

KANALLARDA SU SƏRFİYYATININ EMPİRİK TƏNLİKLƏRLƏ HESABLANMA ÜSULLARININ TƏDQIQI

Rzayev Asif Hacı oğlu- t.e.d., Neft-qazçıxarma obyektlərinin intellektual, diaqnostika və idarəetmə sistemləri laboratoriyası, İSİ, AMEA, asifrzayev48@gmail.com

Məmmədli Məryam İqbal qızı- assistent, İnformasiya texnologiyaları və sistemləri kafedrası, AzMIU, maryammammadli@gmail.com

Xülasə. Açıq kanal axınlarında su sərfiyyatını müəyyən etmək üçün istifadə olunan müxtəlif üsullar mövcuddur. Ətraf mühit faktorları, təbii şərait və axın xüsusiyyətləri kimi bir çox səbəbə görə axınlarda ölçmələr sahədə aparılan tədqiqatlarla həyata keçirilə bilmir. Bu çətinliklər tədqiqatçıları bir çox empirik formullar hazırlamağa istiqamətləndirdi. Manning tənliyi, istifadəsi sadə və çox vaxt yaxşı nəticələr verdiyi üçün bu düsturlardan ən məşhurdur və geniş şəkildə istifadə olunur. Bu məqalədə Manning tənliyi ilə su sərfiyyatının hesablanması üsuluna baxılmışdır. Çay yatağında və ya daşqın sahələrində orta axın sürətini tapmaq üçün istifadə edilən düstur 1889-cu ildə Robert Manning tərəfindən nəşr edilmişdir. Tədqiqatın məqsədi, əksər parametrləri özündə birləşdirən Cowan metodu üsullarından istifadə etməklə həm çay sahəsində, həm də kənar ərazilərdə Manning əmsalını (n) müəyyən etməkdir. Məhz buna və digər səbəblərə görə ölkə prezidenti cənab İlham Əliyev sudan səmərəli istifadə edilməsinə xüsusi diqqət ayıraraq bir neçə sərəncam imzalamış və Azərbaycan Respublikasının 2040-cı ilədək su strategiyası hazırlanmışdır. Bu strategiyada suyun dəqiq hesabatının aparılması tövsiyyə olunur.

Açar sözlər: su sərfiyyatı, Chezy sürət tənliyi, Manning tənliyi, Manning kələ-kötürlülük əmsalı, Cowan metodu

STUDY OF CALCULATION METHODS OF WATER CONSUMPTION IN CANALS WITH EMPIRICAL EQUATIONS

Rzayev Asif Haji - PhD in tech.sc., Intellectual, diagnostics and management systems laboratory, ICS, ANAS, asifrzayev48@gmail.com

Mammadli Maryam Iqbal - assistant, department of Information technologies and systems, AzMIU, maryammammadli@gmail.com

Abstract. There are various methods used to determine water consumption in open channel flows. For many reasons, such as environmental factors, natural conditions, and flow characteristics, measurements in streams cannot be performed by field surveys. These difficulties have led researchers to develop many empirical formulas. Manning's equation is the most famous and widely used of these formulas because it is simple to use and often gives good results. In this article, the method of calculating water consumption using the Manning equation was considered. A formula used to find the average flow velocity in a riverbed or floodplain was published by Robert Manning in 1889. The aim of the study is to determine Manning's coefficient (n) in both river area and marginal areas using Cowan's method methods which include most parameters. It is for this and other reasons that the President of the country, Mr. Ilham Aliyev, paid special attention to the efficient use of water and signed several decrees, and the water strategy of the Republic of Azerbaijan until 2040 was prepared. Accurate water reporting is recommended in this strategy.

Keywords: water consumption, Chezy rate equation, Manning equation, roughness coefficient, Cowan method

Giriş. Canlı həyatın davam etdirilməsi üçün əsas tələblərdən biri olan su bu gün daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Əhalinin artması ilə paralel inkişaf edən sənaye və kənd təsərrüfatı fəaliyyətləri suya olan tələbatın artmasına səbəb olub. Sənayenin inkişafı və ətraf mühit təsirləri, tənzimlənməmiş

urbanizasiya, qlobal istiləşmə və buna bənzər amillər su ehtiyatlarına nəzarəti və istifadəni çox çətinləşdirib. Ona görə də su ehtiyatlarından davamlı istifadəsini təmin etmək üçün suyun həm keyfiyyət, həm də kəmiyyət baxımından xüsusiyyətlərini müəyyən etmək və izləmək lazımdır [1]. Dünya standartlarına görə hər hansı bir ölkəni su zəngini hesab etmək üçün adambaşına düşən suyun miqdarının ildə $8000-10000 \text{ m}^3$ olması lazım olduğunu nəzərə alsaq, ölkəmizin su ilə zəngin olmadığı və su qıtlığından əziyyət çəkən ölkələr sırasında olduğu görünür [1]. Beləliklə, Azərbaycanda adambaşına düşən suyun miqdarı 2023-cü ilin proqnozlarına görə 810 litr hesab olunur [2].

Müəyyən zaman fasiləsində axın kəsiyinin müəyyən hissəsindən keçən suyun miqdarına həmin mayenin axın sərfi deyilir. Onun vahidi m^3/s və ya l/s -dir. Axınların sərfiyyatının ölçülməsində dəqiqlik və davamlılıq su idarəsi və su anbarlarının strukturlarının planlaşdırılması üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bundan əlavə, daşqın proqnozu və buna uyğun olaraq can və mal təhlükəsizliyinin təmin edilməsi baxımından böyük faydalar təmin edir. Hidroloji dövrün ən vacib elementlərindən biri olan sərf, bir hövzədə baş verən bütün meteoroloji və hidroloji formaların nəticəsi hesab olunur. Axının sərfi, hidrologiyanın ən mühüm ölçmələrindən biridir və axının müəyyən en kəsik sahəsindən vahid zamanda keçən suyun həcmidir. Bununla əlaqəli sahəyə hidrometriya deyilir. Beləliklə, hidrometriya, suyun axma sürəti, sərfi, səviyyəsi, gətirmələr və s. kimi hidroloji kəmiyyətlərin ölçülməsi və monitorinqini həyata keçirən üsullar haqda olan elm sahəsidir [3].

Açıq kanal axınlarında sərfiyyatı təyin etməyin ən etibarlı və ənənəvi üsulu hesab edilən sürət-sahə ölçülməsi üsulu iqtisadi cəhətdən əlverişli hesab olunmur. Buna görə də, daha az parametrdən asılı axın ölçməsi praktikada daha çox istifadə olunur. Bu üsullardan ən çox yayılmışlarına açar ayrıləri, ölçmə bəndləri və Manning tənliyi kimi empirik əlaqələr aid edilir [4]. Son illərdə axın kəsiyinin orta sürəti (U) və maksimal sürəti (u_{mak}) arasındakı məlum sabit əlaqəyə əsaslanan entropiya üsulu ilə axın sərfinin təyini üsulundan da istifadə edilmişdir [5]. Hidravlik hesablamalarda istifadə edilən ən mühüm yanaşmalardan biri Manning üsuludur. Metod 1889-cu ildə İrlandiyalı mühəndis Robert Manning tərəfindən nəşr edilmişdir və bu gün də geniş istifadə olunur [6]. Manning düsturunda kəsik sahəsi, hidravlik radius və kanalın dib ayrısı fiziki olaraq ölçülə bilən parametrlərdir. Axın sərfi və sürəti hesablanarkən müvafiq parametrlər tənlikdə yerinə qoyulur. Bununla belə, Manning əmsalı (n) fiziki olaraq ölçülə bilən əmsal deyil, xüsusən də təbii axın yataqlarında və müxtəlif meyarlara görə empirik olaraq ölçülməsi müəyyən edilmişdir və axın yataqlarında axına təsir edən ən mühüm parametrdir. Bu parametrin dəyişməsi hidravlik hesablamaların nəticələrinə birbaşa təsir göstərir [7].

Manning düsturunda kələkötürlüyə təsir edən amillər 1959-cu ildə Chow [8], 1966-cı ildə Henderson [9] və 1971-ci ildə Streeter [10] tərəfindən təklif edilmişdir. Təbii kanalların kələkötürlülük xüsusiyyətləri Barnes tərəfindən verilmişdir. Barnes tipik çaylar və axınlar üçün n dəyərlərini vermişdir. Bundan əlavə, Manning əmsalını təyin etmək üçün Manning cədvəlləri, fiziki/empirik əlaqələr, axın sürətinin ölçülməsinə əsaslanan hesablamalar və Cowan metodundan istifadə olunur [10, 11].

Daşqınlar və su strukturlarının ölçüləri kimi tədqiqatlar araşdırıldıqda, əsasən, Manning cədvəllərinin praktikliyinə görə istifadə edildiyi görülür. “Manning əmsal cədvəli”-dən istifadə etməklə aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, proqnozlaşdırılan sürətlərlə faktiki axın sürətləri arasında əhəmiyyətli fərqlər mövcuddur. Xüsusilə, aşağı Manning əmsalının seçilməsi nəticəsində əldə edilməsi mümkün olmayan yüksək sürətlər müşahidə edilmişdir. [12].

Axın sürətinin ölçülməsi ilə nahamarlığın aşkarlanması ən etibarlı üsul olmasına baxmayaraq, bu ölçməni həyata keçirmək çətin və vaxt tələb edən bir proses ola bilər. Bununla belə, bu üsullarla əldə edilən kələkötürlülük dəyərləri kalibrə etmək üçün istifadə edilə bilər. Fiziki təcrübələrdən alınan əmsallar əsasən normal şəraitdə alındığından qeyri-bərabər çay yataqlarında dəqiq nəticə verə bilmir. Süni və təbii kanalların sürətini və axın sərfiyyatını təyin edərkən kanalın en kəsiyinin “R” hidravlik radiusu və kanalın mailliyi tapılır. Sonra Manning “n” əmsalı seçilməklə hesablamalar aparılır. Süni kanallarda bu seçim nisbətən asandır. Kanal örtüyündən asılı olaraq dəyərlərdən biri seçilə bilər. Çayların, göllərin sürəti və sərfiyyatı tapılarkən eyni şəkildə n əmsalı seçilir. Manning əmsalının seçilməsi seçimi aparan tədqiqatçının biliyindən, təcrübəsindən və uzaqgörənliyindən asılıdır. “n”

əmsalı, tədqiq olunan səthin kələ-kötürlülük xüsusiyyətlərindən, bitki örtüyündən, forma və ölçü dəyişikliyindən, kanal boyunca kəsiklərin ayrılıyından və ya qıvrımlarından asılı olaraq dəyişir. Bundan əlavə, çay üzərində tikilmiş konstruksiyaların (körpünün dayaqları) sayından, formasından və ölçüsündən asılı olaraq kəsikdə suyun səviyyəsindən, həmçinin axın sərfindən və bitki örtüyünün mövsümi (müvəqqəti) dəyişmələrinə görə dəyişir. Cowan metodunda, yuxarıda izah edildiyi kimi Manning əmsalı “n” nahamarlığa səbəb olan bir çox amillər nəzərə alınmaqla hesablanır. Digər üsullarla müqayisədə çayın fiziki-həndəsi və zamana bağlı olaraq (çay yamacının bitki örtüyünün vəziyyətində mövsümi dəyişikliklər) dəyişiklikləri nəzərə aldığı üçün çay bölgəsində “Cowan metodu” tətbiq edilmişdir. Çay yatağından kənar ərazilərdə, yəni daşqın yatağında kələ-kötürlülük xüsusiyyətlərini təyin edərkən, uzaqdan təyinetmə üsulları ilə alınan iş sahəsinin təsviri, idarə olunan tədqiqat sahəsində təsnifat metodundan istifadə etməklə vahidliyə nail olunmuşdur [12].

Açıq kanal axını üçün kələ-kötürlülük əmsallarını təyin etmək üçün bir çox tədqiqatlar aparılsa da, sıx bitki örtüyü olan hissələrdə və ya şəhər sərhədlərindəki daşqın düzənlikləri üçün tədqiqatlar məhduddur.

Materiallar və tədqiqat üsulları. Axınların sürətini bəzən mulinlər cihazı ilə ölçmək olmur. Xüsusilə daşqın zamanı heç bir ölçmə aparılmayıbsa və daşqın izlərindən istifadə edilməklə daşqın sərfi hesablanacaqsə, bəzi empirik düsturlardan istifadə edərək sürəti hesablamaq lazım gələcəkdir. Əsasən istifadə olunan sürət düsturları:

a) Chezy sürət formulu: Chezy sürət düsturu açıq kanallarda suyun sürətini hesablamaq üçün istifadə edilən klassik hidrodinamik tənlikdir. Bu düstur ilk dəfə 1775-ci ildə fransız mühəndisi Antoine Chezy tərəfindən Parisin su kanalı sistemini layihələndirərkən konseptuallaşdırılıb və inkişaf etdirilib. 1775-ci ildə Perronetə yazdığı hesabatda bu tənliyin hidravlikada mühüm rol oynadığını qeyd edirdi. Lakin bu hesabat dərc edilməmiş və ölümündən sonra mühəndislər tərəfindən tədqiq edilmişdir. Yalnız Chezy tərəfindən yazılmış əlyazma mövcuddur. Bu əlyazma Chezy-nin məktəb direktoru olduğu Milli Ekole des Ponts et Chaussées-in kitabxanasında saxlanılır. Sonrakı tədqiqatlar Chezy tənliyindəki C əmsalını ən dəqiq şəkildə təyin etməyə istiqamətlənmişdir. Lakin bu əmsalın müəyyən edilməsində çətinliklər bu günə qədər davam etmişdir. Chezy sürət formulunu Manning kələ-kötürlülük əmsalı (n), hidravlik radius (R), su səthi və ya dib əyrisi (J) kimi parametrlər təşkil edir. Chezy sürət formulu aşağıdakı kimi təyin olunur. [13]

$$V = C\sqrt{RJ}$$

Manning Chezy düsturunda C əmsalının dəyərini, Manning kələ-kötürlülük əmsalının (n) tərsi və hidravlik radiusun $1/6$ qüvvəti (R) ilə dəyişdiyini müəyyən etmişdir. Müvafiq olaraq, Manningə görə, Chezy əmsalı, Manning n və Fanning sürtünmə əmsalı f arasındakı əlaqələr aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = \sqrt{\frac{2g}{f}}$$

burada n Manning kələ-kötürlülük əmsalı, f Fanning sürtünmə əmsalı, g isə qravitasiya sahəsinin intensivliyidir.

Manning

tərəfindən tapılan C-ni, Chezy düsturunda yerinə qoyularsa, aşağıdakı nəticə alınır.

$$v = C (RJ)^{1/2}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{1/6} (RJ)^{1/2}$$

Beləliklə, Manning sürət tənliyi əldə edilir.

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

b) Manning sürət tənliyi: Manning əmsalı (n), hidravlik radius (R), su səthi və ya dib əyrisinə (J) görə sürəti tapmaq üçün istifadə olunur. Düstur,

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

n, R, J kanalı xarakterizə edən fiziki xüsusiyyətlərdir. Kanalın dib əyrisi (J) və hidravlik radiusu (R) ölçmələrlə asanlıqla müəyyən edilə bilər. Manning əmsalı təbii və

xüsusiyyətlərindən asılı olaraq hazır cədvəllərdən alınan əmsaldır. (n) Manning əmsalının seçilməsində nəzərə alınmalı amillər və onun əldə edilməsinə kömək edəcək məlumatlar aşağıda verilmişdir.

Manning kələ-kötürlülük əmsalına təsir edən amillər: Kanal örtüyündən asılı olaraq bilinən dəyərlərdən biri seçilə bilər. Çayların, deryaçaların sürəti və sərfi tapılarkən eyni şəkildə n əmsalı seçilir. Bu seçim, ümumiyyətlə, təxmini dəyərdir və onun bütün kanalda dəyişməyəcəyini nəzərə alaraq edilir. n əmsalını seçərkən aşağıdakı amillərin təsirini nəzərə almaq lazımdır.

- Səthin kobudluğu;
- Flora;
- Kanalın nizamsızlığı;
- Kanalın ayrılığı;
- Yığılma və aşınma;
- Maneələr;
- Kanal kəsiyi ölçüsü və forması;
- Səviyyə və Sərf;
- Mövsümi Dəyişikliklər.

Cowan metodu: Metod 1956-cı ildə W.L.Cowan tərəfindən hazırlanmış və 1989-cu ildə Geoloji Tədqiqat tərəfindən dəyişdirilmişdir. Dövlət Su Təsərrüfatı İdarəsinin (DSİ) daşqınlar üzrə ixtisas komissiyası tərəfindən “Modifikasiya olunmuş Cowan metodunun” kələ-kötürlülük cədvəlinə “Kanalın yamac vəziyyəti (n_1)” parametri əlavə edilmiş və onun yekun vəziyyəti aşağıdakı kimi olmuşdur [10]. Cowan Manning əmsalına təsir edən mühüm amilləri nəzərə alaraq, n əmsalının hesablanması üsulunu təklif etmişdir. Bu üsula görə n əmsalı aşağıdakı tənlik ilə hesablanır.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3)m$$

Burada “ n_0 ” kanalın qunt xüsusiyyətlərinə görə seçilmiş əmsaldır, “ n_1 ” səth pozuntularının təsiri üçün düzəliş qiymətidir, “ n_2 ” kanal en kəsiyinin forma və ölçü dəyişiklikləri üçün seçilmiş əmsaldır, “ n_3 ” kanaldakı maneələrin təsiri üçün müəyyən edilmiş əmsaldır, “ n_4 ” axın şəraiti və bitki örtüyü üçün seçilmiş əmsaldır, “m” kanalın ayrılık dərəcəsini ifadə edən əmsaldır. Yuxarı tənlikdəki “ n_0 ” əmsalı cədvəl 1 və 2-də göstərilən median diametrə uyğun olaraq tapılır. Median diametri sahədən götürülmüş nümunələrin təhlili nəticəsində əldə edilmişdir.

Cədvəl 2. DSİ tərəfindən dəyişdirilmiş Cowan metodu materialın növünə görə “ n_0 ” dəyərləri

Materialın növü	Beton	Median diametri	-	n_b	0,012-0,018
	Qaya		-		-
	Sərt torpaq		-		0,025-0,032
	İri qum		1-2		0,026-0,035
	Kiçik çınqıl		-		-
	Çınqıl		2-64		0,028-0,035
	İri çınqıl		-		0,030-0,050
	İri daş		64-256		0,040-0,050

Bu əmsallar kanalın xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 2: Kanal şərtləri və kələ-kötürlülük dəyərləri

Kanal şərtləri		Manning kələ-kötürlülük əmsalı (n)	(n) dəyərləri
Kanal materialı	Torpaq	n_0	0,020
	Qaya		0,025
	Qum		0,024
	Çınqıl		0,028
	Hamar	n_1	0,000

Nizamsızlıq dərəcəsi	Vacib olmayan		0,005
	Orta		0.010
	Şiddətli		0,020
Kanal radiusunda dəyişiklik	Mərhələli	n_2	0,000
	Bəzən dəyişən		0,005
	Sıxlıqla dəyişən		0,010 - 0,015
Maneələrin oxşar təsirləri	Nəzərə alınmayan	n_3	0,000
	Vacib olmayan		0,010 - 0,015
	Diqqətəlayiq		0,020 - 0,030
	Şiddətli		0,040 - 0,060
Bitki örtüyü	Az	n_4	0,005 - 0,010
	Orta		0,010 - 0,025
	Yüksək		0,025 - 0,050
	Çox yüksək		0,050 - 0,100
Qat dərəcəsi	Vacib olmayan	n_5	1.000
	Diqqətəlayiq		1.150
	Şiddətli		1.300

- **n_0 əmsalı:** Torpaq kanalları üçün $n_0 = 0,020$, qaya bünövrəli kanallar üçün $n_0 = 0,025$, çınqıllı kanallar üçün $n_0 = 0,024$ və qumda açılan kanallar üçün $n_0 = 0,028$ kimi qəbul edilə bilər.
- **n_1 əmsalı:** Bu əmsal kanalın dəyişikliyinə əhatə edən korreksiya əmsalıdır.
- **n_2 əmsalı:** Kanal kəsinin forma və ölçüsündə dəyişiklikləri əhatə edən düzəliş əmsalıdır. Kanalın ölçüsü və formasının dəyişməsi tədricən baş verirsə, bu, tədricən, geniş və dar hissələr bir-birini izləyirsə və ya forma dəyişikliyi axının istiqamətini dəyişirsə, bəzən dəyişən, geniş və dar hissələr çox tez-tez baş verirsə və ya forma dəyişikliyi axının istiqamətini birdən dəyişirsə, tez-tez dəyişən terminlərdəki dəyərlər istifadə olunur.
- **n_3 əmsalı:** Kanalda mövcud olan maneələri özündə cəmləşdirən düzəliş əmsalıdır. Bu əmsalın seçilməsində kanaldakı zibil, qabar, log, qaya və körpü dayaqaları kimi maneələr nəzərə alınır. Bu əmsal maneələrin əhatə etdiyi sahə, maneələrin xüsusiyyətləri, uzununa və üfüqi istiqamətdə maneələrin əhatə etdiyi sahə nəzərə alınmaqla Cədvəl 1-dən seçilir.
- **n_4 əmsalı:** Bu əmsalın seçilməsində kanal daxilində bitki örtüyünün təsiri nəzərə alınır. Orta axın dərinliyi mamır və alaq otlarının dərinliyindən 2-3 dəfə çox olduqda və ya orta axın dərinliyi elastik tinglərin və söyüd tinglərinin dərinliyindən 3-4 dəfə çox olduqda. Ortalama su dərinliyi mövcud mamır və alaq qatından 1-2 dəfə, ortalama su dərinliyi köklü otların və ağac tinglərininkindən 2-3 dəfə çox olduğu yerlərdə və hidravlik radius 0,60 m-dən çox olmadığı yüngül kolların və 1-2 yaşlı söyüdlərin olduğu yerlərdə, bitki örtüyünün orta hesab edilir. Bitki örtüyünün hündürlüyü orta suyun dərinliyinə bərabər olan, hidravlik radiusu 0,60 m-dən çox olan söyüdlər və yarpaqsız tinglər olduqda və hidravlik radiusu 0,60 m-dən çox olan 1 yaşa qədər yarpaqlı söyüdlər olduqda bitki örtüyü yüksəkdir. Suyun orta dərinliyi bitki örtüyündən az olan, hidravlik radiusu 3m-4m olan yamyaşıl söyüdlər və yarpaqlı kollar, vegetasiya dövründə isə hidravlik radiusu 2m-4m olan yarpaqlı ağaclar olduqda bitki örtüyü çox yüksəkdir.
- **n əmsalı:** Bu əmsala kanalda əyilmə (qatlanma) səviyyəsi daxildir. Menderasiya səviyyəsi kanal boyu menderasiya uzunluğunun düz uzunluğa nisbətindən asılıdır. Əyrilik 1,0 ilə 1,2 arasında əhəmiyyətsiz, 1,2 ilə 1,50 arasında əhəmiyyətli, 1,5-dən çox olduqda isə şiddətli hesab olunur. Bu üsulla n əmsalı tapılarkən bir çox amillər nəzərə alınmalıdır. Metod yataqda tampon materialının yığılmasını və asma materialın təsirini nəzərə almır. Ümumiyyətlə orta ölçülü kanallar üçün keçərlidir. Hidravlik radius 4,5 m-dən çox olduqda ehtiyatla istifadə edilməlidir. Bu üsul astarsız təbii

kanallarda, sel düzənliklərində və drenaj kanallarında tətbiq oluna bilər və bu tip kanallarda minimum 0,02 n dəyəri alınır. Məlum olduğu kimi, örtüklü kanallarda minimum n dəyəri 0,012-dir.

Mühəndislik həyatında tez-tez bəzi eksperimental praktiki tənliklərin köməyi ilə çox vacib məsələlər həll edilir və bunlar, adətən, tənliklərin yaradıcısının adı ilə tanınır. Məsələn, çay yatağından dərəyə və ya kanala axan suyun sərfini tapmaq üçün Manning tənliyindən istifadə edirik. Bu tənliklə açıq və maili axın, kanal və s. su daşıyan strukturlardan cazibə qüvvəsinin təsiri altında axan suyun orta sürətini və buna görə də sərfi tapmaq olduqca asandır.

Manning düsturu mayeni tam əhatə etməyən kanalda axan mayenin orta sürətini, yəni açıq kanal axınını qiymətləndirən empirik bir düsturdur. Əlavə olaraq, bu tənlik qismən doldurulmuş kanallarda axın halında axın dəyişənlərini hesablamaq üçün də istifadə olunur, çünki onlar a na anal

Nəticə. Kanallarda su sərfiyyatının empirik tənliklərlə hesablanma üsullarının müasir vəziyyətinin tədqiqi göstərmişdir:

1. Açıq kanal axınlarında su sərfiyyatını təyin etməyin yollarından biri olan sürət-sahə üsulundan fərqli olaraq Manning tənliyi daha az parametərə əsaslanır və müəyyən edilməsi daha asan hesab olunur.
2. Su sərfiyyatının empirik tənliklərlə hesablanma üsullarından olan Manning sürət tənliyini təşkil edən kanalın dib əyrisi (J) və hidravlik radiusu (R) kimi parametrlər müxtəlif ölçmə metodları ilə asanlıqla müəyyən edilə bilər. Manning kələ-kötürlülük əmsalı (n) isə təbii və ya süni kanalın bir çox xüsusiyyətlərindən asılı olaraq hazır cədvəllərdən alınan əmsaldır. Lakin bu əmsal zaman keçdikcə dəyişməyə məruz qalır və onun korrektə olunması su sərfiyyatının empirik tənliklərlə hesablanma üsullarının dəqiqliyinin artırılmasına kömək edə bilər.
3. 1956-cı ildə W.L.Cowan tərəfindən təklif olunan Cowan metodu ilə əmsala təsir edən amillər nəzərə alınaraq, Manning kələ-kötürlülük əmsalının hesablanma düsturu tərtib edilmişdir. Məqalədə Cowan metodu ilə təyin edilən və materialın növünə görə dəyişiklik göstərən Manning kələ-kötürlülük əmsalının cədvəlləri göstərilmişdir.
4. Manning və Chezy sürət tənliklərlə hesablanan sürətdən istifadə edərək müəyyən edilən axının sərfiyyatının, birbaşa edilən axın ölçməsi nəticəsində ölçülən axın sərfi qədər etibarlı olması mümkün deyildir. Bununla belə, ilkin tədqiqatlarda daşqın hesabı hazırlanarkən, layihə mərhələsində pik axının qiymətləndirilməsində və kanalın tutumunun hesablanmasında bu metodlardan istifadə edilməlidir.

İstinadlar

- 1.Ardıçlıoğlu, M., Gemici, E., & Özdin, S. (2011). Doğal akarsularda debinin belirlənməsi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, (2), 73–77.
- 2.Azərtac. (2023, Mart 14). Ən müasir su idarəetməsi tətbiq edilsə, vəziyyət indikindən də yaxşı ola bilər. https://azertag.az/xeber/ekspert_en_muasir_su_idareetmesi_tetbiq_edilse_veziyyet_indikinden_de_yaxsi_ola_biler-2531612
- 3.Yurtseven, B. R., & Kalkavan, S. (2019). Hidrometri (su ölçümü) uygulamalarında debi ölçümleri. Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu.
- 4.Chow, V. T. (1959). Open channel hydraulics. McGraw-Hill Book Co.
- 5.Chiu, C. L., & Said, C. A. (1995). Modeling of maximum velocity in open-channel flow.
- 6.DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü). (2016). Dere yatakları için pürüzlülük katsayısı belirleme kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- 7.Demir, V., & Keskin, A. (2019). Manning pürüzlülük katsayısının Cowan yöntemi ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(2), 167–177.
- 8.Chow, V. T. (1959). Open channel hydraulics. McGraw-Hill.
- 9.Henderson, F. M. (1966). Open-channel flow. MacMillan Publishing Co. Inc.
10. Cowan, W. L. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. Agricultural Engineering, 37(7), 473–475.
11. Arcement, V. R., & Schneider, G. J. (1989). Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2339.
12. Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2019). Manning pürüzlülük katsayısının Cowan yöntemi ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(2), 167–177.
13. Yerdelen, C. (n.d.). Dikdörtgen kesitli açık kanallarda sürtünme katsayısı [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
14. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2019). Hidrometrik ölçüm yönergesi. Tarım ve Orman Bakanlığı.

References

- 1.Ardiclioglu, M., Gemici, E., & Ozdin, S. (2011). Determination of discharge in natural streams. Journal of Agricultural Science Research, (2), 73–77.

- 2.AZERTAC. (2023, March 14). If the most modern water management is applied, the situation can be even better than now. https://azertag.az/xeber/ekspert_en_muasir_su_idareetmesi_tetbiq_edilse_veziyyet_indikinden_de_yaxsi_ola_biler-2531612
- 3.Yurtseven, B. R., & Kalkavan, S. (2019). Discharge measurements in hydrometry (water measurement) applications. Hydrology Commission of the Chamber of Meteorological Engineers.
- 4.Chow, V. T. (1959). Open channel hydraulics. McGraw-Hill Book Co.
- 5.Chiu, C. L., & Said, C. A. (1995). Modeling of maximum velocity in open-channel flow.
- 6.General Directorate of State Hydraulic Works. (2016). Guide for determining roughness coefficient for stream beds. Ministry of Forestry and Water Affairs, Ankara.
- 7.Demir, V., & Keskin, A. (2019). Determination of Manning's roughness coefficient using Cowan's method and remote sensing. Gazi Journal of Engineering Sciences, 5(2), 167–177.
- 8.Chow, V. T. (1959). Open channel hydraulics. McGraw-Hill.
- 9.Henderson, F. M. (1966). Open-channel flow. MacMillan Publishing Co. Inc.
10. Cowan, W. L. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. Agricultural Engineering, 37(7), 473–475.
11. Arcement, V. R., & Schneider, G. J. (1989). Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2339.
12. Demir, V., & Keskin, A. U. (2019). Determination of Manning's roughness coefficient using Cowan's method and remote sensing. Gazi Journal of Engineering Sciences, 5(2), 167–177.
13. Yerdelen, C. (n.d.). Friction coefficient in rectangular open channels [Master's thesis, Ankara University, Graduate School of Natural Sciences].
14. General Directorate of State Hydraulic Works. (2019). Hydrometric measurement directive. Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara.

Məqaləyə istinad: Rzayev, A.H., & Məmmədli, M.İ. (2025). Kanallarda su sərfiyyatının empirik tənzimlərlə hesablanması üsullarının tədqiqi. Elmi Əsərlər/Scientific Works, AzMİU, 1, 132–139

For citation: Rzayev, A.H., & Mammadli, M.I. (2025). Study of calculation methods of water consumption in canals with empirical equations. Elmi Əsərlər/Scientific Works, AzUAC, 1, 132–139

Redaksiyaya daxil olma/Received 11.10.2024

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 11.01.2025