Hydrology, irrigation & Flood control

Major 2 components of rainfall → infiltration
→ surface run off

River এ gage বসালে level change হয় না কি H_2O, বৃষ্টি হলে ,, এর reading বাড়ে।

1) hydrology modeling এর কাজ outlet এ time এর সাথে H_2O level
topography, soil characteristic এর catchment characteristic.
Exposed soil হলে infiltration ↑.

2) Hydrodynamic model: river এর U/s এর time এর সাথে H_2O level, ↑ & d/s এর point এ time এর সাথে H_2O level এর data generate করে।

3) Morphology: H_2O এর সাথে sediment ও carry করে Ganges, Bramhaputra এ sediment discharge ↑.
V↑ হলে sediment ↑ carry করে, V↑ হলে erosion এর chance ↑.
Bed & bank এর sediment হলে মাঝুন erosion.

Scanned by CamScanner

Monday

Lec-2

Eng. Hydrology:

Guide bank – নদী shift না করে
embankment – " " বন্যা না হতে।
} water control structure

⇒ usually ground water supply করা হয় for drinking purpose.
Cause " " ↳ pollution কম compare to surface H_2O.

⇒ 1/3 surface, 2/3 gw for irrigation purpose.

Practical Application:

যাতে যে structure গুলো hydrolic structure. Bridge, pier, embankment.

(*) quality 3 aspects থেকে decided

A)– ধূলাবালি dust → physical property
B)– chemical mineral জাতীয় → chemical property
C)– Biological property → bacteria, virus

surface H_2O ↳ A, B খুব imp না, Germ clean করাই main treatment. usually chlorination করা হয়,

1) For GW soil it self works as filter, © clings to soil particles and dust particle ও filtrate হয়ে যায়

2) H_2O এ microorganism thrive করতে O_2 & nutrient (N_2, P) লাগে, GW ↳ O_2 poor env & nutrient থাকে না,

Scanned by CamScanner

যখন দেখি A & C নাই, থাকতে পারত Fe or Arsenic. যদি এগুলো না থাকে then readily use করা যেত। But DWASA তাও treat করে।

* 1st এ surface এর নিচে soil pores এ H_2O + air. যত নিচে যাব তত H_2O বাড়বে। যে level এ only H_2O দ্বারা filled সেটা হল GWT.

* Air mass থেকে যে force আসে সেটা per unit area হল air pressure.

* Density যার ↑ সে ↓ rise করবে, so mercury কম rise করে than H_2O. H_2O উঠবে $76cm \times 13.6 \approx 10m$

* centrifugal pump এ impeller এ pressure 0. GWT এ 1 atm. So pressure diff 1 atm. এই pressure এর জন্য max^m 10m তুলতে পারবে, so GWT 10m থেকে নেমে গেলে H_2O উঠান যাবে না।

suction head max^m 10m

পানিতে অনেক সময় pump বসান হয়, এটা submerged pump, এখানে suction head 0. Only delivery head আছে। delivary head depends on horse power.

Scanned by CamScanner

Environmental / E-flow : River এর ২ পাশের আবো wildlife এর জন্য river এ min^m যে flow থাকতে হয়,

Geologic cycle:

biogeochemical cycle → N_2 এর cycle, carbon এর cycle

Hydrologic cycle: use this definition on the prev. one.

Refine hydrosphere: Ground এর নিচে 1km, উপর 15 km air vapour.

GW এ উপর fresh water, নিচে saline water, they don't get mixed as saline water এ salt আবো density এ 2টার মাঝে breakish zone. যেখানে saline H_2O & GW এর ~~মিশ্রণ~~ mix এর জায়গা, though they don't get mixed.

Moisture over land:

Net flow কোন ocean থেকে land এ?

same solar radiation land এ heated up হবে than H_2O. so land এর উপরের air এ heated up হবে & হালকা হয়ে উপরে উঠে যাবে, ocean এর উপর ও কিছুটা air উপরে উঠবে, But land এ এ air উপরে উঠবে & low pressure create হবে, H_2O এর উপর pressure high. So air flows from ~~low~~ high to low pressure. প্রতিনয়ত মৌসুমী বায়ু আসে, indian ocean থেকে moisture নিয়ে land এ আসে, so rainfall হয়।

Scanned by CamScanner

Different components of hydrologic cycle:

1) Evaporation: Solar radiation mainly responsible. Bd ত cloud cover করে না in april, may & sun verticle so ~ ↑. Wind বেশ ↑ moist air replaced by dry air, so ~ ↑.
water যেটা evaporate হয় তোর temp ↑ হলে ~ ↑

2. গাছ যখন stomata open করে goal হল CO_2 নেয়া for photosynthesis. But যখন stomata open হয় তখন ভিতরে water vapour চলে যায়, so এটা side effect.
Q. transpiration is a side effect?

3. Precipitation : Mainly rainfall. 8 types of precipitation.

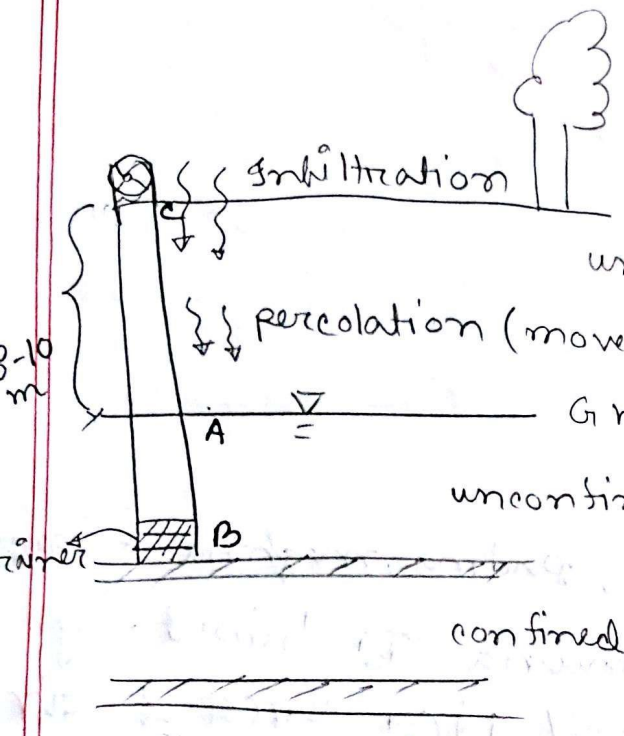
* Paleo climatology: কোথায় climate থেকে প্রাচীন climate prediction. এটা measure 1) Antarctic ice cap 2) trees

4. part of rainfall consumed by vegitation, এর পরে evaporation or মাটিতে চলে যাবে,
surface এ low point depression, যেখানে rainfall যে তাকায়ে
তা depression storage.

(*) Main component surface runoff major loss infiltration
Minor loss interception by vegitation & depression loss.

Scanned by CamScanner

Irrigation এ loss হল surface runoff, root এ যে পানি থাকা থাকে তা main component. So irrigation & hydrology তে diff.



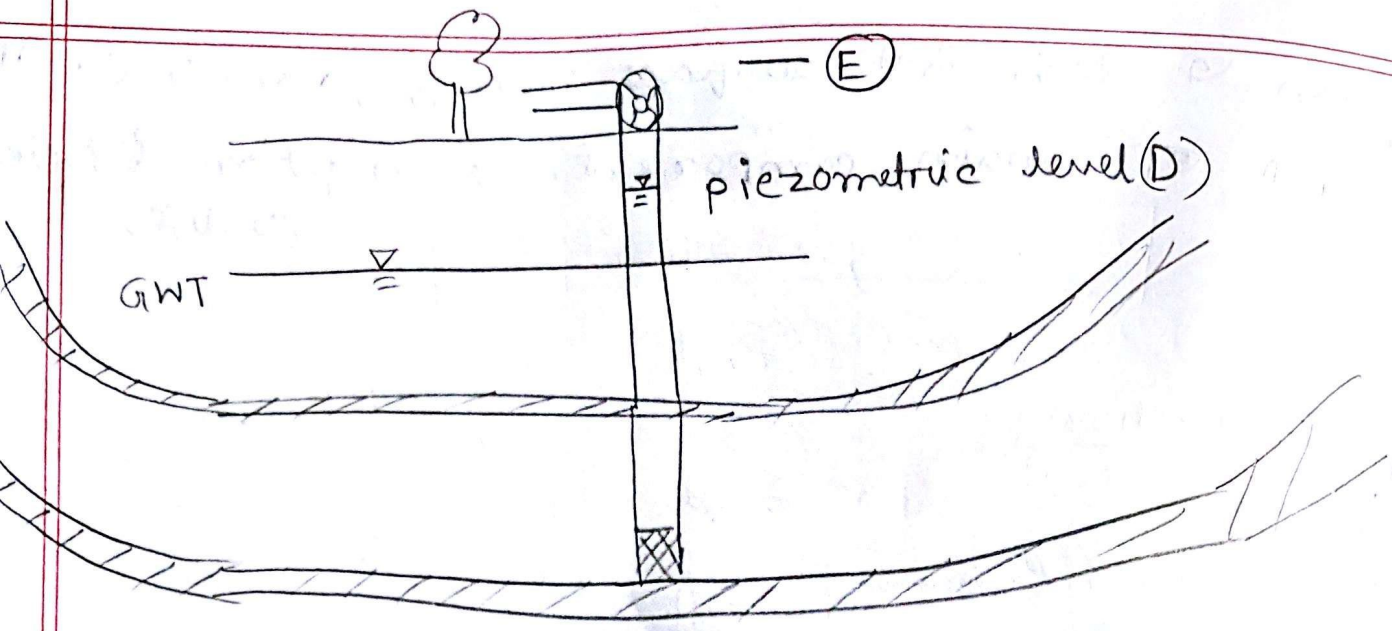
→ verticle movement থাকে unsaturated zone (এর lateral flow হল subsurface flow)

→ এই zone এ verticle move.

যদিও H_2O এবেজ্ব করছে B দিয়ে, AC হল suction lift AC 8-10m এর ↓ হলে কাজ করবে না, operate না করলে pump (যখন চালাচ্ছি না) তখন GWT এই H_2O থাকবে, confined aquifier এ pressure atmospheric pressure থেকে বেশি, যদি pump না চালাই then এ water এর pressure এ D তে উঠে যেতে পারে, এই level টা হল piezometric level.

cause confined 2 পাশে extend করলে 2 দিকের water level অনেক high. এটা pressure দেয়, আবার pressure এত বেশি যে piezometric level E তে, so কোন pump লাগবে না, এটাকে বলে artisian well.

Scanned by CamScanner



* Surface runoff:

* Snowmelt: Major component, padma, meghna & Jamuna
এ meghna diff. Padma & Jamuna এর tributary himalaya থেকে snowmelt নিয়ে আসে & এটা আমাদের river flow কে effect করে,

Q. How snowmelt is related to our river flow?

Everest এ summer এ 30°c, তবু বরফ গলে না.
Everest এ Mean sea level থেকে 8 km মত উচু,
MSL থেকে প্রতি km এ temp fall করে 6.5°c in troposphier. এই rate কে বলে environmental lapse rate
So 0° line হবে at 4 to 4.5 km from MSL. So এর উপরে everest এ snow থাকবে, winter এ এই 0°c line নিচে নেমে যায়,

Scanned by CamScanner

Soil moisture: definition may come
unsaturated zone এর water, water between ground surface GWT এর মাঝের water.

GW: unconfined & ~~con~~confined acquifier এর water.

Marshes: L.

Total water → 97.5% saline → 96.5% sea তে আছে
2.5% fresh মুহুরাস্থ
saline water

Total water 96.5 in ocean
G.W 1.69
polar ice 1.7

{ 2/3 polar ice এ
1/3 G.W ⇒ (fresh water)

⇒ single largest fresh water polar ice
⇒ 3-water ~~res~~ reservoir ocean, GW, polar ice for water

* Ocean ⇒ water এর depth 2.6 km.

Movement:

1/4 land, 3/4 ocean → surface area wise

precipitation ocean থেকে 458,000 km^3/hr

Reservior এর atmosphere, pre. outflow, evaporation inflow.

outflow ⇒ এর atmospheric moisture বাড়বে.

Scanned by CamScanner

surface area (mm/yr)

* Bd তে 2·3m হল annual avg rainfall

Ocean এ 1·27m, land এ 0·8m so Bd তে বেশি,

* Yr এ precipitation & evaporation কোনটা বেশি? 2টা সমান, shorter time scale এ atmospheric moisture এত পরিমাণ change হয় না,

comment on eva. & precipitation & atm. moisture from this table.

River outflow 44,700 to ocean

Inflow → Rainfall directly above, infiltrated water base flow হয়ে এসেছে, ,, otherplace এ হল surface runoff

Summer এ rainfall নাই? But flow কেন?
For base flow. GWT higher than river bed হলে GWT থেকে seepage হবে, so base flow from GWT to river.
সময়ত GWT নিচে নেমে যাবে than river bed then river dries off.

to ocean river & GW থেকে runoff যায়, But 100 এর difference. এই 100 এর portion কোটা subsurface flow & কত surface runoff

Scanned by CamScanner

ET directly ocean ও পড়ে from rainfall.

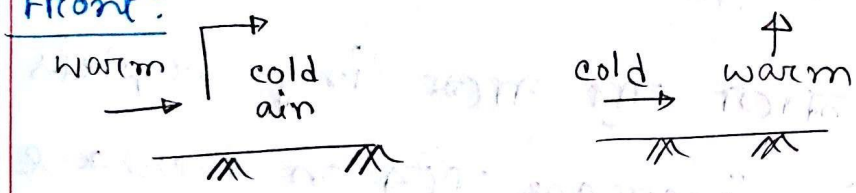
Lec-5

24.9.16
Saturday

Precipitation:

Rainfall cloud থেকে, moisture condensed হয়ে cloud. Moisture content ↑ near ground, but air তার carry করতে পারে।
Moisture higher elevation ও গেলে low temp ও air এর moisture carrying capacity কমে, so saturation এর পর excess forms cloud. এভাবে cloud তৈরে হয়, যদিও ground ও moisture ↑.

Front:



warm cold কে approch করে উপরে উঠে

cold air approches warm & warm কে উপরে ঠেলে দেয়।

Bd এর অঞ্চলের orographic lifting (✓)

Bd ত annul avg 2·3 m, Dhaka ত rajshahi 1·6m sylhet ও 3·8m, moonsoon ও wind bay of bengal

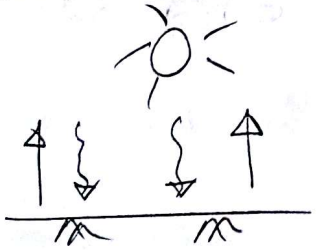
Scanned by CamScanner

থেকে প্রচুর moisture নিয়ে আসে air. South west এর monsoon যখন, এ moisture himaly কে hit করে on~ lifting এর জন্য উপরে উঠবে, so cloud form করবে, এটা himalay এর southern phase এ rainfall হোয়, এটার কাছে sylhet, এজন্য কিছু clould sylhet এ আসে & এখানে বৃষ্টি হয়।

পাহাড়ের slope এর কারণে air উপরে উঠার orographic lifting.

condensation:

Solar radiation soil কে heat করে, then soil এর উপর air কে heat করে, air হালকা হয়ে উপরে উঠে with moisture. So cloud form করে;



Water এর surface লাগো সব বাষ্প tiny droplets form হয়, Tiny droplet size increare করে on decreare করে।

Increare by condensation & joining with others.

যখন sufficiently starts Turbulent Air action / air friction moisture কে উপরে উঠায় Gravity নিচে নামাতে চায়।

Scanned by CamScanner

-droplet size বেড়ে গেলে gravity dominant. তখন মেঘের ভেতর নিচে নামতে থাকে। Evaporation এর জন্য size ছোট হয়, যদি অনেক ছোট হয়ে যায় তখন আবার air action dominant. So cycle চলে। 10 বার হয়। যখন size 0.1mm min হয় তখন rainfall হয়,

Rain drop → 0.1 – 3mm
min ↓ max ↓

Q. Why the raindrop is min 0.1mm?

cause তখনই gravity dominate করে, এর থেকে ছোট হলে air action dominant.

* Aerosol → particles which can never come down, gravity can never be dominant.

Q. Why max 3mm?

> 0.1mm থেকে 1mm পর্যন্ত spherical থাকে।
> 1mm হলে △ bottom flatter. 3mm হলে ভেঙে ○○ 2টা হয়, so max 3mm.

* Snow cloud এ যে seed এর চারপাশে ice crystal form start হয় freezing nuclei.

* cloud form বাড়ার জন্য যে seed লাগে যার আশে পাশে cloud form করে সেটা

Cloud seeding:

Aircraft থেকে seeds ছড়ায় দেয় artificially. তখন খুব তাড়াতাড়ি cloud form করে।

- 0.5 – 3 mm → rainfall
- 0.1 – 0.5 mm → drizzle / mist
- ice density 11/12 gm/cc
- snow density 0.1 gm/cc

Q: Drizzle usually falls from low stratus?

Drizzle lower & rainfall higher elevation এ form করে, Lower evl. এ condensation বেশি হয় & neighbouring action বেশি হয়, so droplet ছোট থাকে, so low stratus থেকে হয়।

- Glaze:
- Sleet:

subfreezing temp এর temp below 0.

- Rime:

Super cooled water: 0° এ ice হওয়ার কথা, but কোন কারণে 0° or এর নিচে ice form না হলে ~ . for inertia হয়ে থাকে।

Scanned by CamScanner

ground hit করলে inertia loose করে & ice হয়।

Hail: Dia more than 8mm.

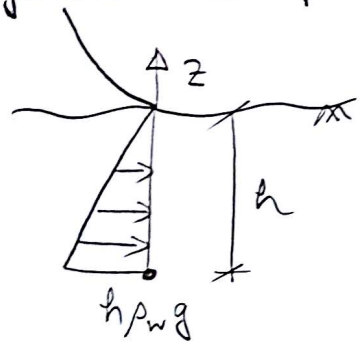
Lec note-3

Water vapor in Static Atmosphere column:

Troposphere এ air temp & pressure এর variation.

Air colm static মানে air moisture এর input or output নাই, Moist & dry air আছে।

hydrostatic pressure law applicable for moist air.



পানির density ρ_w approx const. so pressure এর সাথে depth এর relation linear.

But air density const না, উপরে কম, so linear না, air pressure যত উপরে যাবে কমতে থাকে।

$$\frac{dp}{dz} = -\rho_a g$$ (-ve cause উপর air pressure fall করবে)

6.5°C/Km temp fall করে in troposphere.

$dp/dz = -\alpha$ (-ve cause উপরে temp fall করতেছে)

Scanned by CamScanner

$\int_{T_1}^{T_2} dT = -\alpha \int_{z_1}^{z_2} dz$ করলে temp variation পাওয়া যায়,

Troposphere এ 10km এর মধ্যে যেকোন ২টা elv. এ একটা temp জানা থাকলে অন্যটায় temp & pressure জানা যাবে,

g/α Ra written হলে হবে

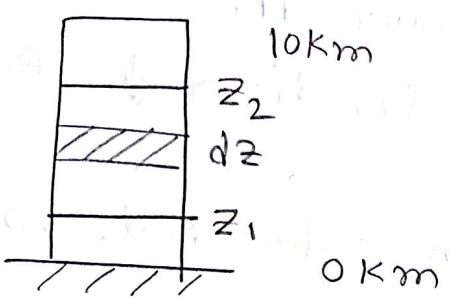
α = °C/km — K এ °C এর diff same,

Ra = J/kg-K — so এ ২টা problem না,

g = m/s²

q_w এর value দেয়া না থাকলে, বের না বার করে গেলে $R_a = R_b$ ধরা যাবে,

Scanned by CamScanner



vol^m of element $= A dz$

Mass of air in the element = vol^m × air density

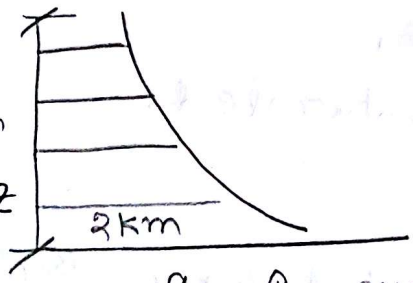
$= A dz \rho_a$

total air এর কোন fraction vapour

∴ Mass of vapour in the element $= q_v \rho_a A dz$

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

Betn elevation z_1 & z_2 $\int_{z_1}^{z_2} q_v \rho_a A dz$



total টা non linear

But 2km এ linear ধরা যায় ।so,

$\bar{q}_v \bar{\rho}_a A dz$ $\quad \bar{\rho}_a = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$ $\quad \bar{q}_v = \frac{q_{v_1} + q_{v_2}}{2}$

যেকোন 2টা elevation এর মধ্যে precipitable water বের করতে বলবে

Lapserate $6.5\,^{\circ}C/Km$ এটা জানতে হবে।

1st এ T_2 & P_2 বের করতে হবে। (using eqn of previous class)

Scanned by CamScanner

$q_v = 0.622\ e/p$

e saturation vapour ~~pressure~~ pressure না,

saturation vapour pressure function of Temp. তাই বেড়ে বাড়ে সাবে।

Math এ বলা ছিল whole col^m saturated. so $e_s = e$ ধরছে, But always এমন না।

3 type prob :

1) Air col^m saturated

2) Air col^m saturated না হলে $e \neq e_s$,

$R_h = e/e_s$ → Actual vapour pressure

Ground level এ relative humidity 80%, 2km elevation

এ $R_h = 90$.

3) Due point temperature দেয়া থাকলে,

G.L এ D.PT = 20°C , 2km এ air saturated.

তাহলে 2km এ $e = e_s$.

G.L এ ~~nod~~ negaze formula তে due point temp বসালে e পাব।

Scanned by CamScanner

Run-off:

Initial loss → Depression/detention storage
→ loss by vegitation

আবার infiltration হবে, Additional H_2O থাকলে run-off

* Q: For a given precipitation the evaporation interception by vegitation → সবসময় rainfall থাকবে তাহলে, rain বন্ধ হলে বন্ধ.

Depression: evap. on infiltration, rainfall হয় বেশি হলে.

Infiltration: Rainfall বন্ধ হলে infiltration বন্ধ.

Evapotranspiration from soil & from plants continues even after rainfall

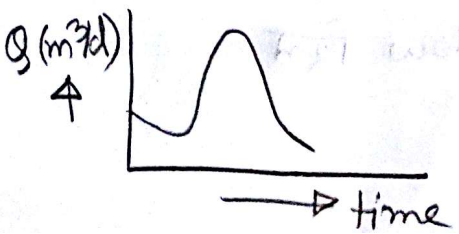
সুতরাং evaporation কে ignore করি cause এটা অনেক long process. অনেক সময় initial loss কেও ignore করি,

So rainfall হয় দুইটা part → infiltration
→ surface runoff

খুব light rain হলে surface runoff হবে না, cause infiltration capacity fill করার পর extrata runoff

Runoff characteristics of stream:

time এর সাথে flow variation graph hydrograph



Scanned by CamScanner

Annual নেই cause summer & rainy season-এ character থাকে,

→ perennial: সারাবছর flow

→ » খুব কম flow

→ Intermitent: rainy তে flow

1) River এ dry season এ flow থাকবে from base flow critical হল G.W.T river এর bed level এর উপরে থাকতে হবে, So perinial এ Always নদী থাকে,

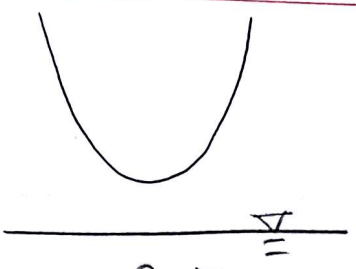
flooding হবে যখন bank level ওভার করে।

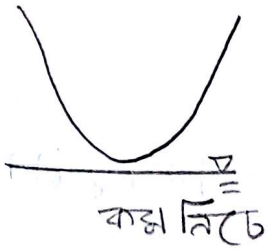
Type	Dry	Wet	Annual hydrograph
perennial	GWT	GWT	Q m³/s, J F M A M J J A S O N D, time
intermitent	G.W.T.	GWT	rainfall হলে কিছু সময়ের জন্য flow থাকতে পারে for 2 or 3 days may be

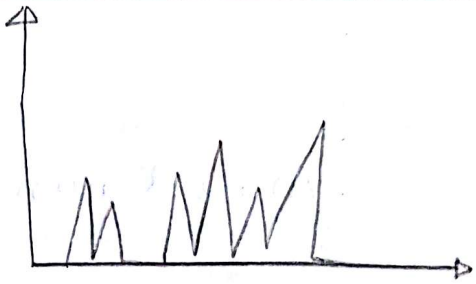
এখানে 3 টা flow ছিল

Scanned by CamScanner

ephimeral







only spikes cause rainfall হলে খুব flow হবে।

Adv. of emphimeral হল peaks দেখে বোঝা যায় ঐ বছরে কয়টা rainfall হয়েছে।

Scanned by CamScanner

Lec-7

24.10.16
Monday

Annual run-off volm (yeild)

River X-sec দিয়ে 1 day তে যে volm of flow pass
- daily yeild
- 1 week এ ,, ,, ,, weekly ,,
- 1 month এ যা pass করে monthly yeild
- সারাবছর → annual yeild / ~

Estimation of yeild:

Rainfall এর সাথে related. X-sec এ discharge monitor করলে runoff volm পাওয়া যায়, But rainfall এর সাথে runoff correlate করা হয়,

$R = aP + b$ ——— (1)

- R → runoff
- P → rainfall
- a → rainfall induced runoff

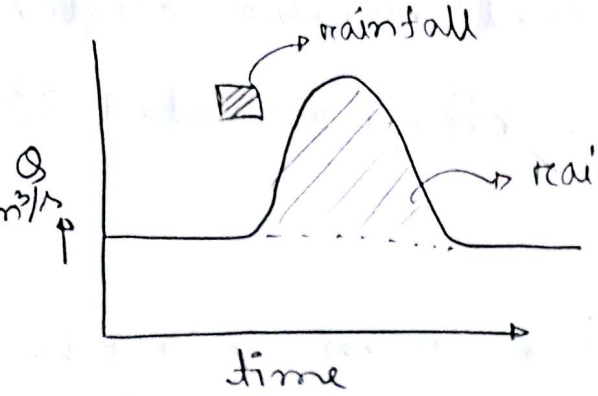
সারাবছর R যোগ করলে annual volm.

Runoff 2 ভাগে → a) rainfall induced runoff
→ b) e.g. water থেকে seepage হলে base flow (কোন বৃষ্টি না হলেও থাকে)

So total runoff a+b

only a or only b ও measurable

Scanned by CamScanner



Area of the curve m^3 এ আসবে, so rainfall induced runoff এর vol^m পাই.

eqn ① এ rainfall বসালে direct runoff, সুবিধা হল river এ discharge measuring device বসাতে হয় না।

Equation: $R = aP + b$ ---①

simple	linear	combinations
Multiple	Non-linear	

P independent & R dependent variable

eqn এ single independent variable থাকলে simple. একাধিক থাকলে multiple. $y = ax_1 + bx_2 + c$ ----②

linear → 1st line এর eqn. ①, ② both linear.

② linear multiple ① simple linear

Regression equation:

Independent variable গুলো হবে যেটা measure করা easy & inexpensive.

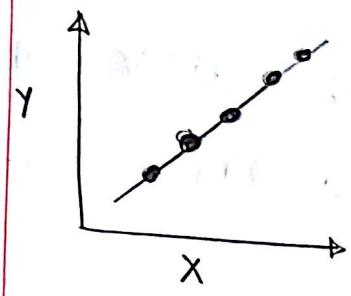
Always goal → simple linear & Global

Global → সব situation এ একটা eqn

Scanned by CamScanner

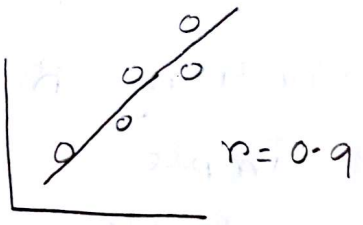
independent variables & dependent variable correlated হতে হবে। independent variables নিজেরা correlated হলে একটা use করা better.

correlation co-efficient r varies from 0 to ±1.

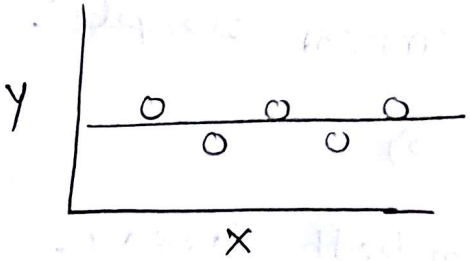


X এর সাথে Y এর rel^n + হলে r(+ve)
" " " " " " -ve " r(-ve)
সব গুলো point best fit line এ হলে r=+1.

deviation যত ↑ r তত কমতে থাকবে,



r=0 মানে কোন correlation নাই



r=0, cause X এর কারি Y এর value same.

P এর সাথে R এর relation +ve.

usually runoff এর unit m^3, rainfall এর unit depth. দুটাকে একই unit এ আনতে হবে, rainfall কে catchment দিয়ে গুণ করলে m^3,
runoff কে catchment area দিয়ে ভাগ করলে depth.

Scanned by CamScanner

Problem:

Month 1 → P (cm) / 5 = R (cm) / 0.5 so 4.5 cm loss হচ্ছে মাটি due to infiltration or other loss.

[For exam calculation এ solve করতে হবে,]

এই math এ R → rainfall induced runoff

P → rainfall

0.4-0.6 → moderately correlated 0.6-1 → Highly or well correlated

0.4 এর কম → poorly "

1. এটার আগের + runoff / rainfall = runoff co-efficient. (R.C)

100% impermiable হলে RC = 1

permiable soil হলে (field এখানে infiltration ↓) RC =0.2~0.25 (just example)

2nd month এ runoff coeff = 10/35 =

যদি total 18 / 12 months এ R.C = $\frac{\Sigma R}{\Sigma P}$ হবে,

usually monthly না করে event wise better. Particular rainfall এ কত runoff.

$R = 0.38P - 1.55$

P = 0 হলে R = -1.55 but ~~rainfall~~ runoff can't be -ve. এটার আগে rainfall হলেই runoff হবে না,

Scanned by CamScanner

এর threshold value of rainfall আছে, এর বেশি rainfall হলেই.. শুধু runoff হবে। Q. What is the threshold value?

$R = 0$ বসাব, $0 = 0.38P - 1.55$ $\therefore P = \frac{1.55}{0.38} = 4.07$

$\therefore$ 4.07 cm rainfall এর বেশি হলে runoff হবে।

(*) if $R = aP + b$ ($b \to 0$) হয় & $R = 0$ হয় then বোঝা যাবে perinnial river না, as কিন্তু base flow perinnial এ always থাকে, (R ↓ total runoff)

Barlow's Eqn:

$R = K_b P$ rainfall 0 হলে runoff 0, loss কে ignore করছে, rainfall থাকলেই runoff থাকবে।

$R = aP + b$ এ a কে runoff coeff বলা যায় না।

But K_b কে RC বলা যায় as (R/P)

K_b percentage এ দেয়।

Table: factors effecting runoff আসতে পারে in exam দুই প্রকার factors infiltration কে effect করে but inversely.

Scanned by CamScanner

Factors effecting RC

Slope of catchment { Flat হলে easily সরে যাবে না, বেশি সময়, so infiltration ↑ হবে, so runoff কম

Flat
r_c ↓

steep
r_c ↑

Soil cultivated
r_c ↓

Soil uncultivated
r_c ↑ { cultivate করলে infiltration বাড়বে, so r_c ↓

Type of soil

sand
r_c ↓

clay
r_c ↑ { sand এ pores বড়, gap বেশি so infiltration ↑ হবে

Intensity of rainfall

Light

whole portion may infiltrate. cause এবার saturation point আসে, r_c ↓

Heavy
r_c ↑ { suppose soil এ infiltration saturation capacity 1cm, 1cm বৃষ্টি হলে সবটা infiltration, 5cm হলে বৃষ্টি 4cm runoff, so এভাবে rainfall ↑ হলে runoff ↑.

Vegitative cover

vegitation r_c ↓

No vegitation
r_c ↑

root system penitrates soil so infiltration বাড়ে, impedence হয়ে against flow (আগে flow বন্ধ করে রাখি then naturally)

→ vegitation থাকলে কেন runoff কমে?

Q. compare for diff factors, explain in brief?

Scanned by CamScanner

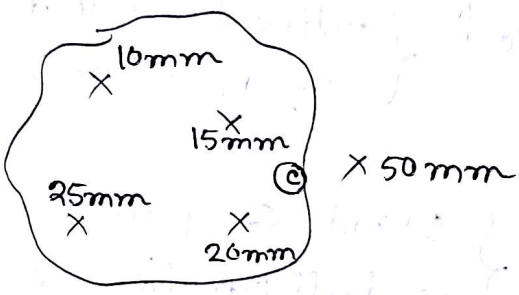
12.11.16
Saturday

Lecture - 10

Lecture note - 4

computation of avg. rainfall :

After certain rainfall



4টা catchment এর ভেতরে, 1টা বাইরে।
catchment এর avg rainfall কি হবে?

① Arithmetic mean method : $\frac{10+15+25+20}{4}$ = avg

② point এ rainfall বের করতে বললে এটা 50 এর কাছাকাছি as nearest to 50. But এখানে আমরা বাইরের rainfall কে ignore করি, so এটা problem.

scattered (uniformly) & diff বড় হলে result better.

② Thyson Polygon Method :

At any point in the catchment will be equal to nearest gage.

Scanned by CamScanner

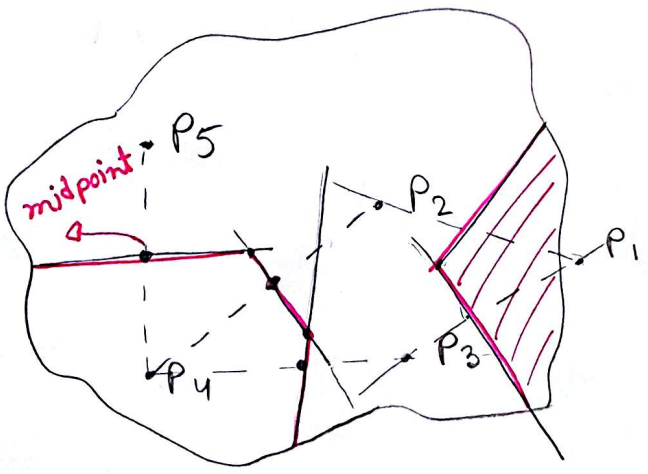
প্রতিটা gage এর representative area তে ভাগ করবে এভাবে যেন এই area এর যেকোন point এ gage এর diff অন্য যেকোন gage থেকে কম হবে,

* 1st see কোন কোন gage এর common boundary থাকবে, boundaries হল perpendicular bysector.
2tr bisector এমে একটা point এ intersect করতে হবে, এই point টা তিনটা gage থেকে equidistant.

Exam:

1) Area এঁকে দেয়া থাকবে, grid count করতে হবে,
Any partial area কে 0.5 ধরব,
Individual area কে যোগ করে total area.

2) catchment polygon, এর corner points দেয়া, এটা graph paper এ plot করব, Rain gage এর coordinate দেয়া থাকবে,



Scanned by CamScanner

Q. What is the logic behind drawing polygons?

যেকোন point এর rainfall = nearest gage এর rainfall.
so. ⊥ bisectors.

Runoff → rainfall runoff corelation
or national method problem

Scanned by CamScanner

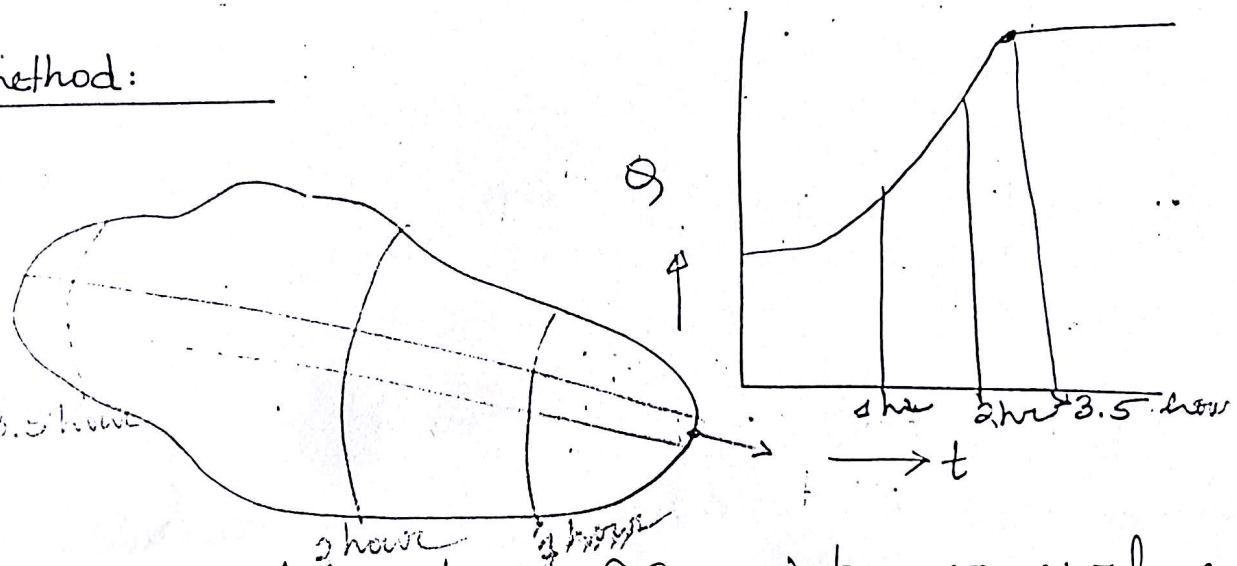
Q: Compare between Vegetation & No vegetation Intensity of rainfall / - - - - - - .

এই 5 points ছাড়াও আরো points দিয়ে এভাবে Infiltration পড়ানোর সময় ঢুকে পড়বেন।

5/11/2016.

Lec-8

Rational method:



Rainfall হলে catchment এর বিভিন্ন point থেকে surface run-off এর সর্বশেষ outlet থেকে বের হয়। Suppose I intensity ত catchment এ rainfall হচ্ছে, এখন 1 hour এ outlet এ যে discharge হয়, 2 hour এ আরো কত area এর water এসে discharge হয়। and same ভাবে 1, 2, 3, 3.5 hour এর line দেখালাম, এর 3.5 hour হলো max^m time for discharge outlet এ পৌঁছানোর জন্য, কারণ সবচেয়ে দূর থেকে, catchment এর আসবে outlet এ। এখন এই 3.5 hour এর rainfall হলো $Q \propto V_0 +$ (——) straight line হলে সমান।

Scanned by CamScanner

এখন, time of concentration: means time to reach in outlet from fwrthest point of catchment. Ganga এর ক্ষেত্রে 7 days.

এখন বৃষ্টি বন্ধ হওয়ার সাথে সাথে কি ~~intensity~~ discharge curve fall করবে ??

Ans: catchment area যেহেতু বলে তা possible but catchment area বড় হলে সাথে সাথে usually fall করে না। ~~কারণ~~ তখন নিম্নমুখী হলেও সে area থেকে তত time পর্যন্ত চার থেকে এমনো আসা বাদ্ধ তত area ও তারপর ~~ওকম~~ curve increase করতে থাকে

Q: Rational method a peak discharge বের করতে হলে কোন long-duration rainfall run-off নিতে হয়?

A: কারণ BD তে Ganga-Brahmaputra-Jamuna এই 3 river বিশে অনেক বড় catchment করে, এদের time of concentration অনেক বড় হয়।

if rainfall intensity (t) > time of concentration tc

তাহলেই peak discharge পাবো। তা না হলে পাবো না।

$$Q_p = C i A$$

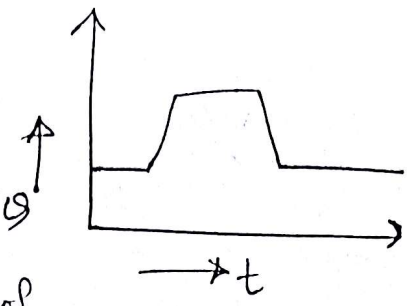
A = full catchment area

Rational method not only peak-discharge না volume of run-off ও বের করা যায়।

Suppose, depth of rainfall 5 cm. } এর multiply করে volume of catchment area given } rainfall.

Vol^m of rainfall x c = Vol^m of run-off.

Scanned by CamScanner



আবার, suppose
এখানে, তাহলে ও
pink area এর
বারাবরই volume of run-off এর বারা সমান।
Volume trapezoidal rule দ্বারা এর বের করতে হবে।

1st step:
t_c এর বের করতে হয়,

L = max^m Length travelled
S = avg slope of catchment

IDF equation:

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

T = return period
t_c = time of concentration

return period is an imp concept. এটার সবের design এর জন্য সবেয়ে, Storm-sewer pipe design এ r. period 5 years ধরি, তবে flood control embankment design এ BD তে r. p 100 years ধরি।

exceedence probability = $\left(\frac{1}{r.p} \times 100\right)$

↓

এখন ধরো r.p suppose 10 years তাহলে 1 year এর probability কত,

Scanned by CamScanner

IDF curve:

Idf eq^{n} দেয়া থাকলে curve draw করা যায়।

অথবা exam এ Idf table form এও দেয়া থাকতে পারে। So, ~~return period~~ duration এর ~~value~~ এর জন্য interpolate করে intensity বের করতে হবে।

ob:2.

catchment slope 0.006 (1km এ 6m, BD এর ক্ষেত্রে এটা অনেক steep slope)

table Duration - depth / intensity - depth যে কোনো form এ হয়। 3 number unknown এর eq^{n} থেকে পাই,

depth
Duration - intensity

— x —

end of run-off

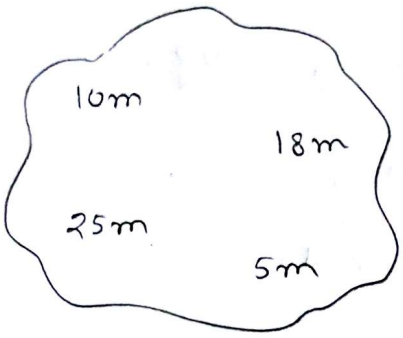
Scanned by CamScanner

14.11.2016
Monday

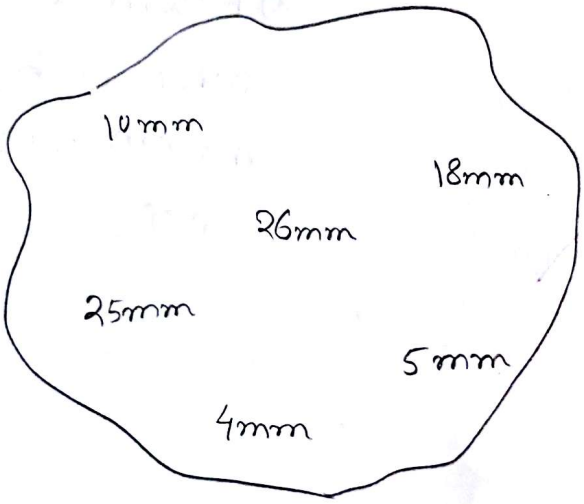
Lec - 11

Isohyetal Method:

Isohyet plot করা হয় lines with equal rainfall depth points দিয়ে।



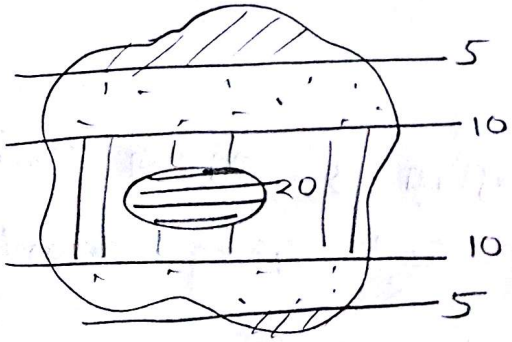
এভাবে elevation দেয়া থাকলে contour Rainfall depth দেয়া থাকবে।



Max^m & Minimum ঠিক থাকবে, 3mm হবে না।
Min^m isohyet টা min^m থেকে আরম্ভ করি, (5)
Max^m টা max^m value থেকে আরম্ভ করি, (25mm)

In between কয়টা থাকবে variable.

এখানে 5 unit পর 5, 10, 15, 20, 25 mm ও, 5 টা isohyet 5 ভাগে ভাগ করে whole catchment কে,



তিনটা isohyet, so 4 টা area.

<5
5-10
10-20
>20

Scanned by CamScanner

Process same as previous:

1) Either polygon এর coordinate দেয়া থাকবে, তব আঁকতে হবে

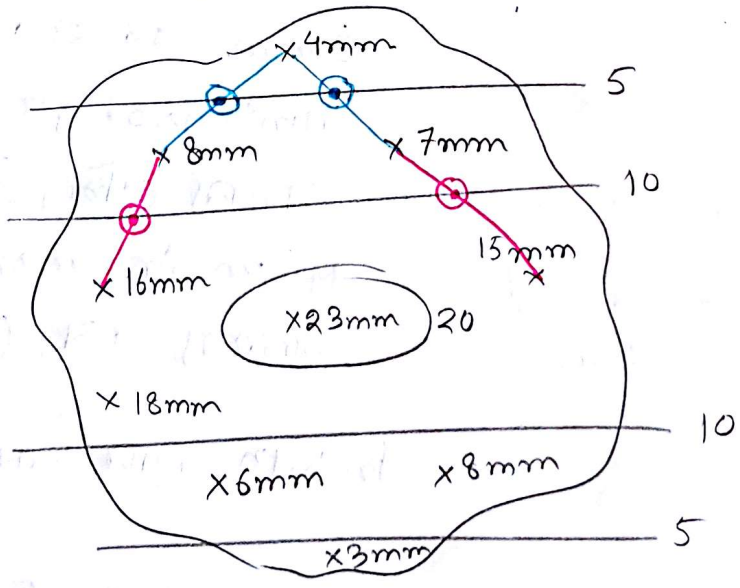
2) Polygon আঁকা, raingage দেয়া, then isohyet আঁকব,

5-10mm এর জন্য rainfall avg = 7.5 mm

Minimum এর জন্য 5 & min^m এর avg.

Maxm " " 20 & max^m " ".

Square মুলে area count করতে হবে।

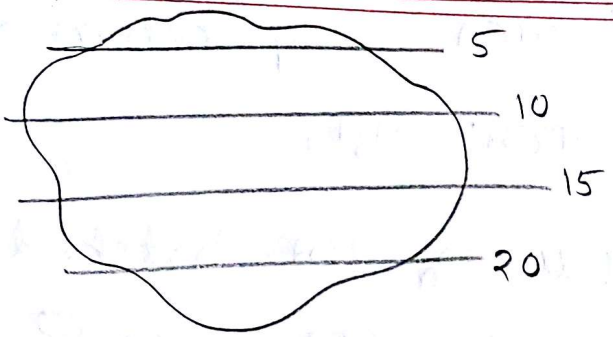


* Exam এ বলে দিবে কয়টা isohyet max^m কত, min^m কত।

5 আঁকার জন্য 4 & 8 add করব, এর মাঝে 5 locate করব, then 7 & 4 connect করে 5 বের করব & then random line টানব।

<5 এর জন্য একটায় 4min অন্যটায় 3, আরেক 3min^m ধরলেও হবে, তাও <5 এর জন্য $\frac{5+3}{2}$ = avg rainfall

Scanned by CamScanner



এভাবেও isohyet হতে পারে, যেটা increasing.

Polygon এ new point introduce করলে full network change হয়, But isohyet এ এমন না, so it is more flexible.

Slide এর math এ <10 এর কোন data নাই, so $\frac{10+0}{2}=5$ ধরছে, >50 এর জন্য random 53mm.

Exam এ দেয়া থাকবে sufficient data.

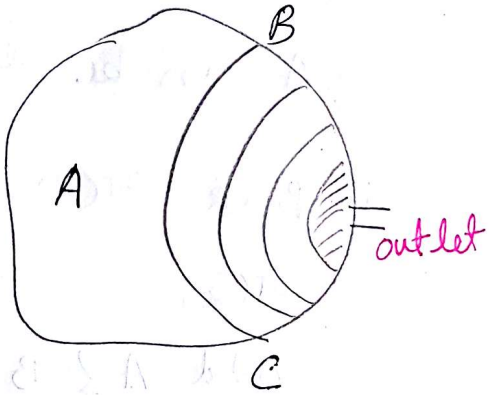
New Chapter

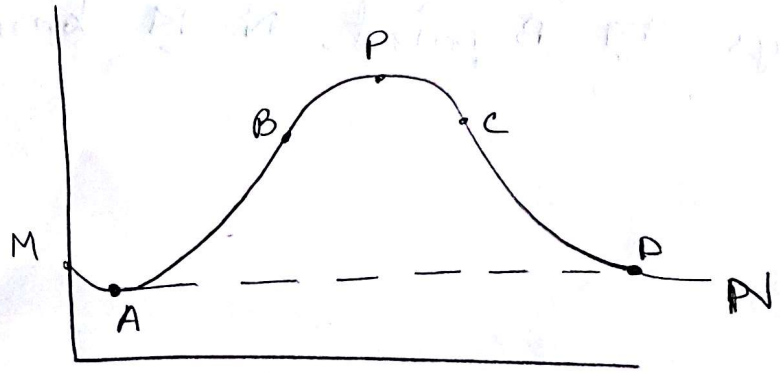
Hydrograph

1.5 set questions.

যেকোন river এর ✓section এ time এর সাথে discharge এর graph.

outlet point





Scanned by CamScanner

A তে rainfall starts. এর আগে evaporation হতে থাকে (MA) so bare flow কমে যায়,

B তে rainfall বন্ধ হয়, rainfall বন্ধ হলে hatched area এর contribution 0, but দূরের area তে যে runoff হয়েছিল সেটা outlet এ আসবে, so peak এ পৌঁছাল (P), এর পর contributing area = area with no rainfall (BC), এর পর contributing area < area with no rainfall, so declining start হবে PCD.

AD line এর উপরের area হল rainfall induced runoff.

AB & BC ~~point~~ এ curvature হলো, A থেকে B তে runoff fast increase করে, BP তে slowly increase করে, PC তে fast reduction & CD তে slow reduction. দুটো point of inflation নাও থাকতে পারে (এখানে B & C)

Q. Elements of runoff.

Method of bare flow seperation:

A can be located. বাড়া start করে,

1) Peak থেকে N days পর B point. N এর formula আছে,

Add A & B.

Scanned by CamScanner

A কে extend করে আনলাম, peak থেকে verticle line. দুটি C তে intersects

2 এ rainfall induced runoff ও, 1 এ silty sand, so rainfall এর আগে আগে infiltration হয় & g.w.t এর reduction থেকে যায়, so base flow contribution ও থাকে,
Clay soil (2 এ) infiltrate করতে time লাগে, so C পর্যন্ত g.w.t বাড়বে, so base flow contribution কম & runoff কম,

E point, A point এর বড় hydrograph straight line হয়ে গেছে, E কে left এ extend করব, 2nd point of inflection থেকে verticle line. F এ intersection.

A & F add.
এটায় base flow contribution অনেক ও. এটা for very silty sand যেখানে infiltration instantaneous. So gwt উপরে, runoff কম,

For Exam:

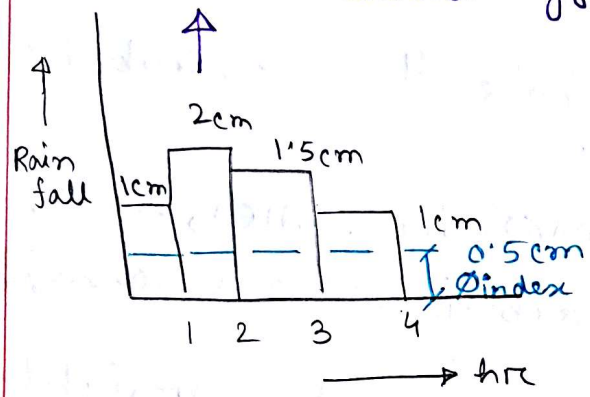
A & E located. এটা add করব, এর উপরে rainfall induced runoff.

Scanned by CamScanner

Effective Rainfall: (ER)

Or rainfall excess or Excess Rainfall

This is called hydrograph



Total rainfall এর loss হয়।

Major loss হল infiltration.

Initial loss not considered.

Øindex = 0.5 cm/hrs এটা per hour loss 0.5 cm.

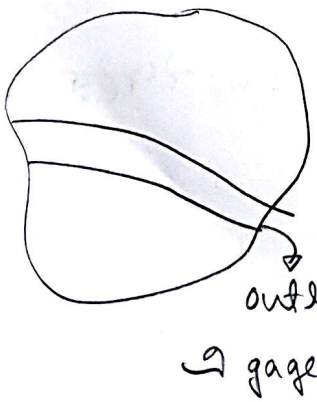
(এটার unit & graph unit same তাই এটা করা যায়।

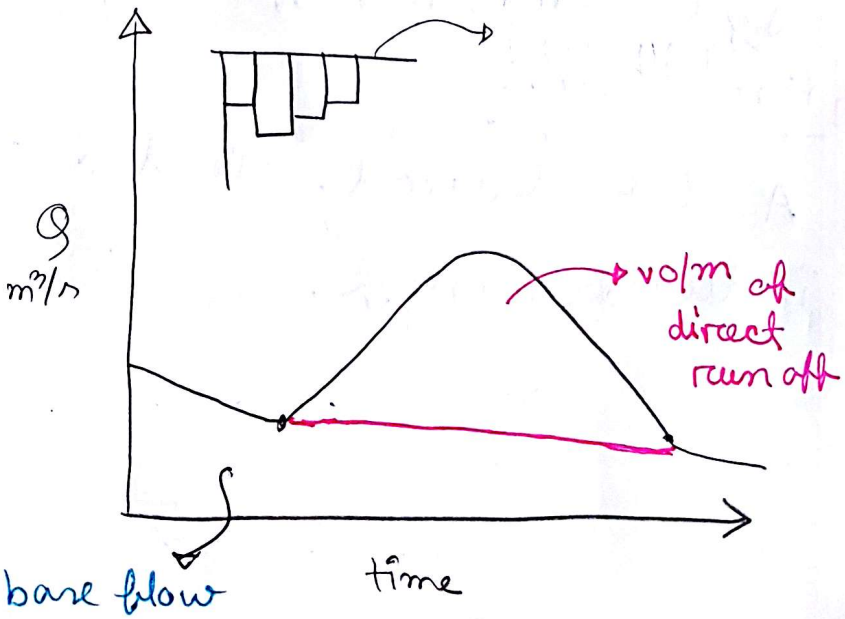
∴ 1st hrs এ runoff হবে 1 − 0.5 = 0.5 cm

∴ Rainfall − loss = eff. rainfall.

এখানে eff rainfall volm = 0.5 + 1.5 + 1 + 0.5 = 3.5 cm × catchment area

Q.





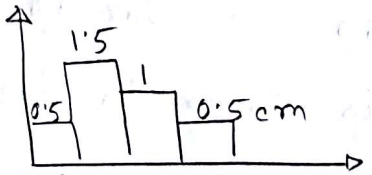
Scanned by CamScanner

Volm of ER = 3.5 × catchment area

এটা ⇒ volm of direct runoff এরকম।

(*) hyetograph (Rainfall depth on intensity vs time)

Exam ⇒ ER hyetograph আঁকতে বললে ϕ index বাদ দিয়ে graph.



Math:

Area = 27 km²

1st 4 hr . 2nd - 4 hr

3.8 cm 2.8 cm Rainfall

Total rainfall = 6.6 cm

1) Rainfall excess = ?
2) ϕ index = ?

এই rainfall এই area তে হওয়ায় outlet point এর response

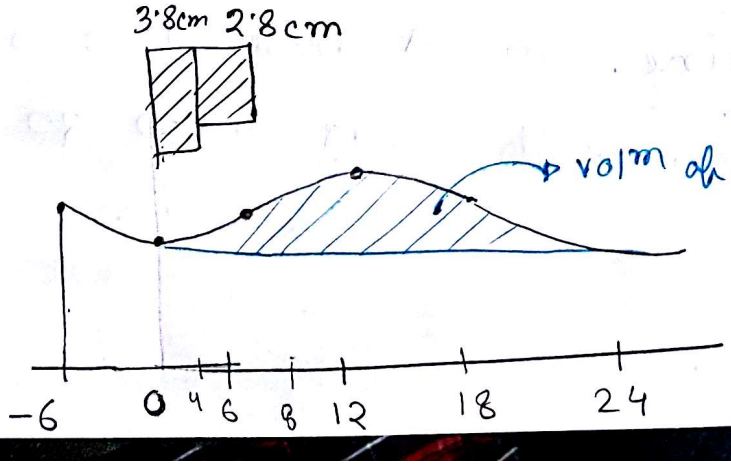
দেয়া।

Storm / flood hydrograph → total টা, এটা থেকে base flow

বাদ দিলে যে hydrograph বাকি থাকে সেটা direct runoff hydograph

-6 hr মানে 6 ঘণ্টা আগে (বৃষ্টি শুরুর) flow.

Ans এত flow আছে, so that is base flow.



Scanned by CamScanner

1st 8 hrs এ rainfall আছে, but effect অনেকক্ষণ,

যে line এ runoff constant আসে end of direct runoff.

আবার $N = 0.83 \times (27)^{0.2} = 8.16$ days $= 38.5$ hrs

মানে peak hrs এর 38.5 hrs পর direct runoff শেষ,

we don't use this formula in exam.

hydrograph এর pattern দেখে বুঝব, ছবি না এঁকেও বোঝা যায়, যেমন 42 hrs on 48 এ constant almost. So এখানে D.R. শেষ,

এখানে 0 hrs এ b.flow 5

42 " " " 7

∴ এ দুই 7 যোগ করে slope আঁকবে,

interpolate করে বাকি time এ base flow বের করব,

(42-0) hrs এ base.flow varies $(7-5) = 2 m^3/s$

∴ 6 hrs পর B.f $= 5 + \frac{2}{42} \times 6$

But এই math এ adv হল 0 hrs এ 5 & 48 hrs এও 5. So st. line. So এর base flow 5.

তখন আলাদা করে baseflow বের করতে হত না,

Scanned by CamScanner

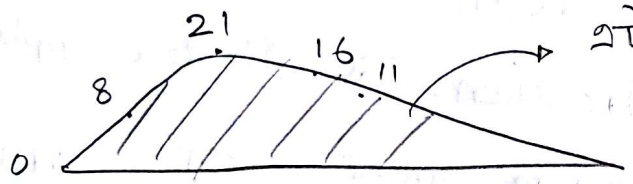
0	6	12	18	24	30	36	42	48	→ hr
5	13	26	21	16	12	9	7	5	→ flow

→ Base flow

5

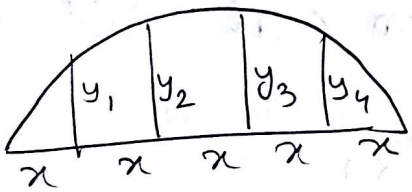
0	8	21	16	11	7	4	2	0

∴ direct runoff ~~height~~ volm (m^3/s)



এটার area বের করব by trapezoidal method.

Area = $x \times (y_1 + y_2 + y_3 + \dots)$ এটা তখন if x is same for all interval. x আলাদা হলে ~~not~~ আলাদা আলাদা করে।



1st & last টা △
বাকি গুলা trapezoid

$\therefore \frac{1}{2} x y_1 + \frac{y_1+y_2}{2} x + \frac{y_2+y_3}{2} x \dots$

∴ x এই math এর জন্য 6hr, but y_1, y_2 এগুলো m^3/s এ, so 6hr কে sec এ convert করতে হবে।

volm of direct runoff = volm of ER

∴ Runoff depth = $\frac{\text{volm of ER } (m^3)}{\text{catchment Area } (m^2)}$ = 0.0552m = 5.52cm

Scanned by CamScanner

এখানে ER = 7 cm হতে পারত না,

Cause ER হল rainfall এর যে portion runoff দেবে, & 0 loss হলেও মোট total rainfall 6·6 cm এর থেকে বেশি হতে পারত না.

* Runoff co-eff = $\frac{5·52}{6·6}$

Now ϕindex বের করতে হবে, যে অবস্থায় hrt এ runoff rainfall থাকে তাদের ~~total infiltration~~. তার ϕindex applicable.

Infiltration rainfall বন্টনের আগে আগে বসা.

এখানে rainfall duration = 8hrt

Total loss or infiltration loss = 6·6 − 5·52 cm
~~= 1·35 cm~~ = 1·08 cm

$\therefore$ ϕindex = $\frac{6·6-5·52}{8}$ = 0·135 cm/hrt

ϕindex × time = loss মোট rainfall থেকে ছোট হতে হবে

to understand math দিয়া আছে,

4 × 0·135 = 0·54 < 3·8 cm
4 × 0·135 = 0·54 < 2·8 cm
} so দিয়া আছে,

যদি math এ সব same থাকে but

1st 4hrt 6·2 cm
2nd 4hrt 0·4 cm

~~তাহলে~~ ER = ~~5·52~~ 5·52 cm, runoff co-eff same

Scanned by CamScanner

ϕ index 3 same as total rainfall এখানে 6.6 cm

4 hr	4 hr
6.2 cm	0.4 cm
0.54 cm	0.54 cm

এখানে 1st 4-hr এর জন্য ϕ index ঠিক আছে, But 2nd 4 hr এ 0.4 rainfall থেকে loss বেশি হতে পারবে না।
So go to 2nd trial. এখানে 2nd 4 hr এ total loss = ~~total~~ rainfall = 0.4 cm

আগের total infiltration loss ছিল 1.08 cm (for 8 hr)

∴ 1st 4 hr এ loss = 1.08 − 0.4 =

∴ ϕ index for 1st 4 hr = $\frac{1.08 - 0.4}{4}$ = 0.17 cm/hr

∴ 1st 4 hr এ loss = 0.17 × 4 = 0.68 cm which is less than 6.2 cm, so ok.

Δ next 4 hrs এ loss 0.4 cm.
∴ 2টা ছিলাম 0.68 + 0.4 = 1.08 → এটা must হতে হবে,
∴ Ans মিলবে (for 1st 4 hr ϕ index = 0.17 cm/hr)
(for next 4 hr ϕ index not applicable but holy loss 0.4 cm)

Scanned by CamScanner

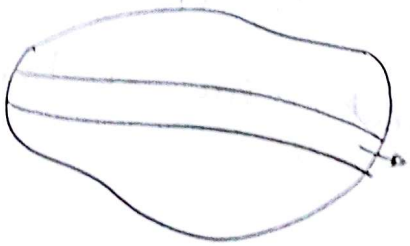
12.12.16
Monday

Lec-13

Unit Hydrograph :

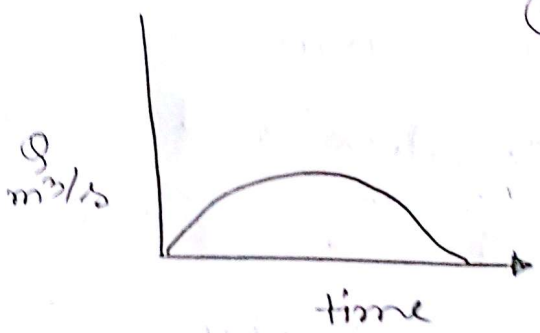
At least 2 problems

Unit → flood hydrograph on flood এবে unit



catchment ⇨ 1unit effec. rainfall
এবে outlet response এবে ~.

(UH)



unit can be mm, cm. Usually cm.

আবার 2 unit ER এবে area under the curve double
এবে, 3 " " " " " " " 3 times.

এভাবে ৯ hydrograph পাব যার direct runoff hydro.
এখানে base flow নাই।
এর আগে " " যোগ করলে পাব storm/flood
hydrograph.

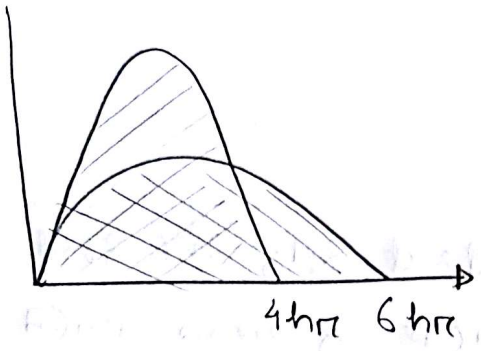
$$UH \xrightarrow[ER]{*} DRH \xrightarrow{+\text{base flow}} \text{Storm runoff}$$

Scanned by CamScanner

unit rainfall 6hr এ হলে তাহার 6hr unit H.

" " 4 " " " " " 4 " " H.

একই catchment এ 6hr & 4hr UH এর আকার 4H এর intensity ↑, But area under curve same as same volm passes (but in diff time)



Example: 6.4

Exam এ 6hr unit H 6hr এরপর reported থাকবে,
But তাহার atleast 6hrly reported হতে হবে, বড় duration এ হলে ভাল,
12hrly report করলে value পিকআপ পাব না,
4H UH atleast 4hrly reported হতে হবে.

Normally equal duration এ reported থাকবে in exam.

3.5 cm eff rainfall → মেয়াদ করবে.

এই math এ total rainfall 6hr এ 5cm
ϕ index = 0.25 cm/hr

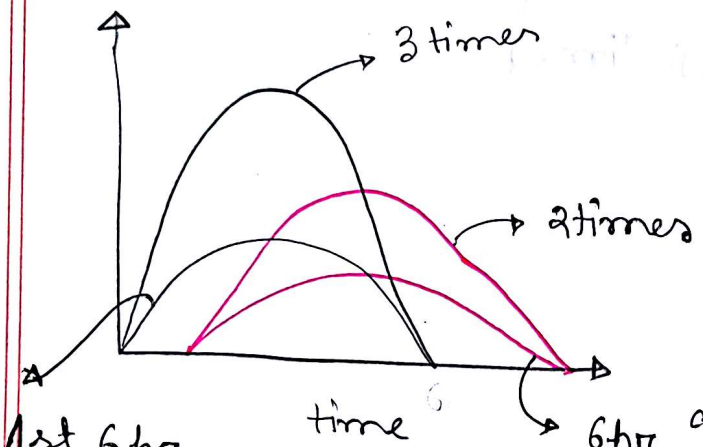
Eff rainfall = 3.5 cm

(*) Total rainfall থেকে loss (হয়) থাকবে,

Scanned by CamScanner

Ex 6.5 6h UH given.

	1st 6hr	2nd 6hr
ER	3 cm	2cm



1st 6hr এর UH.

6hr পর start হয়, এটা 2nd 6 hr এর UH, একে 2 times বাড়লে 2nd 6hr এর DRH

Time (h)	UH Q (m^3/s)	3cm ER	2cm ER	DRH
0	0	0X3	0	0
6	10	10X3	0	30
12	18	18X3	10X2	74
18	36	36X3	18X2	84
24	16	16X3	36X2	⋮
⋮			16X2	⋮
60				

1st DRH 60 তে শেষ হবে।

2nd " 66 hr এ শেষ হবে।

আরও একবার ER এর 6 hr পর start হলে add. com & পুরো

Scanned by CamScanner

শেষ হবে 72 hr এ, মানে আরও 6hr lag হবে।

যদি 6H UH দেয়, but ER for 4hr, so আমার 6hr UH কে 4hr UH এ convert করতে হবে।

এই math এ একবারে 12hr এ ER = 5 cm, so আমার 12hr UH লাগবে, then এর coordinate কে 5 দিয়ে গুন।

30hr rainfall হলে 30hr UH নিয়েও করা যায়, but তখন error আসবে কিছুটা cause throughout 30 hr ER same ধরে নিচ্ছে, but এমন হয় না, so this is not desired.

Ex. 6·5:

	1st 6hr	2nd 6h	3rd 6h
Rainfall (cm)	3·5	7·5	5·5
ϕ cm/hr	0·25 cm/hr		

constant base flow দেয়া থাকতে পারে, But এখানে base flow 1st এ 15 m^3/s, then 12 hrly 2 m^3/s increase

∴ 1st Find ER 3·5 − (0·25×6)

= 2 6 4

Time (h)	Q m^3/s	2cm	6cm	4cm	DRH	Base flow
0	0	0	0	0	0	15
6	10	20	0	0	20	
12	18	36	60	0	96	17
18	16	32	108	40	180	
24	14	28	96	72	196	19

Scanned by CamScanner

Flood hydrograph = base flow + DRH

0	—	0	— 15
6	—	20	— (15) ~ মাঝের এই value টা interpolate
12	—	96	— 17 করা যায়, না বাড়লেও হবে।
18	—	180	— (17) increase হওয়ার আগ পর্যন্ত আগের
24	—	196	base flow ই ধরব (exam এ).

19.12.16
Monday

Lec-14

Example 6.6:

(Flood hydrograph given – baseflow) → Area under the curve

↓

Direct runoff hydrograph volm = Eff rainfall volm

(সবার area under curve)

↓

E.R.V % catchment area = E.R depth

Unit hydrograph করতে চাইলে d.R.hyd. কে ER depth দিয়ে ভাগ করলে unit hydrograph.

At 0 hr discharge ২ হল baseflow, এখানে 12.5 হল 90 hr এ. ∴ 2.5 base flow change হয় (90–0) hr এ.

∴ 6th hr এ base flow = $10 + \frac{2.5}{90} \times 6 = 10.167$

Math এ 0.5 এ ~~direct~~ baseflow কে rounding করছে, but আমরা করব না, Roundoff করলেও prob না, না করাই better.

Mm^3 = mega metercube

Example 6.7: Important (for jobs also)

Only peak value দেয়া of flood hydrograph 270

~~direct~~ baseflow 20

∴ Direct runoff hy. এর peak 250

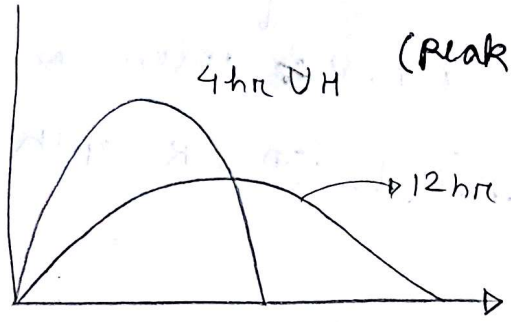
5 হল eff rainfall.

যেকোন time step এ হতে পারে, peak value ও ভিন্ন হতে পারে।

Scanned by CamScanner

Method of superposition :

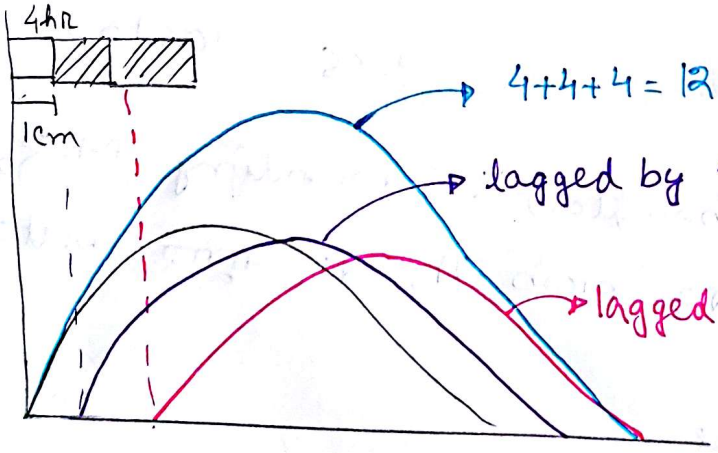
6hr U.H থাকে, তবে whole number multiple on higher side 12, 18, 24 hr এর U.H পাওয়ার জন্য।



(Peak high, তাড়াতাড়ি শেষ, intensity of E.R ↑ 1cm/4hr

(peak low, longer time, ER intensity ↓ 1cm/12hr

Area under curve same.



∴ 12 hr ↳ 3cm ER এর hydrograph. ∴ 12hr U.H কে ordinate কে 3 দিয়ে ভাগ।

If unequal interval : ~~Exponential~~ S- curves Method

4 hr U.H থেকে 2hr U.H

4 " 6 hr "

4 " 7hr U.H

Scanned by CamScanner

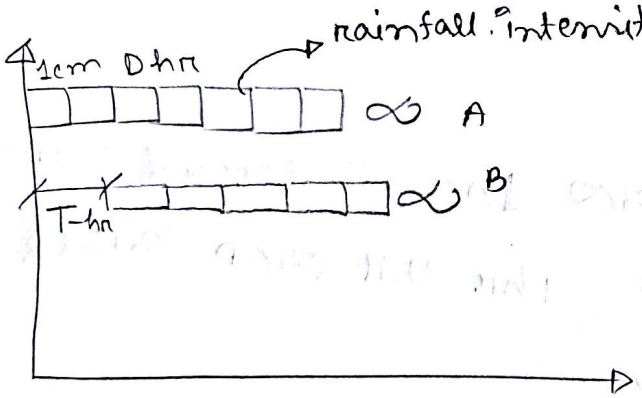
D-hr দেয়া T-hr বের করতে হবে,

D-hr lag করায় curves একে যোগ করব till infinity then ওটা S-curve.

4 থেকে 2তে যেতে চাইলে, 4hr এর S-curve prepare, again 4hr S curve which lags by 2hr.

এই 2টা বিয়োগ করলে 2 hr এ rainfall = 2/4 = 0.5

but we want 1cm ∴ 3/4 / 2/4 করতে হবে,



এখানে 2টা S curve lags by T-hr.

A-B করলে T-hr এ rainfall পাই

∴ T-hr এ total rainfall I/D

But we want 1cm rainfall, ∴ $\frac{I_D}{I_D} = 1\text{cm}$

4 & 2 এর min^m common factor 2. So 2hrly report করব interpolated value.

4 & 6 এর min^m c.f = 2, but 4 & 7 এর min^m 1. So এটা 1hrly reported.

2nd থেকে 4th colm এ যাব,

0 — 0
2 —
4 — 20
6 —

4hr S curve, so 4hrly value pick করতে হবে.

Scanned by CamScanner

0, 4, 8, - - -

& 2, 6, 10 - - এভাবে মোট করব,

2, 6, 10 hr এ interpolate করা যাবে, এখানে করে নাই,

4hr থেকে 6hr এ যেতে বললে ১ curve change হবে না, ১০ colm 4 পর্যন্ত same, as 4hr থেকে 4hr S-curve ই নাই, but just lag 6hr. So 6hr lag করব in colm, then 4-5 করে এটাকে 6/4 দিয়ে devide.

4hr থেকে 7hr এ যেতে 1hr interval, মাঝের সুলো interpolate. But 4hr U.H থেকে আসছি, ১০ 4hr S-curve ই লাগবে,

0, 4, 8, . . .
1, 5, 9, . . .
2, 6, 10, . . .
3, 7, 11, . . .

Scanned by CamScanner