UNIVERSAL LIBRARY

OU_224639

UNIVERSAL LIBRARY

سلسلۂ نصابیات علمیہ جامعۂ عثمانیہ

رسالہ متعلق انجینیرنگ کالج مدراس

ماقوائیات

مُصنّفہ

کرنل - ایچ - ڈی - لو

سابق پرنسپل انجینیرنگ کالج مدراس اور اعزازی رُکن مدراس یونیورسٹی

مترجمہ

مولوی محمد نعمت اللہ صاحب - بی - ایس سی (آنرز)

بعد نظر ثانی از

مولوی محمد رضا اللہ صاحب بی - اے - سی - ای

سنہ ۱۳۵۳ھ م سنہ ۱۳۴۳ف م سنہ ۱۹۳۴ء

از مطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب حکومت مدراس کی اجازت سے
اردو میں ترجمہ کرکے طبع و شایع
کی گئی ہے۔

فہرست مضامین

ماقوائیات

مضمون	پارہ	صفحہ
باب اول		
ماسکونیات		
مامیکانیات	۱	۱
پانی	۲	۲
ماسکونی کلیئے	۳	۲
کسی نقطہ پر دباؤ	۴	۳
کسی سطح پر دباؤ	۵	۳
مساوی انتقال دباؤ	۶	۶
کرۂ ہوائی کا دباؤ	۷	۷
سیفن	۸	۸
کثافتِ اضافی	۹	۹
تیراؤ	۱۰	۹
ماحر کی کلیئے	۱۱	۱۱
مثالیں	۰	۱۱
باب دوم		

مضمون	پارہ	صفحہ
ماقوائیات کے ابتدائی اصول۔		
چھوٹے منفذوں میں سے اخراج		
بہاؤ کا حجم۔ بہاؤ کی سیدھی حرکت	۱۲	۱۳
اصولِ تسلسل	۱۳	۱۴
چھوٹے منفذوں میں سے اخراج کی رفتار	۱۴	۱۵
رفتار کا سریا قدر	۱۵	۱۶
سمٹاؤ کی قدر	۱۶	۱۷
اخراج کی قدر	۱۷	۱۷
زنگولی چھنال	۱۸	۱۸
دبا سمٹاؤ	۱۹	۱۹
چھنالیں	۲۰	۱۹
چھوٹے نل	۲۱	۲۰
اخراج کی قدروں کی قیمتیں	۲۲	۲۱
مثالیں		۲۱
باب سوم		

مضمون	پارہ	صفحہ
بڑے منفذوں اور کٹخنوں میں سے اخراج		
انتصابی سطح میں بڑے منفذ	۲۳	۲۴
کلیۂ برنولی	۲۴	۲۵
ماقوائی ڈھال	۲۵	۲۶
دھار کی رفتار	۲۶	۲۷
مستطیلی کٹخنہ	۲۷	۲۷
قدر کا تغیر	۲۸	۲۹
مستطیلی منفذ	۲۹	۳۰
مستدیر منفذ	۳۰	۳۲
مثلثی کٹخنہ	۳۱-۳۲	۳۳-۳۴
رفتارِ آمد	۳۳	۳۵
غرقاب منفذ	۳۴	۳۶
قدرے ڈوبا ہوا منفذ	۳۵	۳۶
غرقاب کٹخنہ	۳۶	۳۷
مہنالیں	۳۷	۳۷
اندرونی نلی	۳۸	۳۹
مثالیں		۴۱

باب چہارم

سوراخوں اور کٹخنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

مضمون	پارہ	صفحہ
قدر	۳۹	۴۴
تالاب کا نکاس	۴۰	۴۵
چوڑی ڈھلواں چوٹیوں کی چادریں	۴۱	۴۷
تالاب کی غرقاب چادریں	۴۲	۴۹
ناپ چادریں	۴۳	۵۰
کتورے	۴۴	۵۱
نمایاں گراؤ کے کتورے	۴۵	۵۲
غرقاب کتورے	۴۶	۵۴
توم یا آبگیرے	۴۷	۵۸
مبدا اور زیرِ توم	〃	۵۹
تالاب کی چادروں میں موکھے	〃	〃
تالاب کے نکاسی توم	〃	〃
پن تاروں کے توم	〃	۶۰
تالاب کے آبپاشی کے توم	〃	〃
پُل کے خانوں کا اخراج	۴۸	۶۲
اُبھار	۴۹	۶۴
پس آب	۵۰	۶۶
فاصل چادریں	۵۱	۶۷
مقیاسے	۵۲	〃
مثالیں	۰	۶۹

باب پنجم

متغیر ارتفاع کے تحت اخراج

مضمون	پارہ	صفحہ
متغیر ارتفاع	۵۳	۷۴
منشوری ظروف سے آزاد اخراج	۵۴	۷۵

مضمون	پارہ	صفحہ
خالی کرنے یا بھرنے کا وقت	۵۵-۵۶	۷۵-۷۷
کسی دیے ہوئے وقت میں اخراج	۵۷	۷۷
نہری پن تالے	۵۸-۵۹-۶۰	۷۸-۸۰
ایک مستطیلی کٹحنہ سے اخراج	۶۱	۸۲
غیر منشوری ظروف سے اخراج	۶۲	۸۳
غیر منتظم مجروں سے اخراج	۶۳	۸۴
غیر منتظم مجروں سے کٹحنہ کا اخراج	۶۴	۸۵
ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں اخراج	۶۵-۶۶-۶۷	۸۶-۸۹
مثالیں		۹۰

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

مضمون	پارہ	صفحہ
سیالی رگڑ کے کلیے۔ رگڑ کی قدر	۶۸	۹۴
نلوں میں رفتار۔ ماقوائی اوسط نصف قطر	۶۹	۹۶
مجازی ڈھال یا ماقوائی ڈھال	۷۰	۹۷
رفتار اور مجازی ڈھال	۷۱	۹۸
رگڑ کی قدر یا فر کی قدر (ڈارچی کی قیمتیں)	۷۲	۹۹
رفتار اور اخراج	۷۳	۱۰۰
عملی مسائل	〃	〃
چھوٹے نل۔ ارتفاع کا نقصان اخل کی رفتار کے باعث	۷۴	۱۰۵
سیفن توم	۷۵	۱۰۷
نلوں کا میلان	۷۶	۱۰۹
ارتفاع کے چھوٹے نقصان	۷۷	۱۱۲

مضمون	پارہ	صفحہ
کہنیاں	۷۷	۱۱۲
خم	〃	〃
پھیلاؤ	〃	〃
سکڑاؤ	〃	۱۱۳
شاخدار صدر نل	۷۸	۱۱۴
نل جو بھرپور نہ بہیں	۷۹	۱۱۵
ڈیوپٹ کی مساوات	۸۰	۱۱۷
دھاریں	۸۱	۱۱۸
مثالیں	〃	۱۱۹

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

مضمون	پارہ	صفحہ
کھلے نالوں میں رفتار	۸۲	۱۲۲
سطحی آثار، مجازی ڈھال ہوتا ہے	〃	〃
بیزن (Bazin) کی قدریں	۸۳	۱۲۴
کُٹر کی قدریں	۸۴	۱۲۶
نالے کی تراشش	۸۵	〃
نالوں کا اخراج (عملی مسائل)	۸۶	۱۲۷
منحرف نما نہروں کی تجویز۔ مسائل کے حل	۸۷	۱۲۹
عملی معطیات	۸۸	۱۳۲
اقل گھیر والی نہریں	۸۹	۱۳۴
ڈھکے ہوئے نالے	〃	〃
کھلی نہریں	〃	۱۳۵

مضمون	پارہ	صفحہ
منحرف نما نہریں	۸۹	۱۳۵
مستطیلی نہریں	״	״
اقل ترین گھیر کی نہروں کی تجویز	۹۰	۱۳۸
تغیر اخراج کے لیے نہریں	۹۱	۱۴۲
بیضوی پلیاں	״	۱۴۳
کسی آڑی تراش میں تغیرِ رفتار	۹۲	۱۴۴
سطحی، اوسط اور تہ کی رفتار	״	״
ارتفاع کے خفیف نقصانات	۹۳	۱۴۶
رفتارِ داخلہ	״	״
خم	״	״
نہری آبشار	۹۴	۱۴۷
بن گدی	״	۱۴۸
کھڑی موجیں	۹۵	۱۴۹
مثالیں		۱۵۱

باب ہشتم

دریاؤں میں پانی کا بہاؤ

مضمون	پارہ	صفحہ
دریا	۹۶	۱۵۶
ڈیلٹا کا بننا	״	۱۵۷
دریاؤں سے آبپاشی	״	״
دریاؤں کے اخراج کا اندازہ	۹۷	۱۵۸
اخراج کو رفتار حل کر کے معلوم کرنا	۹۸	۱۵۹
طولی اور آڑی تراشوں کی پیمائش	۹۹	״

مضمون	پارہ	صفحہ
رفتار کی پیمائش بذریعۂ اخراج	۱۰۰	۱۶۰
سطحی تیرنڈے	״	״
رفتاری ڈنڈے	״	۱۶۱
دیگر رفتار پیما	۱۰۱	۱۶۳
پیچدار رو پیما	״	״
پیٹو (Pitot) نلی	״	۱۶۴
پیرو ڈل کا مائی قوت پیما	״	״
سیلاب کا اعظم ترین اخراج	۱۰۲	״
فراہمی مجروں سے طغیانی کا اخراج	۱۰۳	۱۶۵
ڈیونہار (Ryves) کا ضابطہ	״	۱۶۶
ڈیکنز (Dickens) کا ضابطہ	״	۱۶۷
قدر کا انتخاب	״	״
دریا کے خم	۱۰۴	۱۶۸
دریاؤں کا نظم	۱۰۵	״
مثالیں		۱۶۹
متفرق مثالیں		۱۷۳ تا ۱۸۰
ضمیمہ (۱) بیزن کی قدریں جو ٹیکے کلم کی نہروں کے لیے موزوں ہیں		۱۸۲
ضمیمہ (۲) کٹر کی قدریں جو نلوں، نہروں اور ندیوں کے لیے موزوں ہیں		۱۸۳-۱۹۰
ضمیمہ (۳) $\sqrt[3]{}$ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س مان ق میں استعمال ہونگی		۱۹۱
اشاریہ		
پلیٹ ۱ تا ۱۳		

استعمال شدہ اکائیاں اور علامات

اکائیاں - اس کتاب میں ہر جگہ ا پونڈ' ا فٹ اور ا سکنڈ کو علی الترتیب وزن' طول اور وقت کی اکائیاں مانا گیا ہے۔ جہاں اس کے خلاف عمل ہوا ہے وہاں بوضاحت تشریح کردی گئی ہے۔

علامات - استعمال شدہ ضروری علامات کی فہرست ذیل میں درج کی گئی ہے - ان ضوابط میں جو زیادہ اہم ہیں ان کو جلی حروف میں لکھا گیا ہے جیسا کہ ذیل میں درج ہے۔

ف = کسی آڑی تراش کا رقبہ مربع فٹوں میں۔

س = اخراج کی قدر۔

ع یا ن = پانی کا عمق فٹوں میں' یا نل کا قطر فٹوں میں' یا بارش انچوں میں۔

ج = جاذبہ کا اسراع' جو فی ثانیہ ۳۲ فٹ لیا گیا ہے۔

اَ = اعظم ارتفاعِ آب فٹوں میں۔

ا = ارتفاعِ آب فٹوں میں۔

ار = ارتفاع فٹوں میں جو رفتارِ تقارب پیدا کرنے کے لیے درکار ہو۔

ل' ل = کسی کٹھنہ' چادر' نل' وغیرہ کا طول فٹوں میں۔

م = فراہمی مجرے کا رقبہ مربع میلوں میں۔

مہ = سیّالی رگڑ کی قدر۔

ت = ڈھالوں کے قاعدے اور ارتفاع کا تناسب

د = کسی نقطہ پر دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

ہ = کرۂ ہوائی کا دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

خ = اخراج کا حجم مکعب فٹوں میں فی مربع فٹ

ن = ماقوائی اوسط گہرائی فٹوں میں۔

س = سطح آب کا رقبہ مربع فٹوں میں۔

ڈ = ڈھال کی جیب۔

وَ = وقت ثانیوں میں۔

ر = رفتار فٹوں میں فی ثانیہ۔

و = کسی مکعب فٹ پانی کا وزن پونڈوں میں = ½ ۶۲ فٹ۔

ﻛ = اُبھار فٹوں میں۔

ظ = سطحِ آب کی بلندی فٹوں میں معطی کے اوپر۔

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

ماقوائیات

باب اول

ماسکونیات یا علمِ سکونِ سیالات

فہرست مضامین

ماسیکانیات
ماسکونیات (علمِ سکونِ سیالات) — پانی
ماسکونی کلیے
کسی نقطہ پر دباؤ
کسی سطح پر دباؤ
مساوی انتقالِ دباؤ
کرۂ ہوائی کا دباؤ
سیفن
کثافتِ اضافی
تیراؤ
ماحرکیاتی کلیے
مثالیں

ا۔ ماقوائیات، ماسیکانیات کی وہ شاخ ہے جس میں عملی طور پر اُن سیالوں کے بہاؤ سے بحث ہوتی ہے جو منفذوں سے نکلتے ہوں یا نلوں اور نالوں سے بہتے ہوں۔

پلیٹ ۱

ماسیکانیات کی اور شاخوں یعنی ماسکونیات اور ماحرکیات میں سے پہلی میں ساکن سیالوں کے تعادل اور دوسری میں ان کی حرکت کا نظریہ ریاضی بیان ہوتا ہے۔ سیال یا تو مائع ہوتے ہیں یا گیسیں۔ اور ان اقسام میں سب سے بڑا فرق یہ ہے کہ سیال تو عملی طور پر بالکل لچک ناپذیر ہوتے ہیں لیکن گیسیں ایک غیر متناہی حد تک لچک پذیر ہیں۔ اس کتاب میں ہمیں گیسی سیالوں سے کوئی سروکار نہ ہوگا۔ سوائے اس کے کہ کہیں اتفاق سے ذکر آجائے۔ اور مائع میں صرف پانی کے متعلق بحث کی جائیگی۔ ماقوائیات کے بیان کو شروع کرنے سے پہلے یہ مناسب ہوگا کہ ماسکونیات کے کلیات کے متعلق کچھ ابتدائی باتیں ذہن نشین ہوجائیں۔

۲۔ **ماسکونیات — پانی** — پانی تقریباً بالکل لچک ناپذیر مائع ہے۔ اور اس کا وزن فی مکعب فٹ تقریباً ۱۰۰۰ اونس یا ½ ۶۲ پونڈ ہوتا ہے۔ ایک گیلن پانی کا وزن ۱۰ پونڈ ہوتا ہے۔ پانی ۳۲° فارنہیٹ پر جم کر برف کی شکل میں ٹھوس بن جاتا ہے۔ اور ۲۱۲° فارنہیٹ پر بھاپ بن کر گیس بن جاتا ہے۔ ان تپشوں کو علی الترتیب[1] پانی کے نقاطِ انجماد و جوش کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔

۳۔ **ماسکونی کلیے** — ماسکونیات کے اہم کلیے حسبِ ذیل ہیں:—

کلیۂ اول ۔ پانی کا دباؤ کسی مستوی سطح پر پانی کے اس استوانے کے وزن کے برابر ہوتا ہے جس کا قاعدہ سطح کا رقبہ ہو اور جس کا ارتفاع سطح کے مرکزِ جاذبہ کا عمق، سطحِ آب سے نیچے ہو۔

کلیۂ دوم ۔ کسی سطح پر دباؤ کی سمتِ عمل اس سطح پر عمود ہوتی ہے۔

---

[1] تپشِ جوش سطحِ سمندر پر اور معمولی کرۂ ہوائی کے دباؤ میں ۲۱۲° پر ہے۔ اگر ہم کسی پہاڑ پر جس کی بلندی ا فٹ ہو چڑھ جائیں تو ہوائی دباؤ گھٹ جاتا ہے اور حقیقی نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لیے ۲۱۲° (تپشِ جوش) میں سے ت درجے کم کرنے کے لیے جو تعداد چاہیے وہ ضابطہ ا = ۵۲۰ ت + $ت^2$ سے حاصل ہوتی ہے۔

پلیٹ ۱

کُلیۂ سوم۔ پانی کے دباؤ کا حاصل کسی جسم پر جو پانی میں پورا یا تھوڑا ڈوبا ہوا ہو انتصابی سمت میں اوپر کی طرف کو ہوتا ہے اور اس جسم کے ہٹائے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر جسم تیر رہا ہے تو ظاہر ہے کہ اُس کے ہٹائے ہوئے پانی کا وزن خود جسم کے وزن کے مساوی ہوگا۔

۴۔ کسی نقطہ پر دباؤ ـــــ کسی نقطہ پر دباؤ، اکائی رقبہ پر کا دباؤ ہوتا ہے۔ اگر اکائی ۱ مربع فٹ ہے اور نقطہ کا عمق و فٹ ہے تو اس نقطہ پر دباؤ، د، وہ دباؤ ہوتا ہے جو ایک مربع فٹ کے رقبہ پر جس کا عمق و فٹ ہو عمل کرتا ہے۔ یعنی کُلیۂ اول سے (د = ۱ مربع فٹ × و) مکعب فٹ × $\frac{1}{2}$ ۶۲ پونڈ۔ یا اگر ایک مکعب فٹ پانی کے وزن کو ہم و سے ظاہر کریں تو

$$د = و\,و \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

کسی مائع میں دو ایسے نقاط پر کے دباؤ جو ایک لیول پر ہوں ظاہر ہے کہ مساوی ہونگے۔

۵۔ کسی سطح پر دباؤ ـــــ مذکورۂ بالا نتیجہ کو کُلیۂ دوم کے ساتھ شامل کرنے سے ایک ایسا طریقہ حاصل ہوجاتا ہے جس سے کسی سطح مستوی پر کے دباؤ کو ترسیماً دکھا سکتے ہیں۔ پہلے کسی انتصابی سطح کو لو مثلاً کسی توم کا تختہ یا پن تالا دیوار اور اس سطح کا ایک لا انتہا چھوٹا اُفقی طول خیال کرو جس کو در حقیقت ایک خط ا ب سے ظاہر کیا جاسکتا ہے (دیکھو شکل ۱)۔ ب ب، کو ا ب کے مساوی اور عمود بناؤ۔ تب ب ب، = و = $\frac{د}{و}$ جہاں د، سے مراد ب پر کا دباؤ ہے۔ ا ب، کو ملاؤ۔ اور لا عمق پر کوئی نقطہ ق لے لو۔ اور ا ب پر ق ق، عمود کھینچو۔ متشابہ مثلثوں سے ق ق، = لا = $\frac{د_{لا}}{و}$۔ پس معلوم ہوا کہ ا ب کے ہر نقطہ کے دباؤ سمت و مقدار میں مثلث ۱ ب ب، کے اُفقی معیّنوں سے ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔ اگر ا ب پر مجموعی دباؤ د ہو یعنی س لا د لا تو ہمیں معلوم ہے کہ $\frac{د}{و}$ = مثلثی پرت ۱ ب ب، کے رقبہ کے

پلیٹ ۱

= (اب × بب١) / ۲ = ا² / ۲ ∴ د = (و × ا²) / ۲ - تمام دباؤں کے حاصل کو مثلث کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنا چاہیے۔ اور اس لیے وہ، خط اب کو ایک ایسے نقطہ ج پر قطع کرتا ہے کہ اج = ۲/۳ ا کے ہو۔

اگر سطح کا محل ق ب ہے تو مجموعی دباؤ و × (رقبہ شکل منحرف نما ق ب ب١ ق١)۔ اور دباؤ کا مرکز وہ نقطہ ہوگا جس پر شکلِ مذکور (ق ب ب١ ق١) کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنے والا اُفقی خط ق ب کو قطع کرے۔

اگر سطح مائل ہے تو خط اب بھی مائل ہوتا ہے ایسی صورت میں ب ب١ (= ا) اب پر عمود بناؤ (دیکھو شکل ۲)۔

د = و × (رقبہ ا ب ب١) = و × (اب × ا) / ۲ اور اج = ۲/۳ اب۔

اب پھر انتصابی سطح کی طرف آؤ۔ فرض کرو کہ اس کا ایک خاص طول ل ہے (دیکھو شکل ۳)۔ مثلث ا ب ب١ ایک مثلثی خانے کی شکل اختیار کر لیتا ہے جس کا طول ل ہے۔ اور

د = و × (خانہ کا حجم) = و ل × (مثلث کا رقبہ) = و ل × ا² / ۲

حاصل دباؤ د اُفقی حالت میں خانے کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرتا ہُوا عمل کرتا ہے اور دباؤ کا مرکز ج گہرائی ۲/۳ ا پر واقع ہے۔

مجموعی یعنی حاصل دباؤ کی قیمت کلیۂ اول سے بآسانی حاصل کی جا سکتی ہے۔ مثلاً گزشتہ مثال میں سطح کا رقبہ = ا ل اور اس کے مرکزِ جاذبہ کی گہرائی = ا/۲ ∴ د = و ا ل ا/۲۔ ترسیمی طریقہ کا فائدہ یہ ہے کہ وہ دباؤ کی تقسیم کے طریقے، اور دباؤ کے مرکز کے محل دونوں کو ظاہر کر دیتا ہے۔

انتصابی غرقاب کی حالت میں مثلثی، چار ضلعی اور مستدیر سطوح پر جو دباؤ کی تقسیم ہوتی ہے وہ اشکال ۴، ۵، ۶ اور ۷ میں دکھائی گئی ہے۔

پلیٹ

مثال (۱) ۔ ایک مُستطیلی آبگیرہ کے پھاٹک کی اونچائی ۸½ فٹ اور چوڑائی ۴ فٹ ہے ۔ مجموعی دباؤ معلوم کرو جب کہ اس کے ایک طرف رُکے ہوئے پانی کا عمق تختہ کی سل پر (و) ۶ فٹ (ب) ۸ فٹ ہو۔ اور دوسری طرف سے پانی کا کوئی دباؤ نہ ہو۔

چونکہ سطح انتصابی ہے، $\text{د} = \text{ول}\,\frac{\text{و}^{۲}}{۲}\,\text{پس}$

$$(\text{و})\ \text{د} = \frac{۱۲۵}{۲} \times ۴ \times \frac{۳۶}{۲} = ۴۵۰۰\ \text{پونڈ}$$

$$(\text{ب})\ \text{د} = \frac{۱۲۵}{۲} \times ۴ \times \frac{۶۴}{۲} = ۸۰۰۰\ \text{پونڈ}$$

مثال (۲)۔ایک پن تالے کے کواڑوں کی جوڑی اندر کی طرف ۱۲ فٹ اور باہر کی طرف ۳ فٹ پانی کے عمق کو روکے ہوئے ہے ۔ ہر دروازے کی لمبائی ۵ فٹ ہے ۔ اور ہر دروازے کا نچلا قبضہ سِل کے لیول پر ہے اور اوپر والا قبضہ سِل سے ۱۲ فٹ اُوپر ہے ۔ اُفقی دباؤ معلوم کرو جو ہر اوپر والے قبضہ کو برداشت کرنا پڑتا ہے ۔ (دیکھو شکل ۸)۔

کواڑ کے طول کے ایک فٹ کو لو اور فرض کرو کہ اس کے اُوپر والے قبضہ پر س پونڈ دباؤ پڑ رہا ہے ۔ پانی کے حاصل دباؤ $\text{د}_۱$ اور $\text{د}_۲$ علی الترتیب کواڑوں کے اندر اور باہر کے قبضوں کے ردِ عمل کے ساتھ متوازن ہیں اور یہ دباؤ اگر کواڑوں کے وزن کو نظر انداز کر دیا جائے تو اُفقی سمت میں ہیں۔

$$\text{د}_۱ = \frac{۱۲۵}{۲} \times \frac{(۱۲)^۲}{۲}\ \text{پونڈ}$$

$$\text{د}_۲ = \frac{۱۲۵}{۲} \times \frac{(۳)^۲}{۲}\ \text{پونڈ}$$

نچلے قبضہ کے گرد معیارِ اثر لینے سے

$$\text{س} \times ۱۲ = \text{د}_۱ \times \frac{۱۲}{۳} - \text{د}_۲ \times \frac{۳}{۳} = \frac{۱۲۵}{۴}\ (۵۷۶ - ۹)$$

$= ۱۷۷۱۹$ ∴ $\text{س} = ۱۴۷۶٫۶$ پونڈ۔ ہر پھاٹک کا طول چونکہ ۵ فٹ ہے اس لیے

پلیٹ ۲

اُوپر والے قبضہ پر حقیقی دباؤ

= ۲۷۶٫۶ × ۵ = ۳۸۳ ٫ ۷ پونڈ

کلیہ اول ــــ سے ظاہر ہے کہ کسی برتن کے اُفقی قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ صرف قاعدے کے رقبہ اور پانی کے ارتفاع پر منحصر ہوتا ہے۔ پس اگر ایک اُستوانہ اور ایک مخروط جن کے قاعدے اور ارتفاع مساوی ہوں، پانی سے بھر دیے جائیں تو اِن کے قاعدوں پر عمل کرنے والے دباؤ مساوی ہونگے۔ لیکن اُستوانے کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس میں بھرے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔ اس لیے کسی مخروط کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس پانی کے وزن کا تین گُنا ہوتا ہے جو درحقیقت اُس میں بھرا ہوا ہو۔ اس کی طبعی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ مخروط کے قاعدہ پر وزن دو قسم کے ہوتے ہیں ایک پانی کا حقیقی وزن جو مخروط میں بھرا ہوا ہو اور دوسرا وہ جو منحنی سطح اور سیال کے دباؤ کے ردِ عمل سے ہوتا ہے اور جس کا انتصابی تحلیلی حصہ مخروط کے قاعدہ پر عمل کرتا ہے۔

۶۔ مساوی انتقال دباؤ

ــــ اگر پانی کسی بند برتن میں بھر دیا جائے اور مائع کے کسی جزو پر ایک بیرونی دباؤ ڈالا جائے تو یہ دباؤ مائع کے اندر ہر سمت میں مساوی طور پر منتقل ہو جائیگا۔ اس اصول سے شکنجہائے آبی اور دیگر کلوں میں کام لیا جاتا ہے۔ ایک بڑا اور ایک چھوٹا اُستوانہ جن میں متحرک فشارے ہوتے ہیں پانی سے بھر دیے جاتے ہیں اور بذریعۂ نل ایک دوسرے سے ملا دیے جاتے ہیں۔ اگر چھوٹا فشارہ نیچے کی طرف د پونڈ فی مربع انچ کی قوت سے دبایا جائے تو یہ دباؤ بڑے اُستوانے اور فشارے کے ہر مربع انچ پر منتقل ہو جائیگا۔ جن میں سے آخر الذکر پر وہ بوجھ رکھا ہوا ہوتا ہے جسے اُٹھانا ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ا اور اَ بڑے اور چھوٹے فشاروں کے رقبے ہیں۔ اور د وہ قوت ہے جو چھوٹے فشارے پر لگائی جاتی ہے اور و بڑے فشارے پر وزن ہے۔

بلیٹ ۳

وزن $و = دَ \times ا$

چھوٹے فشارہ پر قوت $د = دَ \times اَ$

$$\therefore و = د \times \frac{ا}{اَ}$$

مثال (۳) ایک آبی شکنجہ کے بڑے اور چھوٹے اُستوانوں کے قُطر علی الترتیب ۱۵ انچ اور ۱ انچ ہیں ۔ بتاؤ کہ چھوٹے فشارے پر ۱۰ پونڈ کی قوت بڑے فشارے پر کے کس قدر بوجھ سے توازن کر سکتی ہے ۔

$$و = د \frac{ا}{اَ} = ۱۰ \times \frac{(۱۵)^۲}{(۱)^۲} = ۲۲۵۰ \text{ پونڈ}$$

۷ ۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ

اس کا باعث ہوا کا ایک اُستوانہ ہے جو کرۂ ہوائی کی سطح تک چلا جاتا ہے ۔ یہ ایک سیالی دباؤ ہے اور ہر ایک نقطہ پر ہر سمت میں یکساں عمل کرتا ہے ۔ شکل ۹ جیسی ایک ۳۴ انچ لمبی نلی لو جو ا پر بند اور ب پر کھُلی ہو ۔ اس نلی کو پارے سے بھر دو ۔ پارا ایک ایسا مائع ہے جس کا وزن اس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا تقریباً $۱۳\frac{۱}{۲}$ گُنا ہوتا ہے ، اس نلی کو انتصابی حالت میں قائم کرو ۔ پارا کسی قدر نیچے اُتر آئیگا اور ا پر خلا پیدا ہو جائیگا ۔ ایک ہی لیول والے نقاط ب اور ب۱ پر کے دباؤ مساوی ہونے چاہییں ورنہ حرکت ضرور واقع ہوگی ۔ ب پر کا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ π پونڈ فی مربع فٹ ہے ۔ اور ب۱ پر دباؤ پارے کے اُس اُستوانے ا ب۱ سے ہے جس کی بلندی تقریباً ۳۰ انچ ہے ۔

پس π = (۱ مربع فٹ × $\frac{۳۰}{۱۲}$ فٹ) × ($۱۳\frac{۱}{۲}$ و) = ۲۱۱۰ پونڈ یا تقریباً ۱۵ پونڈ فی مربع انچ ۔

اس آلہ کو بارپیما کہتے ہیں اور اس سے کرۂ ہوائی کے دباؤ کا تخمینہ کیا جاتا ہے ۔ اگر ہم ایک پہاڑ پر چڑھیں تو ہمارے اوپر والے ہوا کے اُستوانے کی

پلیٹ ۲

بلندی گھٹ جاتی ہے اور پارا گر جاتا ہے (یعنی پارے کے اُستوانے کے طول میں کمی ہو جاتی ہے) اس طرح تہ چڑھائی کے تخمینہ کرنے کا ایک طریقہ مل جاتا ہے۔ ایک تقریبی ضابطہ حسبِ ذیل ہے :—

ا = ۶۰،۰۰۰ (لوک س۱ - لوک س۲) .... (۲)

یہاں ا سے مراد بلندی فٹوں میں، اور س۱ اور س۲ سے انچوں میں بار پیما کے شمار ہیں جو زیریں اور بالائی مقامات پر ہیں۔ اگر صحت مطلوب ہو تو تپش کے باعث ایک تقسیم رسدی کرنی پڑتی ہے۔

مثال (۴)۔ مقامات سالم اور شیوارائے پر ایک ہی وقت میں بار پیما کے مشاہدات علی الترتیب ۲۹،۱ اور ۲۵،۲ انچ ہیں۔ اندازاً بتاؤ کہ دونوں مقامات کی بلندیوں میں کیا فرق ہے۔

ا = ۶۰،۰۰۰ (لوک ۲۹،۱ - لوک ۲۵،۲) = ۶۰،۰۰۰ (۱،۴۶۳۹ - ۱،۴۰۱۴)

= ۳،۵۰ فٹ

پارے کا وزن چونکہ پانی کے وزن کا $۱۳\frac{۱}{۲}$ گنا ہے اس لیے پانی کے اُستوانے کی بلندی جو کرۂ ہوائی کے دباؤ سے قائم ہو سکتی ہے $\frac{۳۰}{۱۲} \times ۱۳\frac{۱}{۲}$ فٹ یا تقریباً ۳۴ فٹ ہے۔

کرۂ ہوائی کا دباؤ عام طور پر پانی کی آزاد سطح کے تمام مقامات پر عمل کرتا ہے اور اس لیے اکثر یہ دباؤ عملی صورتوں میں حساب میں نہیں لیا جاتا۔ مثلاً فرض کرو کہ پانی کے ایک برتن میں ایک چھوٹا سا منفذ ہے جو پانی کی سطح سے ا فٹ نیچے واقع ہے۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ Π مائع کے تمام نقاط پر منتقل ہو جاتا ہے۔ برتن کے اندر منفذ پر کا دباؤ اس لیے Π + و ا ہے اور منفذ کے باہر کا دباؤ Π ہے۔ اس لیے بہاؤ پیدا کرنے والا حاصل دباؤ و ا ہے۔ یعنی یہ وہ دباؤ ہے جو پانی کے ارتفاع ا کی وجہ سے ہے۔ یا جسے علی العموم آبی ارتفاع کہتے ہیں۔

۸۔ **سیفن** —— شکل ۱۰ جیسی ایک نلی ا ب ج کو پانی سے بھر دو اور اس کے دونوں سرے بند کر دو۔ اس کی ایک شاخ ا ب کو

پلیٹ ۲

پانی کے ایک برتن میں رکھ دو اور اس کے بعد سروں ا اور ج کو کھول دو۔ پانی ج سے بہنا شروع ہوگا۔ اور جب تک برتن والے پانی کی سطح ج یا ا میں سے جو بھی زیادہ بلند ہو اُس تک نہ پہنچ جائے، پانی برابر بہتا رہیگا۔

نلی میں پانی چونکہ برابر موجود ہے اس لیے نلی کے اندر کے کوئی دو ہم لیول نقاط پر سے کے دباؤ مساوی ہیں۔ اور اس لیے د اور د٫ پر کے دباؤ میں سے ہر ایک π کے مساوی ہے۔ لیکن یہی ج پر کا دباؤ ہے۔ اس لیے پانی کا اُستوانہ ج د٫ بغیر سہارے کے ہے اور اس لیے اُسے گر جانا چاہیے۔ اور نلی کے اندر کے باقی پانی کو اس کے پیچھے پیچھے جانا لازمی ہوتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ اگر تسلسل کٹ جائے تو خلا پیدا ہو جائیگا جو ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں غیر ممکن ہے تاوقتیکہ نقطہ ب نقطہ د کی پانی کی سطح سے ۳۴ فٹ بلند نہ ہو جائے۔ نلی کے حصہ د ب د٫ میں کا دباؤ π سے کم ہے اس لیے اگر اس حصہ میں ایک سوراخ کر دیا جائے تو ہوا اندر گھس آئیگی اور پانی دونوں شاخوں سے گر جائیگا اور سیفن اپنا فعل نہیں کر سکیگا۔

(۹) **کثافتِ اضافی** ــــ کثافتِ اضافی سے مراد وہ نسبت ہے جو کسی مادہ کے کسی حجم کے وزن کو اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کے ساتھ ہو۔ پارے کی کثافتِ اضافی اس لیے ۱۳٫۶ ہے جب کہ پانی کی کثافت اضافی ۱ ہو۔ اگر کسی مادہ کی کثافتِ اضافی معلوم ہو تو اس کے کسی معلوم حجم کا وزن فوراً دریافت کیا جا سکتا ہے۔

مثال (۵)۔ ڈھلے لوہے کے ایک ۴ انچ ضلعے والے مکعب کا وزن معلوم کرو جب کہ اس کی کثافتِ اضافی ۷٫۲۵ ہے۔

$$\text{حجم} = \left(\frac{1}{3}\right)^3 \text{ مکعب فٹ}$$

$$\text{وزن} = \frac{1}{27} \times \frac{1}{4} \times 7 \times 62\frac{1}{2} \text{ پونڈ} = 16.78 \text{ پونڈ}$$

(۱۰) **تیراؤ** ــــ کلیۂ سوم سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کا پانی میں تیرنا یا ڈوبنا اُس کی کثافتِ اضافی کی اکائی سے کم یا زیادہ ہونے پر منحصر ہوتا ہے۔

مثال (۶)۔ ایک نہری کشتی ۳۲ فٹ لمبی $\frac{3}{16}$ انچی لوہے کی چادر سے

بنائی گئی ہے ۔ کشتی کے اگلے اور پچھلے حصوں کی تنگی کی وجہ سے کشتی کی لمبائی حسابی عمل کے لیے صرف ۳۰ فٹ خیال کی جائے اور اس کی مستطیلی تراشش ۶ فٹ چوڑی اور ۳ فٹ گہری یکساں مان لی جائے ۔ ڈھانچے اور کیلوں وغیرہ کے لیے ۵۰ فی صدی وزن زیادہ کرکے ٹنوں میں وہ وزن معلوم کرو جس کو کشتی تیر کر اس طرح لے جاسکتی ہے کہ اس کے پہلو ۹ انچ پانی سے اوپر رہیں ۔ پتراں لوہے کی کثافت اضافی ۷٫۷۵ ہے ۔ دیکھو شکل ۱۱ ۔

فرض کرو کہ وزن ٹنوں میں و ہے ۔

پہلوؤں اور کناروں کا رقبہ = ۷۲ × ۳ = ۲۱۶ مربع فٹ

پیندے کا رقبہ = ۳۰ × ۶ = ۱۸۰ ،،

لوہے کا حجم = ۳۹۶ × $\frac{۳}{۱۲\times۱۶}$ مکعب فٹ = $\frac{۹۹}{۱۶}$ مکعب فٹ

کشتی کا وزن = $\frac{۹۹}{۱۶}$ × ۷ $\frac{۳}{۴}$ × ۶۲ $\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۱۵۰}{۱۰۰}$ = ۴۴۹۶ پونڈ

ہٹائے ہوئے پانی کا وزن = ۳۰ × ۶ × ۲ $\frac{۱}{۴}$ × ۶۲ $\frac{۱}{۲}$ = ۲۵۳۱۲ پونڈ

∴ و = ۲۰۸۱۶ پونڈ = ۹٫۳ ٹن تقریباً

چونکہ پانی میں ڈوبا ہوا ہر ایک مادہ اپنے وزن میں سے اپنے ہٹائے ہوئے مائع کے وزن کا مساوی وزن کھو دیتا ہے ۔ اس لیے غرقاب کاموں کے سامانِ تعمیر کی اضافی قیمت جب کہ ان کاموں کے قیام کا انحصار ان کے وزن پر ہوتا ہے اُن کے فی مکعب فٹ وزن میں سے ۶۲ $\frac{۱}{۲}$ پونڈ کو تفریق کرنے سے حاصل ہوتی ہے اس طرح تقریباً

	ہوا میں وزن پونڈ	پانی میں وزن پونڈ
خشت کاری	۱۱۲	۵۰
گنڈکی چنائی	۱۲۵	۶۳

پلیٹ ۲

	ہوا میں وزن	پانی میں وزن
	پونڈ	پونڈ
کنکریٹ	۱۲۵	۶۳
گرانیٹ چونا پتھر	۱۷۰	۱۰۸

(۱۱) ماحر کی کلیے ـــــ پانی کی کوئی دھار جب جاری ہو تو حسب ذیل کلیوں کی پابند ہوتی ہے :ـــ

کلیۂ اول ـــــ اگر دھار کی روانی مستقیم اور یکساں ہے اور اگر رو کے کناروں کی ناہمواری سے جو بھنور پیدا ہوتے ہیں اُن کے اثر کو نظرانداز کر دیا جائے تو کسی نقطہ پر دباؤ بالکل ایسا ہوتا ہے گویا کہ مائع حالتِ سکون میں ہے۔

کلیۂ دوم ـــــ اگر مائع کے ذرات میں وہی اسراع پیدا ہو جو اُن کی آزادی کی صورت میں پیدا ہوتا تو دباؤ یکساں ہوگا۔

پس ہوا میں آزادانہ گرنے والی کسی دھار کی آڑی تراش کے ہر نقطہ پر دباؤ یکساں ہوتا ہے اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔

باب اول پر مثالیں

R ۱ ۔ ایک توم کے تختہ کا بالائی کنارہ سطح سے ½ ۔ ا فٹ نیچے واقع ہے اور تختے کے ابعاد ۳ فٹ انتصابی اور ۱۸ انچ اُفقی ہیں ۔ اس پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم کرو (جامعہ ۱۹۳۱ء) جواب ۵ء۳۷ ۳ پونڈ ۔

۵ ✓ ۲ ۔ پن تالا کواڑوں کی ایک جوڑی پر کس قدر مجموعی دباؤ عمل کرتا ہے جب کہ تختہ کی چوڑائی ۱۰ فٹ ہو ۔ اور پانی بالائی سمتِ دریا پر تختہ کے

نچلے حصے سے ۶ فٹ بلند ہے۔ اور زیرین سمت دریا پر پورے تختہ سے نیچے ہے۔ (جامعہ ۱۹۶۵ء) ۔جواب ۵۰۰ ۲۲ پونڈ۔

۳۔ بتاؤ کہ شکنجۂ آبی میں پانی کی کس خاصیت سے کام لیا جاتا ہے اور ایک ایسے شکنجہ کے تناسب بیان کرو جو ہر ۱۰ پونڈ دباؤ پر ایک ٹن بوجھ اٹھا سکے۔ (جامعہ ۱۹۶۵ء) ۔جواب ۔ فشارے جن کے قطر ۱۵ اور ۱ کی نسبت میں ہوں۔

۴۔ ایک مکعب برتن جس کی گنجائش ۱۹٫۶۸۳ مکعب فٹ ہے پانی سے بھر دیا گیا ہے۔ ایک انتصابی نلی کو جس کا اندرونی قطر ۱ انچ اور طول ۹ فٹ ہے پانی سے بھر کر اوپر سے اندر داخل کیا جاتا ہے۔ تو بتاؤ کہ علی الترتیب برتن کے پیندے اور اس کے کسی ایک پہلو پر دباؤ کی قیمتیں کیا ہیں۔ (جامعہ ۱۹۶۲ء) جواب ۔(۱) ۴۸۷۵ ۴ پونڈ (۲) ۲۶۰ ۴ پونڈ۔

۵۔ ایک کشتی جس کی آڑی تراشش مستطیلی تصور کی گئی ہے باہر باہر پیمائش میں ۶۰ فٹ لمبی ۱۰ فٹ چوڑی اور ۴ فٹ گہری ہے۔ پہلوؤں اور پیندے کی موٹائی بالاوسط ۱٫۰ فٹ ہے۔ اور جس چیز سے کہ وہ بنائے گئے ہیں اس کا وزن بالاوسط ۱۰۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ بتاؤ کہ کتنے ٹن کا بوجھ کشتی کو ۳ فٹ تک ڈبو دیگا۔ (جامعہ ۱۹۶۹ء) ۔جواب ۔ ۴۵ ٹن۔

۶۔ ایک انتصابی دروازہ جو ایک افقی محور کے گرد گھوم سکتا ہے پانی کے دس فٹ عمق کو سہارے ہوئے ہے۔ محور کو کس گہرائی پر رکھنا چاہیے کہ محور کے نیچے اور اوپر واقع دروازے کے حصوں پر عمل کرنے والا دباؤ برابر ہو جائے۔ جواب ۔ ۷٫۰۷ فٹ۔

۷۔ پانی کے ایک خزانہ کی دیوار جس کی بلندی ۱۶ فٹ ہے اور آڑی تراشش میں ایک ایسا مثلث قائم الزاویہ ہے جس کا قاعدہ ۱۲ فٹ ہے۔ پانی کی گہرائی ۱۴ فٹ ہے۔ دیوار کے ہر طولی فٹ پر دباؤ کا مقابلہ کرو جب کہ سلامی دار رخ یا انتصابی رخ پانی کی طرف ہو۔ جواب ۔ ۱٫۲۵ : ۱ : ۱ ۔

Important chapter

باب دوم

ماقوائیات کے ابتدائی اصول چھوٹے منفذوں میں سے اِخراج

مضامین

بہاؤ کا حجم
بہاؤ کی سیدھی حرکت
اصول تسلسل
چھوٹے منفذوں میں سے اِخراج کی رفتار
ماقوائی ارتفاع
رفتار سمٹاؤ اور اِخراج کے سر (یا قدر)
زنگولی مہنال
دبا سمٹاؤ
مہنالیں
چھوٹے نل
اِخراج کے سر (یا قدر) کی قیمتیں
مثالیں

پلیٹ (۱۲) - **بہاؤ کا حجم** —— پانی کی ایک دھار کو جو کسی نل یا نالے میں بہ رہی ہو ہم یہ تصور کر سکتے ہیں کہ اس کی ترتیب متعدد سیالی تاروں پر مشتمل ہے جو تقریباً ایک دوسرے کے متوازی بہ رہے ہوں۔ یہ تار ایک سی رفتار کے نہیں ہوتے جس کی کچھ وجہ تو کناروں کی فرقی مزاحمت ہے لیکن بڑی وجہ یہ ہے کہ کناروں کی ناہمواری سے چھوٹے گرداب پیدا ہوتے ہیں جن سے پانی کے ریشے ایک دوسرے کو کاٹ دیتے ہیں اور اس طرح ان کی رفتاروں پر اثر پڑتا ہے

لیسٹ ۲

اور وہ بدلتی رہتی ہیں۔ یہ بات فوراً معلوم ہو جائیگی کہ دھار کی حقیقی حرکت بہت ہی پیچیدہ ہے۔ اور کوئی ایسا نظریہ موجود نہیں جس سے ہر تار کی حقیقی حرکت کا حساب کیا جاسکے۔ اگرچہ کسی مقررہ نقطہ پر رفتار ہر لحظہ اپنی مقدار اور سمت میں بدلتی رہتی ہے لیکن یہ بات مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ کچھ وقفہ کے لیے گویا چند لمحوں کے لیے اوسط رفتار مستقل ہوگی۔ فرض کرو کہ آڑی تراشش کے ہر تار کی اوسط رفتار مطلوب ہے اور ر فٹ فی ثانیہ ان تمام رفتاروں کا اوسط ہے تو اخراج خ مکعب فٹ فی ثانیہ جو رقبہ ق مربع فٹ میں سے گذر رہا ہو جیسا شکل ۱۲ سے ہے۔

$$خ = ق \times ر \quad ....\quad (۳)$$

مثال (۷)۔ ایک دھار کی آڑی تراشش کی پیمائش ۱٫۲ مربع فٹ ہے اور اوسط رفتار ۷۰ فٹ فی دقیقہ ہے۔ مکعب فٹ فی ثانیہ میں اخراج معلوم کرو۔

یہاں $ق = ۱٫۲$، $ر = \frac{۷۰}{۶۰}$، $\therefore خ = ۱٫۲ \times \frac{۷۰}{۶۰} = ۱٫۴$ مکعب فٹ فی ثانیہ

جس حرکت کا اوپر تصور کیا گیا ہے اور جس میں دھار کی آڑی تراشش کے رقبہ کو بہت چھوٹے چھوٹے رقبوں میں تقسیم کیا گیا ہے جن میں سے ہر ایک سیالی تار کی تراشش ہے بہاؤ کی سیدھی حرکت کہلاتی ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ ہر سیالی تار یا دھار ایک غیر متغیر رفتار رکھتی ہے تو فضاء میں اس کا ایک مقررہ مقام ہوگا۔ اور ایسی صورت میں دھار کی حرکت کو برقرار حرکت کہا جاتا ہے۔

(۱۳) اصولِ تسلسل — اگر کسی رَو میں کوئی ایسی فضاء تصور کر لی جائے جس کے حدود مقرر ہوں تو یہ رقبہ عموماً مستقل طور پر پانی سے بھرا رہیگا بہاؤ کی درآمد اور برآمد برابر ہوگی۔ اسی کو اصولِ تسلسل کہتے ہیں۔ اگر ق، قَ کسی بہاؤ کی دو آڑی تراشوں کے رقبے اور ر، رَ اِن تراشوں کی اوسط رفتاریں ہوں تو ق اور قَ کی درمیانی آبی فضا میں درآمد ق × ر

پلیٹ ۲

مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا اور برآمد قَ × رَ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔ اور یہ دونوں اصولِ تسلسل کی رُو سے مساوی ہونگے ۔

$$\frac{\text{ر}}{\text{رَ}} = \frac{\text{قَ}}{\text{ق}} \quad \therefore \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (۴)$$

یا یوں کہ سکتے ہیں کہ رفتاریں اور رقبے ایک دوسرے سے معکوس نسبت رکھتے ہیں ۔ اگر رَو کی تہ کا ڈھال مختلف ہو تو سب سے زیادہ رفتار اُس جگہ ہوگی جہاں سب سے زیادہ تیز ڈھال ہوگا ۔ اس لیے اِن حصوں میں آڑی تراش چھوٹی سے چھوٹی ہوگی ۔

مثال (۸) ۔ ایک نالے کی تراش جس کی تہ کا ڈھال یکساں چلا گیا ہے ۱۵۰ مربع فٹ ہے اور اس تراش پر رفتار ۵ء۱ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ ۱۲۵ مربع فٹ تراش پر اس کی رفتار معلوم کرو ۔

یہاں ر × ۱۲۵ = ۵ء۱ × ۱۵۰ ∴ ر = ۸ء۱ فٹ فی ثانیہ ۔

(۱۴) چھوٹے منفذوں میں سے اِخراج ــــ اخراج کی رفتار

رفتار ــــ فرض کرو کہ ایک چھوٹا نل جو پانی سے بھرے ہوئے برتن میں لگا ہوا ہے برتن سے باہر کو نکلا ہوا ہے اور سرے پر سے اُوپر کی طرف کو موڑ دیا گیا ہے یہ نل بجز ایک باریک منفذ کے جس کا عمق سطح آب سے لہ ہے بند ہے تو پانی اس منفذ میں سے انتصابی حالت میں باریک دھار کی صورت میں نکلیگا دھار کا ارتفاع قریب قریب برتن کے اندر کے پانی کی سطح تک پہنچیگا ۔ سطح سے اس بلندی کا فرق اِتنا خفیف ہوگا کہ فوراً یہ خیال پیدا ہوگا کہ اس کی وجہ صرف رگڑ اور دوسری مزاحمتیں ہوسکتی ہیں ۔ اگر اِس فرق کو نظر انداز کردیں تو خاص منفذ پر ہر ذرہ کی رفتار اس قدر کافی ہوگی کہ اس کو لہ ارتفاع تک پہنچا سکے ۔ یعنی ذرّہ کی رفتار وہی ہوگی جو ذرہ کے پانی کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں پیدا ہوسکتی ہے ۔ علم حرکیات کی رُو سے یہ رفتار ر = $\sqrt{\text{۲ ج لہ}}$ جسے نظری رفتار بوجہ ارتفاع لہ کہتے ہیں ۔ چونکہ لہ = $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}}$ اس لیے رقم $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}}$ سے مراد ارتفاع

پمپسٹ ۲

بوجہ رفتار ر ہے۔ نیز چونکہ د = و × ا، اس لیے $\frac{\text{د}}{\text{و}}$ سے مراد منفذ پر داب ارتفاع ہوگا۔

اگر منفذ پر دھار کا تراشی رقبہ ق ہو تو اخراج ح = ق × ر = ق $\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}}$۔ اس کو ایسے منفذ کا نظری اخراج کہتے ہیں جس کا رقبہ ق ہو۔

(۱۵) رفتار کا سر یا قدر (Co-efficient)

—— حقیقی رفتار $\text{ر}_\text{ح}$ اور نظری رفتار ر میں جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے تھوڑا سا فرق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ $\text{ر}_\text{ح} = \text{س}_\text{ر} \times \text{ر}$ جہاں $\text{س}_\text{ر}$ سے مراد رفتار کا سر یا قدر ہے۔

$$\text{ر}_\text{ح} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

تجربہ سے یہ بات معلوم ہوئی ہے کہ رفتار کا سر (قدر) مختلف ارتفاعوں کے لیے قریب قریب مستقل ہوتا ہے۔ اس کی اوسط قیمت ۹۷ء۰ ہے۔ اگر ارتفاع بہت ہی بڑا ہو تو سر (قدر) کی قیمت اتنی بڑھ جاتی ہے کہ ۹۹ء۰ تک پہنچ جائے۔

رفتار کی قدر کا تخمینہ کسی دھار کے شلجمی رستہ کی پیمائش سے ہو سکتا ہے۔

فرض کرو کہ منفذ پر دھار کی سمت اُفقی ہے اور دھار کے رستہ کے کسی نقطہ کے پیمائش کردہ محدد لا اور ما ہیں۔ و = وقت ثانیہ میں۔ (شکل $\frac{۱۳}{۲}$)۔

$$\text{تب}\quad \text{لا} = \text{ر}_\text{ح}\times\text{و}\quad\text{اور}\quad \text{ما} = \frac{\text{ج}\,\text{و}^2}{2} = \frac{\text{ج}}{2}\left(\frac{\text{لا}}{\text{ر}_\text{ح}}\right)^2 \quad \therefore (\text{ر}_\text{ح})^2 = \frac{\text{ج}\,(\text{لا})^2}{2\,\text{ما}}$$

$$\text{لیکن}\quad \text{ر}_\text{ح} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}}\quad \therefore \text{س}_\text{ر}^2 \times 2\,\text{ج}\,\text{ا} = \frac{\text{ج}\,\text{لا}^2}{2\,\text{ما}}\quad \therefore \text{س}_\text{ر} = \frac{\text{لا}}{2\sqrt{\text{ما}\,\text{ا}}}$$

نظری اور حقیقی رفتاروں کے فرق کو ارتفاع میں بھی دکھا سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ا مجموعی ارتفاع ہے اور $\text{ا}_\text{ح}$ وہ ارتفاع ہے جہاں تک دھار پہنچتی ہے (شکل $\frac{۱۴}{۲}$)۔ تب $\text{ا}_\text{ح}$ وہ ارتفاع ہے جو رفتار کو پیدا کرنے میں خرچ ہوتا ہے اور $\text{ا}_\text{ا}$ وہ ارتفاع ہے جو لزوجت اور رگڑ کی مزاحمتوں پر غالب آنے میں صرف ہوتا ہے۔ آخر الذکر یعنی ا - $\text{ا}_\text{ح}$ کو نقصانِ ارتفاع کہتے ہیں۔

$$\text{نظری رفتار ر} = \sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}} - \text{حقیقی رفتار } \text{ر}_\text{ح} = \text{س}_\text{ر}\times\text{ر} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}}$$

پلیٹ ۴

لیکن ر = م √۲ج ف۱ ∴ س²ر ف = ف۱

ف۲ = ف − ف۱ = ف (۱ − س²ر) اگر س ر = ۰٫۹۷ تو ف۲ = ۰٫۰۶ ف

یعنی رگڑ پر غالب آنے کے لیے مجموعی ارتفاع کا تقریباً ۶ فی صدی حصّہ صرف ہوتا ہے۔ اور ۹۴ فی صدی رفتار کے لیے باقی رہ جاتا ہے۔

(۱۶) سمٹاؤ کی قدر[ا] —— اگر منفذ ایک پتلی تختی میں ہو یا منفذ کی کوریں گھس کر تیز کردی گئی ہوں تو منفذ سے تھوڑے سے فاصلہ پر دھار کی تراش منفذ کے رقبہ سے کم ہوگی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سیالی تار جو ہر طرف سے منفذ پر آتے ہیں ان کی سمتوں کے بیشتر حصہ کا تغیر منفذ پر ہوتا ہے۔ تاروں کا استمرار اس تغیر کو فوراً واقع ہونے سے روکتا ہے اور اسی لیے تاروں کے رستہ میں انحنا پیدا ہو جاتا ہے جیسا کہ شکل ۱۵ سے واضح ہے۔ زیادہ سے زیادہ سمٹاؤ منفذ سے اس کے نصف قطری فاصلے پر پیدا ہوتا ہے۔ اگر ق منفذ کا رقبہ ہو اور س ق دھار کا رقبہ ہو تو س کو سمٹاؤ کی قدر کہتے ہیں۔ ایک منفذ جو عمدہ موقع پر ہو اور اس کے کنارے گھس کر تیز کر دیے گئے ہوں اور جو مستوی سطح میں ہو یہ قدر مختلف ارتفاعوں اور مختلف اقسام کے منفذوں کے لیے تقریباً مستقل ہوتی ہے۔ اس کی قیمت ۰٫۶۴ ہے جو بالراست پیمائش سے حاصل کی گئی ہے۔

اگر تختی کی موٹائی منفذ کے قطر سے زیادہ ہو تو منفذ کے اطراف کی کشش شعری سے وہ حالت بن جاتی ہے جو شکل ۱۶ میں دکھائی گئی ہے اور قدر کی قیمت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

(۱۷) اخراج کی قدر —— جملہ خ = ق ر میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ سیالی تاروں کی اوسط رفتار ر ہے اور یہ رفتار ایک ایسی سمت میں ہے جو آڑی تراش کے زاویۂ قائمہ میں ہے۔ یہ بات ہر ایک دھار میں اُس تراش پر پائی جاتی ہے جہاں سمٹاؤ زیادہ سے زیادہ ہو۔ اگر ق منفذ کا

[ا] Coefficient of Contraction

پلیٹ ۲

رقبہ ہو، تو $\text{س}_\text{ں} \times \text{ق}$ دھار کا رقبہ ہوگا اور $\text{س}_\text{ر} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ اس کی رفتار ہوگی۔

$$\text{اس لیے خ} = (\text{س}_\text{ں}\,\text{ق})\,(\text{س}_\text{ر} \sqrt{\text{۲ج ر}}) \quad \text{یعنی}$$

$$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{۲ج ر}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۶)$$

جہاں س اخراج کی قدر ہے اور یہ $\text{س}_\text{ں}\,\text{س}_\text{ر}$ کے برابر ہوئی۔
ایسے منفذ کے لیے جو ایک پتلی تختی میں ہو $\text{س}_\text{ں} = ۶۴ء$، $\text{س}_\text{ر} = ۹۷ء$،

$\therefore$ س = ۶۲ء

پس $\text{خ} = ۵\,\text{ق} \sqrt{\text{ر}}$ تقریباً۔

اخراج کی قدر کو براہِ راست یوں دریافت کر سکتے ہیں کہ بہاؤ کو ایک ناپ برتن (Gauge basin) میں ڈال دیں۔ اس طرح اخراج فی ثانیہ $\text{س ق} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ کا حقیقی مشاہدہ کر لیا جاتا ہے اور اس کا مقابلہ نظری اخراج $\text{ق} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ سے کر لیا جاتا ہے جس سے ہمیں س کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

اخراج کی قدر کو بعض اوقات ارتفاع میں بیان کرتے ہیں۔ اخراج خ = $\text{س ق} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ کو یوں خیال کر سکتے ہیں کہ یہ رقبہ ق اور رفتار $\text{س} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ سے حاصل ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ $\text{ر}'$ وہ ارتفاع ہے جو اس رفتار کے لیے ہوتا ہے۔

$$\text{تب } \text{ر}' = \frac{\text{س}^۲\, \text{۲ج ر}}{\text{۲ج}} = \text{س}^۲\, \text{ر}$$

ایک پتلی تختی کے لیے س = ۶۲ء، $\therefore \text{ر}' = (۶۲ء)^۲\, \text{ر} = ۳۸۵ء\,\text{ر}$

اس طرح کل ارتفاع کا $۳۸\tfrac{۱}{۲}$ فی صدی رفتار کے پیدا کرنے میں صرف ہوتا ہے۔ اور $۶۱\tfrac{۱}{۲}$ فی صدی کا نقصان بوجہ سمٹاؤ اور مزاحمت ہوتا ہے۔

مثال (۹) پانی کا وہ ارتفاع معلوم کرو جس سے ایک پتلی تختی کے ۶ انچ مربع منفذ میں سے ۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج لازمی ہو (جامعہ ۱۹۲۶ء)۔

$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{۲ج ر}}$ جہاں خ = ۸، س = ۶۲ء، رقبہ ق = $\tfrac{۱}{۴}$

$\therefore ۸ = ۶۲ء \times \tfrac{۱}{۴} \times ۸ \sqrt{\text{ر}} \quad \therefore \sqrt{\text{ر}} = ۶ء۴۵ \quad \therefore \text{ر} = ۴۱ء۶$ فٹ

(۱۸) زنگولی مہنال —— اگر منفذ کی شکل ایک سمٹی ہوئی رگ

پلیٹ ۲

(وریدِ منقبض) کی سی ہو (شکل ۲۔۱۱) تو تمام سمٹاؤ منفذ کے اندر واقع ہوگا، اور اگر منفذ کے رقبہ کی پیمائش اس کے چھوٹے سرے پر کی جائے تو س = اپس اِس قسم کے منفذ کے لیے اخراج کی قدر س = اکائی × س / س = ۰٫۹۷ - آبی خزانوں میں جو نل لگائے جاتے ہیں اُن کے منہ ہمیشہ زنگولی شکل کے ہوتے ہیں تاکہ سمٹاؤ جاتا رہے - اور یہی وجہ ہے کہ ارتفاع کا کوئی نقصان نہیں ہوتا اور جو ورنہ ضرور ہوتا۔

(۱۹) دبا سمٹاؤ —— سمٹاؤ چونکہ سیالی تاروں کے استدقاق سے پیدا ہوتا ہے اس لیے ہر ایسی ترکیب سے جس سے اس استدقاق میں کمی واقع ہو مثلاً منفذ کے کنارے میں چاروں طرف ایک اندرونی باڑ لگا دی جائے یا برتن کے پیندے یا اطراف کے قریب منفذ واقع ہو تو ان سے اخراجی قدر میں زیادتی ہو جائیگی - ایسی صورت کو جملہ س = ۰٫۶۲ (۱ + ۰٫۱۴ $\frac{ن}{م}$) سے معلوم کیا جاتا ہے - یعنی $\frac{ن}{م}$ منفذ کے گھیرے کی کسر ہے جس پر سمٹاؤ کو دبایا جاتا ہے - ایسے منفذ پر جو آب اندازوں اور اخراجی نالوں پر ہو اس کو لگانے سے قدر میں تبدیلی ہو جاتی ہے -

(۲۰) مہنالیں —— اگر ایک اسطوانہ نما نلی جس کی لمبائی منفذ کے قطر سے ۲½ گنی سے کم نہ ہو منفذ کے بیرونی طرف لگائی جائے تو دھار سمٹاؤ کے بعد نلی کو پھر بھر دیگی اور اخراج کی قدر کی قیمت ۰٫۸۲ ہو جائیگی -

اگر استوانہ نما مہنال کو بجائے باہر کے اندر لگایا جائے تو قدر کی قیمت صرف ۰٫۵۲ رہ جاتی ہے -

اگر مہنال کے پہلو مخروطی شکل میں باہر کی طرف مستدق ہوں تو قدر کی قیمت بڑھ جائیگی - اگر مہنال کی لمبائی چھوٹے قطر کی ۲½ گنی ہو اور زاویہ استدقاق ۵° کا ہو تو قدرِ اخراج ۰٫۹۲ ہوگی -

اگر مہنال کی شکل سمٹی ہوئی رگ کی طرح ہو اور اس کے اطراف مخروطی

پلیٹ ۲

شکل میں پھیل جائیں تو نلی میں پانی بھرپور بہیگا - یہ ثابت کیا جا سکتا ہے[1] کہ نظری طور پر اعظم اخراج ایسی مہنال سے وہ ہوتا ہے جو اس کے چھوٹے سے چھوٹے رقبہ سے خلا میں ہو یعنی خ = ق √۲ ج (ل + ۳۴) - لیکن عملاً اخراج اس سے کم ہوتا ہے جس کا سبب یہ ہے کہ پانی میں ہوا کے وہ ذرات جو معلق ہوتے ہیں آزاد ہو جاتے ہیں جس سے بہاؤ کے تسلسل میں رکاوٹیں پیدا ہو جاتی ہیں - مذکورہ بالا شکل کی ایسی مہنال سے جس کا طول اس کے کم سے کم قطر سے نو گنا ہو اور جس کا زاویۂ استدقاق ۵° ہو حقیقی اخراج نل کے چھوٹے سے چھوٹے رقبہ کے نظری اخراج کا ۱٫۵ گنا ہوتا ہے اور اس لیے ۱٫۵/۰٫۶۲ یا ۲٫۴ گنا اُس اخراج کا ہوگا جو اتنے ہی رقبہ میں سے ایک پتلی تختی کے اندر سے ہو۔

(۲۱) **چھوٹے نل** ــــ ایک اُستوانہ نما مہنال کے طول کو جتنا بڑھاتے جائیں رفتہ رفتہ یہاں تک کہ وہ ایک چھوٹا نل ہو جائے، اتنی ہی فرکی مزاحمت بڑھتی جاتی ہے اور قدر بطریقِ ذیل گھٹتی جاتی ہے۔

قطروں میں لمبائی	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
قدر	٫۸۲	٫۷۹	٫۷۷	٫۷۱	٫۶۴	٫۵۵	٫۴۹	٫۴۴	٫۴۱	٫۳۸

مثال ۸ - ایسے نل سے اخراج فی ثانیہ معلوم کرو جس کا طول ۴ فٹ اور قطر ۱۲ انچ ہو - اور پانی کی سطح سے نل کے مرکز تک ارتفاع یا گہرائی ۱۲ فٹ ہو - (جامعہ ۱۸۸۶ء)۔

یہ ایک اُستوانہ نما مہنال یا چھوٹے نل کی مثال ہے جس کا طول چار قطروں کے مساوی ہے - اس لیے قدر کی قیمت ۰٫۸ لی جا سکتی ہے - خ = ۰٫۸ ق √۲ ج ع

[1] دفعہ ۳۷۔

جہاں د = ۱۲ء، ق = $\frac{\pi ق^2}{4}$ = ۷۸۵ء مربع فٹ

∴ خ = ۸ء × ۷۸۵ء × $\sqrt{2 \times 8 \times 32}$ = ۱۴ء۲ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۲۲) اخراج کی قدروں کی قیمتیں — قدروں کی قیمتیں

ذیل میں درج کی جاتی ہیں:—

اندرونی اُستوانہ نما دہنال	۵۲ء۰
پتلی تختی میں منفذ	۶۲ء۰
بیرونی اُستوانہ نما دہنال	۸۲ء۰
مخروطی مستدق (۵°) دہنال	۹۲ء۰
سمٹی ہوئی رگ (ورید منقبض) کی شکل کی دہنال	۹۷ء۰
مخروطی متسع (۵°) دہنال	۵۰ء۱

باب دوم پر مثالیں

(۱) علمِ ماقوائیات میں جسے اصول تسلسل کہتے ہیں اس کی بخوبی تشریح کرو۔ ایک دھار میں جس کی حرکت مستقل ہے ایک تراش پر اوسط رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اور تراش کا رقبہ ۵۰۰ مربع فٹ ہے تو بہاؤ کا حجم معلوم کرو۔ ایک دوسرے مقام پر جس کا فاصلہ پہلے سے ایک میل پر ہے تراش کم ہو کر صرف ۳۰۰ مربع فٹ رہ جاتی ہے۔ رفتار معلوم کرو (کلیہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔

جواب۔ (۱) ۱۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ (۲) ۳۳ء۳ فٹ فی ثانیہ۔

(۲) سادہ منفذوں میں سے پانی کے بہاؤ کے کیا قواعد ہیں انہیں عام طور پر بیان کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ قدرِ رفتار، قدرِ سمٹاؤ اور قدرِ اخراج کے کیا معنیٰ ہیں۔ اور ان کا باہمی تعلق کیا ہے۔

ایک توم کے منہ کی چوڑائی ۳ فٹ اور اونچائی ۱ فٹ ہے۔ پانی کی سطح سے

منفذ کے نچلے کنارے کا عمق ۷ فٹ ہے اور ہوا میں اخراج آزادی کے ساتھ ہو رہا ہے ۔ یہ مان کر کہ توم ایک پتلی تختی کے اندر منفذ ہے مکعب فٹوں فی ثانیہ میں اخراج معلوم کرو (کلیہ ۱۹۳۳ء) ۔ جواب ۳۰ مکعب فٹ ۔

(۳) پیتوال لوہے کے حوض میں پانی کو ۴ فٹ کے مستقل عمق پر رکھا جاتا ہے اِس حوض کے ایک پہلو میں ایک سوراخ ایک انچ قطر کا ہے جس میں سے ۱۴٫۳۶ گیلن فی دقیقہ اخراج ہوتا ہے ۔ بتاؤ کہ حوض کی تہ سے سوراخ کی بلندی کیا ہے ۔ (کلیہ ۱۹۲۸ء) ۔ جواب ۱ فٹ ۔

(۴) ایک ایسے منفذ کا قطر معلوم کرو جو پتلی تختی میں واقع ہو اور جو ۵۰ فٹ ارتفاع کے نیچے ۸۰،۰۰۰ مکعب فٹ فی یوم اخراج کرسکتا ہو (کلیہ ۱۹۲۸ء) جواب ۲٫۲ انچ ۔

(۵) ایک انچ مربع والے منفذ کا اخراج پانی کے ۹ فٹ ارتفاع کے نیچے ، مکعب فٹ فی دقیقہ ہے ۔ شرح اخراج معلوم کرو ۔ (کلیہ ۱۹۲۵ء) جواب ٫۷ ۔

(۶) ایک فٹ مربع منفذ میں سے جس کا مرکز سطح آب سے ۳۶ فٹ نیچے ہے اخراج ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے بتاؤ کہ سمٹاؤ کی قدر کیا ہوگی ۔ اگر ارتفاع کو کم کرکے ۲۵ فٹ اور ۱۶ فٹ کردیا جائے تو بتاؤ کہ اخراج کیا ہونگے (جامعہ ۱۹۲۳ء) ۔ جواب (۱) ٫۶۴ (۲) ۲۵ مکعب فٹ فی ثانیہ (۳) ۲۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۷) ایک پتلی تختی میں ۱ انچ قطر والے منفذ میں سے ½ ۲ مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج چاہیے ضروری ارتفاع دریافت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر ایک ایسی مہنال لگا دی جائے جس سے زیادہ سے زیادہ اخراج ہو سکے لیکن ارتفاع وہی رہے تو اخراج کتنا زیادہ ہو جائیگا ۔ (جامعہ ۱۹۲۴ء) جواب (۱) ۴ فٹ (۲) ۲٫۵۴ مکعب فٹ فی منٹ ۔

(۸) توموں میں سے اخراج کا ضابطہ خ = ۵ × رقبہ × √ع ثابت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر سمٹاؤ کو منفذ کے گھیرے کے ایک حصہ پر دبا دیا جائے تو

ضابطہ میں کیا تغیر ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۷۶ء) ۔

(۹) کس شکل کی مہنال سے زیادہ سے زیادہ اخراج ہو سکتا ہے؟ اُس کے مختلف حصوں کے تناسب بتاؤ اور وہ تناسب بھی بتاؤ جس سے حاصل شدہ اخراج نظری اخراج سے بڑھ جاتا ہے ۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء) ۔

(۱۰) ۶ فٹ مستقل ارتفاع کے نیچے حسبِ ذیل صورتوں میں اخراج فی دقیقہ کیا ہوگا ۔

(۱) ایک پتلی تختی میں ایک مربع منفذ جس کا رقبہ ۱ء۰۳۹ مربع انچ ہو ۔

(۲) ایک استوانی مہنال جس کا قطر ۱ انچ اور لمبائی ۳ انچ ہو ۔

(جامعہ ۱۸۷۶ء) ۔ جواب (۱) ۳ء۵ مکعب فٹ (۲) ۳ء۵ مکعب فٹ ۔

باب سوم

بڑے منفذوں اور کٹھنوں میں سے اخراج

مضامین

انتصابی سطح میں بڑے منفذ۔
کلیۂ بدنولی
ماقوائی ڈھال
دھار کی رفتار
مستطیلی کٹھنہ
قدر کا تغیر
مستطیلی منفذ
مستدیر منفذ
مثلثی کٹھنہ
رفتارِ آمد
غرقاب منفذ
قدرے غرقاب منفذ
غرقاب کٹھنہ
مہنالیں
اندرونی نلی
مثالیں

(۲۳) **بڑے منفذ** ——— اب تک تو ہم نے صرف چھوٹے منفذوں کے متعلق بحث کی ہے یعنی اُن منفذوں کے متعلق جن میں سے ہر ایک نکلنے والے تار کا ارتفاع تقریباً یکساں ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ منفذ ایک انتصابی سطح میں واقع ہے اور اس کی بلندی کم ہے۔ اب اگر ا ارتفاع ہو جس کی پیمائش منفذ کے مرکز سے کی گئی ہو تو تمام تاروں کی رفتاریں تقریباً س × √۲ج ا کے مساوی ہیں اور (دفعہ ۱۷) کی رُو سے خ = س ق √۲ج ا ۔ برخلاف اس کے پلیٹ ۳

پلیٹ ۳

بڑے منفذوں کے لیے دھار کے تمام تاروں کی رفتار یکساں نہیں لی جاسکتی کیونکہ منفذ کے اوپر اور نیچے والے تاروں کے ارتفاع مساوی نہیں ہوتے بلکہ ان میں بہت بڑا فرق ہوتا ہے۔ آگے چل کر یہ بات معلوم ہوگی کہ تمام تاروں کی اوسط رفتار اور منفذ کے مرکز کی رفتار میں بہت ہی کم فرق ہوتا ہے اس لیے اگر چھوٹے منفذ کے اخراج والے ضابطہ کو استعمال کیا جائے تو کسی بڑی غلطی کا احتمال نہیں۔

(۲۴) **کلیۂ برنولی** —— فرض کرو کہ ایک دھار کی حرکت مستقل ہے۔

یہ فرض کرو کہ ب ج (شکل ۱۵) میں ایک ابتدائی بہاؤ کا خط ہے۔ اور ظ، ظ بنیادی خط ہ ہ کے اوپر نقاط ب اور ج کی بلندیاں ہیں ق، د، ر بالترتیب تراش کا رقبہ، دباؤ، اور ب پر کی رفتار ہیں اور ق، د، ر نقطہ ج پر ایسی ہی متناظر مقداریں ہیں۔ کسی ایک خفیف وقفہ و وقت میں فرض کرو کہ سیال کی کمیت ب ج، ب ج تک پہنچ جاتی ہے۔ تب فاصلہ ب ب = ر و۔ اور بہاؤ کی درآمد اور برآمد جو برابر ہوتی ہے یہ ہے خ و = ق ر و = ق ر و۔ چونکہ اس تار کے اطراف کے تار بھی تقریباً ایک ہی رفتار سے متحرک ہیں اس لیے لزوجی مزاحمت کو حساب میں نہیں لیا جاسکتا۔ بیرونی قوتوں کا کام اُس توانائی بالفعل کے مساوی ہونا چاہیے جو منکشف ہو (سیال اُنچکنا سمجھا گیا ہے)۔ تار کی تمام سطح پر عمودی دباؤ، علاوہ سروں کے، حرکت کی سمت پر عمودی ہیں اس لیے ان سے کوئی کام حاصل نہیں ہوتا۔ لہٰذا وہ بیرونی قوتیں جن کا لحاظ کرنا ہوتا ہے صرف جاذبہ اور سروں پر کے دباؤ ہیں۔

توانائی بوجہ جاذبہ وہ ہے جو حجم خ و کے ارتفاع ظ سے ارتفاع ظ تک منتقل ہونے میں پیدا ہوتی ہے یعنی وخ و (ظ - ظ) یہاں و = اکائی وزن پانی کا اور و وقت کی اکائیاں۔

دباؤ کی توانائی اُس کام کے برابر ہے جو نقطہ ب پر کے دباؤ سے فضا ب ب میں حرکت کرنے سے حاصل ہو۔ بعد منہائی اُس کام کے جو نقطہ ج پر کے دباؤ سے فضا ج ج میں حاصل ہو۔ یعنی د ق ر و - د ق ر و یعنی خ و (د - د)۔

پلیٹ ۳

توانائی بالفعل میں فرق ہوگا $\frac{و خ و}{۲ ج}(ر_۱^۲ - ر_۲^۲)$

پس $و خ و (ظ_۲ - ظ_۱) + خ و (د_۲ - د_۱) = \frac{و خ و}{۲ ج}(ر_۱^۲ - ر_۲^۲)$

$\therefore (ظ_۲ - ظ_۱) + \frac{د_۲ - د_۱}{و} = \frac{ر_۱^۲ - ر_۲^۲}{۲ ج}$ ....(۷)

$\therefore \frac{ر_۱^۲}{۲ ج} + \frac{د_۱}{و} + ظ_۱ = \frac{ر_۲^۲}{۲ ج} + \frac{د_۲}{و} + ظ_۲$ یا چونکہ ب اور ج بہاؤ کے خط میں کوئی دو نقاط ہیں۔

$\therefore \frac{ر^۲}{۲ ج} + \frac{د}{و} + ظ =$ مقدارِ مستقلہ ....(۸)

اب $\frac{ر^۲}{۲ ج}$ ارتفاع بوجہ رفتار ہے اور $\frac{د}{و}$ ارتفاع بوجہ دباؤ ہے اور ظ بنیادی خط کے اوپر کی بلندی ہے۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ ظ وہ کام ہے جو ایک پونڈ پانی کے وزن سے جو بنیادی خط پر گرتا ہو حاصل ہو سکتا ہے اور $\frac{د}{و}$ اور $\frac{ر^۲}{۲ ج}$ کام کی وہ مقداریں ہیں جو دباؤ د اور رفتار ر سے ایک پونڈ پانی کا وزن کر سکتا ہے۔ اس لیے تینوں کا حاصل جمع ایک پونڈ ایسے پانی کی مجموعی توانائی ہے جس کا تخمینہ بنیادی خط کے حوالے سے کیا جاتا ہے۔ اس لیے ایک پونڈ پانی کی مجموعی توانائی بہاؤ کے خط پر یکساں تقسیم ہوتی ہے۔

اگر ا کسی ایسے نقطہ کا عمق ہو جس کی پیمائش بنیادی خط ہ ہ سے ہوئی ہو تو مساوات (۸) ہو جاتی ہے $\frac{ر^۲}{۲ ج} + \frac{د}{و} - ا =$ مقدارِ مستقلہ۔

(۲۵) ماقوائی ڈھال

——— فرض کرو کہ دو انتصابی نلیاں اس طرح سے رکھی جاتی ہیں کہ وہ خط سے نقاط ب اور ج پر ملیں (شکل ۱۹)۔ ان نلیوں میں نقاط ب اور ج پر کے دباؤ کی وجہ سے پانی $\frac{د_۱}{و}$ اور $\frac{د_۲}{و}$ کی بلندیوں تک چڑھ جائیگا۔ نلیوں کے اندر آزاد سطحوں کی بلندیوں کا فرق ہوگا (شکل کی رو سے) $ی = ظ_۱ + \frac{د_۱}{و} - (ظ_۲ + \frac{د_۲}{و})$۔ اس کو مساوات (۷) میں تبدیل کرنے سے $ی = \frac{ر_۲^۲ - ر_۱^۲}{۲ ج}$ حاصل ہوتا ہے یعنی دو تراشوں کے درمیان سطحوں کے لیول کا گراؤ

پلیٹ ۴

اُن ارتفاعوں کا فرق ہے جو اِن تراشوں پر رفتاروں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ خط د ع ماوائی ڈھال کہلاتا ہے ۔ لیکن اس اصطلاح کو اُن صورتوں میں بھی استعمال کرتے ہیں جہاں رگڑ کا بھی لحاظ رکھا جائے ۔

(۲۶) دھار میں نکلتے تاروں کی رفتار

—— اب ہم یہ ثابت کرسکتے ہیں کہ دھار کی شکل میں نکلتے ہوئے تاروں کی رفتار، سیال کی لزوجت کو نظرانداز کرکے، اُس ذرہ کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے جو سیال کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں حاصل ہوتی ہے ۔ یہ ایک ایسا نتیجہ ہے جو اب تک تجربہ پر مبنی رہا ہے (دفعہ ۱۴) ۔

دھار اُن ابتدائی تاروں سے بنی ہوئی ہے جو برتن کے اندرونی حصہ کے کسی نقطہ پر سے حرکت کرنا شروع کرتے ہیں ایسا ایک تار شکل (۲۰) میں دکھایا گیا ہے ۔ فرض کرو کہ نقطہ ب پر جہاں رفتار بے معلوم سی کم ہے ارتفاع $ا_1$ ہے۔ اور منفذ پر ارتفاع ا اور رفتار ر ہے ۔

نقطہ ب پر ارتفاع $ا_1$ ہے، دباؤ $\Pi + و ا_1$ اور رفتار صفر ہے ۔

نقطہ ج پر ارتفاع ا ہے، دباؤ Π اور رفتار ر ہے ۔

اس لیے کلیۂ برنولی کی رو سے $\frac{ر^2}{۲ج} + \frac{\Pi}{و} - ا = ۰ + \frac{\Pi + و ا_1}{و} - ا_1$

$\therefore \frac{ر^2}{۲ج} = ا \quad \therefore ر = \sqrt{۲ ج ا} = ۸\sqrt{ا}$ تقریباً

اگر منفذ بمقابلہ ا ابعاد میں کم ہو تو تمام تاروں کی رفتار تقریباً ایک ہی ہوگی۔ اور اگر ا کی پیمائش منفذ کے مرکز تک کی جائے تو رقم $ر = \sqrt{۲ ج ا}$ دھار کی قریب ترین اوسط رفتار کو ظاہر کرتی ہے ۔

(۲۷) مستطیلی کٹھنہ

—— ایک ایسے مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو جو پانی سے بھرے ہوئے ایک برتن کے انتصابی پہلو میں ہو اور جس کی لمبائی ل اور عمق ب ج = ا (شکل ۲۱) ۔ لا گہرائی پر ایک سیالی تار نظری رفتار

پلیٹ ۲

$\sqrt{\text{٢ج لا}}$ ہوگی ۔ نقطہ ل پر کی رفتار ظاہر کرنے کے لیے خط ل ک کو $\sqrt{\text{٢ج لا}}$ کے مساوی اُفقی طور پر قائم کرو ۔ ل ک جیسے تمام خطوں کے بیرونی سروں کو ظاہر[1] کیا جاسکتا ہے کہ وہ شلجمی ب ک د پر واقع ہیں جہاں ج د = $\sqrt{\text{٢ج ا}}$ لہذا شکل ب د ج اُن تمام تاروں کی رفتاروں کی ترتیبی شکل ہے جو ایک انتصابی خط ب ج میں سے نکل رہے ہوں ۔ تمام تاروں کی اوسط رفتار

$$= \frac{\sum(\text{ل ک})}{\text{ب ج}} = \frac{\text{رقبہ ب د ج}}{\text{ا}} = \frac{\frac{2}{3}\,\text{ا}\sqrt{\text{٢ج ا}}}{\text{ا}} = \frac{2}{3}\sqrt{\text{٢ج ا}} \quad \text{یعنی}$$

اوسط رفتار تہ کی رفتار کی $\frac{2}{3}$ ہوتی ہے ۔ نظری اخراج ق ر = ا ل × $\frac{2}{3}\sqrt{\text{٢ج ا}}$ اور حقیقی اخراج

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\,\text{س ل ا}\sqrt{\text{٢ج ا}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

اس رقم میں قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ ل اور ا کی مختلف قیمتوں کے لیے مختلف ہوتی ہے ۔ ایک پتلی تختی کے لیے س کی اوسط قیمت ۶۲ء ہے ۔ چونکہ یہ مکمل سمٹاؤ والے منفذوں کی قدر ہوتی ہے ۔ اس لیے یہ خیال کیا جاسکتا ہے کہ کٹھنہ کے لیے س کی قیمت زیادہ بڑی درکار ہوگی ۔ درحقیقت جیسا شکل ۲۴ میں دکھایا گیا ہے پانی کی سطح کٹھنہ کی طرف گرتی جاتی ہے ۔ اور سہولت کی خاطر کٹھنہ کی تہ سے ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمائش کی جاتی ہے ۔ مستطیلی کٹھنوں کی عملی مثالیں ناپ تختے، تالابی نکاس چادریں، اور دریائی کتوے ہیں ۔

مندرجہ ذیل طریقہ سے اخراج کو تکملی احصاء کی مدد سے فوراً معلوم کیا جاسکتا ہے :-

دھار کی ایک اُفقی دھجی پر جس کی موٹائی ف لا ہے اور جو لا گہرائی پر واقع ہے غور کرو ۔

---

[1] فرض کرو کہ ل ک = ا = $\sqrt{\text{٢ج لا}}$ ۔ تب ا^2 = ٢ ج لا جو ایک ایسے شلجمی کی مساوات ہے جس کا محور ب ج ہو اور جس کا راس نقطہ ب پر ہو ۔

پلیٹ ۳

دھجی کی رفتار $\sqrt{۲ ج لا}$ ہے اور اس کی تراشِ عمودی کا رقبہ ل × فرلا ہے۔

پس دھجی کا اخراج س ل $\sqrt{۲ ج لا}$. فرلا ہے۔

مجموعی اخراج خ = س ل $\sqrt{۲ ج} \int_{0}^{ا} لا^{\frac{1}{2}}$ فرلا = $\frac{۲}{۳}$ س ل $\sqrt{۲ ج} \times (ا)^{\frac{3}{2}}$۔

(۲۸) س کے تغیر کی وجہ کو اس طرح واضح کیا جا سکتا ہے:۔ فرض کرو کہ ل اور ا دھار کی اور لَ، اَ کٹھنہ کی بالترتیب لمبائی اور عمق ہیں۔ (کٹھنہ سے کچھ ہٹ کر ساکن پانی کی سطح تک اَ کی پیمائش اس وجہ سے کی جاتی ہے کہ پانی کی سطح کٹھنہ کے قریب گر جاتی ہے)۔ رفتار کی قدر کو اکائی مان کر ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ:۔

دھار کے لیے خ = $\frac{۲}{۳}$ ل ا $\sqrt{۲ ج و}$

اور کٹھنہ کے لیے خ = $\frac{۲}{۳}$ س لَ اَ $\sqrt{۲ ج اَ}$ ∴ س = $\frac{ل\ ا^{\frac{3}{2}}}{لَ\ اَ^{\frac{3}{2}}}$

لیکن یہ قدر، سمٹاؤ کی عام قدر سے مختلف ہوتی ہے جو = $\frac{\text{دھار کا رقبہ}}{\text{منفذ کا رقبہ}}$

= $\frac{ل \times ا}{لَ . اَ}$ آخر الذکر قدر تقریباً مستقل ہوتی ہے جس کی وجہ سے س میں اختلاف کٹھنہ کے ابعاد کے ساتھ ساتھ ہوتا ہے۔

کٹھنہ میں سے جو دھار خارج ہوتی ہے اس کی تراش بمقابلہ لَ × اَ کے کم ہوتی ہے جس کے اسباب یہ ہیں:۔ (ا) پانی کی سطح کا گراؤ۔ (ب) تہ کا سمٹاؤ (ج) سرے کے سمٹاؤ۔ دھار کی کمی جو بوجہ (ا) اور (ب) لَ کے متناسب ہوتی ہے۔ اور کمی جو (ج) کی وجہ سے ہوتی ہے اَ کے ساتھ متناسب ہوتی ہے۔ لوول[1] کے مقام پر مسٹر فرانسس[2] نے ایک پتلی تختی میں مستطیلی کٹھنوں سے اخراج کے تجربے کیے۔ ان میں کٹھنہ کی لمبائی ارتفاع کے تین گنے سے کم نہیں تھی اور دریافت کیا کہ دھار کی لمبائی سرے کے دو سمٹاؤوں کا لحاظ رکھ کر (لَ - ۲،۰ اَ) تھی۔ س × اَ کو چادر پر دھار کی گہرائی مان کر انھوں نے یہ نتیجہ حاصل کیا کہ

خ = $\frac{۲}{۳}$ س (لَ - ۲،۰ اَ) $\sqrt{۲ ج اَ}$ .... (۱۰)

---

[2] Mr. Francis

[1] Lowell

پلیٹ ۳

مساوات (۱۰) میں مختلف ارتفاعوں اور لمبائیوں کے لیے عام ضابطہ مساوات (۹) سے مقابلہ کرنے سے ظاہر ہے کہ قدر س زیادہ مستقل ہوتی ہے اور اس کی اوسط قیمت ۰٫۶۲ ہے۔

(۲۹) **مستطیلی منفذ** —— فرض کرو کہ ل منفذ کی لمبائی ہے اور ا_1، ا_2 بالترتیب تہ اور چوٹی کے ارتفاع ہیں (شکل ۲۲) ۔ ان نقاط پر کی رفتاریں $\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}_1}$ اور $\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}_2}$ ہیں جو بالترتیب ج د اور ع ف سے ظاہر کی جاتی ہیں

اس لیے اوسط نظری رفتار ہوگی $\dfrac{\text{رقبہ ع ف د ج}}{\text{ع ج}}$

$$= \frac{\frac{2}{3}\text{ا}_1\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}_1} - \frac{2}{3}\text{ا}_2\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}_2}}{\text{ا}_1 - \text{ا}_2}$$

نظری اخراج ہوگا

$$\text{ق ر} = \text{ل}(\text{ا}_1 - \text{ا}_2)\,\frac{\frac{2}{3}\sqrt{2\text{ج}}\left(\text{ا}_1^{3/2} - \text{ا}_2^{3/2}\right)}{(\text{ا}_1 - \text{ا}_2)}$$

∴ حقیقی اخراج

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\,\text{س ل}\sqrt{2\text{ج}}\left(\text{ا}_1^{3/2} - \text{ا}_2^{3/2}\right) \quad \text{......} \ (۱۱)$$

اگر ا_2 کو صفر کے مساوی رکھا جائے تو ہمیں مستطیلی کٹھنہ کا اخراج معلوم ہوجاتا ہے۔

جیسا کہ کٹھنہ کی صورت میں ہوتا ہے اور ایسی ہی وجہ سے قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ منفذ کے مختلف ارتفاعوں اور مختلف رقبوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ تیز کنارے والے منفذوں کی قیمتیں ۰٫۶۰ سے ۰٫۶۳۳ تک ہوتی ہیں۔ اور ان کی سب سے زیادہ قیمتیں اُس صورت میں ہوتی ہیں

پلیٹ ۳

جب ارتفاع چھوٹے ہوں۔ قدر کی اوسط قیمت ۶۲ء ہوتی ہے۔ مستطیلی منفذوں کی عملی مثالیں کتوبوں، تالاب کے بندوں اور پن تالوں، وغیرہ، میں توموں کے کشادہ رستے ہیں۔

احصاء کی مدد سے اخراج کو بالراست معلوم کیا جاسکتا ہے جیسا کہ کٹھنہ کی صورت میں ہوتا ہے:۔

$$\text{خ} = \text{س ل} \sqrt{\text{۲ج}} \int_{\text{ا}_2}^{\text{ا}_1} \text{ا}^{\frac{1}{2}}\, \text{فرلا} = \frac{2}{3}\, \text{س ل} \sqrt{\text{۲ج}} \left(\text{ا}_1^{\frac{3}{2}} - \text{ا}_2^{\frac{3}{2}} \right)$$

اُس وقت تک کہ بالائی سیل پر آبی ارتفاع منفذ کی اونچائی سے کم نہو یہ عملاً کافی صحیح ہوگا کہ منفذ سے اخراج حل کرنے کے لیے جملہ خ = س ق $\sqrt{\text{۲ج ا}}$ سے کام لیا جائے اس میں ارتفاع ا کو منفذ کے مرکز تک ناپا جاتا ہے۔ سب سے بڑی خطا اُس وقت ہوسکتی ہے جب $\text{ا}_2 = 0$ ہو یعنی جب منفذ ایک کٹھنہ کی شکل اختیار کرلیتا ہے۔ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع ۲ا ہوتا ہے۔ اس لیے:

[1] مندرجۂ ذیل جدول سے قدر کی تبدیلیوں کا حال ظاہر ہوگا:۔

منفذ کے مرکز تک ارتفاع	ارتفاع کا تناسب چوڑائی کے ساتھ (جب کہ چوڑائی ایک فٹ ہو)				
فٹ	۴	۲	۱	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
۰٫۵	۰۰	۰۰	۰۰	٫۶۱۵	٫۶۳۱
۱٫۰	۰۰	۰۰	٫۶۰۱	٫۶۱۷	٫۶۳۲
۲٫۰	۰۰	٫۶۱۸	٫۶۰۴	٫۶۱۷	٫۶۳۰
۳٫۰	٫۶۲۷	٫۶۱۷	٫۶۰۵	٫۶۱۵	٫۶۲۶
۵٫۰	٫۶۲۱	٫۶۱۲	٫۶۰۴	٫۶۱۱	٫۶۲۰
۱۰٫۰	٫۶۰۴	٫۶۰۲	٫۶۰۱	٫۶۰۱	٫۶۰۳
۳۰٫۰	٫۶۰۵	٫۶۰۳	٫۶۰۱	٫۶۰۳	٫۶۰۴
۵۰٫۰	٫۶۰۹	٫۶۰۶	٫۶۰۲	٫۶۰۵	٫۶۰۶

پلیٹ

صحیح اخراج $خ_1 = \frac{2}{3} س ل \sqrt{2ج} (2و)^{\frac{3}{2}} = س ل 2و \sqrt{2ج \frac{8}{9} و}$

$= س ق \sqrt{2ج \frac{8}{9} و}$ ۔

تقریبی اخراج $خ_2 = س ق \sqrt{2ج و}$

پس اگر قدروں کو دونوں رقوم میں مساوی تصور کریں تو تناسب $\frac{خ_1}{خ_2} = \sqrt{\frac{8}{9}} = ۰٫۹۴$ ۔ اور بڑی سے بڑی غلطی جو تقریبی ضابطہ کو استعمال کرنے سے حاصل ہوگی وہ ۶ فی صدی ہے۔

مثال ۱۱ ۔ توموں سے اخراج عموماً یہ فرض کرکے محسوب کیا جاتا ہے کہ اوسط عمق پر کی رفتار اوسط رفتار ہے۔ اس طریقہ کو اختیار کرنے سے مکعب فٹ فی دقیقہ میں ایک ایسے توم سے جس کی لمبائی ۴ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو اور جس کا آبی ارتفاع سِل پر ۱۲ فٹ ہو حقیقی اخراج اور محسوب شدہ اخراج میں فرق کیا ہوگا۔ جب کہ قدر $\frac{5}{8}$ مانی گئی ہو۔ (جامعہ ۱۹۱۸ء) ۔

حقیقی اخراج $خ_1 = \frac{2}{3} س ل \sqrt{2ج} (و_1^{\frac{3}{2}} - و_2^{\frac{3}{2}}) = \frac{2}{3} \times \frac{5}{8} \times 4 \times 8 (12^{\frac{3}{2}} - 10^{\frac{3}{2}}) = ۱۳۲٫۶۱۹$

اوسط عمق پر کی رفتار $\sqrt{2ج \times 11}$ ہے۔

تقریبی اخراج $خ_2 = س ق \sqrt{2ج \times 11} = \frac{5}{8} \times 8 \times 4 \times 8 \sqrt{11} = ۱۳۲٫۶۶۵$

اس لیے ۰٫۰۴۶ مکعب فٹ فی ثانیہ فرق ہوگا۔ یعنی $2\frac{3}{4}$ مکعب فٹ فی دقیقہ فرق ہوگا۔

(۳۰) **مستدیر منفذ** —— دائرہ کو متعدد ایسی انتصابی دھجیوں میں تقسیم کرسکتے ہیں جو تقریباً مستطیل ہوں۔ ہر مستطیل میں اوسط رفتار تقریباً اُس نقطہ پر کی رفتار کے برابر ہوتی ہے جو مستطیل کے نصف عمق پر واقع ہو۔ یعنی

پلیٹ ۲

دائرے کے ایک اُفقی قطر پر ۔ اس لیے اگر ا دائرہ کے مرکز کا عمق ہو تو اوسط رفتار = ۲ ماج و تقریباً اور اس لیے

خ = س ق ماج ۲ ا ‎.......‏ (۱۲)

دائرہ کا محیط سطح کو جب مس کرتا ہو تو اس ضابطہ کو استعمال کرنے سے بڑی سے بڑی غلطی ۲ فی صدی کی ہو سکتی ہے ۔

کسی ایسے منفذ کے متعلق جس کی شکل اُفقی محور کے اوپر اور نیچے متشاکل ہو یہی طریقہ استعمال کیا جا سکتا ہے ۔

مثال (۱۲) ۔ ضابطہ خ = ۳٫۹ ق۲ ما ا کو ثابت کرو ۔

جبکہ خ = اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ میں

ق = منفذ کا قطر فٹوں میں

ا = ارتفاع فٹوں میں

پانی کے اُس بہاؤ کے لیے ہیں جو ایک پتلی تختی میں ایک مستدیر منفذ میں سے ہو ۔ (جامعہ ۱۹۱۸ء) ۔

خ = س ق ما ۲ ج ا = ۰٫۶۲ × ۲۲/۷ × ق۲/۴ × ۸ ما ا = ۰٫۶۲ × ۱۱/۱۴ × ۸ ق۲ ما ا

= ۳٫۹ ق۲ ما ا

(۳۱) ۔ **مثلثی کٹھنہ** ــــــ اس شکل کے کٹھنہ میں اگر ل چوٹی کی چوڑائی اور ا راس تک کا عمق ہو (شکل ۲۳) تو تناسب ل/ا مختلف ارتفاعوں کے لیے مستقل رہتا ہے اور قدر س میں بہت کم تغیر ہوتا ہے ۔ اس لیے اس شکل کا کٹھنہ چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمائش کے لیے بہت ٹھیک رہتا ہے ۔ تقریبی ضابطہ خ = س ق ما ۲ ج ا سے جہاں ا پانی کی تراش کا مرکز جاذبہ تک ارتفاع ہے ۔ نتیجہ میں ۸ فی صدی کی زیادتی ہوتی ہے ۔

مثال (۱۳) ۔ ایک نکاس تختہ میں جو ایک بند پر واقع ہو ایک مثلثی

پلیٹ ۲

کٹھنہ سے اگر اخراج ہو رہا ہو اور کٹھنہ کے دونوں اضلاع مساوی طور پر مائل ہوں اور زاویۂ قائمہ پر ملتے ہوں تو قدر دریافت کرو جب کہ خ = ۱/۳ √(و۵) جہاں و کٹھنہ کی تہ کے اوپر ساکن پانی کا عمق انچوں میں ہے اور خ اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ ہے (جامعہ ۱۸۱۸ء)۔

اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ س ق √(۲ ج ۲) ہے ۔ جہاں ۲ پانی کی تراش کا مرکزِ جاذبہ تک فٹوں میں ارتفاع ہے ۔ ل = ۲و

ا ب ا فٹ = ۱/۱۲ × و/۳ فٹ = و/۳۶ فٹ

ق مربع فٹ = ۱/۲ (۲و/۱۲ × و/۱۲) = و²/۱۴۴ مربع فٹ

∴ خ فی دقیقہ = ۶۰ س و²/۱۴۴ × √(۸ × و/۳۶) = ۵/۳ س √(و۵/۳)

سوال کی رُو سے خ = ۱/۳ √(و۵) ∴ ۵/۳ س = ۱ ∴ س = ۰٫۶۰

(۳۲) ایک مثلثی کٹھنہ کا حقیقی اخراج مندرجۂ ذیل طریقہ سے معلوم ہو سکتا ہے:۔
سطح کے نیچے لا پر سیالی تاروں[1] کی ایک اُفقی پرت پر غور کرو (شکل ۲۳)۔ فرض کرو کہ پرت کی لمبائی ما اور اس کا عمق فرلا ہے ۔

ما/ل = (و − لا)/و

پرت کی رفتار = √(۲ ج لا) ۔ اس کی آڑی تراش کا رقبہ = ما × فرلا

∴ پرت کا اخراج = س ما فرلا √(۲ ج لا) = س ل/و √(۲ ج) (و √لا − لا √لا) فرلا

∴ کٹھنہ کا پورا اخراج = س √(۲ ج) ل/و ∫₀^و (و √لا − لا √لا) فرلا

= س √(۲ ج) ل/و (۲/۳ و^(۵/۲) − ۲/۵ و^(۵/۲))

یعنی خ = ۴/۱۵ س ل √(۲ ج) × (و)^(۳/۲) .... (۱۳)

تقریبی ضابطہ سے خ = س ل و/۲ √(۲ ج و/۲) = ۱/۲√۲ س ل √(۲ ج) (و)^(۳/۲)

[1] Filaments

پلیٹ ۳

$$\therefore \frac{\text{تقریبی اخراج}}{\text{حقیقی اخراج}} = \frac{1}{2\frac{1}{3}} \div \frac{4}{15} = \frac{289}{267} = 1.08$$

(۳۳) رفتارِ آمد ـــــ اگر کسی پانی میں جو کٹھنہ یا منفذ میں سے جاری ہو رفتارِ آمد ہو جیسا کہ اُن ندیوں یا دریاؤں کی صورت میں ہوتا ہے جو چادروں یا کتوں پر سے بہتے ہیں، تو یہ رفتار (جو اخراج کو زیادہ کرنے میں مدد دیتی ہے) اس طرح حل کی جا سکتی ہے کہ اُس ارتفاع کو جس کی وجہ سے رفتارِ آمد پیدا ہوتی ہے فرض کر لیا جائے اور حقیقی ارتفاع میں جمع کر دیا جائے - ایک مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو اور فرض کرو کہ ر آمد کی رفتار ہے - اور اس رفتار کو پیدا کرنے میں جس ارتفاع $ل_و$ کی ضرورت ہوتی ہے وہ $\frac{ر^2}{2ج}$ کے مساوی ہے - لہٰذا $ل$ ارتفاع کا مستطیلی کٹھنہ تقریباً ایک مستطیلی منفذ ہو جاتا ہے (شکل ۲۴) جس کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع $(ل + ل_و)$ اور $ل_و$ ہیں - پس

$$خ = \frac{2}{3} س ل ما \sqrt{2ج} \left\{ (ل + ل_و)^{\frac{3}{2}} - ل_و^{\frac{3}{2}} \right\} \quad \ldots\ldots (۱۴)$$

ایک دریا پر چادر کی تعمیر سے چادر کے ٹھیک اُوپر پانی کی تراش میں اضافہ ہو جاتا ہے - جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتارِ آمد ندی کی طبعی رفتار سے کم ہو جاتی ہے -

فرض کرو کہ ق طبعی تراش اور ر رفتار ہے -

اور $ق_و$ چادر کے ٹھیک اُوپر کی تراش اور $ر_و$ رفتار ہے -

تب مساوات (۴) کی رُو سے $ر_و ق_و = ر ق \quad \therefore ر_و = ر \frac{ق}{ق_و}$

مثال (۱۴) - ایک پتلی تختی میں جس کی چوڑائی ۶ فٹ ہو ارتفاع ۸ انچ ہو اور رفتارِ آمد ۲ میل فی گھنٹہ ہو ایک مستطیلی منفذ سے اخراج فی دقیقہ کیا ہوگا - (جامعہ ۱۸۷۷ء) -

پلیٹ ۴

$$\text{ر} = \frac{\text{۵۲۸۰} \times \text{۲}}{\text{۶۰} \times \text{۶۰}} = \text{۲٫۹۳}\ \text{فٹ فی ثانیہ؛}\ \text{ا}_{\text{ر}} = \frac{(\text{۲٫۹۳})^{\text{۲}}}{\text{۶۴}} = \text{۰٫۱۳ فٹ}$$

$$\text{خ} = \frac{\text{۲}}{\text{۳}}\,\text{س ل}\,\sqrt{\text{۲ج}}\left\{(\text{ا} + \text{ا}_{\text{ر}})^{\frac{\text{۳}}{\text{۲}}} - \text{ا}_{\text{ر}}^{\frac{\text{۳}}{\text{۲}}}\right\}\ \text{جہاں س} = \text{۰٫۶۲} = \frac{\text{۵}}{\text{۸}}\text{،}$$

$$\text{ل} = \text{۶،}\ \text{ا} = \text{۰٫۶۷،}\ \text{ا}_{\text{ر}} = \text{۰٫۱۳}$$

$$\therefore\ \text{خ} = \frac{\text{۲}}{\text{۳}} \times \frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \text{۶} \times \text{۸}\left\{(\text{۰٫۸۰})^{\frac{\text{۳}}{\text{۲}}} - (\text{۰٫۱۳})^{\frac{\text{۳}}{\text{۲}}}\right\} = \text{۲۰} \times \text{۰٫۶۶۷} = \frac{\text{۴۰}}{\text{۳}}$$

$$\therefore\ \text{اخراج فی دقیقہ} = \frac{\text{۴۰} \times \text{۶۰}}{\text{۳}} = \text{۸۰۰ مکعب فٹ}$$

(۳۴) غرقاب منفذ ــــــ فرض کرو کہ $\text{ا}_{\text{۱}}$، $\text{ا}_{\text{۲}}$ (شکل ۲۵) منفذ کے دونوں طرف کے ارتفاع ہوں جو مختلف سمتوں میں اخراج پیدا کرتے ہوں۔ موثر ارتفاع ($\text{ا}_{\text{۱}} - \text{ا}_{\text{۲}}$) ہے جو منفذ کے اوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق ہے۔ اگر اس ارتفاع کو ا اور توام کے رقبہ کو ق مانیں تو

$$\text{خ} = \text{س ق}\,\sqrt{\text{۲ج ا}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۱۵})$$

اس کا ثبوت مندرجۂ ذیل ہے :ــــ

فرض کرو کہ ب ج (شکل ۲۶) ایک ابتدائی سیالی تار ہے اور اور نقطہ ب پر کی رفتار بے معلوم طور پر کم ہے تو اس ترقیم سے جو شکل میں دکھائی گئی ہے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں :ــــ

نقطہ ب پر ارتفاع $\text{ا}_{\text{۱}}$، دباؤ $\pi + \text{و ا}_{\text{۱}}$ اور رفتار صفر ہے۔

نقطہ ج پر 〃 $\text{ا}_{\text{۲}}$، 〃 $\pi + \text{و ا}_{\text{۲}}$ اور 〃 ر ہے۔

$$\therefore\ \frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ج}} + \frac{\pi + \text{و ا}_{\text{۲}}}{\text{و}} - \text{ا}_{\text{۲}} = \text{۰} + \frac{\pi + \text{و ا}_{\text{۱}}}{\text{و}} = \text{ا}_{\text{۱}}$$

$$\therefore\ \frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ج}} = \text{ا}_{\text{۱}} - \text{ا}_{\text{۲}} = \text{ا}$$

(۳۵) قدرے ڈوبا ہوا منفذ ــــــ فرض کرو کہ ا منفذ کے

پلیٹ ۳

اُوپر اور نیچے والے پانی کے ارتفاعوں کا فرق ہے (شکل ۲۷) اور ل اور $ل_۲$ بالترتیب منفذ کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع ہیں۔ اخراج دو حصوں میں منقسم ہو سکتا ہے۔ یعنی $خ_۱$ ایک مفرد مستطیلی منفذ سے جاری ہے۔ جس کی گہرائی $(ل - ل_۲)$ ہے اور $خ_۲$ ایک ایسے ڈوبے ہوئے منفذ سے جاری ہے جس کا ارتفاع $(ل_۱ - ل)$ ہے۔

$$خ_۱ = \frac{۲}{۳} س\ ل \sqrt{۲ج} \left(ل^{\frac{۳}{۲}} - ل_۲^{\frac{۳}{۲}}\right)$$

$$خ_۲ = س\ ل\ (ل_۱ - ل) \sqrt{۲ج\ ل}$$

اگر ان صورتوں میں قدر س کی ایک ہی قیمت مانی جائے تو

$$خ = س\ ل \sqrt{۲ج} \left\{\frac{۲}{۳}\left(ل^{\frac{۳}{۲}} - ل_۲^{\frac{۳}{۲}}\right) + (ل_۱ - ل)\ ل^{\frac{۱}{۲}}\right\} \quad ....(۱۶)$$

(۳۶) غرقاب کٹھنہ ——— فرض کرو کہ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع $ل_۱$ ہے (شکل ۲۸) اور پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق ل ہے۔

$$خ_۱ = \frac{۲}{۳} س\ ل\ ل \sqrt{۲ج\ ل}$$

$$خ_۲ = س\ ل\ (ل_۱ - ل) \sqrt{۲ج\ ل}$$

$$\therefore خ = س\ ل \sqrt{۲ج\ ل}\ \left(ل_۱ - ل + \frac{۲}{۳} ل\right) = س\ ل \sqrt{۲ج\ ل}\ \left(ل_۱ - \frac{ل}{۳}\right) \quad ....(۱۷)$$

اس میں منفذ کے دونوں حصوں کے لیے ایک ہی قدر مانی گئی ہے۔

(۳۷) مہنالیں ——— متسع مہنالوں کی وجہ سے جو اخراج بڑھ جاتا ہے اس کو کلیۂ برنولی کی مدد سے واضح کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک اُفقی نلی میں جس کے اندر پانی کا بہاؤ برقرار ہے۔ بتدریج پھیلاؤ ہوتا جاتا ہے تو رفتار میں بتدریج کمی واقع ہوتی ہے۔ لیکن مساوات (۸) کی رو سے $\frac{ر^۲}{۲ج} + \frac{د}{ث} + ظ$ مستقل ہے اور ظ بھی مستقل ہے۔ اس لیے رفتار کی کمی کے ساتھ ساتھ دباؤ بڑھتا جاتا ہے۔ اگر نل میں تدریجی سمٹاؤ ہو تو رفتار میں اضافہ

پلیٹ ۴

اور دباؤ میں کمی ہوتی جاتی ہے - ہم نے یہ تدریجی بڑھاؤ یا سمٹاؤ اس وجہ سے کہا ہے کہ رفتار میں دفعۃً کوئی تغیر پیدا نہ ہو اور اس وجہ سے صدمہ سے توانائی میں نقصان نہ ہو۔

وریدِ منقبض (سمٹی ہوئی رگ) کی شکل کی مہنال کو لو جس کے اطراف مخروطی شکل میں پھیلتے جائیں اور استوانی صورت میں ختم ہوں تاکہ دھار کے تار متوازی نکلیں (شکل ۲۹) -

فرض کرو کہ ق، ر، د سب سے چھوٹی تراش ج پر بالترتیب رقبہ، رفتار اور دباؤ ہیں - اور ق_1، ر_1، د_1 بیرونی نقطہ د پر ان کی متناظر مقداریں ہیں - ایک ریشہ ب ج د پر غور کرو -

ب پر رفتار صفر، دباؤ $\Pi + \text{و}\,\text{ل}_0$، اور ارتفاع ل_0 ہے -
ج پر " ر، " د، " " ل ہے -
د پر " ر_1، " د_1، " " ل_1 ہے -

چنانچہ $0 + \dfrac{\Pi + \text{و}\,\text{ل}_0}{\text{و}} - \text{ل}_0 = \dfrac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} + \dfrac{\text{د}}{\text{و}} - \text{ل} = \dfrac{\text{ر}_1^2}{2\text{ج}}$
$+ \dfrac{\text{د}_1}{\text{و}} - \text{ل}_1$

$$\therefore \frac{\Pi}{\text{و}} + \text{ل} = \frac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} + \frac{\text{د}}{\text{و}} = \frac{\text{ر}_1^2}{2\text{ج}} + \frac{\text{د}_1}{\text{و}} \quad\cdots\cdots\cdots (18)$$

اگر دھار کا اخراج ہوا میں ہوتا ہو تو $\text{د}_1 = \Pi$ اس لیے $\text{ل} = \dfrac{\text{ر}_1^2}{2\text{ج}}$

یا رگڑ کا لحاظ کرتے ہوئے $\text{ر}_1 = \text{س}_\text{ر}\sqrt{2\text{ج}\,\text{ل}} \quad \therefore \text{خ} = 0{,}96\,\text{ق}_1\sqrt{2\text{ج}\,\text{ل}}$

پس معلوم ہوا کہ اخراج ج پر کی تراش پر منحصر نہیں ہوتا ہم اس تراش کو جتنا چاہیں کم کر سکتے ہیں - بشرطیکہ ج پر کی رفتار اتنی زیادہ نہ ہو جائے کہ جس سے دباؤ صفر کے نیچے گر جائے - اگر ایسا ہو جائے تو پانی کا دباؤ تناؤ کی صورت اختیار کر لیتا ہے، اور بہاؤ کا تسلسل ناممکن ہو جاتا ہے اور نقطہ د پر مہنال میں بھرپور پانی نہیں چل سکتا۔ اگر د

پلیٹ ۲

کو صفر مان لیا جائے تو ہمیں مساوات (۱۸) کی رو سے $\frac{ر^۲}{۲ج} + ا = \frac{ع}{و} + ۰$

لیکن $\frac{ع}{و}$ مساوی ہے ۳۴ فٹ پانی کے ارتفاع کے .: $ر = \sqrt{۲ج (ا + ۳۴)}$

اور $خ = ق \sqrt{۲ج (ا + ۳۴)}$ ...... (۱۹)

اس لیے زیادہ سے زیادہ اخراج وہ نظری اخراج ہے جو ارتفاع ا کے نیچے تراش ق کے ایک منفذ سے خلاء میں ہوتا ہو۔

عملاً زیادہ سے زیادہ اخراج اتنا بڑا نہیں ہو سکتا جتنا کہ یہ، وجہ یہ ہے کہ ہوا کے ذرات جو پانی میں معلق ہوتے ہیں آزاد ہو جاتے ہیں اور قبل اس کے کہ ج پر کا دباؤ صفر تک گر جائے بہاؤ کے تسلسل کو روک دینگے۔

استوانہ نما اور مستدق جہنالوں میں اندرونی منفذ پر دفعۃً سمٹاؤ ہوتا ہے اور اس کے ساتھ ہی پھیلاؤ ہوتا ہے جو نلی کو پُر کر دیتا ہے اور اس وجہ سے توانائی کا نقصان ہوتا ہے جو رفتار کی قدر کو کم کر دیتا ہے گو نلی کے بیرونی منفذ پر پانی بھرپور چلتا ہے اور سمٹاؤ کی قدر اکائی کے مساوی ہوتی ہے۔

مثال (۱۵) ۔ ایک متبع مخروطی جہنال کا بیرونی رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔ سب سے چھوٹی آڑی تراش کا جہاں جہنال کا پانی بھرپور چل سکے نظری رقبہ دریافت کرو جب کہ (۱) پانی کا ارتفاع ۲ فٹ ہو (۲) پانی کا ارتفاع ۱۵ فٹ ہو دیکھو شکل ۲۹۔

(۱) نقطہ د پر رفتار $\sqrt{۲ج × ۲}$ اور رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔

نقطہ ج پر " $\sqrt{۲ج (۲ + ۳۴)}$ " ق " " " " ۔

$∴ ق \sqrt{۲ج × ۳۶} = ۴ \sqrt{۲ج × ۲}$ $∴ ق = ۰٫۹۴$ مربع انچ

(۲) $ق \sqrt{۲ج × ۴۹} = ۴ \sqrt{۲ج × ۱۵}$ $∴ ق = ۲٫۲۱$ " "

(۳۸) اندرونی استوانہ نما نلی ——— اس صورت میں قدر کو نظری طور پر قائم کر سکتے ہیں۔ نلی کو اندر کی طرف اتنے فاصلے تک نکلا ہوا رکھو کہ

پلیٹ ۴ دھار بیرونی منفذ کے باہر صاف جست کرکے نکل آئے۔ تب نقاط ب اور ج پر رفتار (شکل ۳) تقریباً صفر ہوگی اور اِن نقاط پر دباؤ ماسکونی دباؤ ہونگے جو ب اور ج کے عمقوں کی وجہ سے پیدا ہونگے۔ فرض کرو کہ ق، ق بالترتیب منفذ اور دھار کے رقبے ہیں اور فرض کرو کہ اُس سیال کی کمیت جو ہ اور د کی درمیانی فضاء میں موجود ہے ایک خفیف وقفہ و کے بعد ہ، ہ اور ع کی درمیانی فضاء میں منتقل ہوجاتا ہے۔

برتن کے پہلوؤں کے ماسکونی دباؤ سوائے منفذ کے مقابل کے ہر جگہ آپس میں متوازن ہوتے ہیں۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ایسی دھار کی تراشش پر ہوتا ہے جس کا رقبہ منفذ کے رقبہ کے مساوی ہوتا ہے اور پانی کی آزاد سطح پر بھی اپنا عمل کرتا ہے۔ اس لیے اُفقی دباؤ و ا ق ایسا ہے جو بغیر توازن کے ہے۔ وقت و میں اس کا دھکا یعنی و ا ق و مساوی ہونا چاہیے اُس تغیر کے جو متحرک کمیت کے اُفقی معیارِ اثر میں ہو۔ چونکہ حرکت مستقل ہے اس لیے ہ، ہ اور د کے درمیان کوئی ایسا تغیر نہیں ہوتا اور ہ ہ اور ہ، ہ کے درمیان کوئی اُفقی معیارِ اثر نہیں اس لیے تمام تغیر نقاط د اور ع کے درمیان معیارِ اثر میں واقع ہوتا ہے۔

فضاء کا حجم = ق، ر و۔ مائع کی کمیت = $\frac{\text{وق، ر و}}{\text{ج}}$

معیارِ اثر = $\frac{\text{وق، ر و}}{\text{ج}}$۔

$$\therefore \text{و ا ق و} = \frac{\text{وق، ر و}}{\text{ج}} \quad \therefore \frac{\text{ق،}}{\text{ق}} = \frac{\text{ج ا}}{\text{ر،}} = \frac{\text{ج ا}}{\text{۲ج ا}} = \frac{1}{2}$$

لیکن $\frac{\text{ق،}}{\text{ق}}$ = سں اس لیے رگڑ کو نظر انداز کرتے ہوئے سں = ۵۰ء

بہترین تجربوں سے سں = ۵۲ء حاصل ہوتا ہے۔

باب سوم پر مثالیں

(۱) ایک منفذ کی لمبائی ۲' ۶" اور گہرائی ۲" ہے اگر اس کے اوپر کا کنارہ پانی کی سطح کے ۴" نیچے ہو تو مکعب فٹ فی دقیقہ میں اس منفذ کا اخراج معلوم کرو (کلیہ سنہ ۱۸۸۵ء) جواب ۳۱۸ مکعب فٹ۔

(۲) اگر ایک ایسے حوض کے پہلو میں جس میں تہ کے اوپر پانی کا مستقل ارتفاع و ہو ایک مستطیلی کٹھنہ جس کی چوڑائی ل ہو کاٹ دیا جائے تو ثابت کرو کہ نظری اخراج (سمٹاؤ کو نظر انداز کرتے ہوئے) ۲/۳ ل و √(۲ ج و) ہوگا۔ اور اوسط رفتار ۲/۳ √(۲ ج و) اور اوسط ارتفاع ۴/۹ و ہوگا۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔

(۳) اگر یہ معلوم ہوجائے کہ ۳۸۱ مکعب فٹ پانی ایک مستطیلی کٹھنہ سے جس کی چوڑائی ۱۰ فٹ اور ارتفاع ۱۰ انچ ہو ۱۵ ثانیے میں گذارا جا سکتا ہے تو بتاؤ کہ قدر کی قیمت کیا ہوگی (جامعہ سنہ ۱۸۸۰ء)۔ جواب ٫۶۳۔

(۴) ضابطہ و = س ∛((خ/ل)²) میں قدر س کی قیمت دریافت کرو جب کہ خ حقیقی اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ ہے اور ایک پتلی تختی کے مستطیلی کٹھنہ سے ہوتا ہے۔ ل فٹوں میں کٹھنہ کا طول ہے اور و کٹھنہ کے اوج کے اوپر ساکن پانی کا ارتفاع انچوں میں ہے (جامعہ سنہ ۱۸۷۵ء) جواب ۵٫۴۔

(۵) یہ مان کر کہ پانی کی اوسط رفتار جب کہ پانی ایک ایسے مستطیلی خانہ سے خارج ہو رہا ہو جو ایک خزانۂ آب کے انتصابی پہلو میں واقع ہے تہ کی رفتار کی ۲/۳ گنی ہے تو ایک ایسے ڈوبے ہوئے کٹھنہ کے اوپر اخراج کے لیے ضابطہ دریافت کرو جب کہ پانی سطحی رفتار ر سے پہنچتا ہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۴ء)۔

(۶) مندرجۂ ذیل اصطلاحوں کی تشریح کرو:- آمد کا ارتفاع، آمد کی رفتار، اور یہ بھی بتاؤ کہ آمد کی رفتار سے ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج کے جملہ میں کیا تبدیلی ہوتی ہے۔ (کلیہ سنہ ۱۸۸۴ء)۔

(۷) (ا) ایک پتلی تختی کے ایک مستطیلی منفذ میں جس کا عرض ۴ فٹ اور

بلندی ۳ فٹ دونوں طرف پانی کی سطحیں منفذ کے نچلے کنارے کے اوپر بالترتیب ۳ فٹ ۹ انچ اور ۴ فٹ ۳ انچ ہیں۔ اخراج کا تخمینہ کرو۔ جواب ۴۲،۴ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

۸ (ب) اگر پانی کی رفتارِ آمد ۵ فٹ فی ثانیہ ہو تو بتاؤ کہ اخراج میں کتنی زیادتی ہوجائیگی۔ جواب - ۱۴۲،۲ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

۸ (ج) اُس صورت میں اخراج کا اندازہ لگاؤ جب کہ پانی کی بلندیاں بالترتیب ۲ فٹ ۹ انچ اور ۲ فٹ ۶ انچ پر ہیں اور رفتارِ آمد کچھ نہ ہو۔ جواب۔ ۲۶،۶ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۸) ایک کٹھنہ قائمۃ الزاویہ مثلث کی شکل کا ہے۔ اس کے اخراج کا تخمینہ لگاؤ جب کہ کٹھنہ کی چوڑائی پانی کی سطح پر ۱۵ انچ ہو۔ جواب - ۰۷،۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۹) کلیۂ برنولی[1] کو ثابت کرو۔ اس سے یہ بھی ثابت کرو کہ موثر ارتفاع جو ایک ایسے ریلوے پشتہ کی آب راہ (Waterway) میں سے پانی کو خارج کرتا ہے جو ایک تالاب پر بنایا گیا ہے وہ فرق ہے جو پُشتہ کی دونوں طرف پانی کی سطحوں کے لیول کے درمیان ہے (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۰) ایک آہنی چادر کے حوض میں جس کی چادر $\frac{3}{8}$ انچ موٹی ہے ایک طرف ایک قائمہ زاویہ مثلثی کٹھنہ ہے جس کا راس اوپر وار ہو اور جس کا اُفقی قاعدہ ۱ فٹ چوڑا، پانی کی سطح کے نیچے ۴ فٹ ۴ انچ پر واقع ہے۔ اور دوسری دونوں طرف مستدیر منفذ ہیں جن کا قطر ۶ انچ اور جن کے مرکز ۹ فٹ پانی کی سطح کے نیچے ہیں۔ ان میں سے ایک کی بیرونی طرف ایک نلی جس کی لمبائی ایک فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے لگادی گئی ہے اور دوسرے کی اندرونی طرف ایک ایسی ہی نلی لگادی گئی ہے۔ ہر سوراخ سے کتنا کتنا اخراج ہوگا۔ حوض میں پانی کی بلندی کو مستقل رکھنے کے لیے کس قدر پانی کی مقدار

[1] Bernoulli

ضروری ہوگی؟ (جامعہ سنہ ۱۹۳۸ء) جواب (۱) ۲،۵۳ مکعب فٹ فی ثانیہ۔
(۲) ۳،۸۷ " " "
(۳) ۲،۴۵ " " "
(۴) ۸،۸۵ " " "

باب چہارم

سوراخوں اور کٹھنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

مضامین

قدر۔
تالاب کا نکاس۔
کشادہ ڈھلواں چوٹیوں کی چادریں۔
تالاب کی غرقاب چادریں۔
ناپ چادریں۔
کٹوے۔
نمایاں گراؤ کے کٹوے۔
غرقاب کٹوے۔
توم ابتدا اور زیریں توم،
تالاب کی چادروں کے موکھے۔
پن تالوں کے توم۔
تالاب کے آبپاشی کے توم۔
پُل کے خانوں کا اخراج۔
اُبھار
پس آب
فاصل چادریں۔
مقفاسے۔
مثالیں۔

(۳۹) جو کچھ پہلے بابوں میں بیان کیا جاچکا ہے اس سے ہم اُن تمام عملی صورتوں کے متعلق جو عموماً پیش آتی رہتی ہیں بحث کر سکتے ہیں۔ مشکل صرف یہ ہوتی

پلیٹ ۴

ہے کہ کونسی موزوں قدر تجویز کی جائے - پتلی تختی سے اخراج کی قدر یقیناً کچھ صحت کے ساتھ معلوم ہے - لیکن سوائے چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمائش کے اور تمام اخراج عملاً ایسے پختہ کاموں میں سے گذرتے رہتے ہیں جن کی تعمیر متفرق قسم کی ہوتی ہے اور اس لیے یہ ناممکن ہوجاتا ہے کہ ایسی قدروں کا تعین ہوسکے جو ہمیشہ ایک ہی قسم کے کام کے لیے موزوں ہوں -

(۴۰) تالاب کی نکاس چادریں

کسی تالاب کی بچت نکاسی چادر، نکاس چادر، نکاس یا کالنگولہ[1] سب میں ایک پختہ دیوار ہوتی ہے جو بند کے طول کے ایک حصہ میں تعمیر کی جاتی ہے لیکن یہ اس بند سے بہت پست لیول پر ہوتی ہیں - دیوار کا رُوکار چوٹی پر اُفقی ہوتا ہے - اور یہ پختہ دیوار سروں پر انتصابی پہلو دیواروں سے محدود ہوتی ہے جو بند کے مٹی کے کام کو سہارے رہتی ہیں - چادر کا اوپر کا حصہ یعنی چوٹی ½ ۱ فٹ سے ۳ فٹ تک چوڑی ہوتی ہے اور عموماً تالاب کی طرف سے کسی قدر چڑھواں ڈھال کی ہوتی ہے - چادر کی چوٹی کی سطح کو پُر تالاب لیول کی سطح کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (پ - ت - ل) - چادر اس قدر طول کی بنائی جاتی ہے کہ وہ تالاب کی سے زیادہ درآمد کو بھی چادر کی چوٹی پر ایک معینہ عمق رکھ کر خارج کرسکے - چادر پر یہ عمق یا ارتفاع بالعموم ۲ سے ۴ فٹ تک ہوتا ہے اور اس ارتفاع پر سطحی لیول کو اعظم آبی لیول کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (ا ' آ ' ل) - بند کی اونچائی پانی کے اعظم آبی لیول (ا ' آ ' ل) کے اوپر ۳ فٹ سے کم نہیں ہوتی - تالاب کے پانی کی درآمد کا تعین اُس کے فراہمی مجرے یا پن بہاؤ رقبہ سے کیا جاتا ہے - اور اُس اعظم بارش کے ذریعہ ہوتا ہے جس کو مشاہدہ یہ بتاتا ہو کہ ایک معینہ وقت مثلاً ۲۴ گھنٹے میں اس رقبہ پر یہ بارش ہوسکتی ہے - اس بارش کی ایک خاص مقدار جس کا انحصار مٹی (Soil) کی نوعیت اور زمین کے ڈھال پر ہوتا ہے تالاب میں بہ جائیگی اور اگر یہ مان لیا جائے کہ بارش کے شروع ہونے کے وقت تالاب بھرا ہوا ہو تو یہی وہ اعظم اخراج ہوگا

[1] Kalingula

پلیٹ ۴

جسے ایک معینہ ارتفاع کے تحت چادر کو گذارنا چاہیے۔ چونکہ سب سے زیادہ بارش جزوی طور پر ہوتی ہے اس لیے اخراج جو مقرر کیا جاتا ہے وہ فراہمی مجرے کے رقبہ کے ساتھ بالراست تناسب نہیں ہوتا۔ عموماً جنوبی ہندوستان میں رایوس (Ryves) کا امتحانی ضابطہ $خ = س م^{\frac{۲}{۳}}$ مستعمل ہوتا ہے جہاں م مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س مقامی قدر ہے جس کی قیمت ۴۵۰ سے ۶۵۰ تک ہوتی ہے۔ ڈِکنس (Dickens) کا ضابطہ $خ = س \times م^{\frac{۳}{۴}}$ بھی بعض اوقات استعمال کیا جاتا ہے۔

تالاب کی چادر کا اخراج وہ ہوتا ہے جو ایک مستطیلی کُٹھنہ سے ہو۔ یعنی $خ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} ح^{\frac{۳}{۲}}$۔ سطحِ آب چادر کے اُوپر تھوڑے فاصلہ تک چادر کی جانب گرتی ہے اس لیے ارتفاع کی پیمائش ساکن پانی کی سطح سے کرنی چاہیے۔ اس لیے ایک انتصابی پنسال پہلو دیوار سے چسپاں کردی جاتی ہے۔ جس کا فاصلہ دیوار کی چوٹی کے سامنے کے رُخ سے اگر دیکھا جائے تو چند فٹ ہوتا ہے۔ ابھی تک قدر س کی قیمت کافی صحت کے ساتھ نہیں حاصل کی گئی ہے۔ اس کا تغیر ارتفاع کے ساتھ چادر کی چوٹی کے طول اور اس کی موٹائی اور چادر کے سامنے کے پانی کی گہرائی کے ساتھ متناسب ہوتا ہے۔ ایک پتلے کنارہ کے لیے س کی قیمت کی تبدیلی تقریباً ۶۶ء سے ۵۹ء تک ہوتی ہے جس کا اِنحصار طول اور ارتفاع کی تبدیلیوں پر ہوتا ہے۔

کاسٹل (Castel) اور بلیک ول (Blackwell) کے جوڑ نالوں[۱] اور [redacted] چوٹی کی چادروں کے تجربات سے اوسط قدر کی قیمت بالترتیب ۵۳ء اور ۵۱ء معلوم ہوئی ہے۔ ایسے تجربات صرف چھوٹے پیمانہ پر کیے گئے تھے اور بظاہر یہ ممکن ہے کہ تالابوں اور دریاؤں کی بڑی بڑی چادروں کے لیے قدروں کی قیمتیں زیادہ ہوتی ہوں۔ پروفیسر اَنوِن[۲] (Unwin) نے نظریہ کی رُو سے ۵۷۷ء یا $\frac{۱}{۱ء۷۳}$ قیمت تجویز کی ہے اور یہی قیمت آیندہ مثالوں میں استعمال کی جائیگی۔

[۱] کاسٹل کے "جوڑ نالے" وہ مختصر نالے یا آب انداز تھے جن کی تراش کُٹھنہ کے برابر تھی اور جو کُٹھنہ کے باہر بنا دیے گئے تھے۔

[۲] انسائیکلو پیڈیا برٹانیکا، نواں ایڈیشن، مضمون مامیکانیات۔

پلیٹ ۴

یہ قیمت لاول (Lowell) کے ماقوائی تجربات کے نتائج سے بخوبی ملتی جلتی ہے (دیکھو نوٹ دفعہ ۴۱)۔ اس طرح پر ضابطہ کی شکل یہ ہو جاتی ہے:-

خ = ۲/۳ × ۱/۳ × ۰ ل ا^(۳/۲) = ۱ء۳ ل ا^(۳/۲) .... (۲۰)

مثال (۱۶) - ایک چھوٹے سے فراہمی مجرے کے ہر مربع میل کے لیے ایک تالاب کی چادر کا کیا طول ہونا چاہیے تاکہ ایک انچ فی گھنٹہ نزولِ باراں کو جس کا ۶۰ فی صدی تالاب میں پہونچتا ہو گذر سکے - اس میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ تالاب بھرا ہوا ہے اور ہر ایک مربع میل سے آبی رسد یکساں آتی ہے اور چادر کی چوٹی پر ساکن پانی کی بلندی ۴ فٹ ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔

بارش فی مربع میل فی گھنٹہ = ۵۲۸۰ × ۵۲۸۰ × ۱/۱۲ مکعب فٹ -

∴ فراہمی مجرے کے فی مربع میل کا اخراج فی ثانیہ = (۶۰/۱۰۰) (۵۲۸۰)^۲ / (۶۰)^۲ × ۱۲

= ۳۸۷ء۲ مکعب فٹ

خ = ۱ء۳ ل ا^(۳/۲) یہاں خ = ۳۸۷ء۲ اور ا = ۴ فٹ ∴ ل = ۱۵ء۷ فٹ

پس اگر بن بہاؤ رقبہ ۱۰ مربع میل ہو تو چادر کا طول ۱۵۰ فٹ ہوگا۔

(۴۲) چوڑی ڈھلواں چوٹیوں کی چادریں

فرض کرو کہ چادر کی چوٹی (شکل ۳۱) گول کر دی گئی ہے تاکہ سمتاؤ دب جائے۔ اگر چوٹی پر مجموعی ارتفاع ا ہو جس کی پیمائش چوٹی کے مرکز کے ساکن پانی کی سطح تک کی گئی ہو اور ب ج کوئی ایسا ریشہ ہو جو ساکن پانی سے چوٹی کے مرکز تک پہنچتا ہو اور ا، ا۲، نقاط ب اور ج پر ارتفاع ہوں، اور چادر کے مرکز پر پانی کا ارتفاع لا ہو، اور ج پر پانی کی گہرائی ظ ہو تو،

نقطہ ب پر، ارتفاع ا، دباؤ و ا، اور رفتار صفر ہے -

نقطہ ج پر، " ا۲، " و ظ " " ر ہے۔

$$\therefore \frac{\text{ر}^{2}}{2\text{ج}} + \frac{\text{دظ}}{\text{و}} - \text{ل}_{2} = 0 + \frac{\text{د}_{1}}{\text{و}} - \text{ل}_{1}$$

$$\therefore \frac{\text{ر}^{2}}{2\text{ج}} = \text{ل}_{1} - \text{ظ} = \text{و} - \text{لا}$$

$\therefore \text{ر} = \sqrt{2\text{ج}(\text{و} - \text{لا})}$ اس لیے اگر ل چادر کا طول ہو تو

$$\text{خ} = \text{ل لا} \sqrt{2\text{ج}(\text{و} - \text{لا})}$$

اگر لا = ۰ تو خ = ۰ اور اگر لا = و تو خ = ۰۔ اس لیے صفر اور و، لا کی ایک خاص قیمت کے لیے خ کی اعظم قیمت ہوگی۔

$$\text{خ} = \text{ل} \sqrt{2\text{ج}} \left\{ \text{لا}(\text{و} - \text{لا})^{\frac{1}{2}} \right\},$$

$$\frac{\text{فخ}}{\text{فلا}} = \text{ل} \sqrt{2\text{ج}} \left\{ -\frac{\frac{1}{2}\text{لا}}{\sqrt{\text{و} - \text{لا}}} + \sqrt{\text{و} - \text{لا}} \right\} = 0$$

$$\therefore -\text{لا} + 2(\text{و} - \text{لا}) = 0$$

$$\therefore \text{لا} = \frac{2}{3}\text{و}$$

اس لیے $\text{خ} = \frac{2}{3}\text{ل و} \sqrt{2\text{ج}\frac{\text{و}}{3}} = 0.385\,\text{ل و}\sqrt{2\text{ج و}}$ ......(۲۱)

تجربہ[1] سے اصلی اخراج اس اعظم قیمت کے تقریباً مساوی ہوتا ہے۔ چادر کا معمولی ضابطہ $\text{خ} = \frac{2}{3}\text{س ل و}\sqrt{2\text{ج و}}$ اس لیے چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے س کی قیمت تقریباً $\frac{3}{2} \times 0.385 = 0.577 = \frac{1}{\sqrt{3}}$ کے برابر ہوگی۔

[1] لاول کے تجربوں سے س = ۰٫۵۶۳ اُن چادروں کے لیے ہے جن کی چوٹیاں ۳ فٹ چوڑی ہوں اور دبے سمٹاؤ ہوں اور آبی ارتفاع ۶ سے ۱۸ انچ تک ہوں۔

پلیٹ ۴

(۴۲)۔ تالاب کی غرقاب چادریں ـــــ اگر چوٹی پست ہو اور نکاس نالا محدود ہو تو عقبی پانی بعض اوقات چادر کی چوٹی کے اُوپر چڑھ جائیگا۔ یہ صورت ایک غرقاب کٹھنہ کی ہوجاتی ہے جس کا اخراج مساوات (۱۷) سے حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ منفذ اور کٹھنہ کے کشادہ حصوں کی قدریں ایک ہی ہوں۔ لیکن بڑی چادروں[1] کے مشاہدات سے یہ معلوم ہوا ہے کہ منفذ کے حصہ کی قدر بمقابلہ کٹھنہ کے حصہ کی قدر کے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ صحیح معطیات کی عدم موجودگی میں شرح کی قیمتیں بالترتیب ء۸ اور ء۵۷۷ لی جا سکتی ہیں۔

مثال (۱۷)۔ ایک چادر کی چوٹی پر پانی کا ارتفاع ۴ فٹ ہے اور عقبی پانی چوٹی کے اوپر ۳ فٹ چڑھا ہوا ہے۔ ہر ۱۵ء۷ فٹ طول کے لیے فی ثانیہ اخراج معلوم کرو۔

فرض کرو کہ ع چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے۔

ر چادر کے اُوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے لیول کا درمیانی فرق ہے۔

تب $خ_۱ = \frac{۲}{۳} س_۱ ل ر \sqrt{۲جر}$

$خ_۲ = س_۲ ل ع \sqrt{۲جر}$

$س_۱ = ء۵۷۷$

$س_۲ = ء۸$

$∴ خ = ۱۵ء۷۷ × ۸ \left\{ \frac{۲}{۳} × ء۵۷۷ + ء۸ × ۳ \right\} = ۵۰ء۳$ مکعب فٹ فی ثانیہ

اس نتیجہ کا پچھلی مثال سے مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ چادر کے ہر ۱۵ء۷ فٹ کے طول کے لیے نمایاں گراؤ بہ نسبت غرقاب چادر کے ۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ کا زیادہ اخراج کرتا ہے۔

---

[1] پروسیڈنگز انسٹیٹیوشن سیول انجینیرز جلد ۸۵ (۱۸۸۵-۸۶ء) (Rhind) اخراج کی شرحوں پر۔

پلیٹ ۴۴

(۴۳) - **ناپ چادریں** —— اگر کسی ندی کے اخراج کا اندازہ صحیح طور پر کرنا ہو (مثلاً آبرسانی کے کاموں کے) تو اس کے لیے ایک بند لٹھوں ب اور تختوں ج (شکل ۳۲) کا ندی کے آر پار بنا لیا جاتا ہے اور اس بند کے اندرونی رُخ پر چکنی مٹی کا گلاوا کر دیا جاتا ہے کہ پانی نہ رِس سکے۔ اس چادر میں ایک مناسب جسامت کا کٹھنہ جو عموماً مستطیلی ہوتا ہے اور جس میں سے اخراج گذر سکتا ہو بنا دیا جاتا ہے اور دھات کی $\frac{1}{8}$ انچ موٹی تختی لگا دی جاتی ہے تاکہ کٹھنہ کی شکل اور اس کے کناروں کی تیزی مستقل طور پر قائم رہے۔ پانی کی گرتی ہوئی چادر کے پیچھے ہوا کی پوری آمد و رفت ہونی چاہیے۔ شکل ۳۲ (ا) نصف ارتفاع کو اور شکل ۳۲ (ب) چادر کی تراش کو ظاہر کرتی ہے۔ شکل ۳۲ (ج) میں لٹھے اور تختے کی تراش کو بڑا کر کے دکھایا گیا ہے۔ اس سے یہ واضح ہو جائیگا کہ یہ صورت وہ ہے جس میں اخراج ایک مستطیلی کٹھنہ سے رفتارِ آمد سے گزرتا ہے۔ اگر احتیاط کو کام میں لایا جائے اور دھار کی تراش پانی کی اُس تراش کے $\frac{1}{5}$ حصہ سے جو چادر کے اوپر سے بڑھنے نہ پائے تو رفتارِ آمد کو نظر انداز کر سکتے ہیں۔ ارتفاع کی پیمائش ایک پیمانہ کے ذریعہ ہوتی ہے جسے ایک لٹھے ی پر لگا دیا جاتا ہے جس کا نشانِ صفر کٹھنہ کی چوٹی کے لیول کے ساتھ ٹھیک ہم سطح ہو۔ لٹھے کو چادر سے ہٹا کر کچھ فاصلہ پر گاڑا جاتا ہے مثلاً ۵ فٹ چھوٹی چادروں کے لیے اور ۲۵ فٹ بڑی چادروں کے لیے تاکہ ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمائش کا یقین ہو سکے۔

دوسرا ایک اور صحیح طریقہ ھک پنسال کے ذریعہ ہوتا ہے۔ دھات کا ایک تیز نوک دار ہُک ایک انتصابی سلاخ کے نیچے لگا دیا جاتا ہے جو آہستہ حرکت کرنے والے پیچ کی مدد سے اوپر اور نیچے حرکت کر سکتا ہے اس کُل آلہ کو ایک لٹھے سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس سلاخ پر ایک نمایندہ ہوتا ہے جو ہُک کی نوک سے اتنی ہی بلندی پر واقع ہوتا ہے جتنا کہ پیمانہ کا صفر کٹھنہ کی چوٹی کی سطح سے اوپر واقع ہو۔ جس وقت مشاہدہ کرنا ہوتا ہے ہُک کو پانی کی سطح سے نیچے کر کے آہستہ آہستہ

پلیٹ ۴ اُوپر اٹھا لیا جاتا ہے۔ اور جس لمحہ وہ سطح پر آتا ہے اس کا عکس ہُک کی نوک پر جو پانی کی جھلی آجاتی ہے اس پر صاف آجاتا ہے اس وقت پیمانہ پڑھ لیا جاتا ہے۔ معمولی روشنی میں سطح کے فرق انچ کے سویں حصہ تک معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

اگر ارتفاع متغیر ہو تو پیمانہ کو ہر ۱۲ گھنٹے کے وقفے سے پڑھنا چاہیے۔ اور کسی وقفہ کے درمیان اخراج اس وقفہ کے ابتدائی اور انتہائی ارتفاعوں کا اوسط لینے سے نکالا جا سکتا ہے۔ اخراج کی تخمین مساوات (۹) کے ذریعہ کی جا سکتی ہے۔

خ = ۲/۳ س ل √۲ج ہ^۳/۲ ؛ یہاں س = ۶۲ء معمولی ارتفاعوں کے لیے۔

مثال (۱۸)۔ ایک مستطیلی کٹھنہ ۵ء۱ فٹ چوڑا ہے اور ساکن پانی کا ارتفاع ۶۴ء۰ فٹ ہے۔ اخراج فی ثانیہ معلوم کرو۔

خ = ۲/۳ × ۶۲ء × ۱ء۵ × ۶۴ء × ۸ × ۸ء = ۲ء۵۴ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

اگر زیادہ صحت مطلوب ہو تو فرانسس (Francis) کا ضابطہ جو مساوات (۱۰) دیا گیا ہے استعمال کر لیا جائے۔ ضابطہ یہ ہے :-

خ = ۲/۳ س (ل − ۰ء۲ ہ) ہ √۲ج ہ

اس ضابطہ کی رُو سے اوپر کی مثال میں

خ = ۲/۳ × ۶۲ء (۱ء۵ − ۰ء۲ × ۶۴ء) ۶۴ء × ۸ × ۸ء = ۲ء۳۲ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۴۴)۔ **کتوے** ـــــ کتوا سے مراد ایک ایسا پختہ بند ہے جو ندی کے آر پار بنایا جاتا ہے اور جس سے پانی کی بلندی کو ایک مناسب بلندی تک اونچا کیا جا سکتا ہے تاکہ خشک موسم میں پانی بذریعۂ نجاذب اُن مقامات تک

پلیٹ ۴ پہنچایا جاسکے جہاں بجز اس کے پانی کا پہنچنا ناممکن تھا - یہ بند دریا کے گذرگاہ کی فوری تبدیلیوں میں بھی بہت کچھ نظام پیدا کردیتا ہے اور اس طرح پانی کو نقطۂ مخرج تک پہنچا دیتا ہے - بند کے دونوں انتہائی سروں پر پہلو دیواریں ہوتی ہیں جو دریا کے سیلابی پشتوں کی مٹی کو سنبھالے رہتی ہیں - پانی کی جتنی ضرورت ہوتی ہے نہر یا نالے کے ذریعہ سے ایک یا دونوں طرف سے لے لی جاتی ہے - یہ نہر ٹھیک کتوے کے اوپر سے نکالی جاتی ہے دریا کی طرف جو پانی کا راستہ کھلا رکھا جاتا ہے اُس پر ایک پختہ مبدا توم بنا دیا جاتا ہے تاکہ پانی کی آمد پر نظم قائم رہے - اگر نہروں میں پوری رسدِ آب کا لیول قائم رکھنا مطلوب ہے اور دریا میں سے پانی نیچے کی طرف بالکل جاری نہ ہو تو کتوے کی چوٹی کا لیول اِس ہی لیول پر ہونا چاہیے بلکہ اس سے ذرا سا اونچا، اس لیے کہ تھوڑا سا ارتفاع، مبدا توموں میں پوری رسد گذارنے کے لیے ضروری ہوتا ہے گو پھاٹک پورے کشادہ ہوں - تمام زائد پانی کتوے کے اوپر سے گذر جاتا ہے - معمولی موسموں میں زائد مقدارِ آب کا اخراج نمایاں گراؤ سے ہوتا ہے لیکن طغیانی کے زمانے میں عقبی پانی کتوے کی چوٹی سے اونچا ہوجاتا ہے اور اُس کی بالائی طرف کے پانی کا انبار جمع ہوجاتا ہے جب تک کہ ارتفاع اتنا کافی نہ ہو جائے کہ دریا کے اخراج کو سکڑی ہوئی تراش میں سے گذار دے - ہر دو صورتوں میں رفتارِ آمد کو حساب میں شامل کرکے حل کرنا ضروری ہوتا ہے۔

(۴۵) - نمایاں گراؤ کے کتوے —— یہ صورت ایک مستطیلی کٹھنہ سے رفتارِ آمد کے ساتھ آزادانہ اخراج کی ہے مساوات (۱۴) - اگر س = ۷۷ء۵، یعنی وہ قدر جو چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے استعمال کی جاتی ہے - اس طور سے ہم کو حاصل ہوئی :-

$$خ = ۱۱ء۳ \left\{ (ل + ل_{و})^{\frac{۳}{۲}} - ل_{و}^{\frac{۳}{۲}} \right\} \times ل \quad .... (۲۲)$$

یہاں $ل_{و}$ (شکل ۳۳) سے وہ ارتفاع مراد ہے جو رفتارِ آمد[۱] کی وجہ سے ہے۔

---

[۱] ملاحظہ ہو نوٹ دفعہ ۹۲-

پلیٹ

اس ضابطہ کا خاص فائدہ یہ ہے کہ ر کی نپی ہوئی قیمتوں کے لیے دریا کے اخراجوں کے تخمینے پڑتال کر لیے جاتے ہیں۔ دریا کی رفتارِ آمد اُس کی اوسط معلومہ رفتار سے کم ہوتی ہے جس کی وجہ یہ ہوتی ہے کہ عین کتوے کے اُوپر تراشِ آب میں زیادتی ہو جاتی ہے لیکن اس کو ہم مساوات (۱۴) سے حاصل کر سکتے ہیں۔ $ر_{و} \times ا = ر_۲$

اگر کتوے کی کسی دی ہوئی اُونچائی کے لیے و مطلوب ہو جب کہ اخراج معلوم ہو۔ اور کتوے کے اُوپر پانی کی بڑھی ہوئی تراشش نامعلوم ہو تو تخمین کے ذریعہ حساب کرنا ہوگا۔ پہلے تو رفتارِ آمد کی تقریبی قیمت فرض کرنی ہوگی اور ر کو معلوم کرنا ہوگا۔ پانی کی بڑھی ہوئی تراشش جو اس طرح دستیاب ہوگی اُس سے رفتارِ آمد کی قریب تر قیمت نکال لی جائے اور دوبارہ ر کو حل کیا جائے۔ عملی کاموں میں چونکہ کتوے کے اُوپر دریا کی تہ میں اسٹ وغیرہ جمع ہو جاتی ہے جس سے پانی کی تراش میں کوئی زیادتی نہیں ہوتی۔ رفتارِ آمد کو کتوے کے نیچے کی اوسط رفتار کے برابر تصور کر لیتے ہیں۔

مثال (۱۹) - ایک دریا جو ۲۰۰ فٹ چوڑا ہے ۵ فٹ گہرائی کے ساتھ ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے ایک کتوے کے اوپر سے جس کی بلندی تہ سے ۸ فٹ ہے گذر کر نمایاں طور پہ گر رہا ہے۔ چوٹی کے اُوپر پانی کا عمق دریافت کرو۔

خ = (۲۰۰ × ۵) مربع فٹ × ۴ = ۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

کتوے کے اوپر اضافۂ تراشش نامعلوم ہے۔ یہ مان لو کہ اس تراشش کا رقبہ تقریباً ۲۰۰ × ۸ یا ۱۶۰۰ مربع فٹ ہے۔

رفتارِ آمد تقریباً $\frac{۵ \times ۲۰۰}{۸ \times ۲۰۰} \times ۴ = ۲٫۵$ فٹ فی ثانیہ ہے۔

$ر_{و} = \frac{(۲٫۵)^۲}{۶۴} = ۰٫۱ \therefore (ر_{و})^{\frac{۳}{۲}} = ۰٫۰۳$ ان قیمتوں کو مساوات (۲۲) میں درج کرنے سے

$۴۰۰۰ = ۳٫۱ \times ۲۰۰ \times \{(ر + ۰٫۱)^{\frac{۳}{۲}} - ۰٫۰۳\}$

پلیٹ ۴

∴ لوک (۱ + ا۱) = ۲/۳ لوک ۵۲۵ء۶ = لوک ۹۴ء۳

∴ ا = ۳۹ء۳

یہ نتیجہ عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے ۔ اگر ہم یہ تصور کر لیں کہ دریا میں اَٹ جمع نہیں ہوتی ہے تو ا کی قیمت کی صحت مندرجۂ ذیل طریق پر ہوسکتی ہے :-

رفتارِ آمد بہ ۵ × ۲۰ / ۲(۸ + ۳۹ء۳) × ۴ = ۱۸ء

∴ ا۱ = ۰۵ء اور (ا۱)^۳/۲ = ۰۱ء

∴ لوک (ا + ۰۵ء) = ۲/۳ لوک ۵۰۵ء۶ = لوک ۴۸ء۳

∴ ا = ۴۳ء۳

اگر رفتارِ آمد موجود نہ ہوتی تو ضروری ارتفاع ۴۸ء۳ فٹ کے مساوی ہوتا۔

(۴۶) - غرقاب کتوے —— یہ صورت ایک غرقاب مستطیلی کٹھنہ کی ہے جس میں رفتارِ آمد موجود ہے ۔ فرض کرو کہ ع (شکل ۳۴) چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے ۔ ا حقیقی ارتفاع ، ا۱ ارتفاع بوجہ رفتارِ آمد ، اور خ۱ ، خ۲ بالترتیب ا اور ع کے تحت اخراج ہیں ۔

تب خ۱ = ۲/۳ س۱ ل √۲ج {(ا + ا۱)^۳/۲ - (ا۱)^۳/۲}

خ۲ = س۲ ل ع √۲ج (ا + ا۱)

یہاں ہم کو قدروں کی قیمتیں پوری طرح معلوم نہیں ہیں ۔ لیکن اس میں شک نہیں کہ کٹھنہ والے حصہ میں پانی کی سطح کے ڈھال سے اور توی حصہ میں سمٹاؤ کی مقابلۃً عدم موجودگی سے س۲ بہ نسبت س۱ کے بہت زیادہ ہوتا ہے ۔ اُن وجوہ کی بناء پر جن کا ذکر فقرہ (۴۲) میں

پلیٹ ۴

ہو چکا ہے غرقاب تالابی چادروں کے لیے مقررہ قدر مثلاً س۱ = ۷۷ء۵ اور س۲ = ۸ء۰ یہاں استعمال کیے جائینگے اور پھر ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوگی:-

$$\text{خ} = \text{ل}\left[\,\text{۱٫۳}\left\{(\text{و} + \text{و}_{\text{۱}})^{\frac{3}{2}} - (\text{و}_{\text{۱}})^{\frac{3}{2}}\right\} + \text{۴٫۶}\,\text{ع}\,(\text{و} + \text{و}_{\text{۱}})^{\frac{1}{2}}\right] \quad \ldots(\text{۲۳})$$

اگر کنوا موجود نہ ہوتا یعنے و۱ بہ نسبت ع کے بہت ہی خفیف واقع ہو تو قدر ظاہر ہے کہ اکائی کے مساوی ہوگی - اگر نمایاں گراؤ کی صورت ہو یعنے ع بہ نسبت و کے بہت ہی کم ہو تو قدر تقریباً ۷۷ء۵ کے مساوی ہوگی - پس ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ پورے اخراج خ + خ کے لیے اوسط قدر انھیں حدود کے درمیان بدلتی رہیگی - اور نسبت و : ع کی کمی کے ساتھ اس کی قیمت بڑھتی جائیگی - اس نتیجہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ضابطہ میں خامیاں ہیں - لیکن باوجود اس کے یہ یقینی بات ہے کہ معمولی حالات میں مساوات (۲۳) سے اچھے نتائج حاصل ہوسکتے ہیں-

مساوات (۲۳) کا بڑا فائدہ معلوم اعظم سیلاب کے اخراج کے ارتفاع و۱ کا تعین کرنا ہوتا ہے - اعظم اخراج کا تخمینہ پن بہاؤ رقبہ پر بارش کے مشاہدے سے کیا جاتا ہے اور اس کی پڑتال رفتار اور دریا کی آڑی تراشش سے کی جاتی ہے - ضابطہ سے جو و۱ کی قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اُس اعظم عمق میں جمع کردی جاتی ہے جس پر دریا بہتا ہو اور اس عمق سے پہلو دیواروں، مبدا توموں اور سیلابی پشتوں کی اونچائی مقرر کی جاسکتی ہے اور اس طرح سیلاب کے اوپر سے گذر جانے کا خطرہ نہیں رہتا - ایسی صورت میں کتوے پر کی آبی تراشش کی زیادتی نامعلوم ہوتی ہے اور و۱ کو تقریبی اندازہ سے معلوم کیا جاتا ہے -

دوسرے معاملات مساوات (۲۳) سے حل ہوسکتے ہیں - مثلاً

(۱) ع اور و کی معلومہ قیمتوں کے حساب سے سیلاب کے اخراج کی مقدار

(ب) کس بلندی تک کتوے کی تعمیر ہونی چاہیے تاکہ پانی کو ایک دی ہوئی مقدار کے موافق اونچا کیا جائے جب کہ دریا ایک دی ہوئی گہرائی سے بہ رہا ہے - آخرالذکر حالت میں ہم ع کے لیے مساوات کو حل کرتے ہیں-

ع اور دریا کی گہرائی کے درمیانی فرق سے ہمیں کتوے کی بلندی حاصل ہو جاتی ہے۔

مثال (۲۰) - ایک دریا کے اعظم سیلاب کے اخراج کا تخمینہ پچاس لاکھ مکعب گز فی گھنٹہ ہے جب کہ اوسط رفتار ۵۰۰ فٹ فی منٹ ہے۔ دریا کے آر پار ایک کتوا تیار کرنا ہے جس کا طول ۴۵۰ فٹ ہو اور چوٹی دریا کی تہ کے اوپر $۴\frac{۱}{۲}$ فٹ ہو۔ پہلو دیواروں اور مبدا توم کی کیا بلندی ہونی چاہیے تاکہ ان کی چوٹیوں سے تین فٹ تک اعظم طغیانی کا پانی چڑھنے نہ پائے۔

$$خ = ل \left[۳٫۱ \left\{ (د + د_۰)^{\frac{۳}{۲}} - د_۰^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۶٫۴ \, ع \, (د + د_۰)^{\frac{۱}{۲}} \right]$$

یہاں $خ = \frac{۲۷ \times ۵۰۰۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰} = ۳۷۵۰۰$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

$$ر = \frac{۵۰۰}{۶۰}$$

رقبہ $= ق = \frac{خ}{ر} = ۴۵۰۰$ مربع فٹ

اوسط عمق $= \frac{ق}{ل} = ۱۰$ فٹ

$ع = (۱۰ - ۴٫۵) = ۵٫۵$ فٹ

رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی لینے سے

$$د_۰ = \frac{(۸٫۳۳)^۲}{۶۴} = ۱٫۰۸$$

$$\therefore (د_۰)^{\frac{۳}{۲}} = ۱٫۱۲$$

فرض کرو کہ $\sqrt{د + ۱٫۰۸} = لا$

$$۳۷۵۰۰ = ۴۵۰ \left[۳٫۱ \left(لا^۳ - ۱٫۱۲ \right) + ۶٫۴ \times ۵٫۵ \, لا \right]$$

$$\therefore لا^۳ + ۱۱٫۳ \, لا = ۲۸$$

پلیٹ ۴

یہ مان کر کہ لا = ۲ تو ۸ + ۲۲٫۶ = ۳۰٫۶

" لا = ۱٫۹ تو ۶٫۸۶ + ۲۱٫۴۷ = ۲۸٫۳

∴ لا = ۱٫۹ ∴ ل + ۱٫۰۸ = (۱٫۹)² = ۳٫۶۱ ∴ ل = ۲٫۵۳

∴ پہلو دیواروں کی چوٹی ۳ + ۲٫۵۳ + ۵٫۵ یعنی ۱۱ فٹ کتوے کی چوٹی پر ہونی چاہیے۔

مثال (۲۱) - ایک کتوا جس کی لمبائی ۱۵۰۰ فٹ ہو ایک دریا کے آرپار تعمیر کرنا مقصود ہے۔ مبدا توم کے فرش کی سطح پر نہر کی پوری رسد کا عمق ۷٫۰ فٹ ہے۔ اور توم کے دہنوں کا رقبہ ایسا ہے کہ ۶ انچ کا ارتفاع اس دی ہوئی رسد کے چلانے کے لیے درکار ہوتا ہے۔ دریا کے پانی کی طبعی ترش ۷٫۵۰۰ مربع فٹ ہے اور پانی کے طبعی اخراج کا تخمینہ ۳۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ کتوے کی چوٹی کی بلندی، توم کے فرش کی سطح کے اوپر کتنی ہونی چاہیے جب کہ فرش دریا کی تہ پر رکھا جائے۔

ندی کی اوسط گہرائی = $\frac{ق}{ل}$ = $\frac{۷۵۰۰}{۱۵۰۰}$ = ۵ فٹ

پانی کی سطح (۷٫۰ - ۵٫۰) + ۰٫۵ یعنی ۲٫۵ فٹ اونچی کی جانی چاہیے۔

$$خ = ل\left[۳٫۱\left\{(ا + ل_و)^{\frac{۳}{۲}} - ل_و^{\frac{۳}{۲}}\right\} + ۴٫۶ع (ا + ل_و)^{\frac{۱}{۲}}\right]$$

یہاں خ = ۳۰۰۰۰، ل = ۱۵۰۰، ا = ۲٫۵ فٹ

اگر رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی تصور کرلیا جائے یعنے مساوی $\frac{خ}{ق}$ = ۴

تو $ل_و = \frac{(۴)^۲}{۶۴} = ۰٫۲۵$

$$۳۰۰۰۰ = ۱۵۰۰\left[۳٫۱\left\{(۲٫۷۵)^{\frac{۳}{۲}} - (۰٫۲۵)^{\frac{۳}{۲}}\right\} + ۴٫۶ع(۲٫۷۵)^{\frac{۱}{۲}}\right]$$

∴ ۲۰ = ۳٫۱ (۴٫۵۶ - ۰٫۱۳) + ۴٫۶ع × ۱٫۶۶

∴ ع = ۰٫۶

لہذا چوٹی کی بلندی توم کے فرش کی سطح سے (۵٫۰ - ۰٫۶) = ۴٫۴ فٹ ہوگی۔ پلیٹ ۴

اگر ع کی قیمت منفی ہو تو اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کتوے کی چوٹی عقبی پانی کے اوپر ہونی چاہیے۔ ایسی صورت کے لئے مساوات (۲۲) کو جو نمایاں گراؤ کے لیے ہے و کی قیمت معلوم کرنے کے لیے حل کرنا چاہیے۔ تب ۵٫۰ - و توم کے فرش سے کتوے کی بلندی کو تعبیر کریگی۔

مثال (۲۲) ۔ ایک ندی کی گہرائی ۳ فٹ ہے اور اُس کی اوسط رفتار ۱۲ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ ایک ایسے کتوے کی بلندی کیا ہونی چاہیے جس کے ذریعہ پانی کو ۶ فٹ اونچا کیا جا سکے اس میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ ندی کی تہ میں کتوے کی بالائی سمت پر اَٹ (Silt) جم جاتی ہے اس طرح کہ پانی کی گہرائی ۶ فٹ ہو جائے۔

دیے ہوئے اعداد سے یہ ظاہر ہے کہ چوٹی کی سطح عقبی پانی کی سطح سے اونچی ہوگی ۔ یعنے کتوے پر نمایاں گراؤ ہوگا۔

$$خ = \frac{۲}{۳}\, س\, ل\, \sqrt{۲ج}\left\{(و + وِ)^{\frac{۳}{۲}} - وِ^{\frac{۳}{۲}}\right\}،$$

یہاں خ = ق ر = ۳ ل × ۱۲ ، $ر = \frac{۳}{۶} \times ۱۲ = ۶$ فٹ فی ثانیہ۔

$$\therefore\ وِ = ٫۵۶$$

$$۳ل \times ۱۲ = \frac{۲}{۳}\sqrt{۲ج}\, ل \times ۸ \left\{(و + ٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}} - (٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}}\right\}$$

$$\therefore\ ۱۱٫۶۹ = (و + ٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}} - ٫۴۲$$

$$\therefore\ (و + ٫۵۶) = (۱۲٫۱۱)^{\frac{۲}{۳}} = ۵٫۲۷$$

$$\therefore\ و = ۴٫۷۱\ \text{فٹ}$$

کتوے کی بلندی = ۶٫۰ + ۳٫۰ - ۴٫۷ = ۴٫۳ فٹ

(۴۷)۔ **توم یا آبگیرے** ـــــــ توم کی ساخت کئی طرح کی ہوتی ہے۔

پلیٹ ۴

مہمدا توم جو نہروں میں پانی کی آمد پر نظم رکھتے ہیں اور کنتوں کے زیر توم جو نہر کے مدخل کے سامنے سے اَٹ کو کاٹنے کے کام آتے ہیں یہ سُوراخ عموماً مستطیلی شکل کے ہوتے ہیں ۔ ان کی چوڑائی ۳ سے ۶ فٹ تک ہوتی ہے اور ایسے انتصابی تختوں سے بند ہوتے ہیں جو خانوں میں پھسلتے ہیں ۔ توم کے سُوراخ یا موکھے جو ان کے اصطلاحی نام ہیں، ایک دوسرے سے پایوں (Piers) کے ذریعے سے جدا جدا ہوتے ہیں جن پر عموماً پن کٹ (Cut Water) بنا دیے جاتے ہیں ۔ توم کا فرش بالعموم دریا یا نہر کی تہ کے لیول کے برابر ہوتا ہے اور چونکہ تہ اور بغلیوں کے سمٹاؤ ایک بڑی حد تک دب جاتے ہیں اس لیے عام طور پر قدر کی قیمت ۰٫۸ لی جاتی ہے ۔ دریا کے پُلوں کے کشادہ راستے اور آبی راہ جو ریلوے اور تالابوں کے پُشتوں میں آر پار بنائے جاتے ہیں یا ان علاقوں میں بنائے جاتے ہیں جہاں سیلاب آتے ہوں تو ان کو ہم مثل توموں کے تصور کر سکتے ہیں جن کے لیے قدر[1] یا تو وہی ہوگی جو توموں کے لیے ہوتی ہے یا اُس سے زیادہ ہوگی ۔ ان تمام صورتوں میں اخراج پانی کے اندر واقع ہوتا ہے اور توم کے اُوپر نیچے جو پانی کی سطح کے لیول ہوتے ہیں اُن کے فرق کو بطور ارتفاعِ آب حساب میں لیا جاتا ہے ۔

تالاب کے نکاسی توم ۔ یہ تالاب کی چادروں میں مستطیلی کشادہ راستے ہوتے ہیں جن سے سیلاب کے پانی کے نکاس میں مدد ملتی ہے یہ انتصابی پھسلواں تختوں سے بند کیے جاتے ہیں ۔ ان میں چونکہ پائے اور پن کٹ نہیں ہوتے اس لیے قدر کی قیمت ۰٫۶۲ لی جاتی ہے ۔ ان توموں (Sluices) میں سے اخراج عموماً ہوا میں آزادی سے ہُوا کرتا ہے ۔

---

[1] ایسے توموں یا پُل کے دہانوں کے لیے جن میں خمدار پن کٹ اور بازو دیواریں ہوں قدر کی قیمت ۰٫۹ لی جا سکتی ہے ۔ دیکھو پروفیشنل پیپرز۔ آن انڈین انجینئرنگ (Professional papers on Indian Engineering) دوسری قسط جلد ۹ میں اپیولڈ (Appyold) کے تجربے ۔

پلیٹ ۴

پن تالا توموں کا بیان فقرہ ۵۸ میں آگے چل کر دیا جائیگا ۔ اِن کے لیے بالعموم پن تالا خانہ کی بغلی دیواروں میں ایسی پُلیاں بنا دی جاتی ہیں جن کی تراش اپنے موکھوں سے بہت زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار میں کمی واقع ہو جائے۔ ان کو پھسلواں تختوں سے بند کیا جاتا ہے ۔ زیرین توم بعض اوقات کواڑوں میں سُوراخ کر کے بنا دیے جاتے ہیں اور جو اُس ہی طریقہ سے بند کیے جاتے ہیں جیسے کہ اُوپر بیان کیا گیا ہے ۔ دونوں صورتوں میں قدر کی قیمت ۰٫۶۲ لی جاسکتی ہے۔

تالاب کے آبپاشی کے توم ۔ یہ ایسی پُلیاں ہوتی ہیں جو بند میں بنا دی جاتی ہیں، جسامت تقریباً ۲-۶ × ۲ - ۰ ہوتی ہے اور اِن کی تراش مستطیلی اور اُوپر سے محراب دار ۔ اِس پُلیا کا تعلق تالاب سے حسبِ ذیل طریقوں پر ہوتا ہے :۔

(۱) اندرونی سرے پر موکھے کے ذریعہ سے جو ایک تختہ سے بند کیا جاتا ہے ۔

(۲) توم کی پختہ چُنائی میں ایک انتصابی سُوراخ کے ذریعہ سے۔ ان کی مسدودی مخروطی ڈاٹوں سے کی جاتی ہے جو اُفقی پتھروں میں گول ترشے ہوئے سُوراخوں میں ٹھیک بیٹھی ہوئی ہوتی ہیں اور یہ اُفقی پتھر مختلف لیولوں پر چُنائی میں چُنے ہوئے ہوتے ہیں ۔

اندرونی سرے پر موکھے کا رقبہ بمقابلہ پُلیا کی تراش کے کم ہوتا ہے تاکہ پُلیا میں رفتار بہت زیادہ نہ ہو جائے ۔ ہر ڈاٹ میں ایک ڈنڈا یا بھالا لگا دیا جاتا ہے اور مقررہ فصلوں پر اُٹھایا جا سکتا ہے تاکہ موکھا پورا یا تھوڑا تھوڑا کُھل سکے ۔ ڈاٹوں کے سُوراخوں کے قطر ۴ سے ۱۲ انچ تک ہوتے ہیں اور ان کی مخروطی شکل ۴ میں ۱ کی سلامی سے ہونی چاہیے ۔ تالاب جب بھرا ہوا ہو تو سب سے اُوپر کی ڈاٹوں میں سے ایک یا زیادہ اُٹھائی جاتی ہیں جوں جوں پانی کم ہوتا جاتا ہے اِس سے نیچے کی ڈاٹوں کو کھول سکتے ہیں اور سب سے آخر میں اگر ضرورت پڑے تو تختے کو اونچا کیا جا سکتا ہے ۔ تختہ کے سُوراخ کی قدر ۰٫۶۲ اور ڈاٹوں کے روزنوں کے لیے ۰٫۷ لے سکتے ہیں ۔

پلیٹ ۵

مثال (۲۳) ۔ ایک ایسی نہر کے مبتدا کے لیے حسبِ ذیل لیول دیے ہوئے ہیں جس کی کامل رسد ۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے ۔

توم کا فرش .... ۴۳٫۲۶

نہر کی پوری رسد کا لیول (پ ۔ ر ۔ ل) ۵۱٫۲۶

کٹوے کی چوٹی .... ۵۱٫۵۶

۶ فٹ اونچے اور ۴ فٹ چوڑے موکھوں کی تعداد معلوم کرو جو مبدا توم کے لیے درکار ہونگے ۔

فرض کرو ت یہ تعداد ہے ۔

خ = س ق √۲ج ﺩ یہاں خ = ۶۰۰، اور س = ۰٫۸،

ق = ت × ۶ × ۴، اور ﺩ = ۰٫۳

∴ ۶۰۰ = ۰٫۸ × ۲۴ ت × ۸ √۰٫۳ جس سے ت = ۷

مثال (۲۴) ۔ اوپر کی مثال میں اگر کٹوے پر ۱۰ فٹ پانی بھرا ہوا ہو تو بتاؤ کہ توم کی سل (Sill) سے اوپر پھاٹکوں (Shutters) کو کس قدر بلند کرنا ہوگا ۔

فرض کرو کہ بلندی لا ہے ۔ ق = ۷ × لا × ۴، ﺩ = ۱۰٫۳ ۔

∴ ۶۰۰ = ۰٫۸ × ۲۸ لا × ۸ √۱۰٫۳ ∴ لا = ۴٫۱۰ فٹ ۔

مثال (۲۵) ۔ ایک تالابی آبپاشی توم میں ڈاٹ روزنوں کی قطاریں ہیں ۔ ہر قطار میں تین سوراخ ہیں ۔ جب ایک قطار پر آبی ارتفاع ۴ فٹ سے کم ہو جاتا ہے تو پانی کی سطح اتنی نیچے ہو جاتی ہے کہ دوسری قطار کی ڈاٹیں نکالی جاسکیں ۔ بتاؤ کہ سوراخوں کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ جس سے ۴۰۰ ایکڑ دھان بحساب ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۳۰ ایکڑ سیراب ہو جائے[1]

خ = س ق √۲ج ﺩ یہاں خ = ۴۰۰/۳۰ = ۱۳٫۳، س = ۰٫۶۲، ﺩ = ۴

[1] نوٹ ۔ ۵۰۰۰ ایکڑ یا اس سے بڑے رقبوں کے لیے عموماً ایک مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۶۰ ایکڑ لیا جاتا ہے ۔

∴ ۱۲٫۳ = ۰٫۶۲ ق × ۸ × ۲، اس سے ق = ۱٫۲ پلیٹ ۵

اگر قَ سوراخوں کے قطر کی فٹوں میں تعبیر کرتا ہو تو ق = ۳ $\frac{\pi}{4}$ قَ² = ۱٫۲،

∴ قَ² = ۰٫۵۱، ∴ قَ = ۰٫۷۲ پس ۹ انچ قطر والے ڈاٹ روزن درکار ہونگے۔

مثال (۲۶) - ایک تالاب کی چادر میں بجت کے توم میں ۸ موکھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا ہے - اگر توم کے فرش پر ۹ فٹ پانی ہو تو بتاؤ کہ اخراج فی ثانیہ کیا ہوگا جب کہ پھاٹک ۵ فٹ اٹھا دیے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو -

$$خ = \frac{2}{3} س ل \sqrt{2ج} \left(ا_1^{\frac{3}{2}} - ا_2^{\frac{3}{2}}\right)$$

یہاں ل = ۸ × ۴، $ا_1$ = ۹، $ا_2$ = ۴

∴ خ = $\frac{2}{3} \times \frac{5}{8} \times 32 \times 8\ (27 - 8)$ = ۲۰۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۴۸) پُل کے خانوں کا اخراج

—— اگر توم کے پھاٹکوں کو پانی کی سطح سے اُوپر پورا اُٹھا لیا جائے تو توم کے اُوپر اور نیچے پانی کی سطح کے لیولوں میں اتنا فرق باقی رہیگا جو اخراج کی حقیقی رفتار کے لیے کافی ہوگا خواہ یہ کتنی ہی ہو - یہ وہ صورت ہے جو ریل کی سڑک کی آب راہوں میں یا اُن میں جو تالابوں کے پشتوں میں بنائی جاتی ہیں یا سیلاب زدہ علاقوں میں بنائی جاتی ہیں پیش آتی رہتی ہے - دریا کے پُل کے معمولی کشادہ راستے کی صورت بھی ایسی ہی ہے مگر فرق اتنا ہوتا ہے کہ یہ رفتارِ آمد کی وجہ سے پیچیدہ ہو جاتی ہے - اب اس پر ہم غور کرینگے -

فرض کرو کہ ر، رفتارِ آمد ہے (شکل ۳۵)، ر عمودی تراش ق، پر رفتار ہے یہاں سکڑاؤ سب سے زیادہ ہے، لا حقیقی ارتفاع یا ابھار ہے۔ مجموعی ارتفاع جس سے رفتار ر پیدا ہوتی ہو (لا + ا) ہے -

پلیٹ ۵

∴ ر = √(۲ ج (لا + و))

خ = س ق √(۲ ج (لا + و)) ....(۲۴)

اگر و کو یعنی ارتفاع بوجہ رفتار آمد حل کرنا ہو تو یاد رکھنا چاہیے کہ یہ رفتار دریا کی طبعی رفتار سے کم ہوا کرتی ہے وجہ یہ ہے کہ پل پر پانی کی تراش زیادہ ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ر، ل، ع دریا کی بالترتیب طبعی رفتار، چوڑائی اور عمق ہے تو اس کے متناظر مقداریں ر، ل، (ع + لا) پل کے اوپر ہونگی۔ اس لیے

ر = ع/(لا + ع) ر، پس اگر لا، ر اور ق کا مشاہدہ کیا جائے تو خ کی تعیین ہو سکتی ہے۔

یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ عملاً ق پانی کی تراش کا حقیقی رقبہ ہے اور کوئی سطحی یا تہ کا سمٹاؤ نہیں ہے، اور اگر پن کٹ موجود ہوں تو جانبی سمٹاؤ بہت ضعیف سا واقع ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے قدر کی قیمت زیادہ ہوتی ہے جو ۹. کے مساوی لی جا سکتی ہے[1]

اگر لا نامعلوم مقدار ہے تو ہمیں تخمین کے ذریعہ چلنا ہوگا اس لیے کہ و میں لا شامل ہے۔ اس کی تشریح انجھار میں جو دفعہ ۴۹ میں درج ہے کی جائیگی۔

اگر کوئی رفتار آمد نہ ہو تو ہمارے پاس ہے:—

خ = س ق √(۲ ج لا) ....(۲۵)

مثال (۲۷)۔ ریل کی سڑک کا پشتہ پن بہاؤ رقبہ میں سے گذرتا ہے اس کے دونوں طرف کے علاقوں میں سیلاب آ گیا ہے۔ پانی کا اخراج ایک ۲۵ فٹ لمبے آب راہ میں سے ہوتا ہے جس کے اوپر اور نیچے کے عمق بالترتیب ۶ فٹ اور ۴ فٹ ہیں۔ اخراج کا تخمینہ کرو۔

---

[1] موافق حالات میں ۹۵. لی جا سکتی ہے۔

پلیٹ ۵

خ = ۹٫۶ × (۲۵ × ۴) × ۲۶۸ = ۱۰۱۸ مکعب فٹ فی ثانیہ

بعض ماہرین فن پُل کے خانے کو ایک غرقاب چادر کا معادل لیتے ہیں۔ اور رقبہ کے تومی حصہ اور کٹھنہ کے حصہ کے اخراج کو علیحدہ طور پر حل کرتے ہیں۔ اس خیال سے ضابطہ خ = س ل √۲ج لا (ع + ۲/۳ لا) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں ایسی آب راہوں کے لیے مستعمل ہوتا ہے جو تالابوں کے پشتوں میں بنائے جاتے ہیں۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ پانی کا کم سے کم لیول عام طور پر[1] پُل کی زیرین سمت پر ہوتا ہے اس لیے اس سے ظاہر ہے کہ مجموعی اخراج کو کم سے کم رقبہ کی تراش ق میں سے گذرنا لازمی ہے۔ اس تراش میں سے رفتار بہ نسبت اُس رفتار کے کبھی نہیں بڑھ سکتی جو حقیقی ارتفاع لا کے سبب سے ہو یا رفتار آمد کی موجودگی کی صورت میں ارتفاع لا + لو کی وجہ سے ہو۔ پس اس کتاب میں جو حل کا طریقہ اختیار کیا گیا ہے وہ اُس طریقہ سے بہتر ہے جو ابھی بیان ہو چکا ہے گو موزوں قدروں کے استعمال سے قریب قریب یکساں عددی نتائج حاصل ہو سکتے ہیں۔

(۴۹) **اُبھار** —— کوئی پانی کی رَو جب ایسی روک سے ٹکراتی ہے جس سے اُس کی قدرتی تراش میں تنگی واقع ہو تو مزاحمت کے اُوپر کی جانب پانی اُبھر جاتا ہے اور جب تک کہ ارتفاع یعنی اُبھار اس قابل نہ ہو جائے کہ وہ مجموعی اخراج کو اُس سُکڑی تراش میں سے گذار سکے یہی حالت رہتی ہے۔ یہ روک یا تو ایک خاص حد تک اونچی دیوار ہو سکتی ہے جو دریا کے آر پار واقع ہو جیسا کہ ایک کتوے کی صورت میں ہوتا ہے۔ یا یہ روک ایک سلسلہ ایسی علیحدہ علیحدہ دیواروں کا ہو سکتی ہے جو دریا کے پورے عمق میں مع کشادہ دروں کے مناسب فصلوں پر واقع ہوتی ہیں جیسے کہ پُل کے پایوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ مساوات (۲۲) یا (۲۳) کو لو کے لیے حل کرنے سے اور (۲۴) یا

---

[1] صرف اس صورت میں جب کہ اُبھار بہت ہی زیادہ ہو۔

(۲۵) کو لا کے لیے حل کرنے سے ابھار کا تعین ہوسکتا ہے۔

پلیٹ ۵ پُل کے خانوں کی شکل میں ابھار کو ہم حسبِ ذیل طریقہ پر بالراست معلوم کرسکتے ہیں :-

فرض کرو کہ ل، ع پُل کے نیچے اوسط چوڑائی اور عمق ہے، $ل_۱$ پُل کا خطی آب راہ ہے، اور لا ابھار ہے (شکل ۳۵)۔

پُل کے نیچے رفتار ر اور پانی کی تراش ل ع ہے۔

" اوپر " $ر_و$ " " " ل (ع + لا)۔

کمانوں کے نیچے " $ر_۱$ " " " س $ل_۱$ ع

یہاں س سکڑاؤ کی قدر ہے جسے عموماً ۹۵ء لیا جاتا ہے۔

کمانوں کے نیچے اعظم رفتار $ر_۱$ ارتفاع لا + $ر_و$ کی وجہ سے ہوسکتی ہے،

$$یعنی\ ر_۱ = \sqrt{۲ج(لا + ر_و)}،\ \therefore لا = \frac{ر_۱^۲ - ر_و^۲}{۲ج}$$

$$لیکن\ ر_۱ = \frac{ل}{س ل_۱} ر،\ اور\ ر_و = \frac{ع}{ع + لا} ر$$

$$\therefore لا = \frac{ر^۲}{۲ج}\left\{\frac{ل^۲}{س^۲ ل_۱^۲} - \frac{ع^۲}{(ع + لا)^۲}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (۲۶)$$

یہ لا کی ایک تیسرے درجہ کی مکعبی مساوات ہے اور اس کا حل تقریبی عمل سے ہوسکتا ہے اس کی تخمین کے لیے فرض کرو کہ رفتارِ آمد اور پُل کے نیچے کی رفتار آپس میں برابر ہیں یعنی مساوات کی دائیں جانب لا کو نظرانداز کردو۔ اور پھر س کی قیمت درج کرنے سے ذیل کی مساوات حاصل ہوگی :-

باسُر

$$لا = \frac{ر^۲}{۲ج}\left\{\frac{(۱٫۱۱) ل^۲}{ل_۱^۲} - ۱\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (۲۷)$$

یہ ایسا نتیجہ ہے جو بہت سے عملی مقاصد کے لیے کافی صحیح ہے۔ اگر اس سے بھی زیادہ تقریب درکار ہو تو لا کی اُس قیمت کو جو مساوات (۲۶) سے معلوم ہوتی ہے درج کرو اور دوبارہ حل کرو۔ اگر $ل_۱$ ایک نامعلوم مقدار ہو تو مساوات (۲۶) کو منتقل کرنے سے

پیٹ ۵۔

$$\text{ل}_1 = \frac{\text{ر ل (ع + لا)}}{\text{س}\sqrt{\text{۲ ج لا (ع + لا)}} + \text{ر ع}^2} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۸)$$

اگر رفتارِ آمد نہ ہو تو $\text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}} \left(\frac{\text{۱٫۱ ل}^2}{\text{ل}_1^2} \right)$

مثال (۲۸) ۔ ایک سات کمانوں کا پُل جس کے ایک خانے کی چوڑائی ۲۰ فٹ ہے ایک ایسی ندی پر تعمیر کیا گیا ہے جس کی اوسط چوڑائی طغیانی کے زمانہ میں ۲۰۰ فٹ ہے، اوسط عمق ۶ فٹ ہے اور اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ بتاؤ کہ اُبھار کیا ہوگا ۔

$$\text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}} \left(\frac{\text{۱٫۱ ل}^2}{\text{ل}_1^2} - ۱ \right) = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ۱٫۱ \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰} \right)^2 - ۱ \right\} = \text{۰٫۴۸ فٹ}$$

دوسرے تقرب کے لیے مساوات (۲۶) سے

$$\text{لا} = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ۱٫۱ \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰} \right)^2 - \left(\frac{۶}{۶٫۴۸} \right)^2 \right\} = \text{۰٫۵۴ فٹ}$$

(۵۰) ۔ **پس آب** ـــــ اگر کسی روک کے پیچھے پانی ساکن ہو تو سطح ب ج (شکل ۳۶) اُفقی ہوگی ۔ اور پس آب کی لمبائی یعنی روک سے وہ فاصلہ جہاں تک کہ اُبھار لا کا اثر نمایاں ہوسکتا ہو لا × قم عہ ہوگا جہاں عہ سطحی اُتار ہے ۔ لیکن اگر یہ صورت ایک رواں ندی میں ہو تو ج اور ب کے درمیان کوئی سطحی اُتار ایسا نہیں ہوگا جس سے رفتار پیدا ہوسکے اور جو فرکی مزاحمت پر غالب آسکے (دیکھو باب ہفتم) ۔ یہ درست ہے کہ روک کے اُوپر تراش کا رقبہ بڑھ جانے سے رفتار اور رفتار کے ساتھ مزاحمت دونوں گھٹ جاتے ہیں لیکن پھر بھی کچھ نہ کچھ ارتفاع ضروری ہوتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پانی کی حقیقی سطح د ف ب میں انحنا پیدا ہوجاتا ہے جو پانی کی طبعی سطح کو نقطہ د پر اور اُفقی سطح کو نقطہ ب پر مس کرتا ہے ۔ پس کسی تراش ع ف گ پر اُتار ع گ کی ضرورت اس لیے ہوگی کہ وہ طبعی مزاحمت پر غالب آسکے ۔ اور ندی کے بغیر رکاوٹ والے حصہ د گ میں معمولی رفتار

بلیٹ ۵

پیدا کر سکے - بحالتِ موجودہ صرف ارتفاع ع ف کی ضرورت ہوتی ہے - اگر منحنی د ف ب ایک مستدیر قوس ہو تو پس آب کا طول ۲ لا قم عہ ہو گا لیکن مشاہدہ سے یہ بات ظاہر ہوتی ہے کہ ۵ء۱ لا قم عہ سے عملی مقاصد کے لیے کافی صحیح نتیجہ حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ ندی کی تہ کی چوڑائی اور ڈھال خاصے اچھے یکساں ہوں -

مثال (۴۹) - ایک ندی جس کی چوڑائی یکساں چلی گئی ہے اُس کی طبعی گہرائی ۲½ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے - پس آب کا طول معلوم کرو جو ایک ایسی چادر سے پیدا ہوتا ہے جو پانی کی سطح کو ۳½ فٹ اونچا کر دیتی ہے -

مطلوبہ طول = ۵ء۱ لاقم عہ = $\frac{۳}{۲} \times \frac{۷}{۲} \times \frac{۵۲۸۰}{۲}$ فٹ = ۶ء۲ میل

(۵۱) - **فاضل چادریں** ـــــ شہر کی آبرسانی کی صورت میں رسد کے نالے سے سیلاب کے پانی کو جو اکثر گدلا ہوتا ہے علٰحدہ کرنا اچھا خیال کیا جاتا ہے - جب پانی کی تھوڑی مقدار کا اخراج ہوتا ہے تو وہ لب ج (شکل ۳۳) سے فیلیا د میں گرتی ہے جس کا تعلق رسدی نالے سے ہوتا ہے - سیلاب میں رفتار کی زیادتی سے جو عمق کی زیادتی کے باعث ہوتی ہے پانی جست کر کے سوراخ کے اُوپر سے گذر جاتا ہے - اگر یہ مان لیا جائے کہ تمام ریشوں کی رفتار اُن کی اوسط رفتار کے مساوی ہے یعنی ر = $\frac{۲}{۳}\sqrt{۲ج و}$ ما ہے جو عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے تو ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے :-

$$لا = \frac{۲}{۳} \sqrt{۲ ج و} \text{ ما} \times و \quad \therefore \text{ ما} = \frac{۹}{۱۶}\ \frac{لا^{۲}}{و}$$

اس ضابطہ سے ما کی قیمت لا اور و کی کوئی قیمتیں رکھ کر حاصل ہو جاتی ہے -

(۵۲) - **مقیاسے** ـــــ ہندوستان کے اضلاع آبپاشی میں رعایا پر کاشت شدہ رقبہ کے مطابق پانی کا محصول لگایا جاتا ہے - یورپ میں تو

پلیٹ ۵ پانی حجم کے حساب سے بیچا جاتا ہے اور مقیاسہ وہ آلہ ہے جس سے پانی کی خارج شدہ مقدار ناپی جاسکتی ہے۔ اس میں خاص مشکل رسد کو مستقل رکھنے میں پیدا ہوتی ہے جب کہ ارتفاع متغیر ہو۔

اٹلی کا مقیاسہ — اس میں پانی ایک توم کے ذریعہ داخل کیا جاتا ہے جو صدر نہر سے ایک پختہ ظرف میں جمع ہوتا ہے، اور وہاں سے ایک مستطیلی کٹھنہ میں سے بہ کر منقسم نہر میں چلا جاتا ہے۔ توم کو ہاتھوں کی مدد سے نظم میں رکھا جاتا ہے اور اس طرح حوض کے اندر کٹھنہ پر تقریباً مستقل ارتفاع قائم رکھ سکتے ہیں۔ چونکہ یہ مقیاسے خود بخود عمل نہیں کرتے اس لیے ناکمل ہوتے ہیں۔

اسپین کا مقیاسہ — اس میں منفذ کا رقبہ ارتفاعِ آب کے مطابق تبدیل ہوتا رہتا ہے اس کی ترکیب یہ ہے کہ ایک مخروطی ڈاٹ کو جس میں ایک ترنڈا لگا ہوا ہوتا ہے ایک گول سوراخ میں لٹکا دیا جاتا ہے۔ اس مستدیر سوراخ کو ایک پختہ کمرہ ب (شکل ۳۸) کے اُفقی فرش میں بناتے ہیں۔ اور یہ نہر کے پشتہ میں تعمیر ہوتا ہے۔ ایک پیتلی ڈاٹ ج ایک کھوکھلے پیتلی ترنڈے د کے ساتھ جوڑ دی جاتی ہے جو قائدوں میں انتصابی طور پر کام کرتی ہے۔ پانی ایک چُنائی کے چاہ ع میں گرتا ہے جو کمرہ کے نیچے ہوتا ہے۔ اور وہاں سے نہر کے پشتہ میں سے ہوتا ہوا منقسم نہر میں پہنچتا ہے۔ اگر ن سوراخ کا نصف قطر ہو اور لا کسی نقطہ پر ڈاٹ کا نصف قطر دیا ہوا ہو تو پانی کے لیے کھلا ہوا رقبہ = π (ن² - لا²)، پس اس طرح خ = میں π (ن² - لا²) $\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}}$ جس سے لا کی ترتیب وار قیمتیں ا کی مختلف قیمتوں کے لیے حاصل ہوسکتی ہیں۔ اور ڈاٹ کو ان کے موافق بنایا جاسکتا ہے۔ اسی قسم کے مقیاسہ میں سب سے بڑا نقص یہی ہے کہ اس میں بہت زیادہ اُتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس نقص کو جائیکا (Jamaica) کے کارہائے آبرسانی میں اس طرح دور کیا گیا کہ ڈاٹ کو اُفقی حالت میں رکھا ہے۔ اور کڑیوں کے ذریعہ سے ایک ترنڈے کے ساتھ ملحق کردیا گیا۔

ملاحظہ ہو پروسیڈنگز آف انسٹیٹیوشن سیول انجینیرز۔ جلد ۶۵ از ۱۸۸۰ تا ۱۸۸۱ء۔

باب چہارم کی مثالیں

(۱) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۰ مربع میل ہے۔ مساوات خ = ۵۰۰۰ ۴م کے ذریعہ اعظم طغیانی کی تخمین کرو اور نکاس چادر کا طول دریافت کرو جس سے اُس اعظم رسد کا اخراج ہو سکے جب کہ چوٹی پر کی گہرائی $2\frac{1}{2}$ فٹ ہو (کلیہ ۱۸۸۴ء) - جواب (۱) ۴۲۵۶ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۴۷۳ فٹ -

(۲) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۵۴ مربع میل ہے اور اس کی ۲۵۰ فٹ لمبی ایک چادر ہے جس پر سے پانی کا گراؤ نمایاں ہے - نکاس کی چوٹی پر بند کی اونچائی مطلوب ہے تاکہ طغیانی کے اعظم لیول کے اوپر ۶ فٹ کی گنجائش رہے خ = ۵۰۰ م ۳/۴ (کلیہ ۱۸۸۴ء) جواب ۱۰ فٹ -

(۳) ۱۰۰ فٹ لمبے نمایاں گراؤ کی چادر سے ۳ فٹ عمق پر اخراج ہوتا ہے - یہ عمق کس قدر بڑھایا جائے اگر چادر کو ۵۰ فٹ چھوٹا کر دیا جائے - اس کا کتنا طول ہوگا اگر عقبی پانی کے ۱ فٹ چوٹی سے اونچا ہو جانے سے ڈوب جائے اس طرح پر کہ مجموعی گہرائی جس پر کہ بہاؤ ہوتا ہے قائم رہے - (جامعہ ۱۸۸۲ء) - جواب (۱) ۱٫۷۵ فٹ (۲) ۹۱ فٹ -

(۴) ۱۰۰ فٹ لمبی غرقاب چادر کی چوٹی پر پانی کی بالائی اور تحلی سطوح علی الترتیب ۶ فٹ اور ۲ فٹ ہیں - اور اوسط رفتارِ آمد ۴ فٹ فی ثانیہ ہے - اخراج کی تخمین کرو - اور وہ گہرائی دریافت کرو جس سے اُتنی ہی مقدارِ آب بصورت نمایاں گراؤ ایک کتوے سے گذرے جس کا طول وہی ہو اور جس میں رفتارِ آمد نہ ہو - (جامعہ ۱۸۸۳ء) - جواب (۱) ۵۲۱۲ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۶٫۶ فٹ -

(۵) ایک چادر (Kalingula) کے اوج سے گذرنے والے پانی کی بلندی کو دریافت کرو جس کا طول ۴۰۰ فٹ اور جس کی رفتارِ آمد ۹ فٹ فی ثانیہ ہو - جب کہ اخراج ۱۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو - (کلیہ ۱۸۸۵ء) -

جواب ۲ء۴ فٹ۔

(۶) پوری طرح سے بیان کرو کہ آبپاشی کی نہر کے اخراج کی پیمائش کس طرح سے ہونی چاہیے جب کہ نہر کی چوڑائی تقریباً ۹ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو جب کہ نتیجہ بہت صحت کے ساتھ مطلوب ہو۔ (جامعہ ۱۹۲۸ء)۔

(۷) ایک دریا ۱۰۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے بہتا ہے۔ اُس کتوے کی بلندی دریافت کرو جس کے ذریعہ پانی ۳ فٹ اونچا ہو جائے۔ جواب ۸ فٹ۔

(۸) ایک دریا کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے اور چوڑائی ۳۰۰ فٹ اور گہرائی ۱۰ فٹ ہے اور جس کے کنارے انتصابی ہیں۔ ایک نمایاں گراؤ کے کتوے کے اوپر بلندی کس قدر ہونی چاہیے تاکہ پورا اخراج ہو سکے۔
جواب - ۸ فٹ۔

(۹) ایک خاص رقبہ جس کا پانی چیپار میں بہ کر جاتا ہے ۱۰۰۰ مربع میل ہے۔ ۸۰۰ فٹ لمبا ایک کتوا اس دریا پر تعمیر کیا گیا ہے۔ اور چوٹی اُس سیلابی سطح کے لیول سے ۳ فٹ نیچے رہتی ہے جو لیول بند کی تعمیر سے پہلے تھا۔ پانی کی رَو کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کتوے کے اَوج پر ندی کے پانی کی سطح کا لیول کس قدر بلند ہو جائیگا۔ خ = ۵۶۰ م$^{۳/۴}$ (کلیہ ۱۹۲۸ء)
جواب ۶٫۸ فٹ۔

(۱۰) ایک دریا کا اعظم اخراج سیلاب میں ۶۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ ایک چادر پر سے گذرتا ہے جو ایک ایسے پل میں بنی ہوتی ہے جس کی ۱۵ کمانیں ہیں اور ہر ایک ۳۲ فٹ خانے کی ہے۔ چادر کی چوٹی پانی کی تہ سے ۹ فٹ اونچی ہے۔ رفتارِ آمد ۸ فٹ فی ثانیہ۔ اگر چادر کے نیچے پیش چادر کی پنسال پر ۱۵ فٹ ہو تو دریافت کرو کہ سیلاب چوٹی پر کس بلندی تک اونچا ہوگا۔ س$_۱$ = ۵۰ء، س$_۲$ = ۷۵ء (جامعہ ۱۹۳۲ء) جواب ۱۱ فٹ۔

(۱۱) ایک تالاب کے دو توم ہیں جو علحدہ علحدہ ۱۸۰۰ اور ۱۲۵۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں۔ ہر ایک کے دہانے کی چوڑائی دریافت کرو جس سے

مطلوبہ اخراج حاصل ہوسکے جب کہ پانی کا عمق دہلیزوں پر ۴ فٹ ہو اور ہر ایک کی اونچائی ۱ فٹ۔ پانی کی مطلوبہ مقدار فی ثانیہ ایک مکعب فٹ ۵۰ ایکڑ کی سیرابی کے لیے درکار ہو (جامعہ ۱۸۸۵ء) ۔ جواب (۱) ۸ء۳ فٹ (۲) ۲ء۷ فٹ۔

(۱۲) ایک تالاب کے ۳ توم ہیں جو بالترتیب ۵۰۰، ۸۰۰ اور ۱۲۰۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں۔ ہر ایک کی دہلیز بالترتیب ۱۸، ۲۰ اور ۲۵ فٹ (پ۔ت۔ل) سے نیچے ہے اور ہر ایک دہانہ کی چوڑائی ۱ فٹ ہے۔ دہانوں کی وہ بلندیاں دریافت کرو جن سے ایسے اخراج ہوں کہ وہ ۶۰ ایکڑ کی رسد کے لیے بحساب ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ کی سیرابی کے لیے کافی ہو جب کہ پانی ۱۲ فٹ (پ۔ت۔ل) سے نیچے ہو۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء)۔ جواب (۱) ۵ء۸ انچ (۲) ۸ء۱۱ انچ (۳) ۶ء۱۳ انچ۔

(۱۳) ایک تالاب کے توم سے اخراج کی شرح دریافت کرنی مطلوب تھی۔ مجھے معلوم ہوا کہ مستدیر سوراخ میں جس کا قطر ۴ انچ ہے اور ۲۰ فٹ سطح آب سے نیچے واقع ہے پانی خارج ہو رہا ہے۔ بتاؤ پانی کس شرح سے خارج ہو رہا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۷۶ء) ۔ جواب ۔ ۲ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۱۴) ایک غرقاب مستطیلی توم کے ابعاد معلوم کرو جو ۹ انچ کے ارتفاع سے پانی کا ایک ایسا اخراج کرتا ہے جس سے ۲۰۰۰ ایکڑ زمین بحساب ۴ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ سیراب ہوسکے۔ (جامعہ ۱۸۷۷ء) جواب ۔ ۲ فٹ $\frac{1}{2}$۳ فٹ۔

(۱۵) ایک مبدا آبگیرہ (توم) کی آب راہ کے لیے کتنے مربع فٹ کا رقبہ درکار ہوگا کہ جس سے ۵۰۰۰ مکعب گز فی گھنٹہ کی رسد ۹ انچ ارتفاع کے ساتھ حاصل ہوسکے (جامعہ ۱۸۷۸ء) ۔ جواب ۔ ۶۸ مربع فٹ۔

(۱۶) ایک تالاب میں سے ایک سڑک کو گذارنا ہے۔ اور سڑک کے کٹنے میں سے اعظم اخراج کو گذارنے کی گنجائش رکھی جاتی ہے۔ معطیات مندرجۂ ذیل ہیں:۔

پن بہاؤ مجرے سے اخراج ۱۲۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ تخمیناً

بند کی چوٹی کا لیول ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔	۵۰،۵۰	اوسط سمندری لیول
اعظم پانی کا لیول (۱ ' پ ' ل) ۔ ۔ ۔ ۔ ۔	۴۰،۰۰	ا ' س ' ل کے اوپر
پ ' ت ' ل ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔	۴۵،۰۰	
کشادہ راہ کے فرش کی سطح زمین کا لیول ۔ ۔	۴۰،۰۰	

پانی کا لیول پل کے دہانہ کے اوپر تالاب کے ا۔پ۔ل سے ۶ انچ سے زائد اونچا نہ ہونا چاہیے ۔ مطلوبہ آب راہ کا طول دریافت کرو ۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء) جواب ۔ ۹۵ فٹ

(۱۷) ایک چادر (Kalingula) کا طول ۲۰۰ گز ہے جس پر سے ۳ فٹ پانی ۸ فٹ فی ثانیہ رفتارِ آمد کے ساتھ گذرتا ہے ۔ اس میں ۱۰۰ موکھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۴ فٹ اونچا ہے اور جن کے سر چادر (Kalingula) کی چوٹی تک پہنچتے ہیں ۔ اخراج کی تخمین کرو جب کہ تمام توم کھول دیے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو ۔
جواب ۔ ۶۴۲،۷ مکعب فٹ ثانیہ ۔

(۱۸) ایک ایسا ضابطہ دریافت کرو کہ جس سے پانی کے لیول میں وہ زیادتی معلوم ہو جائے جو کسی ندی کے کناروں کے درمیان پایوں کی تعمیر سے تراشی رقبہ میں کمی کی وجہ سے ہو ۔ (جامعہ ۱۸۸۱ء) ۔

(۱۹) ۲۰۰ فٹ چوڑی اور ۵ میل فی گھنٹہ رفتار رکھنے والی ایک ندی کی سطح کس قدر بلند ہو جائیگی جب کہ اس پر ۴ خانوں کا ایک پل جن کے پائے ۶ فٹ چوڑے ہوں تعمیر کیا جائے ۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) ۔
جواب ۔ ۳،۳ انچ ۔

(۲۰) ایک ۲۰۰ فٹ چوڑی ندی پر جس کے کنارے انتصابی واقع ہوئے ہیں ایک پل بنانا ہے ۔ کس قدر آب راہ درکار ہوگا تاکہ ابھار ۶ انچ سے زائد نہ ہونے پائے ۔ سیلاب میں ندی کا عمق ۱۰ فٹ ہوتا ہے اور اسی گہرائی پر اوسط رفتار ۴ فٹ فی ثانیہ دریافت کی گئی ہے ۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) جواب ۔ ۱۴۲ فٹ ۔

(۲۱) ایک پل ندی پر بنایا گیا ہے جس کی وجہ سے پانی میں

۹ انچ کا ارتفاع پیدا ہو گیا ہے۔ پل کے نیچے اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ اور عمق آب ۸ فٹ ہے۔ وہ رفتار معلوم کرو جس سے کہ ندی خانوں میں سے گذرتی ہے اور نیز ندی کی چوڑائی اور پل کی آب راہ کی نسبت معلوم کرو۔
(کلیہ ۱۸۸۴ء) جواب (۱) ۸٫۳ فٹ ثانیہ (۲) (۱٫۶۶ : ۱)۔

(۲۲) آبپاشی کے ایک توم سے مستقل پانی کا اخراج کس طرح حاصل ہوگا اگر ارتفاع میں اتفاقیہ تغیر ہوتا رہے؟ (جامعہ ۱۸۸۷ء)۔

(۲۳) ۱۸۸۵ء میں بوجہ سیلاب جب کہ کالی ندی کا آب گذر تباہ ہوا تھا تو ندی میں چڑھاؤ سمت اور بہاؤ سمت گہرائیاں علی الترتیب ۳۷ فٹ اور ۲۴ فٹ تھیں جس سے ۱۳ فٹ ابھار حاصل ہوا۔ خلی آب راہ ۲۷۵ فٹ تھی اور رفتار آمد ۳ فٹ فی ثانیہ تھی۔ سیلاب کے اخراج کی تخمین کی جائے۔ قدر = ۰٫۹ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب۔ ۱۷۲۲۶۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۲۴) ذیل میں ایک تالاب کی چادر کی مختلف بلندیاں دی گئی ہیں جس کا طول $\frac{1}{2}$ ۶۲ فٹ ہے:—

بند کی چوٹی		۲۹٫۵۷
ا ب ل	(M.W.L.)	۲۸٫۳۲
ب ف ت ل	(F.T.L.)	۲۴٫۳۲
نکاس نالے کی تہ		۲۰٫۰۰

چادر کے طول کو اتنا بڑھانا مقصود ہے تاکہ بند کی چوٹی اور ا ب ل کے درمیانی فصل میں ۲ فٹ کی زیادتی ہو تو چادر کا طول کس قدر بڑھایا جائے۔
(جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب۔ $\frac{1}{2}$ ۵۸ فٹ۔

(۲۵) ایک تالاب کا فراہمی مجریٰ ۱۰ مربع میل ہے۔ چادر کا وہ کونسا طول ہوگا جو پانی کو ۲ فٹ ارتفاع سے لے جاسکے۔ جب کہ بارش ۲۴ گھنٹے میں ۴ انچ حاصل ہوتی ہے اور جس کا ۵۰ فی صدی حصہ تالاب میں پہنچتا ہے۔
(جامعہ ۱۸۸۹ء)۔ جواب۔ ۶۱ فٹ۔

باب پنجم

متغیر ارتفاع کے تحت اخراج

(مضامین)

متغیر ارتفاع (منشوری) ظروف سے اخراج۔
خالی کرنے یا بھرنے کا وقت۔
کسی دیئے ہوئے وقت میں خارج شدہ حجم۔
نہر تالے

ایک مستطیلی شگاف سے اخراج۔
(غیر منشوری) ظروف سے اخراج۔
ناہموار مجروں سے اخراج۔
ناہموار مجروں سے شگافی اخراج۔
ایک (منشوری ظرف) سے دوسرے میں اخراج۔

(۵۳) ہم نے اب تک یہ تصور کیا تھا کہ جس ارتفاع کے تحت اخراج ہوتا ہے وہ مستقل رہتا ہے۔ اگر ایک پانی کے برتن میں سے ایک منفذ سے اخراج ہو رہا ہو اور پانی کی آمد اتنی نہ ہو جس سے اخراج کی تلافی ہو سکے تو پانی کی سطح گرتی جاتی ہے اور ارتفاع گھٹتے گھٹتے صفر ہو جاتا ہے۔ یہ ممکن ہے کہ برتن منشوری ہو یا نہ ہو اور منفذ سے پانی خارج ہو کر ضایع ہو جائے یا کسی دوسرے برتن میں منتقل ہو۔ ہم دراصل منشوری ظروف سے اور فی الحال ایسے منفذوں کی حد سے آگے نہ بڑھینگے جن سے اخراج ہو کر ضایع ہو جاتا ہے۔ پلیٹ ۵

(۵۴) - مستوی ظروف سے آزاد اخراج —— (دفعات ۴، ۱، ۲۶) پینٹ ۵

میں اِس بات کی تشریح ہوچکی ہے کہ کسی ارتفاع یا بلندی کے تحت بہاؤ کی نظری رفتار وہ ہے جو ایک ذرہ میں اُس بلندی سے آزادانہ گرنے میں پیدا ہوسکتی ہے یا وہ رفتار ہے جس سے اگر ذرہ کو اوپر کی طرف پھینکا جائے تو اُس خاص بلندی تک پہنچ جائے۔ پس اگر پانی کی سطح منفذ تک نیچے اُترے یا منفذ سے اُوپر چڑھے تو بہاؤ کی رفتار میں ارتفاع کے ساتھ ٹھیک اُسی طرح کا تغیر ہوگا جس طرح کہ ذرہ کی رفتار میں ہوگا۔

فرض کرو کہ و ثانیوں میں رفتار صفر سے ر تک متغیر ہوجاتی ہے۔ بعد ۱، ۲، ۳ .... و ثانیوں کے رفتار ج، ۲ج، ۳ج، ..... ج و فٹ ہوگی۔ فرض کرو کہ خط ب ج (شکل ۳۹) میں و ثانیوں کو ظاہر کرتا ہے اور ج د سے ج و (= ر) فٹ مراد ہے۔ تو صاف ظاہر ہے کہ کسی لحظہ میں رفتار مثلث ب ج د کے متناظر معین (Corresponding ordinate) سے معلوم ہوجاتی ہے۔ پس وقت و میں ان تمام رفتاروں کا اوسط ہوگا

$$\frac{ج\,و}{۲} = \frac{ر}{۲} = \frac{\sqrt{۲ج\,ا}}{۲}$$

یعنی اعظم رفتار کا نصف۔ پس اخراج ایسی حالت میں کہ ارتفاع ا سے صفر تک یا صفر سے ا تک متغیر ہو اُس اخراج کا نصف ہوتا ہے جو اُسی وقت میں ایک مستقل ارتفاع ا کے تحت ہوتا ہو۔

چونکہ اوسط رفتار ہے $\frac{۱}{۲}\sqrt{۲ج\,ا} = \sqrt{۲ج\,\frac{ا}{۴}}$، اس لیے معلوم ہوا کہ اوسط ارتفاع $\frac{ا}{۴}$ ہے۔

(۵۵) - **خالی کرنے یا بھرنے کا وقت** —— فرض کرو کہ س برتن کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ ہے، ا منفذ کے اُوپر اعظم عمق ہے اور و

پلیٹ ۵ وہ وقت ہے جو ارتفاع کو ا سے صفر تک یا صفر سے اَ تک لانے میں صرف ہوتا ہے۔

منفذ کا اوسط اخراج فی ثانیہ ہوگا س ق ½ ما۲ج اَ

∴ منفذ کا پورا اخراج ہوگا س ق ½ ما۲ج اَ × و

لیکن برتن سے پورا اخراج س اَ ہے۔

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{۲س اَ}}{\text{س ق ما۲ج اَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۲۹})$$

یا یہ وقت اس کا دوگنا ہوگا جو اُسی حجم کو ایک مستقل ارتفاع اَ کے تحت خارج کرنے میں صرف ہوتا ہے۔

اگر ارتفاع اَ سے رَ تک گھٹتا ہو یا رَ سے اَ تک بڑھتا ہو تو:—

اَ سے صفر یا صفر سے اَ تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲س اَ}}{\text{س ق ما۲ج اَ}}$

یا رَ سے صفر یا صفر سے رَ تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲س رَ}}{\text{س ق ما۲ج رَ}}$

لیکن آخر الذکر وقفہ وقت غیر صرف شدہ ہے۔

∴ حقیقی وقت ہُوا $\frac{\text{۲س اَ}}{\text{س ق ما۲ج اَ}} - \frac{\text{۲س رَ}}{\text{س ق ما۲ج رَ}}$ یا

$$\text{و} = \frac{\text{۲س}}{\text{س ق ما۲ج}} \left(\text{ما اَ} - \text{ما رَ}\right) \quad \ldots\ldots (\text{۳۰})$$

مثال (۳۰) - ایک ۵٫۷۲ انچ قطر والے استوانہ نما برتن میں ایک منفذ ہے جس کا قطر ۰٫۲ انچ ہے اور مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ ۳۵ ثانیوں میں سیالی سطح ۱۶ انچ سے ۱۲ انچ تک گہرائی میں گر جاتی ہے۔

پلیٹ ۵

قدرِ اخراج معلوم کرو جب کہ ج = ۳۲٫۱۹۴۸ -

$$س = \frac{۲ س}{و \times ق \sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{اَ} - \sqrt{و}\right) = \frac{۲ \times (۵٫۷۴۷)^۲}{۵۳ \times (۰٫۲)^۲ \times ۸٫۰۲۴۳} \left(\sqrt{\frac{۴}{۳}} - ۱\right)$$

$$= \frac{۳۳٫۰۲۸}{۵۳ \times ۰٫۰۴ \times ۸٫۰۲۴۳} \left(۱٫۱۵۵ - ۱\right) = ۰٫۶۰$$

(۵۶) - دفعات ۵۴ اور ۵۵ کے مضمون کو احصاء (Calculus) کی مدد سے ذیل کے طریقہ پر معلوم کرسکتے ہیں:-

فرض کرو کہ فرو وقت میں برتن کے اندر سطحی اُتار فرلا ہے - برتن میں حجم کا فرق ہوگا س فرلا اور سوراخ سے اخراج ہوگا س ق $\sqrt{۲ج لا}$ فرو

یہ دونوں مساوی ہیں ∴ $\frac{فرو}{فرلا} = \frac{س}{س ق \sqrt{۲ج لا}}$

$$∴ و = \frac{س}{س ق \sqrt{۲ج}} \int_{و}^{اَ} لا^{-\frac{۱}{۲}} فرلا = \frac{۲ س}{س ق \sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{اَ} - \sqrt{و}\right)$$

(۵۷) کسی دیے ہوئے وقت میں اخراج ــــ

فرض کرو کہ و معلوم وقت ہے جس میں ارتفاع اَ سے ہ تک بدلتا ہے اور یہ بھی فرض کرو کہ اَ یا ہ میں سے کوئی ایک معلوم ہے - خارج شدہ حجم ہوگا س (اَ - ہ)-

مساوات (۳۰) کی مدد سے، $\sqrt{اَ} - \sqrt{ہ} = \frac{س ق \sqrt{۲ج} \times و}{۲ س}$ جس سے اَ یا ہ معلوم ہوسکتا ہے بشرطیکہ ان میں سے ایک معلوم ہو-

مثال (۳۱)- ایک مربع مقطع حوض میں جس کا ضلع ۳ فٹ ہو ایک سوراخ ہے جس کا قطر ۰٫۰۹ فٹ ہے، جو ۶ فٹ سطح کے نیچے واقع ہے - $۴\frac{۱}{۲}$ دقیقوں میں اخراج معلوم کرو جب کہ س = $\frac{۵}{۸}$ -

$$\sqrt{اَ} - \sqrt{ہ} = \frac{س ق \sqrt{۲ج} \times و}{۲ س}$$ یہاں و = ۲۷۰ ثانیے، اَ = ۶ فٹ،

ق = ۰٫۰۰۶۳۶ مربع فٹ، س = ۹ مربع فٹ-

پلیٹ ۵

∴ ل٦ − لو = (۲۷۰ × ۸ × ۰٫۰۰۶۳۶ × ۵/۸) / (۹ × ۲) = ۰٫۴۷۷

∴ لو = ۲٫۴۴۹ − ۰٫۴۷۷ = ۱٫۹۷۲ ∴ و = ۳٫۸۹

اخراج مطلوبہ ہوا س (اَ - و) = ۹ (۶ − ۳٫۸۹) = ۱۹ مکعب فٹ

(۵۸) - نہری پن تالے —— اشکال نمبر ۴۰ کے مطالعہ سے

واضح ہوگا کہ پن تالا ایک مستطیلی پختہ خانہ ہوتا ہے جو ایک نہر کی دو سیدھی گزروں (Reaches) ب اور ج کے اتصال پر بنایا جاتا ہے - اِن گزروں کی سطحیں مختلف لیولوں پر ہوتی ہیں اور پن تالے کی مدد سے کشتیوں کو ایک سطح سے دوسری پر منتقل کردیتے ہیں - نہر کی دونوں گزروں کے درمیان جو پانی کی سطحوں کا فرق ہوتا ہے اُسے تالے کی اُٹھاؤ (Lift) کہتے ہیں پن تالے کا پختہ خانہ دونوں طرف مضبوط دروازوں کی ایک ایک جوڑی د ع سے بند ہوتا ہے - اور ان میں سے کوئی سی جوڑی اُس وقت تک کھل نہیں سکتی جب تک کہ جوڑی کے ہر دو جانب پانی کی سطح ایک ہی لیول پر نہ آجائے - پورا بھر جانے کی صورت میں پن تالے کو توموں ف کے ذریعہ خالی کرسکتے ہیں - یہ توم زیرین گزر میں پانی کی سطح کے نیچے، نیچے والے دروازوں میں ہوتے ہیں، یا اُس کو اُن نلیوں کے ذریعہ سے بھی خالی کرسکتے ہیں جو پہلو کی دیواروں میں ہوتی ہیں - اور اگر پن تالا خالی ہو تو یہ نہر کی بالائی گزر میں سے اُن نلیوں کی مدد سے جو نقطہ گ پر سے نکلتی ہیں اور نہر کی زیرین گزر میں تالے کے پہلوؤں میں مقام ح پر پانی کی سطح کے اوپر یا نیچے کھلتی ہیں بھرا جاسکتا ہے - موکھے پھسلواں پھاٹکوں کے ذریعہ بند کردیے جاتے ہیں - پن تالے کا پُر کرنا یا خالی کرنا نہر کی گزروں پر کوئی نمایاں اثر نہیں کرتا -

فرض کرو کہ ایک کشتی کو زیرین گزر سے بالائی گزر میں منتقل کرنا ہے - اب اگر پن تالے کا پختہ خانہ پانی سے بھرا ہوا ہے تو اسے زیرین دروازوں کے توموں ف کو کھول کر خالی کرنا ہوگا - اس کے بعد اِن توموں کو بند کردیتے ہیں اور دروازے ع کھول دیے جاتے ہیں، کشتی خانہ (Chamber) میں

چلی جاتی ہے اور دروازے بند کر دیے جاتے ہیں۔ اب بالائی توم کھول دیے جاتے ہیں اور خانہ کو بتدریج بھرتے ہیں۔ جب یہ بھر جاتا ہے تو بالائی دروازے کھول دیے جاتے ہیں اور کشتی نہر کی بالائی گزر میں چلی جاتی ہے۔ پلیٹ ۵

(۵۹)۔ تالوں کی تجویز کرنے میں بھرائی کا اور خالی کرنے کا وقت ضرور حل کر لینا چاہیے۔

فرض کرو کہ بن تالے کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ س ہے، أ اٹھاؤ (Lift) ہے اور ر وہ عمق ہے جو نہر کی بالائی گزر کی سطح سے بالائی توم کے اخراجی منفذ کے مرکز تک ہے۔ ق۱ اور ق۲ بالترتیب بالائی اور زیرین توم کے کشادہ راستوں کے رقبے ہیں۔

(۱) بن تالے کو خالی کرنے کے لیے — توم چونکہ غرقاب ہے اس لیے ارتفاع کا تغیر أ سے صفر تک ہوتا ہے۔ وقت مطلوبہ مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوا۔

$$\text{و} = \frac{2\,\text{س}\,\text{أ}}{\text{س}\,\text{ق}_2\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{أ}}} \qquad (31)$$

(۲) بن تالے کو پُر کرنے کے لیے — نہر کی زیرین گزر کے لیول سے توم کا کشادہ راستہ مرکز تک بھرنے کے لیے ارتفاع مستقل ہے یعنے ر ہے۔

اس لیے وہ وقت جو توم کے مرکز تک صرف ہوتا ہے مساوات (۶) کی مدد سے ہوگا

$$\text{و}_1 = \frac{\text{س}\,(\text{أ} - \text{ر})}{\text{س}\,\text{ق}_1\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ر}}}$$

توم کے موکھے کے مرکز سے اوپر کی شاخ کی سطح تک ارتفاع کا تغیر ر سے صفر تک ہوتا ہے۔ اس لیے اس حصہ میں جو وقت صرف ہوتا ہے مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوگا۔

پلیٹ ۵

$$و_۲ = \frac{۲ س ل}{س ق_۲ \sqrt{۲ ج ل}}$$

پس مجموعی وقت ہوگا۔

$$و = و_۱ + و_۲ = \frac{س (اَ + ل)}{س ق \sqrt{۲ ج ل}} \qquad \dots\dots (۳۲)$$

(۶۰) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں تین معیاری پیمانہ کے پن تالے کے گھر استعمال ہوتے ہیں، یعنی ۱۵۰َ × ۲۰َ، ۱۰۵َ × ۱۵َ اور ۷۰َ × ۱۰َ۔ تومں خواہ وہ نلیاں ہوں یا پھاٹک کواڑیاں ہوں معمولی طریقہ پر پھسلواں پھاٹک سے بند کیے جاتے ہیں اور اخراج کو ہم ایک پتلی تختی میں سے ہوتا ہوا خیال کر سکتے ہیں جس کا س = ۶۲ء[1]۔ بغلی نلیوں کی عمودی تراش اُن کے موکھے سے زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار کم ہو کر سلامت حدود تک پہنچ جائے۔

مثال (۳۲) ۔ ایک پن تالا جس کے ابعاد ۸۰ فٹ اور ۱۵ فٹ ہوں اور جس کا اُٹھاؤ (Lift) ۹ فٹ ہو دو تومں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ گہرا ہے اور جن کے مرکز بالائی حصۂ نہر کی سطح آب سے ۶ فٹ نیچے واقع ہیں ۔ اور دو تومں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۲ مربع فٹ ہے اور جن کے مرکز زیرین حصۂ نہر کی سطح آب کے ۴ فٹ نیچے ہیں ۔ بتاؤ کہ ایک کشتی کو گذرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا جو بالائی پھاٹک پر اس وقت پہنچتی ہے جب کہ پن تالا خالی ہے اس بات کا خیال رکھا جائے کہ پھاٹکوں کو کھولنے اور بند کرنے میں اور کشتی کو کھینچنے میں ۵ منٹ صرف ہوتے ہیں ۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔

یہاں س = ۸۰ × ۱۵ = ۱۲۰۰ مربع فٹ ۔

اَ = ۹، ل = ۶، $ق_۱$ = ۱۶ مربع فٹ، $ق_۲$ = ۸ مربع فٹ ۔

[1] ڈابسن (D'Aubuisson) کے تجربوں سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ دو مساوی متصل تومں سے اخراج بہ نسبت ایک میں کے دوگنے اخراج سے کم ہوتا ہے ۔ اس لیے قدر بعض اوقات ۵۵ء تک کم لی جاتی ہے ۔

پلیٹ ۵

بھرنے کا وقت $= \frac{س(\bar{ا}+ا)}{س\ ق\sqrt{۲ج\,ا}} = \frac{۱۵ \times ۱۲۰۰}{۶٫۰۸ \times ۱۶ \times \frac{۵}{۸}} =$ ۹۲ ثانیہ

خالی کرنے کا وقت $= \frac{۲س\bar{ا}}{س\ ق\sqrt{۲ج\,\bar{ا}}} = \frac{۹ \times ۱۲۰۰ \times ۲}{۳ \times ۸ \times ۸ \times \frac{۵}{۸}} =$ ۱۸۰ ثانیہ

مجموعی وقت مساوی ہوگا ۱ دقیقہ ۳۲ ثانیہ + ۵ دقیقہ صفر ثانیہ + ۳ دقیقہ صفر ثانیہ = ۹ دقیقہ ۳۲ ثانیہ۔

مثال (۳۴) - ایک پن تالا ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے - یہ دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ گہرا ہے اور یہ توم بالائی پھاٹک میں ہیں - نہر کے بالائی اور زیریں حصوں میں پانی کے لیول اور توموں کے مرکز پن تالے کے فرش کے اوپر بالترتیب ۱۲ فٹ، ۵ فٹ، اور ۷ فٹ ہیں - بتاؤ کہ توموں کے کھولنے کے بعد صرف تیسرے دقیقہ میں کتنے مکعب فٹ پانی پن تالے کے اندر داخل ہوگا - (جامعہ ۱۸۸۴ء) -

یہاں س = ۱۵۰ × ۱۶، $\bar{ا}$ = ۷ فٹ، ا = ۵ فٹ، ق = ۱۲ مربع فٹ

فرض کرو کہ تیسرے دقیقہ کے شروع اور اخیر میں $ا_۱$، $ا_۲$ ارتفاع ہوں - مستقل ارتفاع ۵ فٹ کے تحت، توموں کے مرکز تک بھرنے میں وقت ہوگا:-

$$\frac{س(\bar{ا}-ا)}{س\ ق\sqrt{۲ج\,ا}} = \frac{(۱۵۰ \times ۱۶)(۷-۵)}{\frac{۵}{۸} \times ۱۲ \times ۸\sqrt{۵}} = ۳۵٫۸ \text{ ثانیہ -}$$

∴ توم کے مرکز تک بھرنے کے وقت سے تیسرے دقیقہ کے شروع تک وقفہ ہوگا ۱۲۰ - ۳۵٫۸ = ۸۴٫۲ ثانیہ -

$$\text{پس } ۸۴٫۲ \text{ ثانیہ} = \frac{۲س}{س\ ق\sqrt{۲ج}}\left(\sqrt{ا} - \sqrt{ا_۱}\right)$$

$$= \frac{۱۶ \times ۱۵۰ \times ۲}{\frac{۵}{۸} \times ۱۲ \times ۸}\left(\sqrt{۵} - \sqrt{ا_۱}\right)$$

جہاں سے $\sqrt{ا_۱}$ = ۱٫۱۸۴

∴ $ا_۱$ = ۱٫۳۹۲

$$\text{پھر } ۶۰ \text{ ثانیہ} = \frac{۲س}{س\ ق\sqrt{۲ج}}\left(\sqrt{ا_۱} - \sqrt{ا_۲}\right) \text{ جہاں سے } ا_۲ = ۰٫۱۸۸$$

مطلوبہ اخراج = س (ر۱ - ر۲) = ۱۵۰ × ۱۶ × ۱۲۰۴ = ۲۸۹۰۱ مکعب فٹ پلیٹ ۵

(۶۱) ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج ۔۔۔ اگر ایک منشوری ظرف سے بذریعہ مستطیلی کٹھنہ اخراج ہورہا ہو تو فرض کرو کہ و وہ وقفہ ہے جس میں ارتفاع ا سے گھٹ کر ر ہوجاتا ہے۔ لا کسی لحظہ میں ارتفاع ہے اور فرلا سطحی اُتار فرو وقت میں ہے۔

برتن میں حجم کی تبدیلی ہوگی س × فرلا۔

کٹھنہ سے اخراج ہوگا $\frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{\text{۲ج}}\;\text{لا}^{\frac{۳}{۲}}\,\text{فرو}$

یہ مساوی ہیں ∴ $\frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\text{س}}{\frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{\text{۲ج}}\;\text{لا}^{\frac{۳}{۲}}}$

$$\therefore \text{و} = \frac{۳}{۲}\,\frac{\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}}\int_{\text{ر}}^{\text{ا}} (\text{لا})^{-\frac{۳}{۲}}\,\text{فرلا}$$

$$= \frac{۳\,\text{س}}{۲\,\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}}\,(-۲)\left\{\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ر}}}\right\}$$

$$\text{یا و} = \frac{۳\,\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ر}}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}}}\right) \cdots\cdots\cdots (۳۳)$$

مثال (۳۴) ۔ ایک تالاب میں جس کے پانی کا پھیلاؤ ایک چوتھائی مربع میل ہے اس میں ایک ۶۰ فٹ لمبی چادر ہے جس کی چوٹی پر ۳ فٹ گہرائی کے ساتھ اخراج ہوتا ہے۔ اگر یہ فرض کرلیا جائے کہ تالاب میں پانی کی کوئی درآمد نہیں ہے تو وہ وقت بتاؤ جس میں سطح ایک فٹ گرجائیگی۔ (جامعہ ۱۹۳۸ء)۔

یہاں $\text{س} = \frac{۵۲۸۰ \times ۵۲۸۰}{۴}$، $\text{ل} = ۶۰$، $\text{ا} = ۳$، $\text{ر} = ۲$، $\text{ن} = \frac{۱}{\sqrt{۳}}$

$$\text{و} = \frac{۳\,\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ر}}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}}}\right)$$

$$= \frac{۱۳۲۰ \times ۵۲۸۰ \times ۳}{۸ \times ۶۰ \times \sqrt{۳}}\left(\frac{۱}{\sqrt{۲}} - \frac{۱}{\sqrt{۳}}\right)\text{ ثانیے}$$

$$= ۵۳۹۴ \text{ دقیقے}$$

پلیٹ ۶

(۶۲) - غیر منشوری ظروف سے اخراج —— اگر برتن جس میں سے اخراج ہو رہا ہو منشوری نہیں ہے تو اُس نسبت کی قیمت جو متغیر ارتفاع کے تحت خالی کرنے کے وقت کو اُس وقت کے ساتھ ہے جب کہ ارتفاع مستقل ہے کبھی ۲ نہیں ہوتی پس فانہ نما ظروف کے لیے یہ نسبت $\frac{۱}{۳}$ ۱ ہوتی ہے - اور مخروطِ مضلع ظروف کے لیے $\frac{۱}{۲}$ ۱ جب کہ فانے یا مخروطِ مضلع کا قاعدہ پانی کی سطح ہو -

اس کا حساب لگانے کے لیے جو طریقہ اختیار کیا گیا ہے اس کی توضیح ایک تدویری مکافی نما (شکل $\frac{۱}{۴۷}$) سے ہو سکتی ہے - راس کو مبدا مان کر - فرض کرو کہ $ل$، سطح کی بلندی پر محدد ہیں
$ل_۱$، منفذ کی بلندی پر 〃 〃
لا، ما کسی بلندی پر 〃 〃

فرض کرو کہ سطح، فرو وقت میں فرلا اُتر جاتی ہے - اخراج شدہ حجم فرو وقت میں π ما^۲ × فرلا ہوگا - مگر چونکہ ارتفاع لا - $ل_۱$ ہے، اس لیے منفذ سے جس کا رقبہ ق ہے اخراج کا حجم مساوی ہوگا س ق $\sqrt{۲ج(لا-ل_۱)}$ فرو -

اب ما^۲ = $\frac{ر^۲}{ل}$ لا

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\pi ر^۲}{\text{س ق ل}\sqrt{۲ج}} \times \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا} - ل_۱}}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{\pi ر^۲}{\text{س ق ل}\sqrt{۲ج}} \int_{ل_۱}^{ل} \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا} - ل_۱}}\ \text{فرلا}$$

فرض کرو کہ $\sqrt{\text{لا}-ل_۱} = ظ$ ، $\frac{\text{فرلا}}{\text{فرظ}} = ۲ظ$

$$\therefore \int \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا}-ل_۱}}\ \text{فرلا} = \int \frac{ظ^۲ + ل_۱}{ظ} \times ۲ظ \times \text{فرظ}$$

$$= ۲\left(\frac{ظ^۳}{۳} + ل_۱ ظ\right) = \frac{۲}{۳}(\text{لا} - ل_۱)^{\frac{۳}{۲}} + ۲ل_۱(\text{لا} - ل_۱)^{\frac{۱}{۲}}$$

$$\text{پس } و = \frac{\pi ر^2}{س\,ق\,ل\sqrt{۲ج}} \left\{ \frac{۲}{۳}(ل - ل_1)^{\frac{3}{2}} + ۲ ل_1 (ل - ل_1)^{\frac{1}{2}} \right\}$$

اگر منفذ راس پر ہو تو $ل_1 = ۰$

$$\therefore و = \frac{۲}{۳} \times \frac{\pi ر^2 \sqrt{ل}}{س\,ق\,\sqrt{۲ج}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳۴)$$

اب چونکہ مخروطی نما کا حجم $\frac{1}{3}\pi ر^2 ل$ کے مساوی ہوتا ہے اس لیے ایک مستقل ارتفاع ل کے تحت اخراج کا وقت ہوگا $\frac{\frac{1}{3}\pi ر^2 ل}{س\,ق\,\sqrt{۲ج ل}}$ - اس کا اگر (۳۴) کے ساتھ مقابلہ کیا جائے تو ہمیں معلوم ہوگا کہ اوقات کی نسبت ہے $\frac{2}{3} \div \frac{1}{3} = \frac{2}{1}$، یا وہی جو قائمہ نما برتنوں کے لیے ہوتی ہے۔

(۶۳) - غیر منتظم مجروں سے اخراج —— مجرے کے ڈھالوں کا

جب کہ خزانۂ آب خالی ہو ہر ایک فٹ یا دو فٹ عمق پر ہم ارتفاعی خطوط لگا لینے چاہییں - اور ہر ہم ارتفاعی خط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبہ کا تخمینہ کر لینا چاہیے - تب متصلہ ہم ارتفاعی خطوط کے کسی درمیانی پرت کا اخراج تقریباً وہی لیا جاتا ہے جو ایک ایسے منشوری ظرف سے ہوتا ہو جس کا رقبہ ان دو پانی کے پھیلاؤں کے رقبہ کا اوسط ہو جو پرت کو گھیرے ہوئے ہیں۔

فرض کرو کہ $س، س_1، \ldots\ldots س_ن$ (شکل ۴۲) تالاب کے یکے بعد دیگرے ہم ارتفاعی خطوط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبے ہیں۔

$ل، ل_1، \ldots\ldots ل_ن$ اخراجی منفذ پر ارتفاع -

$و_1، و_2، \ldots\ldots و_ن$ متسلسل پرتوں سے اوقاتِ اخراج۔

$$و_1 = ۲\,\frac{\frac{1}{2}(س + س_1)}{س\,ق\,\sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{ل} - \sqrt{ل_1}\right)$$

$$و_2 = \frac{س_1 + س_2}{س\,ق\,\sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{ل_1} - \sqrt{ل_2}\right) \text{ اور اسی طرح}$$

∴ و = و۱ + و۲ + ... و۴ = ۱ / (س ق ما و ج) { س۰ (ما √ح۰ − ما √ح۱) + س۱ (ما √ح۰ − ما √ح۲)
+ س۲ (ما √ح۱ − ما √ح۳) + س۳ (ما √ح۲ − ما √ح۴)
+ س۴ (ما √ح۳ − ما √ح۴) } ......(۳۵)

مثال (۳۵) — مندرجۂ ذیل شکل کے خزانۂ آب میں سے ۶ فٹ کی گہرائی کتنے وقت میں اتر جائیگی جب کہ بند کی ٹلیا میں سے جس کے موکھے کا رقبہ ۱ مربع فٹ اور قدر ۰٫۵ ہو اخراج ہو رہا ہے :—

ق۰ = ۶۰۰۰۰ مربع فٹ ح۰ = ۲۰٫۰ فٹ
ق۱ = ۴۹۵۰۰ ″ ح۱ = ۱۸٫۵ ″
ق۲ = ۴۱۰۰۰ ″ ح۲ = ۱۷٫۰ ″
ق۳ = ۳۲۵۰۰ ″ ح۳ = ۱۵٫۵ ″
ق۴ = ۲۶۵۰۰ ″ ح۴ = ۱۴٫۰ ″

یہاں س۰ (ما √ح۰ − ما √ح۱) = ۶۰۰۰۰ (۴٫۴۷۲ − ۴٫۳۰۱) = ۱۰۲۶۰۰
س۱ (ما √ح۰ − ما √ح۲) = ۴۹۵۰۰ (۴٫۴۷۲ − ۴٫۱۲۳) = ۱۷۲۷۵۵
س۲ (ما √ح۱ − ما √ح۳) = ۴۱۰۰۰ (۴٫۳۰۱ − ۳٫۹۳۶) = ۱۴۹۶۵۰
س۳ (ما √ح۲ − ما √ح۴) = ۳۲۵۰۰ (۴٫۱۲۳ − ۳٫۷۴۲) = ۱۲۳۸۲۵
س۴ (ما √ح۳ − ما √ح۴) = ۲۶۵۰۰ (۳٫۹۳۶ − ۳٫۷۴۲) = ۵۱۴۱۰
۶۰۰۲۴۰

و = ۶۰۰۲۴۰ / (۸ × ۱ × ۰٫۵) = ۱۵۰۰۶۰ ثانیہ = ۴۱٫۷ گھنٹے ۔

(۶۴) — غیر منتظم مجروں سے کھٹنہ کا اخراج —

وقت جو اخراج میں صرف ہوتا ہے اُس کی تخمین اس طرح ہوسکتی ہے کہ مجرے کو اُفقی پتلے پتلے پرتوں پر منقسم کردیا جائے اور یکے بعد دیگرے مساوات (۳۳) کو استعمال کیا جائے ۔ دفعہ ۶۳ کی ترقیم سے طالب علم ذیل کے نتیجہ پر پہنچ سکتا ہے :—

پلیٹ ۶۔

$$و = \frac{۳}{۲ س ل \sqrt{۲ ج}} \left\{ س_۰ \left(\frac{۱}{\sqrt{ر_۱}} - \frac{۱}{\sqrt{ر_۰}} \right) + س_۱ \left(\frac{۱}{\sqrt{ر_۲}} - \frac{۱}{\sqrt{ر_۱}} \right) \right.$$

$$+ س_۲ \left(\frac{۱}{\sqrt{ر_۳}} - \frac{۱}{\sqrt{ر_۲}} \right) + س_۳ \left(\frac{۱}{\sqrt{ر_۴}} - \frac{۱}{\sqrt{ر_۳}} \right)$$

$$\left. + س_۴ \left(\frac{۱}{\sqrt{ر_۵}} - \frac{۱}{\sqrt{ر_۴}} \right) \right\} \ldots\ldots (۳۶)$$

(۶۵) ۔ ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں اخراج ۔

اِس صورت میں جیسے جیسے سطح ایک برتن میں اُترتی جاتی ہے اسی طرح دوسرے میں چڑھتی جاتی ہے اور موثر ارتفاع یا دونوں سطوح کے مابین فرق زیادہ تیزی کے ساتھ بہ نسبت اس صورت کے جب کہ ایک برتن سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہو گھٹتا ہے ۔

فرض کرو کہ برتنوں ب، ج میں بالترتیب $س_۱$، $س_۲$ پانی کی سطوح ہیں (شکل ۴۳) ۔ اور فرض کرو کسی ایک لحظہ میں اَ، ا ارتفاع ہیں ۔ وہ وقت دریافت کرو جو اُس لحظہ سے دونوں برتنوں میں پانی کی ایک ہی سطح ہونے تک صَرف ہوتا ہے ۔

فرض کرو کہ برتن ب میں ابتدائی سطح سے دونوں کی یکساں سطح تک گہرائی لا ہے ۔ برتن ب سے برآمد، برتن ج کی درآمد کے مساوی ہے ۔

$$س_۱ لا = س_۲ (اَ - ا - لا) \therefore لا = \frac{س_۲}{س_۱ + س_۲} (اَ - ا)$$

پس وقت و میں ایک ایسے ارتفاع کے تحت جو بتدریج (اَ - ا) سے صفر تک گھٹ جاتا ہو پورا اخراج ہوگا

$$س_۱ لا = \frac{س_۱ س_۲}{س_۱ + س_۲} (اَ - ا)$$

پلیٹ ۶

لیکن یہ اخراج اس کا نصف ہے جو اُسی وقت میں ہوتا بشرطیکہ ارتفاع (اَ - ا) پر مستقل رہتا۔ مثلاً

$$\frac{1}{2} \times \text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج (اَ - ا)}} \times \text{و}$$ جہاں ق سوراخ کا رقبہ ہے۔

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{۲ س}_1 \text{س}_2 \sqrt{\text{اَ - ا}}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}\, (\text{س}_1 + \text{س}_2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳۷)$$

اس جملے سے واضح ہوگا کہ خواہ کوئی بھی اخراجی برتن ہو وقت وہی صَرف ہوتا ہے۔ جب کہ دوہرے بن تالوں کی حالت میں مساوات (۳۷) بہت مفید ثابت ہوتی ہے۔ اگر برتن ایک دوسرے سے ایک نل کے ذریعہ جوڑ دیے جائیں تو س کی قیمت کو دفعہ (۲۱) سے حاصل کرلو۔

مثال (۳۶) — پٹواں لوہے کا ایک مستطیلی حوض (شکل ۴۲) جو ۷ فٹ گہرا ہے، ایک پتلی انتصابی اوٹ کے ذریعہ دو حصوں میں تقسیم کردیا گیا ہے۔ بڑا حصّہ جو پانی سے پُر ہے اُس کا اُفقی رقبہ ۲۱۳ مربع فٹ ہے۔ دوسرا حصّہ جو خالی ہے اس کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ ہے۔ اگر اوٹ میں ایک مستطیلی منفذ کھولا جائے جو ۱۲ انچ چوڑا اور ۶ انچ گہرا ہو اور جس کی تہ حوض کی تہ سے ۲ فٹ بلندی پر ہو تو بتاؤ کہ کتنے ثانیوں کے وقفہ کے بعد حوض کے دونوں حصوں میں پانی کی بلندی مساوی ہوجائیگی (جامعہ ۱۸۸۱ء)۔

جب تک کہ پانی کی سطح چھوٹے برتن میں سوراخ کے مرکز تک پہنچتی ہے تو اخراج ایک نمایاں اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے ہوتا ہے۔ اور سوراخ کے مرکز سے پانی کی مشترک سطح تک یہ ایک ایسا اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ و_1، و_2 بالترتیب ان اخراجوں کے وقت ہیں۔

اگر و_1 وقت کے آخر میں بڑے برتن میں سوراخ کے اوپر ارتفاع اَ ہو تو وقت و_1 میں بڑے برتن سے برآمد ہوگا ۲۱۳ (۴ ۳/۴ - اَ) - چھوٹے برتن میں درآمد ہوگا ۲۷ × ۲ ۱/۴ - اس سے ہم کو حاصل ہوا اَ = ۴ء۴۶۵ فٹ۔

پلیٹ ۲

وقت و_1 میں ارتفاع ۴ء۷۵۰ سے گھٹ کر ۴ء۴۶۵ ہو جاتا ہے۔

$$\therefore \text{و}_1 = \frac{\text{۲ س}_1}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ ج}}}\left\{\sqrt{\text{۴ء۷۵۰}} - \sqrt{\text{۴ء۴۶۵}}\right\}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸}}\left(\text{۲ء۱۷۹۴} - \text{۲ء۱۱۳۱}\right)$$

$= \text{۱۱ء۳۰}$ ثانیہ

$$\text{و}_2 = \frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{آ} - \text{۰}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{س}_1 + \text{س}_2)}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳} \times \text{۲۸}\sqrt{\text{۴ء۴۶۵}}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸} \times \text{۲۴۰}}$$

$= \text{۱۵ء۰۴}$ ثانیہ

مجموعی وقت $\text{و} = \text{و}_1 + \text{و}_2 = \text{۱۸ء۱۵}$ ثانیہ

(۶۶) ۔ اگر ارتفاع (آ ۔ و) سے گھٹ کر (ما ۔ یا) ہو جائے تو (شکل عـ۱۴۵) سے :—

(آ ۔ و) سے صفر تک وقت ہوگا $\dfrac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{آ} - \text{و}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{س}_1 + \text{س}_2)}$

(ما ۔ یا) سے صفر تک وقت ہوگا $\dfrac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{ما} - \text{یا}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{س}_1 + \text{س}_2)}$

(آ ۔ و) سے (ما ۔ یا) تک وقت ہوگا

$$\frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{س}_1 + \text{س}_2)}\left(\sqrt{\text{آ} - \text{و}} - \sqrt{\text{ما} - \text{یا}}\right)$$

مگر $\text{س}_1(\text{آ} - \text{ما}) = \text{س}_2(\text{یا} - \text{و})$

$$\therefore \text{یا} = \text{و} + \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2}(\text{آ} - \text{ما})$$

$\therefore$ (آ ۔ و) سے (ما ۔ یا) تک وقت = و

پلیٹ ۶

$$\text{و} = \frac{2\,\text{س}_1\,\text{س}_2}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}}\,(\text{س}_1+\text{س}_2)}\left\{\sqrt{\text{أ}-\text{ل}}-\sqrt{\text{ما}-\text{ل}-\frac{\text{س}_1}{\text{س}_2}(\text{أ}-\text{ما})}\right\}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{2\,\text{س}_1\sqrt{\text{س}_2}}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}}\,(\text{س}_1+\text{س}_2)}\left\{\sqrt{\text{س}_2(\text{أ}-\text{ل})}-\sqrt{(\text{س}_1+\text{س}_2)\,\text{ما}-\text{س}_1\text{أ}-\text{س}_2\text{ل}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (۳۸)$$

(۶۷) ۔ یہی نتائج بالراست ذیل کے طریقہ سے حاصل ہو سکتے ہیں:—

وقت فرو میں بڑے برتن کے اندر سطح کی بلندی کا گھٹاؤ فرما ہے

∴ حجم کا تغیر س_1 فرما ہے ۔

وقت فرو میں سوراخ سے اخراج ہے $\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}(\text{ما}-\text{یا})}$ فرو

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرما}} = \frac{\text{س}_1}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}(\text{ما}-\text{یا})}} \quad \text{مگر}\quad \text{یا} = \text{ل} + \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2}(\text{أ}-\text{ما})$$

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرما}} = \frac{\text{س}_1\sqrt{\text{س}_2}}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}}\,(\text{س}_1+\text{س}_2)} \times \frac{1}{\sqrt{\left\{\text{ما}-\frac{\text{س}_1\text{أ}+\text{س}_2\text{ل}}{\text{س}_1+\text{س}_2}\right\}}}$$

$= \text{د}\,(\text{ما}-\text{ک})^{-\frac{1}{2}}$ فرض کرو۔

$$\therefore \text{و} = \text{د}\int_{\text{ما}}^{\text{أ}}(\text{ما}-\text{ک})^{-\frac{1}{2}}\,\text{فرما} = 2\,\text{د}\left\{\sqrt{\text{أ}-\text{ک}}-\sqrt{\text{ما}-\text{ک}}\right\}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{2\,\text{س}_1\sqrt{\text{س}_2}}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}}\,(\text{س}_1+\text{س}_2)}\left\{\sqrt{\text{س}_2(\text{أ}-\text{ل})}-\sqrt{(\text{س}_1+\text{س}_2)\,\text{ما}-\text{س}_1\text{أ}-\text{س}_2\text{ل}}\right\}$$

اگر اُس لحظہ تک کا وقت درکار ہو جب کہ دونوں سطوح ایک ہی لیول پر ہوں تو

$$\text{ما} = \text{یا} = \text{ل} + \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2}(\text{أ}-\text{ما})$$

$$\therefore \text{ما} = \frac{\text{س}_1\text{أ}+\text{س}_2\text{ل}}{\text{س}_1+\text{س}_2} \quad \text{اور}\quad \text{و} = \frac{2\,\text{س}_1\sqrt{\text{س}_2}\sqrt{\text{أ}-\text{ل}}}{\text{س ق}\sqrt{2\text{ج}}\,(\text{س}_1+\text{س}_2)}$$

باب پنجم کی مثالیں

(۱) ایک غرقاب توم کا رقبہ دریافت کرو جو ایک ۱۲۰ فٹ لمبے، ۲۰ فٹ چوڑے پن تالا حجرہ کو جب کہ اٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو ۵ فٹ میں خالی کردے۔ (کلیہ ۱۹۱۸ء) جواب ۱۰ مربع فٹ۔

(۲) دو غرقاب توموں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے ایک ایسے پن تالے کو بھرنا مقصود ہے جس کی لمبائی ۸۵ فٹ اور چوڑائی ۱۵ فٹ اور اٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو۔ بھرنے کا وقت دریافت کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء) جواب ۳ دقیقہ ۲۱ ثانیہ۔

(۳) ایک پن تالا جس کے ابعاد ۱۸۹' × ۲۰' اور جس کا اُٹھاؤ ۱۲' ہے دو پُلیوں کے ذریعہ سے جو ایک ایک دونوں طرف ہیں اور جن کے موکھے ۳' × ۳' کے ہیں اور دو ۲' × ۲' کواڑیوں کے ذریعہ سے جو بالائی پھاٹکوں میں ہر ایک میں ایک ایک ہیں، بھرا جاتا ہے۔ پُلیوں کے فرش پانی کی بالائی سطح سے ۶' نیچے ہیں۔ اور پھاٹکوں کے سوراخوں کی دہلیزیں اُن فرشوں سے ۶" اوپر ہیں۔ اگر پھاٹکوں کی کواڑیوں کو پُلیوں سے ایک دقیقہ قبل کھول دیا جائے تو بتاؤ کہ کتنی دیر میں پن تالے کو بھرا جا سکتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء) جواب ۲ دقیقہ ۳۵ ثانیہ۔

(۴) ایک نہری پن تالا دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے اور جن کی دہلیزیں تالے کے فرش سے ۱ فٹ اُوپر اور نہر کے بالائی حصہ کے پانی کی سطح سے ۱۲ فٹ نیچے ہیں۔ اگر پانی ۲ فٹ کی گہرائی کے اوپر پن تالے کی بھرپور سطح تک ۴ دقیقوں میں چڑھے تو بتاؤ کہ پن تالے کا کیا رقبہ ہوگا۔ (کلیہ ۱۸۸۶ء) جواب ۱۸۱۰ مربع فٹ۔

(۵) ایک نہری پن تالا ۸۱ فٹ لمبا اور ۷ $\frac{3}{4}$ فٹ چوڑا ہے اور اس کا اُٹھاؤ ۷ فٹ ہے۔ پن تالا حجرہ میں پانی کا داخلہ ایک پُلیا کے ذریعہ ہوتا ہے

جس کا قطر ۲ فٹ ہے اور جس کے منفذ کی چوٹی پانی کے عین اُس لیول پر ہے جو نہر کے زیرین حصہ میں واقع ہو تو بتاؤ کہ پن تالے کو بھرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا اگر اخراج کی قدر کو اکائی مان لیا جائے۔ (کلیہ ۱۸۸۳ء)
جواب ۲ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۶) کس وقت میں ایک پن تالا ۲۰۰ فٹ لمبا اور ۲۰ فٹ چوڑا دو ایسے توموں کے ذریعہ بھرا جا سکتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ مربع ہو اور جو دروازہ میں ہوں جب کہ پن تالے کے اندر کا پانی، بالائی حصہ نہر کا پانی، اور توموں کی تہیں (پیندے) بالترتیب ۴ فٹ، ۱۲ فٹ، اور ۶ انچ پن تالا حجرہ کے فرش کے اوپر ہوں۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء) جواب ۴ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۷) (ا) ایک نہری پن تالے کو جس کی لمبائی ۲۰۰ فٹ اور چوڑائی ۳۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ اونچا ہے اور جن کے زیرین پن تالے کی تہ سے ۲ فٹ اوپر ہیں تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی گہرائی گھٹ کر ۹ فٹ سے ۸ فٹ ہو جائیگی۔ پانی کی گہرائی نچلے حصہ میں ۴ فٹ ہے۔ جواب ۸۴ ثانیہ۔

(ب) اگر وقت کی ابتداء میں ارتفاع ا۱ ہے اور آخر میں ارتفاع ا۲ ہے تو بتاؤ کہ گہرائی بھی اسی وقت میں مساوی طریقہ پر کم ہو جائیگی بشرطیکہ اخراج ایک مستقل ارتفاع ک = $\left(\frac{\sqrt{ا_1}+\sqrt{ا_2}}{2}\right)^2$ کے تحت ہو رہا ہو (جامعہ ۱۸۷۶ء)۔

(۸) ایک پن تالا جو ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جو زیرین دروازے میں ہیں ان میں سے ہر ایک دو فٹ گہرا ہے اور ان کے مرکز تالے کے فرش سے ۳ فٹ اوپر ہیں۔ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں میں پانی کے لیول بالترتیب ۱۲ فٹ اور ۵ فٹ پن تالے کے فرش کے اوپر ہیں۔ بتاؤ کہ توموں کی

چوڑائی کیا ہونی چاہیے تاکہ ۲½ دقیقے کے وقفہ میں حجرے کے اندر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ سے گھٹ کر ۶ فٹ ہوجائے۔(جامعہ ۱۸۸۳ء، ۱۸۸۴ء)۔ جواب ۲،۶ فٹ۔

(۹) ایک استوانی برتن میں جس کا قطر ۷،۵ انچ ہے ایک ۰،۲ انچ قطر کا سوراخ پانی کی سطح کے نیچے ۱۶ انچ گہرائی پر واقع ہے۔ مشاہدہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ۱۵ ثانیوں میں پانی ۴ انچ نیچے اترتا ہے۔ تو بتاؤ کہ اخراج کی قدر کیا ہوگی۔ جواب ۰،۶۰۶

(۱۰) پانی کے خزانہ میں جس کی افقی تراش کا رقبہ ۶۰۰ مربع فٹ ہے ایک گھنٹہ میں پانی ۴ فٹ نیچے اترتا ہے۔ ابتدائی حالت میں ارتفاع ۲۵ فٹ تھا۔ تو اُس مربع سوراخ کے ضلع کو دریافت کرو جس کے ذریعہ اخراج ہورہا ہے اور جس کی قدر ۰،۶۲ ہے۔ جواب ۲ انچ۔

(۱۱) ایک استوانی حوض کا تعلق جس کی افقی تراش کا قطر ۶ فٹ ہے ایک دوسرے حوض سے جس کا قطر ۳ فٹ ہے ایک غرقاب ۱ انچ قطر والے نل کے ذریعہ کردیا گیا ہے۔ اس نل کو کھولتے وقت چھوٹے حوض میں بڑے حوض کے مقابلہ میں پانی کا لیول ۴ فٹ زیادہ بلند تھا۔ تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی دونوں سطوح ایک ہی لیول پر آجائنگی س = ۰،۷۵۔ جواب ۱۱ دقیقہ ۳۱ ثانیہ۔

(۱۲) ایک حوض سے دوسرے میں بذریعہ ایک غرقاب نل کے جس کی تراش ۴ مربع انچ ہے پانی کا اخراج ہوتا ہے۔ حوض جس سے کہ اخراج ہوتا ہے ۶ فٹ مربع ہے۔ اور حوض جس میں کہ یہ اخراج داخل ہوتا ہے ۲ فٹ مربع ہے۔ اگر پانی کے لیول کا ابتدائی فرق ۹ فٹ ہوتو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں پانی کی سطوح یک ہی لیول پر پہنچ جائینگی۔ س = ۰،۷۔ جواب ۲ دقیقہ ۱۹ ثانیہ۔

(۱۳) دو گودیاں (Docks) جن کی دیواریں انتصابی ہیں ان کے سطحی رقبے ۱۰ ایکڑ اور ۶ ایکڑ ہیں اور ان دونوں کا تعلق دو دروازوں کے

ذریعہ ہے جن میں سے ہر ایک میں ۴ فٹ مربع کے دو توم ہیں ان کے سل (Sills) تہ کے لیول پر ہیں ۔ جب بڑی گودی میں پانی کی گہرائی ۲۹ فٹ ہے اور چھوٹی میں ۴ فٹ اس وقت تختوں کو کھول دیا بتاؤ کہ کتنے وقفہ کے بعد دونوں گودیوں میں پانی کی بلندی ایک ہی ہو جائیگی ۔ اور اس وقت اس کی گہرائی کیا ہوگی ۔ (جامعہ ۱۹۱۸ء) ۔جواب (۱) ۲ گھنٹے ۵۰ دقیقہ (۲) ۱۹٫۶۳۵ فٹ

(۱۴) ایک پن تالا ۱۵۰ فٹ لمبا، ۲۰ فٹ چوڑا ہے اور اٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے ۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ گہرا اور $2\frac{1}{2}$ فٹ چوڑا ہے ۔ اور جن کے مرکز نہر کے بالائی حصے کے پانی کے لیول سے ۶ فٹ نیچے ہیں ۔ اور پن تالا انہی ابعاد کے دو غرقاب توموں سے خالی بھی کیا جا سکتا ہے ۔ بتاؤ کہ تالے کو بھرنے اور خالی کرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) ۔جواب (۱) ۳ دقیقہ ۱۶ ثانیہ (۲) ۳ دقیقہ ۱۰ ثانیہ ۔

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

سیالی رگڑ کے کلیے
رگڑ کی قدر
نلوں میں رفتار
ماقوائی اوسط نصف قطر
مجازی اُتار، یا ماقوائی ڈھال
رفتار اور مجازی ڈھال
ڈارچی (Darcy) کی قیمتیں رگڑ کے قدر کی
رفتار اور اِخراج
عملی سوالات
چھوٹے نل
نقصانِ ارتفاع بوجہ رفتارِ داخلہ
سیفن توتم
خط نل کا میلان
ارتفاع کے معمولی نقصانات، کہنیاں، خم، سکڑاؤ، اضافے
شاخدار صدر نل
نل جو بھرے ہوئے نہ بہ رہے ہوں
ڈیوپیٹ (Dupuit) کی مساوات
دھاریں
مثالیں

(۶۸) **سیالی رگڑ** — جب کبھی پانی کی رَو ایک ایسے نل یا نہر میں داخل ہوتی ہے جس کا ڈھال یا اُتار مقررہ ہو تو یہ مشاہدہ ہوتا ہے کہ ڈھال خواہ کچھ ہی ہو رفتار بہت جلد یکساں قائم ہو جاتی ہے جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ رَو کے اطراف کی وجہ سے حرکت میں جو مزاحمت ہوتی ہے وہ

قوتِ جاذبہ کا پورا پورا توازن کر دیتی ہے، اور نیز یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ پلیٹ ۶
مقدارِ مزاحمت کا انحصار رفتار پر ہوتا ہے۔ مزاحمت کی نوعیت کو جسے سہولت کی غرض سے فرکی (Frictional) کہتے ہیں اس حقیقت کی وجہ سے سمجھی جائیگی کہ اطراف کے کھردرے پن سے پانی کی رَو میں گرداب پیدا ہوتے ہیں جس کی وجہ سے سیالی ریشے ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں اور اس طرح نالے کی روانی کے خط میں ان کی رفتاروں میں رکاوٹ پیدا ہوجاتی ہے۔ اطراف کے قریب کے ریشوں کی رفتار بہ نسبت اُن کے جو پانی کی تراش کے مرکز کے قریب ہوں کم ہوتی ہے۔ بہرحال تمام ریشوں کی اوسط رفتار یکساں ہوتی ہے اور سیال کے متعلق یہ خیال کیا جاسکتا ہے کہ وہ مسطح پرتوں میں جو رَو کی آڑی تراشش کے متوازی ہوں بہ رہا ہے۔

سیال اور ٹھوس سطوح کے مابین کلیاتِ رگڑ حسبِ ذیل ہیں:—

ا۔ رگڑ کی مزاحمت ٹھوس سطح کی نوعیت کے متناسب ہوتی ہے لیکن دباؤ کا اس پر کچھ اثر نہیں ہوتا۔

۲۔ رگڑ کی مزاحمت بڑی سطحوں کے لیے سطحوں کے رقبوں کے متناسب ہوتی ہے۔

۳۔ معمولی رفتاروں کے لیے، فرکی مزاحمت رفتاروں کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ بہت قلیل رفتاروں کے لیے جو ایک انچ فی ثانیہ سے زاید نہ ہوں فرکی مزاحمت رفتاروں کے ساتھ تقریباً متغیر ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ سطحِ تماس کا رقبہ $قَ$ ہے۔ $ک$ مزاحمت پاؤنڈوں میں جب کہ رفتار ایک فٹ فی ثانیہ ہو۔ $م$ مزاحمت جب کہ رفتار $ر$ فٹ فی ثانیہ ہو تو معمولی رفتاروں کے لیے کلیاتِ بالا کی رُو سے $م = ک \times قَ \times ر^2$ اگر $مہ = \frac{2ج\,ک}{و}$ تو

$$م = \frac{مہ \times و \times قَ \times ر^2}{2ج} \quad \ldots\ldots\ldots (۳۹)$$

یہاں $مہ$ سے مراد رگڑ کی قدرِ نما ہے۔ اس کی قیمتیں (جو $ک$ کی قیمتوں سے

پلیٹ ۲
کچھ زیادہ مختلف نہیں ہوتیں) تجربے سے معلوم کی جاتی ہیں۔ مثلاً پوری طرح رنگ چڑھائے ہوئے لوہے کے لیے، مہ = ۰۰۴۹ء، اور وارنش کی ہوئی سطح کے لیے مہ = ۰۰۲۶ء۔

(۶۹)۔ نلوں میں رفتار —— فرض کرو کہ نل کا میلان افق کے ساتھ ق ہے

و انتصابی آتار فٹوں میں طول ل میں

ق پانی کی تراش کا رقبہ

ب اُس کا ترشدہ گھیر

اور یہ تصور کرلو کہ نل کے پورے طول میں دباؤ یکساں ہے فرکی مزاحمت سطح کے اور رفتار کے مربع کے ساتھ متغیر ہوتی ہے یعنی م = ک ب ل ر۲ جہاں ک سے مراد کوئی مقدار مستقلہ ہے۔ پانی کی مقدار ق ل بلندی و تک گرنے میں و ق و ل کام کرتی ہے۔ مزاحمت پر غلبہ ل طول میں حاصل کیا جاتا ہے۔ مزاحمت پر جو کام صرف ہوتا ہے وہ م ل = ک ب ل ر۲ ل۔

ان مقادیر کو مساوی ہونا چاہیے ∴ $\frac{\text{ک ر}^2}{\text{و}} = \frac{\text{ق} \times \text{و}}{\text{ب} \times \text{ل}}$ یعنی $\frac{\text{۲ ج ک}}{\text{و}} \times \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ ج}} = \frac{\text{ق}}{\text{ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{ل}}$ یا اگر ہم $\frac{\text{۲ ج ک}}{\text{و}}$ کے لیے مہ لکھیں تو $\frac{\text{مہ ر}^2}{\text{۲ ج}} = \frac{\text{ق}}{\text{ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{ل}}$

جہاں مہ سے مراد رگڑ کی قدر ہے۔ جس کی قیمت تجربہ سے تعیین کرنی چاہیے۔ نسبت $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ کو ماقوائی اوسط عمق (م' ا' ع) کہا جاتا ہے۔ یا ماقوائی اوسط نصف قطر (م' ا' ن) کہتے ہیں۔ کیونکہ اگر ترشدہ گھیر کی گولائی کو پھیلا دیا جائے اور نہر کو اُس پر پھیلایا جائے تو $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ وہ عمق ہوگا جو تمام پر یکساں ہوگا۔ ماقوائی اوسط نصف قطر علی العموم ن سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ نسبت $\frac{\text{و}}{\text{ل}}$ ڈھال کا جیب ہے اور اسے ڈ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

پلیٹ ۲

لہذا $\frac{\text{مہ} \times \text{ر}^2}{۲\text{ج}}$ = ن ڈ .... (۴۰)

(۷۰) مجازی ڈھال — مساوات (۴۰) کی تبدیلی

سے و = $\frac{\text{مہ ل}}{\text{ن}} \times \frac{\text{ر}^2}{۲\text{ج}}$ یہ نل کی مزاحمت پر غلبہ پانے کے لیے مطلوبہ ارتفاع ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک اور ارتفاع و درکار ہوگا یہ رفتار ر پیدا کرنے کے لیے اور نل کے داخلے پر سکڑاؤ کی مدافعت کے لیے ہوگا۔ فرض کرو کہ ج د شکل ۴۶ کسی پانی کے خزانہ کا ایک نل ہے جو ہوا میں اخراج کر رہا ہے۔ نل کے مقامِ اخراج پر مجموعی ارتفاع ی گ ہے۔ فرض کرو کہ ی ف، و کو تعبیر کرتا ہے تو ف گ، ارتفاع و ہوگا جو مزاحمت کے مقابلہ کے لیے درکار ہے۔ ف د کو ملاؤ۔ چونکہ مزاحمت کا ارتفاع و مساوات (۴۰) کی رُو سے ل کے متناسب ہے۔ مثلث ف د گ کا معیّن ک ل م نل کے کسی نقطہ ل پر کے اُس ارتفاع کو ظاہر کرتا ہے جو نل کے حصہ ل د میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے مطلوب ہوتا ہے۔ لہذا اگر ایک انتصابی نل ل پر داخل کردیا جائے تو پانی اُس نل میں ک کے مقام تک چڑھیگا اور نل میں دباؤ اُس مقام پر و × ک ل ہوگا۔ خط ف د کو نل کا **مجازی ڈھال** یا **ماقوائی ڈھال** کہتے ہیں۔ اگر نل ف د پر ڈال دیا جائے تو اُس سے وہی رفتار اور اخراج حاصل ہوگا لیکن پانی پورے نل میں بلا کسی دباؤ کے بہیگا۔ اسی طرح د اور پانی کے خزانہ کے مابین کوئی سے بھی مستقیم یا منحنی خط پر نل ڈالا جاسکتا ہے۔ بشرطیکہ نل کا خط پورا مجازی ڈھال ف د سے نیچے واقع ہو۔ اگر نل کا خط ن و د مجازی ڈھال کے اوپر واقع ہو تو نل، سیفن کا عمل کریگا (دفعہ ۸) اور بھرا ہوا بہیگا۔ بشرطیکہ و پ ۳۴ فٹ سے زاید نہ ہو۔ عملاً ہوا پانی سے جدا ہوجاتی ہے اور و پر جمع ہونیکی طرف مائل رہتی ہے اس کا سبب یہ ہے کہ مجازی ڈھال پر عمل کرنے والا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ ہوتا ہے اور و پر عمل کرنے والا دباؤ ضرور اس سے کم ہونا چاہیے۔ اس وجہ سے نل بھرا ہوا نہیں بہیگا۔ اس صورت کے حل کرنے کے طریقے کو آگے چل کر بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۶)۔

پلیٹ ۶

چونکہ ک م وہ ارتفاع ہے جو کہ طول ل د میں مزاحمت پر غلبہ کے لیے درکار ہے - اس لیے ک ق ارتفاع نل کے ل ج حصہ میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ہوگا - اب رفتار پیدا کرنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے وہ ر ق ہے - اس لیے اگر نل کے کسی نقطہ ل پر کا مجموعی نقصانِ ارتفاع طول ج ل میں ر ک ہو اور اس کو ی ر پر سے نیچے مرتسم کیا جائے تو مجازی ڈھال پر ایک نقطہ ک ملیگا اور ک اور نل کے مابین خط کا حصہ اگر باقی رہا تو ل پر کے دباؤ کو تعبیر کریگا - اگر نل کے اختتام د کو کواڑی سے بند کر دیا جائے تو پانی انتصابی نل میں ر تک چڑھ جائیگا اور ل پر کا مجموعی ارتفاع ل پر دباؤ پیدا کرنے میں کام آئیگا۔

اگر نل کو کسی خاص دباؤ کے تحت بہنا ہو جیسا کہ عام طور پر شہروں میں پانی پہنچانے کے لیے ضروری ہوتا ہے تو اُس دباؤ کے مطابق ارتفاع د ص کو قائم کرلو اس صورت میں مجازی ڈھال ف ص ہوگا - شہروں میں موثر طور پر آگ بجھانے کے کام کے لیے د ص ۵۰ سے ۷۵ فٹ تک ہونا چاہیے -

نلوں کے لمبے لمبے سلسلوں میں ارتفاع ی ف مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں اس قدر قلیل ہوتا ہے کہ اُسے نظر انداز کیا جا سکتا ہے اور ایسے نلوں کی صورت میں ہمیں صرف مساواتوں $\frac{مہ \times ر^{۲}}{۲ج} =$ ن ڈ اور خ = ق ر کو حل کر لینا کافی ہے - تاکہ رفتار اور اخراج معلوم ہو جائیں - چھوٹے نلوں کی صورت کو بعد میں بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۴) - یہ اچھی طرح ذہن نشین رکھنا چاہیے کہ ڈھال ڈ جس کا ذکر پہلے جملوں میں آچکا ہے مجازی ڈھال ہے - اس کے لیے یہ ضروری نہیں کہ خاص نلوں کا بھی یہی ڈھال ہو۔

(۷۱) رفتار اور مجازی ڈھال —— نتیجہ (۴۰) کو

دباؤ کا لحاظ کرتے ہوئے بطریقۂ ذیل حاصل کیا جا سکتا ہے - نل کے ایک طول ج ج۱ = ل پر غور کرو (شکل ۴۷) اور فرض کرو کہ وقت و میں حجم ج ج۱

پلیٹ ۱۹

مقام د۱ د۲ پر جا پہنچتا ہے۔ مان لو کہ نل کی تراش کا رقبہ ق ہے اور خ اخراج فی ثانیہ ہے۔

فرض کرو کہ د۱ د۲ نقاط ج۱ ج۲ پر دباؤ ہیں۔ ظ۱ ظ۲ ان نقاط کے ارتفاع بنیادی خط پر ہیں۔ نل کا جو حصہ زیر غور ہے اس میں پانی ر رفتار سے داخل ہوتا ہے، اور اسی رفتار سے خارج ہوتا ہے۔ اس طور پر توانائی بالفعل میں کوئی تغیر نہیں ہوتا۔ لہذا توانائی بوجہ جاذبہ جمع توانائی بوجہ دباؤ = توانائی جو مزاحمت پر غالب ہونے میں صرف ہوتی ہے۔ حجم ج۱ ج۲ کا انتقال د۱ د۲ کے محل تک ج۱ د۱ کے ج۲ د۲ تک کے انتقال کا معادل ہے۔ یعنی وزن و ق (ج۱ د۱) جو برابر ہے و × خ وَ (وقت) کے ظ۱ - ظ۲ ارتفاع میں نیچے گرجاتا ہے۔

∴ توانائی بوجہ جاذبہ = و خ وَ (ظ۱ - ظ۲)۔

توانائی بوجہ دباؤ = د۱ ق (ج۱ د۱) - د۲ ق (ج۲ د۲) = (د۱ - د۲) خ وَ۔

سطح ب × ل کی مزاحمت مساوات (۳۹) کی رو سے = مہ و ب ل ر²/۲ج

مزاحمت کی توانائی = مہ و ب ل ر²/۲ج (ج۱ د۱) = مہ و ب ل ر²/۲ج ر وَ

پس و خ وَ (ظ۱ - ظ۲) + (د۱ - د۲) خ وَ = مہ و ب ل ر²/۲ج · خ/وق · وَ

∴ ظ۱ - ظ۲ + د۱/و - د۲/و = مہ ب/ق ل ر²/۲ج

مگر (د۱/و + ظ۱) - (د۲/و + ظ۲) سطحی اُتار ا ہے۔

∴ مہ ر²/۲ج = ق/ب · ا/ل = ن ڈ

(۷۲) رگڑ کی قدر یا فرکی قدر — کسی خاص نوعیت کی

سطح کے لیے فرکی قدر مہ کی قیمت مستقل نہیں ہوتی بلکہ اس کی قیمت رفتار کے ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ اس لیے ہم جیسا کہ ڈابوسان[۴۱] اٹلوئین[۴۲] اور پرونی[۴۳] نے

Prony ۴۳   Eytelwein ۴۲   D'Aubuisson ۴۱

پلیٹ ۷ تجویز کیا ہے $\text{مہ} = \text{ا} + \frac{\text{ب}}{\text{ر}}$ کی شکل میں لکھ سکتے ہیں۔ ڈارچی ۱؎ کے تجربات سے جو پیرس میں کیے گئے ہیں ظاہر ہوتا ہے کہ ایسے نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک استعمال ہوتے رہے ہوں مہ کی قیمت پر ابتدائی سطح کی نوعیت کا کچھ بہت اثر نہیں ہوتا مہ کی قیمت کا بڑا انحصار رفتار پر ہوتا ہے۔ رفتار کی قیمت $\sqrt{\text{م ان ڈ}}$ کے متناسب ہوتی ہے اور ڈارچی نے یہ معلوم کیا ہے کہ عملی مقاصد کے لیے قدر کو (ماقوائی اوسط نصف قطر) م، ا، ن کی رقموں میں ظاہر کیا جا سکتا ہے یا نل کے قطر کی رقموں میں۔ اس طرح $\text{مہ} = \text{ا} \left(۱ + \frac{\text{ب}}{\text{ق}}\right)$ یہاں ق سے مراد نل کا قطر فٹوں میں ہے۔ $\text{ب} = ۰۸۴. = \frac{۱}{۱۲}$ تقریباً، $\text{ا} = ۰۰۵.$ نئے لوہے کے نلوں کے لیے یا ۰۱. اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ مستعمل رہے ہوں۔

لہذا نئے نلوں کے لیے $\text{مہ} = ۰۰۵. \left(۱ + \frac{۱}{۱۲\,\text{ق}}\right)$ .... (۴۱)

مستعملہ نلوں کے لیے $\text{مہ} = ۰۱. \left(۱ + \frac{۱}{۱۲\,\text{ق}}\right)$ .... (۴۲)

یہ قیمتیں صرف معمولی رفتاروں کی صورتوں میں درست ہیں جب کہ رفتاروں کی قیمتیں ۴ انچ فی ثانیہ سے زاید ہوں۔ دیکھو دفعہ ۶۸۔

(۴۷) رفتار اور اخراج —— مساوات (۴۰) کی رُو سے

$$\text{ر} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{مہ}}}\,\sqrt{\text{م ان ڈ}} = \text{س}\,\sqrt{\text{م ان ڈ}}$$

اگر ق فٹوں میں نل کا قطر ہو تو م، ا، ن ہوگا۔

$$\frac{\pi\,\text{ق}^۲}{۴} \div \pi\,\text{ق} = \frac{\text{ق}}{۴}$$

$$\therefore \text{ر} = \frac{\text{س}}{۲}\sqrt{\text{ق ڈ}} \quad \text{اور خ} = \frac{\pi\,\text{ق}^۲}{۴} \times \text{ر}$$

س کی قیمتیں مختلف نلوں کے لیے مساوات (۴۱) یا (۴۲) کی رُو سے بطریق ذیل بہ آسانی معلوم کیجا سکتی ہیں:—

۱؎ (Darcy)

پلیٹ ۷

نل کا قطر		س کی قیمتیں	
		نئے نل	پرانے نل
½ انچ	$قَ = \frac{۱}{۲۴}$	۶۵	۴۶
۱ انچ	$قَ = \frac{۱}{۱۲}$	۸۰	۵۶
۳ انچ	$قَ = \frac{۱}{۴}$	۹۸	۷۰
۶ انچ	$قَ = \frac{۱}{۲}$	۱۰۵	۷۴
۱۲ انچ	قَ = ۱	۱۰۹	۷۷
۲۴ انچ	قَ = ۲	۱۱۱	۷۸
۳۶ انچ	قَ = ۳	۱۱۲	۷۹

قدروں کو ترسیمی طریقے پر تختی ۷ میں دکھایا گیا ہے ۔
پانی کے صدر نلوں کے متعلق کچے یا آزمائشی حل کے لیے س کو ۷۸ لیا جا سکتا ہے ۔
تب مستعمل نلوں کے لیے (نلوں کی تجویز کرتے وقت اس بات کا لحاظ ضروری ہوتا ہے کہ اُن نلوں سے جو کچھ عرصہ استعمال میں آ چکے ہوں مطلوبہ اخراج حاصل ہو)

$$ر = ۳۹ \sqrt{قَ\ ڈ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴۳)$$

$$خ = \frac{\pi\ قَ^{۲}}{۴} . ر \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴۴)$$

مساوات (۴۳) اور (۴۴) کی رو سے

$$خ = \frac{۳۹ \times ۲۲}{۷ \times ۴}\ قَ^{۲} \sqrt{قَ\ ڈ}$$ اور

پلیٹ ۷

$$ق = ۴۵ ۲۵ ۴۵ \sqrt[۵]{\frac{خ^۲}{ڈ}} \quad .... (۴۵)$$

ان مساوات سے اگر مقادیر ق، ڈ، ر، خ میں سے کوئی سی دو مقداریں معلوم ہوں تو باقی کی دو معلوم کی جا سکتی ہیں ۔

کسی نئے نل کے لئے حل کرنے کی صورت میں مساوات (۴۳)

$ر = ۵۵ \sqrt{ق ڈ}$ ہو جاتی ہے ۔ جس سے $ق = ۲۰ ۲۲۲، \sqrt[۵]{\frac{خ^۲}{ڈ}}$ ۔

اس سے ظاہر ہے کہ اگر مزاحمت کی قدر مہ کو دو چند کر دیا جائے تو کسی خاص اخراج کے لیے مطلوبہ نل کے قطر کو تقریباً ۱۳ فی صدی بڑھانا ہوگا ۔

حسبِ ذیل وہ انتہائی رفتاریں ہیں جنہیں صدر نل اور اُن کی شاخوں میں جائز رکھا جا سکتا ہے ۔

قطر انچوں میں	۴	۸	۱۲	۱۵	۲۴	۳۶
رفتار فٹ فی ثانیہ میں	۲٫۵	۳٫۰	۳٫۵	۴٫۰	۵٫۵	۶٫۵

مثال ۴۷ ۔ (ا) ۴ فٹ قطر کے ایک میل لمبے نل کا کیا اخراج ہوگا جس کا ڈھال ۵۲۸۰ میں ۱ ہو اور جس کا ارتفاع در آمد منفذ کے مرکز پر ۱۱ فٹ ہو؟

(ب) اس ارتفاع میں کتنی زیادتی کرنی ہوگی تاکہ اخراج دو چند ہو جائے ۔

(ج) ۱ فٹ قطر کے کتنے نل اُتنا ہی اخراج دینگے جتنا کہ ۴ فٹ قطر کے نل سے ہوتا ہے ۔ (جامعہ ۱۹۳۳ء) ۔

$$(ا)\ ر = ۳۹ \sqrt{ق ڈ} = ۳۹ \sqrt{۴ \times \frac{۱}{۱۳۲۰}} = \frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}}$$

$$خ = \frac{\pi ق^۲}{۴} ر = \frac{۲۲}{۷} \times \frac{۱۶}{۴} \times \frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}} = \frac{۴۹۰٫۳}{\sqrt{۱۱۰}}$$

= ۴۹ مکعب فٹ فی ثانیہ

پلیٹ ۷ اور جب نل نیا ہو تو اخراج مساوی ہوگا $\frac{۵۵}{۳۹} \times ۴۹ = ۶۹$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ب) اخراج، رفتار کے متناسب ہے اور ارتفاع، رفتار کے مربع کے، اس لیے اخراج کو دوچند کرنے کے لیے رفتار کو چارچند کرنا ہوگا۔

(ج) خ کا تغیر $قَ^{\frac{۵}{۲}}$ کے مطابق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ خ ایک فٹے نل کا اخراج ہے۔ تب $خ = \left(\frac{۱}{۴}\right)^{\frac{۵}{۲}} خ = \frac{۱}{۳۲} خ$ اس لیے ۳۲، ۱۲-انچی نل درکار ہونگے۔

مثال ۸ الف۔ اس نل کا قطر معلوم کرو جس کا طول ۱۲۱۰۰ فٹ، اور جس کے نچلے سرے پر ارتفاع ۹ فٹ ہے اور جس کو ۶ گھنٹوں میں ۱۰ گیلن فی کس کے حساب سے ۴۰۰۰۰ کی آبادی کو پانی بہم پہنچانا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۶ء)

$$خ = \frac{\frac{۱}{۶٫۴} \times ۱۰ \times ۴۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰ \times ۶} = \frac{۸۰۰}{۲۷} \text{ مکعب فٹ}$$

$$ڈ = \frac{۹}{۱۲۱۰۰}$$

$$قَ = ۲۵۴۵ء \sqrt[۵]{\left(\frac{۸۰۰}{۲۷}\right)^۲ \times \frac{۱۲۱۰۰}{۹}} = ۴ء۱۷ \text{ فٹ یا ۵۰ انچ}$$

اور نئے نل کا قطر جس سے مطلوبہ اخراج حاصل ہو برابر ہوگا

$$۵۰ \times \frac{۲۲۲۰}{۲۵۴۵} = ۴۴ \text{ انچ}$$

اگر زیادہ صحت ملحوظ ہو یا اگر نل چھوٹے ہوں تو ہمیں حسب ذیل جملے استعمال کرنے چاہییں۔

$$ر = \sqrt{\frac{۲ج}{م} ن\, ڈ} = \sqrt{\frac{ج}{۲م} قَ\, ڈ} \quad \ldots\ldots (۴۶)$$

$$م = ۰۱ء\left(۱ \times \frac{۱}{۱۲ قَ}\right) \text{ یا } م = ۰۰۵ء\left(۱ + \frac{۱}{۱۲ قَ}\right) \quad \ldots (۴۷)$$

$$خ = \frac{\pi قَ^۲}{۴} \times ر \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴۸)$$

اگر قَ اور ڈ، قَ اور ر، قَ اور خ یا ر اور ڈ، معلوم ہوں تو دوسری

پلیٹ ۶

دو مقداریں فوراً حاصل کی جاسکتی ہیں ۔ لیکن اگر ڈ اور خ معلوم ہوں جیساکہ عام طور پر نل کی تجویز کرنے میں عملاً پیش آتا ہے تو قَ کی قیمت تقریبی طریقہ پر معلوم کرنی ہوگی ۔ تقریبی مساوات $\text{قَ} = ٫۲۵۴۵ \sqrt[5]{\frac{\text{خ}^{2}\,\text{م}}{\text{ڈ}}}$ کو اگر قَ کے لیے حل کیا جائے تو مہ کی قیمت کافی صحیح معلوم ہوجائیگی ۔

$$\text{تب خ} = \frac{\pi}{4}\,\text{قَ}^{2}\sqrt{\frac{\text{ج}}{4\,\text{مہ}}\cdot\text{قَ}\cdot\text{ڈ}}\quad\text{جس سے}\quad \text{قَ}^{5} = \frac{\text{خ}^{2}\,\text{مہ}}{\pi^{2}\,\text{ڈ}}$$

مثال (۳۹) ـ مثال ۳۷ (ل) کو لو: ــــ $\text{مہ} = ٫۰۱\left(1 + \frac{1}{48}\right) = ٫۰۱۰۲$

$$\text{خ} = \frac{16\times22}{4\times7}\sqrt{\frac{32}{٫۰۲۰۴}\times4\times\frac{1}{440}} = ۴۷٫۴۶ \ \text{مکعب فٹ فی ثانیہ}$$

مثال (۴۰) ـ مثال ۳۸ کو لو: ــــ تقریبی ضابطہ کی رُو سے ہمیں قَ = ۴٫۱۷ حاصل ہوتا ہے ۔

$$\therefore\ \text{مہ} = ٫۰۱\left(1 + \frac{1}{50}\right) = ٫۰۱۰۲$$

$$\text{قَ}^{5} = \frac{\text{خ}^{2}\,\text{مہ}}{\pi^{2}\,\text{ڈ}} = \left(\frac{800}{27}\right)^{2}\times ٫۰۱۰۲ \times\left(\frac{7}{22}\right)^{2}\times\frac{12100}{9}$$

جس سے قَ = ۴٫۱۴ فٹ ۔

مثال (۴۱) ـ ایک ۴ انچی نل کی صدر شاخ (شکل ۴۸) جو ایک بازار میں ڈالی گئی ہے ہر ایک گھر کو $\frac{3}{4}$ انچ کے خانوی نل کے ذریعہ پانی بہم پہنچاتی ہے ۔ ان میں سے ایک خانوی نل جو ۲۷ فٹ لمبا ہے اس پر کا سب سے اونچا مقام صدر نل سے ۴۴ فٹ بلندی پر ہے ۔ اگر صدر نل میں دباؤ $15\frac{1}{2}$ پونڈ فی مربع انچ ہو تو خانوی نل کی چوٹی سے کتنے گیلن فی دقیقہ کا اخراج حاصل ہوسکتا ہے؟ صدر نل کتنے گھروں کو پانی بہم پہنچائیگا ۔

$$\text{صدر نل کی شاخ کا ارتفاع}\ \frac{\text{د}}{\text{و}} = \frac{144\times15\frac{1}{2}}{62\frac{1}{2}} = 36\ \text{فٹ ۔}$$

$$\text{خانوی نل کا مجازی ڈھال}\ \frac{2}{72} = \frac{1}{36}$$

پلیٹ ۱

$$\text{قَ} = \frac{۳}{۴}\ \text{انچ} = \frac{۱}{۱۶}\ \text{فٹ}،\ \text{مہ} = ۰۱ر۰\left(۱ \times \frac{۱}{۱۲\text{قَ}}\right) = ۰۲۳ر۰$$

$$\text{س} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{مہ}}} = \frac{۸}{۰۱۵ر} = ۵۳$$

$$\text{خ} = \frac{\pi\,\text{قَ}^۲}{۴}\,\text{س}\sqrt{\frac{\text{قَ}}{۴}\text{ڈ}} = \frac{۲۲}{۲۸} \times \frac{۱}{(۱۶)^۲} \times \frac{۵۳}{۲}\sqrt{\frac{۱}{۱۶} \times \frac{۱}{۳۶}}$$

جس سے اخراج فی دقیقہ = ۲۰۳ر مکعب فٹ = ۱/۴ ۱ گیلن تقریباً
گھروں کی تعداد جن کو پانی بہم پہنچایا جاسکتا ہے یعنی ۳/۴ انچ قطر کے خانوی نلوں کی تعداد جن سے تقریباً اتنا ہی اخراج حاصل ہوگا جتنا کہ ۴ انچ کے صدر نل سے حاصل ہوتا ہے۔ $(۴ \div \frac{۳}{۴})^{\frac{۵}{۲}} = ۶۵$ ہوگی۔

(۴۷) ۔ **چھوٹے نل** —— چھوٹے نلوں میں رفتار پیدا کرنے کے لیے اور داخلہ کے سکڑاؤ پر غالب آنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے اس کو حساب کرتے وقت شامل کرنا ضروری ہے ۔ عمومی استوانی داخلہ (دفعہ ۲۰) کے لیے س = ۸۲ر اور سکس = ۱ ∴ سر = ۸۲ر ۔ پس اگر نل میں حقیقی رفتار ر ہو اور اس رفتار کو پیدا کرنے والا اور مزاحمت بوقت داخلہ پر غالب آنے والا ارتفاع اً ہو تو ر = ۸۲ر $\sqrt{۲\text{ج}\ \text{اً}}$

$$\therefore \text{اً} = ۵ر۱ \frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}}\ ۔$$

مساوات (۴۰) کی رُو سے مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ارتفاع ا = $\text{مہ}\frac{۴\text{ل}}{\text{قَ}} \times \frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}}$ ۔ پس اَ = ا + اً = $\left(۵ر۱ + \frac{\text{مہ}\ ۴\text{ل}}{\text{قَ}}\right)\frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}}$

اور $\text{ر} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}\ \text{اَ}\ \text{قَ}}{۵ر۱\ \text{قَ} + ۴\ \text{مہ}\ \text{ل}}}$ .... (۴۹)

اس جملے سے حقیقی رفتار معلوم کی جاسکتی ہے یا حقیقی رفتار معلوم کرنے کے لیے ہم طریقۂ ذیل استعمال کرسکتے ہیں :-

پلیٹ ۶

رفتار اور اس لیے اخراج √ه کے تناسب ہوتا ہے - ایک دیے ہوئے نل میں رفتار ر معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ رفتار رَ ہے - ان ارتفاعوں کی قیمتوں کا تخمینہ کرو جو رفتار رَ پیدا کرنے کے لیے اور مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہونگے اور اُن کو جمع کرو - تب

ر/رَ = √{حقیقی ارتفاع / تخمینی ارتفاع}

مثال (۴۲) - ایک ۱۵ فٹ لمبے ۱۲ انچی نل کا اخراج معلوم کرو جب کہ ارتفاع ۴ فٹ ہے - رفتار کو ۱۰ فٹ فی ثانیہ تصور کرو -

(۱۰)² = (۳۹)² ق ذ = ۱۵۲۱ ، ل/ق = ۱۵ ∴ ل = ۱۵۰۰/۱۵۲۱ = ۰.۹۹

گ = (۱.۵) ر²/۲ج = ۳/۲ × ۱۰۰/۶۴ = ۲.۳۴

∴ مجموعی ارتفاع = ۲.۳۴ + ۰.۹۹ = ۳.۳۳

لیکن حقیقی ارتفاع ۴ فٹ ہے، ∴ حقیقی رفتار = ۱۰ √(۴/۳.۳۳)

= ۱۰.۹۵ فٹ فی ثانیہ

خ = πق²/۴ × ر = ۲۲/۷ × ۱/۴ × ۱۰.۹۵ = ۸.۶ مکعب فٹ فی ثانیہ

اس مثال سے ظاہر ہوگا کہ رفتار پیدا کرنے کے لیے ضروری ارتفاع ۲.۳۴/۰.۹۹ یا ۲.۴ گنا اُس ارتفاع کا ہوتا ہے جو کہ مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہے -

اگر تمام مزاحمتوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو نظری اخراج، ۴ فٹ ارتفاع والے نل سے (دفعہ ۱۴) πق²/۴ √۲ج ل = ۱۲.۵ مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا - اگر ایسے نل کو جس کا طول قطر کا ۱۵ گنا ہو ایک سادہ منفذ

پلیٹ ۶

تصور کرلیا جائے تو اخراج کی قدر س = $\frac{۸٫۶}{۱۲٫۵}$ = ۰٫۷ تقریباً ہوگی - اس نتیجہ کا مقابلہ دفعہ ۱۲ سے کرو۔

مساوات (۴۹) سے ظاہر ہوگا کہ اگر نل طویل ہو تو شمار کنندہ کی پہلی رقم دوسری رقم کے مقابلہ میں بہت چھوٹی ہوگی اس لیے اس پہلی رقم کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے - چونکہ پانی کے نلوں میں رفتار علی العموم ۲ سے ۵ فٹ فی ثانیہ تک ہوتی ہے - اس لیے بڑے سے بڑا ارتفاع جو رفتار پیدا کرنے کے کام میں لایا جاسکتا ہے تقریباً ۱٫۵ $\frac{(۵)^۲}{۲ج}$ = ۰٫۶ فٹ ہوگا - یہ ارتفاع ایک طویل سلسلہ میں، مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں قلیل ہوگا۔

اگر داخلہ زنگولی دہنال ہو تو سوراخ کے لیے اخراج کی قدر کی قیمت ۰٫۹۷ تک ہوسکتی ہے اس طرح ژ = ۱٫۰۸ $\frac{ر^۲}{۲ج}$ -

(۷۵) - سیفن توم —— یہ ایک خمیدہ آہنی نل ج د ی ف (شکل ۴۹) ہے - اس کے ذریعہ سے تالاب کے کٹے پر سے یا نہر کے پشتہ پر سے پانی کو خارج کیا جاسکتا ہے - اس قسم کا توم ناگپور کے آب کارخانوں میں کام دیتا ہے اور اس کو پیریا (پیراجاکٹ) کے بند کی تعمیر کے زمانہ میں پانی کی رسد رسانی کے لیے پیش کیا گیا تھا - ایک سیفن نل قطر میں ۶ فٹ سے زیادہ اس غرض کے لیے تجویز کیا گیا تھا - شکل ۴۹ سے جلد ہی واضح ہوجائیگا کہ اخراجی اور فراہمی مجروں کے پانی کے لیولوں کا فرق موثر ارتفاع ہے - فرض کرو کہ مقامات ج اور ف پر ہوائی دباؤ کو پانی کی ۳۴ فٹ گہرائی سے بدل دیا جائے تو سیفن ایک غرقاب منفذ ہوجائیگا - اور موثر ارتفاع پانی کی خیالی سطحوں کا فرق ہوگا جو پانی کی حقیقی سطحوں کے فرق ر کے مساوی ہوگا - اس سے ظاہر ہے کہ اگر خم ج د کی اونچائی میں تبدیلی بالائی سطح آب کے اوپر ہو تو رفتار اور اخراج پر کوئی اثر نہیں پڑتا اس میں شرط یہ ہے کہ ارتفاع ہمیشہ ۳۴ فٹ سے کم رہے - سیفن ہوا خارج کرکے یا پانی سے بھر کے کام میں لایا جاسکتا ہے - جب سیفن کام

کر رہا ہوتا ہے تو بہتے پانی سے جدا ہونے والی ہوا موڑ میں جمع ہونے کی طرف مائل رہتی ہے اور اس لیے ایک ظرف کا انتظام ضروری ہوجاتا ہے تاکہ بھرپور اخراج حاصل ہوتا رہے۔ پلیٹ ۶

سیفن نکاسی چادروں کے استعمال کی تجویز تالابوں اور نہروں کے لیے پیش کی جاچکی ہے۔ جوں ہی کہ پانی خم کے زیرین حصہ کے اوپر چڑھتا ہے سیفن ایک سادہ چادر کی طرح خم کے حصہ کے اوپر پانی کی گہرائی کے موافق ارتفاع رکھ کر پانی کو خارج کرنے لگتا ہے۔ جب پانی خم کے بالائی حصہ پر پہنچتا ہے تو سیفن کی طرح اپنا عمل کرتا ہے اُس وقت ارتفاع اور اس کے ساتھ ہی اخراجی قابلیت بیرونی شاخ کے صرف طول پر منحصر ہوتی ہے۔

اصطلاحی نام سیفن توم بعض اوقات پُلیا کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔ اس پُلیا میں خم نیچے کی طرف کو ہوتا ہے اور یہ نہر کی تہ کے نیچے سے پانی گذار کرلے جاتی ہے۔

یہ حقیقی معنوں میں سیفن نہیں کہا جاسکتا۔

مثال (۴۳)۔ اُس سیفن کا اخراج بتاؤ کہ جس کا قطر ۳½ فٹ اور طول ۲۴۰ فٹ ہو اور پانی کی سطحوں کا فرق ۱۲ فٹ ہو۔

فرض کرو کہ رفتار ۱۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ تب (۱۰)۲ = (۳۹)۲ قَ دؑ

= ۱۵۲۱ × ۳½ × ۹/۲۴۰

∴ مزاحمتی ارتفاع ا = (۲ × ۲۴۰ × ۱۰۰)/(۷ × ۱۵۲۱) = ۴٫۵۱ فٹ

رفتاری ارتفاع اَ = ۱٫۵ × ر۲/۲ج = ۳/۲ × ۱۰۰/۶۴ = ۲٫۳۴ فٹ

∴ مجموعی ارتفاع = ۶٫۸۵ فٹ

لیکن حقیقی مجموعی ارتفاع ۱۲ فٹ ہے۔

∴ حقیقی رفتار = ۱۰ √(۱۲/۶٫۸۵) = ۱۳٫۲۳ فٹ فی ثانیہ

خ = (رقبہ) ق × ر = π/۴ (۳½)۲ × ۱۳٫۲۳ = ۱۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

پلیٹ ۶ (۷۶) **نلوں کا میلان** —— عملی صورتوں میں نل جس زمین پر ڈالے جائیں اُس زمین کی تراش کے مطابق ہونے چاہییں۔ اور اس لیے انھیں مختلف ڈھالوں پر مختلف قطعوں میں بچھانا چاہیے۔ فرض کرو کہ نل کے اختتام پر ایک معیّن اخراج درکار ہے۔ اگر نل کا قطر مسلسل چلا گیا ہے تو مجازی ڈھال عملاً ایک خطِ مستقیم ہوگا۔ خواہ نل کے قطعوں کے ڈھال کچھ ہی ہوں وجہ یہ ہے کہ مزاحمتی ارتفاع طولوں کے ساتھ متناسب ہوتے ہیں۔ یعنی قریب قریب اُن طولوں کے اُفقی ظلّوں کے متناسب ہوتے ہیں۔ لیکن اگر نلوں کے تمام قطعوں کے قطر مساوی نہ ہوں تو ہر ایک قطعہ کا ایک خاص مجازی ڈھال ہوتا ہے۔ کیونکہ اخراج ق۲ ر کے ساتھ متناسب ہوتا ہے یعنی ق۲ √ق ڈ کے متناسب ہوتا ہے ∴ ڈ اس طرح بدلتا ہے جیسے $\frac{1}{ق^5}$ اگر اخراج مستقل ہو۔ اس لیے ایک ایسے نل کے سلسلے کے لیے جس کے قطعوں کے طول اور قطر معلوم ہوں یہ ممکن ہے کہ ہر قطعہ کے مجازی ڈھال معلوم کر لیے جائیں اس طرح پر کہ نل مسلسل بھرا ہوا ہے اور ایک مستقل اخراج حاصل ہو جائے۔ اگر ہر قطعہ کی ابتدا اور انتہا اُس کے مجازی ڈھال پر ہو تو مابینی حصّہ یا تو مجازی ڈھال پر منطبق ہوگا یا اُس سے نیچے ہوگا۔ بصورتِ دیگر اگر حقیقی خطِ نل کا موقع مقرر کر دیا گیا ہو تو خط کو قطعوں میں منقسم کر دیا جائے اور نل کے خط کے قطعہ کے تئیں نل کا قطر دریافت کر لیا جائے اس طرح پر کہ ہر ایک قطعہ کا ماقوائی ڈھال خطِ نل ہی پر شروع ہو اور ختم بھی ہو۔ موخر صورت ہی ہے کہ جس پر معمولی عمل ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ ج د ی ف (شکل ۵۰) ایک خطِ نل ہے جو زمین کی تراش کے ساتھ ساتھ جاتا ہے۔ اگر نل کا قطر یکساں تصور کر لیں تو پورے نل کے لیے مجازی ڈھال گ ف ہوگا لیکن نقطہ د اس ڈھال سے بلند ہے اس لیے یہاں ہوا جمع ہوگی اور نل بھرا ہوا نہیں بہیگا۔ اس لیے حصّہ ج د کے نل کا قطر ڈھال گ د کے لیے حل کرنا ہوگا۔ بقیہ نل کے لیے

پلیٹ ۱۶ اور ۱۷

د ف کو مجازی ڈھال مانا جاسکتا ہے۔ کیونکہ پورا حصّہ د ی ف اس خط سے نیچے ہے اور اس ڈھال کے لیے قطر حل کیا جاسکتا ہے۔ یا حصّہ د ی ف کو دو یا زیادہ قطعوں میں منقسم کیا جاسکتا ہے جیسے د ی اور ی ف اور ضروری قطر، ڈھال د ی اور ی ف کے لیے معلوم کیے جاسکتے ہیں۔ جب کسی ڈھال کے لیے کوئی ایک قطر معین کر لیا جائے تو کسی دوسرے ڈھال کے لیے قطر بہت آسانی سے معلوم کیا جاسکتا ہے کیونکہ

$$\text{خ} \propto \text{ق}^2\sqrt{\text{ق}\,\text{ڈ}} \quad \text{اور} \quad \text{خ} \propto \text{ق}_1^2\sqrt{\text{ق}_1\,\text{ڈ}_1}$$

$$\therefore \frac{\text{ڈ}_1}{\text{ڈ}} = \left(\frac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\right)^5 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵۰)$$

مثال (۴۴)۔ ۲ فٹ قطر کے ایک نل کا اُتار نصف میل کے لیے ۱۰۰۰ میں ایک ہے اور اس کے بعد چوتھائی میل تک ۲۵۰ میں ایک کے حساب سے ہے۔ اگر رسدی حوض میں پانی کا لیول نل کے بالائی سرے کے مرکز پر ۱۳٫۵ فٹ اونچا ہو تو فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۸۱ء)۔

فرض کرو کہ ج د ی (شکل ۵۸) خط نل ہے۔ نقاط ج، د اور ی پر کے ارتفاع ۱۳٫۵، ۷٫۷۷، اور ۵٫۰۱۳ فٹ ہیں۔ ف ی اوسط ڈھال کے اوپر نقطہ د ہے۔ اس لیے میلان ف د پورے نل کے اخراج کو نظم میں لاتا ہے۔

$$\text{ڈ} = \frac{۷٫۷۷}{۲۶۴۰}، \quad \text{خ} = \frac{\pi\,\text{ق}^2}{۴} \times ۳۹\sqrt{\text{ق}\,\text{ڈ}} = \frac{۲۲}{۷} \times ۳۹\sqrt{\frac{۲ \times ۷٫۷۷}{۲۶۴۰}}$$

= ۴٫۹ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

∴ اخراج فی دقیقہ = ۲۹۴ مکعب فٹ

قطعہ د ی بھرپور نہیں بہیگا اور اس لیے اُس کا قطر چھوٹا رکھنے میں فائدہ ہے تاکہ اس کا مجازی ڈھال اس کے حقیقی ڈھال $\frac{۵٫۲۸}{۱۳۲۰}$ کے برابر ہو جائے۔

$\frac{ق'}{۲} = \left(\frac{۷٫۷۷}{۱۰٫۵۶}\right)^{\frac{1}{5}}$ ∴ ق' = ۱٫۸۰ فٹ یا تقریباً ۲۲ انچ ۔

مثال (۴۵) ۔ ایک ٹنکی سے ایک نل زمین پر بچھایا گیا ہے جس کا اُتار پہلے میل میں [redacted] فٹ اور دوسرے میل میں ۲۳٫۵ فٹ ہے ۔ نل کے درآمد والے سرے کے مرکز پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے تو ہر میل کے لیے نلوں کا قطر کیا ہونا چاہیے تاکہ اخراج ۲۳۶ مکعب فٹ فی دقیقہ رہے اور جب نل نمایاں طور سے اخراج کر رہا ہو تو اُس کے سرے پر فی مربع انچ کس قدر دباؤ ہوگا اور جب اس کو ڈاٹ لگا کر بند کر دیا جائے تو دباؤ کیا ہوگا؟ (جامعہ ۱۹۳۲ء)

اس صورت میں پورا نل ڈھال ف ی (شکل ۵۲) کے نیچے واقع ہے اس لیے اس کا قطر تمام لمبائی میں یکساں رکھا جا سکتا ہے لیکن بموجب شرائط سوال نل کے قطر پہلے اور دوسرے میل میں مختلف ہونے چاہییں ۔

مجازی ڈھال ف د اور د ی ہونگے یعنی $\frac{۵۲٫۸}{۵۲۸۰}$ اور $\frac{۲۳٫۵}{۵۲۸۰}$ ۔

ج د کے لیے ق' = ۲٫۵۴۵ $\left(\frac{خ^2}{ڈ}\right)^{\frac{1}{5}}$ جہاں خ = ۳٫۹۳۳ فی ثانیہ

اور ڈ = $\frac{1}{100}$ ۔

ق' = ۲٫۵۴۵ (۳۹٫۳۳)$^{\frac{2}{5}}$ = ۱٫۱۱ فٹ ۔ گویا ۱۴ انچ قطر کا نل ۔

د ی کے لیے ہمیں معلوم ہے کہ $\left(\frac{ق'}{۱٫۱۱}\right)^5 = \frac{۵۲٫۸}{۲۳٫۵}$

∴ ق' = ۱٫۳۰ گویا ۱۶ انچی نل ۔

اگر نل آزادانہ طور پر اخراج کر رہا ہو تو اُس کا سرا ی مجازی ڈھال پر واقع ہوگا اور اس لیے دباؤ (بارِ ہوائی کو نظر انداز کرتے ہوئے دیکھو دفعہ ۷) صفر ہوگا ۔ اگر سرے ی کو ایک ڈاٹ کے ذریعہ بند کر دیا جائے تو پورا ارتفاع ۷۶٫۳ فٹ دباؤ پیدا کریگا اور دباؤ فی مربع انچ

$\frac{و ا}{۱۴۴} = \frac{۷۶٫۳ \times ۶۲٫۵}{۱۴۴}$ = ۳۳٫۱ پونڈ ہوگا ۔

پلیٹ ۷ اور ۸

(۷۷) - ارتفاع کے چھوٹے نقصان ـــــ ارتفاع کے

چھوٹے چھوٹے نقصانوں کا باعث تیز گردوں والی کہنیاں یا نل میں منحنی خم اور فوری پھیلاؤ یا سکڑاؤ ہوا کرتے ہیں۔

کہنیاں ـــ کہنیوں پر ارتفاع کا نقصان پانی کی رو میں سکڑاؤ کے باعث ہوتا ہے (شکل ۵۳)۔ اگر فہ وہ زاویہ ہو جو کہ نل کا خمیدہ حصہ حقیقی نل کے طول کے ساتھ بناتا ہے تو نقصانِ ارتفاع ضابطہ ذیل سے معلوم ہوسکتا ہے:-

$$\text{ا} = \left(\tfrac{1}{2}\,\text{جب}^2\,\text{فہ}\right)\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}}$$

خم ـــ خموں پر نقصانِ ارتفاع شکل ۵۴ ایسے ہی سبب سے ہوتا ہے۔ نقصانِ ارتفاع کے لیے ویزباش کا کچا ضابطہ $\text{ا} = \left\{0{,}131 + 1{,}85\left(\frac{\text{ق}}{2\,\text{نہ}}\right)^{\frac{7}{2}}\right\}\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}}$ ہے جہاں $\frac{\text{ق}}{2\,\text{نہ}}$ وہ نسبت ہے جو نل کے نصف قطر کو خم کے نصف قطر کے ساتھ ہے۔

پھیلاؤ ـــ جب کسی نل میں کوئی فوری پھیلاؤ واقع ہوتا ہے تو گرداب پیدا ہوتے ہیں جو توانائی کو منتشر کر دیتے ہیں اور نقصانِ ارتفاع کا باعث ہوتے ہیں۔ اگر ر اور ر_1 رفتاریں نل کے چھوٹے اور بڑے قطعوں میں ہوں (شکل ۵۵) تو وزن و کا ہر ذرہ جو رفتار ر سے حرکت کر رہا ہو و_1 وزن کے پانی کے جسم سے جو ر_1 رفتار سے حرکت کر رہا ہے ٹکرائیگا۔ سیال چونکہ نہ دبنے والا اور اس لیے غیر لچکدار ہے اس کے تصادم کے بعد کی رفتار $\bar{\text{ر}} = \frac{\text{و ر} + \text{و}_1\text{ر}_1}{\text{و} + \text{و}_1}$۔

$$\text{توانائی قبل تصادم} = \text{و}\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}} + \text{و}_1\frac{\text{ر}_1^2}{2\,\text{ج}}$$

$$\text{توانائی بعد تصادم} = (\text{و} + \text{و}_1)\frac{\bar{\text{ر}}^2}{2\,\text{ج}}$$

$$\therefore\ \text{نقصان توانائی} = \text{و}\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}} + \text{و}_1\frac{\text{ر}_1^2}{2\,\text{ج}} - (\text{و} + \text{و}_1)\frac{\bar{\text{ر}}^2}{2\,\text{ج}}$$

$$= \frac{\text{و}\,\text{و}_1}{\text{و} + \text{و}_1}\times\frac{(\text{ر} - \text{ر}_1)^2}{2\,\text{ج}}$$

پلیٹ ۸

اَب و، وِ کے مقابلہ میں غیر متناہی طور پر چھوٹا ہے۔

$$\therefore \text{نقصان توانائی} = \text{و}_1 \frac{(\text{ر} - \text{ر}_1)^2}{\text{۲ج}}$$

$$\therefore \text{پانی کے ہر مکعب فٹ میں نقصانِ توانائی} = \text{وَ} \frac{(\text{ر} - \text{ر}_1)^2}{\text{۲ج}}$$

$$\text{اور نقصانِ ارتفاع ل} = \frac{(\text{ر} - \text{ر}_1)^2}{\text{۲ج}}$$

اس لیے نقصانِ ارتفاع وہ ارتفاع ہے جو رفتارِ اضافی کے باعث پیدا ہو۔
فرض کرو کہ قَ، قَ₁ نل کے چھوٹے اور بڑے حصوں کے قطر ہیں

$$\frac{\text{ر}}{\text{ر}_1} = \left(\frac{\text{قَ}_1}{\text{قَ}}\right)^2 \quad \therefore \text{نقصانِ ارتفاع ل} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}} \left\{\left(\frac{\text{قَ}}{\text{قَ}_1}\right)^2 - 1\right\}^2$$

$$\text{اگر مثال کے طور پر قَ}_1 = \text{۲قَ تو ل} = 9 \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$$

سکڑاؤ — شکل ۵۶ میں نل کا جو تنگ حصہ بتایا گیا ہے اس میں دھار میں سکڑاؤ واقع ہوتا ہے۔ اگر نل کے چھوٹے حصہ کا رقبہ ق ہو تو دھار کی چھوٹی سے چھوٹی تراش سں ق ہوگی اور اس تراش پر رفتار $\frac{\text{ق}}{\text{سں} \times \text{ق}}\text{ر} = \frac{\text{ر}}{\text{سں}}$ ہوگی۔
اس لیے صدمہ کے باعث نقصانِ ارتفاع $\frac{1}{\text{۲ج}}\left\{\left(\frac{\text{ر}}{\text{سں}}\right) - \text{ر}\right\}^2$ یا $\left(\frac{1}{\text{سں}} - 1\right)^2 \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ ہوگا۔
اس صورت میں سکڑاؤ کی قدر کی قیمت تقریباً ۶ر. معلوم ہوتی ہے اس لیے

$$\text{نقصانِ ارتفاع ل} = \text{۴۴ر.} \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$$

مثال (۴۶) — نلوں کا ایک خط ۴۰۰۰ فٹ لمبا ایک ٹنکی سے بچھایا جاتا ہے۔ پہلے نصف طول میں اُتار ۲۰ فٹ ہے اور دوسرے نصف طول میں ۱۵ فٹ اور منفذ کے اُوپر ٹنکی میں قلیل ترین ارتفاع ۵ فٹ ہے اس میں ۲۴ کی ۳ اُفقی کہنیاں، ۹۰° کی ۴ اور ۵۰° کی ۴ لگی ہوئی ہیں۔ اخراج مطلوبہ ۳۰. مکعب فٹ فی دقیقہ ہے۔ رفتار داخلہ کو پیدا کرنے کے لیے اور کہنیوں کی

پلیٹ ۸

مزاحمت پر غالب آنے کے لیے کس قدر ارتفاع کی ضرورت ہوگی۔

ہمیں پہلے رفتار کی تقریبی قیمت معلوم کرنی چاہیے۔

$ڈ = \frac{۴۰٫}{۴۰۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}$ ، خ = ۵ مکعب فٹ فی ثانیہ ، ق = ۴۵۲۵ء۵ ڈ^{۵} | ر^{۲} = ۱۲۲ء۱

$ر = ۳۹ \sqrt{\frac{۱٫۲۲}{۴} \times \frac{۱}{۱۰۰}}$ = ۱۵ء۲ فٹ فی ثانیہ گویا ۲ فٹ

رفتارِ داخلہ کے لیے نقصانِ ارتفاع = $۵ء۱ \frac{ر^{۲}}{۲ج}$

کہنیوں کے لیے نقصانِ ارتفاع = $\frac{۱}{۲} \times \frac{ر^{۲}}{۲ج}$ {۳ جب^{۲} ۳۰° + ۴ جب^{۲} ۴۵° + ۴ جب^{۲} ۵۰°}

∴ مجموعی نقصان = $\frac{۴}{۲ \times ۶۴}$ (۳ + ۷۵ء + ۶۴ء۱ + ۴۴ء۲) = ۲۵ء فٹ یا ۳ انچ۔

(۷۸) - شاخدار صدر نل جو دو یا دو سے زاید ٹنکیوں کی رسد رسانی کر رہا ہو ——— فرض کرو کہ نل ج د (شکل ۵۷) صدر خزانۂ آب ج سے ٹنکی ی اور ف کو صدر نل کی شاخوں د ی اور د ف کے ذریعہ پانی بہم پہنچاتا ہے۔ ی اور ف پر مطلوبہ اخراج مان لو کہ خ$_۱$ اور خ$_۲$ ہیں۔ تب خ = خ$_۱$ + خ$_۲$ نل ج د کا اخراج ہوگا۔ نقطہ د پر دباؤ کے ایک استوانہ میں پانی کی بلندی ج سے نیچے رہنی چاہیے تاکہ ج د میں بہاؤ حاصل ہو اور ی سے اوپر ہونی چاہیے تاکہ د ی میں بہاؤ حاصل ہو۔ ان حدود کے مابین کوئی مناسب ارتفاع د ک مان لو۔ تب تینوں نلوں کے مجازی ڈھال ج ک، ک ی، اور ک ف، ہونگے اور ہم کو اخراج خ$_۱$ + خ$_۲$، خ$_۱$ اور خ$_۲$ معلوم ہیں۔ ان سے قطر معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

مثال (۴۷) - نقاط د، ی اور ف (شکل ۵۷) صدر خزانۂ آب کے پانی کی سطح سے ۱۸ فٹ، ۱۰ فٹ اور ۲۵ فٹ نیچے ہیں اور نل کے قطعوں کے طول ۳۰۰ گز، ۱۶۰ گز، اور ۲۵۰ گز ہیں۔ نقطہ ی پر ۶۰ گیلن فی دقیقہ اور نقطہ ف پر ۱۲۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج مطلوب ہے۔ نلوں کی تجویز کرو۔

پلیٹ

$خ_۱$ = ۱۶٫۱ مکعب فٹ فی ثانیہ، $خ_۲$ = ۳۲٫۲ ∴ خ = ۴۸٫۳

فرض کرو کہ د ک = ۱۳ فٹ تب $ط = \frac{۵}{۹۰۰}$، $ط_۱ = \frac{۵}{۴۸۰}$، $ط_۲ = \frac{۲۰}{۷۵۰}$

$ق = ۰٫۴۵۲۵\sqrt[۵]{\frac{خ^۲}{ط}} = ۰٫۴۵۲۵\sqrt[۵]{۴۱۵٫۲}$

= ۰٫۵۳۶ یعنی ایک ۶ ½ انچی نل۔

$ق_۱ = ۰٫۴۵۲۵\sqrt[۵]{۳٫۴۵}$ = ۰٫۳۰۴ یعنی ایک ۴ انچی نل۔

$ق_۲ = ۰٫۴۵۲۵\sqrt[۵]{۳٫۸۴}$ = ۰٫۳۲۳ یعنی ایک ۴ انچی نل۔

(۷۹)۔ نل جو بھرپور نہ بہیں —— اگر ایک نل بھرا ہوا نہ بہے تو یہ حالت صرف اُس وقت ممکن ہوگی جب کہ نل اپنے مجازی ڈھال پر ڈالا گیا ہو اس وقت اس کا م ر ن، $\frac{ق}{۴}$ نہیں ہوگا۔ لیکن اسے عمومی رقموں میں $\frac{ق}{ب}$ سے ظاہر کرتے ہیں جہاں ق پانی کی تراش کا رقبہ ہے اور ب ترشدہ گھیر ہے یعنی قوس۔ اخراج میں تغیر ق × $\sqrt{\frac{ق}{ب}}$ کے مطابق ہوتا ہے یعنی جس طرح $\sqrt{\frac{ق^۳}{ب}}$ میں تغیر ہوتا ہے۔ اب یہ بہت آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے کہ جوں جوں پانی کی سطح ی سے ج د کی طرف (شکل ۵۸) اترتی ہے تو قوس رقبہ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیز شرح سے گھٹتی ہے اور حقیقتاً ایک خاص حد تک $ق^۳$ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیزی سے گھٹتی ہے۔ یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اعظم ترین اخراج اس وقت حاصل ہوگا جب کہ زاویہ ج و د تقریباً ۴۵° ہو۔

مثال (۴۸)۔ ۲۰٫ انچ قطر کے ایک پورے بھرے ہوئے نل کا اخراج ۵۹٫۷ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے بتاؤ کہ جب پانی کا عمق ۱۹ انچ ہو تو اُس وقت اخراج کتنا ہوگا (جامعہ ۱۹۳۸ء)۔

فرض کرو کہ نل کا نصف قطر ن ہے، ق اور ب رقبہ اور نل کا ترشدہ گھیر جب کہ نل بھرپور چلے۔ $ق_۱$ اور $ب_۱$ یہی مقداریں جب کہ نل جزوی طور پر بھرپور چلے۔

پلیٹ ۸۔

ق = π ن² = ۳٫۱۴ × ۱۰۰ = ۳۱۴ مربع انچ

ب = ۲ π ن = ۲۰ × ۳٫۱۴ = ۶۲٫۸ انچ

اگر ∠ ج و ی = طہ، قوس ج ی د = ن × ۲ طہ

∴ ب₁ = ۲ن (π − طہ)

قطاع ج و د = طہ ن² اور مثلث ج و د = ن² × جب طہ × جم طہ

∴ قطعہ ج ی د = ن² (طہ − جب طہ × جم طہ)

∴ ق₁ = ن² (π − طہ + جب طہ × جم طہ)

موجودہ صورت میں و ف = ۹″ اور و د = ۱۰″

∴ جم طہ = ۰٫۹ = جم ۲۵° ۵۰′

∴ طہ (نیم قطریوں میں) = (۲۵ ۵/۶)/۱۸۰ × ۳٫۱۴۱۶ = ۰٫۴۵۱

∴ π − طہ = ۲٫۶۹۰

ب₁ = ۲ن (π − طہ) = ۲۰ × ۲٫۶۹۰ = ۵۳٫۸

ق₁ = ن² (π − طہ + جب طہ جم طہ) = ۱۰۰ (۲٫۶۹۰ + جب ۵۱° ۴۰′ / ۲)

= ۳۰۸٫۰

اب خ₁ / ۵۹۷ = √(ق₁³ / ب₁) ÷ √(ق³ / ب)

∴ خ₁ = ۵۹۷ (۳۰۸ / ۳۱۴)^(۳/۲) (۶۲٫۸ / ۵۳٫۸)^(۱/۲) = ۶۲۷ مکعب فٹ فی دقیقہ

طہ کی اعظم ترین قیمت معلوم کرنے کے لیے ہمارے پاس ق³/ب بھی اعظم ترین ہونا چاہیے۔

یعنی اگر π − طہ = طہ₁

تو ما = (طہ₁ − جب طہ₁ جم طہ₁)³ / طہ₁ اعظم ترین ہو۔

د ما / د طہ₁ = [طہ₁ × ۳ (طہ₁ − جب طہ₁ جم طہ₁)² (۱ − جم² طہ₁ + جب² طہ₁) − (طہ₁ − جب طہ₁ جم طہ₁)³] / طہ₁² = ۰

پلیٹ ۸

∴ (طہ - جب طہ جم طہ)² {۲ طہ₁ جب² طہ₁ - طہ₁ + جب طہ₁ جم طہ₁} = ۰

اگر ۲ طہ₁ = فہ تو ۳ فہ (۱ - جم فہ)/۲ - فہ/۲ + جب فہ/۲ = ۰

∴ ۲ فہ - ۳ فہ جم فہ + جب فہ = ۰

جس سے تقریباً فہ = ۴۰٫۶° ∴ ۲ طہ = ۵۴°

(۸۰) - ڈیوپٹ[۱] کی مساوات

—— جب کوئی صدر نل کی لین ڈالنی ہو اور اس میں مختلف قطعے ایسے ہوں جن کے طول، قطر اور ڈھال مختلف ہوں تو بعض اوقات اس میں زیادہ سہولت رہتی ہے کہ ایک ہی قطرِ معلوم کے ساتھ ایک ایسے معادل نل کا طول معلوم کر لیا جائے جس کا مجموعی مزاحمتی ارتفاع ایک معلوم اخراج کے لیے وہی ہو جو کہ نل کی لین کا ہو۔

فرض کرو کہ ل₁، ل₂ .... مختلف قطعوں کے طول، ق₁، ق₂ ..... ان کے قطر، ڈ₁، ڈ₂ .... ان کے ڈھال، ر₁، ر₂ .... ان کی رفتاریں ہیں، اور ل، ق، ڈ، ر بالترتیب طول، قطر، ڈھال اور رفتار معادل صدر نل کے ہیں جس کا قطر ایک ہی ہے۔

یکساں صدر نل میں مزاحمتی ارتفاع ا = ڈ ل = مہ (ہہ ل/ق) × (ر²/۲ج)

نل کے ٹکڑوں میں مزاحمتی ارتفاع ا = ڈ₁ ل₁ + ڈ₂ ل₂ + ...

= مہ (ہہ ل₁/ق₁) × (ر₁²/۲ج) + مہ (ہہ ل₂/ق₂) × (ر₂²/۲ج) + ...

∴ (ل/ق) ر² = (ل₁/ق₁) ر₁² + (ل₂/ق₂) ر₂² + ...

لیکن ر₁ = (ق²/ق₁²) ر، ر₂ = (ق²/ق₂²) ر ......

[۱] Dupuit

$$\therefore \frac{ل}{ق} ر^2 = \frac{ل_1}{ق_1} \times \frac{ق^4}{ق_1^4} ر^2 + \frac{ل_2}{ق_2} \times \frac{ق^4}{ق_2^4} ر^2 + \ldots\ldots$$

$$\therefore ل = ل_1 \left(\frac{ق}{ق_1}\right)^5 + ل_2 \left(\frac{ق}{ق_2}\right)^5 + \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۱)$$

(۸۱) - دھاریں —— جب پانی چھوٹے سوراخوں سے دباؤ کے زور سے نکلتا ہے تو اس کی دھاریں بن جاتی ہیں جیسے کہ آرائشی فوارے یا آگ بجھانے والے انجن کی صورت میں ہوتا ہے۔ اس لیے کہ کسی نل سے ایک دھار اونچے سے اونچے مقام تک پہنچے نل کی مہنال ایسی شکل کی ہونی چاہیے کہ اس سے ایک بڑی رفتاری قدر حاصل ہوجائے۔ عام طور پر کسی موصل نل کا منہ ایک مخروطی مستدق مہنال ہوا کرتا ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ نل اور اس کے منہ کے سنگھم پر قطر میں کوئی فوری کمی نہ ہونی چاہیے۔

فرض کرو کہ بہاؤ کی رفتار ر ہے اور موصل نل میں رفتار $ر_1$ منہ کا قطر ق، نل کا قطر $ق_1$ اور اس کا طول $ل_1$ ہے تب

$$ر_1 = \left(\frac{ق}{ق_1}\right)^2 ر$$

اخراج کی حقیقی رفتار پیدا کرنے والا ارتفاع $\frac{ر^2}{۲ج}$ ہے۔ اور نل میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ارتفاع $م \left(\frac{۴ ل_1}{ق_1} \times \frac{ر_1^2}{۲ج}\right)$ ہے۔

ارتفاع کے صغیر نقصانات جو خمیدہ نلوں یا داخلہ اور اخراج کے منفذوں کی مزاحمتوں کے باعث ہوتے ہیں انھیں اگر نظر انداز کر دیا جائے تو

$$\text{مجموعی ارتفاع } ا = \frac{ر^2}{۲ج}\left\{۱ + م \frac{۴ ل_1}{ق_1}\left(\frac{ق}{ق_1}\right)^4\right\}$$

$$\text{اور دھار کی بلندی } ا_1 = \frac{ر^2}{۲ج} = \frac{ا}{۱ + م \frac{۴ ل_1}{ق_1}\left(\frac{ق}{ق_1}\right)^4} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۲)$$

اس جملہ سے ظاہر ہے کہ دھار کی بڑی بلندی حاصل کرنے کے لیے ق کو قَ کے مقابلہ میں بڑا ہونا چاہیے - مساوات (۵۲) میں ہوا کی مزاحمت کے باعث تصحیح کی ضرورت ہے اور دھار کی حقیقی بلندی وینڑباش[1] کے ضابطہ کی رُو سے ل (۱-۳-۰۰۳، لٓ) لی جاسکتی ہے -

مثال (۴۹) - ایک فوارے کی ۲ انچی نلی ۳۵۰ فٹ لمبی ہے اگر خاص موقع پر آبی ارتفاع ۳۰ فٹ ہو تو بتاؤ کہ ایک عمدہ ساخت کی مخروطی نہال سے ایک آدھ انچی دھار کس قدر بلندی تک چڑھیگی -

یہاں ا = ۳۰ فٹ ، ل = ۳۵۰ فٹ ، قٓ = ۱/۶ فٹ ، قَ = ۱/۲۴ فٹ

$$م = ۰،۰۱ \times \left(۱ + \frac{۱}{۱۲ ق_۱}\right) = ۰،۰۱۵$$

$$ل = \frac{۳۰ (۴)^۴}{(۴)^۴ + ۰،۰۱۵ \times ۴ \times ۳۵۰ \times ۶} = ۲۰ \text{ فٹ}$$

حقیقی بلندی = ۲۰ - ۳-۰۰۳ (۲۰)^۲ = ۱۸،۸ فٹ

باب ششم کی مثالیں

۱ - ۴ فٹ قطر کے ایک نل سے کتنے گیلن فی گھنٹہ کا اخراج حاصل ہوگا جب کہ ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اور نل بھرا ہوا ہے - (کلیہ ۱۸۸۳ء) -
جواب ۳۰۴۵۰۰ -

۲ - ایک خزانۂ آب شہر سے ایک میل کے فاصلہ پر واقع ہے اس خزانہ سے شہر کو پانی پہنچانا ہے - آبادی دو لاکھ ہے - اور یہ اقرار ہے کہ روزانہ رسد ۳۰ گیلن فی کس کی نصف ۸ گھنٹے میں بہم پہنچانی چاہیے - اس رسد کے لیے کس جسامت کے نل کی ضرورت ہوگی اگر نل کے برآمد پر ارتفاع ۱۳½ فٹ ہو (کلیہ ۱۸۸۳ء) جواب ۳۰ انچ -

[1] Weisbach

۳ - ایک نل ۲۲۵۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج کرتا ہے جب کہ ڈھال ۴ فٹ فی میل ہو تو بتاؤ کہ نل کا قطر کیا ہے - (کلیہ ۱۸۸۵ء) - جواب ۲۷ انچ -

۴ - ایک اُفقی نل جس کا طول ۱۰۰۰ فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے ایک ایسے خزانۂ آب سے نکلتا ہے کہ جسے ہمیشہ بھرا رکھا جاتا ہے اور پانی کی سطح نل کے محور سے ۱۰ فٹ بلند رہتی ہے - نل سے پانی کا اخراج کس شرح سے ہوگا - (جامعہ ۱۸۶۵ء) - جواب ۴۵ء۰ مکعب فٹ فی ثانیہ -

۵ - ایک ایسے بڑے صدر نل کا قطر معلوم کرو کہ جس کے ذریعہ پانی کی اُتنی ہی مقدار بہم پہنچائی جا سکے جتنی کہ تین ۵ء۲ فٹ قطر کے ½ ۲ میل لمبے صدر نلوں کے ذریعے سے بہم پہنچائی جا سکتی ہے جب کہ ارتفاع ۱۴۰ فٹ ہے - (کلیہ ۱۸۸۵ء) - جواب - ۴۷ انچ -

۶ - کسی نل کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ ۱۰۰ میں ایک کے ڈھال کے لیے ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو - ۲ فٹ قطر کے نل کے لیے کیا ڈھال ہونا چاہیے کہ اخراج اتنا ہی رہے - (جامعہ ۱۸۷۴ء) - جواب (۱) ۳۰ انچ (۲) ۳۳ میں ۱ -

۷ - ایک آبرسانی کی اسکیم کے لیے دو تجویزیں ہیں - ایک میں مساوی قطر کے دوہرے نل تجویز کیے گئے ہیں اور دوسری میں صرف ایک نل - فرض کرو کہ بڑے نل کی دھات کی موٹائی چھوٹے نلوں میں سے ہر ایک کی موٹائی سے بقدر ⅕ حصہ کے زاید ہے - ان دونوں صورتوں میں جو نل درکار ہونگے ان کے اوزان کا تقریبی مقابلہ کرو - جواب ۲۶ء۱ : ۱

۸ - دو نلوں کا اخراج جن میں سے ہر ایک کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے ۸ء۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے تو ان کے قطر معلوم کرو - ایک کا قطر دوسرے کا دوچند ہے - (جامعہ ۱۸۶۷ء) - جواب ۰ء۳۵ انچ، ۵ء۲۶ انچ -

۹ - ایک صدر نل کے سرے سے کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا جب کہ اس کا قطر ۱ فٹ، طول ۲ میل، اور ڈھال پہلے میل میں ۲ء۱۰ فٹ اور دوسرے میل میں ۵ء۲۳ فٹ ہے اور اس کے منفذِ داخلہ کے مرکز پر

ارتفاع ۳ فٹ ہے۔ اس ارتفاع کو کتنا بڑھانا چاہیے کہ اخراج دوچند ہوجائے۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) جواب (۱) ۹۲ مکعب فٹ (۲) ۳۹٫۶ فٹ۔

۱۰۔ ریڈہلس (Redhills) سے مدراس تک جن کا درمیانی فصل ۳۲۰۰۰ فٹ ہے ۴۸ انچ کا ایک نیا نل ڈالنا ہے اور اس سے ۱۰۰۰۰۰۰۰ گیلن فی ۲۴ گھنٹہ کا اخراج حاصل کرنا ہے۔ ریڈہلس پر پانی کا لیول ۱۵۰٫۵ ہے اور نل کا لیول مدراس پر ۳۳٫۵۰ ہے۔ دریافت کرو (۱) نئے نل میں مزاحمت کے باعث نقصان ارتفاع (۲) دباؤ فی مربع انچ مدراس کی طرف والے نل کے سرے پر۔ (جامعہ ۱۸۹۱ء)

جواب (۱) ۱۳٫۹ فٹ (۲) ۱۵ پونڈ

۱۱۔ ایک ایسا صدر نل ڈالنا ہے کہ جس کا طول ۴۸۰۰ فٹ ہو اور ڈھال ۱۹۲ میں ۱ اور اس کے ذریعہ ۳۲۵۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج ۱۰ پونڈ فی مربع انچ کے دباؤ کے تحت حاصل کرنا ہے۔ داخلی منفذ پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے۔ نل کا قطر کیا ہونا چاہیے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب ۲۴ انچ۔

۱۲۔ ایک سیفن جو ایک نہر کے کنارے کے اوپر سے اخراج کر رہا ہے ۶۰ فٹ لمبا ہے اور اس کا قطر ۱۲ انچ ہے۔ اس کا اخراج کیا ہوگا جب کہ موثر ارتفاع ۶ فٹ ہو۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب ۷٫۷ مکعب فٹ ثانیہ۔

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

کھلے نالوں میں رفتار
سطحی اُتار، مجازی ڈھال ہوتا ہے
بیزن (Bazin) کی قدریں
کٹر (Kutter) کی قدریں
نالے کی تراش
نالوں کا اخراج
عملی مسائل
منحرف نما نالوں کی تجویز
عملی مسائل کے حل
عملی معطیات مجوزوں کے لیے کم سے کم گھیر والے، بند، کشادہ منحرف نما اور مستطیلی نالے
کم سے کم کنارے والے نالوں کی تجویز
متغیر اخراج کے لیے نالے
بیضوی پُلیاں
کسی تراش میں تغیر رفتار
سطحی، اوسط اور تہ کی رفتاریں
ارتفاع کے خفیف نقصانات، داخلہ کی رفتار، خم
نہروں کے پختہ اُتار
ین گڈی
قائم موجیں
مثالیں

کھلے نالوں میں پانی کا بہاؤ ——— کسی کھلے نالے میں پانی کا بہاؤ اُس نل میں پانی کے بہاؤ کے مطابق ہوتا ہے جسے اُس کے مجازی ڈھال پر

بچھایا گیا ہے یعنی جس کی بالائی سطح آزاد ہو۔ پانی کی تراش کے ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک رفتار بدلتی رہتی ہے اور یہ کناروں کے قرب وجوار میں کم سے کم ہوتی ہے۔ کسی باقاعدہ یکساں تراش کے ایک معین طول کے نالے کے تمام ریشوں کی اوسط رفتار بہرصورت یکساں رہتی ہے۔ اور اس لیے بہاؤ کو یہ تصور کیا جا سکتا ہے کہ یہ ایسے مستوی پرتوں میں واقع ہوتا ہے جو یکے بعد دیگرے آنے والی تراشوں کے متوازی ہوں۔ اس طرح دفعات ۶۸، ۶۹ اور ۷۱ میں جو باتیں معلوم ہوئی ہیں اور جو نتائج اخذ کیے گئے ہیں اس صورت پر بھی حاوی ہونگے اور اس سے ہمیں

$$ر = \sqrt{\frac{۲ج}{م}} \sqrt{ڈن} = س \sqrt{ڈن} \text{ حاصل ہوگی} \ldots (۵۳)$$

جہاں ن ماتوائی اوسط گہرائی، ڈ پانی کی سطح کا ڈھال، اور س ایک قدر ہے جس کا انحصار

(۱) کناروں کے کھردرے پن

(۲) پانی کی تراش کی نوعیت

(۳) (قلیل حد تک) تہ کے ڈھال پر ہوتا ہے۔

دوسری غور طلب حالت کو اس لیے داخل کیا گیا ہے کہ پانی کی تراش کے ہر نقطہ پر چونکہ رفتار متغیر ہوتی ہے اور اس کو نظرانداز کیا جاتا ہے تو اس سے ایک خطا پیدا ہوتی ہے جس کی رعایت اس حالت کے شامل رکھنے سے ہو سکتی ہے۔ مصنوعی نالوں میں جو اس وقت ہمارے زیر غور ہونگے، تراش اور تہ کا ڈھال علی العموم یکساں ہوتے ہیں اس طرح عمق مستقل رہتا ہے یعنی پانی کی سطح تہ کے متوازی رہتی ہے۔ دریاؤں (ندیوں) کی صورت میں یہ بات نہیں پائی جاتی اور ان کی گہرائی عرض یا تہ کے ڈھال کے ہر تغیر کے ساتھ بدلتی ہے۔

اگر تہ، پانی کی سطح کے متوازی نہ ہو جیسا کہ رکاوٹوں کے قرب وجوار میں ہوتا ہے تو ہر ریشہ کا موثر اُتار اس صورت میں بھی پانی کی سطح کا موثر اُتار ہوگا۔

پلیٹ ۸ اور ۹ فرض کرو کہ ج د (شکل ۵۹) ایک ریشہ ہے جس کے سرے سطح سے ظ۱ اور ظ۲ گہرائیوں پر واقع ہیں اور مان لو کہ طول ج د میں سطحی اُتار لو ہے۔ ج د کا حقیقی ڈھال (ظ۲ + لو) - ظ۱ ہے۔ نقاط ج اور د پر دباؤ بالترتیب وظ۱ اور وظ۲ ہیں اس لیے داب ارتفاع کا تفاوت ظ۱ - ظ۲ ہے۔ اور موثر اُتار ان ارتفاعوں کا مجموعہ ہے یعنی (ظ۲ + لو - ظ۱) + (ظ۱ - ظ۲) = لو

(۸۳) قدریں ــــ ایم۔ بیزن[1] کے تجربوں اور تحقیقاتوں سے

ظاہر ہوتا ہے کہ قدر مہ کو (طولی اُتار کے باعث پیدا ہونے والے خفیف تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) اس شکل میں ظاہر کر سکتے ہیں مہ = عہ (۱ + بہ/ن) جہاں ن سے مراد پانی کی تراش کا م، ا، ع اور عہ اور بہ ایسی مقداریں ہیں جن کا انحصار کناروں کی نوعیت پر ہے۔

تمام نالوں کو ان کے کھردرے پن کے لحاظ سے اگر چار قسموں میں تقسیم کر دیا جائے تو عہ اور بہ کی قیمتیں حسب ذیل ہونگی[2]۔

	عہ	بہ
۱۔ بہت چکنائے ہوئے نالے :- سیمنٹ، رندہ کیے ہوئے تختے ...	ء۰۰۳	ء۱
۲۔ چکنائے ہوئے نالے :- ترشے پتھر اور اینٹ کی تعمیر ...	ء۰۰۴	ء۲
۳۔ کھردرے نالے :- گنڈ کی بندش، سنگ بندی ...	ء۰۰۵	ء۸
۴۔ نہایت کھردرے نالے :- زمین	ء۰۰۶	۴ء۰

مثال (۵۰) سیمنٹ کی استرکاری کئے ہوئے نالے کا م، ا، ع ۶ انچ ہے۔ تو بتاؤ کہ س کی کیا قیمت ہوگی۔

[1] M. Bazin

[2] نوٹ۔ عہ کے لیے بیزن (Bazin) کی قیمتیں اعشاریہ کے پانچ مرتبے تک معلوم کی گئی ہیں اور بہ کے لیے اعشاریہ کے دو مرتبے تک لیکن یہاں چونکہ ایسے اعداد دینا مقصود ہیں کہ جو آسانی سے یاد رہیں اس لیے ان قیمتوں کو مختصر کر دیا گیا ہے۔ ذیل کی جدول عہ اور بہ کی حقیقی قیمتیں بتاتی ہے جو پلیٹ ۹ میں دکھائی گئی ہیں۔ اس سے زیادہ مکمل جدول کے لیے دیکھو ضمیمہ ا۔

پلیٹ ۸ اور ۹

$$\text{م} = ۰٫۰۰۳\left(۱ + \frac{۰٫۱}{۰٫۵}\right) = ۰٫۰۰۳۶$$

$$\text{س} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{م}}} = \frac{۸}{۰٫۰۶} = ۱۳۳$$

چاروں قسم کی قدروں کو ترسیمی طور پر پلیٹ ۹ میں دکھایا گیا ہے۔ چوتھی قسم کے نالوں سے ہمیں عام طور پر کام پڑتا ہے۔ اور اس قسم کے لیے س کی قیمتیں جدول ذیل میں دکھائی گئی ہیں۔

زمینی نالوں کے لیے قدریں

م،ا،ع	س	م،ا،ع	س	م،ا،ع	س
۰٫۲۵	۲۵	۳٫۰	۶۸	۶٫۵	۸۱
۰٫۵	۳۴	۳٫۵	۷۱	۷٫۰	۸۳
۰٫۷۵	۴۱	۴٫۰	۷۳	۷٫۵	۸۴
۱٫۰	۴۶	۴٫۵	۷۵	۸٫۰	۸۵
۱٫۵	۵۴	۵٫۰	۷۷	۸٫۵	۸۵
۲٫۰	۶۰	۵٫۵	۷۹	۹٫۰	۸۶
۲٫۵	۶۴	۶٫۰	۸۰	۱۰٫۰	۸۸

بیزن (Bazin) کی قدریں بڑے دریاؤں کے اخراج دریافت کرنے کے لیے استعمال نہیں کی جاسکتیں۔ اس قسم کے آبی گذروں کے لیے جملہ $\text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ن ڈ}}$ میں کٹر (Kutter) کے ضابطہ سے جو س کی قیمت حاصل ہو استعمال کرنی چاہیے۔

کٹر کا ضابطہ حسب ذیل ہے:—

پلیٹ ۱۰

$$س = \frac{۴۱٫۶ + \frac{۱٫۸۱۱}{ن} + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}}{۱ + \left(۴۱٫۶ + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}\right)\frac{ن}{\sqrt{ان}}}$$

جہاں ڈ طولی ڈھال ہے، اور ن ناہمواری کی قدر جس کی چند قیمتیں ذیل میں درج ہیں:-

باریک استرکاری	۰٫۰۱۰	دریا اور نہریں جو اچھی حالت میں ہوں	۰٫۰۲۵
ترشے پتھر اور اینٹ کا کام	۰٫۰۱۳	دریا اور نہریں جو معمولی حالت میں ہوں	۰٫۰۳۰
گھنڈ کی بندش	۰٫۰۱۷	دریا اور نہریں جو خراب حالت میں ہوں	۰٫۰۳۵
سخت بجری	۰٫۰۲۰	....	

یہ ضابطہ تمام جسامتوں کی ندیوں کے لیے درست ہے خواہ وہ چھوٹی سے چھوٹی ندی ہو یا بڑے سے بڑا دریا ہو۔ لیکن جدولوں کی مدد کے بغیر بسہولت استعمال نہیں کیا جا سکتا۔ قدروں کی قیمتیں ضمیمہ دوم میں دی گئی ہیں اور ان میں سے منتخب کو ترسیمی طریقہ پر پلیٹ ۱۰ میں دکھایا گیا ہے۔

مصنوعی نہروں کے لیے جن سے کہ اس باب میں بحث کی گئی ہے بیزن کی قدریں موزوں ہیں اور مثالوں میں استعمال کی گئی ہیں۔

(۸۴)۔ دو قسم کے مسائل عملی پیشِ نظر ہوتے ہیں، راست اور معکوس۔ اول الذکر میں نہر کے ابعاد معلوم ہوتے ہیں اس طور پر کہ ن معلوم رہتا ہے اور مناسب قدر دریافت کی جا سکتی ہے۔ اور آخر الذکر میں ن اور اس لیے س نامعلوم ہوتا ہے اور ہمیں تخمین کے طریقہ سے کام لینا پڑتا ہے۔ مثالیں حل کرنے سے پہلے بہرصورت نالوں کی عام شکلوں کا تذکرہ ضروری ہے۔

(۸۵)۔ نالے کی تراش —— مٹی کے کام کے نالوں کی تراش منحرف نما ہوتی ہے ان کی تہ چپٹی ہوتی ہے جس کی چوڑائی ا فٹ

رج بہا کی چوڑائی سے لے کر ۱۸۰ فٹ بڑی سے بڑی صدر نہر کی چوڑائی تک ہوتی ہے ۔ اور طرفی سلامیاں بھی ہوتی ہیں ۔ اس کی سلامی کا انحصار زیادہ تر زمین کے ٹھہراؤ کے زاویہ پر ہوتا ہے ۔ پہلے پہل یہ سلامی عموماً ۱:۱ یا ۱:۱½ رکھی جاتی ہے ۔ لیکن جوں جوں وقت گزرتا جاتا ہے یہ طرفی سلامیاں زیادہ شدید ہوتی جاتی ہیں اور وہ کم و بیش ½ : ۱ کے قریب قریب ہو جاتی ہے ۔ علی العموم اگر طرفی سلامی ت : ۱ ہو، تہ کی چوڑائی چ اور گہرائی ع تو ہمیں پانی کی تراش کا رقبہ ق = (چ + ت ع) ع کے حاصل ہوتا ہے اور ترشدہ گھیر ب = چ + ۲ ع √(۱ + ت²) گہرائی چند انچوں سے ۱۰ یا ۱۲ فٹ تک بدل سکتی ہے ۔

چنائی کے نالے مثلاً آب گذر عام طور پر تراش میں مستطیلی یا تقریباً مستطیلی ہوتے ہیں ۔ جو نالے پہاڑ کاٹ کر یا کنکریٹ سے بنائے جاتے ہیں نصف دائری ہوتے ہیں ۔ اس لیے کہ یہ شکل ہر لحاظ سے سب سے زیادہ سستی پڑتی ہے ۔

(۸۶) نالوں کا اخراج —— اگر کسی موجودہ نالے کی رفتار اور اخراج معلوم کرنے ہوں تو اس کی تراش اور ڈھال کو ناپ لیا جاتا ہے تاکہ چ، ع، ت اور ڈ معلوم ہو جائیں ۔ س کی حقیقی قیمت پھر معلوم کی جا سکتی ہے اور رفتار ر اور اخراج خ معلوم کیے جا سکتے ہیں ۔

مثال (۵۱) ۔ ایک مٹی کے کام کی نہر کی تہ کی چوڑائی ۶ فٹ، طرفی سلامیاں ۱:۱، عمق ۳ فٹ اور اُتار ۱ فٹ فی میل ہے، رفتار اور اخراج معلوم کرو ۔

یہاں ق = (۶+۳) ۳ = ۲۷ مربع فٹ

ب = ۶ + ۲ × ۳√۲ = ۱۴٫۵ فٹ

∴ ن = ۲۷ / ۱۴٫۵ = ۱٫۸۶

مہ = ۰۰۶ء $\left(۱ + \frac{۴}{۱ء۸۶}\right)$ = ۰۱۹ء

س = $\sqrt{\frac{۲ج}{مہ}}$ = ۵۷ (اس کی حقیقی قیمت جدول دفعہ ۸۳ کی رُو سے ۶۰ ہوگی)۔

ر = ۵۷ $\sqrt{۱ء۸۶ \times \frac{۱}{۵۲۸۰}}$ = ۱ء۰۷

خ = ق ر = ۲۸ء۹ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۲)۔ مذکورۂ بالا نہر کا اخراج کیا ہوگا اگر نہر کی تہ اور سلامیوں پر بے گھڑے پتھر سے سنگ بندی کردی جائے۔

یہاں مہ = ۰۰۵ء $\left(۱ + \frac{۸ء}{۱ء۸۶}\right)$ = ۰۰۷۲ء

∴ س = $\sqrt{\frac{۲ج}{مہ}}$ = ۹۴

خ = $\frac{۹۴}{۵۷}$ × ۲۸ء۹ = ۴۷ء۶ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۳)۔ اُس نصف دائری نہر کا اخراج کیا ہوگا جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہو اور جس کی تراش کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ، اور ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو۔

فرض کرو کہ قَ قطر ہے، $\frac{\pi قَ^۲}{۸}$ = ۲۷ ∴ قَ = ۸ء۳

م ا ع = $\frac{قَ}{۴}$ = ۲ء۰۸

مہ = ۰۰۳ء $\left(۱ + \frac{۱ء}{۲ء۰۸}\right)$ = ۰۰۳ء

س = $\sqrt{\frac{۲ج}{مہ}}$ = ۱۴۶

ر = ۱۴۶ $\sqrt{\frac{۲ء۰۸}{۵۲۸۰}}$ = ۲ء۸۹

خ = ق ر = ۸۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۸۷) مٹی کے کام کی منحرف نما نہروں کی تجویز ــــ ہمارے پاس تین مساواتیں ہیں :ــ

$$ر = س \sqrt{ن ڈ} \qquad \ldots\ldots (۵۴)$$

$$خ = ق ر \qquad \ldots\ldots (۵۵)$$

$$س = \sqrt{\frac{۲ج}{مہ}} \qquad \ldots\ldots (۵۶)$$

$$\text{جہاں } ق = (چ + ت ع)\, ع ، ن = \frac{(چ + ت ع) ع}{چ + ۲ ع \sqrt{ت^۲ + ۱}}$$

$$مہ = ۰٫۰۰۶ \left(۱ + \frac{۴}{ن}\right)$$

اس طرح پر سات مقداروں چ، ع، ت، ڈ، س، ر اور خ میں سے کوئی سی تین دریافت کی جاسکتی ہیں اگر بقیہ معلوم ہوں۔ س کی قیمت چ اور ع کی رقموں میں بہرحال اس قدر پیچیدہ ہے کہ اس کو سوائے عددی صورت کے اور کسی صورت میں دوسری مساوات میں آسانی سے نہیں تبدیل کرسکتے۔ اس لیے ہمیں جن جن صورتوں سے واسطہ پڑے ہم ان کو دو جماعتوں میں منقسم کرسکتے ہیں۔ ایک وہ کہ جن میں معطیات کے ذریعہ مساوات (۵۶) کی مدد سے س کی قیمت بالراست معلوم ہوسکے۔ اور دوسری وہ کہ جن میں یہ صورت نہ ہو۔ پہلی قسم بلا کسی دشواری کے حل کی جاسکتی ہے۔ دوسری قسم کو حل کرنے کا بہترین طریقہ حسب ذیل ہے:ــ

س کی ایک قیمت فرض کرلی جاتی ہے اور نہر کے ابعاد حل کرلیے جاتے ہیں۔ م، ۲ ع معلوم کرلیا جاتا ہے۔ اور پھر س کی قیمت اس کے مطابق دریافت کرلی جاتی ہے۔ اگر وہ مفروضہ قیمت کے برابر ہو تو حل مکمل ہوتا ہے ورنہ اس سے دوسری فرضی قیمت آزمانے کے لیے مدد ملتی ہے جس سے نہر کے ابعاد دوبارہ دریافت کرنے چاہییں۔ نہروں کی تجویز جدولوں کی مدد سے آسانی سے

تیار ہو سکتی ہے مثلاً ھائیم (Higham) کی جدول یا جیکسن (Jackson) کی جدول سے یا ضمیموں میں دی ہوئی جدولوں سے۔

اس طرح مساوات (۵۶) کو الگ کر لینے کے بعد صرف دو مساواتوں سے بحث باقی رہ جاتی ہے۔ اس کے علاوہ سلامی کا تناسب ت ہمیشہ دے دیا جاتا ہے کیونکہ اس کا انحصار زمین کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ اس طرح ہمارے پاس پانچ مقداریں چ، ع، ڈ، ر اور خ ہوتی ہیں جن میں سے کوئی سی دو اگر باقی تین معلوم ہوں تو معلوم کی جا سکتی ہیں۔ اس طرح دس صورتیں واقع ہو سکتی ہیں جن میں سے پہلی صورت سے دفعہ (۸۶) میں بحث کی جا چکی ہے۔ ان میں سے پانچ صورتوں میں چوڑائی اور عمق کو یا تو بتا دیا جاتا ہے یا معطیات کے ذریعہ ان کو فوراً دریافت کیا جا سکتا ہے۔ اور بنا بریں س کی قیمت براہِ راست حل کی جا سکتی ہے۔ بقیہ پانچ کی صورت میں س کی قیمت یکے بعد دیگرے تقرب سے معلوم کرنی ہوتی ہے۔

	معلومہ	مطلوبہ
صورت اول ــ جب کہ س کی قیمت بالراست محسوب ہو سکے۔	چ ع ڈ چ ع خ چ ع ر ع خ ر چ خ ر	خ ر ڈ ر ڈ خ ڈ چ ڈ ع
صورت دوم ــ جب کہ س کی قیمت فرض کر لی جائے۔	خ ر ڈ خ ڈ ع خ ڈ چ ر ڈ ع ر ڈ چ	چ ع چ ر ع ر خ چ خ ع

مثال (۵۴) - ایک صدر نہر سے ۲۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل کرنا ہے جس کی رفتار ۲٫۵ فٹ فی ثانیہ ہے اور پانی کا عمق ۵ فٹ - طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں۔ تہ کا عرض اور ڈھال معلوم کرو۔

$$ق = \frac{خ}{ر} = ۱۰۰۰ \text{ مربع فٹ}$$

$$\text{اوسط عرض} = \frac{ق}{ع} = ۲۰۰ \text{ فٹ}$$

$$\text{تہ کی چوڑائی } چ = ۲۰۰ - ۵ = ۱۹۵ \text{ فٹ}$$

$$ب = ۱۹۵ + ۱۰\sqrt{۲} = ۲۰۹٫۱۴$$

$$ن = \frac{ق}{ب} = \frac{۱۰۰۰}{۲۰۹٫۱۴} = ۴٫۷۸$$

جس سے $م = ۰٫۰۱۱$ اور $س = ۷۶$

$$ر = ۷۶\sqrt{۴٫۷۸ \, ڈ}$$

$$\therefore \sqrt{ڈ} = \frac{۲٫۵}{۲٫۱۹ \times ۷۶} = ۰٫۰۱۵$$

$\therefore ڈ = ۰٫۲۲۵$ فی ۱۰۰۰ فٹ یا ۱ فٹ ۲ انچ فی میل

مثال (۵۵) - آبپاشی کی ایک نہر سے ۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ اخراج حاصل کرنا ہے۔ جس کی رفتار ۳ فٹ اور ڈھال ۲۵۰۰ میں ۱ ہو۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں۔ تو عمقِ آب اور تہ کا عرض معلوم کرو۔

$$ق = \frac{خ}{ر} = \frac{۵۰۰}{۳} = ۱۶۷ \text{ مربع فٹ}$$

$$ر = س\sqrt{ن \, ڈ} \quad \therefore س\sqrt{ن} = ۱۵۰$$

فرض کرو کہ $ن = ۳ \therefore س = ۷۰ \therefore س\sqrt{ن} = ۱۲۱$

$ن = ۴ \therefore س = ۷۶ \therefore س\sqrt{ن} = ۱۵۲$

فرض کرو کہ ن = ۹٫۳ ∴ س = ۷۶ ∴ $\text{س}\sqrt{\text{ان}} = ۱۵۰$

ہمیں معلوم ہے کہ (چ + ع) ع = ۱۶۷ ...... (i)

$$\frac{۱۶۷}{\text{چ} + ۲\text{ع}\sqrt{۲}} = ۳٫۹ \quad \text{..............} (ii)$$

مساوات (ii) سے چ = ۴۲٫۸ − ۲٫۸ ع، مساوات (i) میں تبدیل کرنے سے ۴۲٫۸ ع − ۱٫۸ ع² = ۱۶۷ جس سے ع = ۴٫۹ گویا ۵ فٹ۔

(i) سے (چ + ۴٫۹) ۴٫۹ = ۱۶۷ ∴ چ = ۲۹

اس لیے مطلوبہ ابعاد چ = ۲۹ فٹ اور ع = ۵ فٹ ہیں

مثال (۵۶) - جس نہر کی گہرائی ۳½ فٹ، ڈھال ۱۸ انچ فی میل، اور بازوؤں کے ڈھال ۱:۱ ہیں اس کا اخراج ۱۸۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ تہ کا عرض اور رفتار معلوم کرو۔

نہر کی گہرائی ۳½ فٹ ہے۔ مان لو کہ ن = ۳ فٹ

یعنی س = ۷۰، خ = ۱۸۰

$\text{ڈ} = \frac{۱}{۳۵۲۰}$، $\text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ن ڈ}} = ۲٫۰۵$

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{۱۸۰}{۲٫۰۵ \times ۳\frac{۱}{۲}} = ۲۵$$

∴ چ = ۲۱½ ∴ ب = ۳۱٫۴، ق = ۸۷٫۵

$$\text{اس لئے ن کی تصحیح شدہ قیمت} = \frac{۸۷٫۵}{۳۱٫۴} = ۲٫۸ \text{ ہے}$$

∴ س = ۶۹، $\text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ن ڈ}} = ۱٫۹۵$

$$\therefore \text{اوسط چوڑائی} = \frac{۱۸۰}{۱٫۹۵ \times ۳\frac{۱}{۲}} = ۲۶٫۴$$ جس سے چ = ۲۳ فٹ

مثال (۵۶) ا - ایک نہر کی تہ ۷ فٹ چوڑی ہے ہر طرفی سلامی کا

طول ۶،۰۸ فٹ۔ پانی کی سطح پر عرض ۱۸ فٹ ہے اور عمق آب ۴ فٹ اور سطح کا ڈھال ۴ انچ فی میل تو بتاؤ کہ فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا۔ (جامعہ ۱۹۳۶ء)

یہاں ق = ۵۰ مربع فٹ، ب = ۲۰،۶ فٹ ∴ ن = ۲،۴

∴ س = ۶۶

$$ڈ = \frac{1}{5280 \times 3} ،\quad ر = س \sqrt{ن\ ڈ}$$

$$= 66 \sqrt{\frac{2.4}{5280 \times 3}}$$

$$= \frac{66}{\frac{66}{10.1}} = 0.812$$

∴ خ = ۵۰ × ۰،۸۱۲ = ۴۰،۶ مکعب فٹ فی ثانیہ اور اخراج فی دقیقہ

= ۴۰،۶ × ۶۰ = ۲۴۳۶ مکعب فٹ۔

(۸۸) ۔عملی معطیات ـــــ آبپاشی کی نہروں کی صورت میں

عام طور پر خ، ر، ت اور ڈ کی قیمتیں دی ہوئی ہوتی ہیں اور ع اور چ کو معلوم کرنا ہوتا ہے۔ بعض اوقات ع بھی دے دیا جاتا ہے اور چ اور ڈ یا چ اور ر کو معلوم کرنا ہوتا ہے۔ اخراج خ کا تعین اُس رقبہ کے حساب سے ہوتا ہے جس کی آبپاشی کرنی ہوتی ہے اور عام طور پر ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ ۶۰ ایکڑوں کے لیے رکھا جاتا ہے۔ رفتار ر کو جتنا زیادہ رکھنا ممکن ہو رکھا جاتا ہے تاکہ کھدائی کی تراش جتنی کم ہوسکتی ہے کم ہو جائے۔ لیکن رفتار اتنی بلند بھی نہ ہونی چاہیے کہ پشتے اور تہ کٹ جائیں اور نہ اتنی کم کہ سوار کی پیدائش یا اُٹ خوب اچھی طرح جمتی رہے۔ رفتار عام طور پر ½ ۱ اور ۳ فی ثانیہ کے بین بین ہوتی ہے۔ طرفی سلامی کا تناسب ت زمین کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے۔ اور عام طور پر شروع میں ۱:۱ یا ½ ۱:۱ رکھا جاتا ہے اور طولی ڈھال ڈ اُس علاقہ کی زمین کے قدرتی ڈھال سے زیادہ نہیں ہوسکتا لیکن نہر کی مناسب طور پر خطیائی کر کے یہ ڈھال جتنا چاہیں کم کیا جاسکتا ہے یا اگر نہریں ایک ہی مقام پر

تھوڑے تھوڑے فاصلوں پر اُتار دے دیے جائیں یا پختہ آبشار بنا دیے جائیں جن میں رفتار کی پیدا شدہ زیادتی کو زائل کرنے کا بند و بست ہو اس سے رفتار میں جتنی چاہیں کمی ہو جاتی ہے۔ تہ کا ڈھال چھوٹی نہروں میں ۲۰ فٹ فی میل، بڑی نہروں میں ۵ فٹ فی میل، یا بہت بڑی نہروں کے لیے ½ ۱ فٹ فی میل سے عام طور پر زاید نہیں ہوتا۔ اگر رفتار دے دی گئی ہے تو نہر کے ڈھال کی زیادتی ن کی کمی یعنی عمق کی کمی کا باعث ہوگی۔

اگر رفتار حد سے زائد ہو تو تہ میں گڑھے پڑ جاتے ہیں۔ ان گڑھوں پر چھوٹے سیل خیز بنتے چلے جاتے ہیں جس کے باعث کٹائی اُلٹی طرف شروع ہو جاتی ہے یہاں تک کہ رفتہ رفتہ یہ کٹائی اوپر وار نہر کے مبدا کی طرف کو رُخ کرتی ہے اور اس سے سطحوں کی پس روی جو کہلاتی ہے وہ پیدا ہو جاتی ہے۔

کشتی رانی کی نہروں کے تمام ابعاد اور رفتار دی ہوئی ہوتی ہے۔ اور ڈ اور خ معلوم کرنا رہ جاتا ہے۔ ابعاد کا تعین آمد و رفت کی ضروریات کے لحاظ سے ہوتا ہے اور کشتی کی کھچائی کی سہولت کی خاطر رفتار کو جس قدر کم رکھنا ممکن ہو رکھنا چاہیے جو ۱٫۵ سے ۱٫۷۵ فٹ فی ثانیہ تک ہو سکتی ہے۔

(۸۹) اقل گھیر والی نہریں —— نہر جس کا رقبہ دیے ہوئے گھیر کے لیے بڑے سے بڑا ہو یا جس کا گھیر دیے ہوئے رقبہ کے لیے کم سے کم ہو اعظم ترین اخراج کی نہر یا اقل ترین گھیر والی نہر کہلاتی ہے۔ اس قسم کی نہروں کی شکل کا تعین کرنا مطلوبہ کھدائی پر عملاً اپنا اثر ڈالتا ہے۔ اخراج میں تغیر اس طرح ہوتا ہے جس طرح ق × ا ن یعنی جس طرح $\sqrt{\frac{ق^۳}{پ}}$ پس کسی معلوم اخراج کے لیے $\sqrt{\frac{ق^۳}{ب}}$ مستقل رہتا ہے یعنی ق ∝ ∛ب۔ اس لیے اگر بقیہ مقادیر وہی رہیں تو کھدائی کم سے کم اس وقت ہوگی جب گھیر کم سے کم ہو۔

(ا) ڈھکے ہوئے نالے —— اگر نہر بند ہو یعنی پانی کی تراش کے ہر طرف محدود ہو جس کی بہترین شکل دائرہ ہے کیونکہ یہ وہ شکل ہے کہ

پلیٹ ۱۱

جس کا گھیر یا محیط دیے ہوئے رقبہ کے لیے کم سے کم ہوتا ہے ۔ اس صورت میں

م، ا، ع = قطر / ۴ = ع / ۴ جہاں ع بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس شکل کو عام طور پر نلوں کی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے ۔

نل جو بھرپور نہ ہے (دفعہ ۷۹) وہ جن معنوں میں یہاں بحث کی جارہی ہے بند نالا تصور نہیں کیا جا سکتا ۔

(ب) کھلی نہریں ـــ اگر نہر کھلی ہوئی ہو اور پانی کی سطح پر اُس کا عرض بڑے سے بڑا ہو تو نصف دائرہ اُس کی بہترین مثال ہے ۔ اس صورت میں

م، ا، ع = قطر / ۴ = ع / ۲ جہاں ع سے مراد بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس قسم کی شکل اُن نہروں کے لیے موزوں ہوتی ہے جو پہاڑ میں کٹائی کرکے یا کنکریٹ سے بنائی گئی ہوں ۔

(ج) منحرف نما نہریں ـــ اگر کسی کھلی نہر کی تراش کثیر الاضلاعی ہو تو بہترین شکل وہ ہے جو نصف دائرہ کے قریب قریب ہو یعنی دائرہ کے باہر بنا ہوا منتظم نصف کثیر الاضلاع جس کے اضلاع لاتعداد ہوں ۔ چونکہ عملی صورتوں میں اضلاع کی تعداد تین تک ہی رکھی جاتی ہے اس لیے منحرف نما نہر کی بہترین تراش ایک نصف مسدس ہے ۔

م، ا، ع = ع^۲ √۳ ÷ ۲ √۳ ع = ع / ۲ یہ شکل چنائی کے کاموں میں اختیار کی جا سکتی ہے ۔ لیکن طرفی سلامیاں جو تقریباً ۱ : ۱/۴ ا ہوتی ہیں مٹی کے کام کے لیے بہت شدید ہوتی ہیں تاوقتیکہ ان میں سنگ بندی نہ کی جائے ۔

(د) منحرف نما نہریں جن کی طرفی سلامیاں دی ہوئی ہوں ـــ مٹی کی نہروں کی تعمیر میں جیسا کہ دفعات ۸۷ اور ۸۸ میں بتایا جا چکا ہے طرفی سلامیاں ہمیشہ معلوم ہونی چاہییں ۔ اگر نہر کی تہ کی چوڑائی لا اور گہرائی ما ہو تو معلوم طرفی سلامیوں کے تناسب ت سے بہ آسانی ثابت کیا جا سکتا ہے کہ بہترین

پلیٹ ۱۱

شکل اس وقت حاصل ہوگی جب کہ لا = ۲ یا (√ت^۲ + ۱ − ت)

ہمیں معلوم ہے کہ ق = (لا + ت یا) یا ....(i)

ب = لا + ۲ یا √ت^۲ + ۱ ....(ii)

بڑے سے بڑے اخراج والے نالے کی صورت میں ہم ب کو مستقل اور ق کو اعظم تصور کرسکتے ہیں یا ق کو مستقل اور ب کو اقل مان سکتے ہیں یا اگر اخراج کو مقررہ تصور کیا گیا ہو تو ق اور ب دونوں اقل ہونگے۔ ہر صورت میں ق اور ب کے تفرقی سر صفر ہونگے۔ یا کے لحاظ سے تفرقات سے :—

مساوات (i) سے لا + یا فرلا/فریا + ۲ ت یا = ۰

مساوات (ii) سے فرلا/فریا + ۲ √ت^۲ + ۱ = ۰

جس سے لا − ۲ یا √ت^۲ + ۱ + ۲ ت یا = ۰

∴ لا = ۲ یا (√ت^۲ + ۱ − ت)

م ۲ ع = ق/ب = (لا + ت یا) یا / (لا + ۲ یا √ت^۲ + ۱)

= یا^۲ (۲ √ت^۲ + ۱ − ت) / ۲ یا (۲ √ت^۲ + ۱ − ت) = یا/۲

فرض کرو کہ ی ف ج ح (شکل نمبر ۶۰) نہر مطلوبہ ہے۔ ی ف کے نقطہ وسطی س سے عمود د، یا، د تینوں ضلعوں پر ڈالو۔

تب ق = ۱/۲ (ی ح × د + ح ج × یا + ج ف × د)

ب = ی ح + ح ج + ج ف

لیکن ق/ب = یا/۲ ∴ د کو یا کے مساوی ہونا چاہیے۔ لہذا س کو مرکز مان کر اور یا نصف قطر رکھ کر اگر دائرہ بنایا جائے تو وہ منحرف نما کے تینوں ضلعوں کو مس کریگا۔

پلیٹ ۱۱

ف ک، ح ج پر عمود گراؤ تب مثلث س ل ف مثلث ف ا ج ک کے متشابہ ہوگا۔ ∴ $\frac{\text{س ف}}{\text{س ل}} = \frac{\text{ف ج}}{\text{ف ک}}$ ۔ لیکن س ل = ف ک = یا ∴ س ف = ف ا ج ۔ یعنی طرفی سلامی چوٹی کی چوڑائی کی نصف ہوگی اور اس لیے گھیر چوٹ اور تہ کی چوڑائیوں کا مجموعہ ہوگا۔ اس لیے شکل کو اس طرح بنانا پڑیگا جو ذیل میں درج ہے (دیکھو شکل ۱۱ن)۔

(۱) گہرائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو ــــ س د عمود، دی ہوئی گہرائی کے برابر بناؤ۔ اور س اور د میں سے اُفقی خطوط ی ف اور ح ج بناؤ۔ س کو مرکز مان کر س د کی دُوری پر ایک نصف دائرہ بناؤ۔ ف ا ج اور ی ح دیے ہوئے میلانوں پر نصف دائرہ کو مس کرتے ہوئے کھینچو تو نہر مطلوبہ ی ف ا ج ح ہوگی۔

(۱۱) چوٹی کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو ــــ ی ف کو اُفقی شکل میں دی ہوئی چوٹی کی چوڑائی کے برابر بناؤ اور نقطہ س پر اس کی تنصیف کرو۔ دی ہوئی سلامیوں پر ف ج اور ی ح بناؤ۔ ف کو مرکز مان کر اور ف س کی دُوری پر ایک قوس بناؤ جو ف ج کو ج پر قطع کرتی ہو۔ ج ح کو افق کے متوازی بناؤ تو نالے کی شکل پوری ہوجائیگی۔

(۱۱۱) تہ کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو ــــ تہ کی چوڑائی ح ج بناؤ اور نقطہ د پر اس کی تنصیف کرو۔ ج ف اور ح ی دی ہوئی سلامیوں پر کھینچو۔ ج سے ج ل، ج د کے مساوی بناؤ اور ل س اور د س علی الترتیب ج ف اور ح ج پر عمود بناؤ جو س پر ملتے ہیں۔ س میں سے ی ف اُفقی بناؤ کہ جو طرفی سلامیوں سے ی اور ف پر ملے۔

پلیٹ ۱۱

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ چونکہ ی ف = ۲ ع $\sqrt{\text{ت}^2 + 1}$ ، ح ج = ی ف - ۲ ت ع

$$\text{ق} = \frac{(\text{ی ف} + \text{ح ج})\,\text{ع}}{2} = (\text{ی ف} - \text{ت ع})\,\text{ع}$$

$$= \text{ع}^2 \left(2\sqrt{\text{ت}^2 + 1} - \text{ت}\right)$$

اس لیے $\text{ع} = \sqrt{\dfrac{\text{ق}}{2\sqrt{\text{ت}^2 + 1} - \text{ت}}}$ .... (۵۷)

اس لیے اگر مقادیر ع ، ق ، اور ت میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں تو تیسری دریافت کی جاسکتی ہے۔

اعظم اخراج کے لیے جو تراش اس طرح حاصل ہوتی ہے وہ عملاً صرف چھوٹے نالوں کے لیے کارآمد ہوسکتی ہے۔ بڑی نہروں کے لیے اگر اس طرح حل کیا جائے تو عمق بہت زیادہ نکلتا ہے اور کھدائی کے نرخ میں جو زیادتی اس طرح ہوجاتی ہے وہ کمی رقبہ کی بچت کو برابر کردیتی ہے۔

(ی) مستطیلی نہریں ـــ مستطیلی نہر ایک منحرف نما ہوتی ہے جس کا ڈھال ۹۰° دیا ہوا ہو۔ اس لیے اعظم ترین اخراج کی صورت میں وہ ایک نصف مربع ہوگا۔ م ، ا ، ع = $\dfrac{2\text{ع}^2}{4\text{ع}} = \dfrac{\text{ع}}{2}$ ۔ اس قسم کی شکل لکڑی یا پختہ چنائی کے آب گذروں کے لیے کام میں لائی جاتی ہے۔

(۹۰) اقل ترین گھیر کی نہروں کی تجویز ـــ

مٹی کے کام کی چھوٹی نہروں کی ساخت میں ہمیں عام طور پر اخراج ، رفتار اور طرفی سلامیوں کو معین کرلینا پڑتا ہے اور تراش اور طولی ڈھال کو دریافت کرنا پڑتا ہے۔

مساوات (۵۷) سے ہمیں معلوم ہے کہ ع = $\sqrt{\dfrac{\text{ق}}{2\sqrt{\text{ت}^2 + 1} - \text{ت}}}$

اور ق = $\dfrac{\text{خ}}{\text{ر}}$

اس طرح ع معلوم ہوجاتا ہے اور چوٹی اور تہ کی چوڑائیاں اس سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔ م، ا، ع یعنی $\frac{ع}{۲}$ جب ہم کو معلوم ہو ہم س معلوم کرسکتے ہیں اور پھر مساوات $ر = س\sqrt{ن ڈ}$ سے ڈ معلوم کرسکتے ہیں۔

مثال (۵۷)۔ ایک بہترین شکل کی مٹی کے کام کی نہر کو ۶۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲ فٹ کی رفتار سے کرنا ہے۔ اور طرفی سلامیاں ۱½:۱ ہیں۔ نہر کی تجویز کرو۔

$$ق = \frac{۶۰}{۲} = ۳۰ \text{ مربع فٹ}$$

$$ع^{۲} = \frac{ق}{۲\sqrt{ت^{۲}+۱} - ت} = \frac{۳۰}{\sqrt{۱۳} - ۱٫۵} = ۱۴٫۲۵$$

∴ ع = ۳٫۸ فٹ

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{ق}{ع} = \frac{۳۰}{۳٫۸} = ۷٫۹ \text{ فٹ}$$

تہ کی چوڑائی = ۷٫۹ − ت ع = ۲٫۲ فٹ

سطح کی چوڑائی = ۷٫۹ + ت ع = ۱۳٫۶ فٹ

$$ن = \frac{ع}{۲} = ۱٫۹$$

جس سے مہ = ۱۸۶٫۰ اور س = ۵۹

$$∴ ڈ = \frac{ر^{۲}}{س^{۲} ن} = \frac{۴}{(۵۹)^{۲} \times ۱٫۹} = \frac{۱}{۱۶۵۴}$$

لیکن اگر نہر بڑی ہو تو عمق کی قیمت اتنی زیادہ ہوجاتی ہے کہ اس کو عملی صورت نہیں دی جاسکتی۔

مثال (۵۸)۔ بہترین تراش کی اس اقل نہر کے ابعاد معلوم کرو کہ جسے ۵۰۰۰ مکعب گز فی ساعت لیجانا ہو جب کہ سطح کا ڈھال ۶ انچ فی میل ہو اور طرفی سلامیاں ۱:½۱ (جامعہ ۱۹۲۸ء)۔

یہاں $ت = \frac{۳}{۲}$، $ق = ع^{۲}(۲\sqrt{ت^{۲}+۱} - ت) = ۲٫۷۱ ع^{۲}$

خ = ۳۷٫۵ مکعب فٹ فی ثانیہ

ر = م √(ع/۲ × ۱/۱۰۵۶۰) = س/۱۴۴ م √ع

خ = ق × ر

∴ ۳۷۵ = ۱٫۷۳ ع۲ × س/۱۴۴ م √ع

فرض کرو کہ س = ۸۰، ع = ۱۰٫۸ ∴ ن = ۴٫۵ جس سے م = ۰٫۱۰۴

اور س = ۸۷ جو فرض کی ہوئی قیمت کے کافی قریب ہے۔

ق = ۱٫۷۳ × (۱۰٫۸)۲ = ۲۰۲ مربع فٹ

∴ اوسط چوڑائی = ۲۰۲/۱۰٫۸ = ۱۹ فٹ تقریباً

تہ کی چوڑائی = ۱۹ − ت ع = ۱۹ − ۷٫۲ = ۱۱٫۸ فٹ

سطح کی چوڑائی = ۱۹ + ۷٫۲ = ۲۶٫۲ فٹ

مثال (۵۹) ۔ ایک نہر میں پانی ۳ فٹ عمیق ہے، تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ ہے، طرفی سلامیاں ۱½ : ۱ ہیں اور اس کا ڈھال ۵۸۷۵ میں ۱ ہے ۔ اس نہر کی ایک موزوں شاخ کا مجوزہ پیش کرو جو پانی کے ½ حصہ کو لے جاسکے ۔ اور ضروری ڈھال معلوم کرو تاکہ اس میں بھی پانی کی وہی رفتار رہے جو کہ اصل نہر میں ہے (جامعہ ۱۹۳۴ء) ۔

یہاں ع = ۳، چ = ۴۰، ت = ۳/۲، ڈ = ۱/۵۸۷۵

ق = (چ + ت ع) ع = ۱۳۳٫۵ مربع فٹ

ب = چ + ۲ ع √(ت۲ + ۱) = ۵۰٫۸

ن = ق/ب = ۲٫۶۳

م = ۰٫۰۰۶ (۱ + ۴/ن) = ۰٫۰۱۵۱

پلیٹ ۱۱

$$\text{س} = \sqrt{\frac{\text{۲ج}}{\text{مہ}}} = \text{۶۵}$$

$$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{ن ق}} = \text{۱۸۳٫۵}$$

$$\text{ر} = \frac{\text{خ}}{\text{ق}} = \text{۱٫۳۷ فٹ}$$

$$\text{نہر کی شاخ کے لیے خ} = \frac{\text{۱۸۳٫۵}}{\text{۶}} = \text{۳۰٫۵}$$

$$\text{ر} = \text{۱٫۳۷}$$

$$\text{ق} = \frac{\text{خ}}{\text{ر}} = \text{۲۲٫۳ مربع فٹ}$$

یہ چونکہ ایک چھوٹی نہر ہے اس لیے ہم اس کا عمق آب یہ سمجھ کر کہ اقل گھیر والی نہر ہے دریافت کرلیں۔ $\text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ق}}{\text{۲}\sqrt{\text{ت}^2 + \text{۱}} - \text{ت}}} = \text{۳٫۲۵}$ یہ عمق صدر نہر کے عمق سے زیادہ ہے اور اس لیے ناموزوں ہے۔

سنگم پر شاخ اور صدر نہر کی تہوں کو ایک ہی سطح پر رکھ کے اور شاخ کے صدر توم کے لیے ۳ انچ کا ارتفاع رکھ کے ہمیں شاخ کا مناسب عمق ۲٫۷۵ ملتا ہے۔

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{\text{۲۲٫۳}}{\text{۲٫۷۵}} = \text{۸٫۱ فٹ}$$

ت کو حسب سابق $\frac{\text{۳}}{\text{۲}}$ کے مساوی رکھ کر:—

$$\text{تہ کی چوڑائی} = \text{۸٫۱} - \text{۴٫۱} = \text{۴٫۰ فٹ}$$

$$\text{سطح آب پر چوڑائی} = \text{۸٫۱} + \text{۴٫۱} = \text{۱۲٫۲ فٹ}$$

$$\text{ب} = \text{ج} + \text{۲ع}\sqrt{\text{ت}^2 + \text{۱}} = \text{۱۳٫۹}$$

∴ ن = ۱٫۶ جس سے مہ = ۰٫۰۲۱۰ اور س = ۵۵

پلیٹ ۱۱

∴ ڈ = ر² / (س² ن) = ۱ / ۲۵۷۵

جو نہریں مٹی کے کام کی نہ ہوں اُنھیں دفعہ ۸۹ میں دیے ہوئے معطیات کے ذریعہ بہ آسانی تجویز کیا جا سکتا ہے۔

مثال (۶۰) - بہترین شکل کے ایک مستطیلی آب گذر جس کے بازو اور تہ لکڑی کے تختوں کے بنے ہوئے ہوں ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ۴ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے لے جاتا ہے۔ اس کی تجویز کرو۔

یہاں ت = ۰، ق = خ / ر = ۳ مربع فٹ

ع² = ق / (۲ م ا ت² + ا − ت) = ۱٫۵

∴ ع = ۱٫۲۲

چوڑائی = ۲ع = ۲٫۴۴

م، ا، ع = ع / ۲ = ۰٫۶۱

مہ = ۰٫۰۰۳ (۱ + ۰٫۱ / ۰٫۶۱) = ۰٫۰۰۳۵

∴ س = ۱۳۳

ڈ = ر² / (س² ن) = ۱۶ / (۱۷۶۸۹ × ۰٫۶۱) = ۱ / ۶۷۴ ، اس لیے آب گذر کی ناپ ۱٫۲۲ × ۲٫۴۴ ہونی چاہیے اور اس میں ڈھال ۶۷۴ فٹ میں ۱ ہونا چاہیے۔

(۹۱) - متغیر اخراج کے لیے نہریں — جب کسی نہر کو متغیر حجم لے جانا ہوتا ہے تو یہ مناسب ہوتا ہے کہ اُس کی رفتار تقریباً مستقل رہے۔ یعنی (س کے تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) م، ا، ع کو مستقل ہونا چاہیے یا گھیر کو اس شرح سے بڑھنا چاہیے جس سے کہ رقبہ بڑھتا ہے۔

پلیٹ ۱۱

یہ حالت مٹی کے کام کی نہروں میں بسہولت نہیں پیدا کی جاسکتی اس لیے کہ پانی کے اقل لیول سے اوپر جو سلامیاں ہونگی وہ کم سلامی کی ہوتی جائینگی اور بالائی سطح پر سلامیاں کسی قدر محدب ہو جائینگی ۔ یہ اصول بہرحال ایک حد تک ان بیضوی موریوں کی صورت میں اختیار کیا جاتا ہے جن سے گند آب کا مستقل اخراج حاصل کرنا ہو اور کبھی کبھی بارش کے پانی کی مقابلۃً بڑی مقداروں کا اخراج حاصل کرنا ہو۔

شکل ۶۱ اور ۶۲ میں دو بیضوی تراشیں دکھائی گئی ہیں جن سے ان کی ساخت ظاہر ہے ۔ بلدی بیضوی (شکل ۶۱) میں معکوس کمان کا نصف قطر چوٹی کے نصف قطر کا نصف ہوتا ہے ۔ ھاکسلے کی بیضوی (شکل ۶۲) میں چوٹی کے نصف قطر کا تقریباً ۳/۵ حصہ ۔ ان پلیوں میں عام طور پر اینٹ کا کام ہوتا ہے اور ان کے عرضی قطر ۶ فٹ تک ہوتے ہیں ۔ اس قسم کے نالے گو اوپر سے بند ہوتے ہیں لیکن اصطلاحاً کھلے نالے تصور کیے جاتے ہیں کیونکہ یہ دباؤ کے زور میں اخراج کرنے کے قابل نہیں ہوتے ۔

مثال (۶۱) ۔ ایک بلدی بیضوی پلیا جس میں اینٹ کا کام ہے اور جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہے ۳′ - ۲″ × ۴′ - ۹″ ناپ کی ہے ۔ رفتاروں اور اخراجوں کا مقابلہ کرو جب کہ اس میں عمق آب، انتصابی قطر کا ۱/۳ اور ۲/۳ ہو ۔

پیمانہ پر بیضوی کو اتار کر جب ہم پیائش کرتے ہیں تو ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ

جب وہ ایک تہائی بھری ہو تو

$$ق_۱ = ۲٫۸۵ ، ب_۱ = ۳۸٫۴ \therefore ن_۱ = ۶۵٫$$

اور جب وہ دو تہائی بھری ہو تو

$$ق_۲ = ۷٫۵۸ ، ب_۲ = ۷۵٫۸ \therefore ن_۲ = ۱۰۰٫$$

Hawksley ھاکسلے

پلیٹ ۱۱

$$\text{م}_1 = \text{۰۰۳ء}\left(\text{۱} + \frac{\text{۱ء}}{\text{۶۵ء}}\right) = \text{۰۰۳۵ء} \therefore \text{س}_1 = \text{۱۳۵}$$

$$\text{م}_2 = \text{۰۰۳ء}\left(\text{۱} + \frac{\text{۱ء}}{\text{۱ء۰}}\right) = \text{۰۰۳۳ء} \therefore \text{س}_2 = \text{۱۴۰}$$

$$\text{پس}\ \frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{س}_1\sqrt{\text{ا}_1\text{ن}_1}}{\text{س}_2\sqrt{\text{ا}_2\text{ن}_2}} = \frac{\text{۱۳۵} \times \text{۸۱ء}}{\text{۱۴۰} \times \text{۱ء۰}} = \frac{\text{۱۰۹}}{\text{۱۴۰}}$$

$$\frac{\text{خ}_1}{\text{خ}_2} = \frac{\text{ق}_1\text{ر}_1}{\text{ق}_2\text{ر}_2} = \frac{\text{۲ء۸۵}}{\text{۷ء۵۸}} \times \frac{\text{۱۰۹}}{\text{۱۴۰}} = \frac{\text{۳۱۱}}{\text{۱۰۶۱}}$$

اس طرح رفتار صرف ایک چوتھائی بڑھتی ہے اور اخراج سہ گنا ہو جاتا ہے۔

(۹۲) - کسی آڑی تراش میں تغیر رفتار ـــــ جیسا کہ مزاحمت کی نوعیت سے توقع کی جا سکتی ہے رفتار تہ اور پشتوں کے نزدیک سب سے کم ہوگی اور پانی کی سطح کے قریب نہر کے محور میں زیادہ سے زیادہ۔ اگر رس بڑی سے بڑی سطحی رفتار اور رت تہ کی رفتار، اور ر اوسط رفتار ہو تو تجربہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ تقریباً ر = ۸ء رس = ۳ء۱ رت ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ (۵۸)

ر اور رس کا تعلق کارآمد ثابت ہوتا ہے اس لیے کہ سطحی ترنڈوں سے رس کی قیمت بسہولت معلوم ہو سکتی ہے۔ نہر کی تجویز کرتے وقت ر اور رت کا تعلق معلوم ہونے سے ہم نالہ کو ایسی رفتار دے سکتے ہیں کہ جو مٹی کی معلوم طاقت رکھنے والی تہ اور پشتوں کو نقصان نہ دے۔ نیچے جو اوسط رفتاریں فٹوں فی ثانیہ میں دی گئی ہیں ان سے رفتاریں عام طور پر زیادہ نہ ہونی چاہییں:۔

چکنی مٹی	۷۵ء۰	گنگڈ	۰ء۴
ریت	۵ء۱	پرت دار چٹان	۰ء۶
کسنکر	۰ء۳	سخت چٹان	۰ء۱۰

سادہ فرکی اور لزوجی مزاحمت کے مفروضہ سے یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ انتصابی خط س د (شکل ۶۳) کے نقاط پر کی رفتاریں ایسے ایک ناقص

پلیٹ ۱۱

(جس کا محور سطح میں واقع ہو) کے فصلوں کے ذریعہ تعبیر کی جا سکتی ہیں ۔ اصلی حرکت بہرحال گردابوں کی موجودگی سے پیچیدہ ہو جاتی ہے ۔ یہ گرداب سطح کے قریب بہت زیادہ تعداد میں ہوتے ہیں ۔ تجربہ نے بتایا ہے کہ ان کا منحنی ایک ناقص ہے جس کا راس ۰٫۳ ع سطح سے نیچے ہوتا ہے ۔ بیزن (Bazin) نے سطح کی بڑی سے بڑی رفتار ىس اور اوسط رفتار ر کے درمیان حسبِ ذیل تعلق دریافت کیا ہے ۔

$$\text{ر} = \text{ىس} - ۲۵\sqrt{\text{ن ڈ}}$$

اب $\text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ن ڈ}}$

اس لیے $\text{ر} = \frac{\text{س}}{\text{س} + ۲۵}\,\text{ىس}$ ....(۵۹)

مثال (۶۲) ۔ اس مٹی کے کام کی نہر کی انتہائی سطحی رفتار جس کا م، ۱/۴ ع ۴ فٹ ہو، ۵ فٹ فی ثانیہ برآمد ہوتی ہے ۔ اوسط رفتار معلوم کرو۔

$$\text{مہ} = ۰٫۰۰۶\left(۱ \times \frac{۴}{۵}\right) = ۰٫۱۲۰ ،\quad \text{س} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{مہ}}} = ۷۳$$

$$\text{ر} = \frac{۷۳}{۷۳ + ۲۵} \times ۵ = ۳٫۷۲$$ فٹ فی ثانیہ۔

بہت سے مصنفوں نے اس پر زور دیا ہے کہ پانی کی ہر ایک رَو کی تراش کی سطح اوپر کی طرف کسی قدر محدب ہوتی ہے یعنی محور پر کناروں کی بہ نسبت زیادہ اونچی ہوتی ہے ۔ لیکن جو تجربات رُڑکی میں کیے گئے ہیں وہ اس خیال کی تائید نہیں کرتے ۔

[1] رفتار کی اس تقسیم کا اطلاق صرف بلا روک تراشوں پر ہوتا ہے ۔ جب کسی غرقاب چادر کے اوپر سے اخراج کو معلوم کرنا ہو تو اس کے لیے بعض ماہرین کُٹھنہ حصہ کے لیے رَو کی رفتارِ آمد کو سطحی رفتار کے مساوی لیتے ہیں اور منفذ کے حصہ کے لیے رَو کی اوسط رفتار کو رفتارِ آمد کے لیے لیتے ہیں ۔ اِن وجوہ کی بنا پر جو اوپر بیان کیے گئے ہیں اس عمل کو اس کتاب کے باب چہارم میں نہیں لیا گیا ۔

(۹۳) ۔ ارتفاع کے خفیف نقصانات ـــــ ہر ایک نالے کا اُتار تقریباً پورا، مزاحمت پر غالب آنے کے کام آتا ہے ۔ رفتارِ داخلہ پیدا کرنے کے لیے اور رکاوٹوں، مثل خموں پر سے گزرنے کے لیے بہر صورت قلیل ارتفاعوں کی ضرورت ہوتی ہے ۔ ارتفاعوں کے ان نقصانات کی تلافی نالے میں اسی قدر زیادہ اُتار دے کر کی جاتی ہے ۔

رفتارِ داخلہ ـــــ ہر ایک نالا اپنے مدخل پر مبدا، سد کی طرف یا تو کھلا ہوا ہوگا یا مبدا توم کے ذریعہ سے بند ہوگا ۔ پہلی صورت میں تھوڑے فاصلہ کے لیے پانی کی سطح میں تیز ڈھال ہوتا ہے ۔ یہ ڈھال اُس رفتار کو پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتا ہے جو م ا ، ا ، ع اور ڈھال کے باعث نالے میں آگے چل کر لازمی طور پر پیدا ہونی چاہیے ۔ دوسری صورت میں ارتفاع، توم کی بالائی اور زیرین سمت پر سطحِ آب کے لیول کا فرق ہوتا ہے ۔

فرض کرو کہ ق نالے کی تراش کا رقبہ ہے، ر نہر کی رفتار، ا حقیقی ارتفاع جو پیدایش رفتار کے لیے ضروری ہو ۔ کھلے در آمد کے لیے

$$\text{خ} = \text{س}\,\text{ق}\,\sqrt{۲\text{ج}\,\text{ا}} = \text{ر} \times \text{ق}$$

جس سے $\text{ا} = \dfrac{\text{ر}^2}{\text{س}^2 \times ۲\,\text{ج}} = ۱٫۵\,\dfrac{\text{ر}^2}{۲\text{ج}}$ جب کہ س کو ۰٫۸ مان لیا جائے ۔

بند در آمد کی صورت میں فرض کرو کہ توم کے دروں کا رقبہ ق_1 ہے اور ان میں سے رفتار ر_1، $\text{ر}_1 = \dfrac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\,\text{ر}$، $\text{ا} = \dfrac{\text{ر}_1^2}{\text{س}^2 \times ۲\text{ج}} = \left(\dfrac{\text{ق}}{\text{س}\,\text{ق}_1}\right)^2 \times \dfrac{\text{ر}^2}{۲\,\text{ج}}$

$$= ۱٫۵\left(\frac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\right)^2 \times \frac{\text{ر}^2}{۲\text{ج}}$$

ان دونوں صورتوں میں اگر چاہو تو داخلہ کے قریب نالے کو چوڑا کر کے اور اس طرح ابتدائی رفتار کو کم کر کے اُتار کو تقسیم کر سکتے ہو ۔

خم ـــــ مصنوعی نالے میں موڑ علی العموم بڑے بڑے نصف قطروں کے

پلیٹ ۱۱

منحنی ہوتے ہیں۔ جو نقصانِ ارتفاع ان خموں سے واقع ہوتا ہے اُس کے متعلق کوئی قطعی نتیجہ خیز تجربہ موجود نہیں اس لیے ہمفری[ل] اور آیبٹ[ک] کے مِیسیسپی والے ضابطہ کی حسب ذیل ترمیم اختیار کی جاتی ہے :-

اُس خم کے لیے جس کی قوس کا محاذی زاویہ عہ° ہو نقصانِ ارتفاع ا

$$= \frac{عہ}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \frac{ر^۲}{۲ج}$$

مثال (۶۳) - کسی نہر کی شاخ کے پہلے گذر میں ۳۰° کے ۹ اور ۴۵° کے ۳ خم ہیں۔ مبداتوم کے دہانہ کا رقبہ نالے کی تراش کے رقبہ کا نصف ہے - نہر میں رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ درکار ہے - بتاؤ نالے کی تجویز میں ارتفاع میں کس قدر بیشی رکھنی چاہیے -

$$\text{داخلہ پر}\qquad ا = ۱٫۵ (۲)^۲ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$$

$$\text{۳۰° کے خم پر، } ا = \frac{۳۰}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$$

$$\text{۴۵° کے خم پر، } ا = \frac{۴۵}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$$

$$\therefore \text{مجموعی نقصانِ ارتفاع} = \frac{ر^۲}{۲ج} (۶ + ۹ \times ۰٫۱۲ + ۳ \times ۰٫۱۸)$$

$$= ۰٫۵ \text{ فٹ تقریباً۔}$$

(۹۴) - آبشار —— جب زمین کا قدرتی ڈھال نالے کے ڈھال سے زیادہ ہوتا ہے تو نالے کی تہ میں ایک دم گراؤ یا آبشار تعمیر کر کے طول میں بچت نکال لی جاتی ہے - ان اُتاروں یا آبشاروں میں پست چادریں ہوتی ہیں جن میں سیڑھیاں ہوتی ہیں جو نالے کے بہاؤ سمت میں ہوتی ہیں تاکہ گرتے پانی کی طاقت توڑی جا سکے، یا ایک واحد انتصابی اُتار ہوتا ہے جو پن گدی پر گرتا ہے - ہر دو صورتوں میں مقصد یہ ہوتا ہے کہ اترواں ڈھال کے باعث جو رفتار میں تیزی پیدا ہو جاتی ہے وہ زائل ہو جائے۔ اور زیریں سمت پر

ل Humphery　ک Abbot's Mississippi

پلیٹ ۱۱ پانی نالے کی معمولی رفتار سے پہنچے۔ اگر کوئی چادر نہ ہو تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ جس مقام پر چادر ہونی چاہیے اس سے پچھلی طرف نالے کے پانی کا عمق ایک لمبے فاصلہ تک گھٹنا شروع ہو جاتا ہے جس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتار بڑھ جاتی ہے اور تہ کٹ جاتی ہے۔ جس بلندی تک چادر کو بنانا مقصود ہو وہ ہمیں مساوات

(۱۴) اور (۵۳) یعنی خ = س ق م ا ن √ڈ = ۲/۳ س ل √۲ج {(ا + و)^۳/۲ - و^۳/۲}

کو و کے لیے حل کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔ تب اگر نہر کا اصلی عمق ع ہو تو چادر کو (ع - و) کی بلندی تک بنانا چاہیے۔

آبشار کی وہ وضع جس میں پانی انتصاباً ایک پن گدی پر گرتا ہے (شکل ۶۵) وہ وضع ہے جو ہمیں قدرتی مناظر میں اکثر نظر آتی ہے اور قدرتی آبشاروں کے عین نیچے جو پانی کا ایک کنڈ بن جاتا ہے اس کے مطابق پن گدی کی گہرائی کے تعین کرنے میں ہم کو مدد ملتی ہے۔ نہری آبشاروں کی حالت میں جو ضابطہ اختیار کیا جاتا ہے وہ یہ ہے لا = ۱٫۵ √اَ ∛ع یہاں لا پن گدی کی گہرائی ہے، ع نہر کا عمق ہے اور اَ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں کے پانی کے لیول کا فرق ہے۔ اس وضع کا آبشار جو نہر باری دوآب پر تجربہ کے لیے بنایا گیا ہے تختی ۱۲ میں دکھایا گیا ہے۔ چوٹی پر پانی کی سطح کی شکل کو اور گراؤ پانی کی جو دھار بنتی ہے اس کو اور زیرین موج کو اچھی طرح مطالعہ کرنا چاہیے۔

لہر یا آبشار جن میں دوہری گولائیاں ہوتی ہیں (دیکھو شکل ۶۶) اس لیے بنائے جاتے ہیں کہ پانی انتصابی رفتار کے بغیر آبشار کے پاؤں پر گرا دیا جائے۔ حد سے زائد اُفقی رفتار کی زیادتی کا تدارک آبشار کے نیچے نہر کو چوڑا کر کے یا جھاڑ کی ٹھوکریں بنا کر عقبی پانی کے راستہ میں دیگر رکاوٹیں پیدا کر کے کیا جاتا ہے۔ دوہرے وتر س د کا ڈھال تقریباً ۶:۱ ہے اور اوپر والی قوس کا وتر س ی، س د کا تقریباً ایک تہائی ہے۔

نہر گنگ پر جب کہ وہ پہلے پہل تعمیر کی گئی تھی تو لہر یا آبشار کی چوٹیاں

بالائی گذر نہر کی تہ کے ہم سطح تھیں - چند میلوں تک ان آبشاروں کے اوپر جو کٹاؤ پیدا ہوئے وہ اس قدر زیادہ تھے کہ بہت جلد ان آبشاروں کی چوٹیوں کو اونچا کرنے کی ضرورت محسوس ہوئی -

(۹۵) - قائم موجیں —— برقرار متغیر حرکت کی تفرقی مساوات کے ذریعہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اگر وہ عمق جس پر کوئی نہر بہ رہی ہو $\frac{ر^2}{ج}$ سے کم ہو اور اگر کسی رکاوٹ کے ذریعہ عمق کو بڑھا دیا جائے تو جس مقام پر ع $= \frac{ر^2}{ج}$ ہوگا اُس مقام پر سطح آب تہ پر عمود وار ہونے لگتی ہے اور ایک قائم موج پیدا ہو جاتی ہے - یہ حالت کسی چادر کی بالائی یا زیرین سمت میں پیدا ہو سکتی ہے اور اُن پلوں کی بہاؤ سمت میں بھی پائی جا سکتی ہے جب پانی طغیانی کی حالت میں دروں میں سے خارج ہو رہا ہو -

اس طرح شکل ۶۷ میں نقطہ س کی تراش پر ع $< \frac{ر^2}{ج}$ - جوں جوں پانی کی تراش رکاوٹ کی سمت میں زیادہ ہوتی جاتی ہے ر گھٹتی ہے اور بالآخر س اور د کے درمیان ع $= \frac{ر^2}{ج}$ ہو جاتا ہے اور اُس وقت قائم موج پیدا ہوتی ہے پھر ی پر گہرائی اس قدر قلیل ہے اور رفتار اتنی زیادہ کہ ع کم $\frac{ر^2}{ج}$ سے ہو سکتا ہے - چونکہ یہاں تہ میں عام طور پر ایک بے گھڑے پتھر کی بیش چادر ہوتی ہے اس لیے رفتار جلد جلد گھٹتی ہے اور ایک قائم موج ی اور ف کے درمیان پیدا ہوگی جس وقت $\frac{ر^2}{ج}$ کے برابر ع ہو جائیگا -

موج کی بلندی بطریقۂ ذیل معلوم کی جا سکتی ہے :—

فرض کرو کہ کمیت س د (شکل ۶۸) و وقت کے بعد مقام $س_1$، $د_1$ پر ہوتی ہے - سہولت کے لیے تصور کر لو کہ تراش مستطیلی ہے جس کا عرض ل اور عمق $ع_1$، $ع_2$ ہیں - معیارِ حرکت کا افقی تغیر $\frac{و}{ج}(ف_1 ر_1^2 - ق_2 ر_2^2)$ وَ

$= \frac{و ل}{ج} (ع_۱ ر_۱ - ع_۲ ر_۲) ؤ$ ہوگا۔

س س اور د د پر عمل کرنے والے دباؤں کا فرق تصادم ہوگا جو کہ
ؤ وقت تک عمل پیرا رہے یعنی و $\left(\frac{ع_۲^۲}{۲} - \frac{ع_۱^۲}{۲}\right)$ ل ؤ ہوگا۔

اس لیے $ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج} (ع_۱ ر_۱ - ع_۲ ر_۲)$

لیکن $ر_۲ = \frac{ع_۱}{ع_۲} ر_۱$

$\therefore ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج} ر_۱ \times \frac{ع_۱}{ع_۲} (ع_۲ - ع_۱)$

$\therefore ع_۲ + ع_۱ = \frac{۲ ر_۱^۲}{ج} \times \frac{ع_۱}{ع_۲}$

جس سے $ع_۲ = \sqrt{\frac{۲ ر_۱^۲}{ج} ع_۱ + \frac{ع_۱^۲}{۴}} - \frac{ع_۱}{۲}$ .... (۶۰)

مثال (۶۴) - ایک پل جو سیلاب کی حالت میں اخراج کر رہا ہے بالائی سمت دریا پر اور زیریں سمت دریا پر علی الترتیب ۱۰ فٹ اور ۶ فٹ کی گہرائیاں رکھتا ہے اور رفتارِ آمد $۸\frac{۱}{۲}$ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کیا کوئی قائم موج پیدا ہوگی اور اگر ہوگی تو اس کی بلندی کیا ہوگی۔

یہاں $ر_۱ = ۸٫۵$ ، $ر_۲ = \frac{۱۰}{۶} \times ۸٫۵ = ۱۴٫۲$

$\sqrt{ج ا} = \sqrt{۳۲ \times ۶} = ۱۳٫۹$

اس لیے $ر_۲$ ، $\sqrt{ج ا}$ سے کسی قدر بڑا ہے - وہ بہرصورت پل کے نیچے کم ہو جائیگا - اور جب اس کی قیمت ۱۳٫۹ ہو جائیگی تو قائم موج پیدا ہوگی اور اس موج کی بلندی

$ع_۲ = \sqrt{\frac{۲ \times (۸٫۵)^۲}{۳۲} \times ۱۰ + \frac{(۱۰)^۲}{۴}} - \frac{۱۰}{۲} = ۳٫۴$ فٹ

ابتدائی شرط ع < ر²/ج کے معنی یہ ہیں کہ مہ ع/۲ < ن ڈ ۔ چوڑی اور اُتھل نہروں میں ن ع کے قریب قریب ہو جاتا ہے ۔ اس لیے اس قسم کی نہروں کی صورت میں قائم موجوں کے پیدا ہونے کی ابتدائی شرط ڈ > مہ/۲ ہوگی۔ مٹی کی نہروں کے لیے مہ = ۰۰۶ء (۱ + ۴/ن) اس کی کم سے کم قیمت بالآخر ۰۰۶ء ہوگی ۔ اس لیے ساکن موجوں کی پیدائش کے امکان کے لیے ڈ کو ہونا چاہیے کہ ۰۰۳ء یا میلان تقریباً ۱۶ فٹ فی میل سے کم نہ ہونا چاہیے ۔

باب ہفتم کی مثالیں

نوٹ ۔ قدریں (بیزن کی) جو استعمال کی گئی ہیں وہ مندرجۂ جدول ہیں۔

۱ ۔ اُس نہر کا ڈھال فٹوں میں فی میل دریافت کرو جس کی تہ کی چوڑائی ۴ فٹ، طرفی سلامیاں ۲ : ۱ ہوں اور جس سے ۳۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۴ فٹ کی گہرائی پر حاصل ہو۔ اسی نہر کا اخراج ۵ فٹ کی گہرائی پر کیا ہوگا ۔ (کلیہ ۱۹۳۲ء) جواب (۱) ۱۰ انچ فی میل (۲) ۴۵۷ مکعب فٹ ثانیہ ۔

۲ ۔ اُس نہر کی رفتار اور اخراج معلوم کرو جس کی گہرائی ۳½ فٹ، تہ کی چوڑائی ۳۵ فٹ، طرفی سلامیاں ۱ : ۱ اور تہ کا ڈھال ۱۸ انچ فی میل ہے ۔
جواب (۱) ۲ فٹ فی ثانیہ (۲) ۲۷۰ مکعب فٹ ثانیہ

۳ ۔ کسی نہر کے ماقوائی اوسط عمق سے کیا مراد ہے ؟ ایک نہر کو جو سخت پتھریلی زمین میں بنائی گئی ہے ۱۰۰ مکعب فٹ پانی ۳ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے لے جانا ہے ۔ اس کی تراش کو ایک نصف مربع مان کر فٹوں میں ڈھال فی میل معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۹۳۳ء) ۔ جواب ۲٫۵ فٹ

۴ ۔ اُس نہر کی تہ کی چوڑائی تقریباً مطلوب ہے جس کی طرفی سلامیاں ۱ : ۱، ہوں ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے اور ۴ فٹ کی گہرائی سے اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ

فی ثانیہ ہے (کلیہ ۱۸۸۲ء) ۔ جواب ۶۰ فٹ ۔

۵ ۔ ۴ فٹ گہری کسی نہر کی تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیے جب کہ بازووں کے میلان ½ ۱ : ۱ ، ڈھال ۳ فٹ فی میل ہو تاکہ اس سے ۱۹۵ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو سکے ۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔ جواب ۱۳ فٹ ۔

۶ ۔ اس نہر کا اخراج کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ ہوگا جس کا ڈھال ۶ انچ فی میل ، تہ کی چوڑائی ۳۰ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱ : ۱ ہوں جب کہ وہ ۶ فٹ گہری ہے ۔ اوسط ، سطحی اور تہ کی رفتاروں کی کیا قیمت ہوگی ؟ (جامعہ ۱۸۸۳ء) ۔ جواب (۱) ۲۰۴۵۰ مکعب فٹ ، (۲) ۱٫۵۷ ، ۱٫۹۷ ، ۱٫۲۱ فٹ ثانیہ ۔

۷ ۔ کسی نئی آبپاشی کی نہر (جس کو پانی کی ایک خاص مقدار لے جانی ہو) کی آڑی تراش اور میلان کی تعیین میں کن خاص واقعات کو پیش نظر رکھنا پڑتا ہے اور کیوں اعظم ترین اخراج کی صورت معمولی زمین میں بنائی ہوئی نہروں کے لیے دوسری صورتوں کے مقابلہ میں زیادہ مقبول اور سستی نہیں ہوتی (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔

۸ ۔ ایک مستطیلی اینٹ سے بنے ہوئے آب گذر کا عرض کیا ہونا چاہیے جس کا طول ۲۲۰ گز ہو اور جس کو ۵۶۷۰۰ مکعب گز پانی فی گھنٹہ لے جانا ہو جب کہ پانی کی گہرائی ۵ فٹ ہو اور آب گذر میں ڈھال ۳ انچ ۔ جواب ۳۰ فٹ ۔

۹ ۔ ایک نہر تہ پر ۸۰ فٹ چوڑی ہے ، اس کی طرفی سلامیاں ۱ : ۱ ، ڈھال ۱ فٹ فی میل اور اوسط رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ تو بتاؤ کہ اس نہر کی گہرائی اور اخراج کیا ہونگے ۔ جواب (۱) ۸٫۱۵ فٹ (۲) ۲۱۵۵ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

اس نہر کی ایک شاخ اس اخراج کا تیسرا حصہ لے جاتی ہے ، اور بناء براں صدر نہر کی تہ کی چوڑائی گھٹ کر ۶۰ فٹ ہو جاتی ہے تو صدر نہر کا ڈھال کس قدر رکھنا چاہیے تاکہ ۳ فٹ فی ثانیہ کی رفتار قائم رکھی جا سکے (جامعہ ۱۸۸۷ء) جواب ۱٫۵ فٹ فی میل ۔

۱۰۔ ایک ایسی نہر کی تجویز کرنی ہے کہ جس سے ۳۵۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲½ فٹ فی ثانیہ کی رفتار کے ساتھ جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں حاصل ہو۔ زمین کی سطح ایسی ہے کہ ۳۶۰۰ میں ۱ کا میلان مناسب تصور کیا گیا ہے۔ نہر کی تراش کا نقشہ بناؤ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب۔ چوڑائی = ۶۰ فٹ، گہرائی = ۶¼ فٹ۔

۱۱۔ ایک دریا سے ۲۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کے لیے ایک نہر نکالی گئی ہے۔ دریا کے متعلقہ معلومات سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ستمبر میں جو کہ آبپاشی کا وہ مہینہ ہے جس میں کہ دریا میں بہت کم پانی رہتا ہے، ۱۶ دن تک ذرائع آمد سے پانی کی کافی مقدار حاصل ہوتی ہے۔ ذرائع آمد کے درمیانی وقفوں میں ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ سے زیادہ مقدار استعمال کے لیے نہیں حاصل کی جا سکتی تو نہر کی استعداد (یعنی طاقتِ اخراج) کیا ہونی چاہیے جب کہ ۵۰ ایکڑ کے لیے ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ مقرر کیا جائے۔

اگر یہ تصفیہ کیا جائے کہ رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ، گہرائی ۲ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہونی چاہییں تو تہ کی چوڑائی اور ضروری ڈھال معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب (۱) ۶۴½ مکعب فٹ ثانیہ (۲) چوڑائی = ۸¾ فٹ (۳) ڈھال = ۴۷۰۰ میں ۱۔

۱۲۔ اُس نہر کے ابعاد معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ اور گہرائی اور اوسط عرض میں ۱:۱۵ کی نسبت ہو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۹ء) ۔جواب۔ گہرائی = ۸٫۴ فٹ، چوڑائی = ۱۱۸ فٹ۔

۱۳۔ ایک مستطیلی گُنڈ پتھر سے تعمیر شدہ نہر کو ۱٫۵ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۷۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج دینا ہے۔ جب کہ اُس کا عرض، گہرائی کا ۱۵ گنا ہو تو آخرالذکر کی قیمت معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء) ۔جواب ۳½ فٹ۔

۱۴۔ اعظم ترین اخراج کی متشاکل منحرف نما نہروں میں ماقوائی اوسط گہرائی کو پانی کی گہرائی سے کیا تعلق ہوتا ہے۔ اس قسم کی نہروں کے ہندسی خواص کیا ہیں۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۰ء)۔

۱۵ - اُس نہر کی کم سے کم تراش معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۱۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو - طرفی سلامیاں ½۱:۱ ہیں (جامعہ ۱۸۷۴ء) - جواب - گہرائی = ۳۱ء۱۱ فٹ، عرض = ۸ء۶ فٹ -

۱۶ - ایک بہترین صورت کی منحرف نما نہر کی تراش کو بناؤ جب کہ یہ معلوم ہو کہ گہرائی ۴ فٹ اور طرفی سلامیاں ۲:۱ ہیں - جواب - عرض = ۹ء۱ فٹ -

اس کے بہاؤ کی رفتار کا اُس نہر کی رفتار سے مقابلہ کرو جس کی گہرائی اور ڈھال اس کے برابر ہوں اور جس کی تہ کی چوڑائی ۳ء۳ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں (جامعہ ۱۸۷۸ء) - جواب رفتاریں مساوی ہیں -

۱۷ - بہترین تراش کی اعظم ترین اخراج والی ایک نہر کی گہرائی ۸ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے تو اخراج معلوم کرو اور نہر کی تراش بناؤ جب کہ طرفی ڈھال ۱:۱ ہوں (جامعہ ۱۸۷۹ء) جواب - اخراج = ۳۴۳ مکعب فٹ ثانیہ - عرض = ۶ء۶ فٹ

۱۸ - اقل ترین کناروں والی ایک نہر کا اوسط عرض ۱۴ فٹ، اور گہرائی ۸ فٹ ہے - تو طرفی سلامیاں معلوم کرو - جواب - $\frac{3}{4}$:۱

۱۹ - افقی پیمانہ ۱ انچ فی ۱۰۰۰ فٹ اور انتصابی پیمانہ ۱ انچ فی ۵ فٹ مقرر کر کے زمین کی مندرجۂ ذیل تراشوں کو بناؤ اور اس پر ایک ایسی نہر کی تہ جس کی گہرائی ۲ فٹ اور تہ کا ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اس طرح بناؤ کہ پانی کی سطح ہر مقام پر بجز نقاط ا اور ب کے جہاں کہ اسے زمین کی سطح کے ساتھ ہموار ہونا چاہیے زمین کی طبعی سطح سے نیچے رہے (کلیہ ۱۸۸۴ء) -

فٹوں میں فاصلہ	فٹوں میں خطِ ابتدائی کے نیچے گہرائی	کیفیت
۰	۱٫۰	نقطہ ا
۱۰۰۰	۱٫۳	
۲۰۰۰	۲٫۶	
۳۰۰۰	۳٫۴	
۴۰۰۰	۴٫۹	
۵۰۰۰	۵٫۴	نقطہ ب

۲۰ - ایک نہر جو تہ پر ۳۰ فٹ عریض ہے جس کے طرفی ڈھال افقاً ۴ اور انتصاباً ۳ اور جس کا ڈھال ۱۰۰۰ میں ۱ ہے ایک دریا سے پانی کی متغیر مقداریں حاصل کرتی ہے تو ۲، ۴ اور ۶ فٹ کی گہرائیوں پر رفتار اور اخراج معلوم کرو (جامعہ ۱۸۶۹ء) - جواب (۱) ۸۷ء۰ فٹ ثانیہ، ۵۰ مکعب فٹ ثانیہ - (۲) ۲۶ء۱ فٹ ثانیہ، ۱۷۸ مکعب فٹ ثانیہ، (۳) ۶۰ء۱ فٹ ثانیہ، ۳۶۵ مکعب فٹ ثانیہ

۲۱ - اینٹ کی بنی ہوئی ایک بیضوی موری کا اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ میں معلوم کرو جب کہ بھری ہوئی بہتی ہے جس کا میلان ۱۰۰۰ میں ۱، عرضی قطر ۵ فٹ، انتصابی قطر $\frac{1}{2}$ ۷ فٹ اور معکوس کمان کا نصف قطر عرضی قطر کا $\frac{1}{8}$ اور بازوؤں کے نصف قطر عرضی قطر کے ۱ اور ایک تہائی ہوں (جامعہ ۱۸۸۸ء) جواب - ۶۶۰۰ مکعب فٹ

باب ہشتم

دریاؤں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

بہاؤ کے اصول
دریا بحیثیت ذرائع آمد
دریاؤں کا اخراج
رفتاری حساب
آڑی تراشیں
رفتاروں کی پیمائش
رفتار پیما
زیادہ سے زیادہ اخراجِ طغیانی
ہن بہاؤ رقبہ سے اخراجِ طغیانی
دریائی موڑ
دریاؤں کا نظم

(۹۶)۔ دریا — وہ اصول جو قدرتی نالوں میں پانی کے بہاؤ پر حاوی ہوتے ہیں وہی ہوتے ہیں جو مصنوعی نالوں کے لیے مرتب ہو چکے ہیں۔ اول الذکر کے شرائط زیادہ پیچیدہ ہوتے ہیں اُس کی وجہ یہ ہے کہ نالے کی تراش میں تغیرات کے باعث اُس کی رفتار متغیر ہوتی ہے، اس کے علاوہ سال کے مختلف موسموں میں بھی اخراج میں تغیرات ہوتے رہتے ہیں۔ پہاڑی علاقوں میں ندیوں کا ڈھال بہت زیادہ ہوتا ہے۔ رفتار بہت زیادہ اور توانائی بالفعل بہت ہوتی ہے۔ اس وجہ سے ان کے مارگ سیدھے ہوتے ہیں اور جن جن نشیبی زمینوں میں سے ندیاں بہتی ہیں اُن کی وجہ سے مارگ

بہت اچھی طرح نمایاں ہوتے ہیں۔ میدانوں میں حالات بالکل اُلٹ جاتے ہیں۔ اور ایک قلیل سی رکاوٹ بھی دریا کی سمت کو بدل دیتی ہے۔ اور اس سبب سے دریا کا مارگ منحنی ہو جاتا ہے اور طولی ڈھال اور رفتار اور بھی کم ہو جاتے ہیں۔ وہ ٹھوس مادّہ جو دریا کے مارگ کے بالائی حصّوں کی تہ اور کناروں سے کٹ کٹ کر پانی میں معلق ہوتا رہتا ہے جوں جوں رفتار کم ہوتی جاتی ہے تہ میں بیٹھتا جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے دریا کے دہانہ کے قریب کی زمین کے لیول میں اضافہ ہوتا جاتا ہے اور موسمی سیلاب اردگرد کی زمین پر تلچھن کو پھیلا دیتے ہیں اور کنارا سمندر کی طرف بڑھتا جاتا ہے۔ آخر کار جب کبھی کوئی غیر معمولی سیلاب آتا ہے تو دریا جدید نالے بنا کر سمندر میں داخل ہوتا ہے۔ یہی تمام عمل ان نالوں میں ہوتا رہتا ہے اور ایک عرصۂ دراز کے بعد ایک ڈلٹا بہت زرخیز دربرآر زمین کا بن جاتا ہے جس پر سے دریا کی شاخیں گذرتی ہیں جن کی تہیں متصلہ سرزمین کے لیول سے بلند ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر دریائے کرشنا کے مارگ کے بالائی حصہ کا ڈھال $\frac{1}{2}$ ۴ فٹ فی میل ہے، اُس کے نیچے ۲ فٹ فی میل، اور ڈلٹا میں ۱ فٹ فی میل ہے اور دریا کے مارگ کے آخری حصہ میں زمین کا اُتار دریا کے کنارے سے شروع کر کے اس کے سامنے سامنے $\frac{1}{2}$ ۱ فٹ فی میل ہے۔

دریا کے کسی حصہ کے سطحی ڈھال کا دارومدار تہ کے ڈھال پر اور تہ کی چوڑائی کے تغیر پر جو اُس حصہ میں ہو اور اخراج کی حالت پر آیا ندی میں طغیانی ہے یا نہیں ہوتا ہے۔ کسی دیے ہوئے اخراج اور تہ کے ڈھال کے لیے دریا کا عمق اس کی چوڑائی کے ساتھ بدلتا ہے اس لیے جب کہ کنارے ایک دوسرے کے قریب ہوتے جاتے ہیں تو پانی اونچا ہونا شروع ہوتا اور ارتفاع کو بڑھا کر اتنی رفتار پیدا کر دیتا ہے جو اخراج کو اس تنگ تراش میں سے لے جانے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ پس سطح کا ڈھال جس پر رفتار کا دارومدار ہوتا ہے عام طور پر تہ کے ڈھال کے متوازی نہیں ہوتا۔ دریائے گوداوری کی تہ کا ڈھال ڈلٹا میں ۰۰۵. فٹ فی میل کا ہے۔ اور اس کے مقابلہ میں سطح آب کا ڈھال ۰۰۷. فٹ فی میل خشک موسم میں اور ۲۵ء۱ طغیانی کے زمانہ میں ہوتا ہے۔

دریا کے پانی سے کاشت کرنے کے لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ پانی کو دریا سے لے کر رقبہ قابلِ کاشت تک مصنوعی نہروں کے ذریعہ لے جایا جائے۔ معمولی آراضیات پر جہاں دریا کا بہاؤ ایک وادی میں ہوتا ہے یہ طریقہ اس وقت پورا ہوسکتا ہے کہ جب نہر کا مخرج دریا سے ایک ایسے مقام پر رکھا جائے جو کاشت کے رقبہ سے اوپر واقع ہو۔ اور نہر کو زمین پر اس طرح لے جائیں کہ اس کا ڈھال دریا کے ڈھال کے مقابلہ میں کم ہو تاکہ نہر کے تحت میں تمام وہ رقبہ آجائے جہاں پانی کی ضرورت ہو۔ شمالی ہندوستان میں اس پر ہی عمل ہوتا ہے۔ جنوبی ہندوستان کے بڑے ڈلٹائی اضلاع میں یعنی گوداوری، کرشنا، اور کاویری میں یہ مسئلہ اور سہل ہوجاتا ہے اس لیے کہ نہر کا مخرج ڈلٹا کے مبدا پر رکھا جاتا ہے اور نہر کی شاخوں کو معاون پن بہاؤ پر لے جایا جاتا ہے تاکہ تمام ارد گرد کی آراضیات نہر کے تحت آجائیں اور آبپاشی بخوبی ہوسکے۔

ہندوستان میں آبپاشی کی صدر نہروں کے ذریعہ کشتی رانی کا کام ذیلی طور پر لیا جاتا ہے۔ انگلستان میں نہروں کی تعمیر صرف جہاز رانی کے لیے ہوا کرتی ہے۔

(۹۷) ۔ دریاؤں کا اخراج —— دریا کے پانی کی رسد سے کوئی پراجکٹ مرتب کرتے وقت یہ ضروری ہے کہ کم سے کم، معمولی اور زیادہ سے زیادہ اخراج کا اندازہ کیا جائے۔ تاکہ چادرِ مبدا توموں، سیلاب کے پشتوں اور دیگر کاموں کے ابعاد مقرر کرسکیں۔ کسی پل کی تجویز کے لیے صرف زیادہ سے زیادہ اخراج معلوم کرنا درکار ہوتا ہے۔ اخراج کو معلوم کرنے کے تین بڑے طریقے ہوتے ہیں جو ایک دوسرے کی پڑتال میں کام آتے ہیں۔

(۱) طولی ڈھال اور اوسط آڑی تراش کی پیمائش اور رفتار کے متعلق کٹر[a] یا بیزن کے ضابطہ کا استعمال۔

(۲) براہ راست رفتار کی پیمائش۔

(۳) پن بہاؤ رقبہ کی پیمائش، نزولِ باراں کے مشاہدات، اور دریا تک پہنچنے والی مقدار کا تخمینہ کرنا۔

[a] Kutter or Bazin

پلیٹ ۱۳ طریقہ (۱) اور (۲) ہر قسم کے اخراج کے لیے موزوں ہے، اور طریقہ (۳) کا بہترین استعمال محض سیلاب کے اخراجوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ اگر کوئی چادر دریا پر بنی ہوئی موجود ہے تو اس سے اخراج حل کرکے ایک اور پڑتال ہو جاتی ہے۔

(۹۸)۔ اخراج کو رفتار حل کرکے معلوم کرنا ــــ ندی کا ایک سیدھا حصہ جس کی عرضی تراش باقاعدہ ہو اور جس کی لمبائی $\frac{1}{2}$ سے $\frac{3}{4}$ میل ہو لے لیا جاتا ہے۔ چار آڑی تراشیں جو ایک دوسری سے برابر فاصلہ پر ہوں لے کر ان کو طول میں لیول کرکے ملا دیا جاتا ہے۔ تراشوں کے درمیان پانی کے لیولوں کے فرق سے دریا کے پانی کی سطح میں اتار معلوم ہو جاتا ہے جس سے اس وقت کے اخراج کا اندازہ کیا جا سکتا ہے۔ اعظم سیلاب کے اخراجوں کے لیے کناروں کے جو سیلابی نشان ہوں ان پر اور گاؤں والوں کی شہادت پر بھروسہ کرنا چاہیے۔ ان ہی معلوم کردہ سیلابی نشانوں تک تراش کی پیمائش اور سطحی ڈھال کا لیول کرنا چاہیے۔ اس کے بعد ہر تراش کا ماقوائی اوسط عمق (م، ۲، ع) کا حساب لگایا جاتا ہے اور کٹر یا بیزن کے ضابطہ کے استعمال سے موزوں قدر نکالی جاتی ہے۔ رفتاریں جو آڑی تراشوں سے اخذ کی جاتی ہیں اُن کا مقابلہ کرتے ہیں۔ اور اگر حاصل ضرب ق ر ہر ایک تراش کے لیے تقریباً ایک ہی ہو تو سمجھنا چاہیے کہ حساب قابل اطمینان ہے۔

کٹر (Kutter) کے ضابطہ میں (دفعہ ۸۳) ن کی قیمت جو استعمال کی جاتی ہے اس کا شمار اس طرح کرنا چاہیے:۔

دریائے اوھایو (Ohio) پائنٹ پلیزنٹ[1] میں ۰۲۱ء۰

دریائے سین (Seine) پیرس میں ۰۲۵ء۰

دریائے مسیسپی (Mississipi) ۰۲۷ء۰

دریائے رین (Rhine) بیزل (Basle) میں ۰۳۰ء۰

(۹۹)۔ آڑی تراشیں ــــ آڑی تراشیں اس طریقے سے لی جاتی ہیں:۔

[1] Point pleasant

پلیٹ ۱۳

ایک تار جس میں لٹکن برابر برابر فاصلہ پر لٹکے ہوئے ہوتے ہیں دریا پر اس طرح تان دیا جاتا ہے کہ وہ دریا کے محور سے زاویۂ قائمہ بنائے۔ اور ہر لٹکن پر پانی کا عمق ایک لکڑی کے ڈنڈے سے ناپا جاتا ہے جس کے نچلے سرے پر ایک قرص لگا دیا جاتا ہے تاکہ وہ تہ میں نہ گھس سکے۔ اگر دریا بہت چوڑا ہو یا بہت تیز ہو اور اس وجہ سے یہ ترکیب آسانی سے کام نہ دے سکے تو شکل ۶۹ کے موافق ج، د، ع گز کھڑے کر دیے جاتے ہیں یہاں زاویہ د ج ع قائمہ رکھا جاتا ہے۔ اب ایک کشتی کو پانی کی بالائی سمت سے آڑی تراش کی طرف چھوڑا جاتا ہے۔ جس وقت کشتی ج د پر پہنچتی ہے تو ایک معمولی "سیسے والی ڈوری" سے تہ کا عمق ناپ لیا جاتا ہے اور یہ پہلے ہی سے تہ سے کچھ فاصلہ اوپر لٹکتی ہوئی رہتی ہے۔ ساتھ ہی ساتھ کشتی کے مقام ف کا تعین زاویئی پیمائش سے کیا جاتا ہے۔ یہ پیمائش یا تو کشتی میں سے جیبی مسدس سے کی جاتی ہے یا زاویہ گیر کی مدد سے مقام ع سے کی جاتی ہے۔ اس طرح جب تہ کا عمق کافی تعداد میں دریافت کر لیا جاتا ہے تو تراش کا نقشہ بنا لیا جاتا ہے اور اس کی مدد سے رقبہ اور گھیر کا تعین ہو سکتا ہے۔

(۱۰۰)۔ رفتار کی پیمائش ـــــ اخراج کو معلوم کرنے کے

دوسرے طریقہ میں آڑی تراشوں کو لینے کا طریقہ اور طولی ڈھال کے لیے لیول کرنے کے ابتدائی کام پہلے ہی طریقہ کے مانند ہوتے ہیں، سوائے اس کے کہ تراشیں ایک دوسری کے زیادہ قریب ہوتی ہیں۔ اگر ندی چھوٹی ہو تو صرف اتنا کافی ہوگا کہ دو خط ۵۰ فٹ کے فاصلے پر لے لیے جائیں اور اس وقفۂ وقت کے متعدد مشاہدات کیے جائیں جو ان دونوں خطوط کے درمیانی فصل کو کوئی تونڈا ندی کے محور پر طے کرنے میں صرف کرتا ہے۔ ان مشاہدات کی اوسط لینے سے اعظم سطحی رفتار ر دستیاب ہوتی ہے اور پھر اوسط رفتار ر رشتہ بیسنن سے (دفعہ ۹۲) معلوم ہو سکتی ہے۔ $ر = \frac{س}{س + ۲۵}$ رَسْ جہاں س

پلیٹ ۱۳ وہ قدر ہے جو نہر کے م ، ا ، ع کے لیے موزوں ہو۔ آڑی تراشوں کو کم سے کم تین کی تعداد میں ہونا چاہیے جن میں سے ایک ایک دوڑ کے دونوں سروں پر اور ایک بیچ میں۔

اگر ندی بڑی ہو تو "دفتادی ڈنڈوں" کو استعمال کرنا چاہیے۔ دو تار جن میں لٹکن مناسب وقفوں پر لٹکے ہوئے ہوں ۵۰ فٹ دوڑ[1] کے دونوں سروں پر انھیں تان دیا جاتا ہے۔ ایک کھوکھلا ڈنڈا جس کی لمبائی اتنی ہو کہ وہ سطح سے لے کر قریب قریب تہ تک پہنچ سکے بالائی تراش کے لٹکن کے اوپر سے چھوڑا جاتا ہے۔ اور وہ وقت جو نچلی تراش کے متناظر لٹکن تک پہنچنے میں لگتا ہے ایک چلر کُنی گھڑی کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ اگر ڈنڈا نچلی تراش کے مقابل کے لٹکن کے قریب سے نہ گزرے تو مشاہدہ کو رد کر دینا چاہیے۔ تجربہ سے یہ بات واضح ہو چکی ہے کہ اس ڈنڈے سے تقریباً وہ اوسط رفتار معلوم ہو جاتی ہے جو اُس انتصابی سیالی سطح میں ہوتی ہے جس میں ڈنڈا پانی میں بہ رہا ہو۔ ڈنڈوں کو مختلف لمبائیوں کا بنایا جاتا ہے تاکہ پانی کے مختلف عمقوں کے لیے موزوں ہوں اور پانی میں آویزوں کے نیچے ڈنڈے چھوڑنے کے لیے مناسب لمبائی تہ کی اُس پیمائش کی رو سے لی جاتی ہے جو نالے کی آڑی تراش کے لیے شروع میں کی جاتی ہے۔ ڈنڈے (شکل ۸۰) استوانہ نما ہوتے ہیں، ان کا قطر ایک انچ ہوتا ہے، اور ٹین کی چادر سے بنائے جاتے ہیں، ان کے نچلے حصہ کو لوہے سے وزنی کر دیا جاتا ہے اور چھرّے بھر کر ان کو اس طرح ترتیب دے دیتے ہیں کہ وہ پانی سے دو انچ باہر تیرتے رہیں۔ اس کے اوپر کے حصہ کو بند کر دیتے ہیں اور رُوئی کے گچھے لگا کر نشانیاں بنا دینی چاہییں۔ جب مشاہدے ختم ہو جائیں تو اخراج بہ آسانی حسبِ ذیل طریقہ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔[2]

فرض کرو کہ ندی کی چوڑائی کو موزوں قطعوں ج د ، د ع ، ع ف ،

---

[1] اگر کوئی عمدہ وقت پیما موجود نہ ہو تو دوڑ ۱۰۰ فٹ ہونی چاہیے۔
[2] "رڑکی ماقوائی تجربات" کننگھم۔ رڑکی ۱۸۸۱ء۔

پلیٹ ۱۴

وغیرہ ' (شکل ۱۴) میں جن کی لمبائیاں ل، ل، وغیرہ ' ہوں منقسم کردیا گیا ہے ۔ لٹکن ۱ ' ۲ ' ۳ ' ۴ ' وغیرہ ان قطعوں سے وسطی نقاط کو اور رفتاری ڈنڈوں کے گذر کو ظاہر کرتے ہیں ۔ ہر ڈنڈے کے گذر کا اوسط عمق ع تہ پیمائی کے ذریعہ سے ہوتا ہے ۔ اور ڈنڈے کی رفتار ر مشاہدہ سے معلوم کی جاتی ہے ۔ ہر ایک قطعہ کا اخراج (ل ع) ر ہے اور کُل اخراج

$$خ = \Sigma (ل ع ر) \quad \text{..........} \quad (۶۱)$$

اوسط رفتار = خ ÷ ق جہاں ق = Σ (ل ع) ۔

مثال (۶۵) ۔ ذیل کی جدول کی پہلی تین سطروں میں جو معطیات دیے گئے ہیں اُن سے دریا کا اخراج معلوم کرو :۔

	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ
قطعوں کی لمبائی	$ل_۱$ = ۱۶٫۵	$ل_۲$ = ۲۰٫۰	$ل_۳$ = ۲۵٫۰	$ل_۴$ = ۳۲٫۰	$ل_۵$ = ۳۰٫۰	$ل_۶$ = ۲۶٫۸	$ل_۷$ = ۱۸٫۳
اوسط عمق آب	$ع_۱$ = ۴٫۸	$ع_۲$ = ۹٫۷	$ع_۳$ = ۱۲٫۴	$ع_۴$ = ۱۵٫۷	$ع_۵$ = ۱۲٫۰	$ع_۶$ = ۹٫۷	$ع_۷$ = ۴٫۸
اوسط رفتاریں	$ر_۱$ = ۲٫۲۵	$ر_۲$ = ۳٫۸۰	$ر_۳$ = ۴٫۶۲	$ر_۴$ = ۵٫۰	$ر_۵$ = ۴٫۶۵	$ر_۶$ = ۳٫۷۵	$ر_۷$ = ۲٫۰۰
	مکعب فٹ	مکعب فٹ	مکعب فٹ	مکعب فٹ	مکعب فٹ	مکعب فٹ	مکعب فٹ
اخراج	$خ_۱$ = ۱۷۸٫۲	$خ_۲$ = ۷۳۷٫۲	$خ_۳$ = ۱۴۳۲٫۲	$خ_۴$ = ۲۵۱۲٫۰	$خ_۵$ = ۱۶۷۴٫۰	$خ_۶$ = ۹۷۴٫۸۵	$خ_۷$ = ۱۷۵٫۶۸

∴ کُل اخراج خ = ۷۶۸۴ مکعب فٹ فی ثانیہ

اس سے زیادہ صحت اس طرح حاصل ہوسکتی ہے کہ لٹکنوں کو ندی کی سالم چوڑائی میں مساوی فاصلوں پر رکھا جائے اور بجائے منحرف نما ضابطہ کے ناقصی (Parabolic) ضابطہ (سمپسن[۱] والا) یا ششش درجی ضابطہ (ویڈل[۲] والا) استعمال کیا جائے ۔ سمپسن کے قاعدہ میں یہ ضروری ہے کہ

[۱] Simpson [۲] Weddle

لنگنوں کے دقفوں کو ۲ کا ضعف ہونا چاہیے اور ویڈل کے قاعدہ میں اس کو ۶ کا ضعف ہونا چاہیے۔ پلیٹ ۱۴
ویڈل کے قاعدہ سے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ فرض کرو کہ ہر وقفہ کی لمبائی (شکل ۵۲) ک ہے۔ تب کناروں کی رفتار کو صفر رکھ کر

$$\text{قاعدۂ سمپسن سے } \text{خ} = \frac{\text{ک}}{۳}\left(۰ + ۴\text{ع}_۱\text{ر}_۱ + ۲\text{ع}_۲\text{ر}_۲ + ۴\text{ع}_۳\text{ر}_۳ + ۲\text{ع}_۴\text{ر}_۴ + ۴\text{ع}_۵\text{ر}_۵ + ۰\right)$$

$$= \frac{۲\text{ک}}{۳}\left\{\text{ع}_۲\text{ر}_۲ + \text{ع}_۴\text{ر}_۴ + ۲\left(\text{ع}_۱\text{ر}_۱ + \text{ع}_۳\text{ر}_۳ + \text{ع}_۵\text{ر}_۵\right)\right\} \cdots\cdots (۶۲)$$

$$\text{قاعدۂ ویڈل سے } \text{خ} = \frac{۳\text{ک}}{۱۰}\left(۰ + ۵\text{ع}_۱\text{ر}_۱ + \text{ع}_۲\text{ر}_۲ + ۵\text{ع}_۳\text{ر}_۳ + \text{ع}_۴\text{ر}_۴ + ۵\text{ع}_۵\text{ر}_۵ + ۰\right)$$

$$= \frac{۳\text{ک}}{۱۰}\left\{\text{ع}_۲\text{ر}_۲ + \text{ع}_۳\text{ر}_۳ + \text{ع}_۴\text{ر}_۴ + ۵\left(\text{ع}_۱\text{ر}_۱ + \text{ع}_۳\text{ر}_۳ + \text{ع}_۵\text{ر}_۵\right)\right\} \cdots (۶۳)$$

اگر طرفی سلامیوں کے پیروں کے درمیان آڑی تراش تقریباً یکساں عمق کی ہو تو اس میں ہم کو فائدہ رہیگا کہ اس وسطی حصہ کو چھ وقفوں میں اور اُن کے بغلی حصّوں میں سے ہر ایک کو دو دو وقفوں میں منقسم کر دیں۔ وسطی حصہ کا اخراج ویڈل کے قاعدے سے نکالا جا سکتا ہے اور بغلی حصّوں کا سمپسن کے قاعدے سے۔

(۱۰۱)۔ **دیگر رفتار پیما** — کسی نقطہ پر رفتار کو معلوم کرنے کے کئی آلات ایجاد کیے گئے ہیں۔ لیکن یہ دریا پیمائی کے لیے ناکافی ہیں۔ ان میں سے جو سب سے زیادہ مشہور ہیں وہ یہ ہیں :—

(۱) **پیچدار دو پیما** — اس کی ساخت میں ایک چھوٹا پیچ ہوتا ہے جو دُخانی جہاز کے داسر کی وضع کا ہوتا ہے، اس کو پانی کی رَو چلاتی ہے اور ایک شمار پر یہ اپنے چکروں کی تعداد درج کرتا جاتا ہے۔ پیچ کا سر رَو کی مخالف سمت میں اس کے عقب میں ایک بڑا پرہ لگا کر رکھا جاتا ہے۔ آلہ کو ایک ڈنڈے کے ذریعہ محل مطلوبہ تک نیچے کرتے ہیں۔ اور حسب خواہش اس کو روک سکتے ہیں یا چلا سکتے ہیں۔ اس کے متعلق جو اعتراض ہے وہ یہی ہے کہ چکروں اور رو کی رفتار کے رشتہ کا تعین پہلے سے کرنا پڑتا ہے اور یہ تعلق اس طرح معلوم ہو سکتا ہے کہ آلہ کو معلوم رفتاروں کے ساتھ ساکن پانی کے اندر کھینچا جائے اور اگر آلے کے متحرک حصّے جکڑ جائیں تو مذکورۂ بالا رشتہ میں ضروری بات ہے کہ تغیر واقع ہو جائے۔

(۲) پیٹو (Pitot) نلی ـــــ یہ ایک درجہ دار شیشے کی نلی ہوتی ہے جو ایک سرے کے قریب زاویۂ قائمہ پر مڑی ہوئی ہوتی ہے اور اس کا چھوٹا بازو مخروطی شکل کا ہوتا ہے تاکہ رَو کے سامنے ایک چھوٹا سا منفذ رہے۔ نلی کے اندر اور باہر کے پانی کے لیولوں کا فرق رفتار کی پیمائش کرتا ہے۔ پانی کی کسی رَو میں عمق ل پر مجموعی ارتفاع $(ل + \frac{ر^۲}{۲ج})$ ہوتا ہے۔ اگر نلی میں رفتار کچھ نہ ہو تو ارتفاع $(ل + ل_۱)$ ہوگا جہاں $ل_۱$ پانی کی سطحوں کا فرق ہے۔ پس $ل_۱ = \frac{ر^۲}{۲ج}$ اس آلہ کو ڈارسی (Darcy) نے رفتار کے تجربوں میں استعمال کیا تھا۔ اس پر اعتراض یہ ہے کہ رفتار ایک نقطہ پر لحظہ بہ لحظہ بدلتی رہتی ہے اور چونکہ نلی کو بند کرکے پڑھنے کے لیے نکالنا ہوتا ہے اس میں اس بات کا یقین نہیں ہوتا کہ اوسط مقررہ لیا گیا ہے۔ اس کے علاوہ یہ بات ہے کہ سست رفتاروں کے لیے یہ کام میں نہیں آسکتا۔ پلیٹ ۱۳

(۳) پاں و ڈل کا مائی قوت پیما ـــــ یہ ایک مروڑی ترازو ہے۔ ایک پترہ رَو کے زاویۂ قائمہ پر رکھا جاتا ہے جس کی حرکت ایک انتصابی تار کو مروڑتی ہے۔ زاویہ مروڑ پانی کے اوپر والی ایک قوس پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ رفتار کے تغیر کے ساتھ نمایندہ اہتزاز کرتا ہے اور اوسط زاویہ بہ آسانی دیکھا جا سکتا ہے۔ زاویہ اور رَو کی رفتار میں تعلق حل کرکے معلوم کیا جا سکتا ہے

(۱۰۲) سیلاب کا اعظم ترین اخراج ـــــ اعظم ترین اخراج کی دریافت کے لیے آڑی تراشوں کو طغیانی کے بلند ترین نشانوں تک لے جا کر ان کے رقبے اور ماتوائی اوسط عمقوں کا تخمینہ کیا جاتا ہے۔

$$تب\quad \frac{خ_۱}{خ} = \frac{س\,ق_۱\sqrt{م_۱\,ن_۱}}{س\,ق\sqrt{م\,ن}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (۶۴)$$

یہاں خ وہ اخراج ہے جو پیمائش شدہ رفتار سے دریافت کیا گیا ہو۔ اور $خ_۱$ مطلوبہ اعظم اخراج ہے۔ یہ بہرصورت یاد رکھنا چاہیے کہ اعظم ترین سیلاب کے دَوران میں تہ کی سطح کٹ جانے کے باعث پست ہو جاتی ہے۔

---

[۱] پیٹو (Pitot) نے ایک زنگولی مہنال جیسی کہ شکل ۳۳ میں دکھائی گئی ہے، استعمال کی تھی۔ اس نے تجربہ سے معلوم کیا کہ $ل_۱ = ۱٫۵\,\frac{ر^۲}{۲ج}$۔

(۱۰۳) فراہمی مجروں سے طغیانی کا اخراج —— کسی دریا یا

تالاب کے فراہمی مجرے سے وہ کل رقبہ مراد ہوتا ہے جس کا نزول باراں اُس دریا یا تالاب میں بہنے کی طرف مائل ہو۔ یہ رقبہ ہم ارتفاعی نقشہ کے ذریعہ بہ آسانی معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ اس کی حد پر ایسا پن ڈھال ہوتا ہے کہ جس کے اندر اندر کا بہاؤ مجریٰ زیر بحث میں جاتا ہے اور باہر باہر کا بہاؤ دوسرے مجروں کی طرف۔ جن مجروں سے ہمیں واسطہ پڑتا ہے ان کا رقبہ ۱۱۵۰۰۰ مربع میل مثلاً گوداوری کے مجرے سے لے کر ایک مربع میل کی ایک کسر تک ہو سکتا ہے جو چھوٹے تالابوں کا ہوتا ہے۔ بارش کا کچھ حصّہ انتہائی اخراج کے مقام تک نہیں پہنچتا کیونکہ وہ زمین میں جذب ہو جاتا ہے یا بخارات بن کر اُڑ جاتا ہے۔ مقدار ضائع شدہ کا انحصار زیادہ تر زمین کی نوعیت، ملک کے ڈھال، اور مجرے کی شکل پر ہوتا ہے۔ مثلاً نزولِ باراں کی اعظم ترین مقدار ۲۴ گھنٹے میں اُس رجسٹر سے معلوم کرنی چاہیے جو ایسے قریب ترین مقام پر رکھا جائے جہاں ایک باراں پیما لگا ہوا ہو۔ مجرے کے اخراج کی شرح بہرصورت اُس مقدار کے راست طور پر تابع نہ ہوگی کیونکہ

(۱) زوردار بارش بہت ہی مقامی ہوتی ہے۔ یعنی ایک خاص مقام پر طوفانی بارش کا اندراج صرف ایک محدود رقبہ کے لیے درست ہوتا ہے۔ غالباً اُس مقام کے چوطرفہ تقریباً ۵ مربع میل کے رقبہ کے لیے درست ہو سکتا ہے۔ اسی قدر زوردار بارش مجرے کے دوسرے مقامات پر ہو سکتی ہے لیکن اُسی وقت میں نہیں۔

(۲) جیسے جیسے مجرے کا رقبہ بڑھتا جاتا ہے یہ زیادہ ممکن ہے کہ اخراج کے مقام کے قریب کی زمین کا بہاؤ اُس وقت سے قبل موقوف ہو چکا ہو جس وقت کہ دور دراز کے مقامات کا بہاؤ پہنچتا ہے۔

اس قسم کی متناسب کمی کا حساب کرنے کے لیے جو بڑے رقبوں کی صورت میں رونما ہوتی ہے متعدد امتحانی ضابطے تجویز کیے گئے ہیں۔ جو ضابطے خاص طور پر جنوبی ہند میں استعمال کیے جاتے ہیں وہ حسب ذیل ہیں۔

رایوز (Ryves) کا ضابطہ خ = س م$^{\frac{2}{3}}$ .... (۶۵)

ڈِکنز (Dickins) کا ضابطہ خ = س، م$^{\frac{3}{4}}$ .... (۶۶)

جہاں م سے مراد مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س اور س، مقامی قدریں ہیں جن کا انحصار اُس علاقے کی زمین اور ڈھال پر ہوتا ہے۔
قدروں کی قیمتیں خاص خاص اضلاع کے لیے معلومہ مجروں سے سیلاب کے اعظم ترین اخراج ناپ کر اخذ کی جاسکتی ہیں۔ مثلاً اگر ۸۰ مربع میلوں کو سیراب کرنے والی ندی کا اعظم ترین سیلاب کا اخراج ۹۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو تو اس سے س = ۵۱۰ اور س، = ۳۵۵ نکلتا ہے۔

تالابوں کے گروہ میں سے جو ایک ہی پن بہاؤ رقبہ میں واقع ہو ایک تالاب کا سیلابی اخراج معلوم کرنے کے لیے مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں حسب ذیل طریق کار اختیار کیا جاتا ہے:۔ اگر تالاب زیر بحث کا رسدی رقبہ م اور اُس کے اوپر کے تالابوں کا رسدی رقبہ م، ہو تو خ = س م$^{\frac{2}{3}}$ – $\frac{س}{۵}$ م،$^{\frac{2}{3}}$

ریوز (Ryves) کے ضابطہ میں س کی قیمتیں عام طور پر حسب ذیل ہوتی ہیں:۔

میدانی علاقوں میں ساحل کے قریب .... س = ۴۵۰

اُن اضلاع میں جو ۲۰ سے ۱۵۰ یا ۱۰۰ میل ساحل سے دور ہوں .... س = ۵۵۰

پہاڑیوں کے قریب محدود رقبوں میں .... س = ۶۷۵

کسی خاص صورت میں جب کہ اعظم سیلاب کا اخراج دریافت کرنا ہو تو یہی بہتر ہوگا کہ بارانی رجسٹروں کی طرف رجوع کیا جائے۔ فرض کرو کہ ۲۴ گھنٹے میں زیادہ سے زیادہ بارش ع انچ ہوئی۔ ۵ مربع میل کے معیاری رقبہ کا محصلہ حجم $\frac{ع}{۱۲}$ × (۵۲۸۰)^۲ × ۵ ہوگا۔ اس میں زیادہ سلامتی ہے اگر اس کو پورا کا پورا مقام اخراج تک پہنچا ہوا لے لو، تب معیاری رقبہ سے مکعب فٹ فی ثانیہ میں اخراج ہوگا۔

$$خ، = \frac{ع}{۱۲} \times \frac{۵ \times (۵۲۸۰)^۲}{۶۰ \times ۶۰ \times ۲۴} = ۱۳۵ ع \text{ تقریباً}$$

لیکن خ = س $(ﻫ)^{\frac{۲}{۳}}$ = س$_{۱}$ $(ﻫ)^{\frac{۳}{۴}}$

∴ س = $\frac{۱۳۵\,ع}{ﻫ^{\frac{۲}{۳}}}$ = ۴۶ ع ....(۶۷)

∴ س$_{۱}$ = $\frac{۱۳۵\,ع}{ﻫ^{\frac{۳}{۴}}}$ = ۴۰ ع ....(۶۸)

اگر ۲۴ گھنٹے سے کم کے لیے زیادہ سے زیادہ بارش کا اندراج کیا گیا ہو تو اُس سے اخراج کی بڑھی ہوئی شرح حاصل ہوگی۔ چھوٹے فراہمی مجروں کی صورت میں یہ موزوں ہوگا کہ ۱۲ یا ۶ گھنٹے کے مشاہدات پر حسابات نکالے جائیں۔

مثال (۶۶)۔ ایک دریا کا فراہمی مجرا دریا کے خاص مقام سے اوپر اوپر ۱۵۰ مربع میل ہو۔ اُس کے قریب کی موسمی رصدگاہ میں بارش کا جو اندراج کیا گیا ہے وہ ۲۴ گھنٹے میں ۱۱ انچ ہے تو دیے ہوئے مقام پر دریا کے اعظم ترین سیلاب کے اخراج کا تخمینہ کرو۔

س = ۴۶ × ۱۱ = ۵۰۶

خ = ۵۰۶ $(۱۵۰)^{\frac{۲}{۳}}$ = ۱۴۲۸۵

اگر ڈیکنز (Dickins) کا ضابطہ استعمال کیا گیا ہوتا تو حاصل شدہ اخراج ۱۸۸۴۰ ہوتا۔

یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ یہ امتحانی ضابطے بہت ہی ناقص ہیں اور ان سے حاصل کیے ہوئے نتائج پر کامل اعتماد نہ کرنا چاہیے۔ اقل ترین اخراجوں کے لیے بارانی مشاہدات بسہولت نہیں استعمال کیے جا سکتے کیونکہ خشک موسم میں دریاؤں کا پانی زیادہ تر تہ کے چشموں سے حاصل ہوتا ہے۔

اس بات کی کوشش کی گئی ہے کہ مجرے کی شکل کی رعایت رکھی جائے۔ برگ (Burge) نے تجویز کیا ہے کہ خ = س $\frac{م}{\sqrt{ل^{۲}}}$ ۔ جہاں ل سے مراد فراہمی رقبہ کا انتہائی طول میلوں میں ہے اور س قدر ہے جس کی قیمت مدراس کے لیے ۱۳۰۰ لی جا سکتی ہے۔ کریگ (Craig) کل مجرے کو مثلثوں کے ایک ایسے سلسلہ میں منقسم کرتا ہے کہ جن میں سے ہر ایک کا ایک زاویہ مقامِ اخراج پر واقع ہو اور ایک ضلع مجرے کے گھیرے پر۔ ضلع کے طول کو ۲ ب میل مان کر اور مقامِ اخراج سے اس ضلع کے وسطی نقطہ کو ل میل تصور کر کے وہ مقامِ اخراج پر دریا کی آزاد سیلابی تراش کے رقبہ کے لیے جو مربع

فٹوں میں ہوگا یہ ضابطہ دیتا ہے - ق = ۱۸۴ ح (ب لوک $\frac{ل^2}{ب}$) - اس جملہ سے اچھے نتائج حاصل ہوتے ہیں - باوجودیکہ یہ اصول کے لحاظ سے غیر صحیح طور پر اخذ کیا گیا ہے -

مثال (۶۷) - چکلی، برار کے قریب ایک پُل کے اوپر کے فراہمی مجرے کو تین مثلثوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے جن کے ابعاد میلوں میں حسبِ ذیل ہیں :-

ل	ب
۱،۸۴	۰،۶۱
۲،۶۰	۰،۶۸
۱،۶۶	۰،۳۴

جس سے مجرے کا رقبہ ۳،۲۵ مربع میل تقریباً ہوگا۔

سیلابی تراش کا رقبہ = ۱۸۴ $\left\{ ۰،۶۱ \text{ لوک } \frac{۸ (۱،۸۴)^2}{۰،۶۱} + ۰،۶۸ \text{ لوک } \frac{۸ (۲،۶۰)^2}{۰،۶۸} + ۰،۳۴ \text{ لوک } \frac{۸ (۱،۶۶)^2}{۰،۳۴} \right\}$

= ۱۸۴ $\left\{ (۰،۶۱ \times ۱،۹۶۵۷) + (۰،۶۸ \times ۱،۹۰۰) + (۰،۳۴ \times ۱،۸۱۲) \right\}$ = ۵۳۷ مربع فٹ

حقیقی آڑی تراش پُل پر بلند ترین سیلاب کی صورت میں ۵۵۷ مربع فٹ تھی۔

(۱۰۴) - **دریا کے خم** ——— دریا برآر میدانوں میں جو دریا بہتے ہیں اُن کے خم برابر بڑھتے رہتے ہیں اور شدید ہوتے جاتے ہیں - خم کا بیرونی کنارہ کٹ جاتا ہے اور اندرونی طرف اَٹ (Silt) جمع ہو جاتی ہے - اس عمل سے دریا کے طول میں اضافہ ہو جاتا ہے - اور اُس کا ڈھال فی میل گھٹ جاتا ہے - اور اسی وجہ سے اُس کی رفتار بھی کم ہو جاتی ہے - بالآخر کسی دریا کے خم ایک دوسرے کے اس قدر قریب آ جاتے ہیں کہ وہ آپس میں کٹ کر مل جاتے ہیں -

بیرونی کنارے کا کٹاؤ اُس مرکز گریزی قوت کے باعث ہوتا ہے جو پانی کے خم میں سے گزرتے وقت پیدا ہوتی ہے - کسی نیم قطری تراش پر سطحی پانی کی اندرونی طرف سے بیرونی طرف بہتا ہے - اور تہ کے قریب کا پانی مخالف سمت میں بہہ کر اس کی جگہ لیتا ہے اور اس طرح اندرونی کنارہ پر اَٹ جمتی ہے -

(۱۰۵) - **دریاؤں کا نظم** ——— دریا کو بحالت نظم یا قیام

کہاجاتاہے جب کہ اُس کی شکل میں سال بہ سال بہت ہی کم تغیر ہو - چونکہ سال کے مختلف موسموں میں اخراج میں تغیرات رونما ہوتے رہتے ہیں جن کے باعث کٹاؤ اور اَٹ کا جمنا وقوع پذیر ہوتاہے - اس لیے مستقل قیام پذیری کی حالت کا پیدا ہونا بہت دشوار ہے اور ہندوستان کے دریاؤں میں خاص طور پر ایسا ہی ہوتاہے - کیونکہ دریاؤں کی تہیں بالعموم ریتیلی ہوتی ہیں اور دریاؤں میں زبردست طغیانیاں ہوتی رہتی ہیں - اس طور پر دریائی تسبحیل کے لیے بہت گنجائش رہتی ہے جو کناروں کے تحفظ، طغیانیوں کی روک، اور رکاوٹوں کے دُور کرنے پر مشتمل ہوتی ہے - اِس مضمون پر آبپاشی کے کاموں کی متعلقہ کتاب میں بحث کی گئی ہے -

---

باب ہشتم کی مثالیں

(۱) اُن خاص حالات کا مختصراً بیان کرو جو ڈلٹائی نہروں کو جیسے کہ گوداوری ہے آبپاشی کے کاموں کے لیے موزوں ثابت کرتے ہیں - ایسی صورتوں میں کتوے کی بلندی اور مقام کی تعیین کے لیے کیا شرائط ضروری ہیں

(۲) کسی دریا کے فراہمی مجرے سے تم کیا سمجھتے ہو؟ اسے کیسے دریافت کیا جاتاہے؟ اختصار کے ساتھ کسی دریا کی طغیانی کا اخراج معلوم کرنے کے دو آزاد طریقے تحریر کرو (کلیہ ۱۸۸۳ء) -

(۳) جس طریقہ پر ڈلٹا بنتا چلا جاتاہے اُس کی وضاحت کرو اور کسی دریا کی دو بڑی شاخوں اور متعدد درمیانی چھوٹی شاخوں سے بننے والے ایک ڈلٹا کی خیالی تراش ساحلی خط کے متوازی بناؤ -
اس سے ثابت کرو کہ کسی ڈلٹا میں کے قدرتی نالے مصنوعی نہروں کے مقابلے میں آبپاشی کے کاموں کے لیے زیادہ موزوں ہیں (جامعہ ۱۸۸۴ء) -

(۴) کسی پُل کے لیے آبی راہ کیسے دریافت کروگے -

پلیٹ ۱۴

(ا) جب کہ ندی خشک ہو۔

(ب) جب کہ ندی طغیانی کی حالت میں ہو اور ۱۰۰ گز سے زیادہ چوڑی ہو (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

(۵) اگر کسی دریا کا ماقوائی اوسط عمق ۶٫۶۲ فٹ ہو، ڈھال فی میل ۳۶٫۶ فٹ تو دریا کی اوسط رفتار کتنے میل فی گھنٹہ ہوگی (جامعہ ۱۸۷۶ء)
جواب ۲٫۵ میل فی گھنٹہ۔

(۶) دریا کے بہاؤ کی رفتار بحالت سیلاب مشاہدات کے ذریعہ سے کس طرح معلوم کی جاسکتی ہے اور تقریبی طور پر طغیانی کے موقوف ہوجانے کے بعد کے حاصل شدہ معطیات سے اسے کس طرح حل کیا جاسکتا ہے (جامعہ ۱۸۷۵ء)

(۷) ایک دریا ۲۷۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ہے اور جس کے کنارے تمام عملی ضروریات کے لیے انتصابی ہیں اور جس کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے بتاؤ کہ کنوے کی بلندی کس قدر ہونی چاہیے کہ پانی ۳ فٹ اونچا ہوجائے (جامعہ ۱۸۸۰ء) جواب ۔۱٫۷ فٹ۔

(۸) ایک نالے میں جس کی چوڑائی تہ پر ۲۰ فٹ ہے، طرفی سلامیاں ۱:۱½ ہیں سطحی ترنڈے سے جو وسط دھار میں دو ایسے نقاط کے مابین گذرتا ہے جن کا درمیانی فصل ۱۰۰ فٹ ہے چار مشاہدات کیے جاتے ہیں جب کہ پانی ۳ فٹ گہرا بہ رہا ہو۔ جن اوقات کا مشاہدہ کیا گیا وہ ۴۶، ۴۹، ۵۰ اور ۴۸ ثانیے تھے تو اخراج کتنے مکعب فٹ فی ثانیہ تھا۔ جواب ۱۱۰ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۹) اگر تمہیں اس کام پر لگایا جائے کہ یہ دریافت کرو کہ کوئی ندی سے اکتوبر اور نومبر کے مہینوں میں کتنا پانی سمندر میں داخل ہوتا ہے تو بہترین نتائج کے حصول کے لیے تم کیا طریق کار اختیار کروگے۔ اُن تمام عملی طریقوں کو وضاحت کے ساتھ بیان کرو جن پر تم کاربند ہوگے اور کونسے حسابی عمل کروگے؟ (جامعہ ۱۸۸۰ء)۔

(۱۰) شکل ۱۸۵ میں دی ہوئی تراش والی ندی کے تقریبی سیلاب کا اخراج معلوم کرو جب کہ وسطی سطحی رفتار مشاہدہ سے ۴٫۲ فٹ فی ثانیہ برآمد ہو۔

پلیٹ ۱۳

جواب۔ ۱۶۰۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۱۱) دریاؤں کے اخراج معلوم کرنے کے جن طریقوں سے تم واقف ہو اُنھیں درج کرو۔

مدراس کے اوپر کوم کا بن بہاؤ رقبہ ۲۶۵ مربع میل ہے۔ دریا کی بالائی سمت پر کچھ فاصلے پر کورا تور کتوا ہے اس سے اوپر کا بن بہاؤ رقبہ ۲۰۰ مربع میل ہے اور اعظم اخراج جو اس کتوے کے ارتفاعِ آب سے محسوب کیا گیا ہے اعظم سیلاب میں ۱۰۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ مدراس پر اعظم سیلاب کا اخراج معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) جواب ۱۲۷۹۰ مکعب فٹ ثانیہ

متفرق مثالیں

(۱) ایک نہر ۵۹۵۸۰ ایکر کی آبپاشی کرتی ہے اور آب کارگزاری ۶۰ ایکر فی مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ ڈھال ۱/۲۵۰۰، پانی کی گہرائی ۵ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں تو تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیے۔ ضابطہ کٹر (Kutter) میں قدر ن = ۰۲۵ء

اِس نہر میں تہ کی سطح میں ۲ فٹ کا ایک اُتار ہے۔ وہ بلندی دریافت کرو جس تک اُتار کو بالائی گذر کی تہ کے لیول سے اوپر تعمیر کرنا چاہیے تاکہ پانی زیرین گذر میں نالے کی طبعی رفتار کے ساتھ پہنچے۔ آتار کا طول تہ کی چوڑائی کے مساوی ہے۔ س = ۳/۲ ش (جامعہ سنہ ۱۹۰۰ء)۔

(۲) ایک نالا ۳۰۰۰ ملین مکعب فٹ کی گنجایش کے ایک تالاب میں پانی ڈالتا ہے نالے کا ڈھال ۱½ فٹ فی میل ہے۔ اور عمقِ آب جس کو تمام نالے میں چلا سکتے ہیں ۷ فٹ ہے۔ تالاب کو ۱۲ دن میں بھرنا ہے نہر کے لیے آڑی تراش دریافت کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۹ء)

(۳) تالابوں کے ایک نظام میں چار تالاب ا، ب، ج، د ہیں تالاب ا کا پن بہاؤ رقبہ ۵ مربع میل ہے اور اس کا اخراج دو چادروں سے ہوتا ہے جن میں سے ایک ۷۵ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ب میں، اور دوسری ۴۰ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ج میں۔ تالاب ب کا پن بہاؤ رقبہ ۴ مربع میل ہے اور تالاب ج کا ۶ مربع میل ہے اور اِن دونوں کا زاید پانی تالاب د میں داخل ہوتا ہے جس کا پن بہاؤ رقبہ ۸ مربع میل ہے تو ہر تالاب سے ریوز[1] کے ضابطہ کی رُو سے طغیانی کا اعظم ترین اخراج کتنا ہوگا جب کہ قدریں ۵۰۴ اور ۹۰ ہوں (کلیہ سنہ ۱۸۹۸ء)۔

---

[1] Ryves'formula

(۴) ذیل کی صورت میں سیلاب کا اخراج معلوم کرو:۔ ایک پُل ۱۵ کمانوں کا ہے جن میں سے ہر ایک کا خانہ ۴۰ فٹ ہے کمان کا چُھکاؤ ۵ فٹ، پائے ۵ فٹ موٹے، اس کو ایک بند سے ملحق تعمیر کیا گیا ہے جس کی چوٹی تہ سے ۹ فٹ بلند ہے۔ سیلاب میں چوٹی پر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ، اُبھار ۴ فٹ، رفتارِ آمد ۸ فٹ، کمانوں کا خطِ جست بند کی چوٹی پر ۷ فٹ بلند ہے۔ جن قدروں کو تم استعمال کروگے اُن کے استعمال کے وجوہ بیان کرو (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۵) ۱۵۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کے لیے ایک نہر کھدوانی ہے۔ اور آب کارگزاری ۲ مکعب گز فی ایکڑ فی گھنٹہ مقرر کردی گئی ہے۔ نہر ایک کتوے کے اوپر سے نکالی گئی ہے جس کی چوٹی ۲۵۰٫۰۰+ پر واقع ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ اس صدر توم پر جہاں کل اخراج درکار ہے پانی کی سطح سامنے کی طرف ۲۴۴٫۰۰+ اور صدر توم کی سِل ۱۸۶٫۰۰+ پانی کی سطح صدر توم کے پیچھے کی طرف ۲۳۰٫۰۰+ برآمد ہوتی ہے۔ ۴ فٹ بلند موکھے کا طول معلوم کرنا مطلوب ہے جب کہ س = ۵/۸ اور نہر کی تراش ڈھال کو ۱/۱۰۰۰۰ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ (س = ۶۰) مان کر دریافت کرو (کلیہ ۱۸۹۵ء)۔

(۶) پیریار جھیل کا بن بہاؤ رقبہ ۳۵۰ مربع میل ہے۔ بن بہاؤ رقبہ میں ایک مقام پر ۱۲ گھنٹے میں ۱۲ انچ کی اعظم ترین بارش کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔ سیلاب کا اخراج معلوم کرو۔ یہ مان کر کہ ۱۰ مربع میل کے میاری رقبہ پر کی بارش نکاس چادر تک پہنچتی ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۷) ایک نہر کو کھودنا مقصود ہے جس پر آبپاشی کا رقبہ ۱۵۰۰۰ ایکڑ ہے، شرح آبپاشی ۲ مکعب گز فی ایکڑ فی گھنٹہ ہے رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ مان کر کہ آثار موجودہ پہلے گذر میں ۱/۵۰۰۰ ہے، اور دوسرے گذر میں ۱/۴۰۰۰ تہ کی چوڑائی معلوم کرو۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں۔ کٹر (Kutter) کے ضابطہ میں ن = ۰٫۰۲۵ (کلیہ ۱۸۹۷ء)۔

(۸) ایک توم ۱۵۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتا ہے تو حسب ذیل معطیات سے آب کارگزاری دریافت کرو:۔ سِل ۱۰۰٫۰۰+، دہانہ کی چوٹی ۱۲۳٫۰۰+، پانی کی

سطح سامنے کی طرف ۱۵۰٫۰۰+، پانی کی سطح پیچھے کی طرف ۱۳۱٫۰۰+، دہانے کی چوڑائی ۲½ فٹ اور س = ⅝ (کلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۹) کسی شہر کی آبرسانی ایک خزانۂ آب کے ذریعہ ہوتی ہے جس میں پانی نل کے درآمد سرے کے مرکز پر ۳۰ فٹ بلند ہے۔ پانی کا صدر نل ۲ میل لمبا ہے، ۱۸ انچ اس کا قطر ہے اور ۵۰ فٹ فی میل کے ڈھال پر بچھایا گیا ہے۔ اگر فی کس ۶۰ گیلن یومیہ کا حساب رکھا جائے اور اس کی ½ مقدار کو ۸ گھنٹے میں پہنچانا ہو تو کتنی آبادی کو پانی پہنچایا جا سکتا ہے۔ پانی کو صدر نل کے اختتام پر ۵۰ فٹ اونچائی تک پہنچانا ہے، (س = ۷۸) (کلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۱۰) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۷ مربع میل ہے۔ اور اعظم سیلاب کے اخراج کو چادر کی چوٹی پر سے اور نکاس کے موکھوں میں سے گذارنا ہے۔ موکھے ۲ فٹ گہرے ہیں۔ اور ان کی نچلی سلیں چوٹی کے لیول سے ۴ فٹ پست ہیں۔ ضابطہ خ = ۴۵۰ م$^{3/4}$ کے ذریعہ معلوم کرو کہ پن بہاؤ رقبہ کے سیلاب کا اخراج کیا ہوگا اور نکاس کا طول کس قدر ہونا چاہیے۔ ان مفروضوں پر کہ (۱) اعظم سیلاب کے اخراج کے ربع حصہ کو موکھوں میں سے گذرنا ہو جب کہ پانی پ، ت، ل تک پہنچ جائے۔ (۲) اعظم ترین پانی کی سطح پ، ت، ل سے ۲ فٹ بلند ہو۔ کٹخنہ اور منفذ والے ضابطوں میں قدر کی قیمت ⅝ استعمال کی جائے اور یہ مان لیا جائے کہ عقبی پانی کا لیول موکھوں کی سل سے پست رہتا ہے۔ (کلیہ سنہ ۱۸۹۳ء)۔

(۱۱) کسی صدر آبپاشی اور کشتی رانی کی نہر کے ایک مقام پر ایک پن تالا ہے اور ایک پختہ آبشار ہے۔ نہر ۸۴۷۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتی ہے اور اس کی تہ کی چوڑائی ۱۰۰ فٹ۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ اور تہ کا ڈھال ۱۰۰۰۰ میں ۱ ہے تو دریافت کرو کہ (۱) نہر میں پانی کا مطلوبہ عمق کیا ہوگا (۲) اُتار کی چوٹی کا لیول نہر کی تہ کی سطح کے لحاظ سے کیا ہوگا تاکہ پانی کا عمق وہی قائم رکھا جا سکے۔ (۳) پن تالا توموں کے موکھوں کا ضروری رقبہ کیا ہوگا تاکہ کوئی کشتی

ین تالوں کے خالی رہنے کی صورت میں ۱۵ دقیقوں سے زیادہ نہ روکی جا سکے ۔ جن میں سے ۵ دقیقے دروازوں کو کھولنے اور بند کرنے اور کشتی کو ین تالے میں سے گذارنے میں صرف ہوتے ہیں اور ۴ دقیقے بھرنے میں اور ۶ دقیقے تالے کو خالی کرنے میں صرف ہوتے ہیں۔

معطیات حسبِ ذیل ہیں :—

(ا) آب کارگزاری ۷۰ ایکر فی کعب ثانیہ۔

(ب) صدر نہر میں رفتار = ۸۰$\sqrt{\text{ن ڈ}}$

(ج) آبشار کا طول ۷۵ فٹ

(د) آبشار اور توموں کے لیے قدر $\frac{۵}{۸}$

(ہ) ین تالے کے ابعاد ۱۵۰ فٹ × ۴۰ فٹ

(و) تالے کی اٹھان ۹ فٹ

(ز) "ین تالا توموں" کے مرکز بالائی اور زیرین گذر کے پانی کے لیول سے ۴ فٹ نیچے واقع ہیں (کلیہ سنہ ۱۸۹۳ء)۔

(۱۲) ایک بڑا بلند لیول کا حوض ۲۰۰ فٹ لمبے اور ایک انچ قطر کے ایک ایسے نل سے جو حوض کے پیندے میں انتصاباً نیچے لگا ہوا ہے خالی کیا جا سکتا ہے ۔ نل سے الگ ہونے پر پانی مزید ۶ فٹ گر کر ایک ندی میں پہنچتا ہے ۔ اگر حوض میں پانی ۵ فٹ ہو تو نل کھولنے پر کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا اور پانی کی دھار ندی میں کس رفتار سے داخل ہوگی ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۳) ایک آب گذر مستطیلی تراش کا اینٹوں سے بنا ہے ۔ یہ ۲۰ فٹ چوڑا ہے ۔ اس کا ڈھال ۳ فٹ فی ہزار ہے ۔ تو جب پانی ۴ فٹ گہرا بہ رہا ہو تو اس وقت رفتار معلوم کرو ۔ بیزن کے ضابطہ میں ع = ۴۰۰۰ء، ب = ۲ء اینٹ کے کام کے لیے ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۴) ایک نہر ۵۲۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کی کامل رسد ۴ فٹ کے عمق پر لے جانے کے لیے تجویز کی گئی ہے ۔ پوری رسدی رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ مناسب تصور کی گئی ہے ۔ اور زمین کے لحاظ سے طرفی سلامیاں

۱:۱ رکھی جا سکتی ہیں۔ نہر کی ایک تراش بناؤ جس پر ابعاد درج ہوں اور ڈھال فی میل کا حل کرو۔ رفتاری قدریں جدول ذیل سے منتخب کی جا سکتی ہیں :—

م، ا، ع	۲٫۵،	۳٫۰،	۳٫۵،	۴٫۰،	۴٫۵
س	۶۲،	۷۰،	۷۳،	۷۶،	۷۸

(جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۵) ایک دریا سے ۱۶۰۰۰ ایکڑ میں پانی لے کر چاول کی کاشت کرنی ہے اس رقبہ میں ۳۰ دن کے وقفہ سے "اوسط" ۱۰ دن تک پانی کی تبدیلی ہوتی رہتی ہے کس قدر پانی کے جمع کرنے کا انتظام رکھنا چاہیے۔ اور رسدی نہر کا اخراج کیا ہونا چاہیے جب کہ طبعی رسد ۲ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ رکھی جائے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۶) ایک ین تالا گھر ۱۵۰ فٹ لمبا ہے اور دیواروں کی سلامی کی رعایت رکھ کر اس کی اوسط چوڑائی $\frac{1}{2}$ ۱۲ فٹ ہے اور اُس کے متعلقہ لیول حسبِ ذیل ہیں :—

تالے کا فرش .... ۶٫۸۸
نچلے دروازوں کی (کامل رسدی سطح) ک، ز، س ..... ۱۲٫۸۸
بالائی سل (بالائی گذر کی تہ) .... ۹٫۷۲
بالائی دروازوں کی پ، ز، ل .... ۱۵٫۷۲

ین تالا دو سرنگوں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک تالے کے ایک ایک بازو کی دیوار میں سے بھرا جاتا ہے۔ مخرج پر ہر سرنگ کی تراش ۳ مربع فٹ ہے اور موکھے کی سل بالائی گذر نہر کی تہ کے لیول پر ہے، اس کے بعد سرنگ زاویۂ قائمہ پر مڑ جاتی ہے۔ اسطور پر کہ تالے کے محور کے متوازی ہو جاتی ہے۔ یہاں تالے کے فرش پر ایک فوری اتار دیدیا ہے۔ سرنگ کی چھت اپنے ابتدائی لیول پر رکھی گئی ہے۔ سرنگ کا گہرا حصّہ تالا گھر سے ۲ کمانداز سوراخوں کے ذریعہ ملا دیا گیا ہے۔ یہ سوراخ ۳ فٹ چوڑائی میں

ہیں اور ۱۳ اونچے ہیں ان کی سلیں فرش کے لیول پر ہیں۔ توم کی کواڑ اُتار کے اوپر رکھا گیا ہے اور دست پٹی و پھرکی کے ذریعہ چلایا جاتا ہے تاکہ ۳ فٹ × ۳ فٹ کا سوراخ چند ثانیوں میں کھل سکے۔ کواڑوں کے بتدریج کھلنے سے جو وقت ضائع ہوتا ہے اسے اگر نظر انداز کر دیا جائے تو بتاؤ کہ جب نہر پوری رسد لیے ہوئے چل رہی ہوگی تو تالا کتنی مدت میں بھر جائیگا۔ دونوں کواڑ بیک وقت کھولے جاتے ہیں (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۷) ایک توم میں ۱۶ فٹ لمبے ۹ فٹ گہرے تین دہانے ہیں جو ایک نالی کے انتہائی سرے پر بنے ہوئے ہیں اور جن میں پانی کی رفتار ۲ ۱/۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اخراج ۱۲۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ندی میں ہوتا ہے تو رگڑ کے لیے ۴ فی صدی رکھ کر بتاؤ کہ توم پر کا ارتفاع کتنا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۸) ایک خزانہ میں جس کا خطِ ارتفاع تحویلی لیول R. L ت-ل) ۲۰۰۰ پر ۵۵ ایکر اور ت-ل ۱۷۰۰ پر ۲۲ ایکر ہے ایک توم ہے جس میں ایک دہانہ ایک مربع فٹ کا ت-ل ۱۰۰۰ پر واقع ہے اور اس سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہے۔ یہ تصور کرکے کہ رقبہ گہرائی کے ساتھ ہموارانہ گھٹتا ہے وہ وقت معلوم کرو جوکہ وہ ت-ل ۱۷۰۰ تک ہر فٹ کے گرنے میں لیگا۔ توم کے لیے قدر = ۶۲ر (کلیہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۹) ایک خزانۂ آب سے ایک شہر کو جس کی آبادی ۵۰۰۰۰ ہے ۱۵ گیلن فی کس فی یوم کے حساب سے آبرسانی کرنی ہے فرش کا لیول ۱۰۰+ ہے اور پانی کا عمق ۱۲ فٹ ہے۔ شہر کے دو حصے ہیں اور رسد کو ۱:۴ کی نسبت میں تقسیم کرنا ہے اور یہ تقسیم خزانۂ آب سے ۱/۴ میل کی دُوری پر ہوتی ہے۔ شہر کا چھوٹا حصہ خزانۂ آب سے ۲ ۱/۲ میل کی دُوری پر ہے اور بڑا حصہ ۱ ۱/۲ میل کی دُوری پر ہے۔ صدر نل اور زیر صدر نلوں کے قطر کیا ہونے چاہئیں؟ شہر میں دباؤ فی مربع انچ کیا ہوگا جب کہ شہر کے دونوں حصوں میں نلوں کا لیول ۱۲+ ہو؟ نلوں کو اس قابل ہونا چاہیے کہ وہ ۸ گھنٹے میں رسد کا نصف حصہ خارج کرسکیں۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۰) پلندا و دا ۶ہے نہر اپنے دسویں میل پر ایک ندی کو قطع کرتی ہے۔ اس ندی میں پانچ مربع میل کا پانی آتا ہے۔ تجویز یہ ہے کہ پن بہاؤ میں در آمد اور بر آمد کے ذریعہ سے اور ایک معکوس سیفن کے ذریعہ سے اسی دہانہ نالے میں پانی کو خارج کیا جائے۔ سیفن میں سے ۱۲ انچ ۲۴ گھنٹے کی بارش کا ۲ انچ حصہ گذرے اور باقی کے ۱۰ انچ بر آمد سے خارج ہوں۔ سیلاب میں در آمد اور بر آمد کی چوٹی پر ۳ فٹ پانی کا عمق ہوتا ہے۔ بر آمد کا عقبی فرش نالے کی تہ کے لیول پر ہے اور پنسال ۳ فٹ پڑھی جاتی ہے۔ نالے کی تہ پر چوٹیاں ۳ فٹ بلند ہیں اور رفتار داخلہ ۴ فٹ فی ثانیہ ہے تو سیفن کی جسامت اور بر آمد کا طول کیا ہونا چاہیے۔ (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۱) ایک مبدا توم اور نہر چار ہزار ایکڑ میں چاول کی کاشت کی آب پاشی کے لیے تعمیر کرنے ہیں ۲ گز فی ایکڑ فی گھنٹہ کے حساب سے توم کے سامنے والے فرش پر پانی کی گہرائی ۳ فٹ ۹ انچ سے ۱۰ فٹ تک بدلتی رہتی ہے۔ اور عقبی فرش پر جس سے کہ نہر ½ ۱ فٹ فی میل کے ڈھال سے شروع ہوتی ہے عمق ۳ فٹ کے قریب قریب مستقل رہنا چاہیے (عقبی فرش اور سامنے کا فرش دونوں ایک لیول پر ہیں) تو بتاؤ کہ اس کے لیے کیا طریقۂ کار اختیار کیا جائے۔ صدر توم کے موکھوں کی تم کیا جسامت تجویز کروگے (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۲) ایک تالاب کے ۲۰ مربع میل رقبہ کے فراہمی مجرے پر بارش ایک گھنٹہ میں نصف انچ ہوئی۔ کچھ عرصہ بعد ۱۰۰ فٹ طویل نکاس چادر پر سے بہنے والی گہرائی مستقلاً ۵ فٹ دریافت ہوئی۔ جب کہ عقبی پانی چادر کے اوج سے ایک فٹ بلند ہو تو اخراج اور تالاب میں داخل ہونے والی بارش کی فی صد مقدار معلوم کرو۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۳) ریل کے ایک کٹے پر ۴۰ فٹ کے خانہ کا ایک گرڈر کا پل ہے جس کے پاکھے دار بازو ہیں اور جو ایک تالاب کو دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے۔ جب تالاب بھر رہا ہوتا ہے تو پانی پل کی بالائی طرف ۶ فٹ گہرا

اور زیرین طرف ۵ فٹ گہرا ہوتا ہے، تو پُل میں سے پانی کی کتنی مقدار گذر رہی ہے۔ تہ کی تقریبی رفتار بتاؤ اور بتاؤ کہ کیا پختہ فرش کی ضرورت ہوگی۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۴) کسی انتصابی اطراف والے آب انبارہ کو پانی سے بھرنے کے لیے کتنا وقت درکار ہے جس کا رقبہ اندر کی طرف ۱۰۰ فٹ مربع ہے اور یہ ایک ذخیری خزانہ سے ۱۲۵۴۴ فٹ لمبے اور ایک فٹ قطر کے ایک نل سے بھرا جاتا ہے۔

نل کے داخلہ کا مرکز .... پانی کی سطح سے ۱۰ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں نل کے خارجہ کا مرکز ..... پانی کی سطح سے ۱۹۶ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ کی تہ .... پانی کی سطح سے ۱۹۹ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں پورے پانی کی سطح ..... پانی کی سطح سے ۱۶۹ فٹ نیچے ہے۔

(جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۵) اُس نہر کا ڈھال کتنے فٹ فی میل ہوگا جس کا اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔ تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ، عمق ۳ فٹ اور طرفی سلامی ۲:۱ ہوں۔

مذکورۂ بالا نہر ایک مبدار توم سے پانی حاصل کرتی ہے جس میں چار موکھے ہیں۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور $2\frac{1}{2}$ فٹ بلند ہے اور ہر ایک کی رِسل نہر کی تہ کے ہمسطح ہے۔ نہر کی تہ کے اوپر کتوے کی چوٹی کی کیا بلندی ہونی چاہیے کہ پانی کتوے پر سے اُس وقت تک گزرتا رہے جب تک اخراج ۳۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ نہ ہو جائے۔ (کلیہ ۱۸۸۰ء)۔

(۲۶) کسی پُل کے پائے زیادہ سے زیادہ بالا وسط کس قدر چوڑے رکھے جا سکتے ہیں جب کہ وہ ۲۰۰ فٹ عریض انتصابی کناروں والی ندی پر تعمیر ہو۔ ندی کا ڈھال $3\frac{1}{2}$ فٹ فی میل ہے تاکہ ۱۰ فٹ گہری طغیانی کی رفتار ۶ فٹ فی میل سے نہ بڑھ سکے۔ پایوں کی بالائی سمت پر پانی کا ارتفاع کیا ہو جائیگا اگر پایوں کو اتنا ہی چوڑا بنایا جائے جو ان کی اعظم اوسط چوڑائی نکلے۔

(جامعہ سنہ ۱۸۸۰ء)۔

(۲۷) ایک بڑے تقسیمِ آب کے خزانہ سے جو ایک ایسے نالے سے بھرا جاتا ہے جس کی چنائی گنڈ سے کی گئی ہے اور جس کی چوڑائی ۶ فٹ اور گہرائی ۳ فٹ، ہے۔ بازو انتصابی اور ڈھال ۹ فٹ فی میل ہے۔ تجویز یہ ہے کہ خزانہ سے نصف میل کی دُوری پر، ایک شہر کو پانی بہم پہنچایا جائے اور پانی خزانہ کے بازو سے ایک مدوّر نل کے ذریعہ جس کا مرکز خزانہ میں پانی کی سطح سے ۳۰ فٹ نیچے ہو حاصل کیا جائے۔ نل کا ارتفاع شہر سے ۵۰ فٹ اوپر ہے تو نل کا قطر کتنا ہونا چاہیے کہ اُس سے اُتنا ہی پانی کا اخراج حاصل ہو جتنا کہ نہر کے ذریعہ حاصل ہوتا ہے کیونکہ یہی پانی کی وہ مقدار ہے جس کی باشندگانِ شہر کو ضرورت ہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۸ء)۔

(۲۸) پانی کی سطح پر ایک ندی ۳۰۰ فٹ عریض ہے۔ اُس کی آڑی تراش کا رقبہ ۱۴۷۴ مربع فٹ، تر شدہ گھیر کا طول ۳۴۵ فٹ اور ڈھال ۱۶ انچ فی میل ہے۔ یہ تصور کر کے کہ پانی کی ابتدائی سطح پر کنارے انتصاباً واقع ہیں۔ بتاؤ کہ ایک کنوا کس بلندی تک تعمیر کرنا چاہیے کہ پانی کی سطح ۳ فٹ بلند ہو جائے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۷ء)۔

(۲۹) ایک نئی نہر تہ پر ۲۰ فٹ چوڑی ہے اور اس کی طرفی سلامیاں ۲ : ۱ ہیں۔ ۴ فٹ پانی پر سطحی رفتار کی قیمت ۱۱۷ فٹ فی دقیقہ دریافت ہوئی تو بتاؤ کہ اُس پُل کے خانے کو کم از کم کتنا ہونا چاہیے کہ جو ۵ فٹ گہری اور ۲۰۰ فٹ فی دقیقہ سطحی رفتار رکھنے والی طغیانی کو گذار دے۔ اِس پُل کے باعث کس قدر ارتفاع صورت پذیر ہوگا۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۲ء)۔

ضمیمے

ضمیمہ (۱) مٹی کے کام کی نہروں کے لیے بیزن (Bazin) کی قدریں۔

ضمیمہ (۲) نلوں، نہروں اور دریاؤں کے لیے کُٹّر (Kutter) کی قدریں۔

ضمیمہ (۳) ماڈ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س ماں ڈ میں استعمال ہوتی ہوں۔

ضمیمہ (۱)

بیزن کی قدریں جو مٹی کے کام کی نہروں کے لیے موزوں ہیں

جملہ ر = س √ماں ڈ میں س کی قیمتوں کی جدول

جہاں س = √مار ج ÷ ۰٫۰۰۵۹۲ (۱ + ۱٫۴۰/ن)

س	ن	س	ن	س	ن	س	ن
۷۷	۵٫۱	۷۰	۳٫۴	۵۶	۱٫۷۵	۱۶	٫۱
۷۸	۵٫۲	۷۱	۳٫۵	۵۷	۱٫۸	۲۲	٫۲
۷۸	۵٫۲۵	۷۱	۳٫۶	۵۹	۱٫۹	۲۵	٫۲۵
۷۸	۵٫۳	۷۲	۳٫۷	۶۰	۲٫۰	۲۷	٫۳
۷۸	۵٫۴	۷۲	۳٫۷۵	۶۱	۲٫۱	۳۱	٫۴
۷۹	۵٫۵	۷۲	۳٫۸	۶۱	۲٫۲	۳۴	٫۵
۷۹	۵٫۶	۷۳	۳٫۹	۶۲	۲٫۲۵	۳۷	٫۶
۷۹	۵٫۷	۷۳	۴٫۰	۶۲	۲٫۳	۴۰	٫۷
۸۰	۵٫۸	۷۴	۴٫۱	۶۳	۲٫۴	۴۱	٫۷۵
۸۰	۵٫۹	۷۴	۴٫۲	۶۴	۲٫۵	۴۲	٫۸
۸۰	۶٫۰	۷۴	۴٫۲۵	۶۵	۲٫۶	۴۴	٫۹
۸۱	۶٫۵	۷۴	۴٫۳	۶۶	۲٫۷	۴۶	۱٫۰
۸۳	۷٫۰	۷۵	۴٫۴	۶۶	۲٫۷۵	۴۸	۱٫۱
۸۴	۷٫۵	۷۵	۴٫۵	۶۶	۲٫۸	۴۹	۱٫۲
۸۵	۸٫۰	۷۶	۴٫۶	۶۷	۲٫۹	۵۰	۱٫۲۵
۸۵	۸٫۵	۷۶	۴٫۷	۶۸	۳٫۰	۵۱	۱٫۳
۸۶	۹٫۰	۷۶	۴٫۷۵	۶۸	۳٫۱	۵۲	۱٫۴
۸۸	۱۰٫۰	۷۶	۴٫۸	۶۹	۳٫۲	۵۴	۱٫۵
		۷۷	۴٫۹	۶۹	۳٫۲۵	۵۵	۱٫۶
		۷۷	۵٫۰	۶۹	۳٫۳	۵۶	۱٫۷

ضمیمہ (۲)

کٹر کی قدریں جو نلوں، نہروں اور ندیوں کے لیے موزوں ہیں

جملہ[ے] $ر = س\sqrt{\text{م ڈ}}$ میں س کی قیمتوں کی جدول

$$\text{جہاں س} = \frac{\text{٤١٫٦} + \frac{\text{١٫٨١١}}{\text{نَ}} + \frac{\text{٠٫٠٠٢٨١}}{\text{ڈ}}}{\text{١} + \left(\text{٤١٫٦} + \frac{\text{٠٫٠٠٢٨١}}{\text{ڈ}}\right)\frac{\text{نَ}}{\sqrt{\text{م}}}}$$

جہاں ن سے مراد م، ۴، ع - ڈ سے مراد طولی ڈھال، اور نَ سے مراد ناہمواری کی شرح ہے۔

	نَ
خوب رندہ کی ہوئی لکڑی کے نالے	٠٫٠٠٩
خالص سیمنٹ کے نالے، چکنے نل، اور بہت ہی صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل	٠٫٠١٠
نالے استرکاری کے، صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل	٠٫٠١١
نالے بغیر رندی ہوئی لکڑی کے، معمولی لوہے کے نل	٠٫٠١٢
نالے تراشے پتھر یا اینٹ کے کام کے	٠٫٠١٣
گنڈ کی بندش کے نالے	٠٫٠١٧
نہریں جو سخت بجریلی زمین سے گزرتی ہوں	٠٫٠٢٠
نہریں اور ندیاں جو تقریباً اچھی حالت میں ہوں اور پتھروں اور سوار سے مبرا ہوں	٠٫٠٢٥
نہریں اور دریا جن میں کہیں کہیں پتھر اور سوار موجود ہوں	٠٫٠٣٠
نہریں اور دریا جن کی حالت خراب ہو اور جن میں سوار (Weeds) اور پتھر موجود ہوں	٠٫٠٣٥

ے ٹراٹ وائین (Trautwine) کی سول انجنیری کی پاکٹ بک سے لیے گئے ہیں۔

م ا ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م ا ع ن
	ء۰۰۹	ء۰۱۰	ء۰۱۱	ء۰۱۲	ء۰۱۳	ء۰۱۵	ء۰۱۷	ء۰۲۰	ء۰۲۵	ء۰۳۰	ء۰۳۵	ء۰۴۰	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
ء۱	۶۵	۵۶	۵۰	۴۴	۴۰	۳۳	۲۸	۲۳	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	ء۱
ء۲	۸۷	۷۵	۶۷	۵۹	۵۳	۴۵	۳۸	۳۱	۲۴	۱۹	۱۶	۱۴	ء۲
ء۴	۱۱۱	۹۷	۸۷	۷۸	۷۰	۵۹	۵۱	۴۲	۳۲	۲۶	۲۲	۱۹	ء۴
ء۶	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۹	۶۰	۴۹	۳۸	۳۱	۲۶	۲۲	ء۶
ء۸	۱۸۸	۱۲۲	۱۰۹	۹۹	۹۰	۷۷	۶۶	۵۵	۴۳	۳۵	۳۰	۲۵	ء۸
۱	۱۴۸	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۶	۹۷	۸۸	۷۲	۶۰	۴۷	۳۸	۳۲	۲۸	۱
۱ء۵	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۱	۹۵	۸۳	۶۹	۵۵	۴۵	۳۸	۳۴	۱ء۵
۲	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۴	۱۳۱	۱۲۱	۱۰۴	۹۱	۷۷	۶۱	۵۰	۴۳	۳۷	۲
۳	۱۹۷	۱۷۷	۱۶۰	۱۴۷	۱۳۵	۱۱۷	۱۰۳	۸۸	۷۰	۵۹	۵۰	۴۴	۳
۴	۲۰۹	۱۸۸	۱۷۲	۱۵۸	۱۴۶	۱۲۷	۱۱۳	۹۶	۷۸	۶۵	۵۶	۴۹	۴
۶	۲۲۶	۲۰۶	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۱	۱۴۲	۱۲۶	۱۰۸	۸۸	۷۴	۶۴	۵۷	۶
۸	۲۸۸	۲۱۶	۱۹۹	۱۸۴	۱۷۱	۱۵۱	۱۳۵	۱۱۷	۹۶	۸۲	۷۱	۶۳	۸
۱۰	۲۴۶	۲۲۵	۲۰۷	۱۹۲	۱۷۹	۱۵۹	۱۴۲	۱۲۴	۱۰۲	۸۷	۷۶	۶۸	۱۰
۱۲	۲۵۳	۲۳۱	۲۱۴	۱۹۸	۱۸۶	۱۶۵	۱۴۹	۱۲۹	۱۰۷	۹۲	۸۱	۷۲	۱۲
۱۶	۲۶۳	۲۴۲	۲۲۳	۲۰۸	۱۹۵	۱۷۴	۱۵۷	۱۳۸	۱۱۵	۱۰۰	۸۸	۷۹	۱۶
۲۰	۲۷۱	۲۴۹	۲۳۱	۲۱۵	۲۰۲	۱۸۱	۱۶۴	۱۴۴	۱۲۱	۱۰۶	۹۴	۸۴	۲۰
۳۰	۲۸۴	۲۶۱	۲۴۳	۲۲۸	۲۱۵	۱۹۳	۱۷۶	۱۵۷	۱۳۳	۱۱۷	۱۰۴	۹۵	۳۰
۵۰	۲۹۷	۲۷۴	۲۵۷	۲۴۱	۲۲۸	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۰	۱۴۷	۱۳۰	۱۱۷	۱۰۷	۵۰

دہانۂ د = ۲۵ء۰۰۰ طول کلی الاولیٰ مر = ۰۰۰ء۳ میل = ۱۳۲۲ فٹ فی میل

قدریں نَ کھردرے پن کی

م ا ع ن	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	م ا ع ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۶۸	۶۷	۵۹	۵۲	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶	۲۰	۱۶	۱۳	۱۱	۰٫۱
۰٫۱۵	۹۱	۷۹	۶۹	۶۲	۵۶	۴۶	۳۹	۳۱	۲۳	۱۹	۱۶	۱۳	۰٫۱۵
۰٫۲	۱۰۰	۸۷	۷۷	۶۸	۶۲	۵۱	۴۴	۳۵	۲۶	۲۱	۱۸	۱۵	۰٫۲
۰٫۳	۱۱۴	۹۹	۸۸	۷۹	۷۱	۵۹	۵۰	۴۱	۳۱	۲۵	۲۱	۱۸	۰٫۳
۰٫۴	۱۲۴	۱۰۹	۹۷	۸۸	۷۹	۶۶	۵۷	۴۶	۳۵	۲۸	۲۳	۲۰	۰٫۴
۰٫۶	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۹	۹۸	۹۰	۷۶	۶۵	۵۳	۴۱	۳۳	۲۸	۲۴	۰٫۶
۰٫۸	۱۵۰	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۷	۹۸	۸۳	۷۱	۵۹	۴۶	۳۷	۳۱	۲۷	۰٫۸
۱	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۴	۱۰۴	۸۹	۷۷	۶۴	۴۹	۴۰	۳۴	۲۹	۱
۱٫۵	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۶	۱۱۶	۹۹	۸۷	۷۲	۵۷	۴۷	۴۰	۳۴	۱٫۵
۲	۱۸۴	۱۶۴	۱۴۸	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۷	۹۴	۷۹	۶۲	۵۱	۴۴	۳۸	۲
۳	۱۹۸	۱۷۸	۱۶۱	۱۴۸	۱۳۶	۱۱۸	۱۰۴	۸۸	۷۱	۵۹	۵۰	۴۴	۳
۴	۲۰۷	۱۸۷	۱۷۰	۱۵۶	۱۴۵	۱۲۶	۱۱۱	۹۵	۷۷	۶۴	۵۶	۴۹	۴
۶	۲۲۰	۱۹۹	۱۸۲	۱۶۸	۱۵۶	۱۳۷	۱۲۲	۱۰۵	۸۵	۷۲	۶۳	۵۶	۶
۸	۲۲۸	۲۰۶	۱۸۹	۱۷۵	۱۶۳	۱۴۴	۱۲۹	۱۱۱	۹۱	۷۸	۶۸	۶۱	۸
۱۰	۲۳۴	۲۱۲	۱۹۵	۱۸۱	۱۶۹	۱۴۹	۱۳۴	۱۱۶	۹۶	۸۲	۷۲	۶۴	۱۰
۱۲	۲۳۸	۲۱۷	۲۰۰	۱۸۵	۱۷۳	۱۵۳	۱۳۸	۱۲۰	۹۹	۸۶	۷۵	۶۸	۱۲
۱۶	۲۴۵	۲۲۳	۲۰۶	۱۹۱	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۴	۱۲۶	۱۰۶	۹۱	۸۱	۷۳	۱۶
۲۰	۲۵۰	۲۲۸	۲۱۱	۱۹۶	۱۸۴	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۱	۱۱۰	۹۶	۸۵	۷۷	۲۰
۳۰	۲۵۸	۲۳۶	۲۱۹	۲۰۴	۱۹۲	۱۷۲	۱۵۷	۱۳۹	۱۱۸	۱۰۳	۹۲	۸۳	۳۰
۵۰	۲۶۶	۲۴۵	۲۲۸	۲۱۳	۲۰۱	۱۸۱	۱۶۵	۱۴۸	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۱	۹۳	۵۰

ڈھال ح = ۰٫۰۰۰۵ = ڈھال کی اکائی میں ۲۰۰۰ میں ۱ = ۲٫۶۴ فٹ فی میل

م اع / ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م اع / ن
	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۹۰	۷۸	۶۸	۶۰	۵۴	۴۴	۳۷	۳۰	۲۲	۱۷	۱۴	۱۲	۰٫۱
۰٫۲	۱۱۲	۹۸	۸۶	۷۶	۶۹	۵۷	۴۸	۳۹	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰٫۲
۰٫۳	۱۲۵	۱۰۹	۹۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۶	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۹	۰٫۳
۰٫۴	۱۳۶	۱۱۹	۱۰۶	۹۵	۸۶	۷۲	۶۲	۵۰	۳۸	۳۱	۲۵	۲۲	۰٫۴
۰٫۶	۱۴۹	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۵	۹۶	۸۱	۷۰	۵۷	۴۴	۳۵	۳۰	۲۵	۰٫۶
۰٫۸	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۴	۱۰۳	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۳	۲۸	۰٫۸
۱	۱۶۶	۱۴۷	۱۳۲	۱۲۰	۱۰۹	۹۳	۸۱	۶۷	۵۲	۴۲	۳۵	۳۱	۱
۱٫۵	۱۷۸	۱۵۹	۱۴۴	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۳	۸۹	۷۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۵	۱٫۵
۲	۱۸۷	۱۶۸	۱۵۱	۱۳۸	۱۲۷	۱۰۹	۹۶	۸۱	۶۳	۵۳	۴۵	۳۹	۲
۳	۱۹۸	۱۷۸	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۷	۱۱۹	۱۰۴	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۶	۱۸۶	۱۶۹	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۳	۷۶	۶۳	۵۵	۴۹	۴
۶	۲۱۵	۱۹۵	۱۷۸	۱۶۴	۱۵۲	۱۳۴	۱۱۹	۱۰۲	۸۴	۷۱	۶۱	۵۳	۶
۸	۲۲۱	۲۰۱	۱۸۴	۱۷۰	۱۵۸	۱۳۹	۱۲۴	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۸
۱۰	۲۲۶	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۳	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۱	۹۲	۷۸	۶۹	۶۲	۱۰
۱۵	۲۳۳	۲۱۲	۱۹۵	۱۸۱	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۸	۹۸	۸۵	۷۵	۶۸	۱۵
۲۰	۲۳۷	۲۲۶	۲۰۰	۱۸۵	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۳	۱۰۲	۸۹	۷۹	۷۱	۲۰
۳۰	۲۴۳	۲۲۲	۲۰۶	۱۹۱	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۵	۱۲۸	۱۰۸	۹۵	۸۴	۷۷	۳۰
۵۰	۲۴۹	۲۲۷	۲۱۱	۱۹۷	۱۸۵	۱۶۶	۱۵۱	۱۳۴	۱۱۴	۱۰۰	۹۱	۸۳	۵۰

ڈھال ط = ۰٫۰۰۱، طول ن کی اکائی میں = ۱۰۰۰ میل = ۵۲۸۰ فٹ فی میل

قدریں ن کھردرے پن کی

م ۱ ع / ن	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	م ۱ ع / ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۹۹	۸۵	۷۴	۶۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۲	۲۴	۱۸	۱۵	۱۲	۰٫۱
۰٫۲	۱۲۱	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۴	۶۱	۵۲	۴۲	۳۱	۲۵	۲۱	۱۷	۰٫۲
۰٫۳	۱۳۳	۱۱۶	۱۰۳	۹۲	۸۳	۶۹	۵۹	۴۸	۳۶	۲۹	۲۴	۲۰	۰٫۳
۰٫۴	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۲	۱۰۰	۹۱	۷۶	۶۵	۵۳	۴۰	۳۲	۲۷	۲۳	۰٫۴
۰٫۶	۱۵۵	۱۳۸	۱۲۲	۱۱۱	۱۰۰	۸۵	۷۳	۶۰	۴۶	۳۷	۳۱	۲۶	۰٫۶
۰٫۸	۱۶۳	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۶	۹۱	۷۹	۶۵	۵۰	۴۱	۳۴	۲۹	۰٫۸
۱	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۶	۱۲۳	۱۱۳	۹۶	۸۳	۶۹	۵۴	۴۴	۳۷	۳۲	۱
۱٫۵	۱۸۱	۱۶۲	۱۴۶	۱۳۳	۱۲۲	۱۰۵	۹۱	۷۷	۶۰	۴۹	۴۲	۳۶	۱٫۵
۲	۱۸۸	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۰	۱۲۹	۱۱۱	۹۷	۸۲	۶۴	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۲۰۰	۱۷۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۷	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۲	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۵	۱۸۵	۱۶۸	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۴	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۳	۱۹۲	۱۷۶	۱۶۲	۱۵۰	۱۳۲	۱۱۷	۱۰۰	۸۲	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۸	۲۱۸	۱۹۸	۱۸۱	۱۶۷	۱۵۵	۱۳۷	۱۲۳	۱۰۵	۸۷	۷۳	۶۴	۵۷	۸
۱۰	۲۲۲	۲۰۱	۱۸۵	۱۷۰	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۵	۱۰۸	۸۹	۷۶	۶۷	۶۰	۱۰
۱۵	۲۲۸	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۶	۱۶۴	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۳	۹۵	۸۲	۷۳	۶۵	۱۵
۲۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۴	۱۸۰	۱۶۸	۱۴۹	۱۳۴	۱۱۶	۹۸	۸۵	۷۶	۶۸	۲۰
۳۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۲	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۳	۸۹	۸۰	۷۳	۳۰
۵۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۳	۱۸۹	۱۷۷	۱۵۸	۱۴۳	۱۲۶	۱۰۸	۹۴	۸۵	۷۸	۵۰

ڈھال د = ۰٫۰۰۰۲ = طول کی اکائی میں ۰٫۰۰۰۲ = ۵۰۰۰ میں ۱ = ۱٫۰۵۶ فٹ فی میل

ڈھال ط = ۰۰۰۴ء = طول کی فی ۲۵۰۰ میں ۱ = ۲ء۱۱۲ فٹ فی میل

م ا ع	قدریں ن کھردرے پن کی ۰ء۰۰۹	۰ء۰۱۰	۰ء۰۱۱	۰ء۰۱۲	۰ء۰۱۳	۰ء۰۱۵	۰ء۰۱۷	۰ء۰۲۰	۰ء۰۲۵	۰ء۰۳۰	۰ء۰۳۵	۰ء۰۴۰	م ا ع / ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰ء۱	۱۰۴	۸۹	۷۸	۶۹	۶۲	۵۰	۴۳	۳۴	۳۵	۱۹	۱۶	۱۳	۰ء۱
۰ء۱۵	۱۱۶	۱۰۱	۹۰	۸۰	۷۱	۵۹	۵۰	۴۰	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰ء۱۵
۰ء۲	۱۲۶	۱۱۰	۹۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۴	۴۴	۳۲	۲۵	۲۱	۱۸	۰ء۲
۰ء۳	۱۳۸	۱۲۰	۱۰۷	۹۶	۸۷	۷۳	۶۲	۵۰	۳۷	۳۰	۲۴	۲۱	۰ء۳
۰ء۴	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۱۰۴	۹۴	۷۹	۶۸	۵۵	۴۲	۳۳	۲۷	۲۳	۰ء۴
۰ء۶	۱۵۷	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۳	۱۰۳	۸۷	۷۵	۶۲	۴۷	۳۸	۳۱	۲۷	۰ء۶
۰ء۸	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۰	۹۳	۸۱	۶۷	۵۱	۴۲	۳۵	۳۰	۰ء۸
۱	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۸	۱۲۵	۱۱۵	۹۸	۸۵	۷۰	۵۵	۴۵	۳۷	۳۲	۱
۱ء۵	۱۸۳	۱۶۴	۱۴۸	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۶	۹۳	۷۸	۶۱	۵۰	۴۲	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۱	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۵	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۴	۱۱۰	۹۴	۷۶	۶۴	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۱	۱۷۵	۱۶۱	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۱	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۱۰	۲۱۹	۱۹۹	۱۸۳	۱۶۸	۱۵۷	۱۳۸	۱۲۳	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۱۰
۲۰	۲۲۷	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۶	۱۶۴	۱۴۶	۱۳۱	۱۱۵	۹۶	۸۲	۷۳	۶۶	۲۰
۵۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۳	۱۰۴	۹۱	۸۲	۷۵	۵۰

قدریں ن کھردرے پن کی

ع ۱/۴ ن	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	ع ۱/۴ ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۱۱۰	۹۴	۸۳	۷۳	۶۵	۵۴	۴۵	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۰٫۱
۰٫۱۵	۱۲۱	۱۰۵	۹۳	۸۲	۷۴	۶۱	۵۱	۴۱	۳۱	۲۴	۲۰	۱۶	۰٫۱۵
۰٫۲	۱۲۹	۱۱۳	۹۹	۸۹	۸۱	۶۶	۵۷	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۸	۰٫۲
۰٫۳	۱۴۱	۱۲۴	۱۰۹	۹۸	۸۹	۷۴	۶۳	۵۱	۳۹	۳۰	۲۵	۲۱	۰٫۳
۰٫۴	۱۵۰	۱۳۱	۱۱۷	۱۰۵	۹۶	۸۰	۶۹	۵۶	۴۳	۳۴	۲۸	۲۴	۰٫۴
۰٫۶	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۷	۱۱۵	۱۰۴	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۲	۲۷	۰٫۶
۰٫۸	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۴	۱۲۲	۱۱۱	۹۴	۸۲	۶۸	۵۲	۴۲	۳۵	۳۰	۰٫۸
۱	۱۷۵	۱۵۵	۱۳۹	۱۲۷	۱۱۶	۹۹	۸۶	۷۱	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱٫۵	۱۸۴	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۴	۱۰۸	۹۳	۷۸	۶۲	۵۰	۴۳	۳۷	۱٫۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۶	۵۴	۴۶	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۴	۱۱۰	۹۳	۷۵	۶۳	۵۴	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۰	۱۷۴	۱۶۰	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۸	۱۹۷	۱۸۱	۱۶۷	۱۵۵	۱۳۶	۱۲۲	۱۰۵	۸۷	۷۴	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۵	۱۶۳	۱۴۴	۱۲۹	۱۱۳	۹۴	۸۱	۷۲	۶۵	۲۰
۵۰	۲۳۲	۲۱۲	۱۹۶	۱۸۲	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۶	۱۲۰	۱۰۱	۸۹	۷۹	۷۲	۵۰

ڈھال ڈ = ۰٫۰۰۱ طول کی فی اکائی میں = ۱۰۰۰ میں ۱ = ۵٫۲۸ فٹ فی میل ۔

م/ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م/ع ن
	۰۰۹ء	۰۱۰ء	۰۱۱ء	۰۱۲ء	۰۱۳ء	۰۱۵ء	۰۱۷ء	۰۲۰ء	۰۲۵ء	۰۳۰ء	۰۳۵ء	۰۴۰ء	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۱ء	۱۱۰	۹۵	۸۳	۷۴	۶۶	۵۴	۴۶	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۱ء
۱۵ء	۱۲۲	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۵	۶۲	۵۲	۴۲	۳۱	۲۴	۲۰	۱۷	۱۵ء
۲ء	۱۳۰	۱۱۴	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۷	۵۷	۴۶	۳۴	۲۷	۲۲	۱۹	۲ء
۳ء	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۱۰۰	۹۰	۷۶	۶۴	۵۲	۳۹	۳۱	۲۵	۲۲	۳ء
۴ء	۱۵۱	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۷	۹۸	۸۲	۷۰	۵۷	۴۴	۳۵	۲۹	۲۴	۴ء
۶ء	۱۶۲	۱۴۳	۱۲۹	۱۱۶	۱۰۶	۹۰	۷۷	۶۴	۴۹	۳۹	۳۳	۲۸	۶ء
۸ء	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۵	۱۲۳	۱۱۲	۹۵	۸۲	۶۸	۵۳	۴۳	۳۵	۳۱	۸ء
۱	۱۷۵	۱۵۶	۱۴۱	۱۲۸	۱۱۷	۹۹	۸۷	۷۲	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱ء۵	۱۸۵	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۵	۱۰۷	۹۳	۷۹	۶۲	۵۱	۴۳	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۲	۹۹	۸۳	۶۶	۵۵	۴۶	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۷	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۳	۱۰۹	۹۳	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۳	۱۶۰	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۶	۱۹۶	۱۸۰	۱۶۶	۱۵۴	۱۳۶	۱۲۱	۱۰۵	۸۶	۷۳	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۴	۱۸۷	۱۷۳	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۲	۹۳	۸۰	۷۱	۶۳	۲۰
۵۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۳	۱۸۱	۱۶۸	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۹	۱۰۰	۸۷	۷۸	۷۱	۵۰

ڈھال د = ۰۰۱ء طول کی اکائی فی اکائی = ۱۰۰ فی میل = ۵ء۲۸ فٹ فی میل

ضمیمہ (۴)

√ماڈ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س √ماں ڈ میں استعمال ہونگی۔

جدول (۱) جو اُتار فی میل کے لیے ہے۔

اُتار فی میل	√ماڈ	اُتار فی میل	√ماڈ	اُتار فی میل	√ماڈ	اُتار فی میل	√ماڈ	اُتار فی میل	√ماڈ
۰′ ۳″	۰ء۰۶۹	۲′ ۳″	۰ء۲۰۶	۴′ ۳″	۰ء۲۸۳	۶′ ۳″	۰ء۳۴۴	۸′ ۳″	۰ء۳۹۵
۰ ۶	۰ء۰۹۷	۲ ۶	۰ء۲۱۸	۴ ۶	۰ء۲۹۲	۶ ۶	۰ء۳۵۱	۸ ۶	۰ء۴۰۱
۰ ۹	۰ء۱۱۹	۲ ۹	۰ء۲۲۸	۴ ۹	۰ء۳۰۰	۶ ۹	۰ء۳۵۸	۸ ۹	۰ء۴۰۷
۱ ۰	۰ء۱۳۸	۳ ۰	۰ء۲۳۸	۵ ۰	۰ء۳۰۸	۷ ۰	۰ء۳۶۴	۹ ۰	۰ء۴۱۳
۱ ۳	۰ء۱۵۴	۳ ۳	۰ء۲۴۸	۵ ۳	۰ء۳۱۵	۷ ۳	۰ء۳۷۱	۹ ۳	۰ء۴۱۹
۱ ۶	۰ء۱۶۹	۳ ۶	۰ء۲۵۷	۵ ۶	۰ء۳۲۳	۷ ۶	۰ء۳۷۷	۹ ۶	۰ء۴۲۴
۱ ۹	۰ء۱۸۲	۳ ۹	۰ء۲۶۷	۵ ۹	۰ء۳۳۰	۷ ۹	۰ء۳۸۳	۹ ۹	۰ء۴۳۰
۲ ۰	۰ء۱۹۵	۴ ۰	۰ء۲۷۵	۶ ۰	۰ء۳۳۷	۸ ۰	۰ء۳۸۹	۱۰ ۰	۰ء۴۳۵

جدول (۲) جو اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ کے لیے ہے۔

اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ماڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ماڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ماڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ماڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ماڈ
۰′ ۳″	۰ء۰۷۱	۲′ ۳″	۰ء۲۱۲	۴′ ۳″	۰ء۲۹۲	۶′ ۳″	۰ء۳۵۴	۸′ ۳″	۰ء۴۰۶
۰ ۶	۰ء۱۰۰	۲ ۶	۰ء۲۲۴	۴ ۶	۰ء۳۰۰	۶ ۶	۰ء۳۶۱	۸ ۶	۰ء۴۱۲
۰ ۹	۰ء۱۲۲	۲ ۹	۰ء۲۳۵	۴ ۹	۰ء۳۰۸	۶ ۹	۰ء۳۶۷	۸ ۹	۰ء۴۱۸
۱ ۰	۰ء۱۴۱	۳ ۰	۰ء۲۴۵	۵ ۰	۰ء۳۱۶	۷ ۰	۰ء۳۷۴	۹ ۰	۰ء۴۲۴
۱ ۳	۰ء۱۵۸	۳ ۳	۰ء۲۵۵	۵ ۳	۰ء۳۲۴	۷ ۳	۰ء۳۸۱	۹ ۳	۰ء۴۳۰
۱ ۶	۰ء۱۷۳	۳ ۶	۰ء۲۶۵	۵ ۶	۰ء۳۳۲	۷ ۶	۰ء۳۸۷	۹ ۶	۰ء۴۳۶
۱ ۹	۰ء۱۸۷	۳ ۹	۰ء۲۷۴	۵ ۹	۰ء۳۳۹	۷ ۹	۰ء۳۹۴	۹ ۹	۰ء۴۴۲
۲ ۰	۰ء۲۰۰	۴ ۰	۰ء۲۸۳	۶ ۰	۰ء۳۴۶	۸ ۰	۰ء۴۰۰	۱۰ ۰	۰ء۴۴۷

اشاریہ

ماقوائیات

مضامین	صفحات
ا	
آبپاشی کے نالے	۱۵۸
آبپاشی، نہروں سے	۱۵۸
آبشار، نہر	۱۴۷
اُبھار	۶۴
آبی ارتفاع	۸
آبی شکنجہ	۷۶
اُٹھاؤ تالے	۷۸
اخراج، ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں	۸۶ تا ۸۹
اخراج، بڑے منفذوں کا	۲۴
اخراج، پُل کے خانوں کا	۶۲ و ۶۳
اخراج، تغیر پذیر ارتفاع کے تحت	۷۴
اخراج، ترموں کا	۵۸
اخراج، چھوٹے منفذوں کا	۱۵
اخراج، دریاؤں کا	۱۵۸ تا ۱۶۲ - ۱۶۵ و ۱۶۶
اخراج، غرقاب کٹھنہ کا	۳۷

مضامین	صفحات
اخراج، غرقاب منفذ کا	۳۶
اخراج، غیر منتظم مجروں سے	۸۴ و ۸۵
اخراج، غیر منشوری ظروف سے	۸۳ و ۸۴
اخراج، فراہمی مجروں سے	۱۶۵ تا ۱۶۷
اخراج، قدرے ڈوبے ہوئے منفذ کا	۳۶
اخراج، کتووں کا	۱۵ تا ۵۸
اخراج کسی دیے ہوئے وقت میں	۷۷
اخراج کی قدر	۱۷ - ۱۹ - ۲۱
اخراج کی قدر کے تغیر	۲۸ تا ۳۱
اخراج، مثلثی کٹھنہ کا	۳۳
اخراج، مستدیر منفذ کا	۳۲ و ۳۳
اخراج، مستطیل کٹھنہ کا	۲۷ و ۲۸
اخراج، مستطیل کٹھنہ کا، تغیر پذیر ارتفاع کے تحت	۸۲
اخراج، مستطیلی منفذ کا	۳۰
اخراج، منشوری ظروف سے	۷۵ تا ۷۷
اخراج، مہنالوں کا	۱۹ - ۳۷ تا ۴۰

مضامین	صفحات
اخراج، ناپ چادروں کا	۵۰
اخراج، نلوں کا	۱۰۰ تا ۱۰۶
ارتفاع، آبی	۸
ارتفاع توم	۵۱ تا ۵۸
ارتفاع، رفتار کی وجہ سے	۱۵
ارتفاع کا نقصان، منفذوں پر	۱۵ تا ۱۸
ارتفاع کی پیمائش چادروں پر	۴۴ تا ۴۸
ارتفاع کے چھوٹے نقصانات، نلوں میں	۱۱۲ و ۱۱۳
ارتفاع کے خفیف نقصانات، نالوں میں	۱۴۶
ارتفاع متغیر	۷۴
ارتفاع نلوں میں، مزاحمت پر غلبہ پانے کے لیے	۹۶ و ۹۷
آڑی تراشوں کی پیمائش	۱۵۹
آڑی تراشوں کی پیمائش، دریاؤں کی	۱۵۹
اصولِ تسلسل	۱۴
اقل ترین گھیر کی نہروں کی تجویز	۱۳۸
اقل گھیر والی نہریں	۱۳۴ - ۱۳۸ تا ۱۴۲
آمد کی رفتار	۳۵ - ۵۲ تا ۵۸ - ۶۲ تا ۶۵
انتقال، سیالی دباؤ کا	۶
اندرونی استوانہ نلی	۳۹

مضامین	صفحات
ب	
بار پیما	۷
بار پیما کی بلندیاں	۷ و ۸
بارش	۱۶۵ تا ۱۶۸
بچت نکاسی چادریں، تالاب کی	۴۵
برقرار حرکت	۱۴
برگ (Burge) کا ضابطہ، فراہمی مجروں کے لیے	۱۶۷
برنولی کا کلیہ	۲۵ و ۲۶
بڑے منفذ	۳۲
بلندی، دھاروں کی	۱۱۸ و ۱۱۹
بندوں کا ارتفاع	۴۵
بہاؤ کا حجم، نالے میں	۱۳
بہاؤ کی سیدھی حرکت	۱۴
بہاؤ میں مزاحمتیں	۱۳ و ۱۴
بیزن کی قدر کھلے نالوں کے لیے	۱۲۴
بیزن کی قدریں	۱۲۴
بیضوی تراشیں	۱۴۳
پ	
پانی کا بہاؤ، کھلے نالوں میں	۱۲۲
پانی کا بہاؤ، نلوں میں	۹۶ تا ۱۰۴
پانی کا وزن	۱ و ۲
پانی کے بہاؤ کی نوعیت	۱۳
پانی کے خواص	۱ و ۲

مضامین	صفحات
پانی میں غرقاب سامانِ تعمیر کا وزن	۱۰
پس آب	۶۶
پس روی، سطحوں کی	۱۳۴
پُل کا خطی آب راہ	۶۵
پُل کے خانے	۶۲ و ۶۳
پن تالا توم	۶۰
پن تالوں کو بھرنے اور خالی کرنے کا وقت	۷۹ و ۸۰
پن تالے کے گھر کے پیمانے	۸۰
پن تالے، نہری	۷۸
پنسال، ٹہک	۵۰
پن گدی	۱۴۸
پھیلاؤ، نلوں میں	۱۱۲ و ۱۱۳
پیٹو نلی	۱۶۴
پیچدار رَو پیما	۱۶۳
پیڑوڈل کا مائی قوت پیما	۱۱ تا ۱۳ - ۱۶۴
پیمانے، پن تالے کے گھر کے	۸۰
پیمائش، دریا کی آڑی تراشوں کی	۱۵۹ و ۱۶۰
ت	
تالاب کی بحیث نکاسی چادر	۴۵ تا ۴۸
تالاب کی غرقاب چادریں	۴۵ تا ۴۹
تالاب کے آبپاشی کے توم	۶۰
تالاب کے آبپاشی کے توموں کے ڈاٹ	۶۰ و ۶۱
تالاب کے بندوں کی بلندی	۴۵
تالاب کے کٹّے کی بلندی	۴۵ و ۴۶

مضامین	صفحات
تالاب کے نکاسی توم	۵۹
تالے کا اٹھاؤ	۷۸
تجویز، اقل ترین گھیر کی نہروں کی	۱۳۸
تجویز، منحرف نما نہروں کی	۱۲۹ تا ۱۳۸
تجویز، نلوں کی	۱۰۰ تا ۱۰۶ - ۱۰۹ و ۱۱۰
تراش، نالے کی	۱۲۶
تراشیں، بیضوی	۱۴۳
تغیر رفتار کسی نالے کی تراش میں	۱۴۴
توم، پن تالا	۶۰
توم، تالاب کے آبپاشی کے	۶۰
توم، تالاب کے نکاس	۵۹
توم، سیفن	۱۰۷ و ۱۰۸
توم، مبداء	۵۴ - ۵۹
توموں کے موکھے	۵۹
تیراؤ	۹
چ	
چادریں، تالاب کی نکاس	۴۵ تا ۴۸
چادریں، چوڑی چوٹیوں کی	۴۷
چادریں، غرقاب	۴۹
چادریں، فاصل	۶۷
چوڑی چوٹیوں کی چادریں	۴۷ و ۴۸
چھوٹے منفذ	۱۵
چھوٹے نل	۲۰ - ۱۰۵ و ۱۰۶

مضامین	صفحات
ح	
حرکت، برقرار	۱۴
خ	
خم، دریا کے	۱۶۸
خم، نالوں میں	۱۱۲-۱۴۶
د	
داب ارتفاع	۱۶
دبا سمٹاؤ	۱۹
دباؤ، دھار میں	۱۱
دباؤ، کرۂ ہوائی کا	۷ و ۸
دباؤ، کسی سطح پر	۳ تا ۶
دباؤ، کسی نقطہ پر	۳
دباؤ، نلوں میں	۹۸
دریا	۱۵۶ تا ۱۵۸
دریا کی آڑی تراشوں کی پیمائش	۱۵۹ و ۱۶۰
دریا کے خم	۱۶۸
دریاؤں کا اخراج	۱۵۸ تا ۱۶۲-۱۶۴ و ۱۶۵
دریاؤں کا نظم	۳۰-۳۱-۱۶۸
دریاؤں کی آڑی تراشوں کی پیمائش	۱۵۹ و ۱۶۰
دریاؤں کے اخراج کو رفتار حل کرکے معلوم کرنا	۱۵۹
دریاؤں کے اعظم ترین اخراج	۱۶۴ و ۱۶۵
دھار کی رفتار	۲۷
دھار میں دباؤ	۱۱
دھاروں کی بلندی	۱۱۸ و ۱۱۹
ڈ	
ڈاٹ تالاب کے آبپاشی کے توموں کی	۶۰ و ۶۱
ڈارچی کی قدریں نلوں کے لیے	۱۰۰ تا ۱۰۲
ڈاٹ کی تیاری	۱۵۷
ڈیکنز کا ضابطہ، فراہمی مجروں کے لیے	۴۶-۱۶۶ و ۱۶۷
ر	
رائیوز (Ryves) کا ضابطہ	۴۶-۱۶۶
رفتار آمد	۳۵-۵۲ تا ۵۸-۶۲-۶۳-۶۵ تا ۶۶
رفتار بوجہ ارتفاع	۱۵
رفتار پیما	۱۶۳
رفتار، دریاؤں میں	۱۵۸ و ۱۵۹
رفتار کا تغیر نالے کی تراش میں	۱۴۴
رفتار کا سر یا قدر	۱۶ و ۱۷
رفتار کی پیمائش، دریاؤں میں	۱۶۰ تا ۱۶۴
رفتار نظری	۱۵
رفتار، نلوں میں	۹۶ تا ۱۰۱-۱۲۲ تا ۱۲۴
رفتار، نلوں میں اور اخراج	۹۶ تا ۱۰۶
رفتاری ڈنڈے	۱۶۱
رفتاریں، اوسط، سطحی اور تہ کی	۱۴۴
رگڑ کی قدر، نلوں میں	۹۹ تا ۱۰۴
رو پیما، پیچدار	۱۶۳

مضامین	صفحات
ز	
زنگولی مہنال	۱۸
زیر توم	۵۹
س	
سطحوں کی پس روی	۱۳۴
سکڑاؤ، نلوں کا	۱۱۳
سمٹاؤ، دبا	۱۹
سمٹاؤ کی قدر	۱۷
سیالی دباؤ کا انتقال	۶
سیالی رگڑ کے کلیات	۹۴ و ۹۵
سیدھی حرکت، بہاؤ کی	۱۴
سیفن	۸
سیفن توم	۱۰۷ و ۱۰۸
سیفن نکاس چادر	۱۰۸
سیلاب کا اعظم ترین اخراج	۱۶۴ تا ۱۶۶
ش	
شاخدار صدر نل	۱۱۴
ص	
صدر نل، شاخدار	۱۱۴
ض	
ضابطہ، برگ کا	۱۶۷
ضابطہ، ڈِکنز کا	۴۶ - ۱۶۶ و ۱۶۷
ضابطہ، دایونز کا	۱۶۶
ضابطہ، کریگ کا	۱۶۷

مضامین	صفحات
ط	
طغیانی کا اخراج، فراہمی مجروں سے	۱۶۵ تا ۱۶۷
ع	
علیٰ معطیات، نالوں کی تجویز کے لیے	۱۳۳
غ	
غرقاب اور قدرے ڈوبا ہوا منفذ	۳۶
غرقاب چادریں	۴۹
غرقاب چادریں، تالاب کی	۴۹
غرقاب سامانِ تعمیر کا وزن	۱۰
غرقاب کتوے	۵۴ تا ۵۸
غرقاب کٹھنہ	۳۷
غرقاب منفذ	۳۶
غیر منتظم مجروں سے اخراج	۸۴ و ۸۵
غیر منتظم مجروں سے کٹھنہ کا اخراج	۸۵
غیر منتظم مجروں سے کٹھنہ کا اخراج، متغیر ارتفاع کے تحت	۸۵
غیر منشوری ظروف سے اخراج، متغیر ارتفاع کے تحت	۸۳ و ۸۴
ف	
فاصل چادریں	۲۰-۶۷-۱۰۵-۱۰۶
فراہمی مجروں سے اخراج	۴۵ تا ۴۸-۱۶۵ تا ۱۶۸
فراہمی مجروں سے طغیانی کا اخراج	۱۶۵ تا ۱۶۷

مضامین	صفحات
ق	
قایم موجیں	۱۴۹ و ۱۵۰
قدرے ڈوبا ہوا منفذ	۳۶
قدریں، اخراج کی فراہمی مجروں سے	۱۶۶ و ۱۶۷
قدریں، بیزن کی	۱۲۴
قدریں، پُل کے خانوں کے لیے	۶۰ تا ۶۲
قدریں، پن تالا توموں کی	۷۹ و ۸۰
قدریں، تالاب کی چادروں کے لیے	۴۹
قدریں، توموں کے لیے	۵۹ تا ۶۲
قدریں، چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے	۴۸
قدریں چھوٹے نلوں کے لیے	۲۰
قدریں، کنتوں کے لیے	۵۱-۵۲ تا ۵۵
قدریں، کُٹّر کی	۱۲۵ و ۱۲۶
قدریں، نالوں کے لیے	۱۲۵ و ۱۲۶
قدریں، نلوں کے لیے ڈارچی کی	۱۰۰ و ۱۰۱
ک	
کالنگولہ	۴۵
کنتوں کی بلندی	۵۴ تا ۵۸
کنتوں کی پہلو دیواروں کی اونچائی	۵۵
کنتوے	۵۱

مضامین	صفحات
کنتوے غرقاب	۵۴ تا ۵۸
کنتوے کی بازو دیواروں کی بلندی	۵۷ و ۵۸
کنتوے کی پہلو دیواروں کا عمق	۵۵
کنتوے نمایاں گراؤ کے	۵۲ و ۵۴
کٹحنہ، غرقاب	۳۷
کٹحنہ، شلثی	۳۳ و ۳۴
کٹحنہ، مستطیلی سے اخراج	۳۰
کُٹّر کی قدریں	۱۲۵ و ۱۲۶
کثافتِ اضافی	۹ و ۱۰
کُرۂ ہوائی کا دباؤ	۷ و ۸
کریگ (craig) کا ضابطہ فراہمی مجروں کے اخراج کے لیے	۱۶۷
کسی سطح پر دباؤ	۳
کسی نقطہ پر دباؤ	۳
کلیات، سیالی رگڑ کے	۹۵ تا ۹۷
کُلیہ برنولی	۲۵ و ۲۶
کُلیے، سیالی رگڑ کے	۹۵
کُلیے، ماحرکی	۱۱
کُلیے، ماسکونی	۲
کہنیاں، نلوں کی	۱۱۲
کھلے نالوں میں پانی کا بہاؤ	۱۲۲ تا ۱۲۴
ل	
لہریا آبشار	۱۲۸

مضامین	صفحات
م	
ماحرکی کلیے	۱۱ تا ۱۳
ماسکونیات	۲
ماسکونی کلیے	۲
ماقوائیات	۱
ماقوائی اوسط عمق	۹۶
ماقوائی اوسط نصف قطر	۹۶
ماقوائی ڈھال	۲۶ - ۹۷ و ۹۸
مامیکانیات	۱
مائی قوت پیما، پیروڈل کا	۱۶۴
مبداء توم	۵۲ - ۵۹
متغیر اخراج کے لیے نہریں	۱۴۲ و ۱۴۳
متغیر ارتفاع	۷۴
مثلثی کٹھنہ	۳۳ و ۳۴
مجازی ڈھال	۹۷ تا ۹۹ - ۱۰۹ تا ۱۱۳
مجازی ڈھال، نلوں کے	۹۷ تا ۹۹ - ۱۰۹ تا ۱۱۳
مجروں سے اخراج	۳۵ - ۱۶۵ - ۱۶۷
مزاحمت، نلوں میں	۹۷
مزاحمتیں، بہاؤ میں	۱۳ و ۱۴
مساوی انتقالِ دباؤ	۶
مستدیر منفذ	۳۲
مستدیر منفذ کا اخراج	۳۲
مستطیلی کٹھنہ	۲۷
مستطیلی کٹھنہ سے اخراج	۲۷

مضامین	صفحات
مستطیلی کٹھنہ، متغیر ارتفاع کے ساتھ	۸۲
مستطیلی منفذ	۳۰ و ۳۱
مقیاسے	۶۷
منحرف نما نہروں کی تجویز	۱۲۹ - ۱۳۴ تا ۱۳۸
منشوری برتنوں کو خالی کرنے یا بھرنے کا وقت	۷۵ و ۷۶
منشوری ظروف سے اخراج بذریعہ کٹھنہ، متغیر ارتفاع کے تحت	۸۲
منفذ، بڑے	۲۴
منفذ، چھوٹے	۱۱
منفذ، غرقاب	۳۶
منفذ، غرقاب اور قدرے ڈوبا ہوا	۳۶
منفذ، قدرے ڈوبا ہوا	۳۶
منفذ، مستدیر	۳۲
منفذ، مستطیلی	۳۰
موکھے، توموں کے	۵۹
مہنابیں	۱۹ - ۳۷ - ۳۸ - ۳۹
میلان نلوں کا	۱۰۹
ن	
ناپ چادریں	۵۰
نالوں کا اخراج	۱۲۷
نالوں کی تجویز کے لیے عملی معطیات	۱۳۳
نالوں میں ارتفاع کے خفیف نقصانات	۱۴۶
نالوں میں موڑ یا خم	۱۴۶
نالے کی تراش	۱۲۶

مضامین	صفحات
نالے کی قدریں	۱۲۴ و ۱۲۵
نظری رفتار	۱۵
نظری رفتار اور منفذوں کا اخراج	۱۵ و ۱۶
نظم، دریاؤں کا	۱۶۸
نقصاناتِ ارتفاع، منفذوں پر	۱۶ تا ۱۸
نقصاناتِ ارتفاع نالوں میں، خفیف	۱۴۶
نقصاناتِ ارتفاع نلوں میں، چھوٹے	۱۱۲ و ۱۱۳
نکاس، تالاب کا	۴۵ تا ۴۸
نکاس چادر	۴۵ تا ۴۸
نکاسی توم، تالاب کے	۵۹
نل جو بھرپور نہ بہیں	۱۱۵ و ۱۱۶
نل چھوٹے	۲۰ - ۱۰۵ و ۱۰۶
نلوں کا اخراج	۱۰۰ تا ۱۰۶
نلوں کا پھیلاؤ	۱۱۲
نلوں کا سُکڑاؤ	۱۱۳
نلوں کا میلان	۱۰۹ و ۱۱۰
نلوں کی کہنیاں	۱۱۲
نلوں کے خم	۱۱۲
نلوں میں ارتفاع کے چھوٹے نقصان	۱۱۲ و ۱۱۳

مضامین	صفحات
نلوں میں خم	۱۱۲
نلوں میں دباؤ	۹۸
نلوں میں رفتار	۹۶ تا ۱۰۶
نلوں میں رفتار اور اخراج	۹۶ تا ۱۰۶
نلوں میں مزاحمت	۹۷
نلی، اندرونی استوانہ	۳۹
نلی، پیٹو (Pitot)	۱۶۴
نمایاں گراؤ کے کتوے	۵۲ و ۵۳
نہری پن نالے	۷۸
نہریں، اقل گھیر والی	۱۳۴ تا ۱۴۲
نہریں (یا نالے) متغیر اخراج کے لیے	۱۴۲ تا ۱۴۴
و	
وقت، پن نالوں کو بھرنے اور خالی کرنے کا	۷۹ و ۸۰
وقت، مخروطی برتنوں کو خالی کرنے یا بھرنے کا	۷۵ و ۷۶
ھ	
ہک پنسال	۵۰

فہرست اصطلاحات

ماقوائیات

انگریزی	اردو
A	
Actual head	حقیقی ارتفاع
Adjutage	مہنال
Afflux	اُبھار
Alluvial soil	دریا برآر زمین
Anicut	کتوا
Approximation	تقرب
Aqueduct	آب گزر
B	
Back water	پس آب - رُکا پانی
Barometer	بار پیما
Basin	مجرے
Bell mouth	زنگولی مہنال
Bends (in pipes)	نلوں کے خم
Broad crested weir	چوڑی چوٹی کی چادر
Buoyancy	اُچھال
C	
Canal lock	نہری پن تالا - نہر تالا
Catchment area	پن بہاؤ رقبہ
Catchment basin	فراہمی مجرے
Centrifugal force	مرکز گریز قوت
Channel	نالا - نالی
Circular orifice	مستدیر منفذ
Clear overfall	نمایاں گراؤ
Co-efficient of contraction	سکڑاؤ کی شرح یا قدر
Co-efficient of discharge	اخراج کی قدر
Conical divergent	مخروطی متسع
Contracted vein	ورید منقبض
Contraction	سمٹاؤ

انگریزی	اردو
Convergence	استدقاق
Course	مارگ
Culvert	پلیا
Cut water	پن کٹ

D

انگریزی	اردو
Data	معطیات
Datum line	بنیادی خط
Delta	ڈلٹا
Denominator	نسب نما
Discharge	اخراج - نکاس
Distributing channel	مقسم نہر
Dock	گودی
Down stream	بہاؤ سمت / زیرین سمت دریا
Drainage area	پن بہاؤ رقبہ

E

انگریزی	اردو
Eddy motion	گردابی حرکت
Effective head	موثر ارتفاع
Efflux (of water)	(پانی کا) بہاؤ
Elbow (in pipes)	کہنی
Empirical formula	امتحانی ضابطہ
Equilibrium valve	توازن کواڑی
Erosion	کٹاؤ
Escape sluice	نکاس توم یا آبگیرہ
Estimated head	تخمینی ارتفاع
Experimental fall	تجربی یا امتحانی آتار

F

انگریزی	اردو
Fall	آبشار
Flotation	تیراؤ
Float	ترنڈا
Fluid filaments	سیالی ریشے
Full supply level	پُر رسدی لیول

G

انگریزی	اردو
Gauge	پنسال
Guide	قائد

H

انگریزی	اردو
Head	ارتفاع
Head (hydraulic)	ارتفاع (ماقوائی)
Hook gauge	ہک پنسال
Horizon ordinate	افقی معین
Horizontal momentum	افقی معیار اثر
Hydraulic gradient	ماقوائی ڈھال
Hydraulics	ماقوائیات
Hydrodynamic laws	ماحرکیاتی کلیے

انگریزی	اُردو
Hydro-dynamometer	مائی قوت پیما
Hydrostatic laws	ماسکونی کُلیے
Hydrostatics	ماسکونیات — علم سکون سیالات
I	
Integral calculus	تکملی احصا
Inundation	طغیانی۔ سیلاب
J	
Jet	دھار
K	
Kinetic energy	توانائی بالفعل
L	
Layer	طبق۔ پرت
Lift	اُٹھان ۔ اُٹھاؤ
Lock	پن تالا
Lock sluice	پن تالا توم
Lock wall	پن تالا دیوار
M	
Mains	صدر نل
Maximum supply	اعظم رسد
Metropolitan ovoid culverts	بلدی بیضوی پُلیاں
Module	مقیاس

انگریزی	اُردو
Mouth pieces	مہنالیں
N	
Non-prismatic vessels	غیر منشوری ظروف
Normal resistance	طبعی مزاحمت
Notation	ترقیم
Notch	کُٹھنہ
O	
Offtake	مخرج
Ogee fall	لہریا آبشار
Ordinate	معین
Orifice	منفذ
Outfall channel	دہانہ نالا
Outlet	برآمد
Ovoidal sections	بیضوی یا بیضی تراشیں
P	
Parabolic formula	مکافی ضابطہ
Paraboloid	مکافی نما
Pendant	آویزہ لٹکن
Perimeter	گھیر
Pier	پایہ
Plug	ڈاٹ
Pocket sextant	جیبی سُدس

انگریزی	اُردو
Principle of continuity	اصولِ تسلسل
Prismatic vessels	منشوری ظروف
Propeller	داسر
R	
Rain gauge	باراں پیما
Rapids	سیل خیز
Reach	گذر
Reading	مقروہ
Rectangular notch	مستطیلی کٹنہ
Regime	نظم
Regime of rivers	دریاؤں کا نظم
Resultant pressure	حاصل دباؤ
Retrogression of levels	سطحوں کی پس روی
S	
Screw-current meter	پیچ رَو پیما
Service reservoir	آب انبارہ
Shoot	آب انداز
Sill	سل
Sine	جیب
Siphon	سیفن - خمدار نلی
Siphon surplus weir	سیفنی نکاس چادر

انگریزی	اُردو
Sliding shutter	پھسلواں پھاٹک یا تختے
Sluice	توم - آبگیرہ
Specific gravity	کثافتِ اضافی
Springing line	خطِ جست
Stability	قیام پذیری
Standing waves	کھڑی موجیں
Steady motion	برقرار حرکت
Stream	دھار - رَو - نالا - دریا
Stream line motion	بہاؤ کی سیدھی حرکت
Submerged orifice	غرقاب منفذ
Supply channel	رسدی نالے
Supply cistern	رسدی حوض
Suppressed contraction	دبا سمٹاؤ
T	
Theodolite	زاویہ گیر
Torsion	مروڑ
Total head	کل ارتفاع - مجموعی ارتفاع
Transmission of fluid pressure	سیالی دباؤ کا انتقال
Trapezoid	منحرف نما
Triangular lamina	مثلثی پرت

انگریزی	اُردو
U	
Under sluice	زیریں آبگیرہ یا پھاٹک
Upstream	چڑھاؤ سمت بالائی سمت دریا
V	
Vane	پتّرہ
Velocity of approach	رفتار تقارب۔ رفتار آمد
Velocity of jet	دھار کی رفتار
Vents	موگھے
Vents sluices	توم موگھے
Virtual slope	مجازی ڈھال
W	
Waste board	نکاس تختہ
Waste weir	نکاس چادر
Water cushion	پن گدی
Water way	آب راہ
Weed (in water)	سِوار
Weir	چادر
Wing wall	پہلو دیوار
Wrought iron	پٹواں لوہا

اغلاط نامہ

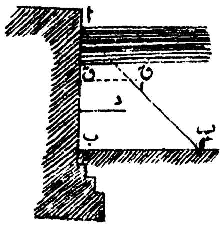
ماقوائیات

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳	۶	ے	ہے
۹	۱۶	ا	۲
۳۶	۱۳	اورنقطہ	نقطہ
۴۲	۱۷	رہس	راس
۴۷	۱۳	۱۰۵۷ ٹ ہوگا	۱۵۷ فٹ ہوگا۔
۴۸	۱۶	جُن	اُن
۵۳	۲۴	۳۰ء	۳۰ء
۵۵	۱	قدر	قدریں
"	۲	کیے جائینگے	کی جائینگی
"	۲۴	ع	ع
۶۱	۱	دیے	دیے
۶۱	۲۱	بحساب	بحساب
۶۹	۲۳	حس	جس
۷۳	۱	ثانیہ	ثانیہ
۷۳	۹	حظی	خطی
"	۲۱	مجرے	مجرے
"	۲۳	۵۸	۵۰
۷۸	۱۷	کزر	گزر
۸۰	۲۲	نست	نسبت
۸۳	۱۹	۲ط	۲ ظ
۸۹	۱	۳ س ب س	۲ س س
۹۲	۲۲	یک	ایک
۹۴	۱۰	کے	کی
۹۵	۲۰	پاؤنڈ	پونڈ
۹۶	۱۶	تعیین	معین
۹۹	۱۵	خ/ق	خ/ق
۱۰۲	۱	حب	جب
۱۱۲	۱۲	دینے	دیتے

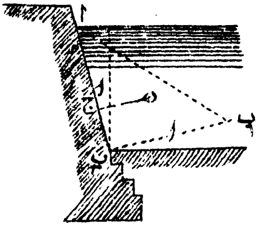
صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۳۰	۱۲	کرتی ہوئی	کرنی ہوتی	۱۶۴	۸	مقرودہ	مقروءہ
۱۳۴	۸	بیتے	بنتے	۱۶۶	۱۳	ریوذ	رایونز
۱۴۵	۲۱	کیئے	کیجیے	۱۷۲	۱۹	؍؍	؍؍
۱۴۶	۷	مبدا	مبدا	۱۷۹	۴	ھرنے	بھرنے
۱۶۳	۱۳	ے	سے	۱۸۳	۷	رندو	رندہ

پلیٹ (۱)

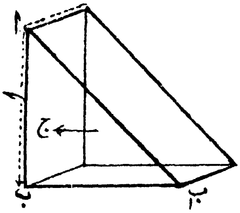
شکل ۱



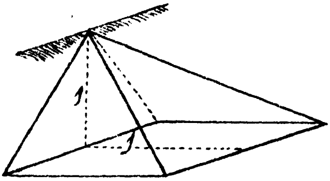
شکل ۲



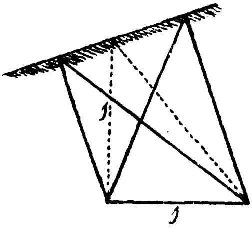
شکل ۳



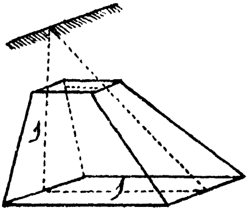
شکل ۴



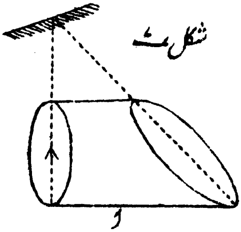
شکل ۵



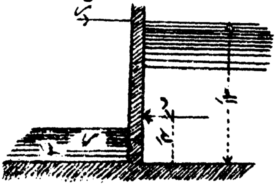
شکل ۶



شکل ۷

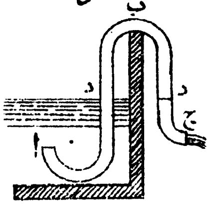


شکل ۸



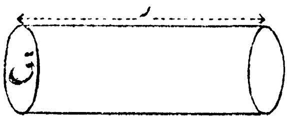
پلیٹ (۲)

شکل ۱۰

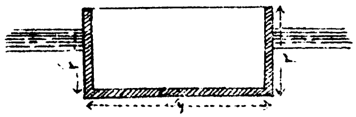


شکل ۹

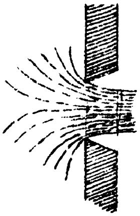
شکل ۱۲



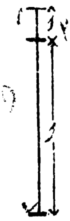
شکل ۱۱



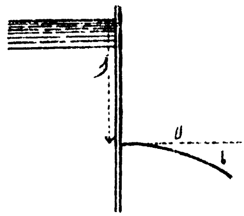
شکل ۱۵



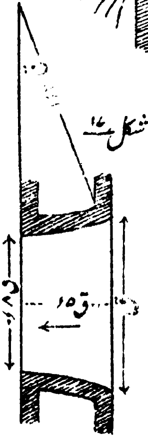
شکل ۱۴



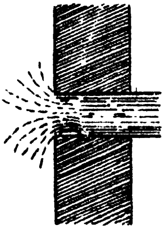
شکل ۱۳



شکل ۱۷

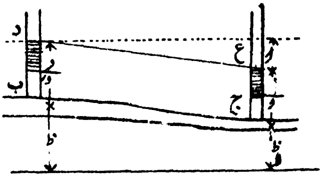


شکل ۱۶

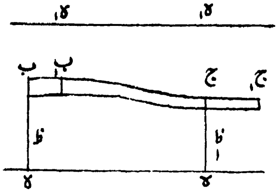


پلیٹ (۳)

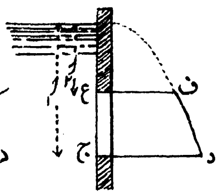
شکل ۱۹



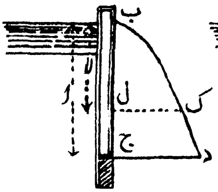
شکل ۱۸



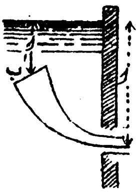
شکل ۲۲



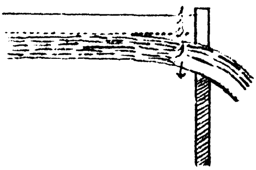
شکل ۲۱



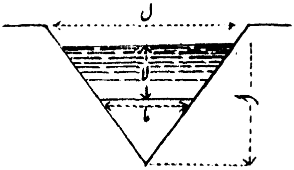
شکل ۲۰



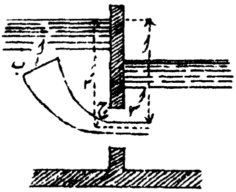
شکل ۲۴



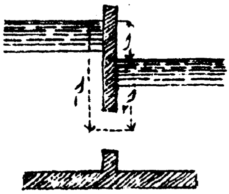
شکل ۲۳



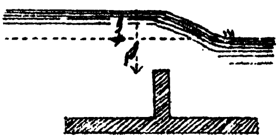
شکل ۲۶



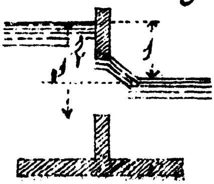
شکل ۲۵



شکل ۲۸

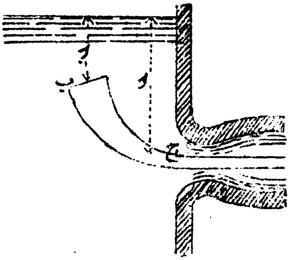


شکل ۲۷

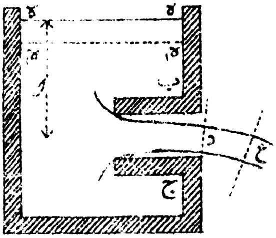


پلیٹ (۴)

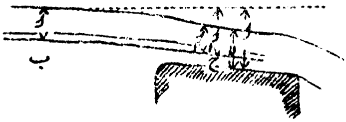
شکل ۲۹



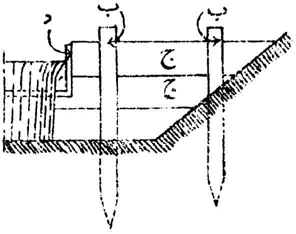
شکل ۳۰



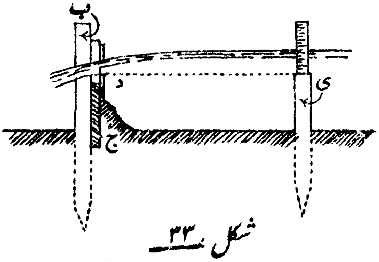
شکل ۳۱



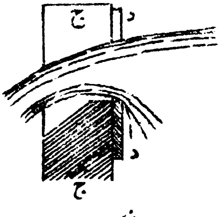
شکل ۳۲ (ا)



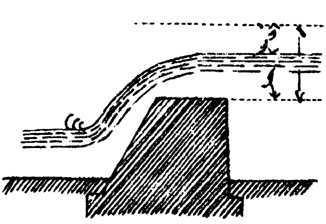
شکل ۳۲ (ب)



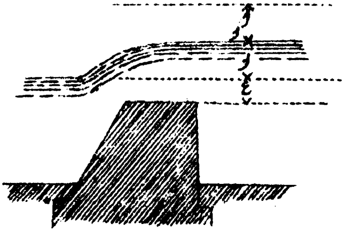
شکل ۳۲ (ج)



شکل ۳۳

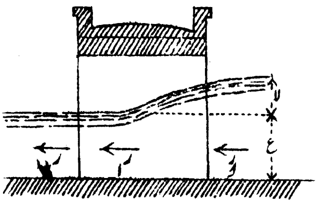


شکل ۳۴

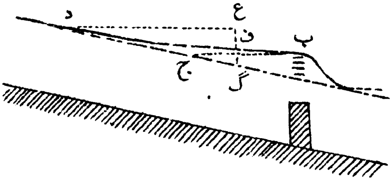


پلیٹ (۵)

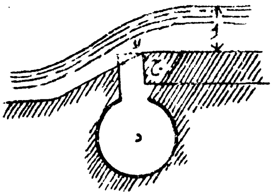
شکل ۳۵



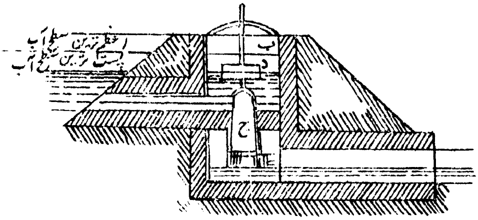
شکل ۳۶



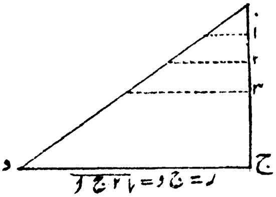
شکل ۳۷



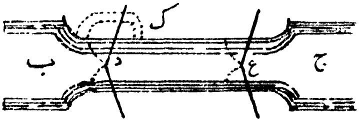
شکل ۳۸



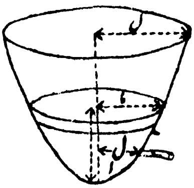
شکل ۳۹



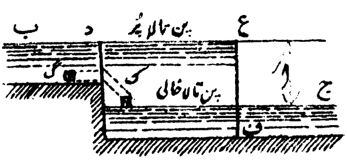
شکل ۴۰ (ا)



شکل ۴۱

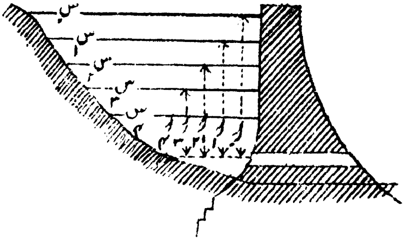


شکل ۴۰ (ب)

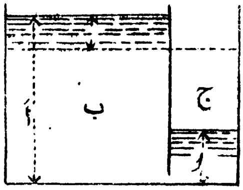


پلیٹ (۶)

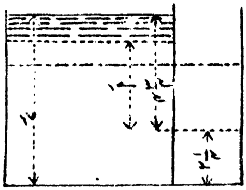
شکل ۴۲



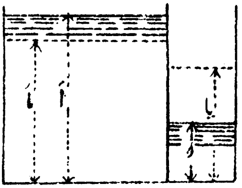
شکل ۴۳



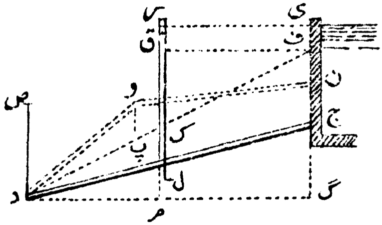
شکل ۴۴



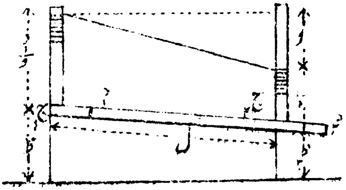
شکل ۴۵



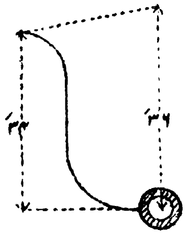
شکل ۴۶



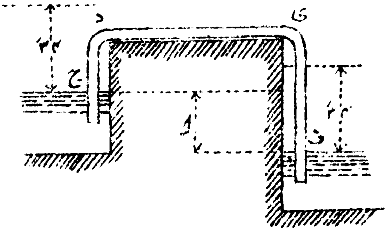
شکل ۴۷



شکل ۴۸



شکل ۴۹



پلیٹ (۷)

ڈارچی کا ضابطہ نلوں کے لیے

س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = ق/۴ √(ق × ڈ) میں

دو منحنی خطوط کھینچے گئے ہیں، بالائی نئے آہنی نلوں کے لیے، اور زیریں اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک زیر استعمال رہے ہوں اور جو کسی قدر زنگ آلود ہو گئے ہوں۔ س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں، اور نلوں کے قطر انچوں میں اُفقاً۔

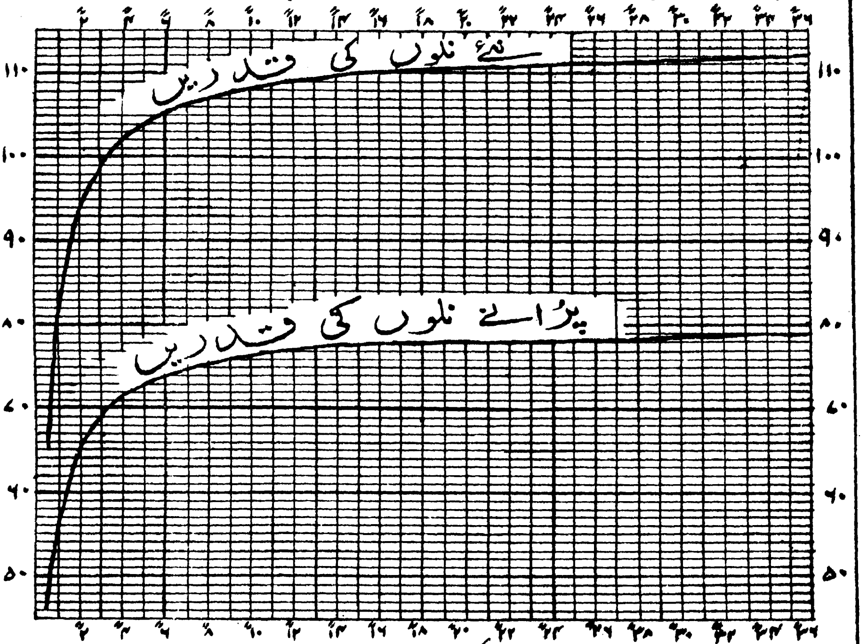
ڈارچی کا ضابطہ یہ ہے س = √(۲ج / (ع(۱ + ب/ق))) یہاں

ق نلی کا قطر فٹوں میں ہے،

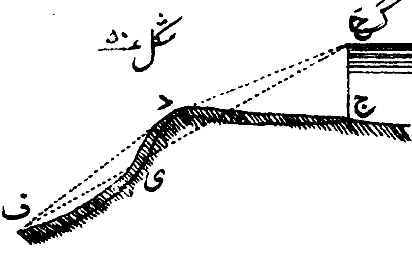
ع اور ب وہ قدریں جو نلی کے کھردرے پن پر منحصر ہوتی ہیں

چکنے نل جو ٹین یا ڈھلواں لوہے کے ہوں اُن کے لیے ع = ۰۰۵، ب = ۰۸۴

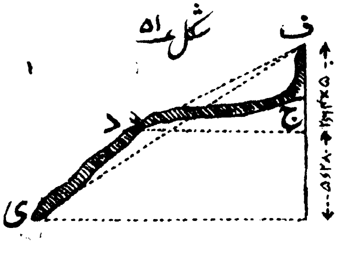
ایسے نلوں کے لیے جو خفیف سے زنگ آلود ہوں ع = ۰۱۰، ب = ۰۸۴



شکل ۵۰

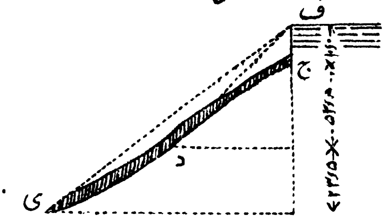


شکل ۵۱

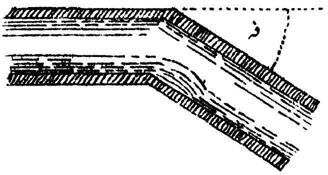


پلیٹ (۸)

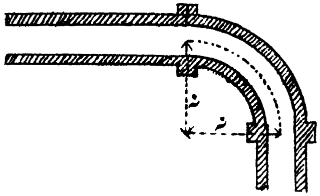
شکل ۵۲



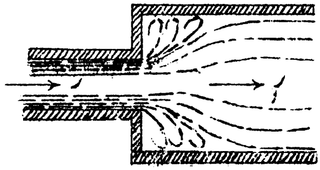
شکل ۵۳



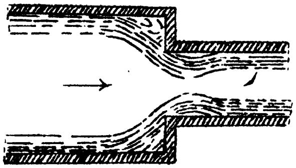
شکل ۵۴



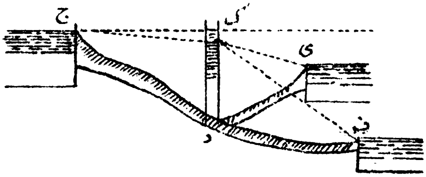
شکل ۵۵



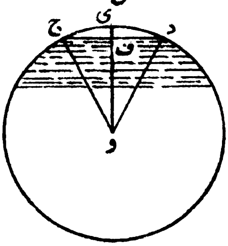
شکل ۵۶



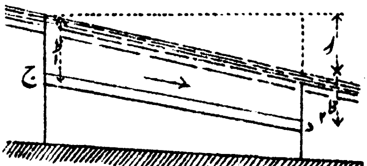
شکل ۵۷



شکل ۵۸



شکل ۵۹



پلیٹ (۹)

نالوں کے لیے بیزن کا ضابطہ

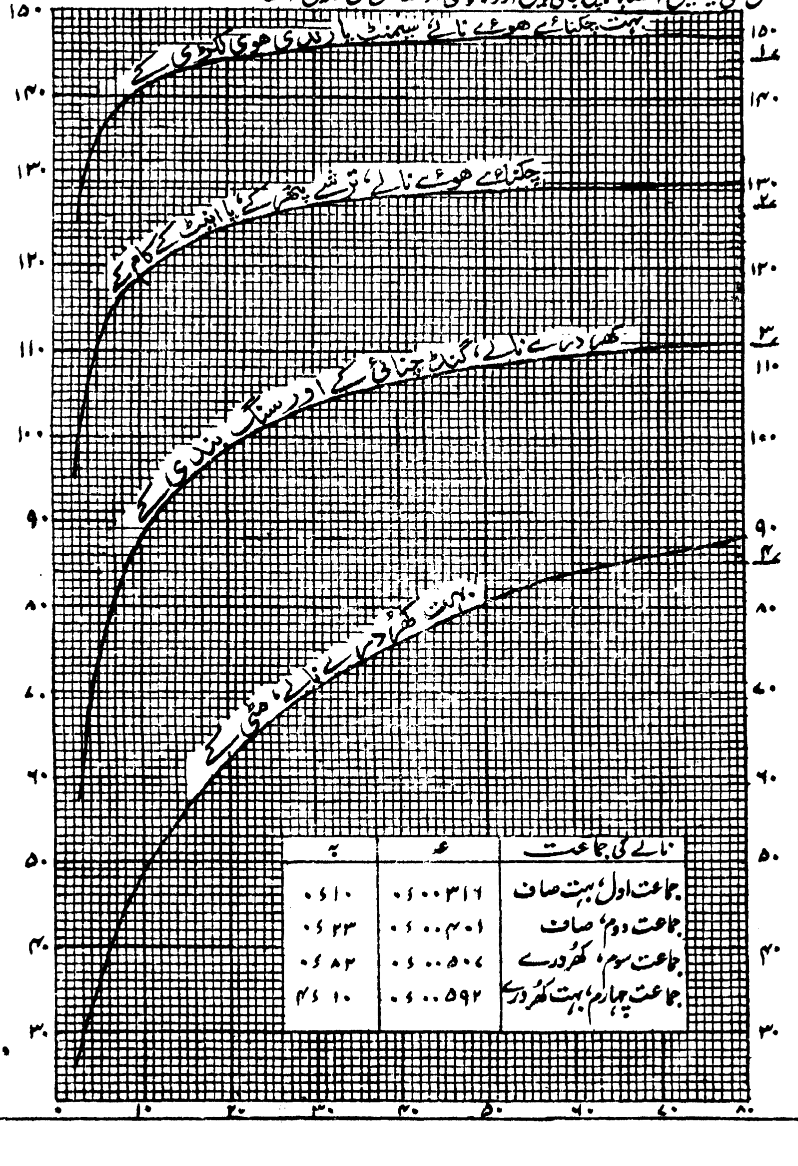
س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = س $\sqrt{\text{ن ڈ}}$ میں

بیزن کا ضابطہ یہ ہے س = $\dfrac{۲ج}{\sqrt{عہ (۱ + \frac{بہ}{ن})}}$ یہاں ن ماقوائی اوسط عمق ہے فٹوں میں۔

عہ اور بہ وہ قدریں ہیں جن کا انحصار نالے کے کھردرے پن پر ہے۔

چار خطوط منحنی کھینچے گئے ہیں ۱، ۲، ۳، ۴، یہ ان تعمیری اشیاء کے مطابق ہیں جن میں کہ ہمیشہ نالوں، پلیوں وغیرہ کی تعمیر کی جاتی ہے۔

س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں اور ماقوائی اوسط عمق کی قیمتیں افقاً۔



بہ	عہ	نالے کی جماعت
۰٫۱۰	۰٫۰۰۳۱۶	جماعت اول، بہت صاف
۰٫۲۳	۰٫۰۰۴۰۱	جماعت دوم، صاف
۰٫۸۲	۰٫۰۰۵۰۷	جماعت سوم، کھردرے
۴٫۱۰	۰٫۰۰۵۹۲	جماعت چہارم، بہت کھردرے

پلیٹ (۱۰)

کٹر کا ضابطہ دریاؤں اور نالوں کے لیے

س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = س √م ڈ میں

کٹر کا ضابطہ یہ ہے

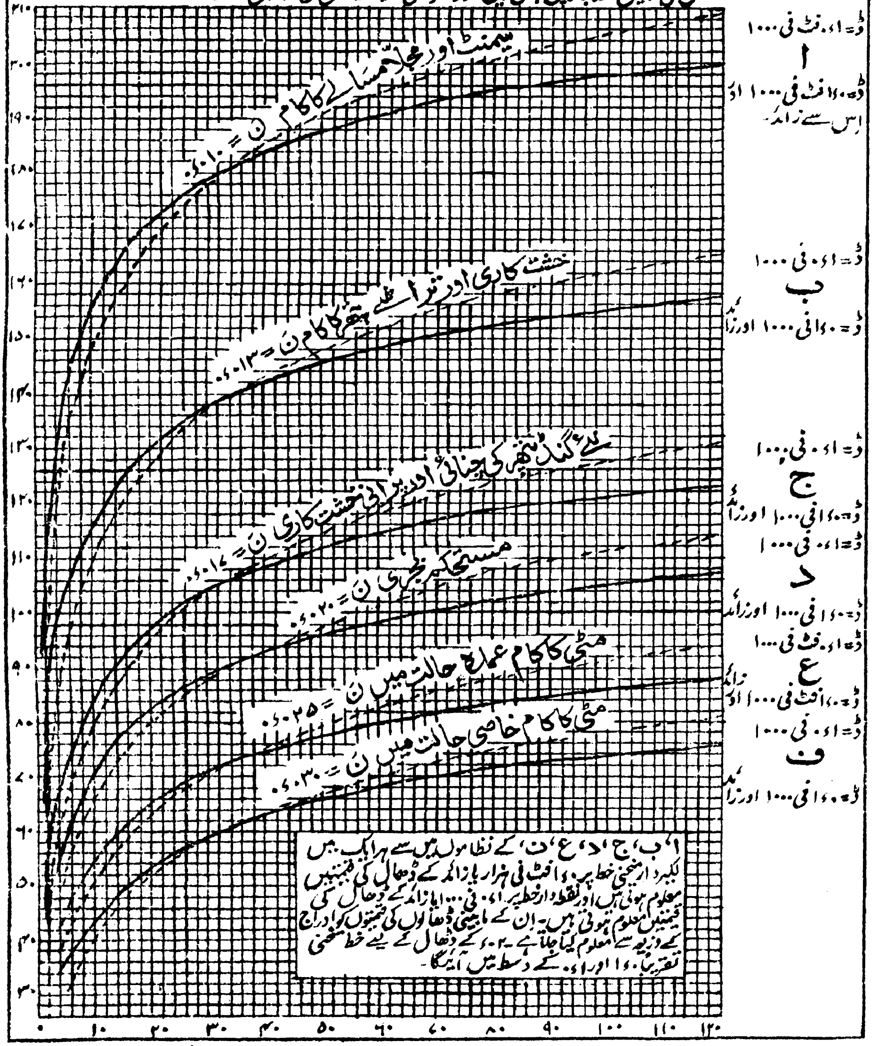
$$س = \frac{۴۱٫۶ + \frac{۱٫۸۱۱}{ن} + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}}{۱ + \left(۴۱٫۶ + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}\right)\frac{ن}{\sqrt{م}}}$$

یہاں

ن ایک ایسی قدر ہے جو ۰٫۰۱ سے ۰٫۰۳۰ تک متغیر ہوتی ہے، اور نالے کے کھُردرے پن پر منحصر ہوتی ہے، م ماقوائی اوسط عمق ہے، اور ڈ طولی ڈھال کی جیب ہے۔

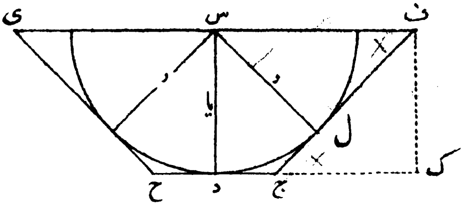
جو خطوط منحنی کھینچے گئے ہیں (ا، ب، ج، د، ع، ف) ہر ایک اُن مختلف سامانِ تعمیر کے مطابق ہے جن سے نالے، پلیاں وغیرہ عموماً تعمیر ہوتے ہیں۔

س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں اور ماقوائی اوسط عمق کی قیمتیں اُفقاً۔

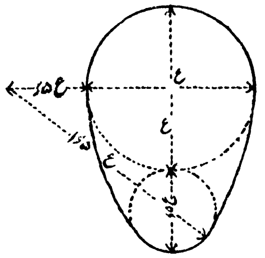


پلیٹ (۱۱)

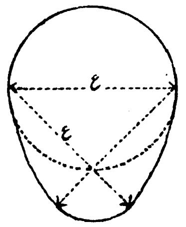
شکل ۶۰



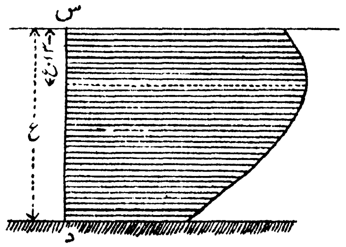
شکل ۶۱



شکل ۶۲

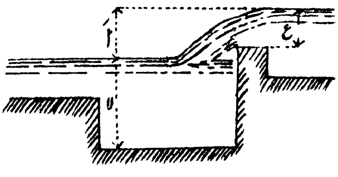


شکل ۶۳



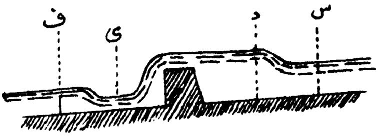
شکل ۶۴

شکل ۶۵

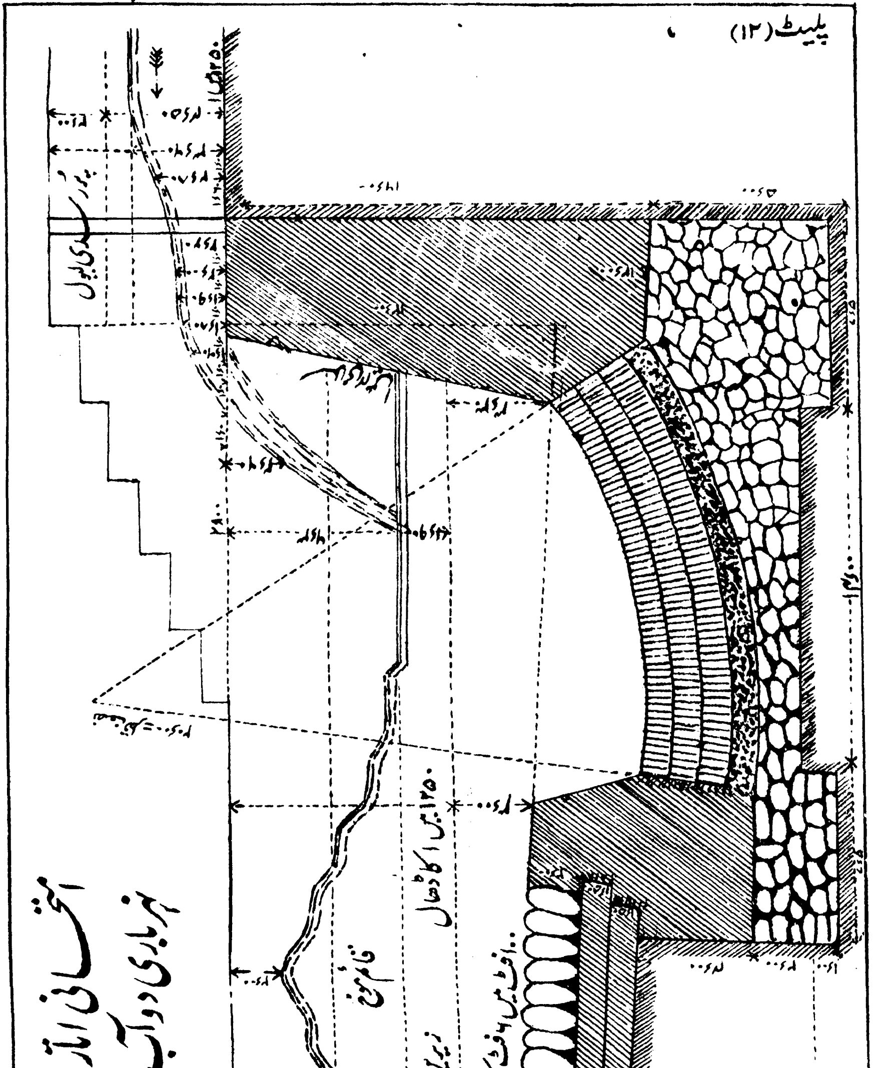


شکل ۶۶

شکل ۶۷

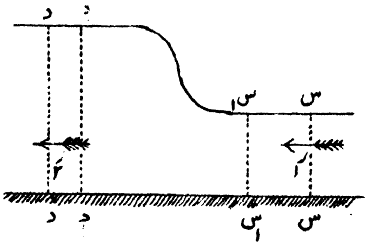


پلیٹ (۱۲)

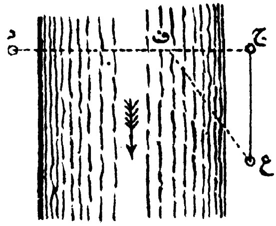


پلیٹ (۱۳)

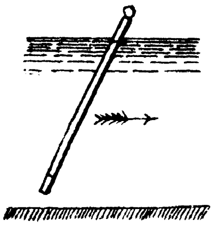
شکل ۶۸



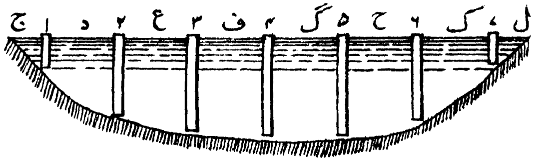
شکل ۶۹



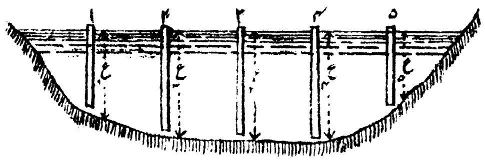
شکل ۷۰



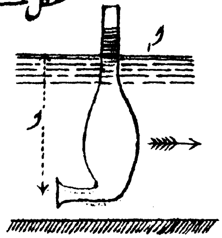
شکل ۷۱



شکل ۷۲



شکل ۷۳



شکل ۷۴