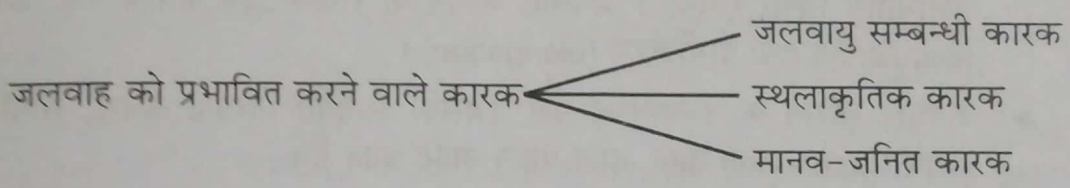
6.11 जलवाह को प्रभावित करने वाले कारक
(Factors affecting Runoff)

किसी भी अपवाह बेसिन (वाटरशेड) में जलवाह के विभिन्न पक्ष, यथा: जलवाह का जनन, प्रकार, परिमाण (magnitude) तथा अवधि, कई कारकों से प्रभावित एवं नियंत्रित होते हैं जिन्हें निम्न 3 वर्गों में विभाजित किया जाता है :



1. जलवायु कारक

- **वर्षण (precipitation) के कारक**
  - वर्षण के रूप (forms)
  - जलवर्षा (rainfall) के प्रकार
  - जलवर्षा का स्थानिक (spatial) एवं कालिक (temporal) वितरण
- **वायु कारक**
  - वायु की दिशा
  - पवन वेग
- **अन्तरारोधन (interception) कारक**
  - वनस्पतियों की प्रजातियां (species)
  - वनस्पतियों का संघटन (composition) एवं संरचना (structure)
  - पौधों एवं वृक्षों का घनत्व
- **वाष्पीकरण कारक**
  - वायु का तापमान
  - वायु तंत्र
  - वायुमण्डलीय दाब (pressure)

Scanned by CamScanner

- मृदा-नमी की दशा
- वाष्पन सतह (evaporative surfaces) की प्रकृति (झीलों, तालाबों, जलभण्डारों-reservoirs, नदियों आदि स्वतंत्र जल की सतह)

➤ **वाष्पोत्सर्जन (transpiration) कारक**

- तापमान
- सौर विकिरण (solar radiation)
- मृदा-नमी की दशा
- वायुमण्डलीय आर्द्रता
- वनस्पति प्रकार

2. स्थलाकृतिक कारक
(physiographic factors)

जलवाह (runoff) को प्रभावित करने कारकों के अन्तर्गत स्थलाकृतिक विशेषताओं तथा अपवाह बेसिन के विभिन्न विचरों (parameters) को सम्मिलित किया जाता है, यथा :

➤ अपवाह बेसिन (drainage basin) का विस्तार (size) एवं आकृति (shape) अर्थात् अपवाह बेसिन के ज्यामितीय विचर (यथा : अपवाह बेसिन के रैखिक एवं क्षेत्रीय पक्ष, खास कर बेसिन की चक्रिलता (circularity) तथा दीर्घीकरण (elongation)।

➤ अपवाह बेसिन के उच्चावच्च पक्ष, जिसके अन्तर्गत निरपेक्ष ऊंचाई, सापेक्षिक उच्चावच्च, बेसिन तथा जलधारा (channel) ढाल, ढाल पहलू आदि आते हैं।

➤ अपवाह घनत्व एवं आवृत्ति (frequency)

➤ अपवाह जाल की विशेषतायें, अर्थात् आकारमितिक (morphometric) विशेषतायें : सरिता पदानुक्रम stream hierarchy) एवं सरिता श्रेणीकरण (stream ordering), सरिता लम्बाई, बेसिन क्षेत्रफल आदि।

➤ स्थलाकृतिक विशेषतायें

➤ मिट्टियों का संघटन, मृदा-मण्डल, मृदा-परिच्छेदिका (soil profiles) आदि।

3. मानवजनिक कारक
(anthropogenic factors)

➤ भूमि उपयोग में परिवर्तन, यथा: वनविनाश

➤ जुताई की विधियां (cultivation methods of tilling), फसलें, फसलों की कटाई, कृषि प्रकार आदि

➤ नगरीकरण

➤ निर्माण कार्य

➤ सिंचाई

➤ भौमजल का विदोहन

उल्लेखनीय है कि उपर्युक्त कारकों के प्रभावों का विवेचन पहले ही अध्याय 4 में वाष्पीकरण, वाष्पोत्सर्जन तथा इस अध्याय में अन्त:स्पन्दन (infiltration) के वर्णन के समय किया जा चुका है। अत: जलवाह (runoff) पर केवल जलवायु, स्थलाकृतिक तथा मानवजनित कारकों के प्रभावों का ही विवरण दिया जा रहा है।

Scanned by CamScanner

जलवायु कारक

वर्षण (precipitation) के रूप के अन्तर्गत तरल रूप, यथा: जलवर्षा (rainfall) या केवल वर्षा, तथा ठोस रूप, यथा: हिमपात, को सम्मिलित किया जाता है। वर्षण के इन प्रमुख रूपों में वर्षा सर्वाधिक महत्वपूर्ण कारक है, जो जलवाह के जनन की प्रक्रिया को निर्धारित करता है। **वर्षा के प्रकार** (संवहनीय वर्षा, पर्वतीय वर्षा तथा चक्रवातीय वर्षा), **वर्षा की तीव्रता/गहनता** (rainfall intensity, प्रति समय इकाई में वर्षा की कुल मात्रा को वर्षा की गहनता कहते हैं, इसे सामान्यतया mm/hour में व्यक्त किया जाता है); तथा **वर्षा की अवधि** (rainfall duration) किसी भी अपवाह बेसिन में जलवाह (runoff) को नियंत्रित करने वाले सर्वप्रमुख कारक हैं।

उच्च गहनता वाली तथा लम्बी अवधि वाली वर्षा, यदि अन्य कारक अनुकूल हों, तो अधिकतम स्थलीय जलवाह (surface runoff) या **हार्टोनियन ओवरलैण्ड प्रवाह** उत्पन्न करती है। उच्च वर्षा वाले **मेघ प्रस्फोट** (cloudburst) लघु समय में त्वरित अधिकतम स्थलीय जलवाह जनित करते हैं। जून 16 एवं 17, 2013 को उत्तराखण्ड के चार जिलों (उत्तरकाशी, चमोली, रुद्रप्रयाग तथा पिथौरागढ़) में **क्लस्टर मेघ प्रस्फोट** होने से जलवाह की भारी जलराशि उत्पन्न हो गयी थी। इस प्रकार जनित भारी जलराशि वाले जलवाह के प्रमुख एवं सहायक नदियों (मन्दाकिनी, भागीरथी, यमुना, अलकनन्दा, पिण्डर आदि) में शीघ्र पहुंच जाने के कारण विकराल विनाशकारी बाढ़ उत्पन्न हो गयी थी।

उल्लेखनीय है कि अकेले वर्षा जलवाह (runoff) को बड़े पैमाने पर प्रभावित नहीं कर सकती, बल्कि वर्षा की गहनता, उसकी अवधि तथा मृदा की अन्त: स्पन्दन क्षमता (infiltration capacity) मिलकर जलवाह को सर्वाधिक नियंत्रित करते हैं। यदि वर्षा की गहनता (rainfall intensity) अन्त:स्पन्दन की दर से अधिक है तथा वह (वर्षा) लम्बी अवधि तक जारी रहती है तो अन्य कारकों के अनुकूल होने पर अधिकतम जलवाह का जनन होता है। यहां तक कि निम्न गहनता वाली वर्षा से भी जलवाह उत्पन्न हो सकता है यदि वर्षा लम्बी अवधि तक जारी रहती है क्योंकि प्रारम्भ में तो अन्त:स्पन्दन (infiltration) वर्षा की गहनता से अधिक रहता है परन्तु समय के साथ मृदा में नमी की मात्रा बढ़ने पर अन्त:स्पन्दन घटने लगता है, परिणामस्वरूप जलवाह उत्पन्न हो जाता है। यह स्मरण करना होगा कि जलवाह तापमान, वाष्पीकरण तथा वाष्पोत्सर्जन (transpiration) द्वारा भी नियंत्रित होता है क्योंकि ये मृदा की नमी को निर्धारित करते हैं जो बदले में अन्त:स्पन्दन (infiltration) दर को निर्धारित करती है। उपर्युक्त विवरणों से स्पष्ट है कि जलवायु के कारक आपस में अन्त:सम्बद्ध (interconnected) एवं अन्तर्सम्बन्धित (interrelated) है, अत: ये सम्मिलित रूप से (मिलकर) स्थलीय जलवाह को प्रभावित करते हैं।

यद्यपि वर्षण (precipitation) के ठोस रूप (हिमपात, ओलापात-hailstorm आदि) आदि से स्थलीय जलवाह (surface runoff) का जनन तो होता है परन्तु हिमपात एवं जलवाह के जनन के समय के मध्य **समय-अन्तराल** (time-lag) होता है। उल्लेखनीय है कि जलवाह (runoff) सदा तरल रूप में ही होता है। हिमपात के समय धरातल पर बर्फ की मोटी चादर बिछ जाती है। तापमान में वृद्धि होने पर हिम पिघलती है तथा यह हिमद्रवित जल (melt-water) ही जलवाह बनता है। परन्तु जब तक हिम धीरे-धीरे पिघलती है, तब तक ढेर सारा जल मिट्टियों द्वारा सोख लिया जाता है। अत: जलवाह बहुत कम हो जाता है। उल्लेखनीय है कि उच्च गहनता वाली जलवर्षा (high intensity rainfall) के समय जलवाह का शीघ्र जनन हो जाता है परन्तु हिमद्रवित जल से जलवाह का जनन विलम्ब से होता है। इसे **जलवाह समय-अन्तराल** (runoff time-lag) कहते हैं।

अपवाह बेसिन (drainage basin) में वर्षा की अवधि तथा जलवाह जनन में भी सहसम्बन्ध (correlation) स्थापित किया गया है। किसी भी अपवाह बेसिन में अधिकतम वर्षा तथा औसत वर्षा के अन्तर के अनुपात को **वर्षा-वितरण गुणांक** (rainfall distribution coefficient) कहते हैं। इस गुणांक के आधार पर जलवाह के जनन पर वर्षा के प्रभाव का निर्धारण किया गया है।

$$Cd = \frac{\text{अधिकतम वर्षा}}{\text{औसत वर्षा}}$$

जबकि,

Cd = वर्षा-वितरण गुणांक (coefficient)

Scanned by CamScanner

यदि जलवाह (runoff) जनन को प्रभावित करने वाले अन्य कारक स्थिर (constant) रहें तो वर्षा-वितरण स्थिरांक (constant) एवं जलवाह के जनन में धनात्मक सहसम्बन्ध (correlation) होता है। अतः किसी अपवाह बेसिन में किसी वर्षा तूफान (rainstorms) के समय होने वाली कुल वर्षा के विषय में निम्न लागू होता है :

"वर्षा-वितरण का गुणांक जितना ही अधिक होता है जलवाह का जनन भी उतना ही अधिक होता है।"

इनके अलावा, अन्य जलवायु के कारक, यथा: तापमान, आर्द्रता, वायु की दिशा तथा वेग (velocity), वर्षातूफान (rainstorms) की अवधि तथा दिशा आदि भी जलवाह के जनन को प्रभावित करते हैं।

अन्तरारोधन कारक
(interception storage)

जलवर्षा तथा हिमपात का अन्तरारोधन (interception) वनस्पतियों के प्रकार (कोणधारी वन, पर्णपाती वन, सदाबहार वन, चौड़ी पत्ती वाले वन आदि) तथा वनस्पतियों के घनत्व पर आधारित होता है। घास, झाड़ियां, वनों एवं वृक्षों के वितान (canopy) वर्षा की बूंदों को अवरोधित करती हैं (रोकती हैं)। इस तरह वनस्पतियां वर्षा की बूंदों को धरातलीय जमीन पर सीधे नहीं गिरने देती हैं। परिणामस्वरूप वर्षा का जल जमीन पर सीधे न पहुंचकर पौधों एवं वृक्षों की शाखाओं एवं तनों (stems) से होकर जमीन पर पहुंचता है। इसे **तना वाह** (stem flow) या **हवाई सरिता** (aerial streams) कहते हैं। इस तरह तना वाह का जल मिट्टियों में प्रवेश कर जाता है। परिणामस्वरूप, जलवाह का जनन विलम्बित (delayed) हो जाता है। अर्थात् घने वनों वाली अपवाह बेसिनों में वर्षा के जल का अधिकतम अन्तःस्पन्दन (infiltration) होता है परन्तु जलवाह का न्यूनतम जनन होता है।

इसके विपरीत यदि अपवाह बेसिन (वाटरशेड) वनस्पतिरहित है तो जलवर्षा का प्रभावी अन्तरारोधन नहीं हो पाता है। परिणामस्वरूप, जलवर्षा पूरी गतिज ऊर्जा (kinetic energy) के साथ खुली जमीन पर गिरती है। ऐसी स्थिति में वर्षा की गहनता (rainfall intensity) अन्तःस्पन्दन (infiltration) की दर से बहुत अधिक होती है, अतः अधिकतम जलवाह का जनन होता है। घास प्रदेश में जलवाह का न्यूनतम जनन होता है।

अपवाह बेसिन की विशेषतायें
(drainage basin characteristics)

किसी निश्चित वाटरशेड या अपवाह बेसिन की विशेषताओं के अन्तर्गत आकारमितिक गुणों (morphometric properties) को सम्मिलित किया जाता है, यथा: अपवाह बेसिन के रैखिक, क्षेत्रीय एवं उच्चावच्च पहलू (aspects)। **रैखिक पक्ष** के अन्तर्गत सरिता श्रेणीकरण (stream ordering), सरिता लम्बाई तथा नदियों की वक्रता (sinnosity); **क्षेत्रीय पक्ष** (areal aspect) के अन्तर्गत सरिता आवृत्ति (frequency), अपवाह घनत्व तथा गठन (drainage texture), बेसिन के आकार (size) तथा आकृति (shape), चक्रिलता सूचकांक (circularity index) तथा बेसिन क्षेत्रफल; एवं **उच्चावच्च पक्ष** के अन्तर्गत निरपेक्ष ऊंचाई (absolute height–सागर तल से), सापेक्षिक उच्चावच्च, औसत ढाल, जलधारा प्रवणता (channel gradient), जलधारा आकारिकी (morphology) आदि को सम्मिलित किया जाता है। इन आकारमितिक विचरों (parameters) में अपवाह बेसिन का विस्तार तथा आकृति, अपवाह घनत्व, बेसिन ढाल सर्वाधिक महत्वपूर्ण कारक हैं जो जलवाह (runoff) को प्रभावित करते हैं।

(1) बेसिन का आकार तथा आकृति
(basin size and shape)

अपवाह बेसिन का आकार अर्थात् क्षेत्रीय विस्तार जलवाह (runoff) को भिन्न तरह से प्रभावित करता है। यदि विभिन्न क्षेत्रफल वाली 2 अपवाह बेसिनों में वर्षा की मात्रा, वर्षा की अवधि तथा वर्षा की गहनता समान हैं तथा अन्य पर्यावरणीय दशायें दोनों बेसिनों में समान हैं तो दोनों में जलवाह का जनन समान होगा परन्तु दोनों के ओवरलैण्ड फ्लो

Scanned by CamScanner

में अन्तर होगा। अधिक क्षेत्रीय विस्तार वाली अपवाह बेसिन में छोटे क्षेत्रीय विस्तार वाली बेसिन से अधिक जलवाह होगा परन्तु छोटी अपवाह बेसिन में ओवरलैण्ड फ्लो अधिक होगा। बड़े क्षेत्रीय विस्तार वाली अपवाह बेसिन में छोटे आकार वाली बेसिन की तुलना में जलवाह का नदी तक पहुंचने का **गमन समय** (travel time) लम्बा होता है। बड़े आकार वाली अपवाह बेसिन में छोटी बेसिन की अपेक्षा **शिखर वाह** (शिखर वाह-peak flow) नीचा होता है।

अपवाह बेसिन की आकृति (shape) अण्डाकार (elongated) हो सकती है या लगभग वृत्ताकार (circular)। जलविज्ञानी अपवाह बेसिन की आकृति को निम्न 3 प्रकारों में विभाजित करते हैं :

- पंखाकार (fanshape) बेसिन
- फर्न आकार की बेसिन
- काम्पैक्ट आकार वाली बेसिन

अपवाह बेसिन की आकृति/आकार का निर्धारण बेसिन की लम्बाई (अक्षीय लम्बाई), बेसिन की चौड़ाई, बेसिन का क्षेत्रफल तथा बेसिन परिमिति (perimeter) के आधार पर किया जाता है। बेसिन के आकार का **चक्रिलता सूचकांक** (circularity index) के सन्दर्भ में परिकलन किया जाता है जिसके लिए कई विधियां विकसित की गयी है, यथा :

(1) **हार्टन का फार्म फैक्टर** (F), 1932

$$F = \frac{A}{L^2}$$

जबकि,

F = फार्म फैक्टर, जो बेसिन आकृति (shape) के दीर्घीकरण सूचकांक (elongation index) को सूचित करता है।

A = अपवाह बेसिन का क्षेत्रफल

L = बेसिन लम्बाई

F का मान 0 से 1 तक होता है। यह मान जितना ही कम होगा बेसिन का आकार उतना ही लम्बा होगा और बढ़ता मान बेसिन की अधिक चक्रिलता (गोल आकृति) का द्योतक होता है।

(2) **स्टोडार्ट का दीर्घवृत्तीयता (ellipticity) सूचकांक (E), 1965**

$$E = \frac{\pi L^2}{4A}$$

जबकि,

E = दीर्घवृत्तीयता सूचकांक

π = 3.14

A = बेसिन क्षेत्रफल

L = बेसिन लम्बाई

E का मान 0 से 1 तक होता है। यह मान जितना ही कम होगा बेसिन की आकृति उतनी ही गोल होगी पर इस मान के बढ़ने पर बेसिन आकृति दीर्घवृत्तीय (elongated) होने लगती है। स्टोडार्ट का E हार्टन के F के व्युत्क्रम समानुपातिक (inversely proportional) है।

Scanned by CamScanner

(3) **वी०सी० मिलर का चक्रिलता (circularity) सूचकांक, (C), 1953**

$$C = \frac{\text{बेसिन का क्षेत्रफल}}{\text{ऐसे वृत्त का क्षेत्रफल जिसकी परिधि बेसिन की परिधि के बराबर हो}}$$

या

$$C = \frac{4\pi A}{P^2}$$

जबकि, p = बेसिन परिधि (perimeter)

C का मान O (सीधी रेखा) से 1 (वृत्त) तक होता है। यह मान जितना ही अधिक होगा बेसिन आकृति उतनी ही वृत्ताकार (चक्रिल-गोल) होगी।

(4) **शूम का इलांगेशन अनुपात (R), 1956**

$$R = \frac{\text{ऐसे वृत्त की व्यास जिसका क्षेत्रफल बेसिन के क्षेत्रफल के बराबर हो}}{\text{बेसिन की लम्बाई}}$$

या

$$R = \sqrt[2]{\frac{A}{\frac{\pi}{L}}} = \frac{2}{\sqrt{L^2}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{F}$$

या

$$\left(F = \frac{\pi}{4}R^2\right)$$

जबकि,

R = इलांगेशन (दैर्ध्यवृद्धि) अनुपात

A = बेसिन क्षेत्रफल

L = बेसिन लम्बाई

F = हार्टन का फार्म फैक्टर

R (इलांगेशन रेशियो) हार्टन के फार्म फैक्टर (F) के वर्गमूल के समानुपातिक होता है। R का मान O (बेसिन की अत्यधिक लम्बी आकृति) से 1 (वृत्ताकार, पूर्ण चक्रिलता-गोलाकार) के बीच रहता है। अत: R का मान जितना अधिक होगा, बेसिन का आकार उतना ही अधिक गोल होगा।

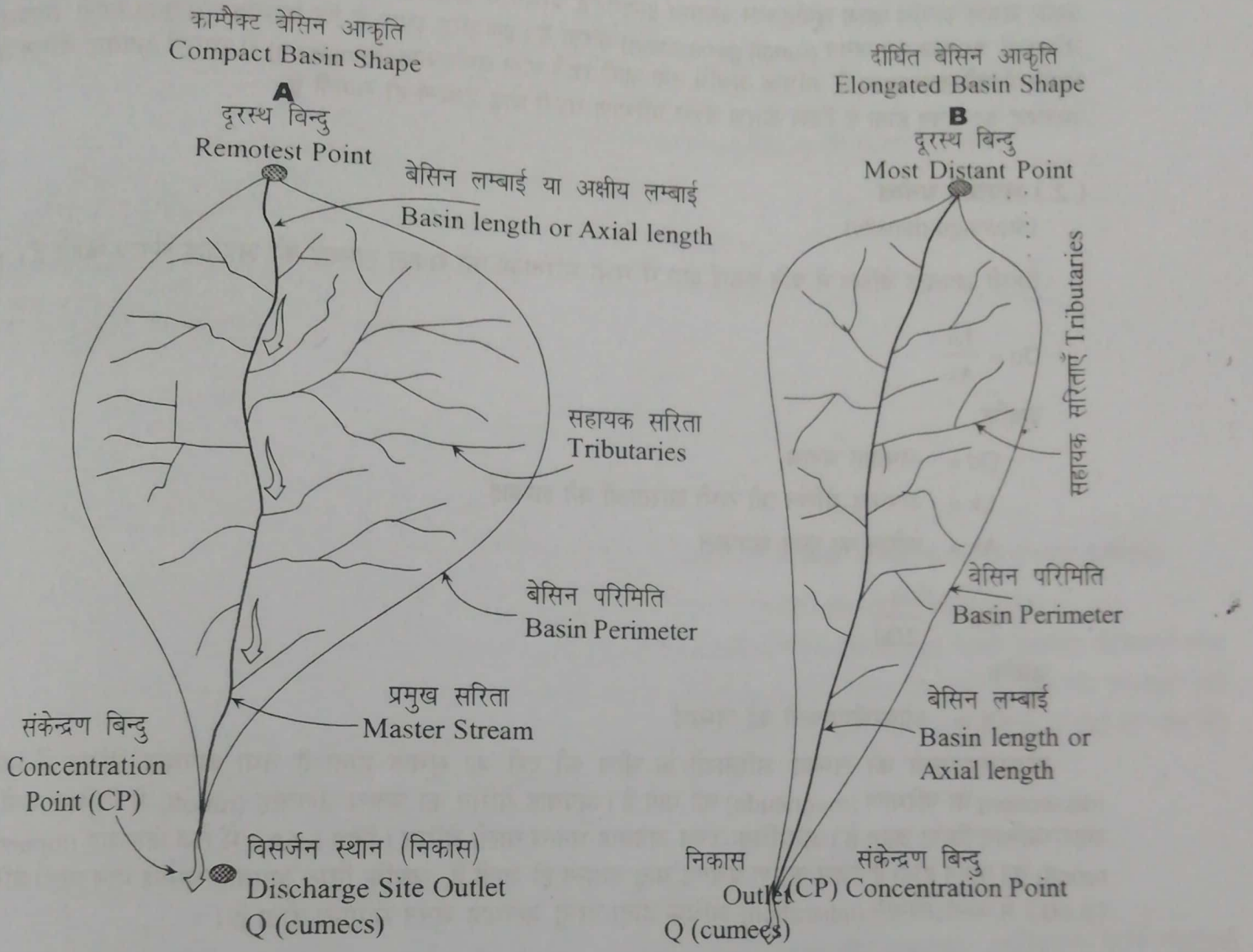
(5) **काम्पैक्टनेस सूचकांक (C)**

$$C = \frac{Pb}{\sqrt[2]{\pi A}}$$

$\sqrt[2]{\pi A}$ = वृत्ताकार क्षेत्र की परिधि जो कि बेसिन क्षेत्रफल के बराबर हो।

काम्पैक्टनेश गुणांक अपवाह बेसिन के आकार (size) पर आधारित नहीं होता है परन्तु यह बेसिन की आकृति (shape) पर आधारित होता है। ढाल में वृद्धि होने पर काम्पैक्टनेश घटता है तथा ढाल के कम होने पर बढ़ता है।

Scanned by CamScanner



चित्र 6.6 : अपवाह बेसिन की आकृति (shape), A = काम्पैक्ट आकृति या पंखानुमा आकार, लगभग गोल आकृति, B = फर्न आकार या पत्ती के आकार या इलांगेटेड आकृति वाली बेसिन, CP = सान्द्रण बिन्दु (concentration point) ।

जिस विन्दु से किसी अपवाह बेसिन के समस्त क्षेत्र के जल का वाह्य प्रवाह (outflow) होता है उसे **आउटलेट बिन्दु** या **सान्द्रण बिन्दु** या **सकेन्द्रण बिन्दु** (concentration point) कहते हैं क्योंकि इसी निकास बिन्दु (outlet point) पर अपवाह बेसिन का सम्पूर्ण जल आता है (चित्र 6.6A तथा 6.6B) ।

वर्षा के जल के अपवाह बेसिन की परिमिति (perimeter) पर दूरस्थ बिन्दु (चित्र 6.6BP) से निकास बिन्दु (चित्र 6.6 में CP) पर पहुंचने में जितना समय लगता है उसे **सकेन्द्रण समय** (concentration time) कहते हैं। वर्षा का जल लम्बी या इलांगेटेड बेसिन में निकास बिन्दु पर पहुंचने में अधिक समय लेता है (चित्र 6.6B) जबकि काम्पैक्ट बेसिन (चित्र 6.6A) में कम समय में ही वर्षा का जल निकास बिन्दु पर पहुंच जाता है क्योंकि लम्बी अपवाह बेसिन (चित्र 6.6B) में सभी सहायक नदियों की लम्बाई लगभग समान है। ऐसी दशाओं में यदि वर्षातूफान (rainstorm) की

Scanned by CamScanner

अवधि **सकेन्द्रण समय** की अवधि (duration) से लम्बी होती है तो जलवाह (runoff) का जनन होने लगता है। इस प्रकार समान अवधि वाला वर्षातूफान अत्यन्त इलांगेटेड बेसिन में जलवाह का जनन नहीं कर सकता परन्तु काम्पैक्ट बेसिन में जलवाह का जनन (runoff generation) करता है। इस तरह स्पष्ट है कि काम्पैक्ट आकृति वाली अपवाह बेसिन में सकेन्द्रण समय से अधिक अवधि तक जारी रहने वाले वर्षातूफान (rainstorm) से सम्पूर्ण अपवाह बेसिन से जलवाह का जनन होता है जिस कारण उच्च परिमाण वाली बाढ़ उत्पन्न हो सकती है।

(2) अपवाह घनत्व
(drainage density)

किसी अपवाह बेसिन में प्रति इकाई क्षेत्र में सभी सरिताओं की सकल लम्बाई को अपवाह घनत्व कहते हैं।

$$Dd = \frac{Lk}{Ak}$$

जबकि,

Dd = अपवाह घनत्व

Lk = अपवाह बेसिन की सभी सरिताओं की लम्बाई

Ak = बेसिन का कुल क्षेत्रफल

$$OL = \frac{1}{2Dd}$$

जबकि,

OL = ओवरलैण्डफ्लो की लम्बाई

ओवरलैण्डफ्लो की लम्बाई सरिताओं के बीच की दूरी का सूचक होता है तथा अपवाह बेसिन में घर्षण (dissection) के परिमाण (magnitude) का माप है। अपवाह बेसिन का घनत्व जलवाह (runoff) से विभिन्न रूपों में सहसम्बन्धित किया जाता है। अत्यधिक उच्च अपवाह घनत्व वाली बेसिन (चित्र 6.6A) में तेज जलवाह (torrential runoff) का जनन होता है जिस कारण प्रचण्ड बाढ़ उत्पन्न हो जाती है, जबकि निम्न अपवाह घनत्व मान वाली बेसिन (6.6B) में अन्त:स्पन्दन (infiltration) अधिक होता परन्तु जलवाह जनन सामान्य होता है।

(3) बेसिन आकृति
(basin shape)

अपवाह बेसिन की आकृति अन्त:स्पन्दन (infiltration) एवं जलवाह के स्वरूप एवं परिमाण को निर्धारित करती है। अपवाह बेसिन के ढाल, जो जलवाह को बड़े पैमाने पर प्रभावित करता है, का दो तरह से मापन किया जाता है, यथा :

- जलधारा ढाल (channel slope)
- औसत ढाल

$$\text{जलधारा ढाल} = \frac{\text{अपवाह बेसिन की परिमिति पर स्थित दूरस्थ बिन्दु की ऊंचाई तथा बेसिन के निकास (outlet) की ऊंचाई का अन्तर}}{\text{प्रमुख नदी की लम्बाई}}$$

$$= \frac{\text{सबसे लम्बी जलधारा का कुल पात (totall fall)}}{\text{सबसे लम्बी जलधारा की लम्बाई}}$$

Scanned by CamScanner

सी०के० वेन्टवर्थ विधि

औसत ढाल = $\tan\varnothing = \frac{N \times I}{636.6}$ (मिट्रिक सिस्टम में)

जबकि,

N = प्रति किलोमीटर लम्बाई पर समोच्च रेखाओं (contour) की कटान की संख्या

I = समोच्चरेखा अन्तराल (interval) मीटर में

636.6 = स्थिरांक (constant)

आर०ई० हार्टन विधि

$$S = \frac{1.5(CI)NC}{\sum L}$$

जबकि,

S = बेसिन का ढाल

CI = समोच्चरेखा अन्तराल

NC = समोच्चरेखा की कुल कटान संख्या (number of contour crossed by all dividing lines)

$\sum L$ = सभी विभाजक रेखाओं की कुल लम्बाई (total length of subdividing lines)

अत्यधिक तीव्र जलधारा ढाल (channel slope) तथा उच्च मान वाले औसत ढाल वाली अपवाह बेसिन में मन्द ढाल वाली बेसिन की तुलना में अधिक जलवाह का जनन होता है क्योंकि सतह पर वर्षा के जल की रुकावट तथा अन्त:स्पन्दन (infiltration) कम होता है जबकि मन्द ढाल वाली बेसिन में सतह पर स्थित गड्ढों में वर्षा के जल की रुकावट (surface detention) तथा अन्त:स्पन्दन अधिक होता है।

(4) मानव कारक
(human factors)

मनुष्य जलवाह (runoff) को भूमि उपयोग में परिवर्तन करके (यथा: निर्वनीकरण), नगरीकरण, कृषि पद्धतियों (cultivation practices), सिंचाई द्वारा प्रभावित करता है। जैसा कि पहले व्यक्त किया गया है, वनस्पति-आवरण अन्त: स्पन्दन को तेज करता है परन्तु जलवाह को मन्द कर देता है। अन्तरारोधन कारक (interception factor) के प्रभावों की विवेचना पहले ही की जा चुकी है। पेड़ों की कटाई द्वारा वनों के विनाश के कारण वनों के आवरण (vegetation cover) के अभाव में लम्बी अवधि वाले प्रचण्ड वर्षा तूफान (rainstorms) से होने वाली मूसलाधार वर्षा की बूंदें सीधे पूर्ण गतिज ऊर्जा (kinetic energy) के साथ नग्न धरातल पर प्रहार करती हैं जिस कारण **हार्टोनियन ओवरलैण्डफ्लो** का तत्काल जनन हो जाता है।

बढ़ते नगरीकरण के फलस्वरूप तीव्र जलवाह (torrential runoff) उत्पन्न हो जाता है। ज्ञातव्य है कि पक्की सतह के कारण अन्त:स्पन्दन नहीं हो पाता है। यही कारण है कि बढ़ते नगरीकरण के फलस्वरूप अमुक नगर की समीपी नदियों में बाढ़ के विस्तार एवं परिमाण में लगातार वृद्धि हो रही है। नगरीकरण के परिणामस्वरूप लम्बी अवधि वाले प्रबल वर्षातूफान के समय मूसलाधार वर्षा होने से जलभराव (waterlogging) के कारण नगरों के अन्दर बाढ़ उत्पन्न हो जाती है, जिसे **नगरी बाढ़** कहते हैं। उदाहरण के लिए 27 जुलाई, 2005 को मुम्बई नगर में 24 घण्टे के अन्दर रिकार्ड 944.2 मिमी० वर्षा होने से भीषण आपदापन्न बाढ़ उत्पन्न हो गयी थी।

Scanned by CamScanner

(5) मृदीय कारक
(soil factor)

किसी भी अपवाह बेसिन में मिट्टियों में जल की दशा, मृदा संरचना एवं मिट्टियों के प्रकार अन्त:स्पन्दन (infiltration) की दर तथा जलवाह की राशि (runoff volume) का निर्धारण करते हैं। यदि वर्षा होने के पहले मिट्टियों में पर्याप्त नमी होती है तो वर्षा के प्रारम्भ होते ही मिट्टियां शीघ्र सम्पृक्त (saturate) हो जाती हैं। परिणामस्वरूप अधिकतम जलवाह का शीघ्र जनन हो जाता है। मोटे कणों वाली (coarse grained) मिट्टियों (यथा: रेतीली मिट्टी) वाली बेसिन में या तो जलवाह होता ही नहीं, और होता भी है तो नाममात्र को। दूसरी तरफ चिकनी मिट्टी (clay soil) वाली बेसिन में अधिकतम जलवाह का जनन (generation) होता है।

Scanned by CamScanner