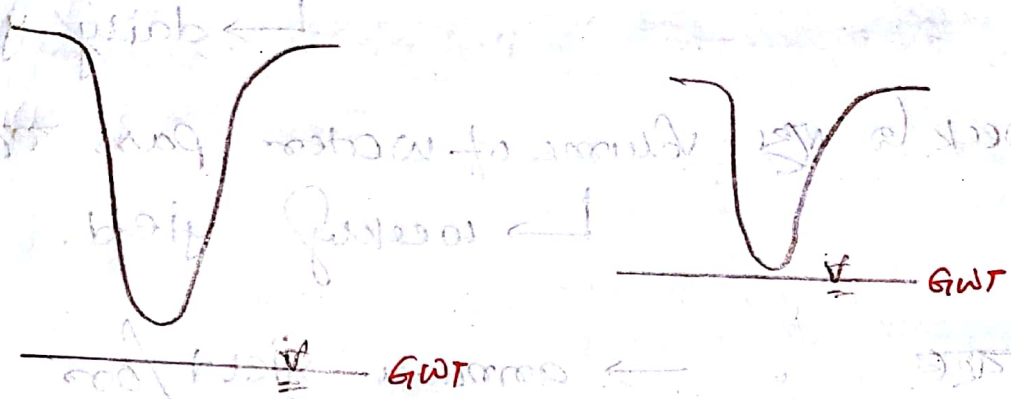
Ephemeral stream:

GWT always bed এর নীচে। শুধুমাত্র rainfall হলেই flow হয়।



* No. of spike থেকে rainfall event বের করতে পারি।

Scanned by CamScanner



Exam Ques:- তিন রকম stream এর hydrograph এর ও qualitative diagram আঁক & rainy & dry season এ GWT & bed level এর position দেখাও,

* flash flow / flash flood:

Normally একটা river এ flow থাকে না, বৃষ্টি হলে আসে,

Scanned by CamScanner

☐ Yield:

* River এর কোন cross-section এ একটি নির্দিষ্ট সময়ে যে volume of water pass করে
  ↳ daily yield.

⇒ week এ যদি volume of water pass করে
  ↳ weekly yield.

⇒ বছরে → annual yield / or annual rainfall runoff.

৪টি method এ rainfall run-off calculation করা হয়।

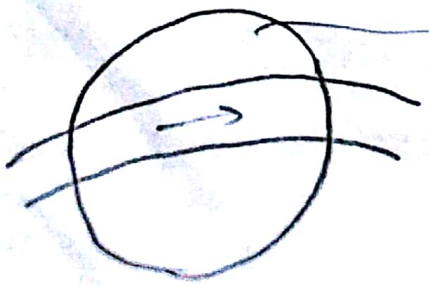
☐ Rainfall – run of co-relation:

* Regression eqn formulate করা আছে a, b constant ধরে করার,

$R = aP + b$

↳ Precipitation.

সবকার কারণ in future – precipitation জানলেই runoff বের করতে পারবো।



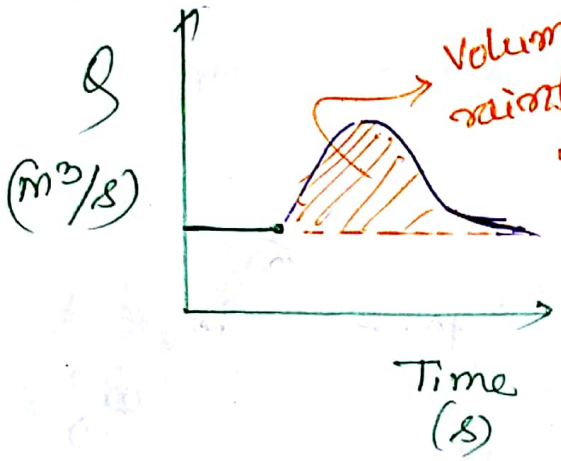
catchment area for this portion of river.

Scanned by CamScanner

Depth of rainfall = 10mm.

Volume of rainfall = 10 mm → A

↳ catchment area.



☒ rainfall না থাকলে straight line পাই, Runoff constant.

☒ rainfall চলে এরকম পাই।

☒ rainfall বন্ধ হওয়ার সকল significant time পর contributing area কমতে থাকে এবং decline হতে থাকে Q.

☒ rainfall বন্ধ হলেই Q ~~বন্ধ~~ শেষ হয়ে যায় না

* Rainfall এর unit generally depth ~~&~~ runoff ~~&~~ Q কে volume দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

* Correlation এ সময় P & R কে যেকোন একটা unit এ প্রকাশ করা হয়।

P	R
100	70
110	75
↓	↓

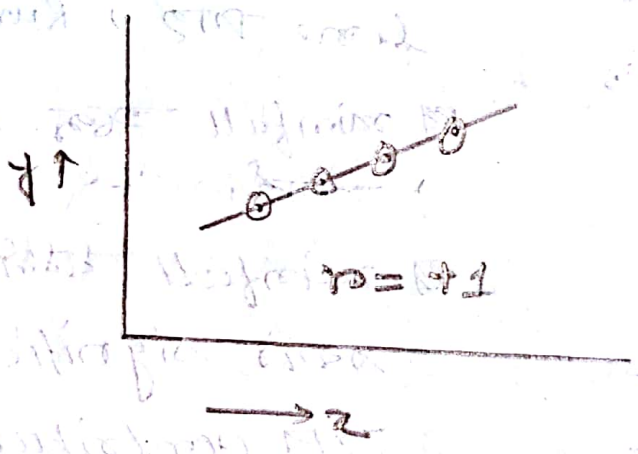
Volume of rainfall > volume of rainfall induced runoff..

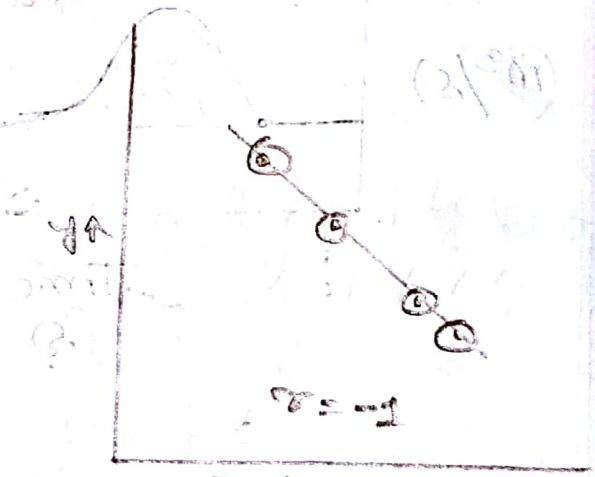
Scanned by CamScanner

* Exam regression eqn ক্ষে calculation ও solve করতে হবে।

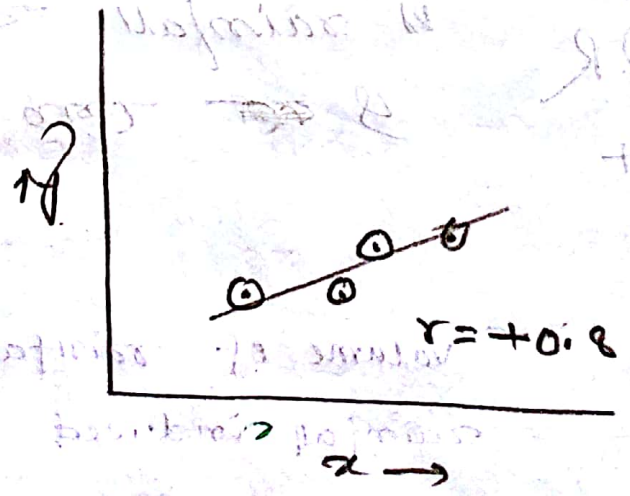
**

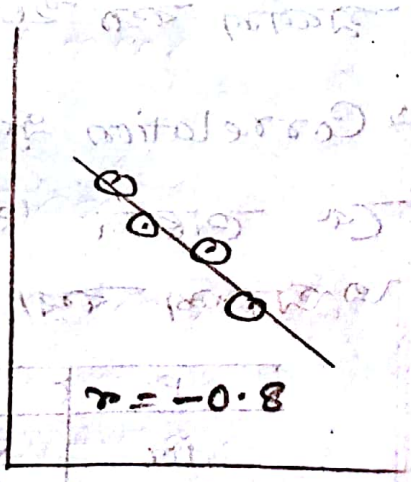
$r \longrightarrow 0$ to ± 1





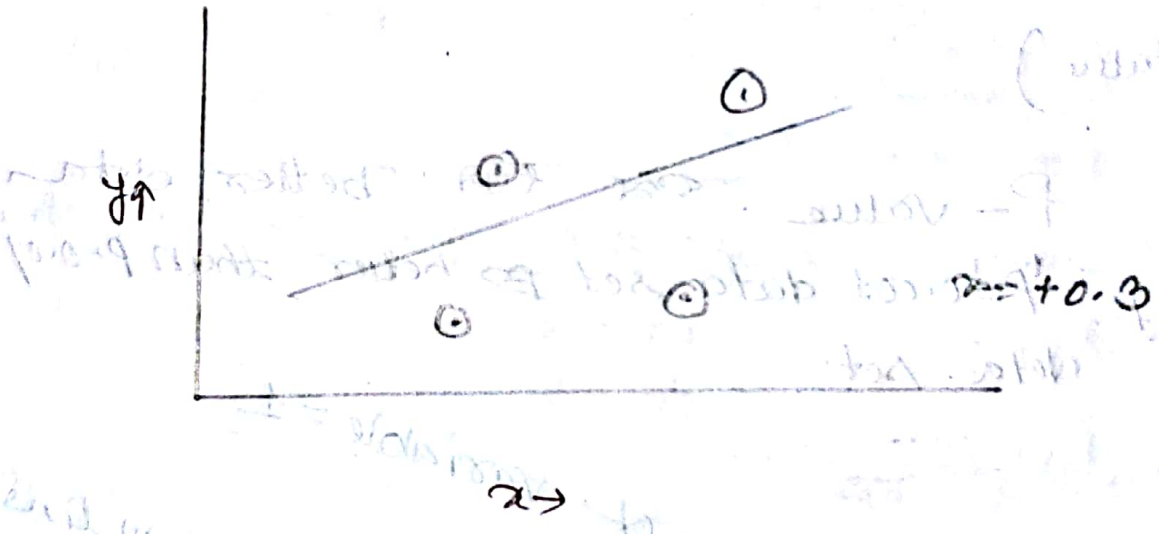
x এর increase এর সাথে y increase করলে value positive হয় ; [positive slope]



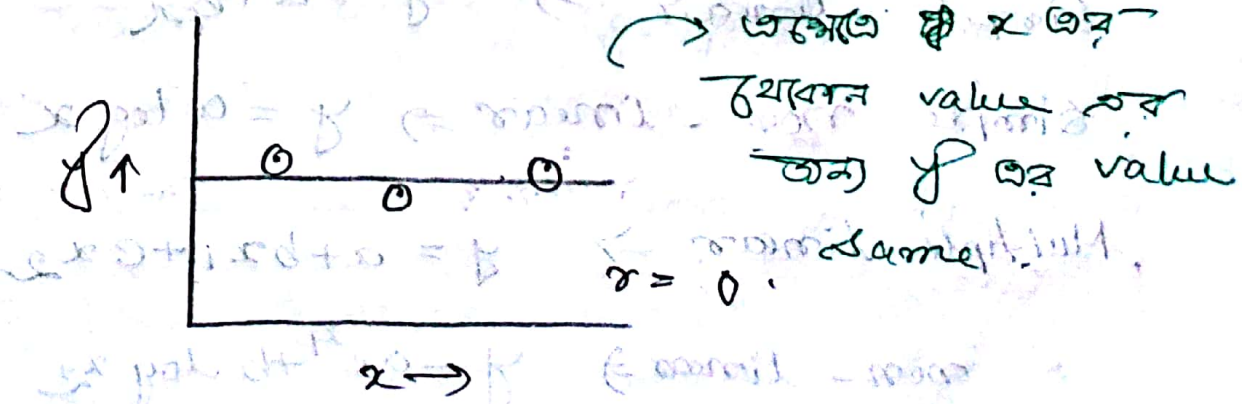


Scanned by CamScanner

Observed ~~time~~ point এর সাথে best fit line এর distance বলে,



best fit line থেকে observed point এর diff. অনেক বেশি,



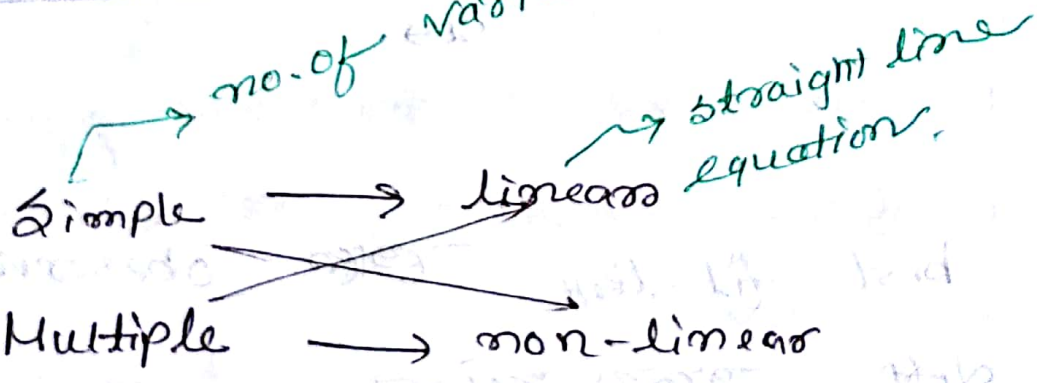
এক্ষেত্রে x এর যেকোন value এর জন্য y এর value same.

Scanned by CamScanner

No. of data same হলে যার p বেশি, সেটি better data set.

but, no. of data same না হলে p value কম হতে হবে (probability value)

P-value কম হলে better data set. P=0.001 data set ⇒ better than P=0.07 data set.



Simple linear ⇒ $y = a + bx$

Simple non-linear ⇒ $y = a \log x$

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

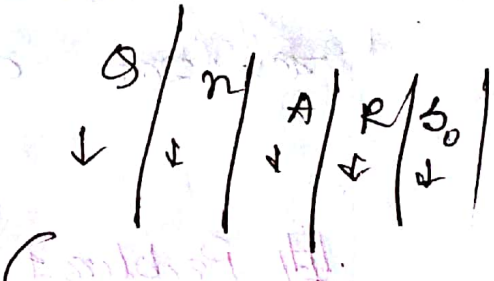
non-linear ⇒ $y = ae^x + b \log x_2$

Scanned by CamScanner

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S_0^{1/2}$$

$$= n^{-1} A^{+1} R^{2/3} S_0^{1/2}$$

$$Q = n^a A^b R^c S_0^d$$



↳ data বসায় iteration বন্ধ হয়,

iteration এর -মান $a, \pm -1$

$b = +1$

$e = 2/3$

$d = \frac{1}{2}$ হল বুঝতে হবে

ওই river purely manning's eqn follow করে। -যদি অনেক বেশি vary করে, বুঝতে হবে, ওই -river এ manning's eqn একদম valid/ significant না।

Scanned by CamScanner

09.10.2017

* Individual rainfall event এর volume sum করে river এর volume of flood বের করে assume করতে পারি,

Problem 1

→ Data দেয়া আছে 18 বছরের,

→ exam এ event wise দেয়া থাকতে পারে,

→ Runoff এর actual unit volume এ,

→ Precipitation " " " cm "

always একই form এ থাকবে

Q. const. গুলো বের কর, * directly calculator এ solve করবে,

$R = ap + b$

$\Rightarrow R = 0.38P - 1.55$

Rainfall = 0

Runoff = neg.

Q. neg. sign এর significance কি? indicate করে runoff পাওয়ার জন্য minimum একটা rainfall লাগবে, Min^m required runoff

সাহে, $O = 0.38P - 1.55$

$\therefore P = 4.08$.

অর্থাৎ 4.08cm এর কম বৃষ্টি হলে runoff হবে না।

Q. ২বছরের জন্য runoff-co-eff. কত?

** Rainfall এর কত fraction runoff হচ্ছে, তাকে বলে runoff co-efficient

$$= \frac{\Sigma \text{amount of runoff}}{\Sigma \text{amount of rainfall}} \quad (\text{in a certain time})$$

$$= \frac{R}{P}$$

* exam এ runoff-co-efficient বের করতে দিবে। (for 1 year)

$R = K_p P \quad \therefore K_p = \frac{R}{P}$ [Burlow's co-efficient = runoff co-efficient]

** Barlow's table মুখস্থ করার দরকার নাই,

Qus: Factors affecting run-off co-eff.?

exam

→ infiltration ,,

→ Qualitative comparison.

* Co-efficient এর value বাড়ার সাথে সাথে run-off বাড়ে।

Scanned by CamScanner

exam

* Factors effecting runoff co-eff. (R_c)

1. Slope
   - → Flat: অনেক সময় দাঁড়ায়; ফলে বেশি infiltration হয়।
     $R_c \downarrow$
   - → Steep: সহজে pass হয়ে যায়। infiltration এর সুযোগ কম।
     $R_c \uparrow$

2. Cultivation:
   - → Cultivated soil: infiltration বেশি হয়। Obstruction against runoff.
     $R_c \uparrow$
   - → Uncultivated soil. (infiltration low)
     $R_c \downarrow$

3. Type of soil
   - → Sand: Coarser particle. Infiltration high.
     $R_c \uparrow$
   - → Clay: Infiltration low.
     $R_c \downarrow$

4. Vegetation
   - → No vegetation
     $R_c \uparrow$
   - → Vegetative cover: root যেখানে মাটি তে ঢুকে + সহজে পানিকে ঢুকতে করে দেয়।
     $R_c \downarrow$

Scanned by CamScanner

5. Rainfall intensity

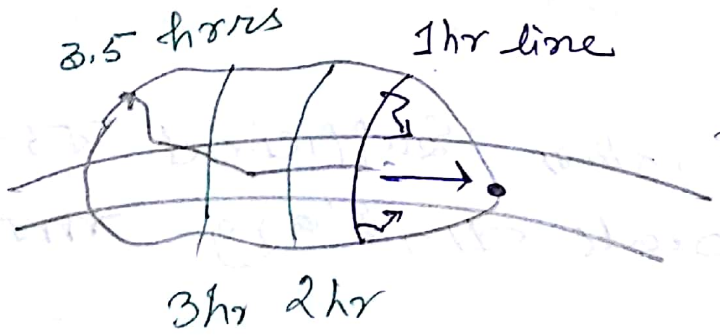
→ Low ($R_c \downarrow$): ~~Rainfall কম হলে তখন~~ soil এর infiltration capacity বেশি। So runoff হবে ও little.

→ High ($R_c \uparrow$): Rainfall বেশি হলে infiltration এর percent তখন কম হয়। কারণ soil এর infiltration capacity fixed

⊞ Rational method:

for uniform intensity.

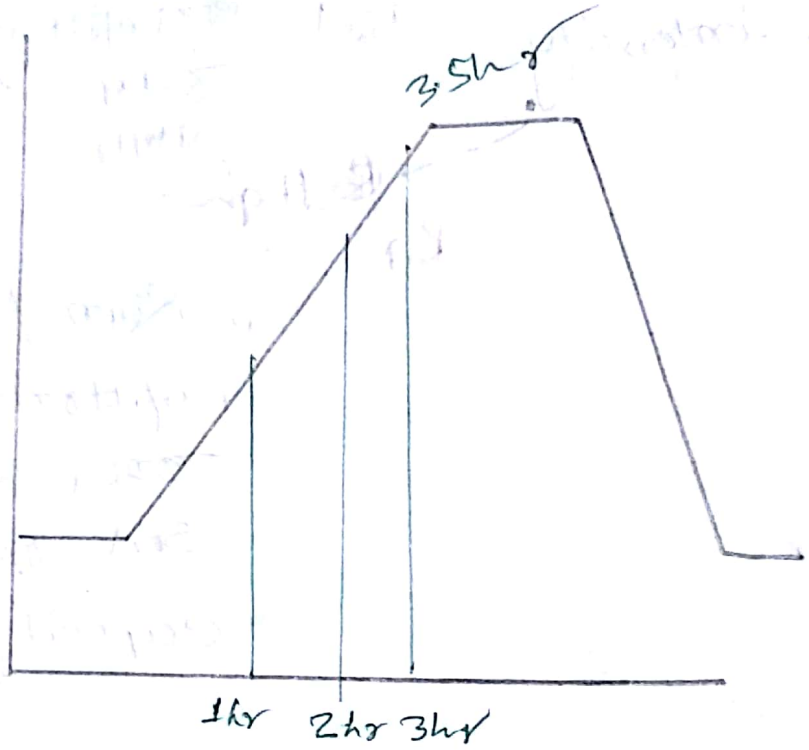
→ pick discharge / peak run-off বের করতে হয়।



[এই line এর উপর যেকোন point এ বৃষ্টি হলে • point এ আসতে সময় লাগে 1 hr]

furthest point থেকে এই point এ আসতে যে time লাগে — time of concentration.

Scanned by CamScanner



Idea: rainfall concentration time of rainfall এর থেকে বড় হতে হবে, at least সমান হতে হবে।

* Rainfall duration sufficient বড় না হলে peak discharge কমবে,

Scanned by CamScanner

Q. Define time of concentration?

$Q_p = CiA$

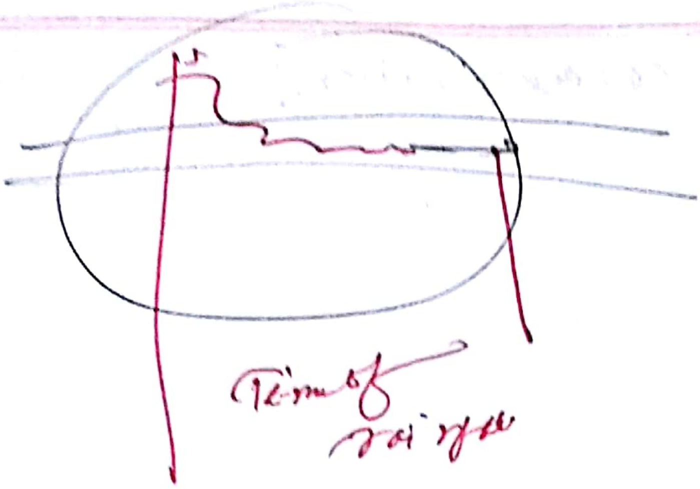
↳ cm/hr × Area

Q_p = volume of rainfall per unit time.

C = Rainfall এর কতটুকু ~~[illegible]~~ runoff হচ্ছে।

* Land use এর উপর depend করে।

Q. উইয়ার. ৭ দেখো আমার, হবে হবে - I



SUPPOR, A

* Return period : ৫০-বর্ষ জন্য: একবারই হবে। ২ বার exceed হতেও পারে।

Lecture 5

Sabbir Sir
19.10.2017

Individual rainfall event এর জন্য volm - এর sum থেকে given এর volm of flow assume করা হয়,

exm এ
data — eventwise দিতে হবে।

Problem

$R = aP + b$

Runoff এর measure - volm } always
Rainfall " " → depth } একই form এ হবে।

Given, P & R for different months

Soln $a = 0.38$ [using eqn] [Exm :- constant দিয়ে দেয়া]
$b = -1.55$

$\therefore R = 0.38P - 1.55$

$r = 0.964$

when $P = 0$; $R = -1.55$ হবে যা practicable না। (-ve হতে পারে না,

when, $R = 0$, $P = 4.08$

$\therefore$ 4.08 এর কম Rainfall হলে কোন runoff হবে না
4.08 " বেশি " " runoff হবে।

$\frac{\text{Runoff}}{\text{Rainfall}} \rightarrow$ or. $\frac{R}{P} \rightarrow$ runoff coefficient [rainfall এর কতটুকু runoff হবে]

(or. $\frac{\sum \text{Runoff}}{\sum \text{Rainfall}}$

Exm এ runoff co-efficient (for 1 yr), ও হবে দিতে দিবে।

Scanned by CamScanner

$R = k_p P$

$k_p = \frac{R}{P}$ [Bardow's co-efficient = run off coefficient]

Table 5.1 — Exm → factors affecting run off coefficient

↓ factors affecting infiltration coefficient

→ (↑ factor ∴ ↑) run off ↑, ↑ factor ∴ ↑ infiltration ↑

↓ → k_p value ↑ run off ↑

Factors affecting run-off co-efficient (R_e)

1. Slope of the catchment

→ Solope → Flat → slow moving, infiltration ↑ R_e ↓

→ Steep → Run off co-efficient R_e ↑ (quick move, infiltration probability less)

2. Cultivation

Cultivation → Cultivated soil → obstruction against run off (natural) infiltration high R_e ↓

→ Uncultivated → R_e ↑ (infiltration low)

Scanned by CamScanner

3. Type of soil
- Sand — Re ↓ (infiltration high, course / spare)
- Clay — Re ↑ (infiltration low)

4. Vegetation
- No Vegetation — Re ↑
- Vegetative coven — Re ↓

root system ... infiltration ..., natural obstruction ... runoff ...

5. Rainfall Intensity
- Low — Re ↓
- high — Re ↑

Rainfall ... higher fraction infiltration, ... infiltrate ...
high rainfall ... soil ... infiltration capacity ... runoff ...
→ Low Rainfall → runoff zero or very little

Scanned by CamScanner

5. Degree of saturation

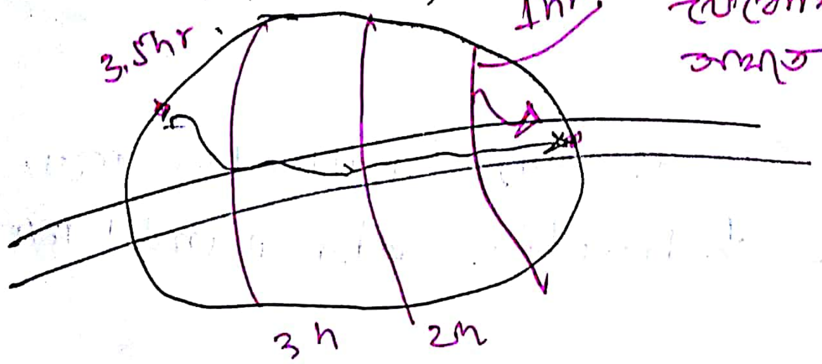
Rational method

for uniform intensity

→ peak discharge / যখন peak runoff হয়ে আসতে হবে)

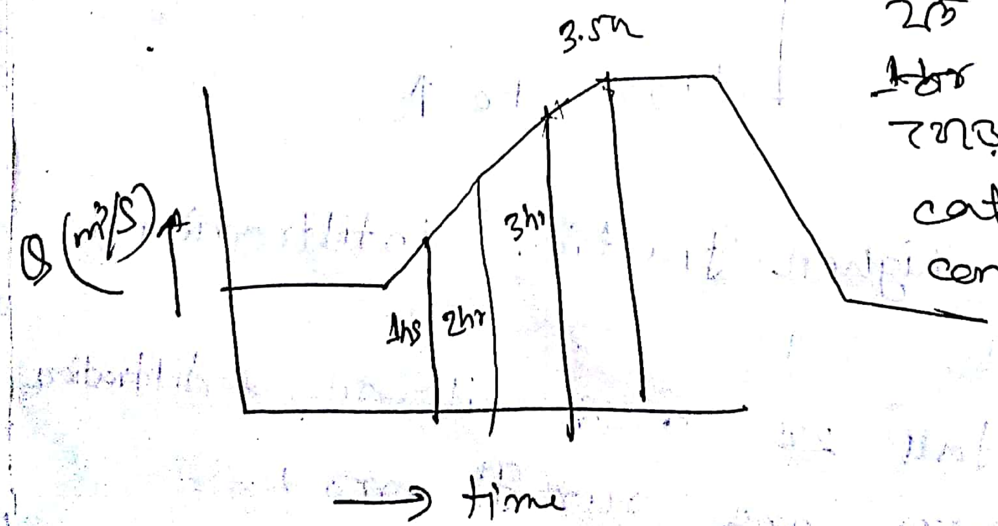
(যেকোনো point interms of time)

1hr line এই line এর উপর rainfall হলে সেগুলো বের exit point এ আসতে 1hr time লাগবে



Q = i = rainfall intensity

হলে peak discharge এর পর time যাবে তত ~~1hr~~ বেশি discharge বের হবে কারণ catchment area এর contribution বেড়ে যায়.



peak discharge ~~ক~~ কোনো হবে

সবচেয়ে farthest point থেকে runoff (outlet point এ 1st droplet) আসতে যে time লাগে, তাকে time of concentration বলে।

→ catchment এর সব point এ same intensity rainfall হবে।

→ large catchment এ অনেক time of concentration ততক্ষণ rainfall হবে।

→ smaller catchment (parking)

time of conc. ≤ rainfall duration

Rainfall duration ≠ (atleast) time of concentration না হলে peak discharge attain করতে পারে।

Q. Why rainfall duration should be high enough to attain peak value in Rational Method?

Q. Definition of time of concentration.

$Q_p = CiA$; appli... time of conc...

i = cm/hr (depth/unit time)

iA ⇒ rate of rainfall per unit time

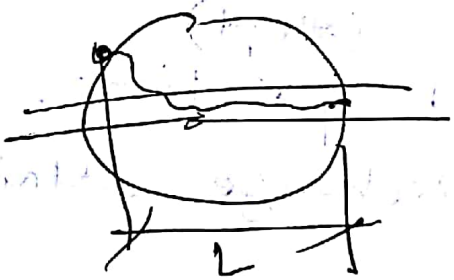
CiA → rate of runoff

↳ C = fraction of runoff

Q. ... design intensity of rainfall ... others data given ...

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

L = distan...



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

P = exceedence probability

... exceeded ... probability.

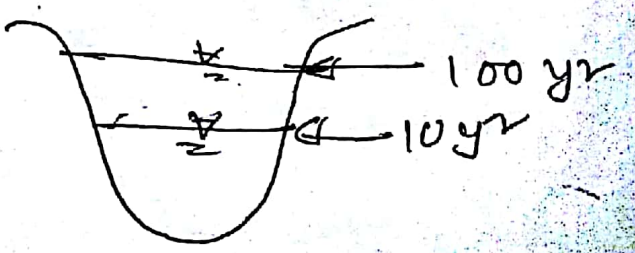
... 10 ... 1 ... exceeded ... 1, $p = \frac{1}{10}$

t_c = rainfall duration

T = return period

say, T = 10 yr

10 ... 1 ... 2 ... water level ... exceed ...

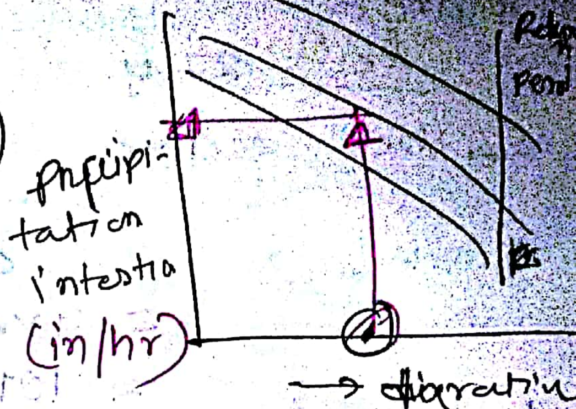


Net ... Return period ... exceedence probability

Scanned by CamScanner

Steps

→ t_c = duration (say 20 min)



Problem 2

peak discharge,

$R_e = 0.3 = C$ $L = 950$ m

$A = 0.85 \, km^2$ $T = 25$ yr

Slope = 0.006

→ curve এর value tabular form এ বসাতে হবে।

→ Duration vs depth / Duration vs intensity

interpolation করে depth আসবে, এরপর duration দিয়ে ভাগ দিলে intensity আসবে। then Q_p আসবে।

→ interpolate করে intensity (i) আসে or use করে Q_p আসবে →

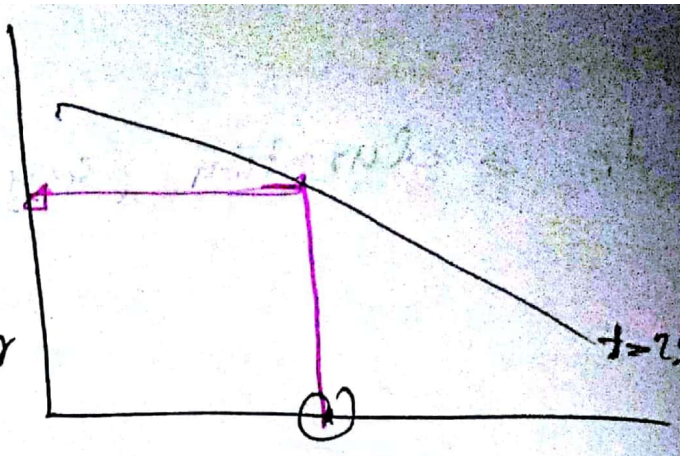
3.6 → unit conversion [mm^3/s to m^3/s]

better এর unit km & sec এ নিয়ে,

Solving,

$t_c = 27.4$

→ use curve



$= 4 \times 25.4$ mm/hr

$= 101.6$ mm/hr

from table $= 103.8$ mm/hr

→ **vol^m = depth × catchment area**

for the problem, t_c (duration) = 27.4 min

~~depth~~ intensity, i = 103.8 mm/hr

$t_c \times i$ = depth

$$\text{depth} = \frac{27.4 \times 103.8}{60}$$

$= 47.4$ mm

Scanned by CamScanner

Leeture 6

Sabbir sir
16.10.2017

Infiltration

Infiltration এত বেশি হলে runoff কম হয়।

Infiltrat

Q. Infiltration capacity & Infiltration rate এর মধ্যে connection কি/কিভাবে related?

→ total rainfall 100 মিমি, infiltration capacity 200

মাটির ভিতরে infiltrate হচ্ছে, but full rate/capacity তে হচ্ছে না, no runoff

Rainfall 500 মিমি, full rate এ infiltrate হচ্ছে, runoff ও হচ্ছে।

$f = i$ when $i < f_c$ ← infiltration capacity

Factors affecting infiltration capacity

→ slope কমলে infiltration rate কমে, flat হলে বাড়ে। inversely related to runoff.

→ sandy soil এ infiltration বাড়ে।

→ higher rainfall এ infiltration capacity higher হয়।

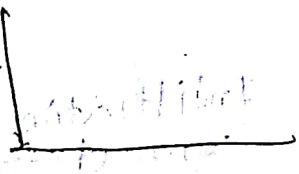
Scanned by CamScanner

→ degree of saturation

→ dry soil ∆ infiltration high হয়।

→ wet " ∆ " কম হয়।

top soil saturated হলে rate of infiltration is equal to gravitational drainage.



fluid Characteristics

High sedimented / suspended particle থাকলে or soil এর pore space block করে। ফলে infiltration কমে।

Q. Compare the infiltration capacity between forest soil & urban soil.

→ forest soil এ infiltration বেশি than urban soil.

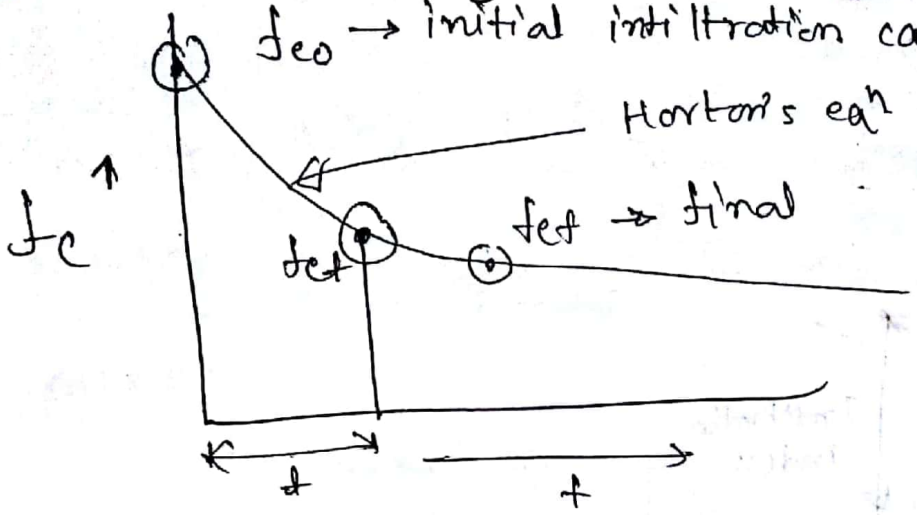
Reason:

1. গাছের শিকড় মাটির root system penetrate the soil, so infiltration increases.

2. মাটি uncompacted / loose থাকে

Scanned by CamScanner

Infiltration capacity equation



rainfall rate < infiltration rate ।

dry soil এ infiltration higher, কারণ soil এ pore space সব filled up নয়। প্রথমে infiltration rate, gravitational drainage এর জন্য কমে ।

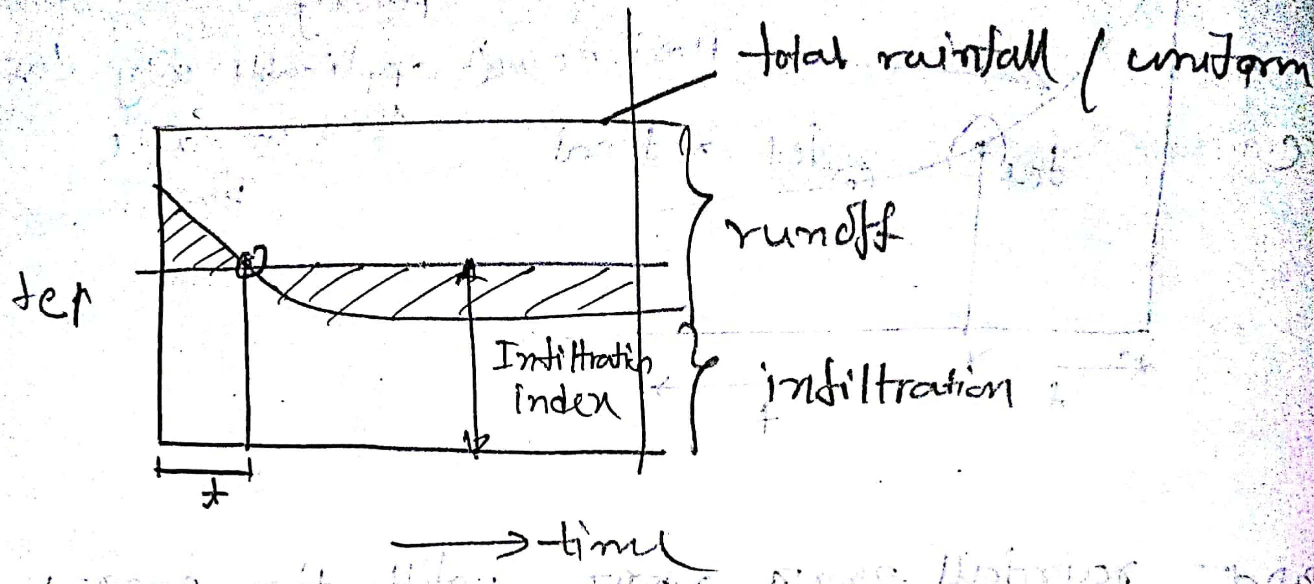
Q. Write down the infiltration capacity eqn & describe the different variables/parameter.

bare → without any vegetation cover

vegetative cover থাকলে f_c, 10 times বেড়ে যায়।

Scanned by CamScanner

Infiltration Index



যদি constant infiltration rate ধরে নিই in lieu of variable infiltration rate তবে, ϕr infiltration index.

এক্ষেত্রে total runoff volm & infiltration volm unchanged থাকবে।

→ Shaded area = uniform (Rectangular infiltration area)

→ Higher intensity rainfall এ হলে যদি loss of infiltration খুব কম হয় তবে ϕ-index constant হয়ে যায়।

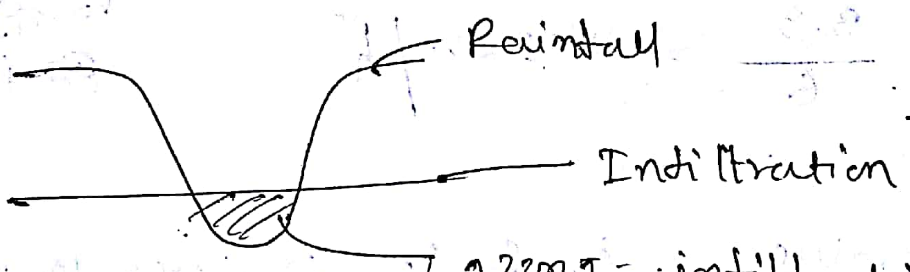
Scanned by CamScanner

→ initial loss কে infiltration loss এ include করা হয়।

→ **φ index.**

→ যেকোনো hr এর avg. infiltration rate যে লেভেল hr এ ~~Rainfall~~ Runoff হয়।

এখানে Rainfall always > infiltration হতে হবে।



→ এখানে φ index আসবে।

এইখানে infiltration এর portion φ index calculation এ আসবেনা।

Time of rainfall access — যত hr এ ~~rainfall~~ runoff হবে।

Problem.

Rainfall 10 cm
Runoff 5.8

এখানে যদি ইচ্ছা rainfall দেওয়া না থাকে, তাহলে incremental rainfall value যোগ/sum করলে total rainfall (এই case এ 10 cm) আসবে।

1st trial: time of access = 8h ধরে

infiltration $= 10 - 5.8$

$= 4.2$

$\therefore \phi_1 = \frac{4.2}{8} = 0.525$ cm/h

check → chart এ কোন rainfall value 'φ' থেকে কম আছে কিনা।

for this problem, 1st & 8th hr এ কোনো rainfall নাই। এতে infiltration হবে।

- Infiltration for next 6 hr $= 4.2 - (0.4 + 0.8)$ ← এগুলো rainfall ও infiltration
$= 3.3$

$$\therefore \phi_2 = \frac{3.3}{6} = 0.55 \text{ cm/h}$$

check কোন value ϕ_1 & ϕ_2 এর মাঝামাঝি আছে কিনা যদি থাকে, 3rd trial এর মাধ্যমে ঐ value বাদ দিতে হবে।

for this problem, no such value.

$\therefore$ Ans: $\phi = 0.55$ cm/h.

Q.

8h এর value গুলো randomly change করে দিলে ϕ index এর কোন change হবে না। যদিও rainfall pattern change হবে।

→ Subramanian — এর rule

ক) same process এর math

ক) যদি value hrly না দিয়ে 30min এ দেয়া থাকতো,

30min → 1st trial → $\frac{4.2}{4}$ = 1.05 cm/hr

(4 → 30 min → hr এ convert)

2nd trial → $\frac{3.3}{3}$ = 1.1 cm/hr

Ans

30min এ 0.525 cm/hr

then check values

4.2 − 0.9 = 3.3

খ) যদি value হতো 15 min এ দেয়া থাকত,

1st trial → $\frac{4.2}{2}$ = 2.1 cm/hr

→ $\frac{2.1}{4}$ → 0.525 cm for 15 min (same as before)

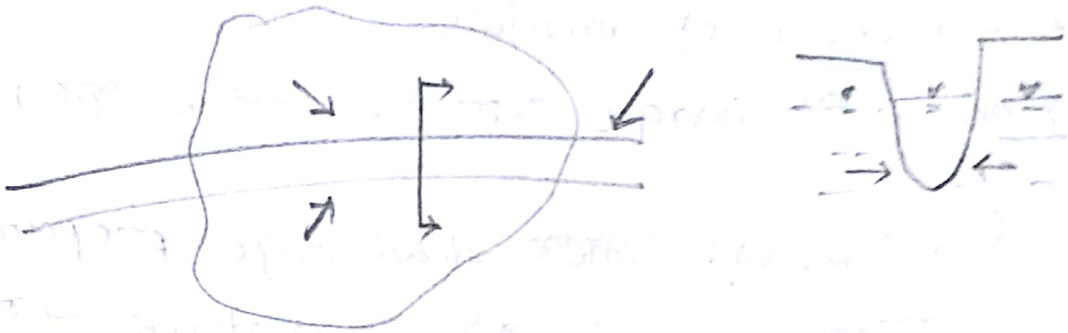
2nd trial → $\frac{3.3}{1.5}$ = 2.2 cm/hr (double of prev. ans)

Scanned by CamScanner

22.10.2017

Hydrograph:

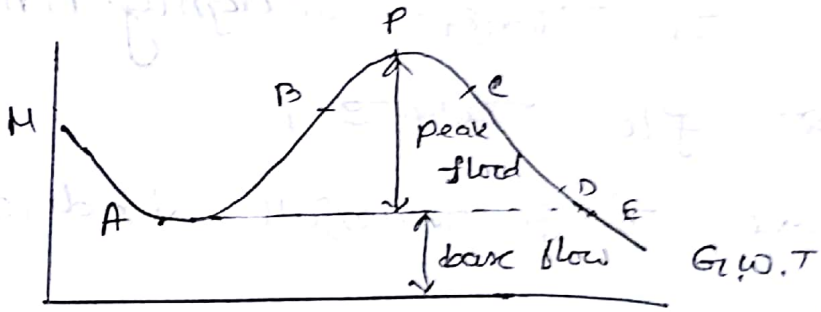
Hydrograph is for precipitation.



Surface runoff → additional flow.

Exit point → flow আসে — 1. Upstream থেকে
2. Surface runoff
3. Seepage from G.W

Time এর সাথে discharge এর variation – hydrograph



* MA portion downward, কারণ, অনেকক্ষণ দীর্ঘ না হলে G.W.T নীচে নেমে যায়। তখন Seepage কমে যায়।

* Rainfall - কমে গেলে discharge বাড়ে। Aggin একটা point এ গেলে peak flow attain করে।

Scanned by CamScanner

1. Draw a hydrograph & show different positions in the curve.

⇒ A → start of rainfall.

⇒ AB → Discharge বা flow rise করে।

↳ Time এর সাথে discharge proportionately বাড়ে। (∵ এই curvature indicate করে rate increase করে বেশি)

⇒ BP → ⌒ অর্থাৎ discharge বাড়লেও rate কমছে।

⇒ D → বৃষ্টি না থাকলে roughly MADN line এ flow থাকত।

D এর উপরে rainfall induced runoff.

D এর নীচে base flow.

⇒ clay type soil এ infiltration, percolation কম, sand এ বেশি, sand এ বৃষ্টি খুব হওয়ার সাথে সাথেই base flow বাড়তে থাকে।

Scanned by CamScanner

DN → Base flow recession হয়। Rainfall induced runoff নাই।

B → inflection point.

Methods of Base flow Seperation.

Rainfall এর আগে flow থাকলে differentiate করতে হবে কে

Method-1 – Straight line method:

সব point এই A point fixed. A point হল commencement of direct runoff or rainfall induced runoff. মোটামুটি বৃষ্টি শুরু হলেই এটাও শুরু হয়। আগের flow ও আছেই।

* A → sq km.
* peak থেকে N days ~~bo~~ পর rainfall induced runoff আর থাকে না

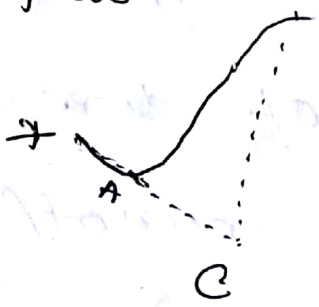
* যে point এর পর line straight line হয়ে যায়, তাকে বলে end of direct runoff.

Scanned by CamScanner

[software এবে slope determine করে বের করার হয়, catchment area তে]

→ E point তে ~~আছে~~ ground water এর contribution.

* Method 1 তে A & B connected. AB এর উপর direct runoff, নীচে base flow.



→ intersecting point C

* 1 এর ~~diag~~

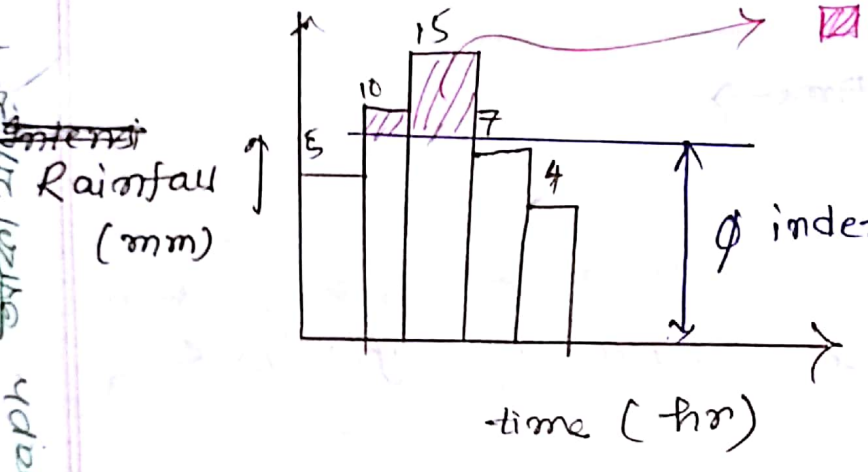
*A & F arbitrary line. AFE এর নীচে base flow. এখানে এই method এ base flow বের

Scanned by CamScanner

E.g. Actually কি করি?

আমরা ①, ②, ③ কোনটাই use করি না।
Practically AE connect করি। AE এর উপর direct flow, নীচে base flow.

Effective Rainfall



Effective rainfall
Rainfall excess or excess rain

← Rainfall Hyetograph. (চলমান আছর rai এর depth)

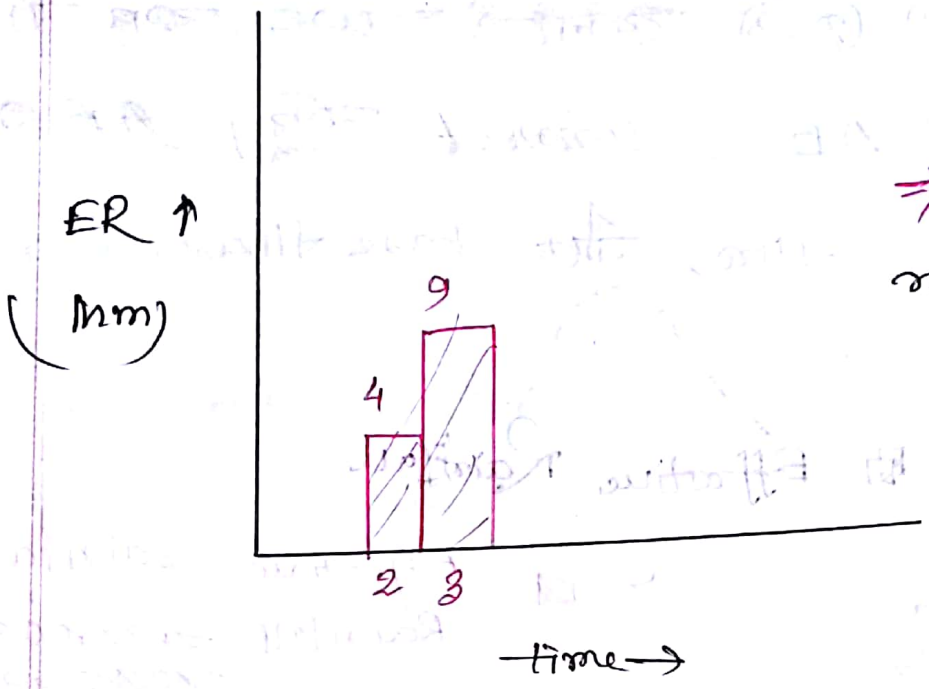
→ Loss line.

এই line এর নীচে পানির যে পরিমাণ infiltration হয়। উপরে পানি কি পরিমাণ direct runoff.

Suppose — এই line এর value 6. 1st ho ৩ ঘণ্টায় direct runoff নাই, 2nd hour ৪ 4mm direct runoff, 3rd hr ৯ 9mm direct runoff.

* rainfall intensity হিসাবে depth এর graph আকারে

Scanned by CamScanner



⇒ Effective rainfall hyetograph.

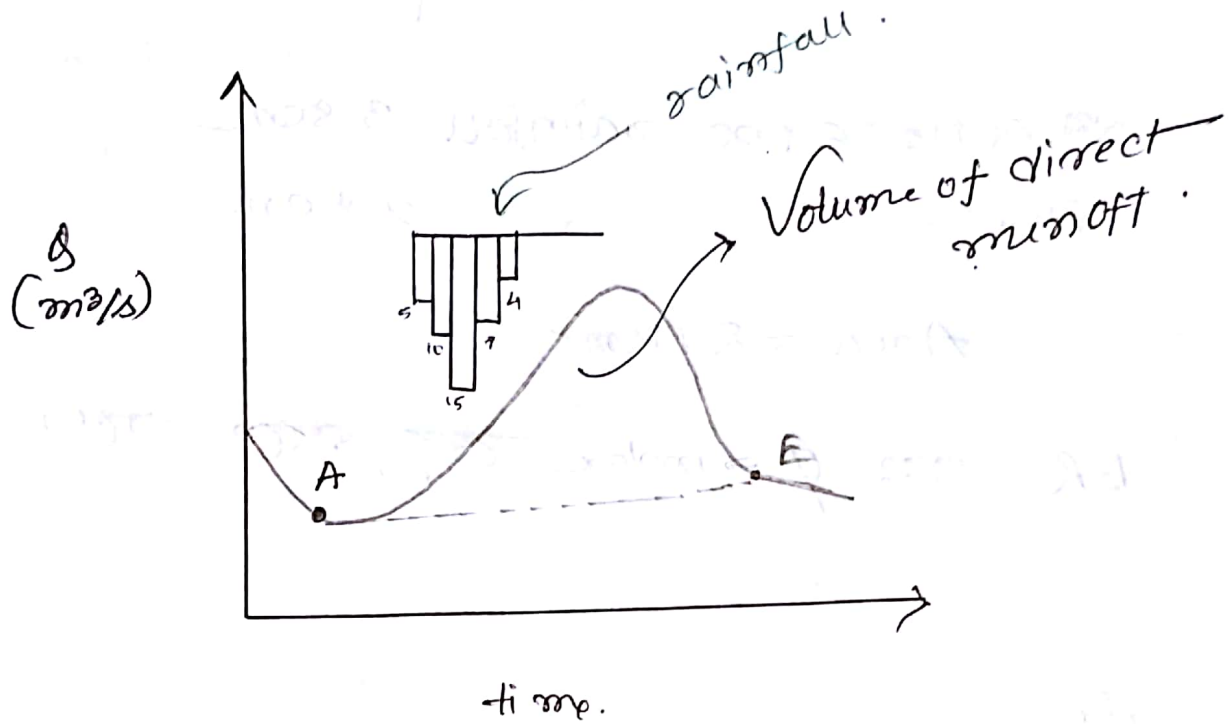
Qus. what is the depth of effective rainfall ?

→ (4+9) ⇒ 13 mm.

Volume of effective rainfall = 13m * A

Area of catchment

Scanned by CamScanner



A → Start of rainfall.

E → End of direct runoff. [এর পরে straight line হয়]

Basic concept of hydrograph

Volume of direct runoff = Volume of ER

depth of direct runoff = depth of effective rainfal

Scanned by CamScanner

Example 6.2 [এই type অংক must exam এ আসবে]

প্রথম চার ঘণ্টার rainfall 3.8cm.

পরের ঃ " " 2.8 cm.

Area = 27 km²

ER এবং ϕ - index বের করতে হবে।

Solution:

বের করতে হবে,

2.8cm এর মধ্যে direct runoff কত?

এর নিম্ন N সমীকরণ পর্যন্ত [Subramanya] infiltration বের।

formula থেকে পাই peak হয়ে 38.5 hr পরে end of direct runoff.

[exam এ ques যেমন থাকে যেন আঁকতে হয়]

Observation থেকে বুঝতে পারি 48 hr

Scanned by CamScanner

hour এর পর end of runoff. (approx value)

0 হতে flow 5

48-th এ " 5

∴ direct runoff 5.

per hour এ baseflow = $\frac{2}{42}$

Exam ⇒ Suppose 0 তে 5

E " 7 } (7-5) = 2

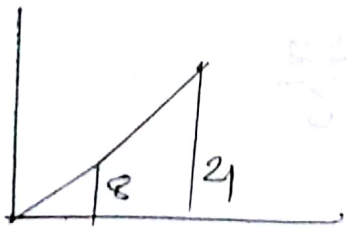
6 hr " " = $\frac{2}{42} \times 6$.

তাহলে slope বের করতে হবে।

6 hr এর বাড়ে - - - .

** Linear interpolation করে তখন direct runoff বের করব।

Time	0	6	12	18	24	30	36	42	48
Direct runoff	5	8	21	16	11	7	4	20	



[trapezoidal rule applied]

Scanned by CamScanner

Area under curve:

$\frac{1}{2} * 6 * 8 + \left(\frac{8+21}{2} * 6\right) + \dots$

$= 3600 * 6 *$ sum of ordinates

↑ time diff. between each reading.

↓

Y axis hr ও. যদি second এ নিলাম

Depth of direct runoff = effective rainfall depth of.

* check দিতে হবে,

total runoff ≥ effective runoff কিনা,

* এবং নিচ্ছ -খুজে সমস্ত infiltration হচ্ছে।

⇒ বৃষ্টি হচ্ছে 8hr ধরে,

total duration = 4+4 = 8hr.

$\frac{(6.6 - 5.52)}{8}$ → Infiltration.

Ques. Runoff co-eff কত?

⇒ $\frac{\text{runoff depth}}{\text{Total rainfall.}} = \frac{5.52}{6.6}$

Scanned by CamScanner

+4 hr la loss 400?

$0.135 * 4 = 0.54$

total − 4 hr loss

$3.8 - 0.54 = 3.26$ cm.

$2.8 - 0.54 = 2.26$

$3.26 + 2.26 = 5.52$ cm

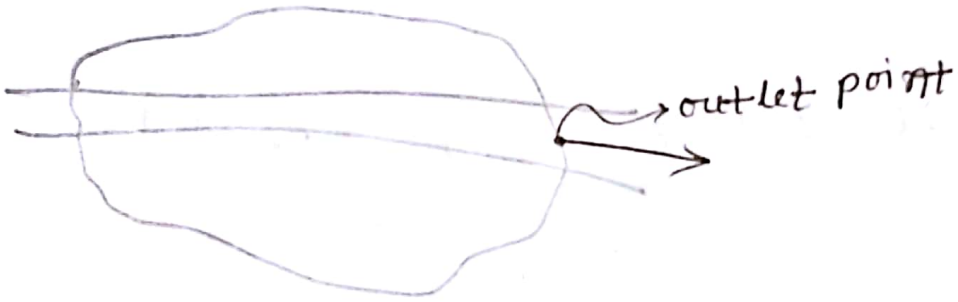
Scanned by CamScanner

29.10.2017

Unit hydrograph:

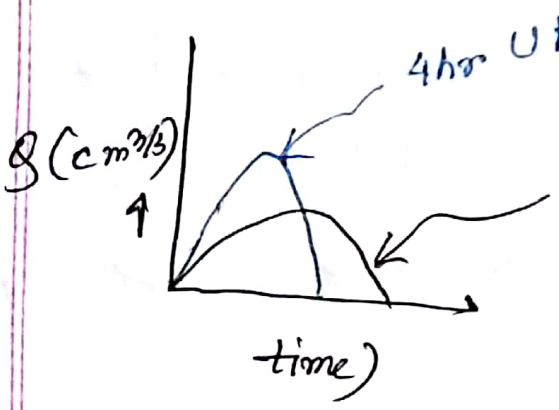
কোন catchment এর particular location এ 1 cm ER হয় এমন নির্দিষ্ট সময় ধরে, তখন outlet এর response কে বলে 1 একক এর জন্য unit hydrograph

↳ flow over time response at outlet point.



ER → Total rainfal − loss

1 cm ER ⟶ 6 hrs



6-hr unit hydrograph.

* unit 1 cm এর পরিবর্তে 1" 3 হতে পারে, 1 mm ও ...

1 cm ER ⟶ 4 hrs.

4-hr unit hydrograph

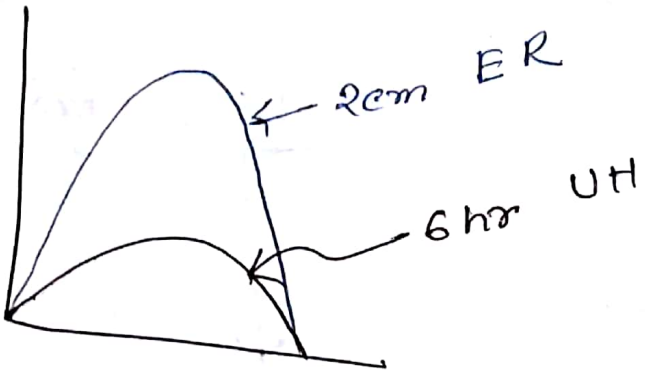
↳ কিছু Ques এ বলা না থাকলে 1 cm ধরে নিব,

Scanned by CamScanner

Intensity বেশি 4-hr unit hydrograph হবে। কারণ কম সময়ে বেশি ER.

Say, total rainfall 6hr → use করবে 6-hr unit hy
" " 4hr → " " 4hr- "

যদি 6 ঘন্টায় 2cm ER হয়, just double হবে।



Unit hydrograph * ER → direct runoff hydrograph

Scanned by CamScanner

Unit ⊛ hydrograph

↓ * ER

DRH [rainfall induced runoff]

↓ + Baseflow [Normally এটার flow থাকে]

Storm hydrograph

or,

Flood hydrograph

Exam:

DRH বের করতে হলে শুধু ER দিয়ে দুগ করব,

SH or FH ও " এবার base flow যোগ করতে হবে।

complex আসতে পারে।

Constant or variable

প্রতি দুই ঘন্টায়
0-6cm করে বাড়ছে

Scanned by CamScanner

Again: Complex event 3 → UH×3

১ম 6hr এ ER 6cm

২য় " এ ER 2cm → UH×2

} time lag 6

Again:

OH given (actual storm event given) → DRH কত?

→ UH কত?

যদি single storm event

& singe Rainfall " এর জন্য শুধু

[আসবে exam এ]

UH → DRH → OH ⇒ complex আসতে পারে।

~~Exam~~

Example 6.4

[Exam এ এরকম different time interval এর math থাকবে না]

Time 0 3 6 9 12

এই time এর সাথে 6-hr unit hydrograph এর কোন relation নাই।

Rules: At least 6 hr এ report করে থাকতে হবে 6-hr unit hydrograph থেকে। Better : আরো বেশি reading নেয়া। প্রতি মিনিটেই reading নিতে পারি, তাহলে curve draw করা easier হবে। But at least 6hr পর পর নিতে হবে।

* Generally Our ER = 6 hr rainfall হয়ে।

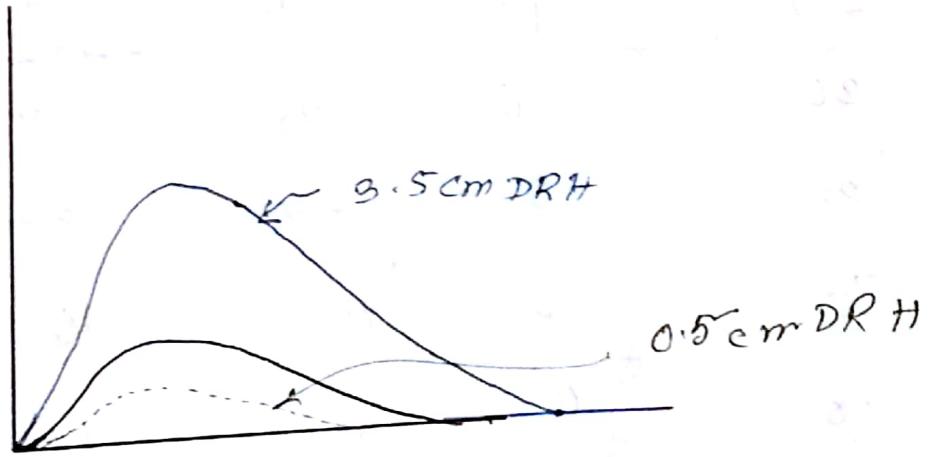
Scanned by CamScanner

Rainfall যদি 6 ঘন্টা করে হয় থাকে →
6hr UH use করবো।

ER = 3.5cm.
Duration = 6 hr

যে chart দিয়া, তাতে UH ordinate for 1cm rainfall. তাদুলোকে just 3.5 দিয়ে multiply করলেই হবে।

25 * 3.5 = 87.5



Volume of direct runoff = 3.5 times of unit hydrograph

Scanned by CamScanner

Example 6.5

6hr-Unit hydrograph given.

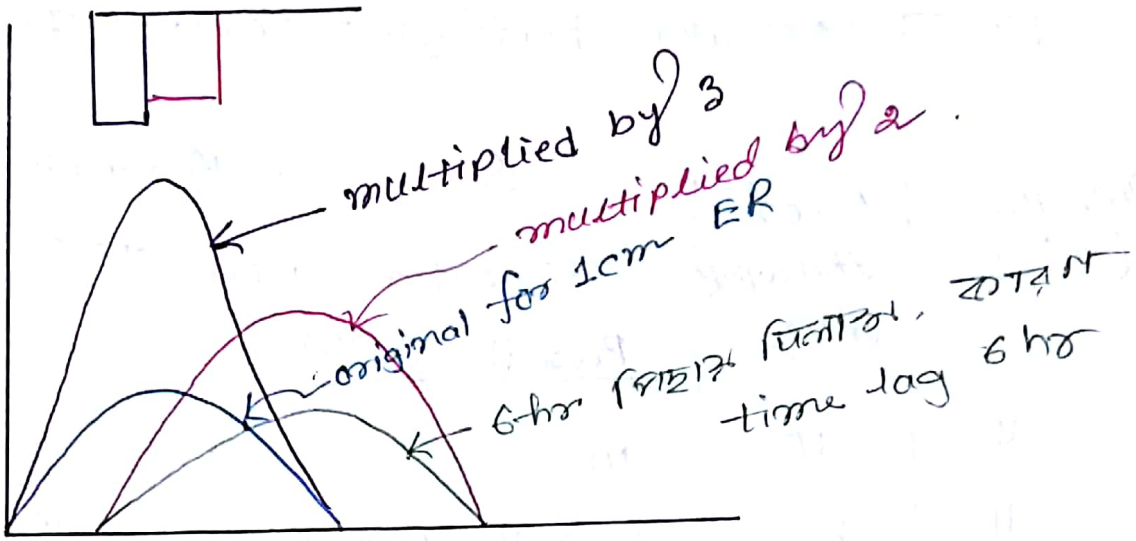
প্রথম 6 ঘণ্টার ER = 3 cm

পরের 6 " ER = 2 cm.

Ques

Time (hr)	6-hr UH (m^3/s)	DRH for (m^3/s) 3cm ER	DRH for 2cm ER	DRH for 5cm ER
0	0	0	0	0
6	5	15	0	0
12	15	45	[5*2] 10	55
18	21	63	[15*2] 30	93
24	18	54	[21*2] 42	96
30	16	48	36	84
36	8	24	32	56
42	5	15	16	31
48	0	0	10	10
54			0	0

Scanned by CamScanner



▨ + ▨ → total রান

* আমরা flood forecast করতে পারি। কারণ discharge মাপার দরকার হচ্ছে না,

Ques. Exam এ graph আঁকতে না বললে আঁকতে হবে না

Scanned by CamScanner

Q) $10 m^3/s$ ⟶ base flow ⇒ SH or fH কত?

[অবস্থানের সাথে base flow যোগ করব]

Ans প্রতি 1 ঘন্টায় $2 m^3/s$ করে base flow বাড়ছে

Base flow (m^3/s)	Flood Hydrograph (m^3/s)	Base flow (m^3/s)
10	10	10
10	25	11 or 10 যেকোনটা use করা যাবে
10	65	12
10	103	13 or 12
10	106	14
10	94	14 or 15
10	66	16
10	41	16 or 17
10	20	18
10	20	18 or 19

Scanned by CamScanner

26.11.2017

* 6 ঘন্টার 1cm effective rainfall হলে বলে 6-hour unit hydrograph.

* UH [unit hydrograph]
↓ * ER [effective rainfall]
DRH [Direct rainfall hydrograph]
↓ + Base flow
Storm hydrograph / flood hydrograph

* Originally unit hydrograph 6/4/2/1 যেকোন hr হতে পারে।
main fact হল ——— hr এ 1cm eff. rainfall হলে output response কি হবে।

*Base flow 2 রকম ভাবে থাকতে পারে,
(1) Constant base flow হলে প্রতি hour এ যোগ হবে একই,
(2) Suppose প্রতি 12 hr এ 12 m³/s করে increase করে।

	Base flow (m³/s)
0	10
6	(10) → interpolation লাগবে না exam এ।
12	12
18	(12) → এতক্ষণ higher value achieved না হয়, আগেরটা থাকবে।
24	14
30	14

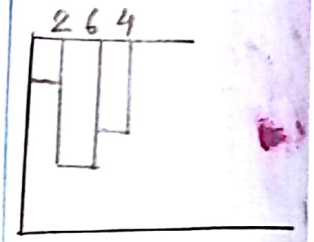
Scanned by CamScanner

Example 6.5:

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

Given,
ϕ -index
= 0.25 cm/hr

0.25 * 6 = 1.5
হল infiltra
loss.



এই তিনটি
আলাদা আলাদা
we কে sum করে
combined effect পা

* Interval যদি 6-hr বলে 6-hr unit hydrograph নামাবে। Interval 5-hr হলে 5-hr unit hydrograph use করতে হবে।

* চাইলে একে (6+6+6) = 18hr unit hydrograph দিয়ে করা যায়।

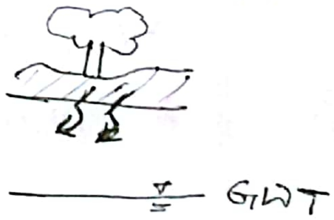
* 6-hr unit hydrograph কে আবার অন্য unit hydrograph use করতে পারি।

Scanned by CamScanner

→ আবার, suppose 35 hr বৃষ্টি হল। এরকম large rainfall হলে তাকে generally ছোট ছোট ভাগ করে lag করায় করায় unit hydrograph বের করা হয়।

* Effective rainfall = Rainfall excess ⇒ কি পরিমাণ পানি flow হয়ে বের হয়ে যাবে outlet point দিয়ে।

* Gravitational drainage এর কারণে soil এর field capacity এর 70% নীচে চলে যায়। ফলে যতক্ষণ বৃষ্টি হতে থাকে, top soil এ ততক্ষণই infiltration loss হতে থাকে।



Ques. Data:

Time (hr)	UH (m^3/s)	DRH for 2 cm ER (m^3/s)	DRH for 6 cm ER (m^3/s)	DRH for 4 cm ER (m^3/s)	DRH (m^3/s)
0	0	0	0	0	0
6	5	10	0	0	10
12	13	26	30	0	56
18	21	42	78	20	140
24	17	34	126	52	212
30	9	18	102	84	204
36	0	0	54	68	122
42			0	36	36
48				0	0

Scanned by CamScanner

* Unit hydrograph * 2 = DRH for 2cm ER

* unit hydrograph * 6 → एक step नीचे नीचे निचा खिसकेगा, अर्थात 6 hr का lagging.
→ ~~for~~ DRH for 6cm ER

* Unit hydrograph * 4 → ~~एक~~ दूसरे step नीचे नीचे निचा खिसकेगा। अर्थात 12 hr lagging

* Base flow 15 m3/s ques ⇒ given

* DRH + Base flow = Flood hydrograph.

Baseflow (m3/s)	Flood hydrograph (m3/s)
15	15
15	25
17	73
17	157
19	231
19	223
21	143
21	57
23	23

Scanned by CamScanner

10.12.2017

Example 6.6:

Storm hydrograph (অর্থাৎ last graph) টি দেওয়া আছে। Back calculation করে unit hydrograph বের করতে হবে,

* প্রথমে identify করতে হবে base flow আছে কিনা।

* rainfall শুরু হলেই runoff শুরু হয়।

* দেখতে পাচ্ছি, time t=0 তে discharge = 10 m^3/s. অর্থাৎ এটাই base flow. কারণ 0 তে মাত্র rainfall শুরু হল।

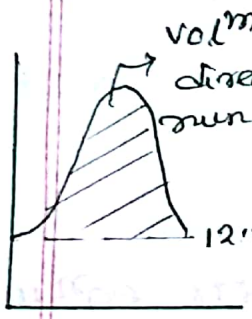
* End of runoff generally আমরা eqn use করে বের করিনা, বরং Observation থেকে করি। Observe করি, যখন rate of change টা মোটামুটি constant or straight line হয়,

84 এর পর straight line / 90 এর পর straight line এরকম মোটামুটি assume করতে পারি। স্যার assume করে নিছেন 90 তে 12.5 থেকে straight line এরকম।

* 0 থেকে 10, 90 থেকে 12.5, ∴ 6 hr পর base flow বের করতে গেলে interpolate করা।

* table এ base flow কে 0.25 এ rounding করা হয়েছে। exact value নিলেও কোন problem নাই।

* AB কে base ধরে curve আঁকলে, তার area হল volume of ~~area~~ ER / D.R



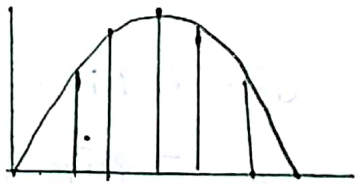
em ER

↓

$x * A$

= volume of direct runoff.
↳ 12.68 Hm³

volume of ER



* 587 value পর পর 6 hr এ।

* ER depth পাই = 3cm

↳ DR hydrograph / ER = unit hydrograph.

Scanned by CamScanner

Ques. Storm hydrograph থেকে unit hydrograph কেন বের করি? কি কাজে লাগে?

- Future এ rainfall হলে, 6 hr unit hydrograph জানা থাকলে খুব সহজে ER দিয়ে গুণ করেই outlet response পেয়ে যাব।

- Again, একটা 6 hr unit hydrograph থেকে 4hr/8hr UH বানাতে পারি।

Ques 6 hr UH আছে। 12 hr eff. rainfall হল = 2 cm. Step কি হবে?

→ 6 hr UH কে 12 hr UH তে নিব।

→ 12 hr UH * ER → 12 hr direct runoff hydrograph

Alternative:

→ ধরে নিব uniformly বৃষ্টি হচ্ছে

→ 6 hr এর hr বের করব + (পরের 6 hr কে lag করবার 6 hr)

→ যদি 4 cm হয়,

6 hr UH * 2 cm + (6 hr lag) * 2.

→ যদি 35 hr হয়। → 6 hr করে লেগ করে নিব (last এ 2 ঘন্টা থাকলে 6 hr ই ধরে যাবে generally; 5-4 করার কোন দরকার নাই।)

Scanned by CamScanner

↳ প্রথম 6hr + -প্রতি ঘন্টার জন্য lag করবেন

→ 33hr দিবে → ৯ন

↳ (5*6) ⇒ 5 hr 6 hr graph

+ (6hr UH থেকে 3hr UH বের করে) * ER

Important for recruitment exams

Example 6.7

→ Flood hydrograph এর peak 270 m^3/s

* আগের math এ অনেকগুলো time এর জন্য করেছি ; এখানে only one point

Storm hydrograph - base flow

$= (270 - 20)\ m^3/s$

$= 250\ m^3/s$.

UH → (* ER) → DRH → (+ base flow) → SH

rainfall হচ্ছে 5.9 cm,

loss হচ্ছে 0.3 cm

∴ ER 5.6 cm.

** Next week বুধবার CT.

Syllabus : Runoff (only math)

Scanned by CamScanner

Problem 1 (rainfall run off co-relation equation)

Problem 2 Idf curve or IDF equation এর math.

(বুধবার ২টায় C.T.)

Scanned by CamScanner

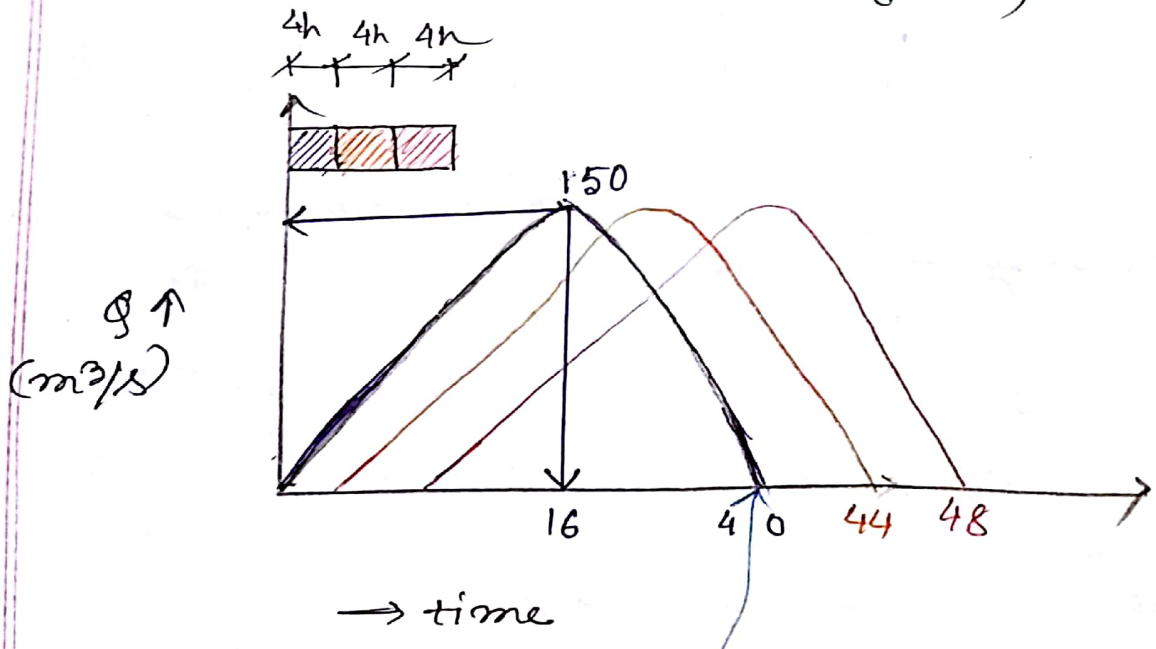
17.12.2017

6.8 Unit hydrograph of different durations:

→ Effective rainfall হয় 4 ঘন্টার
→ Unit hydrograph আছে 6-hr
→ সেক্ষেত্রে 4-hr UH বের করে নিতে হবে।

* Method of superposition:

→ Whole number multiple হলে use করা যাবে। (যেমন: 6-hr থেকে 12 hr, 18 hr বের করা যাবে, but 3hr যাবে না)



4 ঘন্টায় a cm effective rainfall হলে outlet point এ flow measuring device এ Q reading আসবে

Scanned by CamScanner

* 4 hr UH এবং 12-hr UH এর মধ্যে peak বেশি হবে 4 hr এর ক্ষেত্রে। কারণ 4-hr এ থাকে 1 cm effective rainfall, 12-hr এ থাকে 1 " " " , Volume same আসবে ; but peak diff.

* combined effect এ পাচ্ছি 12 hr এ 3 cm eff. rainfall. 3 দিয়ে ভাগ করে পাই 12 hr UH.

S-curve method :

→ Whole no. multiple না থাকলে use হয়।

→ Infinite time এর জন্য outlet response draw করলে S-curve হয়।

→ u_1 আগের এর ordinate.

→ u_2 এর সময় u_1 যোগ হচ্ছে

→ u_3 " " u_1, u_2, u_3 যোগ হচ্ছে।

→ peak attain করার পর rainfall add করতে থাকলে constant হয়। কারণ তখন যতটুকু add হয়, starting এর ততটুকু minus হয়।

Scanned by CamScanner

D-hr → T-hr

6 → 4

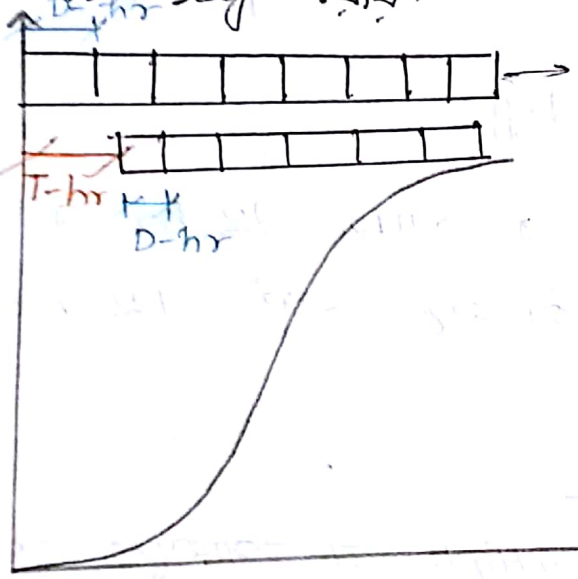
Technique

Suppose D-hr UH থেকে T-H UH বের করতে হবে,

(1) D-H এর S-curve বের করতে হবে।

(2) আবেকার S-curve draw করতে হবে

T-hr lag করবে।



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

$= \frac{1}{6}$ cm/hr

T-hr এর rainfall $= \frac{1}{D} * T$

$= \frac{1}{6} * 4$

$= 4/6$ cm.

↳ T-hr এ 4/6 cm response এর hydrograph পাব।

Scanned by CamScanner

③ * D-hr UH থেকে T-hr UH কিভাবে বের করে পাই T-hr এ T/D rainfall এর জন্য response.

④ এর ordinate কে কোন ভাষা ভাড়া করতে হবে T/D দিয়ে। তাহলে T-hr এ unit hydr. পাই।

Example 6-10 (Imp. for exam)

[Slightly diff. procedure] (than slide)

* 4hr UH → 2hr UH

* 4hr UH atleast 4-hr এ report করা উচিত।

* 2 hr UH আরো shorter duration এ আরো high intensity rainfall. তাই at least 2-hr এ report করতে হবে। Ques এ given time hr: 0 (2) 4 (6) 8 (10) 12

লাগবে।

* 6 থেকে 4 করার সময়:

6 8 10 12 14 16 18 20 22

2-hr এ report করবে। [6, 4 এর ল.সা.গু = 2]

* 6-hr → 5hr এর সময় report করবে per hour [কোরা ল.সা.গু. = 1]

Scanned by CamScanner

* δ curve হবে D-hr.

*** slide এ intermediate value বের করছে graph এঁকে ; but exam এ linear interpolation করলেই হবে।

*** 3rd column (δ-curve addition) করতে হবে না exam এ।

** D-hr ⟹ 4hr
T-hr ⇒ 2hr

* 0+20 = 20

20+80 = 100

* 8+43 = 51

51+110 = 161

**** exam এ আসতে পারে।

Scanned by CamScanner

Colm
① ② ③ ④

→ 4-hr interval এর 2-hr curve নেব

Time	Q (m³/s)	S-curve	S-curve lagged by 2hr	③ - ④
0	0	0		0
2	10	10 (0+10)	0	10
4	20	20 (0+20)	10	10
6	50	60 (10+50)	20	40
8	80	100 (20+80)	60	40
10	105	165 (50+105)	100	65
12	130	230 (100+130)	165	65
14	140	305 (165+140)	230	
16	150	380 (230+150)	305	
18			380	
↓	↓		↓	

* divide করবো T/D দিয়ে → 2/4 দিয়ে
↳ 0.5 দিয়ে ভাগ
↳ ভাগ হলে চুপ,

Scanned by CamScanner

D-hr ⟶ T-hr

6-hr ⟶ 4-hr

Time	Q (m³/s)	S-curve	Q curve lagged by 4hrs	Col^m(3) − Col^m(4)
0	0	0		
2	6.67	6.67		
4	13.33	13.33	0	
6	20	20	6.67	
8	30	36.67	13.33	
10	40	53.33	20	
12	50	70	36.67	
14	60	96.67	53.33	
16	70	123.33	70	
18	80	150	96.67	
20	96.67	193.33		
22	113.3			
24	130	280		

* ভাড়া করতে হবে T/D = 4/6 দিয়ে।

exam এ আসবে

Ques ও Value same. But time যেমন 0-6-12-18 6hr UH থেকে 4hr UH তৈরি করতে হবে।

Scanned by CamScanner

14.01.2018

Ques. ৩ hr থেকে 3hr unit hydrograph বানাতে পারে।

* মঙ্গলবার → runoff chapter এর problems (২টা)
Networks " → infiltration " " (২টা)

Lecture note-2

Precipitation (Background)

Atmospheric water তিনটা phase এ থাকে।

↳ Solid ⇒ Snow cloud form করে snow fall হয়।

↳ Liquid ⇒ Rainfall

Ques. What is cloud?

- পানি condensed হয়ে cloud হয়।
- যত উপরে যাই, air শীতল হয়, moisture এর পরিমাণ ও কম; (শুধু মাত্র wind speed বাড়ে সবই কমে)

Scanned by CamScanner

* troposphere এ 1st 10 km এ temperature fall করতে থাকে।

↳ Environmental Lapse Rate: 6.5°C/km

↳ ∴ troposphere এর boundary তে temperature প্রায় 65° C কমে যাবে?

Ques কেন মেঘ উপরে form করে যদিও নীচের দিকেই moisture content বেশি?

— কারণ temperature বেশি হলে air এর moisture carrying capacity ও বেশি।

— যখন উপরে উঠে, তখন moisture carry করতে পারে না। Higher elevation এ অনেক moisture উঠলেও condensed হয়। যদি water droplet size < 0.1mm (avg. value) হয়, তখন gravity action থেকে friction or air turbulence create হয়। তাহলে বৃষ্টি হয় না। Otherwise হয়।

*Highest rainfall area কোথায় world এ?

Scanned by CamScanner

* fridge এর temp. 5°C. আর 3.5 km উপরের মত।
বাইরের moist air

* Dust particle এর চার পাশে জমা হয়।

Specific humidity:

Room এর air mass এর সাথে moist air এর ratio.

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

exam qus. **Unit:** kg of vapor / kg of moist air.

kg/kg

Scanned by CamScanner

Vapor pressure:

কোন জায়গায় নিম্নচাপ (low pressure) মানে solar radiation এর কারণে soil heated up হয়ে air ~~এর~~ উপরে উঠে যায়। অর্থাৎ air mass কমে যায়। Air mass কোন জায়গা থেকে কমে যাওয়াই Low pressure.

* total air mass এর (3-4)% হতে পারে vapor pressure.

* সব air component এর partial pressure এর sum হলো vapor pressure.

$$e = \rho_v R_v T$$

$$P_d = \rho_d R_d T$$

$$P = \rho_a R_a T$$

$$\boxed{P = P_d + e}$$

$PV = nRT$ থেকে একটু অন্যভাবে লেখা।

Scanned by CamScanner

Saturation vapor pressure (es)

→ Maximum পরিমাণ moisture air carry করতে পারবে, তার corresponding vapor pressure হল saturation vapor pressure. Certain temperature এর জন্য fixed.

* dry air এ $e = 0$
e_s = fixed.

* e হল যা present আছে, তার corresponding vapor pressure.

Relative humidity:

→ maximum capacity এর কাছে present এর ratio.

$$R_h = \frac{e}{e_s}$$

Important for exam → কেন R_h preferable by weather people?

1. → easy to understand
2. → air mass measure করা অনেক tough, air pressure easily measure করা যায়।

Qus. 25°C থেকে যদি temp. 20°C হয়, relative humidity কি বাড়বে নাকি কমবে?

→ বাড়বে। কারণ e fixed. temp. কমায় e_s কমবে।

Scanned by CamScanner

$e @ T = e_s @ T_d$ → এই e মানটাকে fixed রেখে temperature কমালে T_d তে saturated হয়।

↳ Suppose 25°C এ moisture content ছিল e

* T_d এর নিচে temperature এ fall করলে dew form করে।

↳ কীভাবে temperature কম, humidity বেশি হলে বুঝা যায়

Ques. কেন July আগেও everest চূড়ায় বরফ থাকে?

→ Mean sea level থেকে 6.5°c/km এ করে temperature কমে। সেখানে 5~8 km range এ always ই sub-zero temperature থাকে। So, due to environmental lapse rate.

Scanned by CamScanner

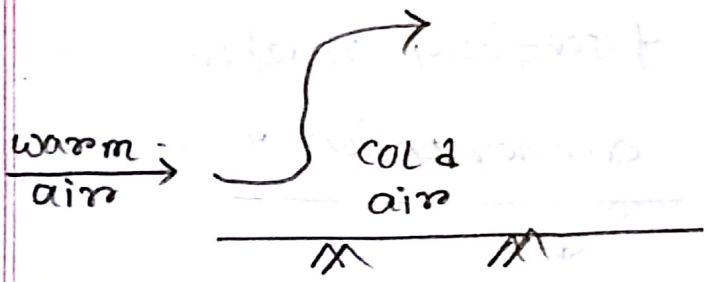
Formation of - precipitation:

তিনটি কারণে air mass lifting হয়ে থাকে।

① Frontal lifting:

* cold air এর density বেশি,

~~② Orographic~~ ও



Scanned by CamScanner

b. Orographic lifting

c) Convective lifting:

* নীচের জল। ভারী হওয়ায় air হালকা হয়ে উপরে উঠে যায়।

* Snow cloud এ বলে freezing nuclei
* Rain " " condensation "

↓

water বলা condensed হতে পারে না। — এদের surface tension নামে, যার দ্বারা দিকে জল। হয়।
(Surface tension)

Scanned by CamScanner

* কিসে process এ size of droplet increases or decreases.

* evaporation এ droplet size কমে।

* যখন condensation, ~~etc~~ falling etc দিয়ে নীচে নামে, আবার যখন aerosol এর মত হয়ে যায়, তখন turbulent air action এ আবার উপরে উঠে। প্রতি drop এ প্রায় ১০বার এরকম cycle হয়।

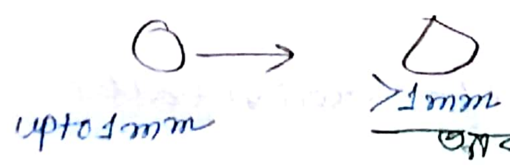
<u>Ques</u> Rainfall এর dia. কেন 0.1 mm এর নীচে হয় না?

— It can't come out of cloud. (Lecture এর শুরুতে আছে details)

~~Ques~~

** 1mm পর্যন্ত rain drop spherical হয়।

<u>Ques</u> কেন 3mm এর চেয়ে বেশি হয় না rain drop এর size?



⇒ 3mm এর বেশি হলে আবার rain drop ভেঙে যায়।

Cloud seeding:

Condensation nuclei না থাকলে add করা হয় যেন precipitation হয়। But nuclei আছে, moisture নাই, তখন problem

forms of precipitation:

≥ 0.5 mm হলে বলি rainfall.

< 0.5 mm → " drizzle.

* Trace amount → খুব কম amount. measure করা যায় না।

Snow:

freezing nuclei এর চারপাশে water জমে হয়।

density কম → 0.1 gm/cm3

Drizzle:

Lower elevation এ generally drizzle form করে।

actually tiny drop of rainfall.

Scanned by CamScanner

Glaze:

Thin ice coating in land.

Sleet:

frozen rain drop. Originally rain ~~ফোঁটা~~, But during falling, it becomes frozen.

~~Hail~~ **Rime**

Super cool water → below 0°c, but due to inertia, still liquid.

Hail

কিলা বৃষ্টি।

Scanned by CamScanner

21.01.2018

Precipitation:

Ex 3.2.1 Std pressure – 76 cm of Hg

same amount of vapor content.
- air temp 20°C → saturated condition ও নয়
- dew point, temp 10° → saturated

Qus. Why vapor pressure at 'T' at actual temp. is taken equal to air temp. & dew po temp. ?

T_d = 16°C ও Saturated.

$q_v = 0.622 \frac{e}{p}$ → empirical formula measure specific humidity

↳ kg water/ kg moist air.

1 kg air mass ও কত kg vapor আছে ?

Scanned by CamScanner

$q_v = 0.622 \frac{p_v}{p}$ .....

$R_a = R_d (1 + 0.608 q_v)$ $R_d = 287 J/kg-k$

↳ Gas constant for dry air

* যদি q_v এর value দেয়া না থাকে or বের করার না থাকে $R_a = R_d$ ধরে math করা যাবে। কারণ q_v max হয় 0.04. So R_a & R_d খুব বেশি পার্থক্য হয় না।

Scanned by CamScanner

Lecture Note - 04

Computation of Average Rainfall.

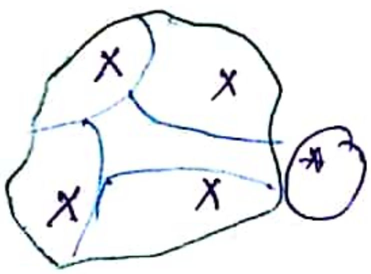
→ যেখানে catchment area তে যে সমস্ত rain gauge আছে, তাদের average জন্য arithmetic mean method. Area এর বাইরের গুলো বাদ

— uniformly distribute হতে হবে,

— কোন জায়গার value তে huge difference থাকলে not good.

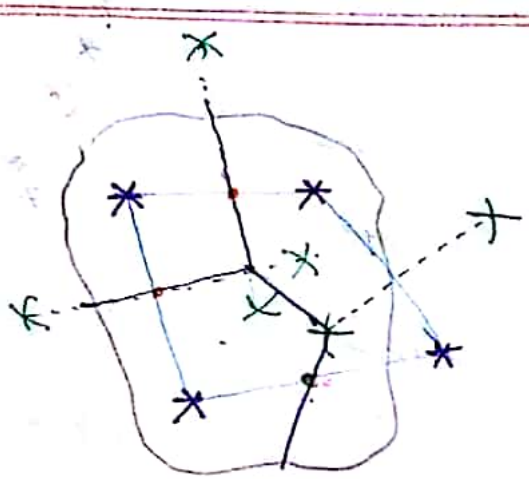
Ques: কেন Thiessen polygon method এ polygon আঁকি,

— প্রতিটি raingauge এর জন্য representative area হবে সেই point গুলো যা অন্য কোন raingauge থেকে কাছে।



→ Thiesson polygon এ বাইরের area ও আসতে পারে।

Scanned by CamScanner



Logic behind forming polygon:

যেকোন point এর rainfall হবে নিকটস্থ gauge station এর rainfall of the nearest gauge.

Advantage: more accurate

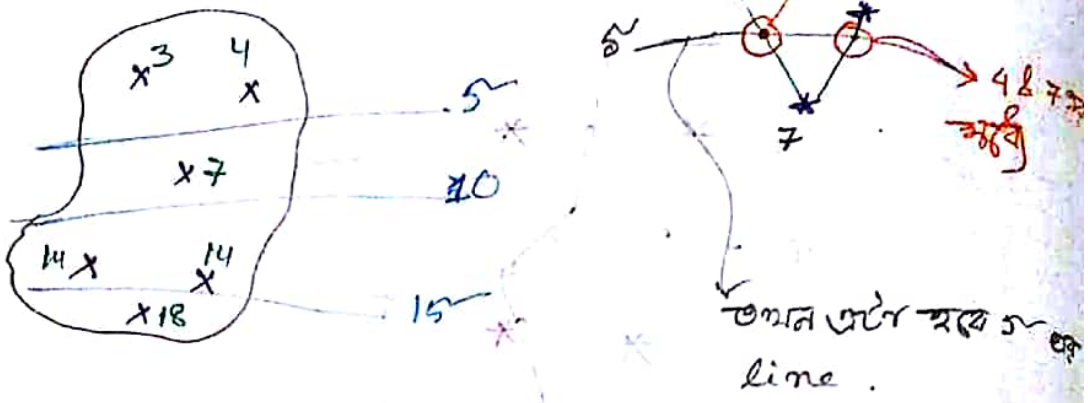
disadvantage: নতুন করে gauge use করলে আবার area redraw করতে হবে।

Iso-hyetal method:

→ Iso hyet → lines of equal rainfall.

* Gauge এ বলা থাকে 5, 10, 15 ... iso hyet থাকে।

Scanned by CamScanner



* যদি প্রবক্ষ উপর থেকে নীচে change না হয়ে random হয়, তখন contour line এর যে অর্থ হতো circle হয়।

representative area * Quintal

Areas :

$< 5 \longrightarrow \frac{5+3}{2} = 4$

$5 \sim 10 \longrightarrow 7.5$

$10 \sim 15 \longrightarrow 12.5$

$> 15 \longrightarrow \frac{15+18}{2} = 16.5$

disadvantage : অনেক data না থাকলে করা যায় না।

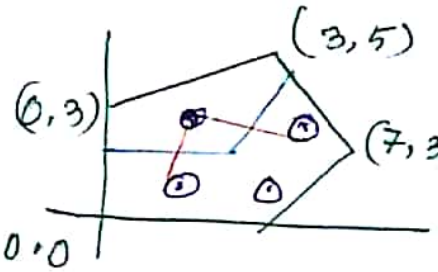
advantage : নতুন কোন house add হলে আবার area redraw করতে হবে না।

Scanned by CamScanner

Ques

* Area আঁকা থাকবে & gridline দেওয়া থাকবে।
* Ques এ কোন partial থাকলে 50% ধরতে হবে।
* total area = individual zones area * no. of zones.

* Area এর corner point বলা & rain gauge এর location বলা, প্রথমে plain paper এ area আঁকবো, তারপর rain gauge এর location হবে।



** Sheet এর আকার একটা problem আসতে may pe. P1, 2, P3, P4, P5, P2'

* Exam: hourly interval না দিয়ে মিনিটে দিবেন term final এ infiltration এর math.

Scanned by CamScanner