وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی
مهار تورم و رشد تولید ۱۴۰۲

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

# حسابداری آب در مقیاس مزرعه

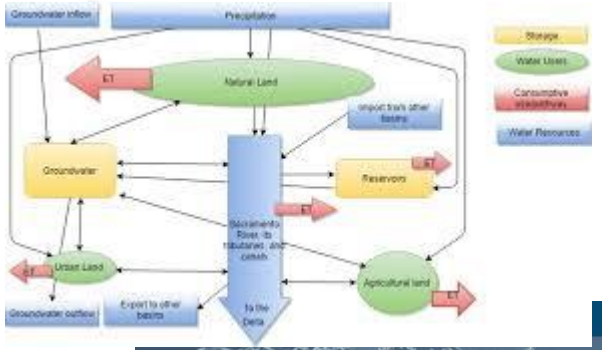
سخنران:

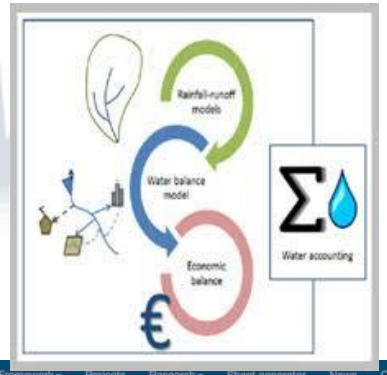
امیر نورجو

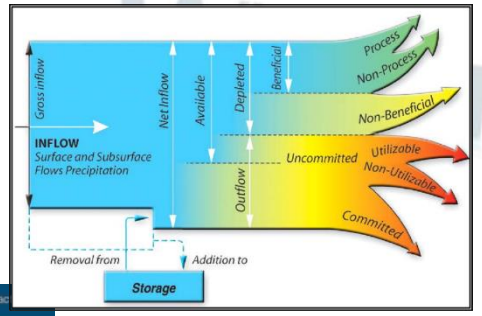
عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

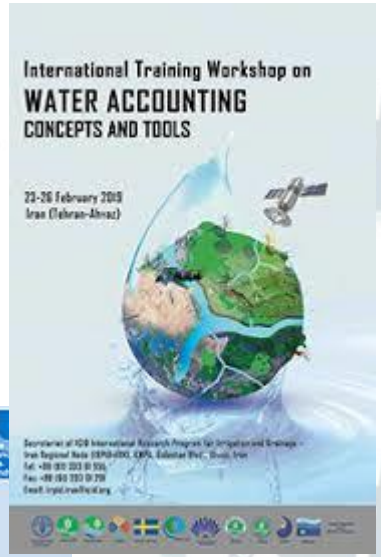
۱۵ بهمن ۱۴۰۲- ساعت: ۱۱:۳۰

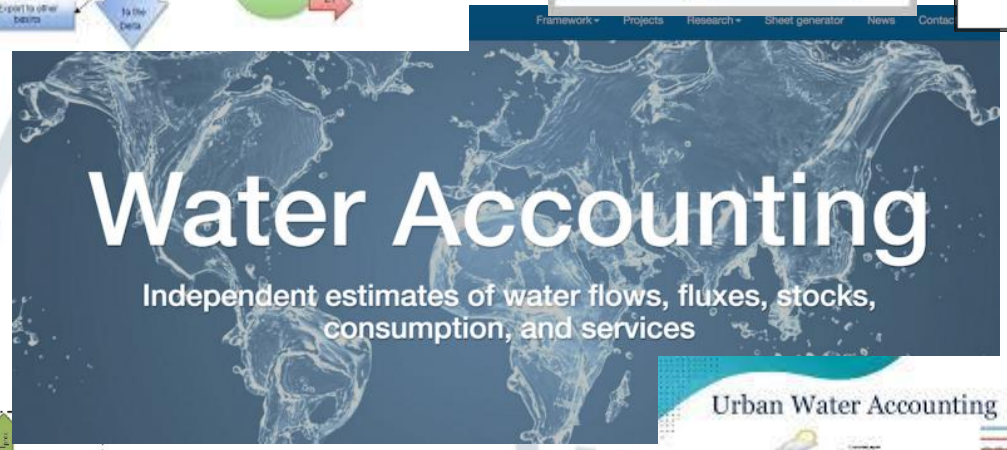
Purpose
Information & Accuracy
Water Accounting institutionalizing
Data Requirements & sources
Stakeholders & Users
Existing institutions & polices & plans
New Mandates & Accountability

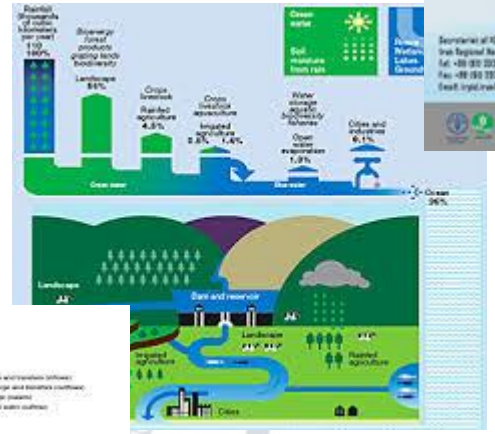

Groundwater Inflow
Precipitation
ET
Natural Land
Groundwater
Reservoirs
Urban Land
Agricultural land
Groundwater outflow
Storage
Water Uses
Consumptive withdrawals
Water Resources

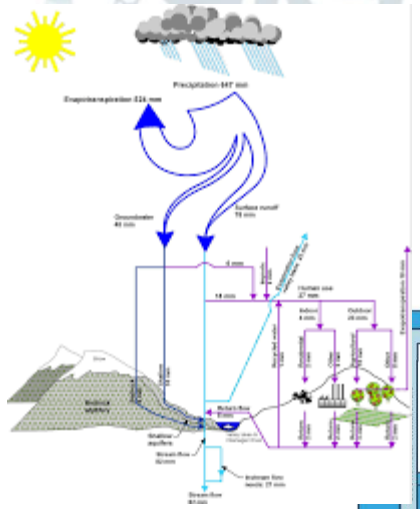

Rainfall-runoff models
Water balance model
Economic balance
Water accounting

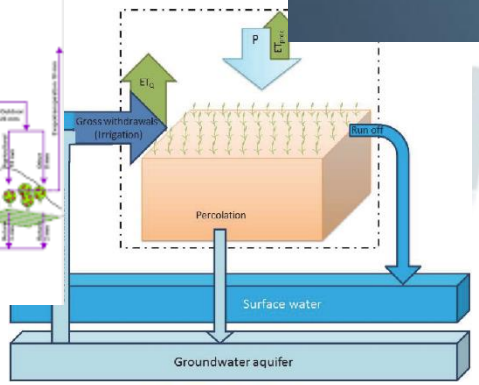

Gross inflow
Net Inflow
Available
Depleted
Beneficial
Process
Non-Process
Non-Beneficial
Uncommitted
Utilizable
Non-Utilizable
Committed
Outflow
INFLOW
Surface and Subsurface Flows Precipitation
Removal from
Addition to
Storage

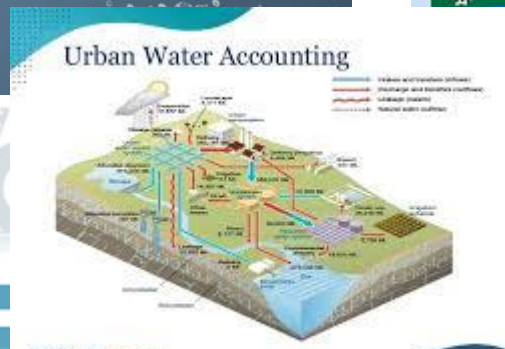

International Training Workshop on
WATER ACCOUNTING
CONCEPTS AND TOOLS
23-26 February 2015
Iran (Tehran-Ahvaz)


Framework
Projects
Research
Sheet generator
News
Water Accounting
Independent estimates of water flows, fluxes, stocks, consumption, and services

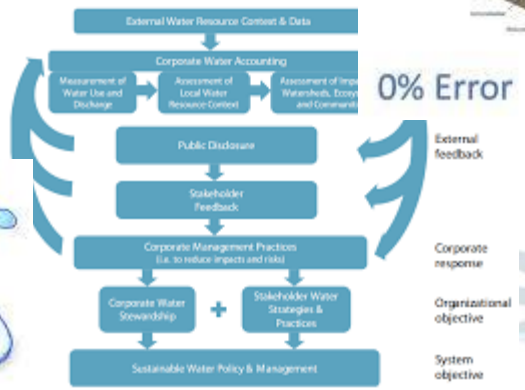


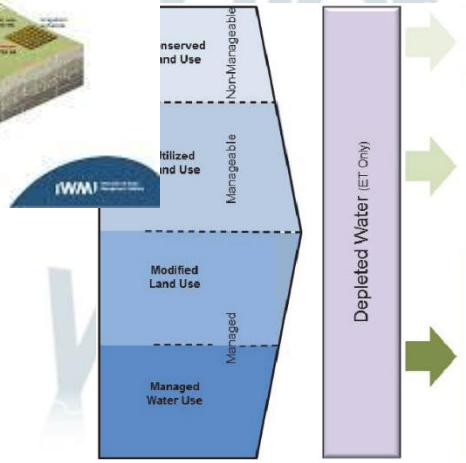


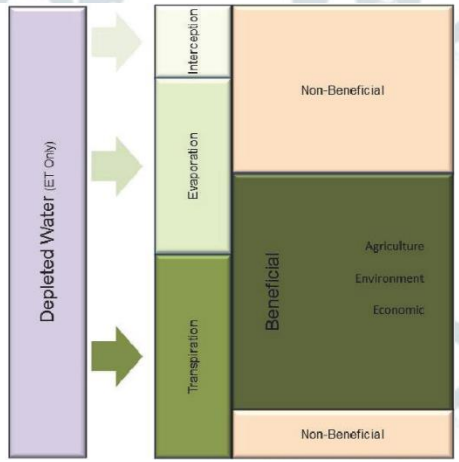

P
ET
Gross withdrawals (Irrigation)
Run off
Percolation
Surface water
Groundwater aquifer


Urban Water Accounting

wave

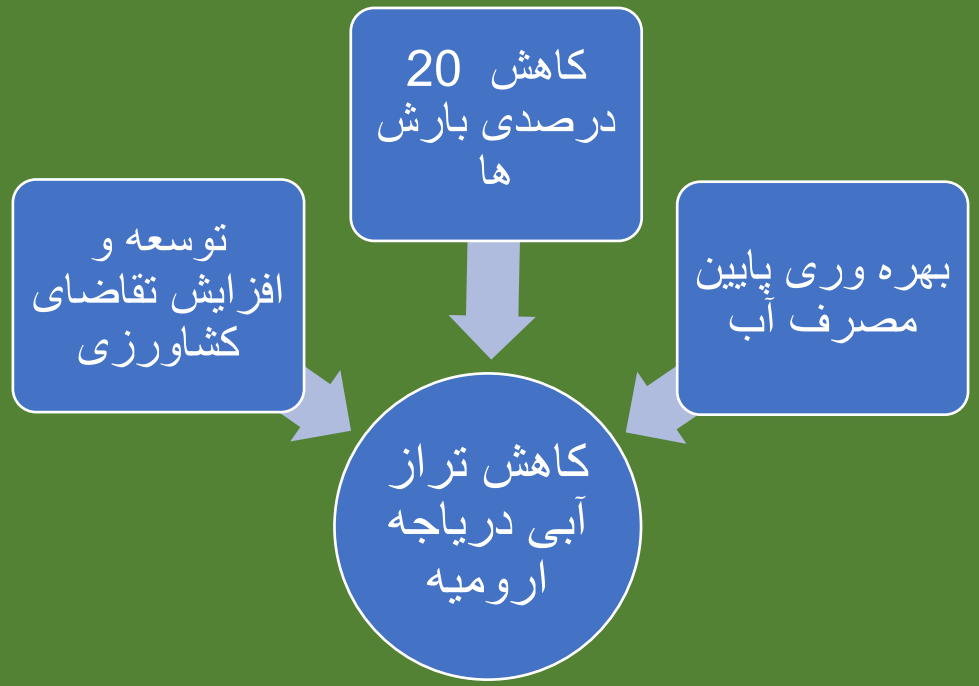

External Water Resource Context & Data
Corporate Water Accounting
Measurement of Water Use and Discharge
Assessment of Local Water Resource Context
Public Disclosure
Stakeholder Feedback
Corporate Management Practices
Corporate Water Stewardship
Stakeholder Water Strategies & Practices
Sustainable Water Policy & Management
0% Error
External feedback
Corporate response
Organizational objective
System objective


Non-Manageable
Manageable
Modified Land Use
Managed
Managed Water Use
IWMI


Depleted Water (ET Only)
Interception
Evaporation
Transpiration
Beneficial
Agriculture
Environment
Economic
Non-Beneficial
Non-Beneficial

## چالش ها؟

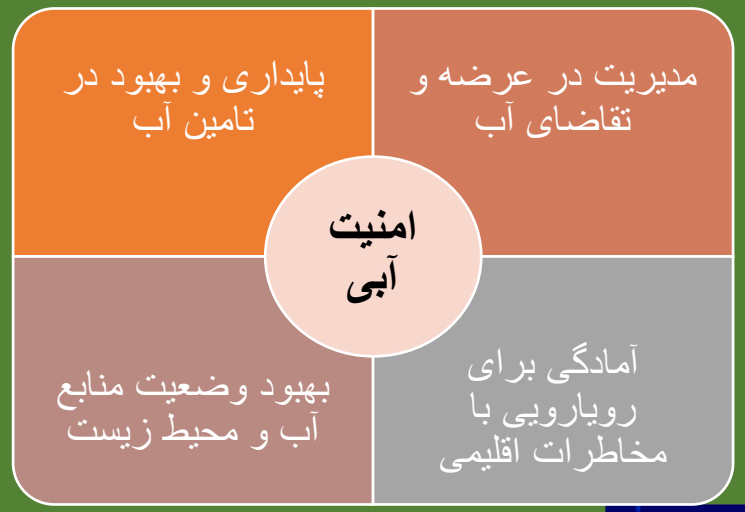
- کمبود منابع آب و کاهش روزافزون سرانه آب
- عدم شناخت کافی از منابع و مصارف آب
- عدم توجه به حقابه محیط زیست
- لحاظ ننمودن تغییرات اقلیمی در تخصیص منابع آب

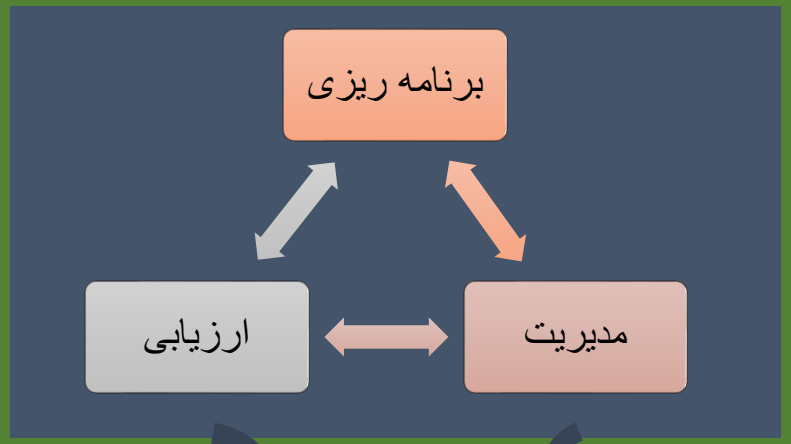



دریاچه ارومیه: نمونه عینی از تجمع چالش ها

# جایگاه حسابداری آب

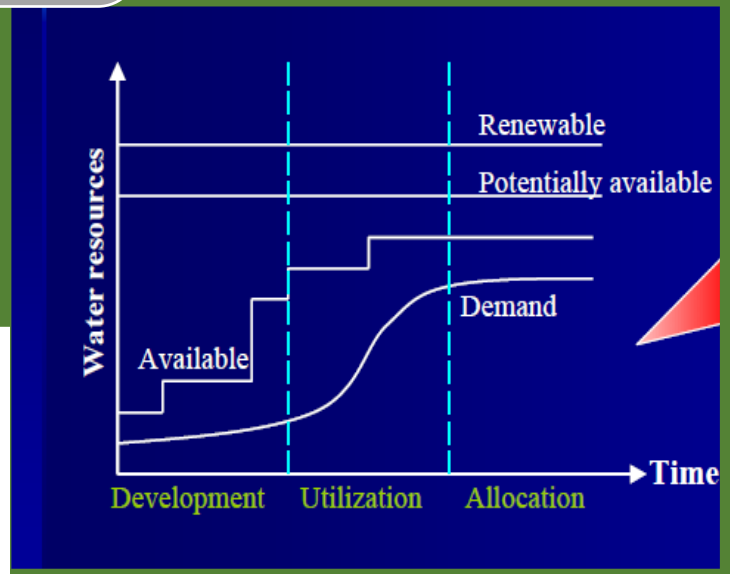
## رویکرد جهانی برای دستیابی به امنیت آب




حسابداری آب

مدیریت جامع منابع آب



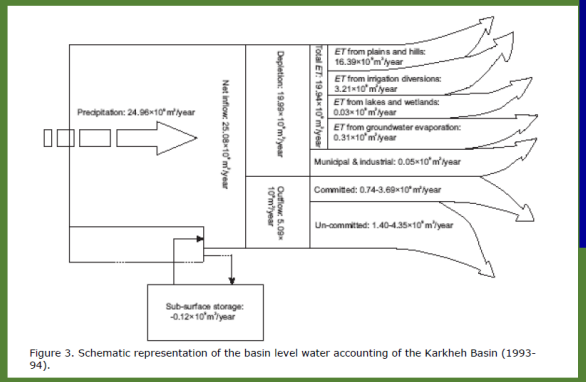



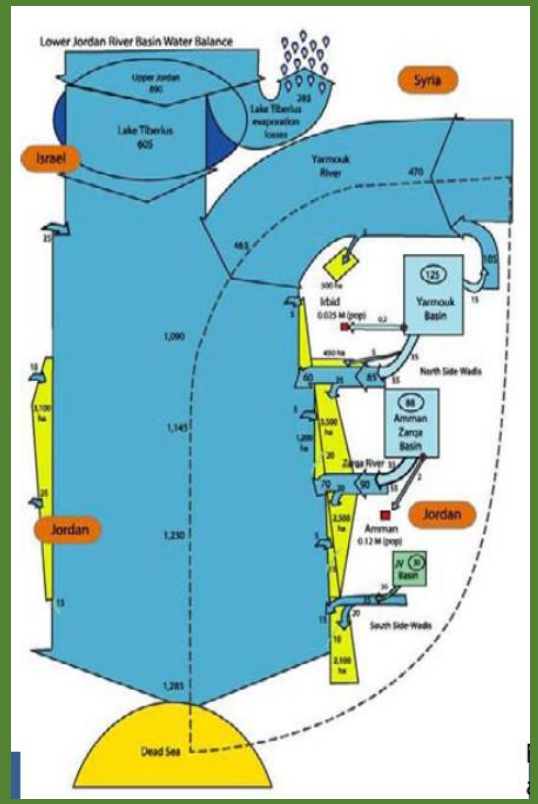
Figure 3. Schematic representation of the basin level water accounting of the Karkheh Basin (1993-94).

- ✓ اهمیت اطلاعات با کیفیت بالا در تصمیم گیری ها و مدیریت موثر آب از طریق اصلاحات و سیاست ها
- ✓ ضرورت چارچوب یکپارچه تحت عنوان حسابداری آب به منظور دستیابی به آمار و اطلاعات با کیفیت بالا

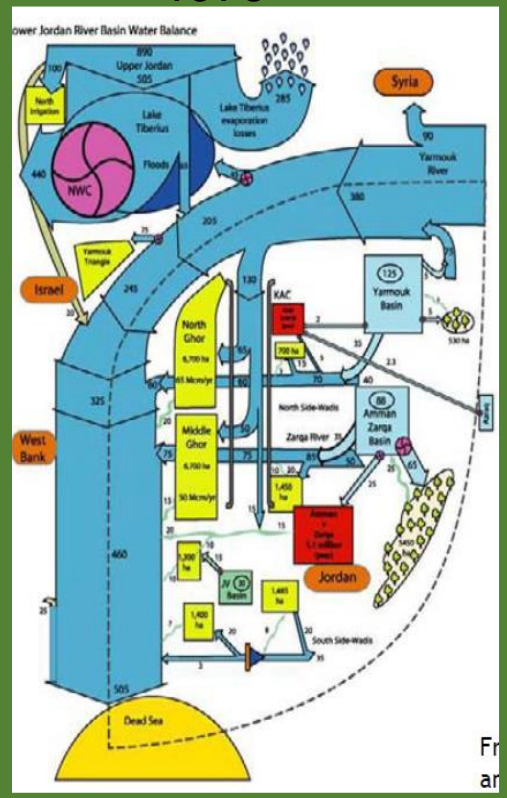
# تغییررویکردها در مدیریت منابع آب در آئینه زمان
# و نمونه پیاده سازی حسابداری آب ایمی

✓ کشور اردن

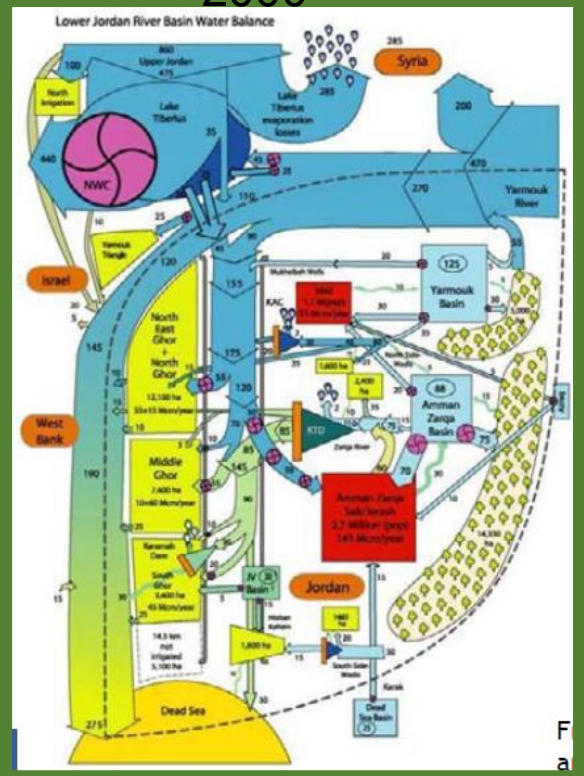
1950




1975




2000



# تعریف حسابداری آب

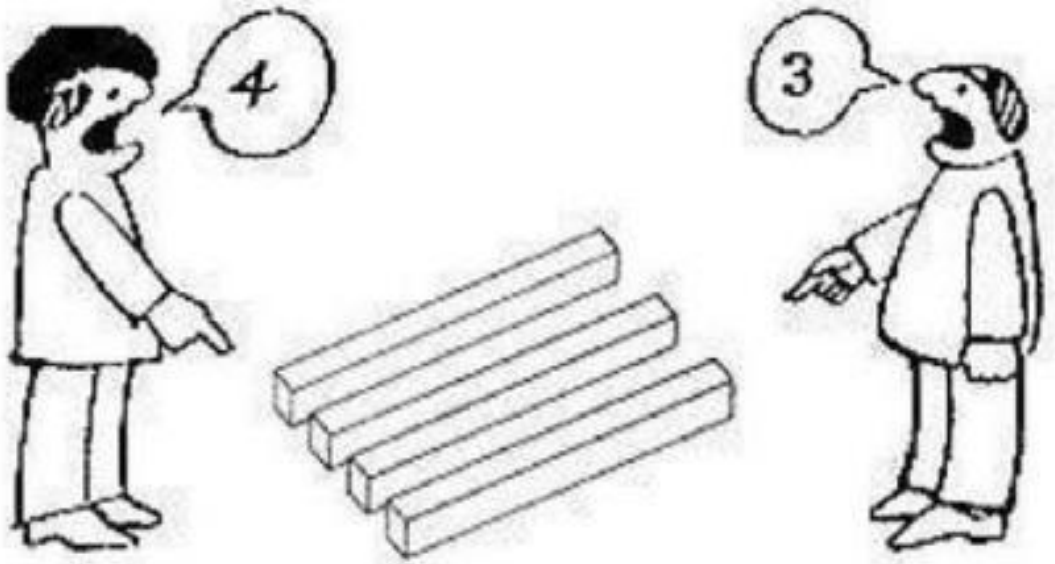
حسابداری آب در یک نگاه= ایجاد مکانیسمی برای سازماندهی و ترکیب داده های گرد آوری شده از منابع مختلف به منظور تدوین مجموعه ای از اطلاعات یکپارچه و پیوند داده های فیزیکی و داده های اقتصادی. حساب داری چارچوبی را برای مرتب سازی داده ها فراهم می کنند. حسابداری داده های منابع مختلف را قادر می سازند تا یکپارچه شوند. آنها همچنین شکاف ها و کمبودها را در منابع داده اولیه شناسایی و برطرف می کنند

حسابداری آب در واقع فرآیند سیستماتیک شناسایی، تشخیص، کمی سازی و ارائه اطلاعات مربوط به حق و حقوق ذینفعان برای اتخاذ تصمیمات رسمی است

**نظام حسابداری آب** به دنبال استاندارد کردن نحوه سازماندهی دادههای مختلف از بخشهای گوناگون هیدرولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی و دستهبندی آنها در قالب تعدادی حساب، در کنار هم قرار دادن حسابها و فراهم نمودن امکان پردازش و تفسیر آنها را در کنار یکدیگر ودر نهایت ایجاد بستری مناسب برای استخراج نشانگرهای تحلیلی است

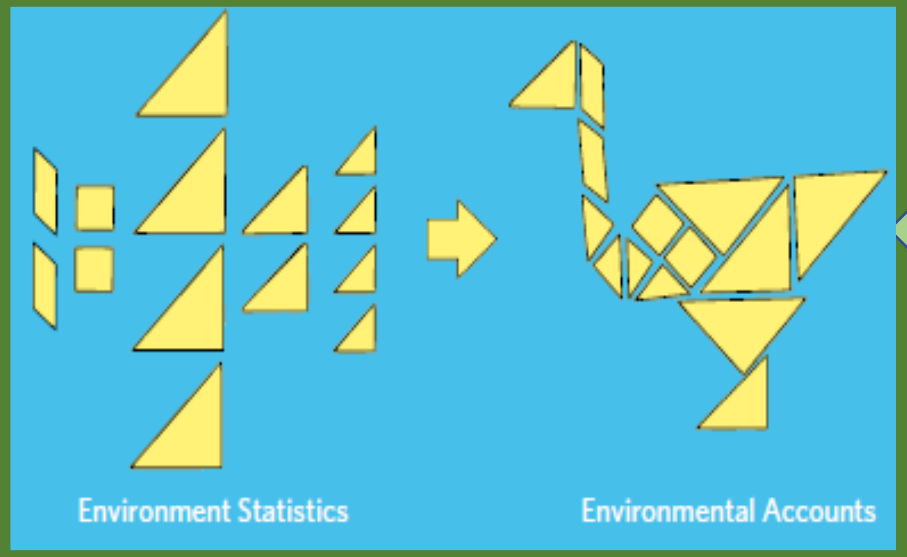
FAO, 2018. Water Accounting for Water Governance and Sustainable Development

Why do we need such a system?



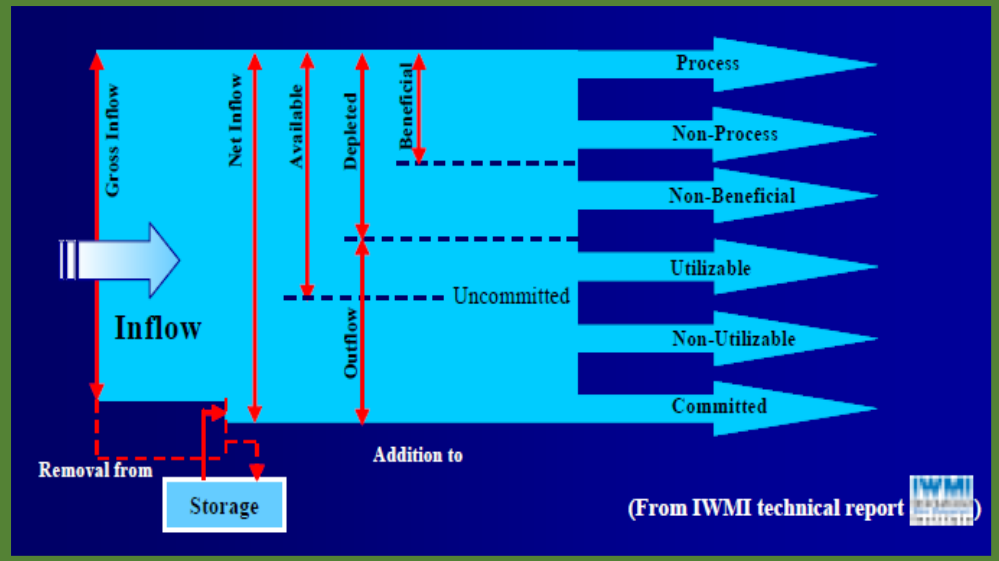

The need for an **independent**, **international standard** , **scientifically-sound** water accounting system that describe all water flows and stocks

# هنر حسابداری آب




ادغام اطلاعات مربوط به آب و گزارشگری منسجم

ارایه اطلاعات شفاف از وضعیت آب در چرخه بیلان آب



# اهداف عمده حسابداری آب

- **ایجاد حساب** آب برای منابع ومصارف آب به منظور برنامه ریزی برای اهداف مورد نظر و ایجاد تعادل در عرضه و تقاضا
- **گزارشگری** حسابهای آب برای مدیریت دارایی و تعیین خط مشی های قیمت گذاری آب
- ایجاد حساب برای کیفیت آب
- **شناسایی** محل های اعمال سیاست به منابع آب و نقاطی که امکان بهبود بهرهوری در آنها وجود دارد
- **تولید شاخص های بهره وری** برای بخش های مختلف مصرف آب در انواع مقیاس ها و تخصیص مجدد آب

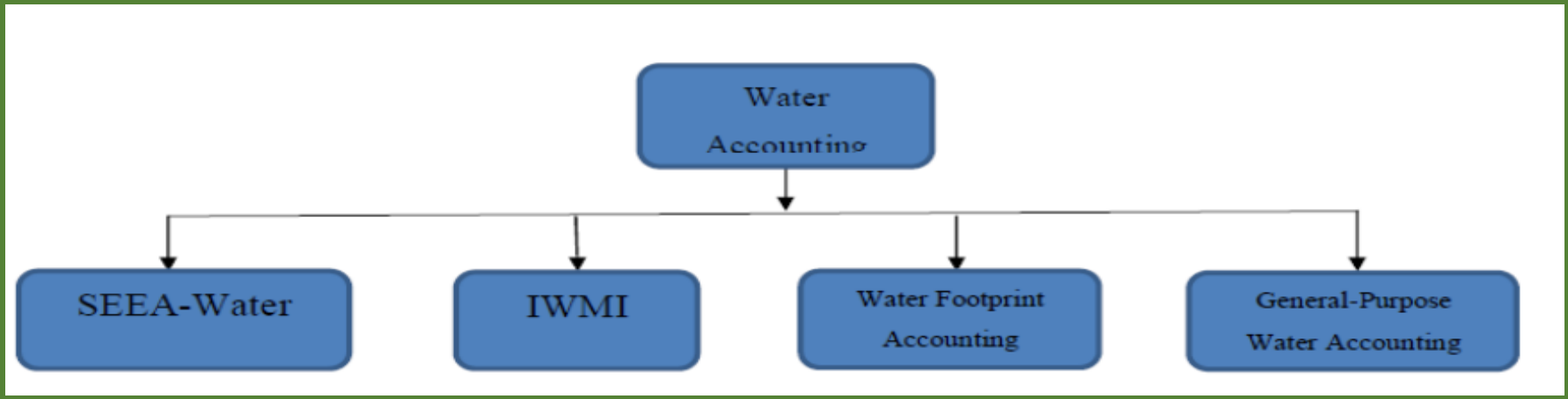
# حسابداری آب: مطالعات انجام شده در ایران

- مسیح و همکاران (2008):
- ابوالحسنی و خلیلی (1391):
- رضایی حصاری(1392):
- فلکي ایلخچي و همکاران (1392):
- عالمشاه (1393):
- پور جعفری نژاد و همکاران (1393):
- یوسف زاده چابک و همکاران (1393):
- بابائیان و همکاران (1395):
- شکوهی و همکاران (1395):

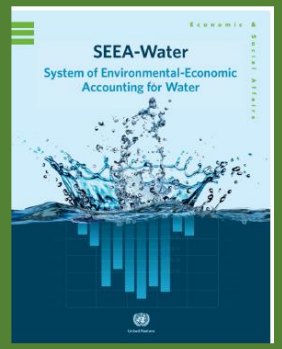
# نظام های مختلف حسابداری آب

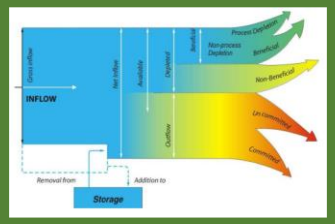
چارچوب

- حسابداری آب با اهداف عام
- سیستم حسابداری زیست محیطی و اقتصادی برای آب
- چارچوب پیشنهاد شده به وسیله انستیتو بین المللی مدیریت آب
- حسابداری رد پای آب



# مشخصه سیستم های مختلف حسابداری آب



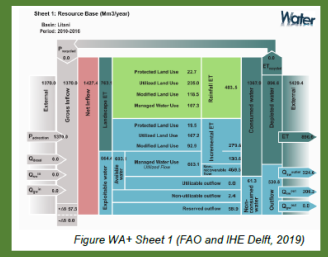



Figure WA+ Sheet 1 (FAO and IHE Delft, 2019)

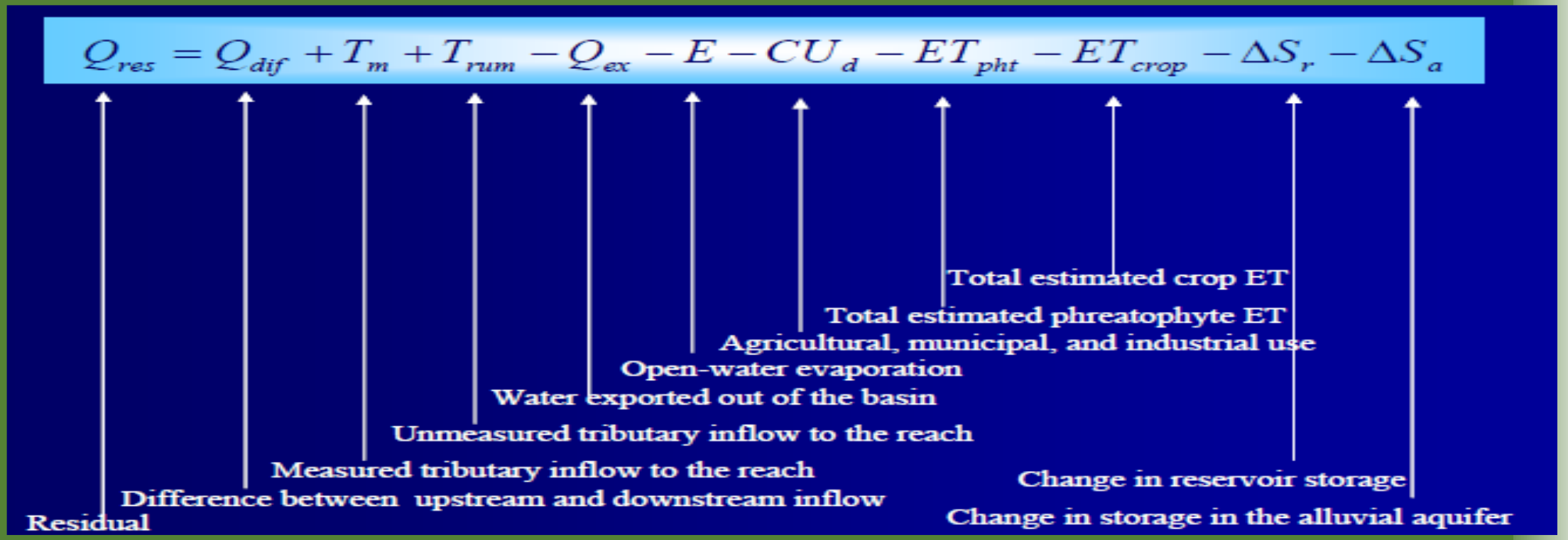
- **حسابداری با اهداف عام: تمرکز بیشتر بر روی حسابداری مالی**
- **سیستم حسابداری زیست محیطی و اقتصادی برای آب: ایجاد تعامل بین بخشهای اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی**
- **چارچوب پیشنهاد شده به وسیله انستیتو بین المللی مدیریت آب: حسابداری فیزیکی آب و توجه به بیلان آبی قلمرو مطالعاتی**
- **حسابداری رد پای آب: بر اساس مصرف آب و معادل آب مجازی**

وجه تمایز اصلی حسابداری ایمی با سایر روش‌های حسابداری آب: در نظر گرفتن مصرف آب (water consumption) به جای برداشت آب (water withdrawals) می‌باشد.
چنین رویکردی امکان رصد مصارف آب و در نظرگرفتن استفاده مجدد از آبها در چرخه مصرف و در نظر گرفتن آن در حساب‌های چرخه آب را فراهم می‌سازد.

## طبقه بندی دیگر از نظام های مختلف حسابداری آب

- روشهای حسابداری جریان آب : مبتنی بر اندازه گیری جریان آبر و تخصیص آن
- روشهای حسابداری مصرف آب : مبتنی بر مصرف آب

# رابطه بیلان آب در حسابداری آب

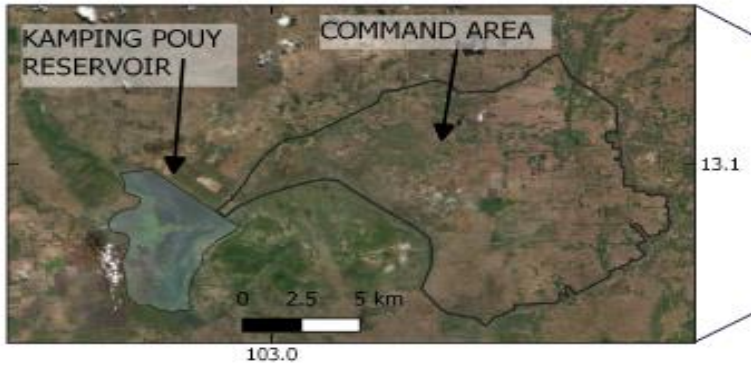



یکی از مبرمترین چالشهای جهانی در قرن ۲۱ ، کمبود آب و اطمینان از پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی آب با کیفیت میباشد

# مقیاس محدوده مطالعاتی در حسابداری آب

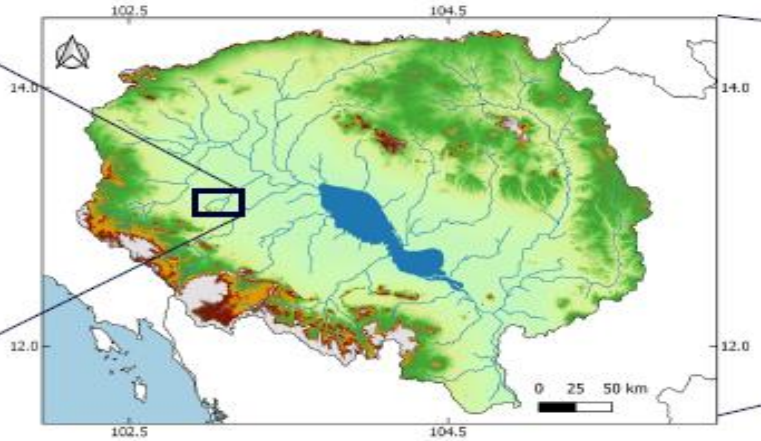
Water Accounting analyses water resources and their use in a specific geographical domain

Irrigation Scheme Level



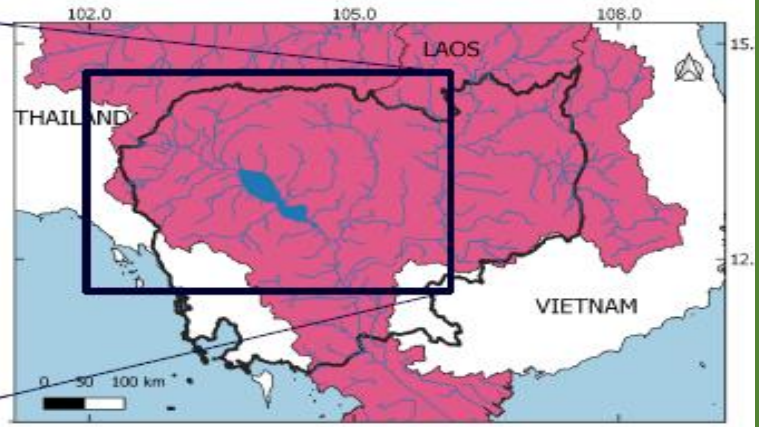

Bing VirtualEarth and data from the Irrigated Agriculture Improvement Project (Cambodia)

Basin Scale




Tonle Sap basin elevation, HydroSHED data

Country Scale




Cambodia and the Mekong river system

به قلمرو زمانی نیز در حسابداری آب توجه شود

# اصطلاحات کلیدی در حسابداری آب

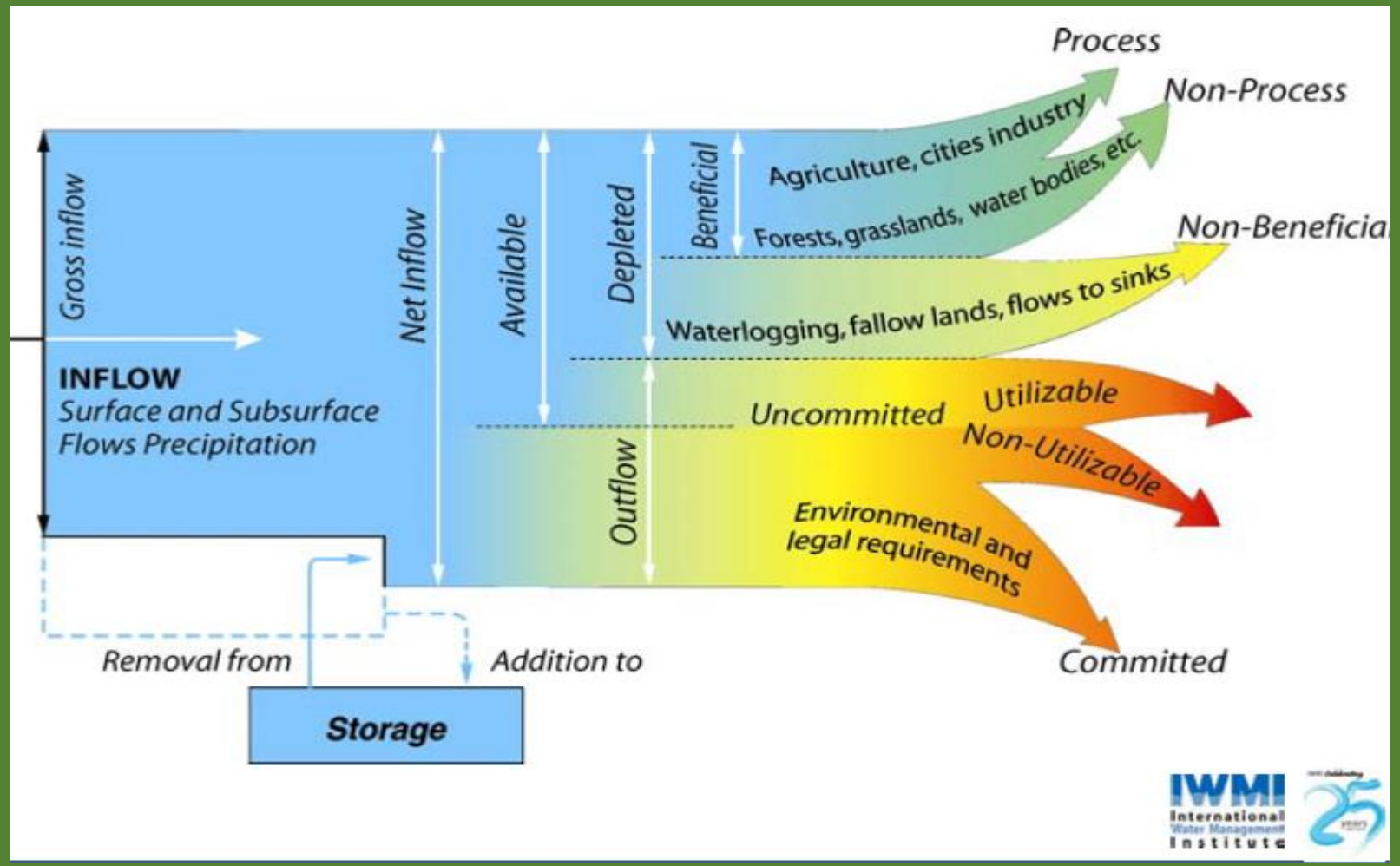
| | |
|---|---|
| حوزه بسته | تمام آب قابل استفاده خروجی تحت تعهد باشد |
| حوزه باز | آب قابل استفاده خروجی تحت تعهدنباشد |
| جریان ورودی ناخالص | حجم کل آب ورودی به محدوده مطالعاتی از طریق بارش، جریان ورودی سطحی و زیرزمینی |
| جریان ورودی خالص | تاثیر تغییرات ذخیره آب در جریان ورودی خالص |
| مصرف یا تخله آب | آب برداشت شده از حوزه که دیگر قابل بهره برداری در سایر بخش نباشد |
| مصارف یا تخلیه فرایندی | مقدار آب برداشت شده هدفمند از حوزه به منظور تولید محصول، کالا یا خدمات مورد نظر |
| مصارف یا تخلیه غیر فرایندی | مقدار آب مصرف شده در فرایند تولیدی غیر هدفمند که فرایندی نباشد. |
| آب تعهد داده شده | بخشی از آب خروجی که برای سایر بخشهای مختلف مصرف در پایین دست محدوده مورد نظر و یا به عنوان حقابه زیستمحیطی که در این مطالعه حقابه محیط زیستی دریاچه ارومیه میباشد، در نظر گرفته میشود |
| آب تعهد داده نشده | آب خارج شده که تعهدی برای تخصیص آن داده نشده است |
| آب قابل دسترس | مقدار آب قابل دسترس برای استفاده در بخشهای مختلف مصرف آب که از کسر آب تعهد داده شده از کل آب ورودی به منطقه بدست میآید |

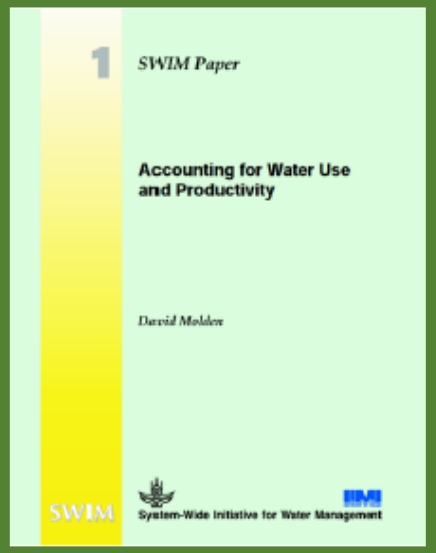
# مقیاس محدوده مطالعاتی در حسابداری آب

| در سطح مزرعه | در سطح شبکه | در سطح حوزه |
|---|---|---|

| Field | Irrigation service | Basin/subbasin |
|---|---|---|
| **Inflow** | | |
| * irrigation application<br>* precipitation<br>* subsurface contributions<br>* surface seepage flows | * surface diversions<br>* precipitation<br>* subsurface sources<br>* surface drainage sources | * precipitation<br>* trans-basin diversions<br>* groundwater inflow<br>* river inflow into basin |
| **Storage change** | | |
| * soil moisture change in active root zone | * soil moisture change<br>* reservoir storage change<br>* groundwater storage change | * soil moisture change<br>* reservoir storage change<br>* groundwater storage change |
| **Process depletion** | | |
| * crop transpiration* | * crop transpiration | * crop transpiration<br>* municipal and industrial uses<br>* fisheries, forestry, and other non-crop depletion<br>* dedicated environmental wetlands |
| **Non-process depletion** | | |
| * evaporation from soil surface, including fallow lands<br>* weed evapotranspiration<br>* lateral or vertical flow to salt sinks<br>* flow to sinks (saline groundwater, seas, oceans)<br>* water rendered unusable due to degradation of quality | * evaporation from free water and soil surfaces, weeds, phreatophytes, and other non-crop plants<br>* flow to sinks (saline groundwater, seas, oceans)<br>* evaporation from ponds/playas<br>* water rendered unusable due to degradation of quality | * evaporation from free water and soil surface, weeds, phreatophytes, and other non-crop plants<br>* flow to sinks (saline groundwater, seas, oceans)<br>* evaporation from ponds/playas<br>* water rendered unusable due to degradation of quality<br>* ET from natural vegetation |
| **Outflow** | | |
| * deep percolation<br>* seepage<br>* surface runoff | * instream commitments such as environment and fisheries<br>* downstream commitments<br>* for M&I use within irrigation service<br>* uncommitted outflows | * instream commitments such as environment and fisheries<br>* downstream commitments<br>* outflow commitments to maintain environment<br>* uncommitted outflows |

# شکل مفهومی حسابداری آبIWMI



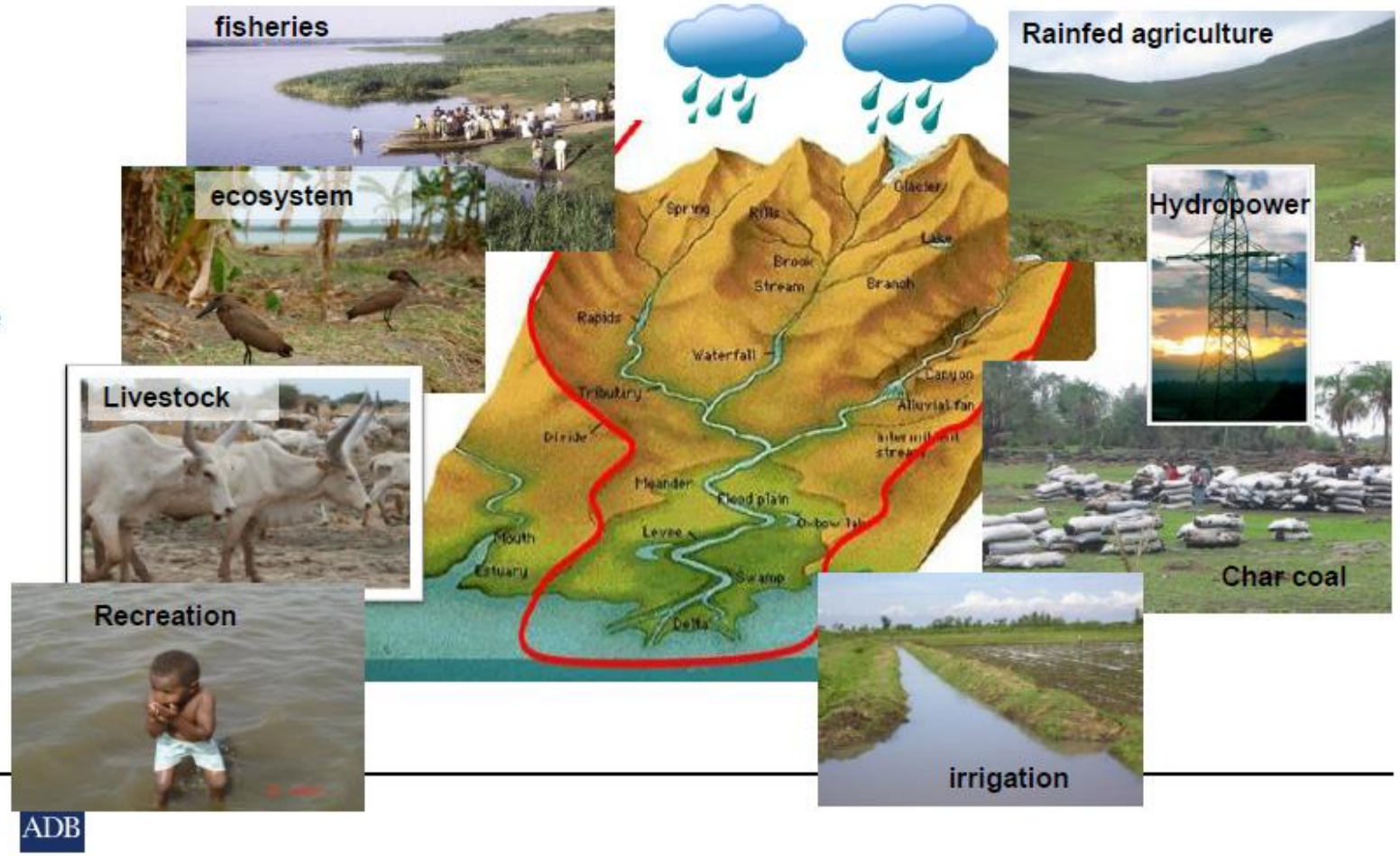

1997: International Water Management Institute (Dr. David Molden)

# How much is the water use? Which sector is consuming how much?

Demand v.s. Supply

Consumptive

Non-consumptive use




IHE DELFT

IWMI

ADB

# شاخص ها در حسابداری آب

| تخلیه آب | فرایندی | بهره وری |
|---|---|---|
| $DF_{net} = \frac{\text{میزان تخلیه}}{\text{جریان ورودی خالص}}$ | $PF_{depleted} = \frac{\text{تخلیه فرایندی}}{\text{کل تخلیه}}$ | $PW_{inflow} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{جریان ورودی خالص}}$ |
| $DF_{grass} = \frac{\text{میزان تخلیه}}{\text{جریان ورودی ناخالص}}$ | $PF_{available} = \frac{\text{تخلیه فرایندی}}{\text{آب قابل دسترس}}$ | $PW_{depleted} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{آب تحلیه شده}}$ |
| $DF_{available} = \frac{\text{میزان تخلیه}}{\text{آب قابل دسترس}}$ | | $PW_{process} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{تخلیه فرایندی}}$ |
| مصارف | تولید | بهره وری |

هدف اصلی رویکرد حسابداری آب، استخراج داده‌های مهم از منابع آب و اقتصاد، دسته‌بندی آنها در قالب حسابهای مناسب، در کنار هم قرار دادن حسابها و ایجاد بستری مناسب جهت استخراج نشانگرهای تحلیلی است.

# مدل AquaCrop

- توسط FAO ارایه شده است و تکامل و توسعه یافته مدل Budget است
- دارای ساختار پیوسته خاک، گیاه و اتمسفر است و قادر به شبیه سازی رشدگیاهی از مرحله جوانه زنی تا انتهای دوره رشد است
- چهار جزء اساسی : خاک، محصول (رشد، توسعه و عملکرد)، اتمسفر (رژیم حرارتی، بارش، نیاز تبخیر و غلظت دی اکسیدکربن) و روابط بین بخشی شرایط محیطی، تنش ها و واکنش گیاه
- برتری مدل: توانایی آن در تفکیک تبخیر و تعرق گیاه به دو موئلفه تعرق گیاهی و تبخیر از خاک و توجه به جنبه های مدیریتی در مزرعه بویژه آبیاری
- مدل میزان آب خاک را در ناحیهٔ ریشه و جریان های ورودی و خروجی آب را شبیه سازی می کند و ابزاری مفیدی برای شناخت گزینه های مختلف مدیریت آبیاری و مصرف مفید آب محسوب می شود.

# AquaCrop مدل

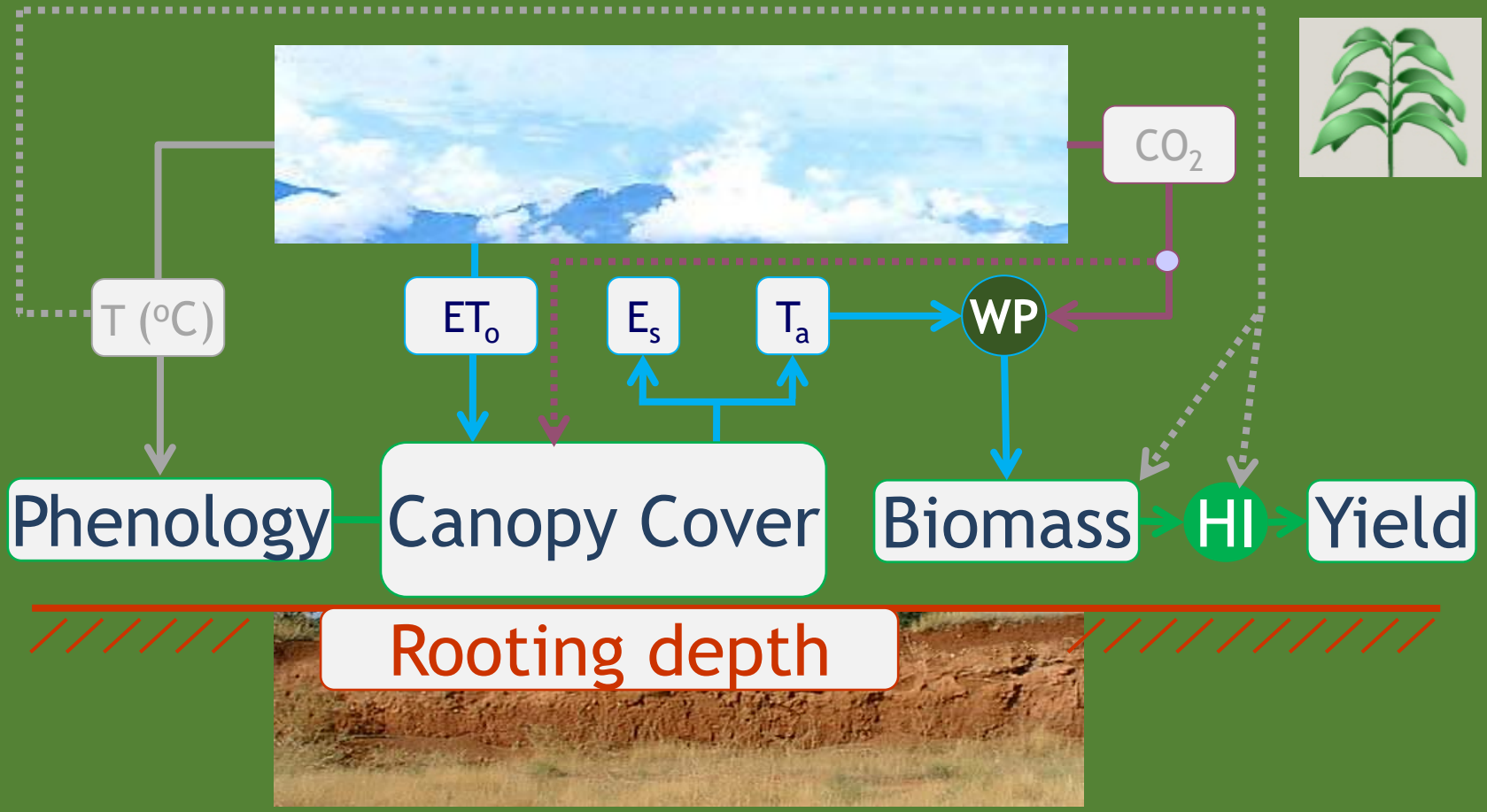
Atmosphere

Crop

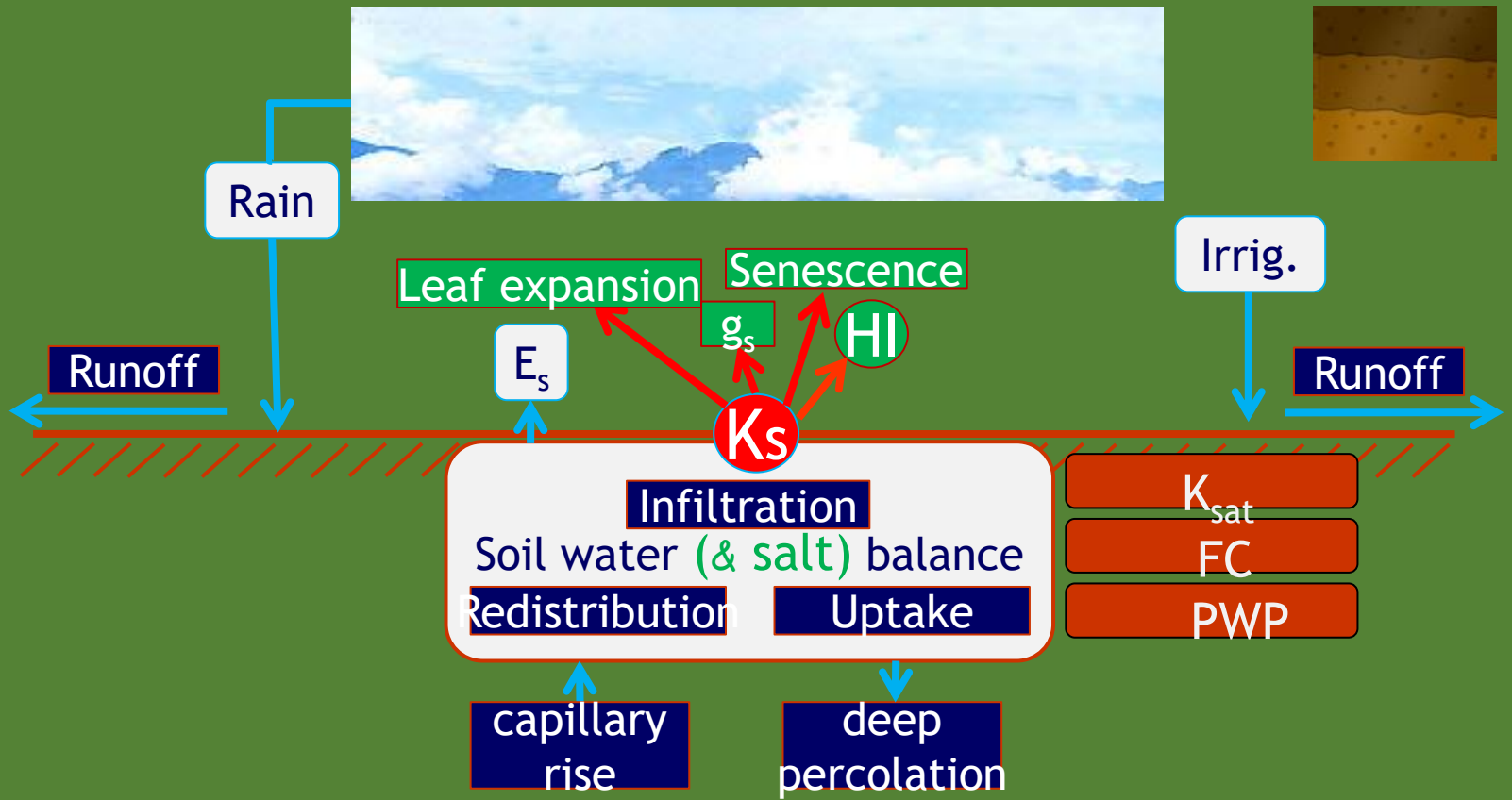
Management

Soil

# مدل AquaCrop



# مدل AquaCrop

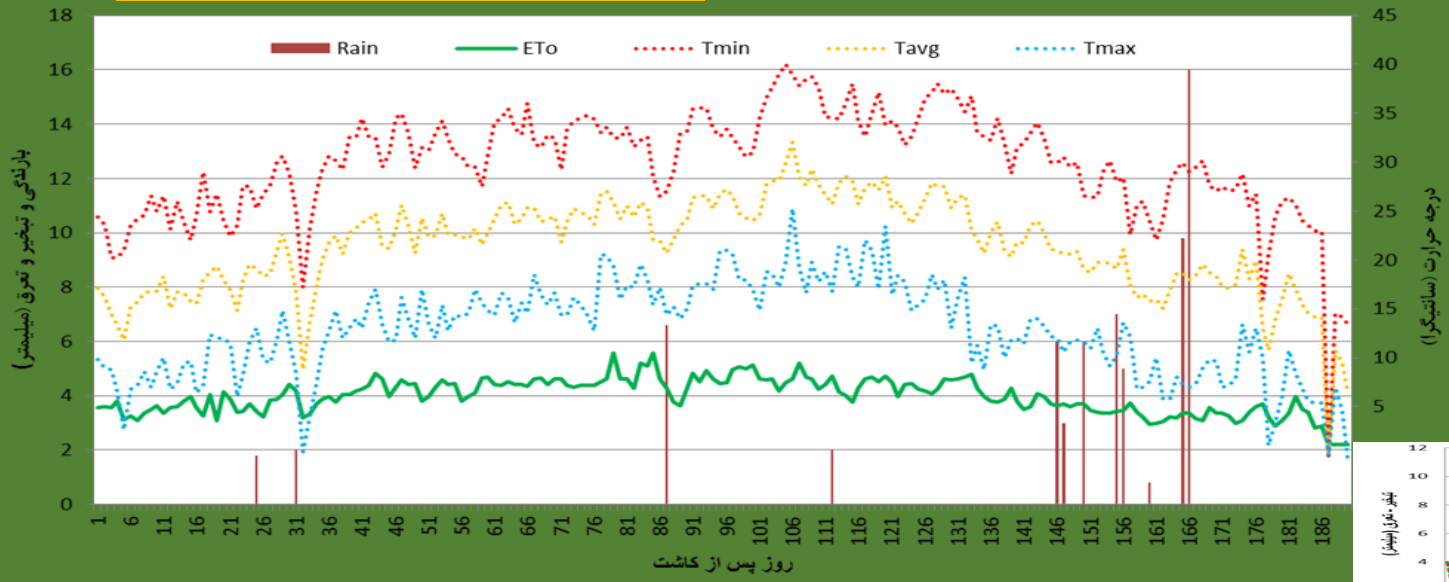



در این مدل بیلان روزانه آب بر اساس کلیه جریانات ورودی و خروجی آب (نفوذ، رواناب، نفوذ عمقی، تبخیر و تعرق) و تغیرات رطوبت در خاک محاسبه می‌گردد

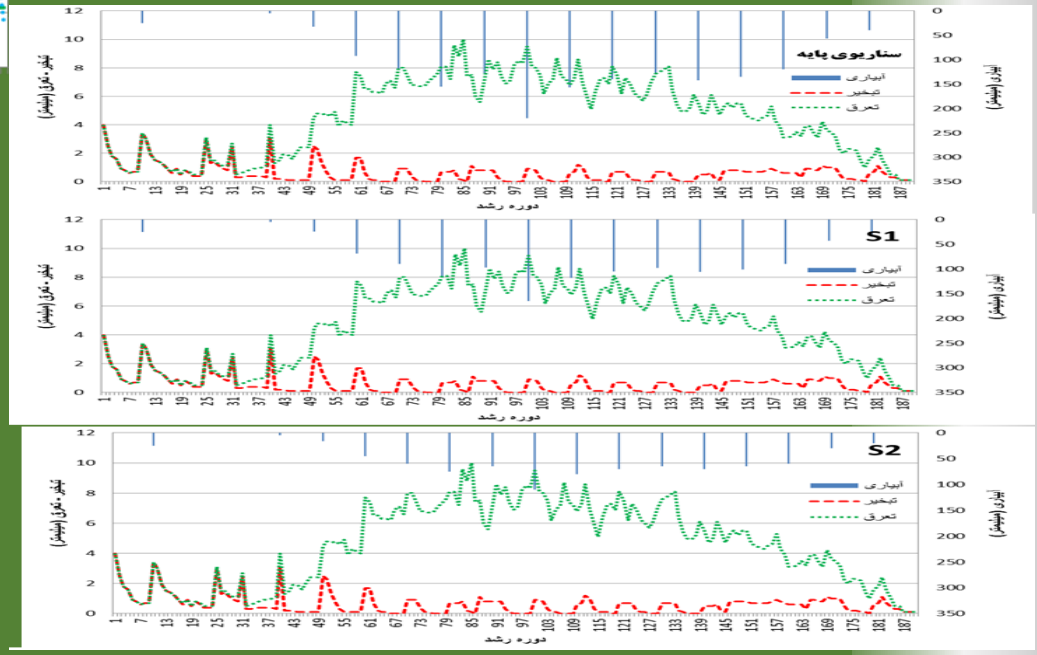
$$I + P + CR = ET + DP + Ro \pm \Delta W$$

# شبیه سازی گزینه های راهبردی در مدل AquaCrop

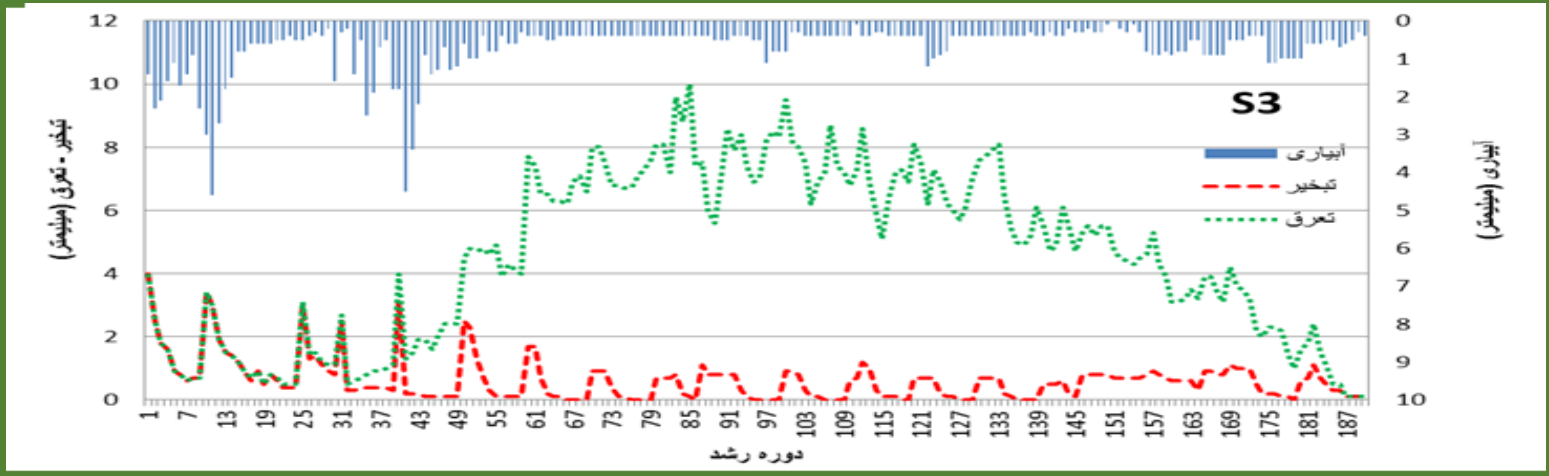
## پارامترهای اقلیمی در مدل AquaCrop

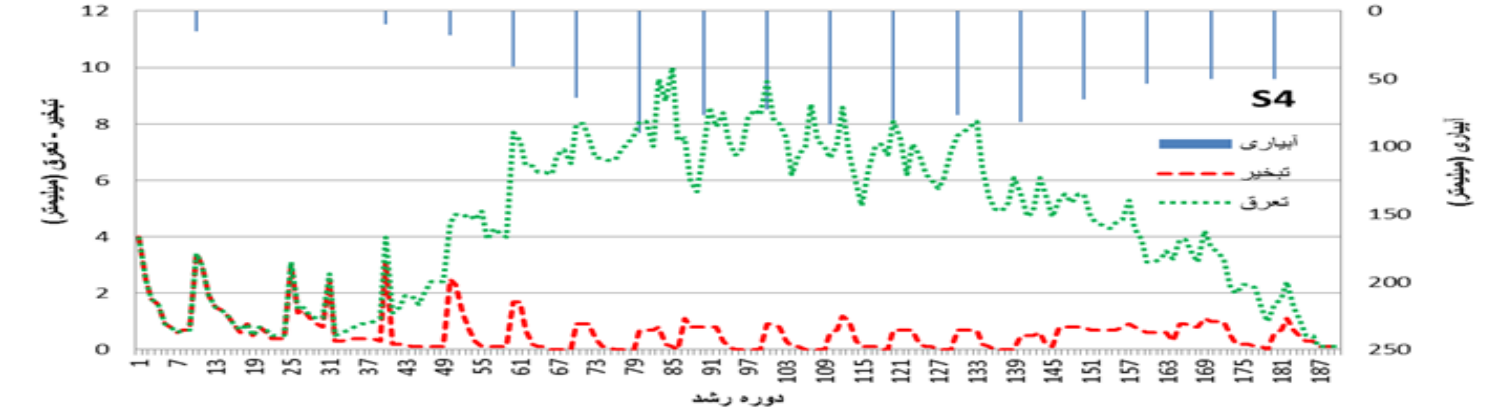



آبیاری، تبخیر و تعرق در گزینههای SB، S1 و S2



# شبیه سازی گزینه های راهبردی در مدل AquaCrop

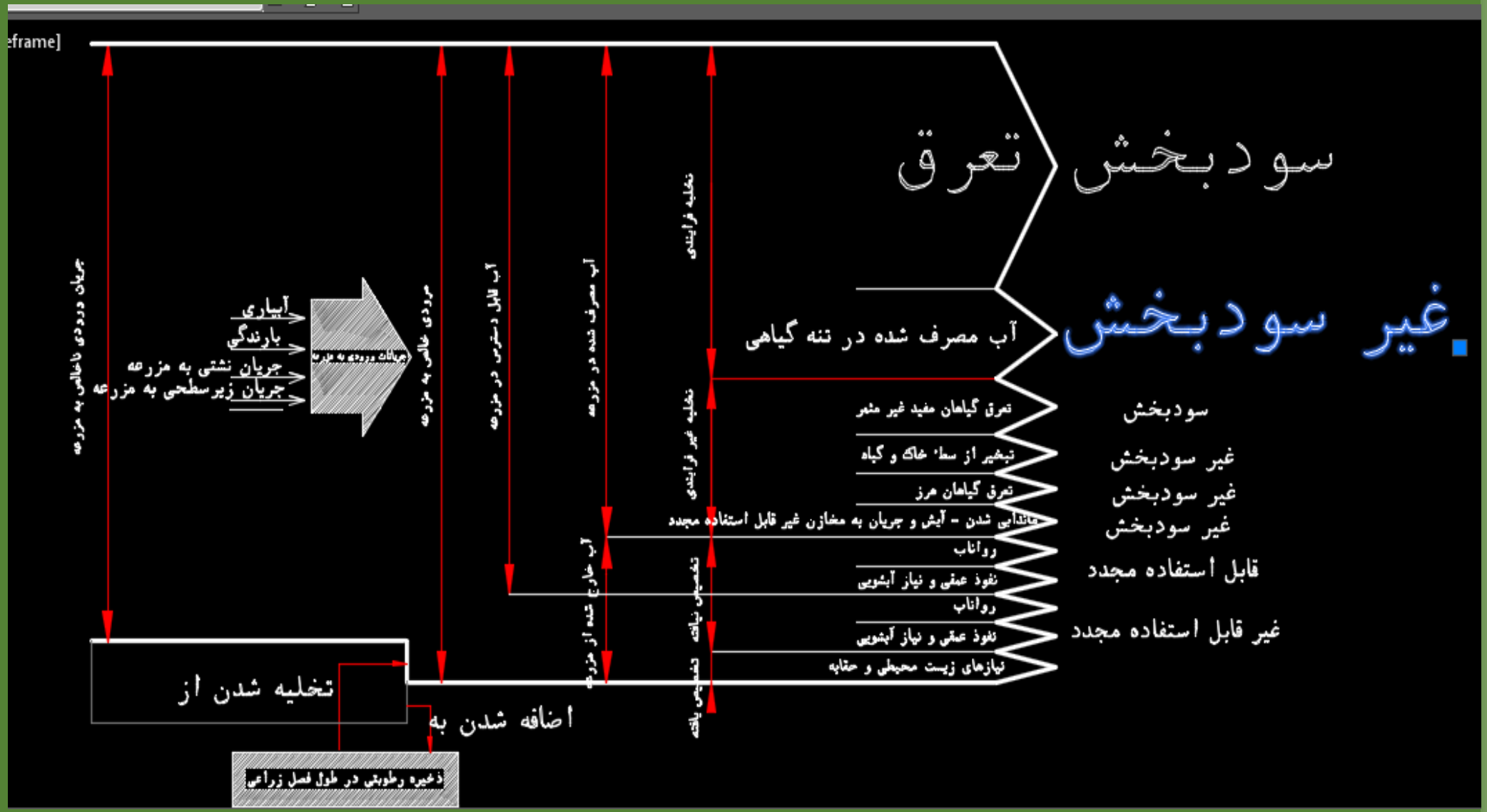



آبیاری، تبخیر و تعرق در گزینههای S3 و S4

# حسابداری آب در مزرعه

مدل مفهومی حسابداری آب در مزرعه



# حسابداری آب در مزرعه

## جریانات ورودی در حسابداری آب در مزرعه

| دور آبیاری | ۷ روز | | | ۱۰ روز | | | ۱۴ روز | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میزان کم آبیاری | ٪۰ | ٪۲۵ | ٪۵۰ | ٪۰ | ٪۲۵ | ٪۵۰ | ٪۰ | ٪۲۵ | ٪۵۰ |
| جریانات ورودی به مزرعه | | | | | | | | | |
| آبیاری | ۹۶۰ | ۷۵۶ | ۵۵۰ | ۸۸۵ | ۶۹۷ | ۵۱۳ | ۸۳۰ | ۶۵۴ | ۴۸۵ |
| بارندگی | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ | ۸۲ |
| جریان زیرسطحی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| جریانات نشتی افقی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ورودی ناخالص | ۱۰۴۲ | ۸۳۸ | ۶۳۲ | ۹۶۷ | ۷۷۶ | ۵۹۵ | ۹۱۲ | ۷۳۶ | ۵۶۷ |
| تغییرات ذخیره رطوبتی | ۱۹ | ۱۵ | ۱۲ | ۱۷ | ۱۵ | ۱۱ | ۱۵ | ۱۳ | ۸ |
| جریان ورودی خالص | ۱۰۶۱ | ۸۵۳ | ۶۴۴ | ۹۸۴ | ۷۹۴ | ۶۰۶ | ۹۲۷ | ۷۴۹ | ۵۷۵ |

واحد: میلی متر در طول فصل زراعی

# حسابداری آب در مزرعه

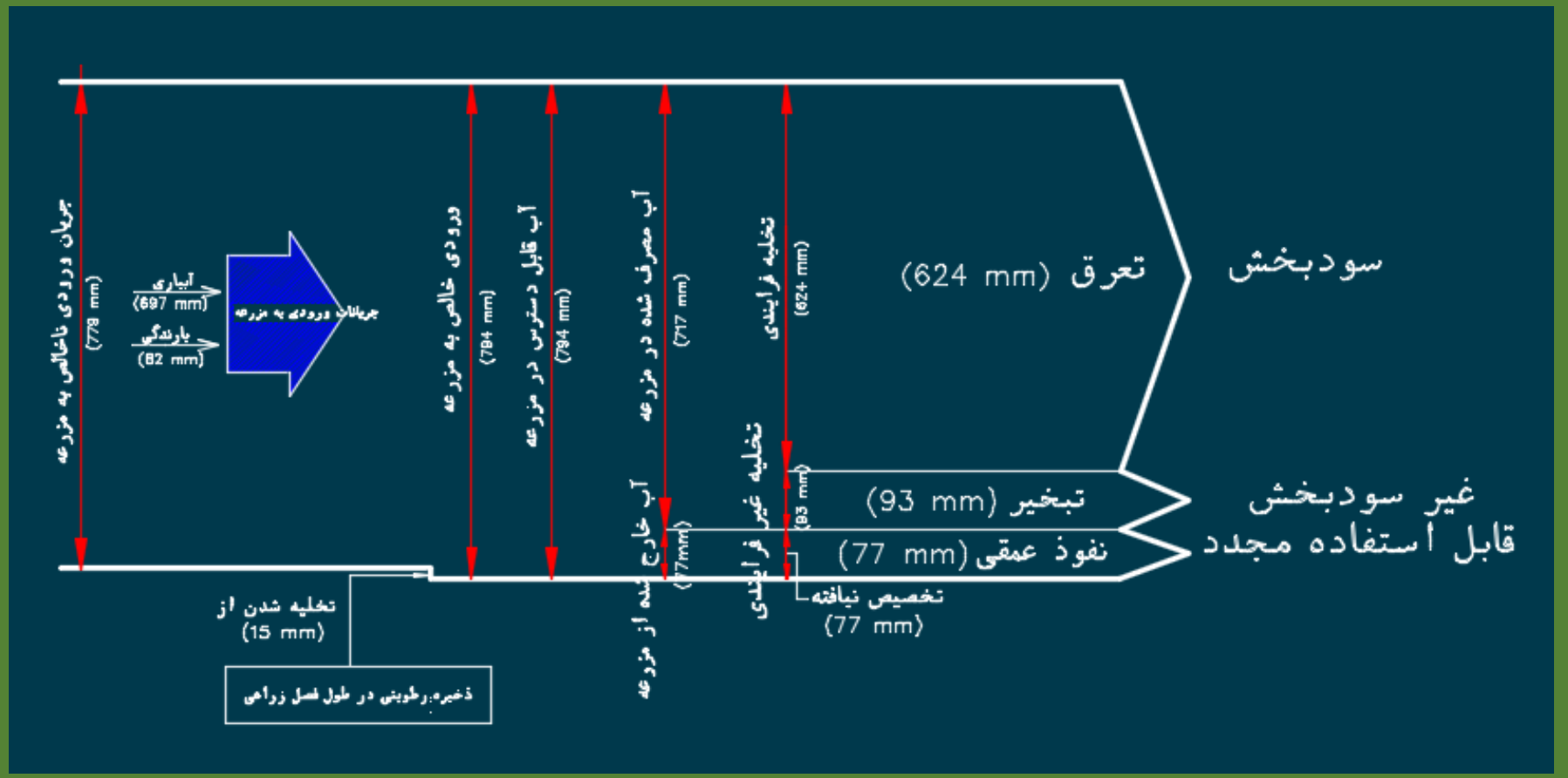
## مصارف و جریانات خروجی در حسابداری آب در مزرعه

| دور آبیاری | ۷ روز | | | ۱۰ روز | | | ۱۴ روز | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میزان کم آبیاری | ٪۰ | ٪۲۵ | ٪۵۰ | ٪۰ | ٪۲۵ | ٪۵۰ | ٪۰ | ٪۲۵ |
| تخلیه فرایندی | | | | | | | | |
| تعرق واقعی گیاه | ۸۴۵ | ۶۴۳ | ۴۳۷ | ۸۰۳ | ۶۲۴ | ۴۱۳ | ۷۳۰ | ۵۷۰ |
| تخلیه غیرفرایندی | | | | | | | | |
| تبخیر واقعی | ۱۳۶ | ۱۴۲ | ۱۵۴ | ۹۰ | ۹۳ | ۱۱۹ | ۷۲ | ۹۰ |
| تبخیر و تعرق گیاهان هرز | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| جریان به مخازن | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| جمع تخلیه | ۹۸۱ | ۷۸۵ | ۵۹۱ | ۸۹۳ | ۷۱۷ | ۵۳۲ | ۸۰۲ | ۶۶۰ |
| جریانات خروجی | | | | | | | | |
| رواناب خروجی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| نفوذ عمقی | ۸۰ | ۶۸ | ۵۳ | ۹۱ | ۷۷ | ۷۴ | ۱۲۵ | ۸۹ |
| جمع جریانات خروجی | ۸۰ | ۶۸ | ۵۳ | ۹۱ | ۷۷ | ۷۴ | ۱۲۵ | ۸۹ |

واحد: میلی متر در طول فصل زراعی

# حسابداری آب در مزرعه

حسابداری آب در مزرعه چغندرقند با دور آبیاری 10 روز و اعمال 25%کم آبیاری



# تلفیق گزارشگری حسابداری آب در مقیاس مزرعه و حوزه بر اساس گزینه های راهبردی

- ✓ **بیشترین مقدار آب آبیاری چغندرقند در شرایط پایه و کمترین آن در آبیاری موضعی به ترتیب ۱۷۰۰۰ و ۸۶۹۰ مترمکعب به مصرف رسید.**
- ✓ **۴۸ درصد از عمق آب آبیاری در روش آبیاری شیاری چغندرقند بصورت نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج شد. نفوذ عمقی در آبیاری موضعی ناچیز بوده و تقریبا تمام آب داده شده به مزرعه صرف تخلیه فرایندی شد.**
- ✓ **نفوذ عمقی آب در حسابداری آب در مقیاس مزرعه جزء آبهای خارج شده از قلمرو مزرعه محسوب می شود ولی در مقیاس حوزه ای در بخش تغییرات ذخیره ای مثبت و مشارکت جریان زیرزمینی در خروجی حوزه ثبت می شود که جزو تلفات محسوب نمی شود.**
- ✓ **علیرغم کاهش مصرف آب در سامانه آبیاری بارانی،تلفات تبخیر در مقایسه با آبیاری شیاری ۸۸ درصد افزایش یافت. تبخیر از مزرعه جزء مصارف فرایندی غیر مفید محسوب شده و افزایش آن را می توان در ناکارایی سامانه آبیاری بارانی دانست. بر این اساس لازم است در توسعه روش های آبیاری بارانی تامل نمود**

# نگرش متفاوت حسابداری آب IWMI

## IWMI Paradigm

- ✓ این تلقی معمولا وجود دارد که بخش قابل توجهی از آب کشاورزی در عملیات آبیاری به هدر می رود. این تصور از آنجا ناشی می شود که راندمان آبیاری در مزرعه معمولا ۲۰ تا ۵۰ درصد در نظر گرفته می شود و بدین ترتیب تصور می شود ۸۰ تا ۵۰ درصد آن هدر رفته و غیر قابل برنامه ریزی است. اما اگر مقیاس را از مزرعه به حوزه ارتقا بدیم، بخاطر استفاده مجدد، ملاحظه خواهد شد که هدر رفت بسیار کمتر از آن است. این نگرش را IWMI Paradigm اطلاق میکنند

# پایان

# تشکر از حضور سبزتان

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی
مهار تورم و رشد تولید ۱۴۰۲

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

# حسابداری آب در مقیاس مزرعه

سخنران:

امیر نورجو

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

۱۵ بهمن ۱۴۰۲- ساعت: ۱۱:۳۰