

Contribuții la Managementul Apei în Irak

Teza

Rahman Alaa

Conducator de doctorat,
Prof.univ.dr.ing. Radu DROBOT

Capitol 1

INTRODUCERE

Managementul integrat al resurselor de apă

IWRM este un acronim pentru managementul integrat al resurselor de apă, care se referă la o procedură care urmărește să dezvolte și să asiste toaterile și gestionarea optimă a apei, a surselor de apă și a surselor asociate. Pentru a atinge nivelul dorit de creștere economică și socială într-o manieră echitabilă și fără a pune în pericol viabilitatea pe termen lung a rolurilor cruciale jucate de ecosisteme, acest acord a fost încheiat. De-a lungul ultimelor decenii, ideea de administrare integrată a resurselor de apă, cunoscută adesea sub numele de IWRM, s-a dezvoltat. IWRM este răspunsul la creșterea ponderii asupra sistemelor noastre de resurse de apă, care este produsă de creșterea evidentă a ratelor populației și a progreselor socio-economice. Această pondere se dezvoltă ca urmare a faptului că ratele populației noastre sunt în creștere. Multe țări de pe tot globul au fost forțate să-și reevalueze planurile de creștere tehnologică în legătură cu gestionarea surselor lor de apă, ca urmare a penuriei de apă și a scăderii calității surselor de apă disponibile. Drept urmare, managementul resurselor de apă (WRM) trece printr-o tranziție în întreaga lume. Această tranziție implică trecerea de la o abordare care este în primul rând orientată spre ofertă și orientată spre inginerie și către o abordare care este orientată spre cerere și multispectrală. Acest tip de abordare este de obicei denumit management integrat al resurselor de apă. Ideea de management integrat al resurselor de apă se îndepărtează de la „planificarea principală a apei” de sus în jos, care se concentrează de obicei pe disponibilitatea și dezvoltarea apei, și către „planificarea cuprinzătoare a politicii de apă”, care abordează interacțiunea dintre diferite subsectoare, urmărește să stabilească priorități, ia în considerare cerințele instituționale și se ocupă de dezvoltarea capacității de management. Cu alte cuvinte, IWRM se îndepărtează de la „planificarea principală a apei” de sus în jos și la „planificarea cuprinzătoare a politicii de apă”. (Daniel P. Loucks, 2016)

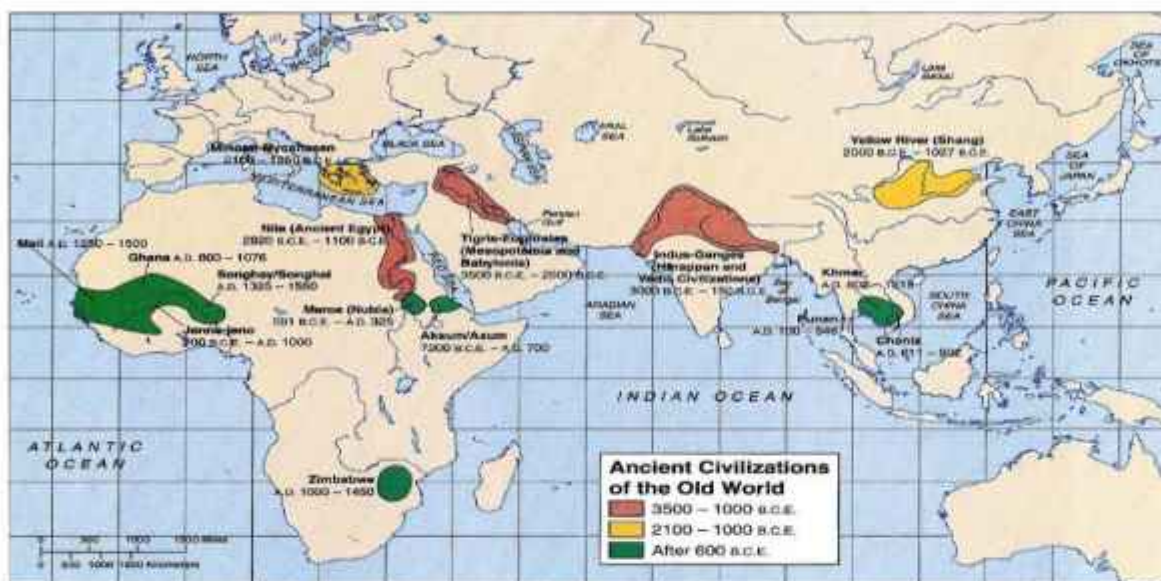


Interacțiuni între subsectoarele naturale, administrative și socioeconomice ale resurselor de apă și între acestea și mediul lor

Prezentare istorică a sistemelor antice de apă din Mesopotamia

Mesopotamia era termenul dat teritoriului Irakului care era situat în Europa în timpul grecilor antici. Este o zonă istorică din vestul Asiei, care este situată în secțiunea de nord a Semilunii Ferte, în interiorul sistemului fluviului Tigru și Eufrat. Acum deține teritoriu în ceea ce sunt acum Irak și Kuweit, în plus față de părți din Iran, Siria și

Turcia. Începând cu aproximativ 10.000 î.Hr., Mesopotamia a fost locația unora dintre primele inovații ale revoluției neolitice. A fost creditat că a servit drept „inspirație pentru unele dintre cele mai semnificative progrese din istoria omenirii, inclusiv crearea roții, cultivarea primelor culturi de cereale, dezvoltarea liniei continue, matematica, astronomia și agricultura”. A fost considerată a fi una dintre cele mai vechi civilizații ale lumii la acea vreme. (Web Reference 1, 2021)



Civilizațiile antice ale lumii vechi 3500 până după 600 î.Hr

Câmpiile Mesopotamiei sunt foarte plate (Varoujan K. Sissakian, 2020), au un drenaj slab și sunt supuse unei clime severe; ca urmare, regiunea s-a luptat întotdeauna cu probleme precum solul sărac, seceta, valuri frecvente de inundații, acumularea de nămol, aglomerarea apei și acumularea de sare. Aceste probleme au persistat de când regiunea a fost prima dată locuită. Inundațiile au fost neașteptate și distructive, provocând distrugerea mai multor așezări și pierderea multor vieți omenești (Frenken, 2009). Se știe că râurile se ramifică sau iau căi diferite ca urmare a inundațiilor. Râurile care și-au modificat cursul au cauzat mari pagube culturilor cultivate de fermieri. (Mukhalad Abdullah, 2020).



Sistemele de irigare utilizate în Mesopotamia

Obiective

Obiectivele principale ale acestei teze sunt:

- Determinarea modificărilor spațiale și temporale ale cantității de apă în Irak.
- Să identifice motivele acestor schimbări.
- Analiza datelor hidrologice ale sistemului de resurse de apă din bazinele Tigru și Eufrat din Irak.
- Exploatarea resurselor de apă din bazinele Eufratului și Tigrului prin baraje și rezervoare.
- Deficitul ridicat al aprovizionării cu resurse de apă ca urmare a cererii în creștere.
- Obstacole și obiective atinse din exploatarea sistemului bazinelor Tigru și Eufrat.
- Concluzii și recomandări.

Capitolul 2

RESURSE DE APĂ ÎN IRAK

Râul Tigru și râul Eufrat, împreună, reprezintă 98% din resursele totale de apă din Irak. Aceasta înseamnă că resursele de apă din Irak sunt concentrate în cea mai mare parte în aceste două râuri. Eufratul și Tigrul sunt două dintre cele mai mari trei râuri care curg prin regiunea cunoscută colocvial ca Orientul Mijlociu. Disponibilitatea apei în această regiune este afectată semnificativ de contribuțiile aduse de aceste două râuri. Aceste două râuri, împreună cu Nilul, sunt singurele din această regiune care îndeplinesc criteriile pentru a fi considerate mari la standardele globale. Eufratul și Tigrul, pe lângă unii dintre afluenții râurilor, își au începuturile în regiunile muntoase ale Turciei și trec printr-o zonă care se află între 45 și 25 de grade latitudine nordică. Râul Eufrat curge prin Siria înainte de a intra în Irak și de a-și uni forțele cu râul Tigru, care curge și prin Siria. Împreună, aceste două râuri creează Shat Al Arab în partea de sud a Irakului și curg împreună 190 de kilometri înainte de a-și vărsa apele în Golf.

Înainte de lipsa de apă, Irakul a prosperat cu sisteme eficiente de irigare și structuri de control al inundațiilor. Primele structuri de control al inundațiilor (data necunoscută) au fost construite pe lacurile Habbaniya și Abu Dibbs (acum se numește Al Razaza), urmate în 1911 de construcția Barajului Al Hindiah pe Eufrat (Frenken, 2009).

Aproximativ 80 până la 84,2 miliarde de metri cubi de apă trec prin râurile Eufrat și Tigru în fiecare an. Din acest total, aproximativ 65,7 miliarde de metri cubi provin din Turcia, 11,2 miliarde de metri cubi provin din Iran, 6,8 miliarde de metri cubi provin din Irak, iar 0,5 miliarde de metri cubi provin din Siria (diferiți autori au dat cifre oarecum diferite). Țările care sunt mărginite de cele două râuri obțin adesea cea mai mare parte a aprovizionării

cu apă din ele. Sistemul de management al resurselor de apă din Irak a fost compromis ca urmare a politicilor de apă ale națiunilor din amonte, precum și a mai mult de trei decenii de război în Irak, sancțiuni și degradarea infrastructurii, amestecate cu o conștientizare scăzută a mediului. În Irak, deteriorarea calității apei, scăderea debitului apei și pierderea unor râuri importante, toate acestea fiind prezentate în figura 2.3, au o influență nu numai asupra vieții de zi cu zi a oamenilor, ci și asupra sistem acvatic și alte vietăți din țară. (Mohamed Abd-El-Mooty, 2016)

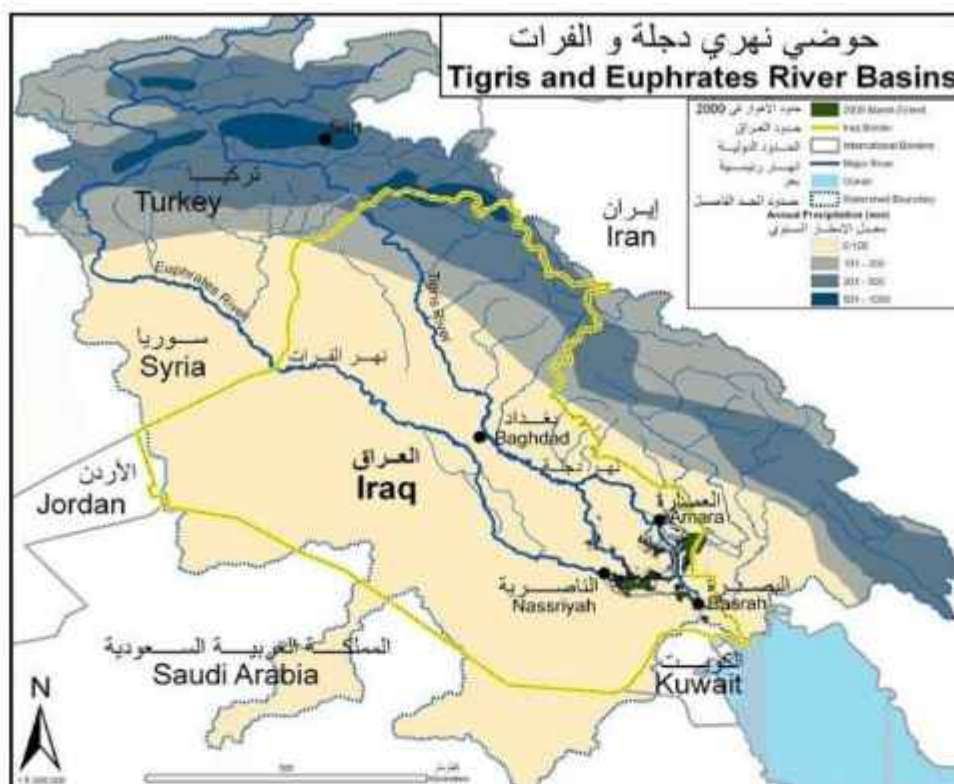


Seceta din Irak

În ultimele decenii, Turcia a avut tendința de a-și crea planuri de utilizare a apei în mod unilateral, fără a ține cont de mediu și de potențialul real al apei a bazinului fluvial. Drept urmare, Irakul și, ocazional, Siria s-au confruntat cu o lipsă gravă de apă disponibilă. Utilizarea râurilor țării pentru a genera energie hidroelectrică și a furniza apă pentru agricultură sunt două dintre obiectivele principale ale Turciei. În anii 1960, au inițiat o întreprindere nou-nouă pe care au numit-o acolo GAP. Această inițiativă a fost concepută pentru prima dată cu intenția de a furniza cele mai sărace municipalități din Turcia cu apă pentru irigații și energie electrică. Aceasta presupune construirea a aproximativ 19 instalații hidroelectrice și a 22 de noi baraje numai pe râul Eufrat. (ALTINBILEK, 2004).

Sistemul principal de râuri

Râurile Tigru și Eufrat sunt cele mai importante surse de apă din Irak. Râul Tigru are o dimensiune a bazinului hidrografic de 126.900 km², în timp ce zona bazinului fluviului Eufrat este de 177.600 km² și niciun râu nu are afluenți (Frenken, 2009). Ambele râuri își au izvoarele în regiunile muntoase ale Turciei și sunt similare între ele în ceea ce privește geografia, clima, hidrologia și geologia (figura 2.4). Cu toate acestea, există câteva școli distincte de gândire cu privire la modul de abordare a managementului acestor două bazine hidrografice, iar câțiva experți consideră aceste râuri ca fiind gemeni identici. Prin urmare, este avantajos să le considerăm ca aparținând unui singur bazin în scopul managementului integrat al resurselor de apă (Kliot, 2005). Este important să reținem că modelele de curgere și debitele din Tigru și Eufrat sunt distincte unele de altele.



Bazinul râului Tigris și Eufrat

Capitolul 3

INFRASTRUCTURILE DE APĂ

De la începutul istoriei înregistrate, Irakul a fost cunoscut în întreaga lume pentru terenurile agricole irigate care au dus la dezvoltarea civilizației. Din cele mai vechi timpuri, s-au făcut eforturi pentru a controla și gestiona fluxul de apă în râurile Tigris și Eufrat prin construirea de baraje, rezervoare și rețele de distribuție. Roata a fost pusă din nou în mișcare pentru a construi proiecte de irigații care să acopere întregul Irak de la nord la sud și de la est la vest, la scurt timp după integrarea sa în noul Irak în 1921. Prima pe ordinea de zi a consiliului de dezvoltare a fost problema masivul baraj Dukan. Consiliul de dezvoltare a fost responsabil pentru construcția inițială a barajului Darbandikhan. Mai târziu, în a doua parte a anilor 1970, atenția s-a mutat din nou în prim-plan când a fost construit al doilea grup de baraje. Aceste baraje au inclus barajele Hemrin, Haditha și Mosul. Barajul Adhaim a fost construit în deceniul anilor 1990 (M. Abdullah, 2021).

Numele barajului	Tip barajului	Numele râului	Scopul barajului	Depozitare normală (MCM)	Depozitare maxima (MCM)
Barajul Mosul	Umplere de pământ	Tigrul	Controlul inundațiilor, Irigații, Generare hidroenergetica	11,100	13,200
Barajul Haditha	Umplere de pământ	Eufratul	Irigare, generare de energie electrică, stocare parțială aflus extrem	8,000	10,000
Barajul Dokan	Arc	Zab mai mic	Polivalent ca control al inundațiilor și hidroenergie	6,800	7,890
Barajul Darbadikhan	Baraj de terasament cu miez de lut și umeri de umplere cu rocă	Diyala	Controlul inundațiilor irigații și alimentare cu apă, generare de hidro-energie	3,000	3,850
Barajul Hemrin	Umplere de pământ	Diyala	Irigații, controlul inundațiilor și generarea de energie	2,450	3,950
Barajul Adhaim	Umplere de pământ	Adhaim	Controlul inundațiilor-reglarea apei-alimentare cu energie electrică	1,600	3,750

Baraje în Irak

Capitolul 4

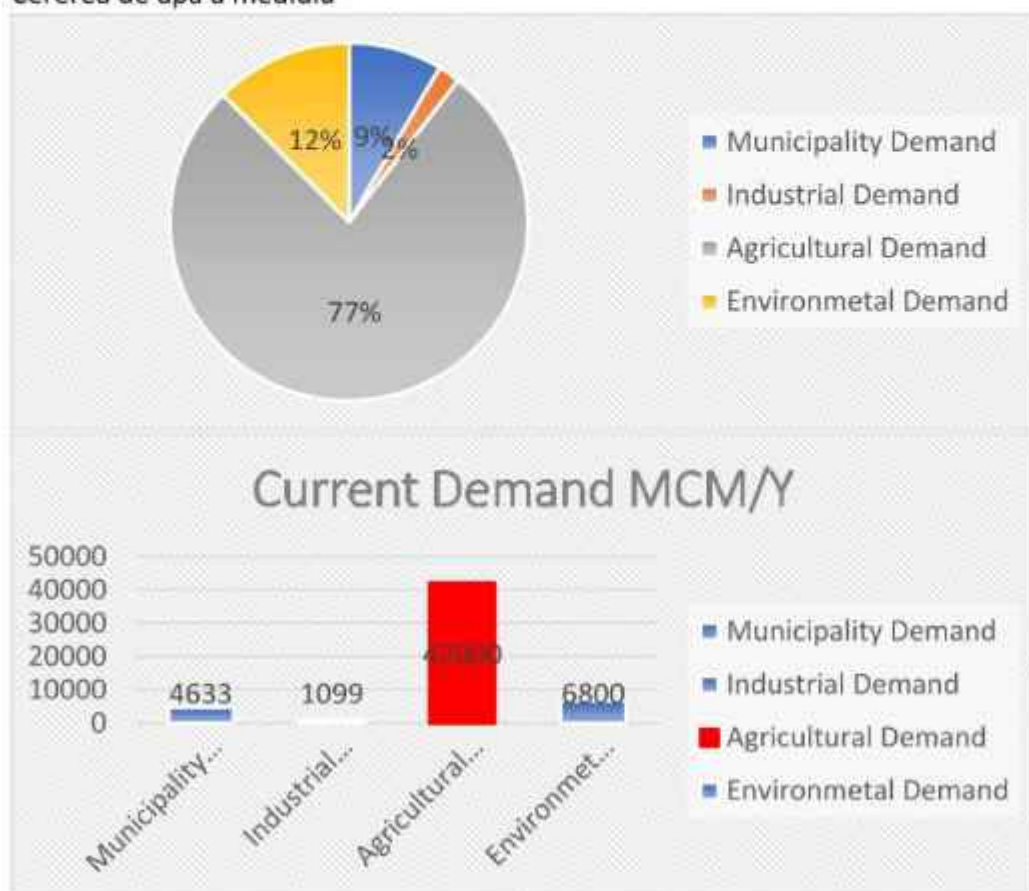
CEREREA DE APĂ ÎN IRAK ȘI PROVOCĂRI

În Irak, problema furnizării de apă potabilă populațiilor rurale, precum și productivitatea agricolă este de cea mai mare importanță. Datorită faptului că este destul de urgent, guvernul republicii Irak pune un accent semnificativ pe măsuri eficiente care vizează furnizarea completă a populației rurale cu apă potabilă de un standard înalt. Acest lucru se face într-un efort de a îmbunătăți bunăstarea poporului irakian. Fundamentul material și tehnologic al producției agricole este acum în curs de consolidare și îmbunătățire. Implementarea unui program de construcție a fermelor la scară largă are loc acum. Acest program nu permite doar crearea de proiecte agricole mari, ci și de sate care sunt complet echipate cu toate facilitățile esențiale. Toate aceste așezări și proiecte de producție agricolă care sunt în faza de planificare (ferme de animale, întreprinderi care se ocupă cu prelucrarea primară a produselor agricole; ateliere de reparații, garaje și depozite etc.) trebuie să aibă o sursă fiabilă de alimentare cu apă. Drept urmare, suntem în proces de abordare a problemelor de aprovizionare cu

apă și de dezvoltare a sistemului de canalizare în zonele de irigare și cultivare uscată, precum și de adăpare a unor suprafețe mari de pășune naturală pentru animale. Toate acestea sunt în plus față de procesul de irigare a unor suprafețe mari de pășune naturală.

Autosuficiența cu apă este unul dintre cei mai importanți piloni pentru o economie dezvoltată și durabilă, oriunde pe glob. Acest lucru se datorează faptului că este necesar pentru menținerea securității alimentare și este, prin urmare, unul dintre cei mai critici piloni. Acest lucru este valabil mai ales în țările aride și semi-aride care depind în mare măsură de rezervele de apă care sunt controlate din afara granițelor lor internaționale, așa cum este situația cu Irak. Din cele mai vechi timpuri, râurile Tigru și Eufrat au furnizat Irakului cea mai mare parte a aprovizionării cu apă dulce. Combinația dintre aceste două râuri este ceea ce ia dat numele Irakului în greacă: Mesopotamia (țara dintre două râuri). Munții Turciei găzduiesc izvoarele atât ale râului Tigru, cât și ale râului Eufrat. Aceste două râuri converg în cele din urmă în râul Shatt-al-Arab, care este situat în partea cea mai suică a Irakului, înainte de a se vărsa în Golful Arabiei (Persic). Aproximativ 98% din consumul total de apă din Irak provine din aceste două râuri și din afluenții care se ramifică din ele. (Al-Furaiji, 2016).

- Cererea municipală de apă
- Cererea industrială de apă
- Cererea de apă agricolă
- Cererea de apă a mediului



Provocările legate de apă în Irak

Există multe provocări (interne și externe):

- Debit scăzut de apă din cauza construcției de baraje turcești și iraniene.
- Schimbările climatice, seceta și reducerea resurselor regenerabile de apă.
- Lipsa unui plan spațial coordonat pentru dezvoltarea industriilor, a așezărilor urbane și rurale și a agriculturii.
- Lipsa unei viziuni economice asupra apei și barierele în calea investițiilor private în sectorul apei.
- Dezechilibrul aprovizionării cu apă și consumul de apă și creșterea concurenței în rândul utilizatorilor de apă provocând conflicte interne între provincii, triburi și beneficiari cu privire la cotele de apă.
- Lipsa executării eficiente a proiectelor de dezvoltare a resurselor de apă și a agriculturii.
- Deteriorarea calității apei și poluarea resurselor de apă.
- Lipsa implementării unui sistem integrat de management al resurselor de apă.
- Limitele planificării cuprinzătoare a utilizării apei în limitele geopolitice, care țin cont de planurile economice.

Capitolul 5

Reguli de funcționare

Este necesar să se compileze mai întâi datele care reflectă faptele particulare pentru a atinge scopul de a se familiariza cu reglementările care guvernează funcționarea barajelor și rezervoarelor în Irak. Sistemul fizic și regulile de funcționare asociate structurilor de gestionare a apei de-a lungul râurilor Tigru și Eufrat și afluenților acestora din Irak, unde au fost colectate date privind debitele de intrare în ultimii 30 de ani, precum și fluxurile și transferurile cronologice corespunzătoare stării de curgere selectate. Aceste structuri sunt situate în Irak. Regulile de funcționare sunt instrumentele care influențează determinările eliberării pentru a găsi un echilibru între satisfacerea reglementărilor din aval și încercarea de a gestiona stocarea rezervorului în raport cu curba regulii. Acest lucru se realizează prin îndeplinirea reglementărilor din aval, încercând, de asemenea, să gestioneze stocarea rezervorului.

Abordare Metodologică

Extragerea apei pentru un nou utilizator de apă are consecințe pentru alocarea apei tuturor utilizatorilor de apă din amonte și aval de secțiunea de captare. Pentru a evalua impactul, pot fi utilizate două abordări sistematice:

- Alterarea succesivă a hidrografului de deversare de-a lungul râului;
- Metoda soldului cumulativ.

Ambele metode conduc la aceleași rezultate.

Alterarea succesivă a hidrografului de debit de-a lungul râului

Această metodă se bazează pe calculul evoluției debitului în fiecare secțiune de-a lungul cursului de apă. Ecuația de echilibru din secțiunea curentă are expresia:

$$Q_i^d = Q_i^n + \sum_{j=1}^i \Delta Q_j^{w,m} + \sum_{j=1}^{i-1} \Delta Q_j^u - Q_i^u. \quad (1)$$

În această metodă se calculează doar hidrometrul din aval pentru secțiunile de admisie; În toate celelalte tronsoane (secțiuni de restituire aval, aval de confluență sau amonte de tronsoane de admisie) bilanțul hidric este mai favorabil.

Metoda soldului cumulativ

Metoda soldului cumulativ este de a compara debitul natural al fiecărei secțiuni aritmetice, neafectat de activitățile umane, cu debitul necesar pentru toți utilizatorii de apă din partea superioară a secțiunii curente. Astfel, impactul utilizatorilor de apă și al lucrărilor de gospodărire a apei este examinat ipotetic pentru întregul bazin până la tronsonul studiat.

Ecuția de soldului cumulativ este:

$$B_i = Q_i^n - Q_i^d \quad (2)$$

$$Q_i^{cc} = \sum_{j=1}^{i-1} Q_j^n + \sum_{j=1}^{i-1} Q_j^u + Q_i^n + Q_i^u, \quad (3)$$

Prin combinarea relației (2) și (3) rezultă ecuația de echilibru cumulativ:

$$B_i = Q_i^n - \sum_{j=1}^{i-1} Q_j^n - \sum_{j=1}^{i-1} Q_j^u - Q_i^n - Q_i^u. \quad (4)$$

Calculul Resursei Necesare din Rezervoare

În funcționarea curentă a sistemului, când bilanțul de apă este negativ, debitul natural al rezervorului trebuie crescut pentru a acoperi necesarul de apă prin folosirea volumelor stocate în perioadele de exces de apă. Pentru a evalua volumele necesare în rezervor, se utilizează următorul algoritm:

a) Primul pas este determinarea echilibrului coordonat între toate secțiunile:

$$B_j = \min_i (B_{ij}) \quad (5)$$

b) Pe baza valorilor echilibrate coordonate se calculează resursa necesară la începutul fiecărei luni. Calculul începe la sfârșitul perioadei cu datele disponibile, când rezervorul se presupune gol.

Dacă echilibrul coordonat B_j în luna j este negativă resursa necesară, exprimată ca debit Q_j^{nec} la începutul aceleiași luni este:

$$Q_j^{nec} = Q_j^{nec} - B_j \quad (6)$$

Q_j^{nec} este valoarea anterioară a resursei necesare.

$Q_j^{nec} < 0$ corespunde unei perioade excedentare, adică chiar dacă rezervorul este gol la începutul lunii j , necesarul de apă poate fi acoperit din cauza excesului de apă din luna curentă. Pe cale de consecință, dacă $Q_j^{nec} < 0$ resursa necesară la începutul lunii se înlocuiește cu 0:

$$Q_j^{nec} < 0 \rightarrow Q_j^{nec} = 0 \quad (7)$$

c) Pentru fiecare lună j , o prelucrare statistică va conduce la resursa necesară care va acoperi necesarul de apă corespunzător unei probabilități de nedepășire a $P\%$; aici $P\%$ este gradul de securitate al alimentării cu apă corespunzător celui mai important utilizator de apă (de obicei populația, pentru care de obicei $P\% = 97\%$)

Din cauza numărului relativ mic de ani pentru care a fost efectuată simularea, valoarea resursei corespunzătoare $P\% = 97\%$ pentru luna j este de obicei valoarea maximă a tuturor valorilor din coloana j .

$$Q_j^{P\%} = \max_j (Q_j^{nec}) \quad (8)$$

Valorile obținute sunt apoi transformate în volume folosind relația:

$$V_j^{P\%} = 2.63 Q_j^{P\%} \quad (9)$$

Volumul rezervorului care satisface necesarul de apă cu o probabilitate $P\%$ este valoarea maximă a volumelor lunare necesare:

$$V_{rezervor} = \max_j (V_j^{P\%})$$

Bazinul râului Tigr

Lacul de acumulare Mosul

Debitul de apă al râului Tigr este destul de complicat și este controlat din lacul de acumulare Mosul, râul Greater Zab, o parte din râul Lesser Zab, râul Adhaim și râul Diyala. Ca urmare, funcționarea barajului Mosul, care este operat în comun de autoritățile de gestionare a apei din Irak, este, de asemenea, oarecum complicată. Barajul Mosul este situat în Irak. Rezervorul servește ca sursă de apă pentru poporul irakien, precum și pentru industrie, creșterea animalelor, irigații, pescuit și generarea de hidroenergie. Este situat pe pământul irakian, lângă gura de vărsare a râului Tigr.

Principalii utilizatori de apă pe râul Tigr

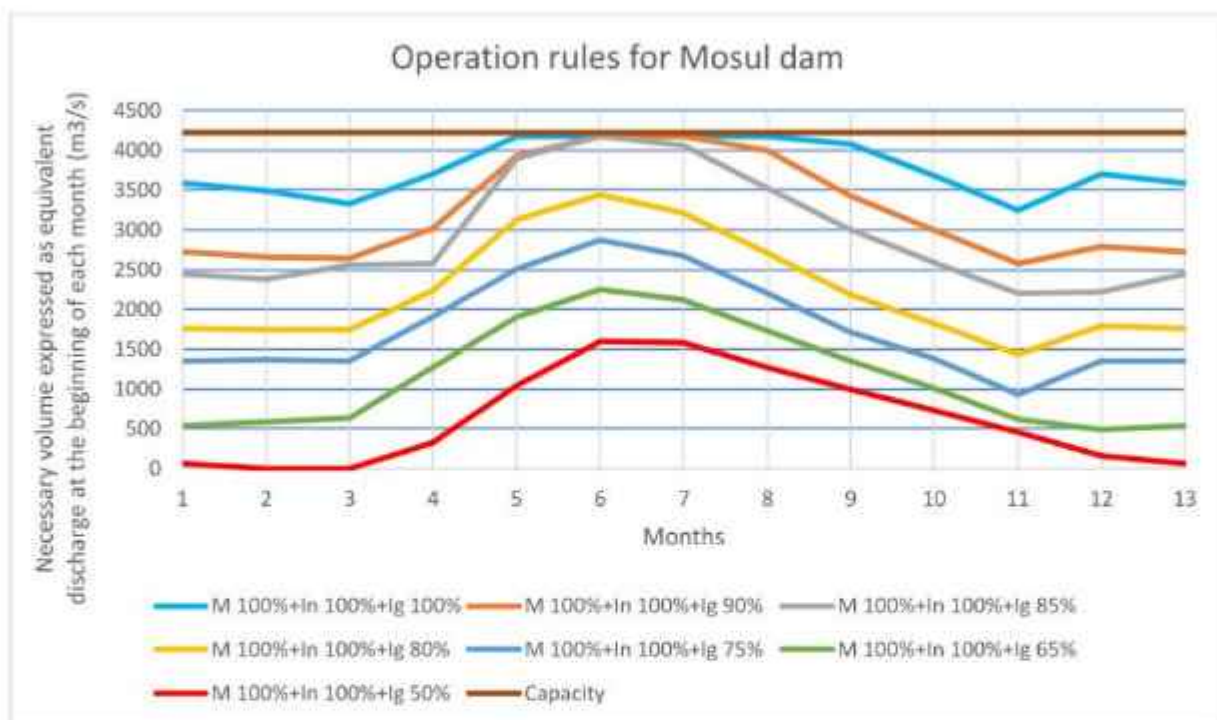
Resursele de apă ale râului Tigr sunt împărțite după cum urmează:

- **Irigare** – Total: 18,500 mil.m³ (8,849,197 du) more than 2.2 million ha.
- **Municipiul** – Total: 3,150 mil.m³
- **Industrie** – Total: 600 mil.m³.
- **De mediu** – Total: 3300 mil.m³

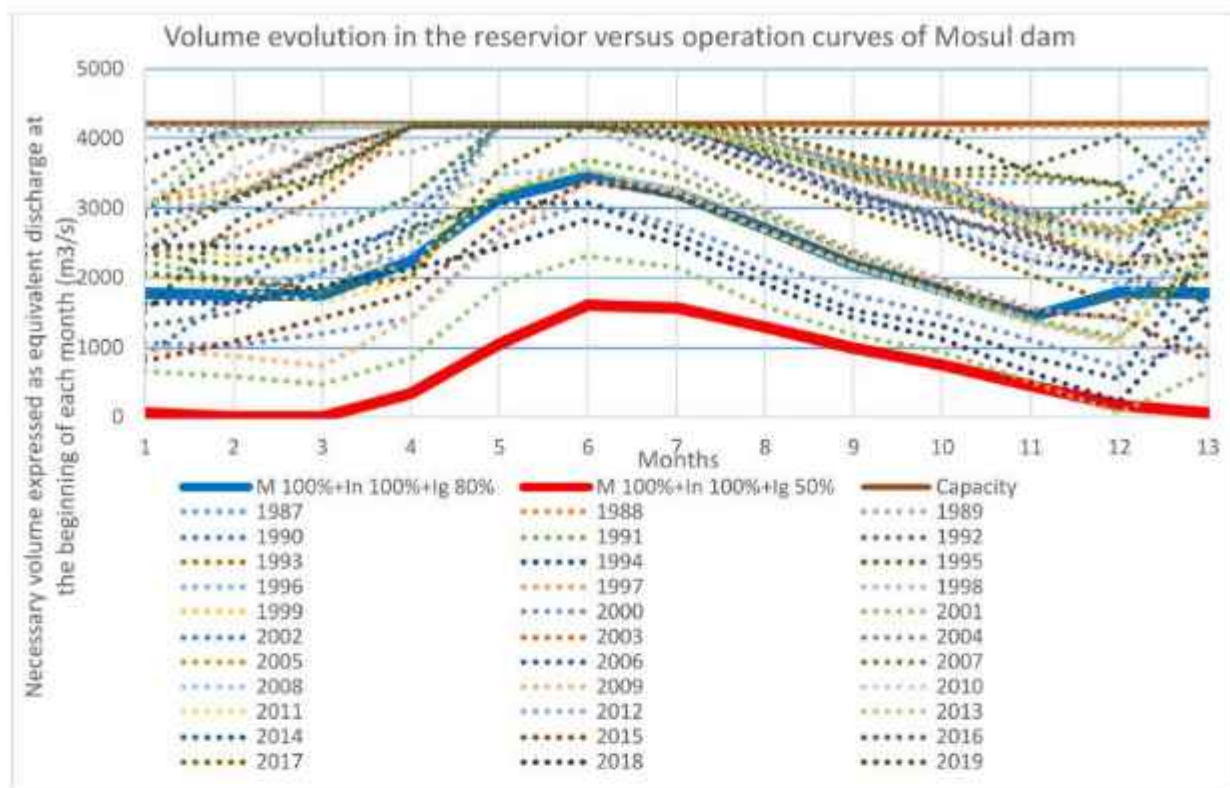
Deoarece cererea totală necesară (populație + industrie + cererea de irigare 100 la sută) nu poate fi satisfăcută în fiecare an, am presupus că regulile de exploatare ar trebui să se bazeze pe capacitatea de exploatare a

barajului de a acoperi cerințele agricole în procente (100 la sută, 90 la sută, 85 la sută, 80 la sută, 75 la sută, 80 la sută, 75 la sută, 65 la sută, 60 la sută, 55 la sută și 50 la sută), în plus față de cerințele de 100 la sută pentru utilizări municipale, industriale și agricole.

În Graficul 2 sunt prezentate regulile de funcționare ale lacului de acumulare Mosul. Funcționarea lacului de acumulare pe baza principalelor reguli de funcționare (cereri municipale 100%, industrie 100%, irigații 80% - linie albastră continuă și cererile municipale 100%, industrie 100%, irigații 50% - linie roșie continuă) este prezentată în Grafic. 3. Se poate observa că în toți anii traiectoriile reprezentând evoluția volumelor de apă din rezervor sunt peste linia roșie continuă, adică în toți anii cererile de irigare sunt satisfăcute cel puțin 50% din cerere, în timp ce populația și industria primește întreaga cerere de apă.



Regula de funcționare a barajului Mosul (Evacuări)



Evoluția volumului în curbele rezervor versus operare ale barajului Mosul

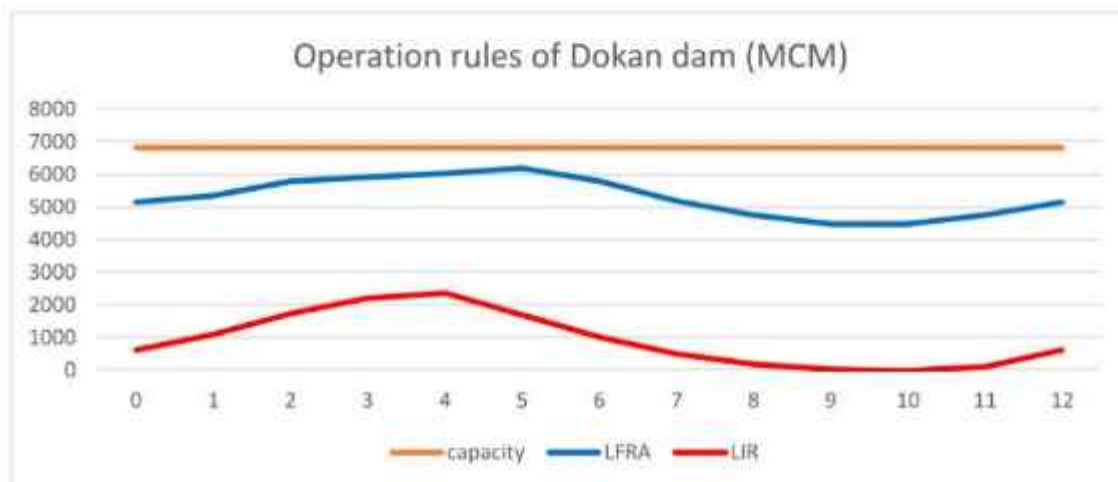
Bazinul Zabului Mic

Rezervorul Dokan

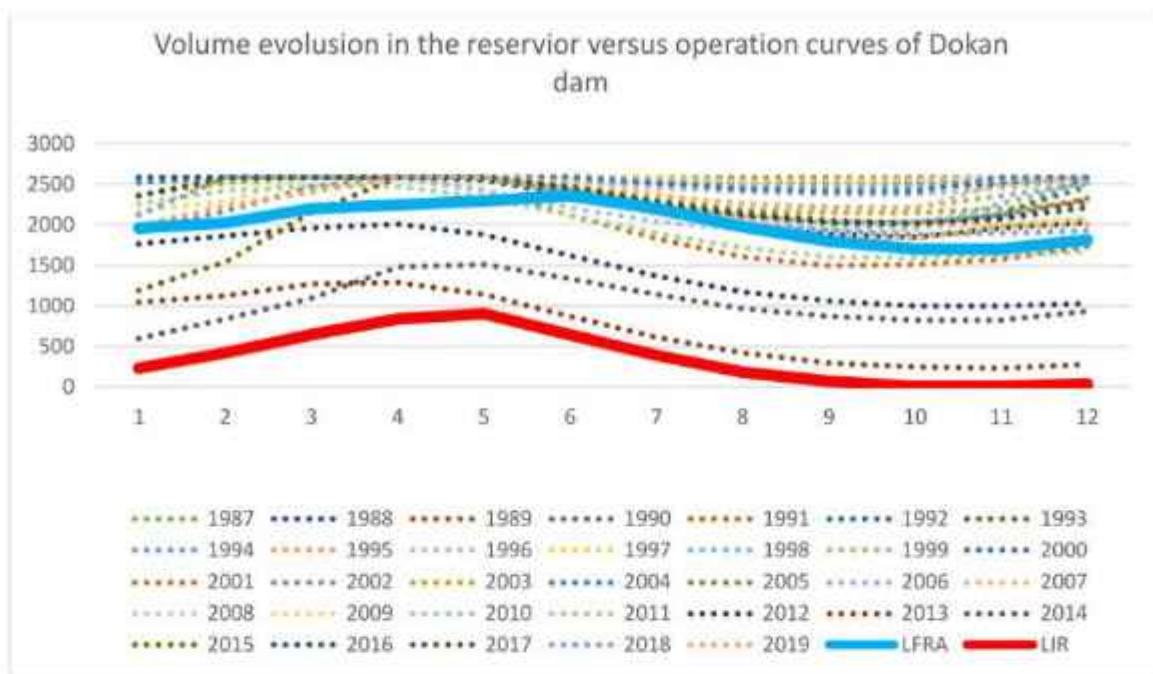
Principalii utilizatori de apă pe râul Lesser Zab

Resursele de apă ale râului Lesser Zab sunt împărțite după cum urmează:

- **Irigare** – Total: 2,500 mil.m³ (1,244,310 du) more than 300 ha.
- **Municipiul** – Total: 580 mil.m³.
- **Industrie** – Total: 35 mil.m³.
- **Fishery** – Total: 80 mil.m³



Reguli de funcționare pentru barajul Dokan



Evoluția volumului în curbele rezervor versus operare ale barajului Dokan

Se poate observa că în toți anii traiectoriile reprezentând evoluția volumelor de apă din rezervor sunt peste linia roșie continuă (LIR), ceea ce înseamnă că în toți anii cererile de irigare sunt satisfăcute cel puțin 50% din cerere, în timp ce populația iar industria primește întreaga cerere de apă.

Bazinul râului Diyala

Rezervoarele Darbandikhan și Hemrin

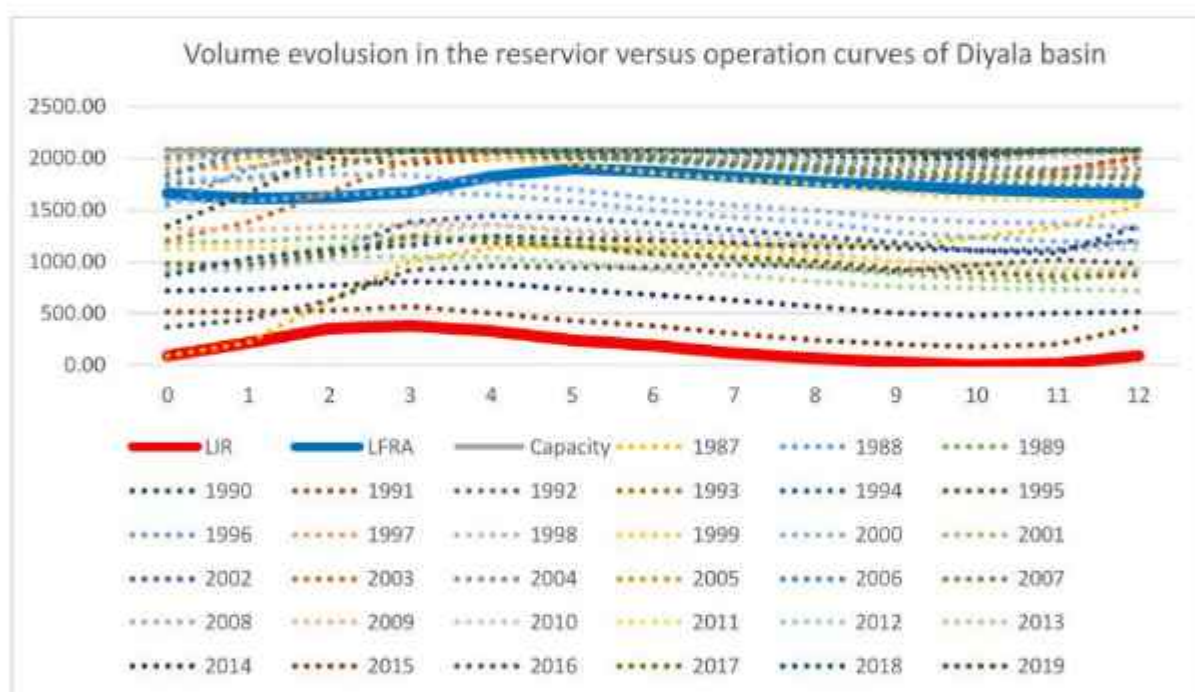
Principalii utilizatori de apă pe râul Diyala

Resursele de apă ale râului Diyala sunt împărțite după cum urmează:

- **Irigare** – Total: 3,600 mil.m³ (1,423,200 du) more than 355 ha.
- **Municipiul** – Total: 210 mil.m³.
- **Industrie** – Total: 20 mil.m³.
- **Fishery** – Total: 50 mil.m³



Reguli de funcționare pentru bazinul Diyala



Evoluția volumului în curbele rezervor versus operaționale ale bazinului Diyala

Se poate observa că în cazul lacului de acumulare Diyala în toți anii traiectoriile reprezentând evoluția volumelor de apă din rezervor sunt peste linia roșie continuă (LIR), ceea ce înseamnă că în toți anii cererile de irigare sunt satisfăcute cu cel puțin 50% a cererii, în timp ce populația și industria primesc întreaga cerere de apă.

Bazinul fluviului Eufrat

Rezervorul Haditha

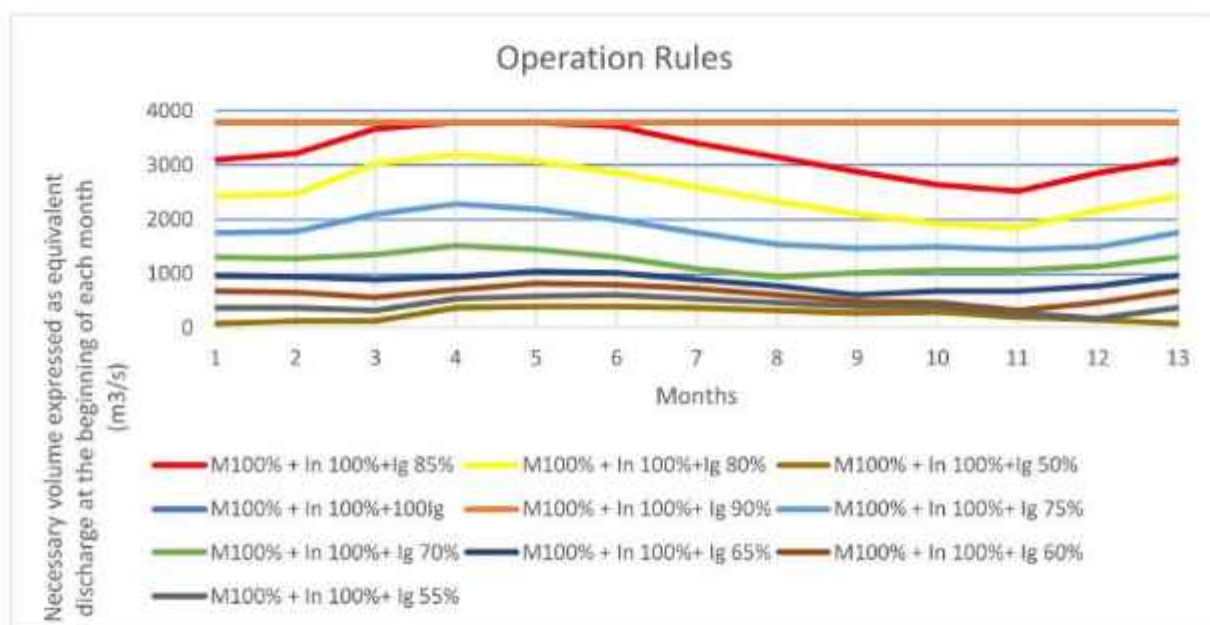
Autoritățile de gestionare a apei din Irak folosesc rezervorul Haditha ca mijloc principal de reglare a fluxului de apă în râul Eufrat. Rezervorul este administrat în interes public. Pe pământul irakian, lângă izvoarele râului Eufrat, există un rezervor care servește drept sursă de apă pentru oamenii țării, precum și pentru industrie, creșterea vitelor, irigații, pescuit și generarea de hidroenergie. Rezervorul are o zonă de stocare activă masivă, care este egală cu 8000 Mm³ în volum total.

Principalii utilizatori de apă pe râul Eufrat

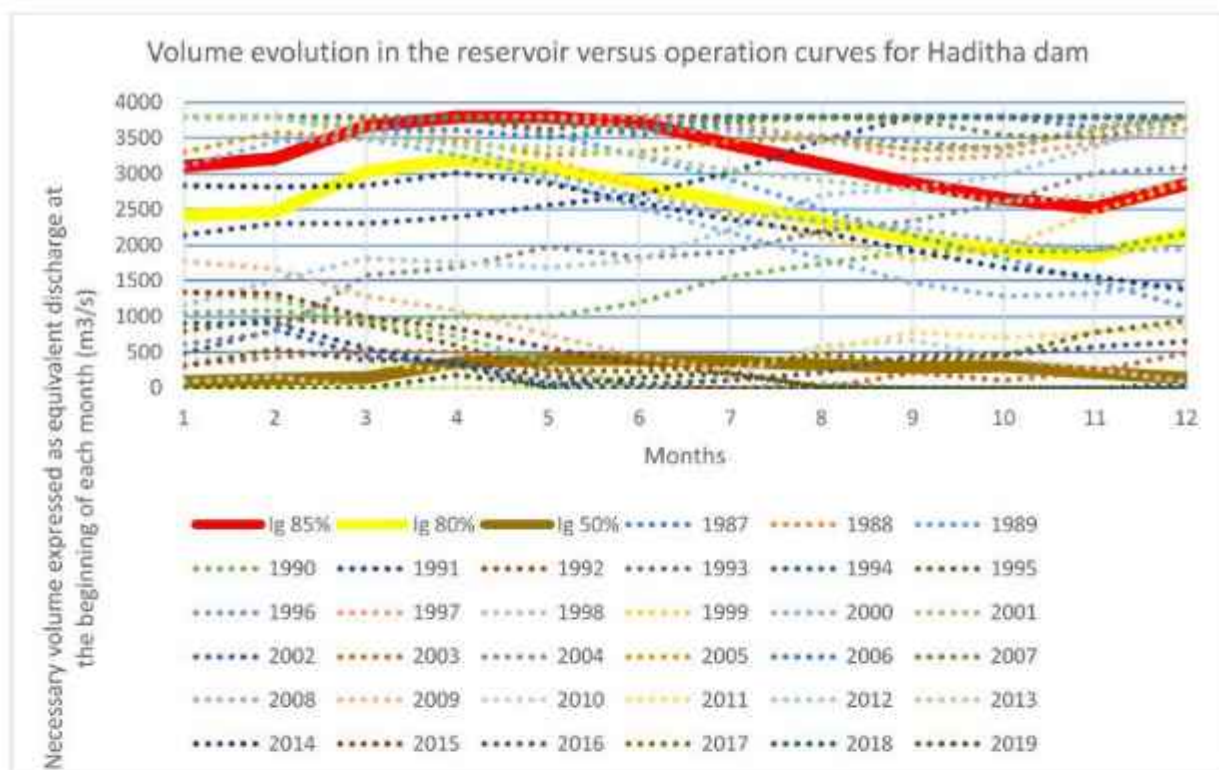
Resursele de apă ale râului Eufrat sunt împărțite după cum urmează:

- **Irigare** – Total: 16,000 mil.m³ (5,550,000 du) more than 1.3 million ha.
- **Municipiul** – Total: 1,741 mil.m³.
- **Industrie** – Total: 499 mil.m³.
- **De mediu** – Total: 2000 mil.m³

Cererea totală necesară (populație + industrie + cerere de irigare 100%) nu poate fi asigurată în toți anii, așa că am presupus că regulile de exploatare ar trebui să fie în funcție de capacitatea de exploatare a barajului pentru a acoperi cerințele agricole în procente (100%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55% și 50%) în plus față de 100% din cerințele municipale, industriale și de mediu și apoi proiectând cerințele agricole în graficul reprezentat de proporțiile cerințelor agricole menționate mai sus pentru a cunoaște care sunt cerințele agricole reale, iar în cazul Bazinului Eufratului și ce oferă Barajul Haditha, acesta acoperă în cele mai bune cazuri între 50% și 70% din cerințele agricole în plus față de cerințele municipale și industriale complete.



Reguli de funcționare pentru barajul Haditha



Evoluția volumului în curbele rezervor versus operare ale barajului Haditha

În cazul lacului de acumulare Haditha în unii ani traiectoriile reprezentând evoluția volumelor de apă sunt sub linia roșie continuă, ceea ce înseamnă că cererile de irigare nu pot primi în acești ani cel puțin 50% din cerere, în timp ce populația și industria primesc întregul. cererea de apă. Acest rezultat a pus în evidență o gravă problemă de deficit de apă pentru agricultură, punând în pericol securitatea alimentară a regiunii și a țării.

Capitolul 6

MODEL DE ALOCARE TEMPORALĂ ȘI SPAȚIALĂ

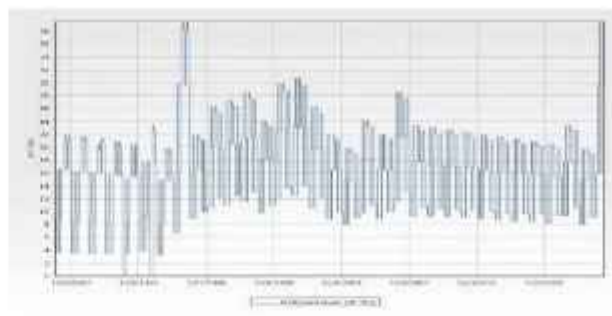
Folosind software-ul MIKE HYDRO Basin, a fost dezvoltată o rețea de simulare pentru „distribuția spațială a tuturor nevoilor de resurse de apă din Irak în cadrul sistemului de operare a resurselor de apă pentru anumite perioade de timp pentru a indica distribuția acestor resurse conform” cererii, care includea un indicarea ordinii de prioritate în procesare la (cereri municipale, cereri industriale, cereri agricole, iar apoi cerințele de mediu), și ca urmare a fost calculată necesarul de apă.

A fost creată o rețea de simulare pentru „distribuția spațială a tuturor nevoilor de resurse de apă din Irak folosind software-ul MIKE HYDRO Basin (Aici, trebuie să mulțumesc și să mulțumesc pentru ajutorul amabil al DHI România, care a oferit software gratuit pentru cercetarea mea) și , în consecință, s-a calculat necesarul de apă pentru fiecare componentă (oraș, proiect industrial și proiect agricol) pentru perioada 1987-2019.

- Crearea rețelei de râuri
- Definiți rezervoare
- Definiți utilizatorii de apă



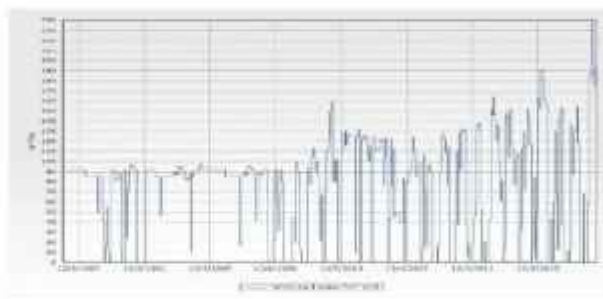
Locația proiectului agricol Al Dour



Proiect agricol Al Dour Apă livrată



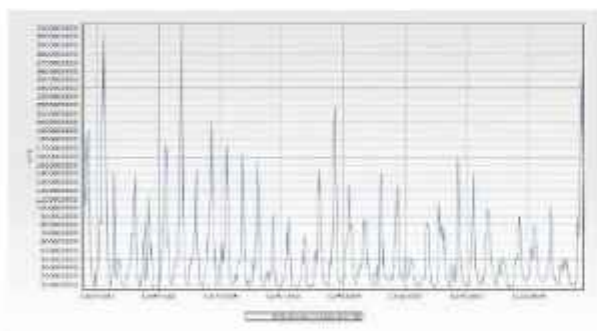
Locația proiectului agricol Al Gharraf



Proiectul agricol Al Gharraf a livrat apă

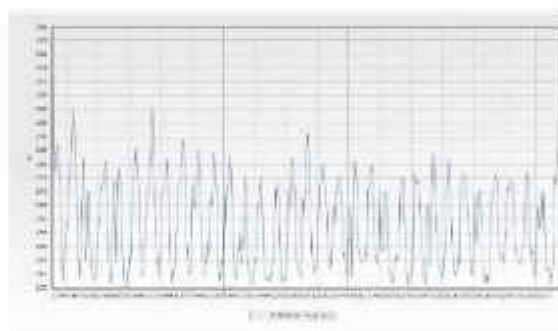
Se poate observa că sistemele de irigare din amonte primesc o mare parte din cerere, în timp ce sistemele din aval primesc cea mai mică parte.

Modelul permite calcularea evoluției volumului de apă înmagazinată și a nivelului apei din fiecare baraj în funcție de timp, ținând cont de regulile de funcționare specifice, după cum se arată în diagramele de mai jos:



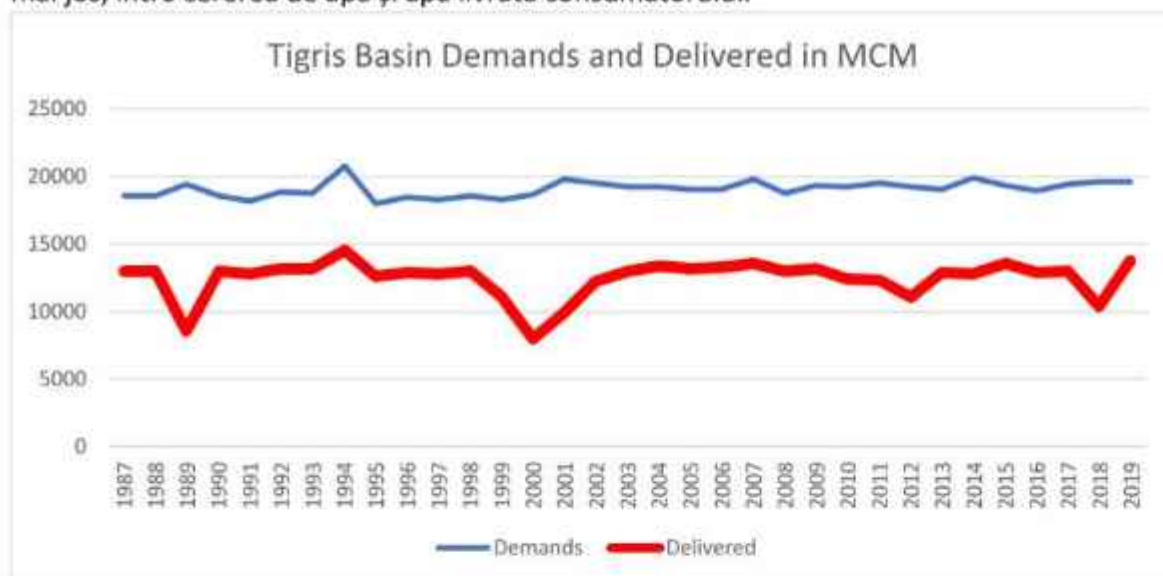
Volumul stocat în barajul Mosul în funcție de timp

(valori ale coordonatelor între 100 și 3100 MCM)



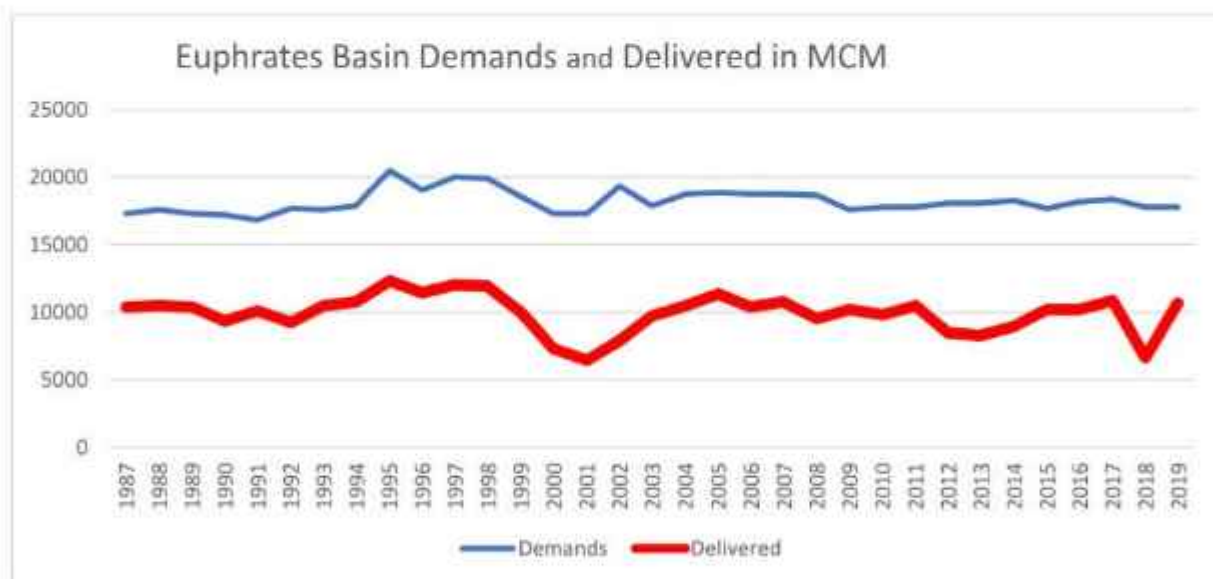
Nivelul apei în barajul Mosul în funcție de timp

Gradul de securitate a apei al întregului bazin al Tigrului între 43% și 70% după cum se arată în diagrama de mai jos, între cererea de apă și apa livrată consumatorului.



Cererea din Bazinul Tigrului și livrată în MCM

Pentru bazinul Eufratului, gradul de securitate a apei între 37% și 60%, așa cum se arată în diagrama de mai jos, între cererea de apă și apa livrată consumatorului.



Cererea pentru bazinul Eufratului și livrat în MCM

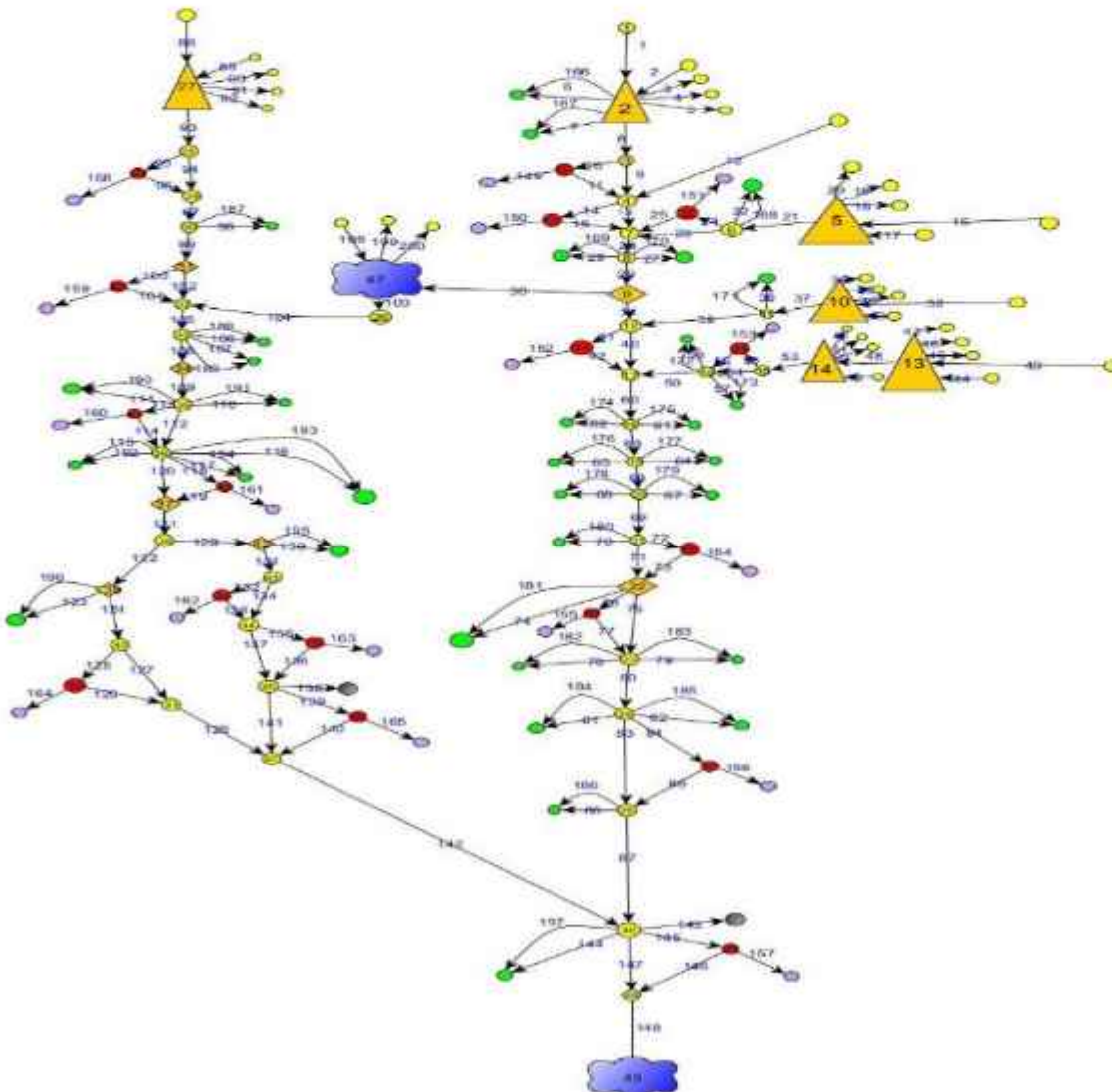
Capitolul 7

Model ALLOC

O problemă de optimizare a funcționării sistemelor de management al apei (WMS), cum ar fi problema debitului în rețele, este formulată pentru a găsi debitul care reduce costul în întreaga rețea, satisfăcând în același timp constrângerile de continuitate în noduri și constrângerile care nu depășesc limitele superioare și inferioare de debit pe arce.

Îmbunătățirea pe termen scurt se realizează pe parcursul fiecărei luni și constă într-o distribuție adecvată a apei între rezervoare și utilizatorii de apă, ceea ce reduce costurile asociate cu nerespectarea cerințelor de apă și nerespectarea regulilor optime de funcționare pentru rezervoare. Este necesar să se echilibreze obiectivul reținerii apei în rezervoare cu scopul debitării apei pentru a satisface cerințele de apă pentru a rezolva problema de funcționare pe termen scurt și acest lucru se realizează prin instalarea unui sistem adecvat pentru costurile asociate cu arcuri.

Modelul ALLOC a fost utilizat pentru a analiza WMS în spațiul hidrografic corelativ al Tigrului și afluenților săi și Eufratului. Acest model este destinat a fi utilizat de către unitatea de dispecer pentru alocarea spațială a apei între utilizatorii de apă și rezervoare.



Rețeaua Eufrat – Tigru

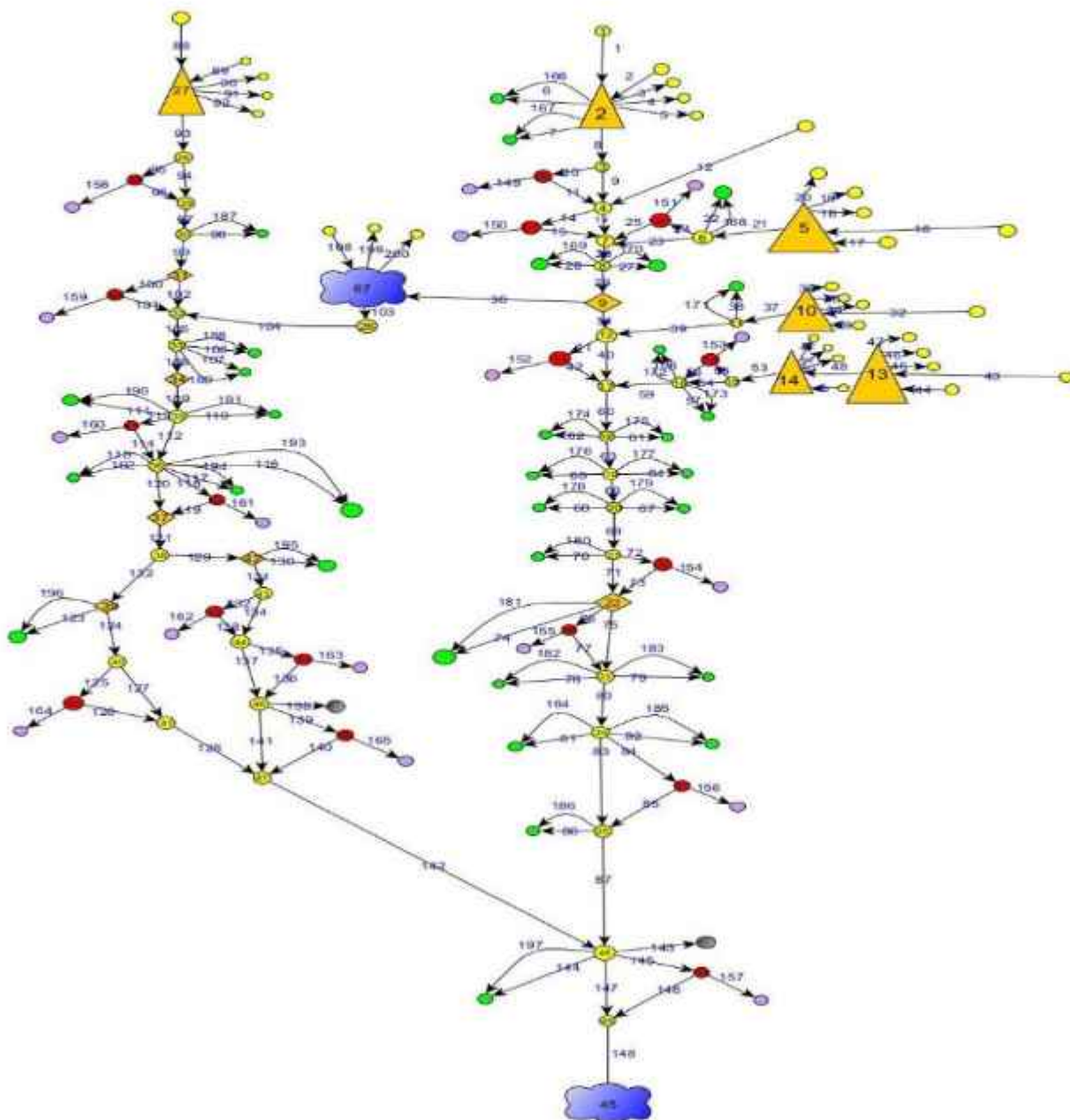
Modelarea WMS Bazinul Tigru-Eufrat

Rețeaua arce-noduri reproducă are 200 de arce și 67 de noduri.

Elementele WMS sunt: râuri, lucrări de apă (rezervoare de apă și devieri de apă), utilizatori de apă (alimentări cu apă municipale și industriale, irigații, fisheries).

Râuri: Tigru (arcuri 8,9,18,26,29,31,40,60,63,66,69,71,75,80,83,87,147,148), Greater Zab (12), Lesser Zab (21,23), Adhaim (37, 39), Diyala (48,53,54,59) și Eufrat (93,94,97,99,102,105,108,109,112,120,121,122,124,127,128,129,129,14,13,13,13).

Intrări: aflux în amonte sau diferență între două puncte consecutive (arcuri 1,12,16,32,43 și 88).



Arcul nr.	Discripții	Cererea m3/s în octombrie 1989
6	Proiectul de irigare North Jazeera Portiunea 1	20
166	Proiectul de irigare North Jazeera Portiunea 2	20
7	Proiectul de irigare South Jazeera Portiunea 1	22.5
167	Proiectul de irigare South Jazeera Portiunea 2	22.5
22	Proiectul de irigare Lesser Zab Partea 1	43.45
168	Proiectul de irigare Lesser Zab Partea 2	43.45
28	Irigare Ishaqi Proj.Portiunea 1	24.5
169	Irigatii Ishaqi Proj. Portiunea 2	24.5
29	Irigare Proiect Al Dour Portiunea 1	15
170	Irigare Proiect Al Dour Portiunea 2	15
38	Irigare Udham Proj.Portiunea 1	11.375
171	Irigare Udham Proj. Portiunea 2	11.375
57	Irigare Cap combinat Proj.Portiunea 1	32
173	Irigare Cap combinat Proj. Portiunea 2	32
58	Irigare Al Khalis Proj.Portiunea 1	18.2
172	Irigare Al Khalis Proj.Portiunea 2	18.2
62	Irigatii Bagdad Proj.Portiunea 1	67.5
174	Irigatii Bagdad Proj.Portiunea 2	67.5
61	Irigare Suwaira Proj.Portiunea 1	11.32
175	Irigare Suwaira Proj.Portiunea 2	11.32
65	Irigare Kusaiba Proj.Portiunea 1	4.05
176	Irigare Kusaiba Proj.Portiunea 2	4.05
64	Irigatii Diboni Proj.Portiunea 1	6.37
177	Irigatii Diboni Proj.Portiunea 2	6.37
68	Irigare Dalmaj Projct	38.2
47	Irigatii Badra-Jassan Projct.	12.74
70	Proiectul Irigatii Dujaila.	37.16
74	Proiectul de irigare Al Gharraf.	162
78	Proiect Butaira de irigare.	49.75
79	Proiectul de irigare Nahar saad.	7.3
81	Proiectul Irrigation Areeth.	12.78
82	Proiectul de irigare Kahlaa.	68.51
86	Proiectul de irigare Qala'at salih.	50
98	Proiect Rmadi irigatii.	22
106	Proiectul de irigare Saqlawiya.	37
107	Proiectul de irigare Al Muwahada	94.5
110	Proiectul de irigare Musaiab.	46.2
111	Proiectul de irigare Husainiya.	22.6
115	Proiectul Irigatii Bani Hassan.	32
117	Irigare Kifil Projct.	14.4
116	Proiectul de irigare Shatt Al Hilla.	245
123	Proiectul de irigare D/S Kufa Barrage.	90.8
130	Proiectul de irigare D/S Abbasiya Barrage.	78.4
144	Irigatii Basra Projct.	53.2

Principalii utilizatori de apă din bazinul Tigru- Eufrat

Rezultate

Alocare resurse apă

U.T.C.B.

Alloc

Luna de calcul 10
Afișează rezultate

Debite afluențe în perioada analizată (mc/s):

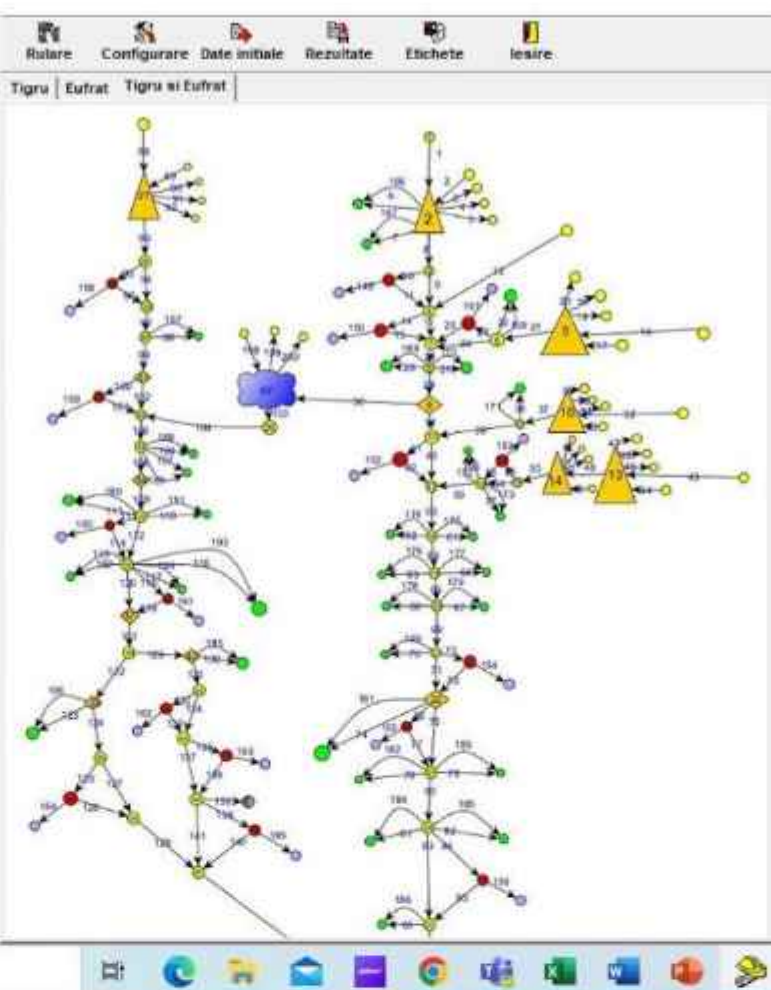
Arcuit	Debit[mc/s]
1: Inflow Tigris	229
12: Inflow Greater Zab	103
16: Inflow Lesser Zab	94
32: Inflow Udhaïm River	10

Volumul existent în acumulări (ml.mc):

Lacul	Volum [ml.mc]
1: Mossul Dam	1000.
2: Dokan Dam	600
3: Udhaïm Dam	300.
4: Darbandikhan Dam	500

Cerințe apă variabile lunar (mc/s):

Arcuit	Debit [mc/s]
6: Irrigation North Jazeera Project Porti	20
7: Irrigation South Jazeera Project Porti	22.5
22: Irrigation Lesser Zab Project Porti	43.45
27: Irrigation Al Dour Project Portion 1	15.



Tigris - Bazinul Eufratului și utilizatorii de apă pe fereastra ALLOC

Arcul nr.	Discripții	Cerere m3/s	Livrat m3/s
6	Proiectul de irigare North Jazeera Portiunea 1	20	20
166	Proiectul de irigare North Jazeera Portiunea 2	20	0
7	Proiectul de irigare South Jazeera Portiunea 1	22.5	22.5
167	Proiectul de irigare South Jazeera Portiunea 2	22.5	0
22	Proiectul de irigare Lesser Zab Partea 1	43.45	43.45
168	Proiectul de irigare Lesser Zab Partea 2	43.45	0
28	Irigare Ishaqi Proj.Portiunea 1	24.5	24.5
169	Irigatii Ishaqi Proj. Portiunea 2	24.5	0
29	Irigare Proiect Al Dour Portiunea 1	15	15
170	Irigare Proiect Al Dour Portiunea 2	15	0
38	Irigare Udhaïm Proj.Portiunea 1	11.375	11.375
171	Irigare Udhaïm Proj. Portiunea 2	11.375	0
57	Irigare Cap combinat Proj.Portiunea 1	32	32
173	Irigare Cap combinat Proj. Portiunea 2	32	0
58	Irigare Al Khalis Proj.Portiunea 1	18.2	18.2
172	Irigare Al Khalis Proj.Portiunea 2	18.2	0

62	Irigatii Bagdad Proj.Portiunea 1	67.5	67.5
174	Irigatii Bagdad Proj.Portiunea 2	67.5	0
61	Irigare Suwaira Proj.Portiunea 1	11.32	11.32
175	Irigare Suwaira Proj.Portiunea 2	11.32	0
65	Irigare Kusaiba Proj.Portiunea 1	4.05	4.05
176	Irigare Kusaiba Proj.Portiunea 2	4.05	0
64	Irigatii Diboni Proj.Portiunea 1	6.37	6.37
177	Irigatii Diboni Proj.Portiunea 2	6.37	0
68	Irigare Dalmaj Projrct	38.2	25.6
47	Irigatii Badra-Jassan Projrct.	12.74	8.71
70	Proiectul Irigatii Dujaila.	37.16	22.37
74	Proiectul de irigare Al Gharraf.	162	122.3
78	Proiect Butaira de irigare.	49.75	29.31
79	Proiectul de irigare Nahar saad.	7.3	4.55
81	Proiectul Irrigation Areeth.	12.78	8.62
82	Proiectul de irigare Kahlaa.	68.51	53
86	Proiectul de irigare Qala'at salih.	50	34.83
98	Proiect Rmadi irigatii.	22	17.2
106	Proiectul de irigare Saqlawiya.	37	20.9
107	Proiectul de irigare Al Muwahada	94.5	72.55
110	Proiectul de irigare Musaiab.	46.2	31.63
111	Proiectul de irigare Husainiya.	22.6	16.43
115	Proiectul Irigatii Bani Hassan.	32	23.61
117	Irigare Kifil Projrct.	14.4	8.31
116	Proiectul de irigare Shatt Al Hilla.	245	171.14
123	Proiectul de irigare D/S Kufa Barrage.	90.8	62.5
130	Proiectul de irigare D/S Abbasiya Barrage.	78.4	44.22
144	Irigatii Basra Projrct.	53.2	33.26

Cererea și livrarea de apă pentru proiectele de irigare din bazinul Tigru - Eufrat

Populația și industria primesc cererea integrală de apă, în timp ce agricultura primește cererea lor doar parțial. Se poate observa că sistemele de irigare din amonte primesc o mare parte din cerere, în timp ce sistemele din aval primesc cea mai mică parte.

Capitolul 8

Concluzie în funcție de obținerea rezultatelor

Reguli de funcționare

- ▶ Pentru bazinul râului Tigr, populația și industria nu sunt expuse riscului de deficit de apă, în timp ce cerințele de irigare nu pot fi satisfăcute în totalitate (grad de securitate pentru irigare între 50% - 80%).
- ▶ Pentru bazinele Lesser Zab și Diyala, cererea de irigare este satisfăcută între 50-80% în majoritatea cazurilor. Doar în câțiva ani cererea de irigare este acoperită în totalitate.
- ▶ În cazul bazinului fluviului Eufrat, cererea de irigare este satisfăcută între 50-80% în majoritatea cazurilor. În unii ani nici 50% din cererea de irigare nu poate fi acoperită, situație foarte dificilă mai ales în partea din aval a acestui bazin hidrografic..

Model de alocare temporală și spațială

- ▶ Rezultatele în bazinul hidrografic Mike au arătat că gradul de securitate a apei în bazinul Tigr (43% până la 70%) și în bazinul Eufrat (37% până la 60%) între cererea de apă și apa livrată consumatorului.
- ▶ Populația și industria primesc cerere completă de apă, dar sistemele de irigare din amonte primesc o mare parte din cerere, în timp ce sistemele din aval primesc cea mai mică parte..
- ▶ Programul Mike hydro ne oferă posibilitatea de a cunoaște apa care este furnizată fiecăruia dintre utilizatorii din bazin
- ▶ Mike Hydro Basin oferă opțiunea de a cunoaște volumul de apă și nivelul apei în funcție de timp din rezervor pe baza regulilor de funcționare ale fiecărui rezervor.
- ▶ Software-ul calculează bilanțul de apă pentru prima lună apoi ia rezultatul și îl consideră ca fiind condiția inițială pentru simularea celei de-a doua luni și așa mai departe.
- ▶ Mike-hydro ia în considerare volumul de apă la sfârșitul fiecărui pas de timp.
- ▶ Putem cunoaște incapacitatea (deficitul) de a asigura cererea de apă pentru fiecare utilizator.

Model ALLOC

- ▶ Rezultatele se referă la populația și industria primește întreaga cerere de apă, în timp ce agricultura primește doar parțial cererea lor în multe situații.
- ▶ Toate sistemele de irigare primesc prima porțiune (50% din cerere).
- ▶ Se poate observa că sistemele de irigare din amonte primesc și întreaga a doua porțiune de cerere, în timp ce sistemele din aval nu primesc nimic din a doua porțiune.
- ▶ O soluție pentru a evita o astfel de situație este introducerea unui al 3-lea arc pentru fiecare cerere de irigare și alegerea adecvată a coeficienților de penalizare pentru a satisface în mod echitabil toate sistemele de irigare.

Experții în apă spun că războaiele din secolul XXI vor fi războaie pentru apă, la fel cum secolul al XX-lea a fost scena războaielor globale și regionale pentru controlul surselor de energie, dintre care în primul rând petrolul. Amenințarea gravă la care este expusă țara a început de când Turcia și Iranul au început să-și pună în aplicare planurile pentru construirea de baraje (22 și respectiv 45) pe bazinele hidrografice comune. Condițiile din jurul Irakului ca urmare a politicilor greșite și a războaielor continue care au afectat Irakul prin neimplementarea unei infrastructuri moderne

pentru realitatea agricolă, toate acestea au dus la o scădere continuă și periculoasă a afluxului și o mare scădere a resurselor de apă în Irak..

- ▶ Un dezechilibru major în controlul distribuției apei în Irak, ca urmare a creșterii nevoii și cererii de apă din cauza creșterii populației care necesită asigurarea nevoilor de apă.
- ▶ Extinderea uriașă a proiectelor agricole prin creșterea suprafețelor potrivite pentru agricultură, unde acest sector reprezintă securitatea alimentară pentru Irak, precum și extinderea sectorului industrial, iar acest lucru se datorează naturii creșterii în țări ca urmare a creșterii populației, unde Irakul are o rată mare de creștere (aproximativ 3 %).
- ▶ Deoarece nu există baraj pe Marele Zab, Irakul trebuie să construiască baraje suplimentare pentru a-și extinde capacitatea de stocare. Acest lucru este deosebit de important în regiunea din aval a Marelui Zab.

Capitol 9

Contribuții personale

1. Înțelegerea sistemului de management al apei în Irak.

2. O sinteză a cererilor de apă.

3. Simulări ale sistemelor de gospodărire a apei în diferite scenarii folosind 3 abordări diferite bazate pe modelare matematică, derivând:

- Regulile de funcționare ale fiecărui rezervor ținând cont de interdependența acestora,
- O evaluare a gradului de securitate a apei la nivelul fiecărui rezervor și la nivel național.
- Cea mai bună alocare a resurselor de apă.

4. Interpretarea și sinteza rezultatelor.

5. Recomandări pentru evoluțiile viitoare ale modelării matematice, inclusiv o analiză detaliată a coeficienților penalităților utilizați în alocarea apei.

6. Recomandări pentru factorii de decizie având în vedere atât politica internă, cât și cea externă:

- Pe plan intern, atenția trebuie concentrată pe irigarea economisitoare de apă și încurajarea irigației prin picurare; o atenție specială a fost sugerată pentru problemele de mediu precum salinizarea și debitul ecologic.
- Pe plan extern, să negocieze cu țările din amonte (Turcia și Iran) pentru o repartizare corectă a resurselor de apă pe baza celor mai bune practici și a normelor internaționale.