# Conjunctive use of surface and groundwater

IUST

A. Afshar MJ. Imami

Winter 1399

# مزاياي ذخيره سازي زيرسطحي

- هزينه اجرايي بسيا ناچيز
- پر نشدن با رسوبات
- تبخير بسيار اندك
- عدم اشغال زمين و مراتع و جنگل ها
- عدم تغذيه گرايي ( اوتريفيكاسون)
- عمر طولاني در صورت مديريت خوب( در صورت مديريت بد ممكن است با نشست زمين، افت سطح آب، متراكم شدن لايه آبدار، تداخل آب شور و زوال كيفي مواجه شويم)
- عدم تداخل با آثار باستاني و فرهنگي
- عدم تاثير نامطلوب بر كاربري هاي رودخانه اي چون ماهيگيري و قايق راني ،و...

# مزاياي بهره برداري تلفيقي

- افزايش آبدهي ( با كاهش ورود آب به اقيانوس ها، پيكره هاي شور، و كاهش تبخير)
- متعادل و جبران كردن توزيع نا مطلوب آبهاي سطحي
- امكان ذخيره سازي و برداشت نزديكتر به محل مصرف
- با سيستم توزيع سطحي كوچكتر قابل بهره برداري است ( توزيع گسترده چاه ها)
- مديريت تقاضاي بسيار ارزشمند تر آب در دوره هاي خشك
- مخازن سطحي بسار كوچكتر
- كاهش هزينه پوشش كانال ها( آب نفوذ كرده آبخان را تغذيه خواهد كرد)
- امكان افزايش ظرفيت مهار سيل در مخازن( با انتقال حجم قابل توجهي از آب مخزن سطحي به آبخان)

# محدوديت هاي بهره برداري تلفيقي

**الف: محدوديتهاي فيزيكي و بهره برداري**

- ناكافي بودن آب براي تغذيه سفره زيرزميني
- عدم وجود آبخان با ويژگي و ظرفيت مناسب
- ناكافي بودن شدت نفوذ براي تغذيه سفره
- هزينه و وجود زمين براي تغذيه و پخش آب
- ناكافي بودن تعداد و ظرفيت پمپاژ براي دوره هاي خشكسالي
- توسعه در بالادست( سد جديد و يا تغيير سياست بهره برداري سيتسم موجود) ميتواند كميت و كيفيت آب را براي بهره برداري تلفيقي و تغذيه سفره تحت تاثير قرار دهد
- تغيير در كاربري زمين در بالا دست ميتواند سيستم تلفيقي را متاثر كند
- انرژي الكتريكي مطمئن
- وقوع دوره خشك ديگر قبل از اينكه سيستم ذخيره سطحي فرصت پرشدن پيدا كرده باشد

# محدوديت هاي بهره برداري تلفيقي

## ب: محدوديت هاي مالي و سازماني

- اختلاف قيمت آب سطحي نسبت به زيرسطحي
- تغيير مكرر بهره برداران از منابع سطحي به زيرزميني
- امكان عدم اقبال سياستگزاران و مردم
- اعتبار پروژه ممكن است از منابع مختلف تامين شود و تخصيص هزينه ها را مشكل كند
- صعوبت تفهيم رفتار آبخان در مقابل سد براي اكثر بهره برداران
- لزوم اعمال قدرت جدي مسولي

# Introduction

- بيشترين طرح هاي بزرگ تامين آب متوجه آبهاي سطحي و سد هاي بزرگ بوده است
-

يكي از دلايل عدم توجه به سيستم هاي بهره برداري تلفيقي را ميتوان در عدم وجود دستورالعمل هاي بهره برداري از اين سيستم هاي مركب و تخصيص مقبول و عادلانه هزينه هاي افزايش ظرفيت و منافع حاصله خلاصه كرد

بنابراين:

# Introduction

- از آبهاي زيززمني بصورت سنتي براي جبران كمبودها در دوره هاي كم آبي و كسري آب سطحي استفاده ميشده است

- بهره برداري تلفيقي ميتواند سبب ارتقاي قابليت اعتماد تامين آب نسبت به قابليت اعتماد منابع مختلف به صورت مجرد گردد

# Introduction

- سيستم هاي ذخيره سطحي زيرسطحي هزينه ها و محدوديت هاي متفاوت و منحصر بخود را دارند
- مخازن آب سطحي با سرعت پر و خالي ميشوند در حالي كه تخليه آبخان ها محدود به ظرفيت سيستم پمپاژ است كه اندك و هزينه بالايي دارد
- از طرف ديگر ظرفيت ذخيره آبخان ها ، در اكثر حوضه هاي آبي، به مراتب بيش از ظرفيت ذخيره سطحي است
- ذخيره سطحي با هزينه بالا و تبخير زياد همراه است

# Introduction

- با استفاده مطلوب از مشخصه هاي كاملا متفاوت مخازن سطحي و زيرسطحي ميتوان به سياست هاي بهره برداري تلفيقي بسيار مناسبي براي افزايش چشمگير قابليت اعتماد تامين آب رسيد
- با توجه به عدم قطعيت هاي متفاوت منابع تامين آب ميتوان با تركيب و افزايش ظرفيت ذخيره و برداشت از منابع سطحي و زيرسطحي از خاصيت هم افزايی منابع متفاوت در كنار هم حداكثر بهره را برد

# Introduction

- منابع آبهاي سطحي و زيرزميني در موارد زير با هم تفاوت جدي دارند:
- عواقب زيست محيطي
- كيفيت آب
- توان كنترل سيلاب
- پتانسيل توليد انرژي
- تلفات از طريق نفوذ و تبخير
- كنترل  قانوني

# Introduction

- درمقابل احتمال شکست در بازه زماني طولاني بهره برداري از آبهاي زير زميني، استفاده گسترده از آبهاي سطحي ممکن است منجر به شکست هاي سالانه و فصلي شود
- 
- تفاوت در مقياس زماني شکست به دليل حجم به مراتب کمتر مخازن آبهاي سطحي در قياس با حجم ذخيره آبخان ها است

# Conjunctive use ; Definitions

1. "Conjunctive water use refers to simultaneous use of surface water and groundwater to *meet crop demand*". Conjunctive management, by contrast, refers to efforts planned at the scheme and basin levels to optimize productivity, equity, and environmental sustainability by simultaneously managing surface and groundwater resources."

# Conjunctive use ; Definitions

- استفاده تلفيقي از آبهاي سطحي و زيرزميني به بهره برداري مشترك و همزمان منابع آب سطحي و زيرزميني براي تامين نياز كشاورزي اطلاق ميشود

- مديريت تلفيقي اشاره به برنامه ها در سطح حوضه آبريز دارد تا بهره وري، عدالت، و پايداري محيط زيستي را با مديريت همزمان منابع آبهاي سطحي و زيرزميني بهينه نمايد

# Conjunctive use ; Definitions

- بهره برداري مشترك شامل بهره برداري هماهنگ بين آبهاي سطحي و زيرزميني براي تامين نيازهاي آبي با رعايت حفاظت و صرفه جويي آب صورت ميگيرد
- 
- بهره برداري تلفيقي اشاره به استفاده هماهنگ آبهاي سطحي و زيرزميني در دوره هاي كم آبي و پر آبي دارد

# Simplified Definition

- استفاده اقتصادی و بهینه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی بطوری که یک منبع بتواند( با طریق در اختیار گذاشتن زخیره موجود و یا فرصت برداشت بیشتر) کمبودهای زمانی و مکانی منبع دیگر را جبران کند

# بهره‌برداری تلفیقی

- . بهره‌برداری تلفیقی بر اساس انواع بهره‌برداری می‌تواند به‌صورت "فعال" یا "غیرفعال" صورت پذیرید. در بهره‌برداری تلفیقی غیرفعال، تغذیه آبخوان‌ها به‌صورت غیرعمدی از طریق تعامل رودخانه و آبخوان، کانال‌های بدون پوشش، نفوذ عمقی آب در آبخوان به‌واسطه آبیاری منطقه کشاورزی و ... انجام می‌پذیرد. Active
- Passive

# بهره‌برداری تلفیقی

- در بهره‌برداری تلفیقی فعال، در فصول پر آب، بخشی از آب‌های سطحی به‌صورت عمدی به آبخوان‌ها تزریق می‌شوند.
- از سازه‌های تغذیه عمدی آبخوان درروش فعال می‌توان به کانال‌های انحراف، حوضچه‌های نفوذ و چاه‌های تزریق اشاره نمود.

# انواع سیستم‌های بهره‌برداری تلفیقي فعال

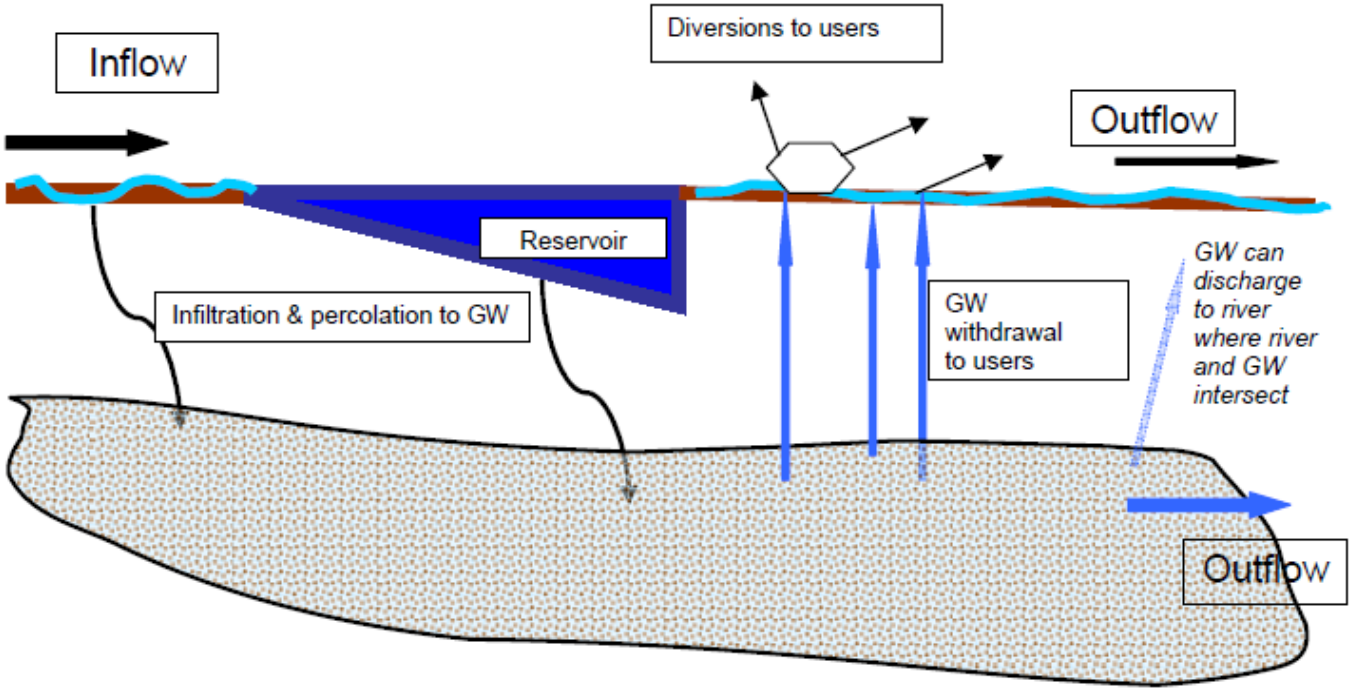
1- انحراف از رودخانه،

2- سد و آبخوان و

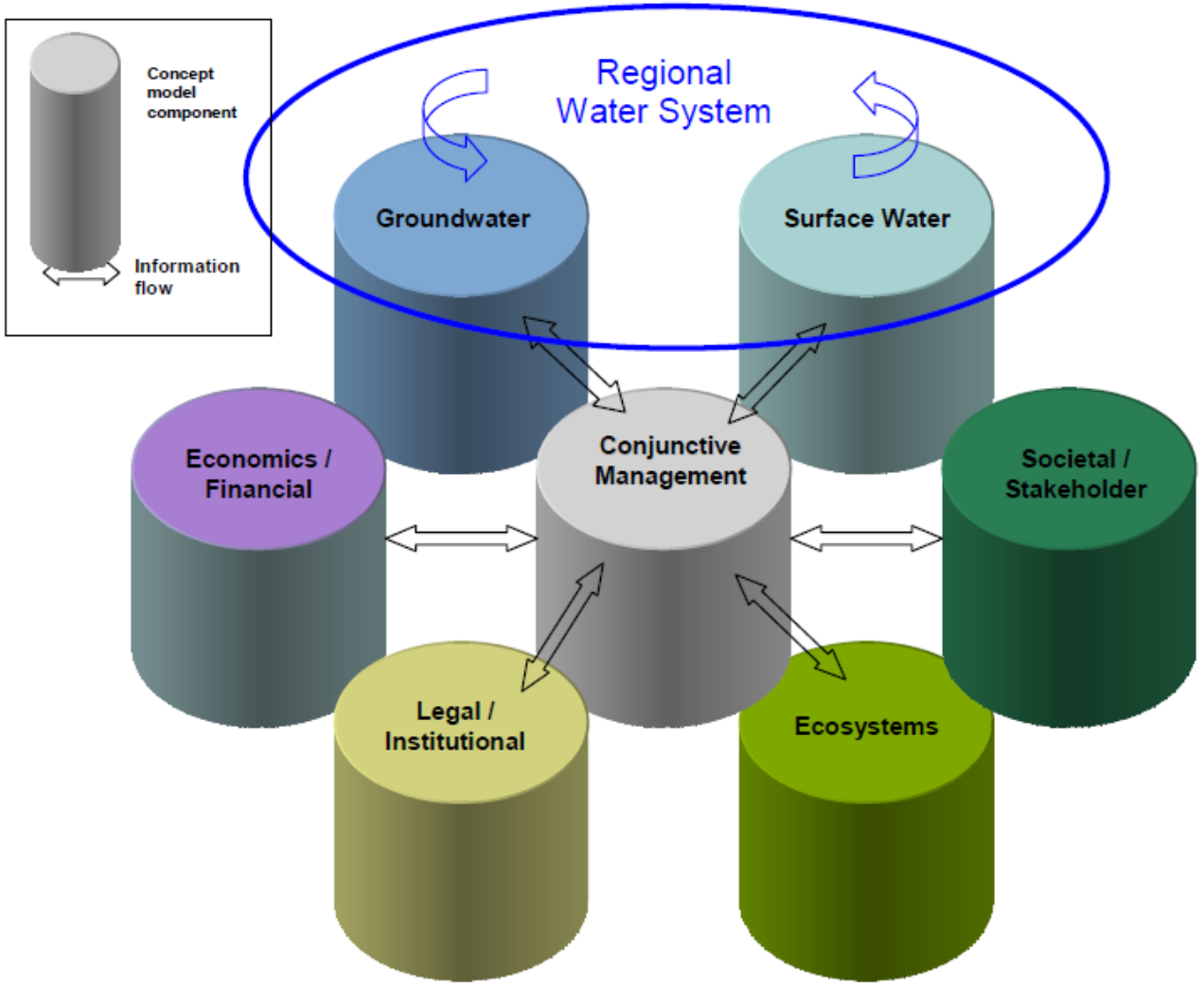
3- سیستم کامل.

- سیستم کامل شامل سد، آبخوان، رودخانه و سیستم‌های انتقال است.
- *نشان داده شده استکه این سیستم‌ها باعث افزایش کارایی و کاهش هزینه نسبت به استفاده تعداد بیشتری از سدها و مخازن که به‌صورت تکی عمل می‌کنند، می‌شوند*

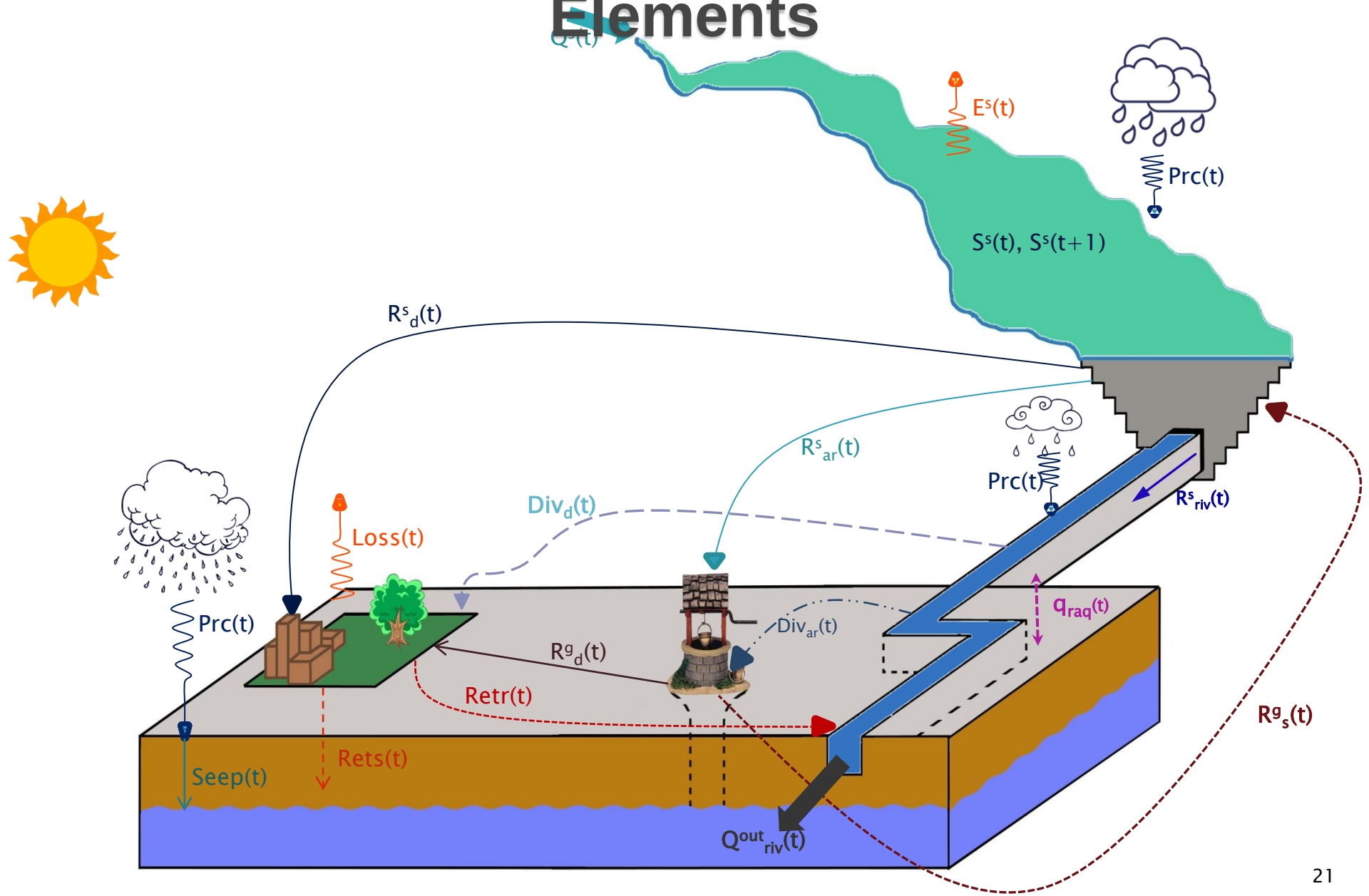
# "Pipes" and "Buckets" diagram of conjunctive use



# Conceptual Model

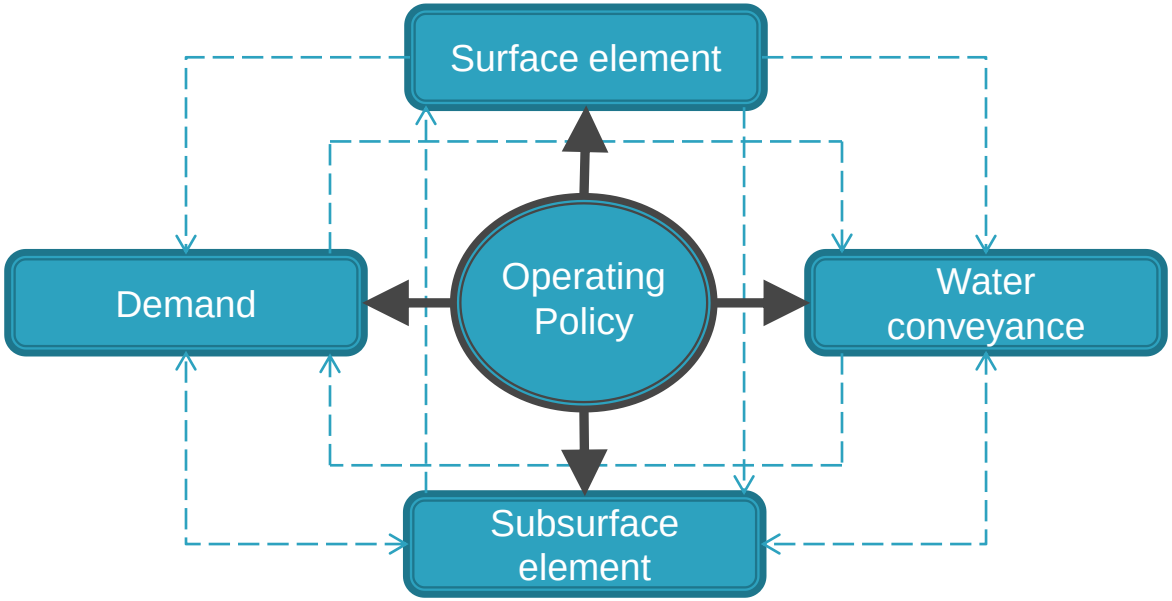


# Physical Model: Cyclic Storage System Elements



# Full Cyclic Storage System: Conceptual Model

- New definition
- Interactive loop between the elements



# Introduction to Modelling

- سياست هاي كنترل موثر "به روز" را ميتوان با روش شبيه سازي- بهينه سازي و كاربرد روشهاي تحليل سيستم ها شناسايي كرد
- مدل شبيه سازي: ساختار و ديناميك سيستم بهره برداري تلفيقي را شبيه سازي كرده تا بتوان گزينه هاي مديريتي پيشنهادي را ارزشيابي كرد
- مدل بهينه سازي: به صورت سريع و موثر ميتواند بهترين گزينه كنترلی و مديريت سيستم را از بين تعداد زياد گزينه هاي رقيب شناسايي كند

# Management Approach

- براي بهره برداري تلفيقي، تحليل سيستم ميتواند سياست هاي كنترلي را شناسايي كند كه به بهترين شكلي ميزان ذخيره و برداشت را به هر يك از زير سيستم هاي سطحي و زيرسطحي تخصيص ميدهد
- اضافه بر آن، از تحليل سيستم ها ميتوان براي ارزيابي صريح منافع افزودن يك زيرسيستم ذخيره اي جديد سطحي و يا زيرسطحي به سيستم موجود تامين آب استفاده كرد

# Modeling Approach

- در شرايط وجود عدم قطعيت در داده ها، تصميمات كنترلي مناسب را نميتوان بر اساس برنامه هاي كنترلي از قبل تعيين شده تدارك ديد. چرا كه اطلاعات راجع به ورودي هاي آتي سيستم ، چون آورد رودخانه، در دست نيست
- به همين دليل، مديران به سمت تصميمات "به روز" ميروند كه از آخرين اطلاعات موجود در لحظه تصميم گيري استفاده ميكند( و نه داده هاي قبلي)

# Modeling Approach

Thus, the problem is how to optimize

- ***"control policies" rather than "control schedules".***

- The goal is to identify control policies that achieve the best system performance from current and future operations.

# Modeling Approach

- بنابراين، مساله بهينه كردن" سياست هاي كنترلي" به جاي " برنامه هاي عملياتي كنترلي" متمايل ميشود
- در اين صورت، هدف يافتن سياست هاي كنترلي است كه بهترين عملكرد را براي بهره برداري هاي موجود و آينده تامين ميكند

# Simplified Physical Model

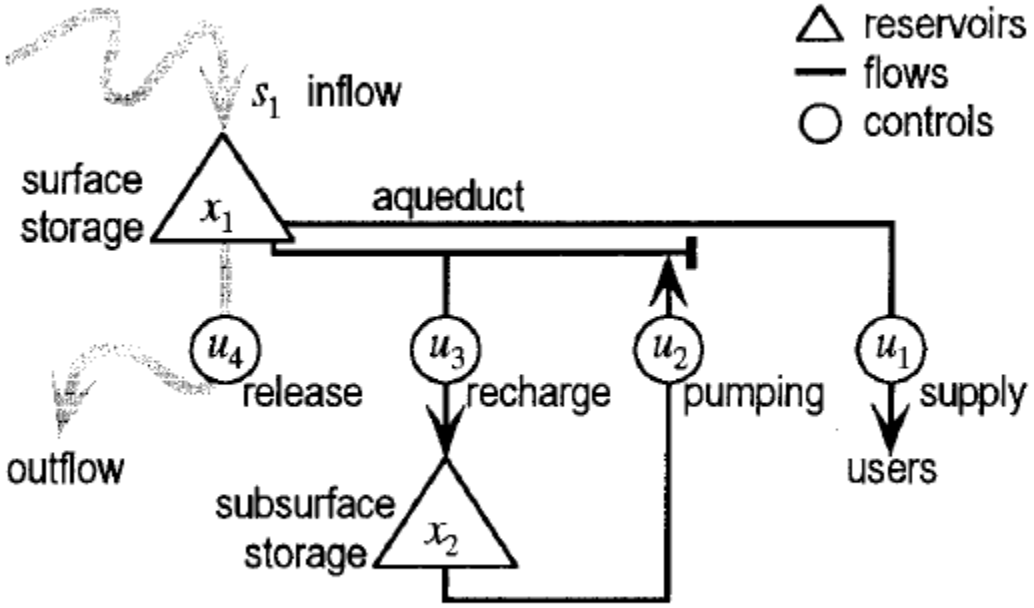



**Figure 1.** The conjunctive-use model.

# Management Modeling Approaches

- Lumped modeling approach (توده‌ای)

  توزیع مکانی مؤلفه‌های هیدرولیکی و رفتاری سیستم در مدل لحاظ نمی‌گردد

- Distributed modeling approach (پارامتر گسترده یا توزیعی)
- زیرسیستم‌های آب زیرزمینی و رودخانه که عموماً ناهمگن هستند، به‌صورت گسترده و مخزن سطحی که ازلحاظ کمی همگن فرض می‌شود، به‌صورت توده‌ای مدل می‌گردند.
  a. Embedding Method
  b. Unit Response Function Method
  c. Simulation-optimization

# Management Modeling Approaches

## روش درون‌گذاری

- درروش درون‌گذاری، معادلات دیفرانسیلی حاکم بر آبخوان با استفاده از روش‌های عددی به مجموعه‌ای از معادلات جبری هم‌زمان تبدیل‌شده و این معادلات به‌صورت قیدهایی به‌طور مستقیم در مدل بهینه‌سازی وارد می‌گردند.
- بدین ترتیب در مسائل واقعي، حجم مدل حاصل بسیار بزرگ‌شده و لذا کاربرد روش محدود می‌گردد

# Management Modeling Approaches

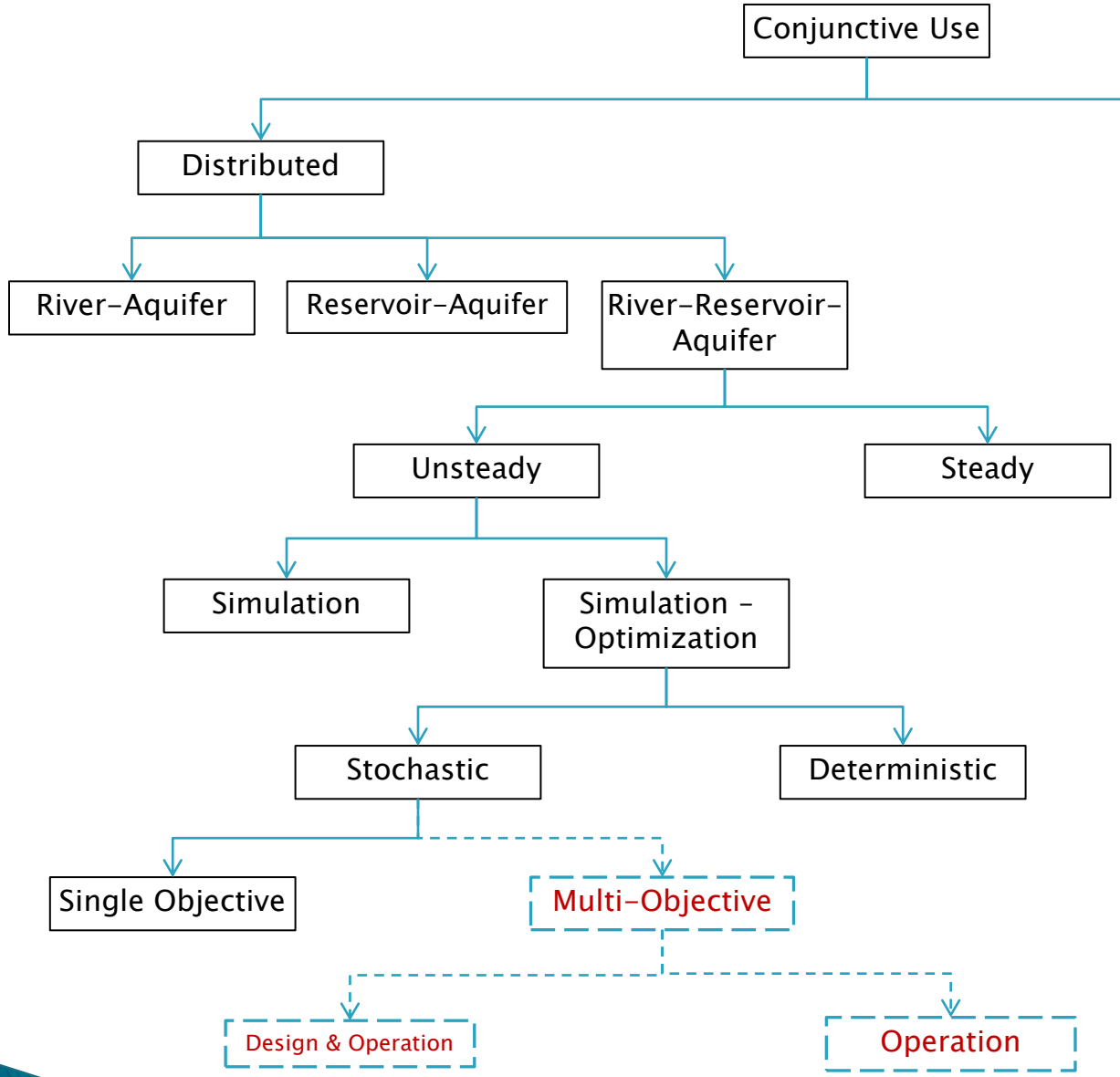
## روش ماتریس پاسخ واحد

- ماتریسی است که مولفه های آن تغییر در تراز چاه k در انتهای دوره‌ی زمانی n در اثر تحریک(پمپاژ یا تغذیه) واحد در چاه j در دوره‌ی زمانی t، است.
- ماتریس پاسخ واحد از حل تحلیلی معادله‌ی دیفرانسیلی جزئی جریان سه‌بعدی در یک آبخوان ناهمگن و غیر همسانگرد(معادله‌ی بوسینسک) برای منابع نقطه‌ای به دست می‌آید.

$$s(k,n) = \sum_{t=1}^{n} \sum_{j=1}^{NK} \beta_k(k,j,n-t+1).q(j,t)$$

# تهیه ماتریس پاسخ واحد

- یک‌بار مدل شبیه‌سازی بدون اعمال هیچ‌گونه تحریکي اجراشده و پاسخ‌ها ثبت می‌گردند(شرایط صفر).
- این کار براي در نظر گرفتن اندرکنش‌های طبیعي بین اجزاي سیستم انجام می‌شود تا پاسخي که به دست می‌آید فقط ناشي از تحریك(مصنوعي) اعمال‌شده به سیستم باشد .
- آنگاه هر بار تحریك واحدي براي یکي از عوامل تحریک‌کننده در نظر گرفته‌شده و مدل شبیه‌سازی مجدداً اجرا می‌شود.
- در هر اجرا، پاسخ عامل(یا عوامل)تحریك شونده به ازاي تحریك واحد اعمال‌شده ثبت می‌گردد. این پاسخ عبارت است از تغییر در تراز آب زیرزمینی یا تبادل جریان بین رودخانه و آبخوان در دوره‌های متوالي. پاسخ خالص حاصل از تحریك موردنظر به‌تنهایی، از تفاضل این مقدار و مقدار نظیر در شرایط صفر حاصل می‌شود. ماتریس پاسخ هر عامل تحریك شونده، از کنار هم گذاشتن پاسخ خالص تک‌تک عوامل تحریک‌کننده، حاصل می‌گردد.




Barlow et al. (2003)
Safavi et al. (2007)

# TYPES OF CONJUNCTIVE-USE PROJECTS

- (1) Stream diversions;
- (2) dam and aquifer only; and
- (3)complete system

# SYSTEM ANALYSIS

- With existing modeling and computer capability, conjunctive-use schemes can be analyzed with respect to:

  size and number of surface reservoirs,

  size of stream diversions and conduits,

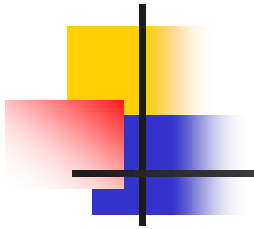
  number of ground-water basins, and

  operation schedules

to determine best combinations to meet program objectives.

# SYSTEM ANALYSIS

- The single or multiple objectives may be defined as
  - satisfying water demands
    - maximizing yield,
  - Max.net farm income, or
    - Max.net benefits or
    - minimizing costs,
    - Max. Sustainability
  - Min.adverse environmental impacts, or
  - Min.power consumption.



?

?

**The two most important issues and questions:**

**1- storage of surplus water** : where to store water and which reservoirs to develop: surface or subsurface?

2- **optimal allocation of water withdrawals.**

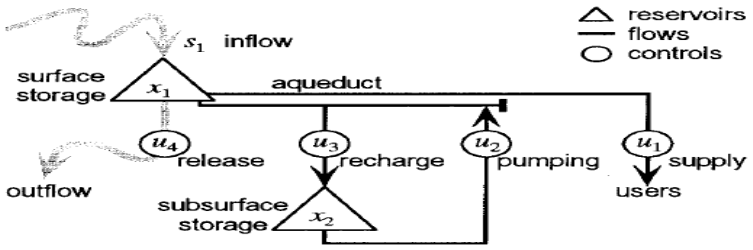



**Figure 1.** The conjunctive-use model.

| متغير | نوع | تعريف |
|---|---|---|
| u1 | control | آب تامين شده براي مصرف كنندگان، در سال |
| u2 | control | پمپاژ آب زيرزميني، در سال |
| u3 | control | تغذيه آب زيرزميني، در سال |
| u4 | control | رها سازي از مخزن سطحي به پايين دست، در سال |
| x1 | state | حجم ذخيره در مخزن سطحي |
| x2 | state | حجم ذخيره در مخزن زيرسطحي |
| s1 | stochastic | جريان ورودي به مخزن از رودخانه |

**U**(u1,u2,u3,u4) , **X**(x1,x2)

# رويكرد مدلسازي

- در اين مدل هدف كمينه كردن ارزش حاضر هزينه تجمعي بهره برداري در يك افق برنامه ريزي چندين سال است

- اگر هزينه تصميم هاي بهره برداري براي هر گام زماني را با Ctiنمايش بدهيم كه معرف هزينه عملياتي بردار بهره برداري **U**(u1,u2,u3,u4) است، ارزش حاضر هزينه تجمعي عمليات بهره برداري در طول بازه زماني مورد نظر برابر خواهد بود با:

$$V = \sum_{i=1}^{N} (1 - r)^i C_{t_i}(\mathbf{u})$$

# متغير هاي حالت سيستم

- حال بردار متغير هاي حالت سيستم را ، كه شرايط موجود سيستم را تعريف و مشخص ميكند، با **X**(x1,x2) نمايش ميدهيم
- هزينه عملياتي هر بردار تصميم بستگي به بردار متغير حالت ( وضع موجود سيستم) دارد
- تغييرات در حالت سيستم را ميتوان با تغييرات متغير هاي حالت و تصميم تبيين كرده و  با رابطه انتقالي زير تعريف كرد:

$$\mathbf{x}_{(t_i+1)} = \mathbf{T}_{t_i}\left(\mathbf{x}_{(t_i)},\ \mathbf{u}_{(t_i)},\ \mathbf{s}_{(t_i)}\right)$$

# تغییرات در حالت سیستم

- تغییرات در طول بازه زماني بين $[ti, ti+1]$ تابع مقدار اوليه متغيرهاي حالت $\mathbf{x}(ti)$, و متغير تصميم $\boldsymbol{u}(ti)$, و ورودي هاي غير قطعي $\boldsymbol{s}(ti)$ ( در صورت وجود) خواهد بود.
- رابطه انتقالي ميتواند از یک مدل توده ای تا یک مدل توزیعی و یا نیمه توزیعی متغیر باشد

$$\mathbf{x}_{(t_i+1)} = \mathbf{T}_{t_i}(\mathbf{x}_{(t_i)}, \mathbf{u}_{(t_i)}, \mathbf{s}_{(t_i)})$$

# سيستم قطعي

- آنگاه که تمامي ورودي هاي سيستم قطعي باشند ( و يا از ابتدا معلوم و يا مفروض باشند)، تصميماتي که در هر گام زماني بهينه ( کمترين هزينه) باشند تصميمي است که هزينه تجمعي را با رعايت قيدهاي فيزيکي و سياستي و با حل رابطه زير کمينه ميکند:

$$F_{t_1}(\mathbf{x}) = \min_{\mathbf{u}(t_1),\ldots,\mathbf{u}(t_N)}\{V\}$$

$$V = \sum_{i=1}^{N} (1-r)^i C_{t_i}(\mathbf{u})$$

# حالت قطعی(Deterministic)

دقت کنید که با معلوم بودن آورد رودخانه(s1):

- براي حالت اوليه $x(t1)$و
- هر سري زماني تصميم كنترلي $[u(t1),....,u(tN)]$, ميتوان حالت آينده سيستم را براي بازه هاي زماني مورد نظر $[x(t2), ... .., x(tN+1)]$ تعريف و محاسبه كرد

$$x_{(t_{i+1})} = T_{t_i}(x_{(t_i)}, u_{(t_i)}, s_{(t_i)})$$

- در نتيجه،رفتار سيستم را ميتوان فقط با يك برنامه كنترلي منحصر به فرد بهينه كرد

# حالت غیرقطعی(Stochastic)

- در صورت وجود داده هاي غيرقطعي، تصميمات كنترلي مناسب را نميتوان بر اساس يك برنامه كنترلي از پيش تعيين شده تعريف و تعيين كرد. چرا كه حالات آينده سيستم از قبل مشخص و قابل تعريف نيست

# حالت غير قطعي(Stochastic)

- در اين صورت بهتر است تصميمات به صورت سري هاي سياست كنترلي{**U**($t_1$),....., ***U***($t_N$)} *(نه فقط یک سیاست)* ارايه شود كه تصميمات بهينه را براي دامنه هاي شدني حالات سيستم ارايه ميكند .

(مثلا مشخص ميكند كه براي يك حجم آب سطحي موجود و يك حجم آب زيرزميني موجود چند درصد از كل نياز بايد تامين شود و اين درصد تامين چگونه بين آبهاي سطحي زيرزميني تخصيص يابد).

- طبيعتا بهترين سياست هاي كنترلي بايد هزينه انتظاري تجمعي را ، با رعايت قيدهاي فيزيكي و سياستي ، و حل رابطه زير، كمينه كند

$$F_{t_1}(\mathbf{x}) = \min_{\mathbf{U}_{(t_1)},\ldots,\mathbf{U}_{(t_N)}}\{\mathrm{E}_{\mathbf{s}_{(t_1)},\ldots,\mathbf{s}_{(t_N)}}\{V\}\}$$

# حالت غیر قطعی(Stochastic)

بنابراين ، سيستم را ميتوان با متغير ها و پارامترهاي زير تشريح كرد:

- ۱- متغير هاي كنترلي ،**U**، كه شامل تصميمات تامين آب براي ارضاي نياز ها و چگونگي تخصيص آب به مخازن سطحي و زيرسطحي
- ۲- متغيرهاي حالت ،**X** ، كه ميزان آب ذخيره شده ( موجود) در هر يك از مخازن سطحي ر زيرسطحي را مشخص ميكند،
- ۳- متغير هاي غير قطعي ، **S**، كه معرف جريان ورودي به مخزن سطحي است

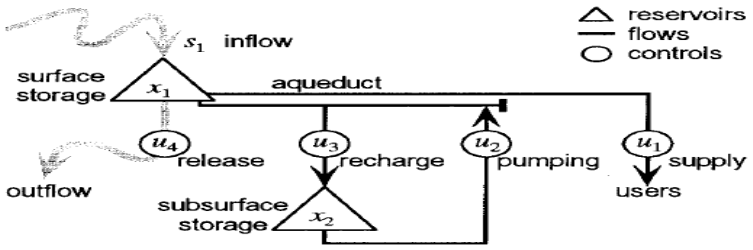



**Figure 1.** The conjunctive-use model.

| متغير | نوع | تعريف |
|---|---|---|
| u1 | control | آب تامين شده براي مصرف كنندگان، در سال |
| u2 | control | پمپاژ آب زيرزميني، در سال |
| u3 | control | تغذيه آب زيرزميني، در سال |
| u4 | control | رها سازي از مخزن سطحي به پايين دست، در سال |
| x1 | state | حجم ذخيره در مخزن سطحي |
| x2 | state | حجم ذخيره در مخزن زيرسطحي |
| s1 | stochastic | جريان ورودي به مخزن از رودخانه |

# حالت غیرقطعی(Stochastic)

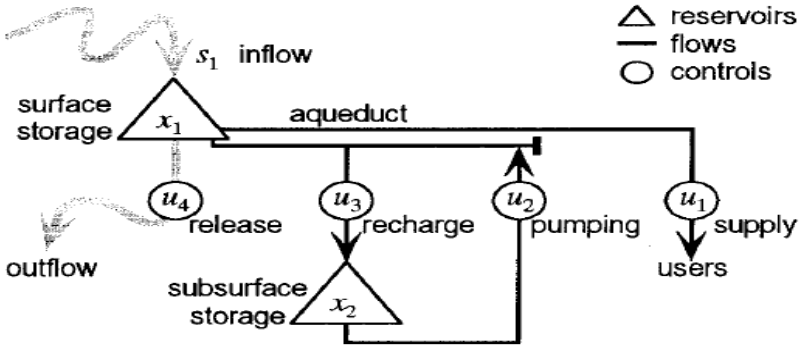



**Figure 1.** The conjunctive-use model.

- *در حالت مدلسازی توده ای ،* با اعمال تصميمات كنترلي و ورودي به مخزن، حالت سيستم را ميتوان با رابطه انتقالي خطي زيرتعريف كرد:

$$(x_1)_{t+1} = (x_1 - u_1 + u_2 - u_3 - u_4 + s_1)_t$$

$$(x_2)_{t+1} = (x_2 - u_2 + u_3)_t$$

- هزينه تصميمات كنترلي در هر گام زماني را ميتوان برابر مجموع هزينه هاي پمپاژ ، كمبود آب، و هزينه هاي تغذيه دانست

- $C(u)$= ***shortage cost + pumping cost + recharge cost***

# Shortage Cost

- برآورد هزينه و منافع(درآمد) مصرف آب در عمل بسيار دشوار و مشمول مناقشه است
- براي اينكار لازم استكه تخمين واقعي و صريح از اثرات اقتصادي و اجتماعي مصرف آب را داشت
- در مواردي سعي شده است كه هزينه سهميه بندي تخصيص و مصرف آب را به " تمايل به پرداخت" مصرف كنندگان مرتبط كنند

# فرايند جبره بندي

- دقت كنيد كه سياست هاي كنترلي بايد بتواند اثرات تصميمات اتخاذ شده را بر روي هزينه هاي آتي لحاظ كند .چرا كه تصميمات كنترلي در زمان حاضر در واقع گزينه هاي مديريتي آينده را محدودتر خواهد كرد

- در نتيجه، مديران بهره بردار ممكن است انگيزه خوبي براي ارتقاي عملكرد آينده ، با چشم پوشي كردن و مصالحه قسمتي از منافع حال حاضر داشته ، و مثلا هزينه هاي كوتاه مدت را بپذيرند.
- در نتيجه مديران با مصالحه بين منافع كوتاه مدت با منافع درازمدت، وارد *فرايند جبره بندي* ميشوند

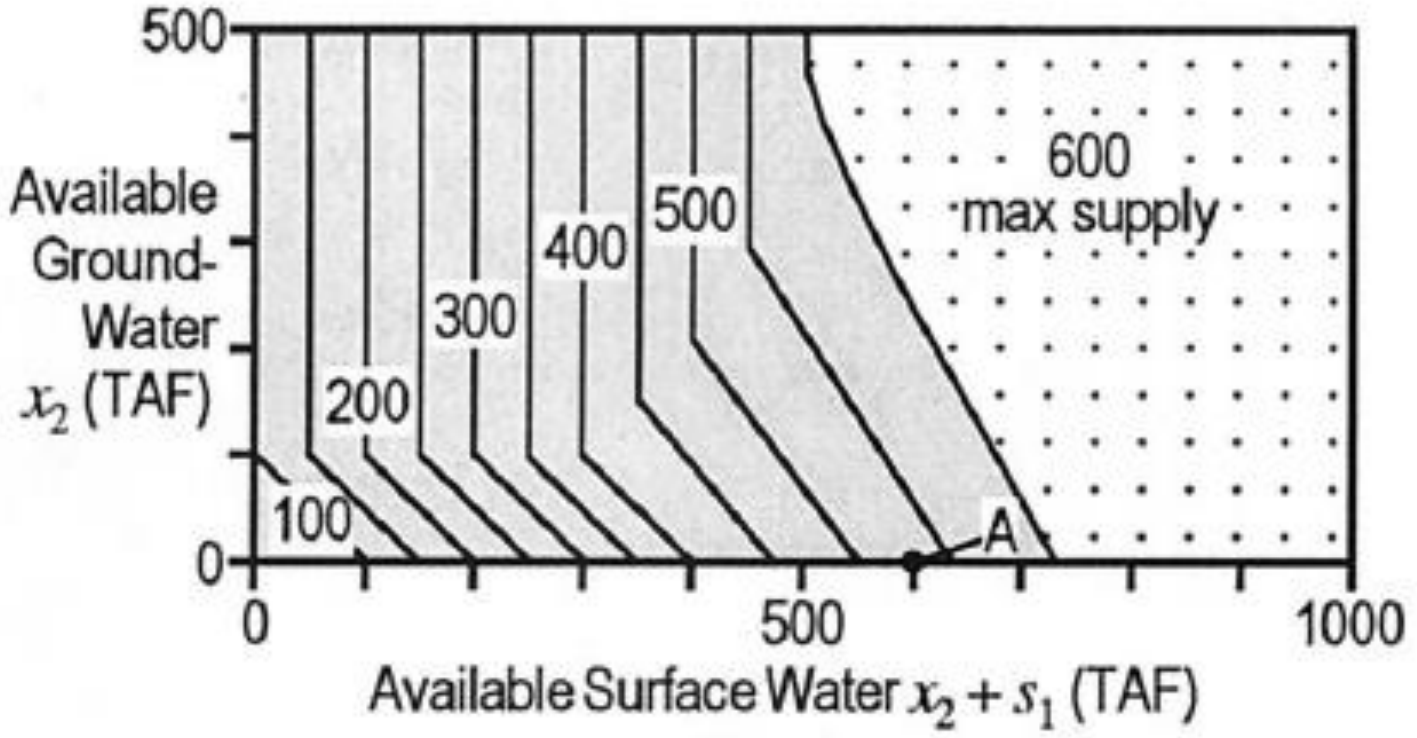
# مدل بهينه سازي

- جيره بندي ، بخصوص وقتي كه داده ها و ورودي هاي غير قطعي سيستم بتواند سبب خروجي هاي بسيار خسارت بار شود، اهميت پيدا ميكند

- مثلا افزايش غيرخطي و با شيب تند هزينه كمبود آب (deficit)به مديران انگيزه خواهد داد تا در تامين آب جيره بندي محتاطانه اي اعمال كنند تا مانع اعمال سهميه بندي بالقوه بسيار شديد ( با هزينه سنگين) در آينده شوند
- براي اينكار ميتوان در مدل بهينه سازي هزينه انتظاري سهيمه بندي آب ، پمپاژ ، و تغذيه مصنوعي را كمينه كرد
  - *Minimize C(**u**)= **shortage cost** + **pumping cost** + **recharge cost***

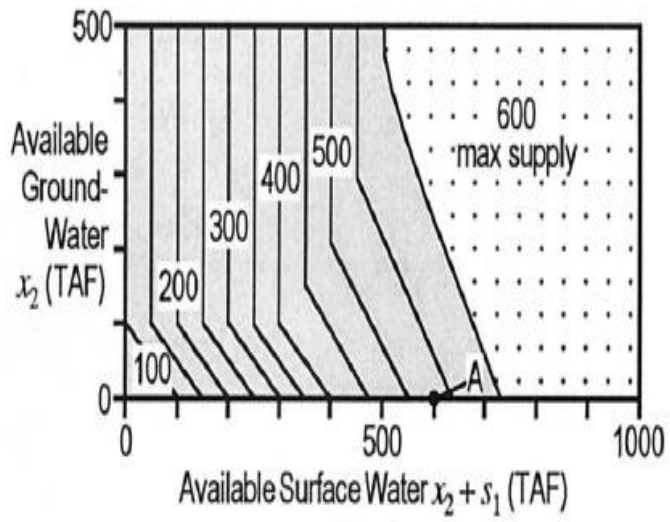
# Control Policy Results

**Supply Policy**



# Control Policy Results

## Supply Policy



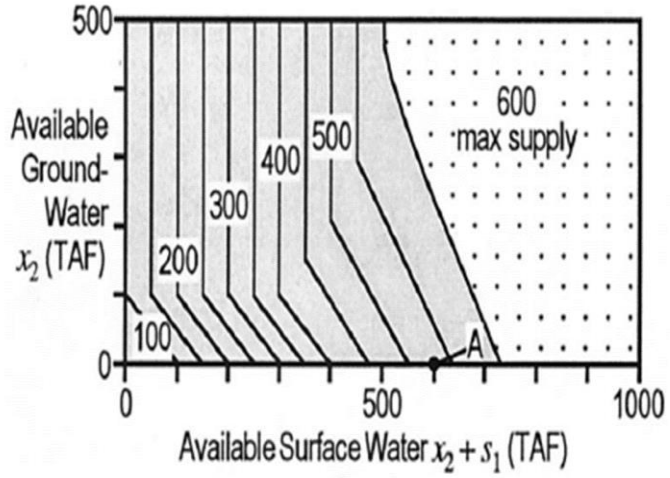

- حداکثر ظرفیت پمپاژ برابر ۱۰۰ واحد است و لذا جیره بندي در رماني که آب سطحي کم است توصیه میشود حتي اگر آب زیرزميني زیاد است

- با افزایش آب سطحي و زیرزميني، تامین آب تا سقف تقاضاي ۶۰۰ واحد افزایش مییابد

- ملاحظه میشود که جیره بندي حتي وقتي که آب سطحي به اندازه کافي براي تامین نیاز وجود دارد نیز توصیه میشود

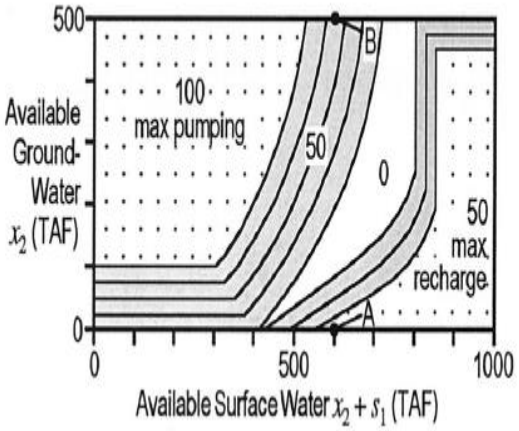
# Control Policy Results

## Supply Policy




- مثلا در نقطه A با وجود اينكه حجم آب سطحي كافي در اختيار است فقط ٥٣٠ واحد تامين ميشود
- در واقع جيره بندي در شرايطي كه آب سطحي بين ٤٠٠- ٧٣٠ واحد است توصيه ميشود
- تحت اين شرايط هزينه جيره بندي در دوره حاضر كمتر از هزينه انتظاري جيره بندي در اينده است

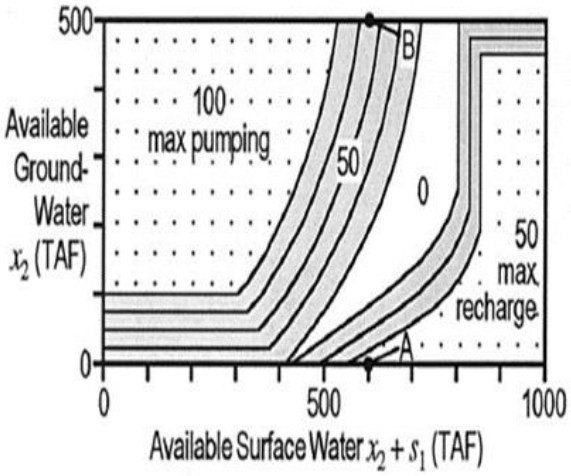
# تخصيص
# Allocation




- حداكثر پمپاژ هنگامي مناسب استكه آب سطحي كم و آب ذيرزميني در هر سطحي موجود است

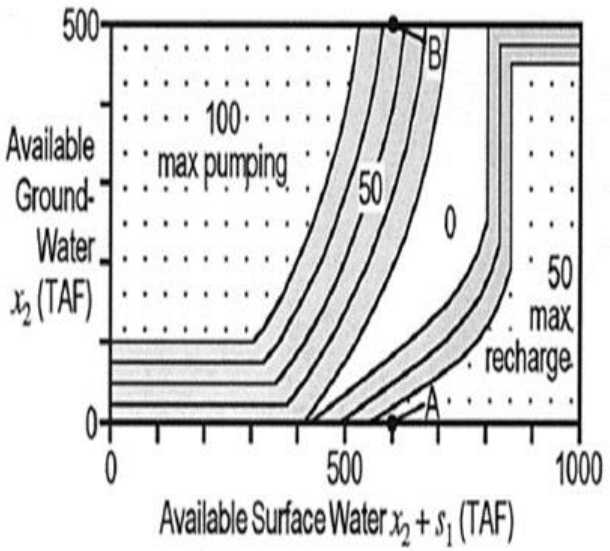
- ملاحظه ميشود كه ، عليرغم داشتن هزينه، در همه شرايط موجودي آب زيرزميني، براي بازتخصيص كليه آب موجود بين مخزن سطحي و زيرسطحي، جيره بندي توصيه ميشود

- ملاحظه ميشود كه ،اگر آب زيرزميني زياد باشد، بايد از آن براي تقويت مخزن سطحي ، پمپاژ صورت پذيرد



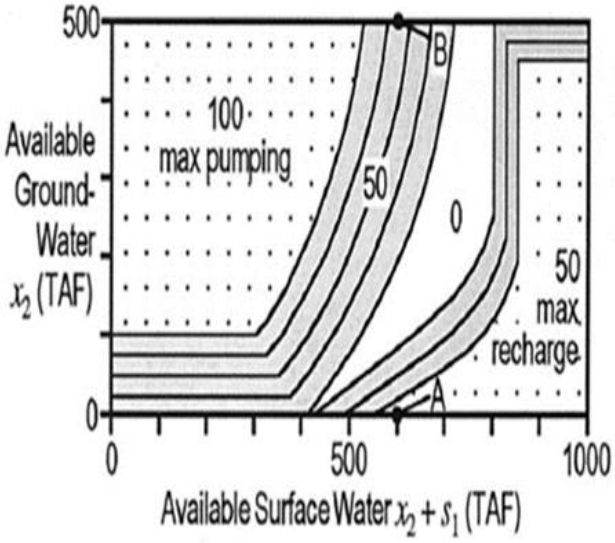

- براي مثال، در نقطه B ، حدود ٦٠٠ واحد آب سطحي و ٥٠٠ واحدآب زيرزميني موجود است
- گرچه همه تقاضا را ميتوان از آب سطحي تامين كرد، معهذا پمپاژ آب زيرزميني با شدت متوسط بايد انجام گيرد
- در واقع نگراني از آنجا استكه خشكسالي احتمالي سال بعد و محدوديت ظرفيت پمپاژ سبب شود كه ناگزير از جيره بندي شديد شويم. بنابراين توصيه ميشود كه مقداري از آب زيرزميني را به مخزن سطحي منتقل كنيم كه به سهولت در اختيار قرار خواهد گرفت
-

# سیاست تغذیه
# Recharge Policy




- نشان داده شده که حداکثر تغذیه زماني بايد انجام شود که آب سطحي زياد و آب زيرزميني کم است
- وقتي آب سطحي از۸۰۰ واحد تجاوز ميکند اين امر جدي تر ميشود، چرا که آب سطحي مازاد تلف خواهد شد و از مرز حوضه خارج خواهد شد
- ملاحظه کنيد که تغذيه مصنوعي آبخان ، حتي در دوره اي که ناچار از اعمال جيره بندي کمي هستيم، ميتواند انجام شود

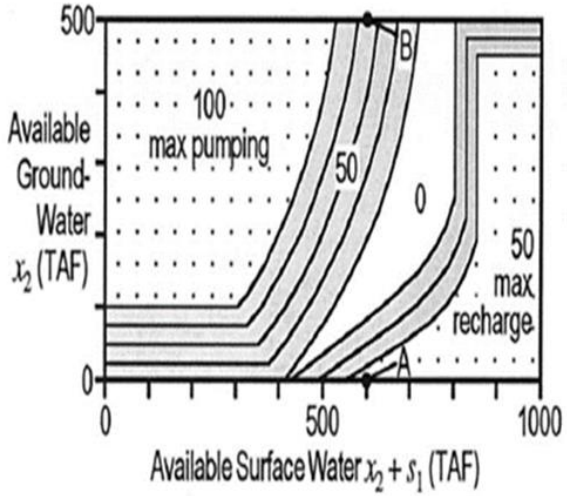
# سیاست تغذیه
# Recharge Policy




- مثلا، در نقطه A، که ٦٠٠ واحد آب سطحي موجود و موجودي آب زيرزميني صفر است، فقط ٥٣٠ واحد آب تخصيص داده ايم ( ٧٠ واحد كمتر از نياز) ولي در همان زمان ٥٠ واحد سفره را تغذيه كرده ايم ( با حداكثر ظرفيت).

- چرا كه در غير اينصورت، ممكن است كه به دليل محدوديت حجم مخزن سطحي، آبي را كه با جيره بندي ذخيره كرده ايم در نتيجه سرريز شدن مخزن از دست برود( از مرز حوضه خارج شود)

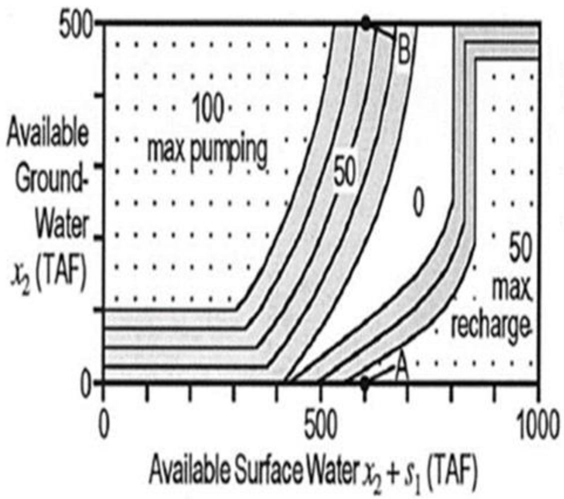
# تخصيص



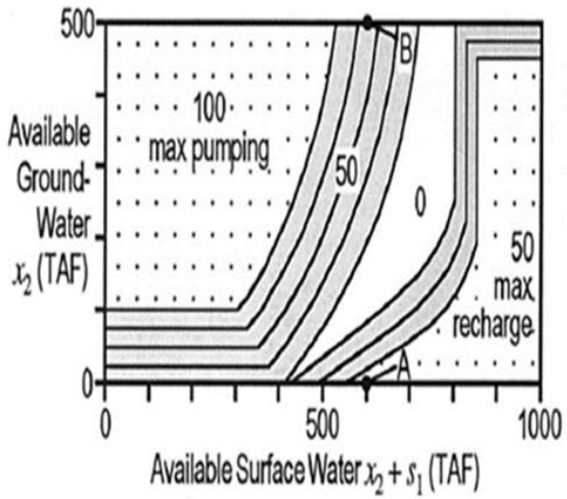

- اگر هزينه عمليات بهره برداري لحاظ نشود، سياست مطلوب پمپاژ و تغذيه متوجه حالتي خواهد شد كه قابليت اعتماد سيستم را بيشينه كند.
- در اين شرايط آب ذخيره شده در مخزن سطحي ممكن است كه در نتيجه

# تخصيص

- براي مدل بهره برداري تلفيقي بهترين شرايط تخصيص بين مخازن سطحي و زيرسطحي فضاي خالي است كه بين كانتور هاي پمپاژ و تغذيه قرار دارد
- در واقع هيچ توجيحي ، به دليل هزينه عمليلت، براي پمپاژ و تغذيه همزمان وجود ندارد( مگر؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟).
- در واقع، فضاي تامين آب براي پمپاژ و تغذيه ، توسط يك فضاي خاي جدا شده كه در آن درآمد انتظاري بازتخصيص از هزينه آن كمتر است

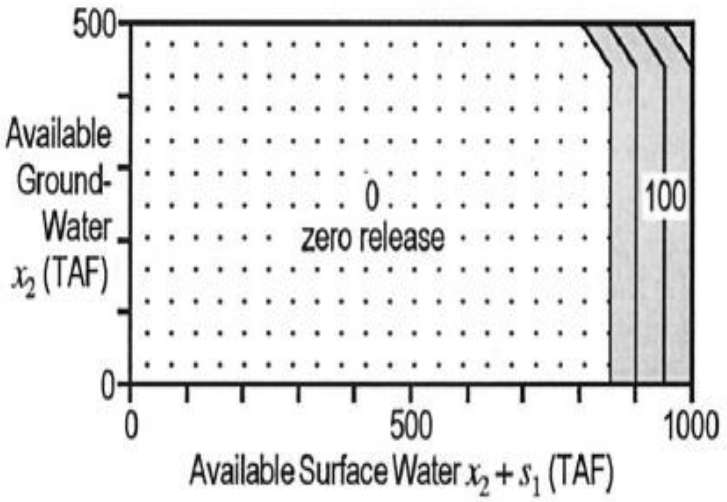


# تخصيص




- دقت كنيد كه فضاي بين پمپاژ و تغذيه ، هنگامي كه حجم ذخير ها كم است، باريكتر است
- با افزايش آب ذخيره شده فاصله بين پمپاژ و تغذيه وسيعتر ميشود. چرا كه منافع افزايش آب تخصيصي كاهش مي يابد
- آنگاه كه تامين آب به اندازه كافي زياد است، دوباره فضاي بين دو باريكتر ميشود چون سياست تغذيه ميخواهد آبي را كه با سرريز شدن سد تلف ميشود در اختيار بگيرد

# سياست رهاسازي به پايين دست




- آب وقتي به پايين دست رها ميشود كه سطح آب موجود از تقاضا و فرصتهاي ذخيره سازي تجاوز كند.

- البته اين مدل اهداف ديگري را ( چون كنترل سيل و يا تنظيم جريان) كه مشوق رهاسازي زياد باشد در نظر نگرفته است

# GOOD PAPER

- More results and discussions are available at WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 34, NO. 5, PAGES 1307–1316, MAY 1998.

Full paper is uploaded on the LMS system

# Research Thrust and Development

- Successful research thrust on sustainable integrated water resource management should include the following actions:
  - Data Base Improvement
  - Modeling Technology
  - Sustainability Criteria
  - Spatial Analysis Procedures
  - Decision Support Systems