



سیرانه‌گذاری برای تولید

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

**راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در کشت رایج برنج**

سخنران:

دکتر مصطفی یوسفیان

موسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت مازندران

۱۶ شهریور ۱۴۰۴ - ساعت: ۱۱

## مفهوم بهره‌وری

به طور کلی بهره‌وری به میزان و چگونگی استفاده از نهاده‌ها یا عوامل تولید در یک فرآیند تولید ویژه، یک دوره معین و یک محدوده جغرافیایی خاص برای دستیابی به اهداف تعیین شده، مربوط می‌باشد.

**عامل تولید / محصول نهایی = بهره‌وری**

برخلاف راندمان که بدون بعد بوده و به صورت درصد بیان می‌شود، در بهره‌وری صورت و مخارج کسر متفاوت می‌باشد.

## بهره‌وری در کشاورزی

جهت افزایش بهره‌وری "عوامل تولید" در بخش کشاورزی ابتدا می‌بایست عوامل محدودکننده را شناسایی کرده، سپس برنامه‌ریزی در جهت ارتقای بهره‌وری عوامل مذکور صورت گیرد.

به عنوان مثال در آمریکا به دلیل فراوانی زمین و کمبود نیروی کار عمده‌ی تحقیقات در راستای بهبود نیروی کار استوار بوده و به همین دلیل ماشین‌آلات کشاورزی در این کشور توسعه پیدا کرده است.

یا در ژاپن به دلیل کمبود زمین، سعی شده تا بهره‌وری استفاده از زمین افزایش یابد به همین دلیل استفاده از کودهای شیمیایی توسعه زیادی پیدا کرده است.

# بهره‌وری آب در کشاورزی

در سالهای اخیر به دلیل کمبود منابع آب و رشد جمعیت، اهمیت بهره‌وری آب بیشتر شده است. توجه به دو حقیقت برای درک نقش کشاورزی در بحران آب، بسیار ضروری است.

اول اینکه بخش کشاورزی با اختلاف زیاد بزرگترین استفاده‌کننده آب است.

دوم اینکه آب مصرفی در کشاورزی به طور نسبی در مقایسه با سایر کاربردهای آب، بهره‌وری و بازدهی کمتری دارد.

بنابراین وقتی آب در بسیاری از نقاط دنیا، کمیاب شود، سایر بخشها تمایل دارند که به بخش کشاورزی به‌عنوان یک منبع بالقوه آب نگاه کنند.

## شاخصهای بهره‌وری آب در کشاورزی

به طور کلی بهره‌وری آب کشاورزی از دیدگاه‌های مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد. معمولی‌ترین این دیدگاه‌ها "بهره‌وری از نقطه نظر فیزیکی" و "بهره‌وری از لحاظ مالی" می‌باشد که مفهوم هر کدام از این نظرات به شرح زیر است:

۱- بهره‌وری از دید فیزیکی: بر اساس این دیدگاه بهره‌وری بیشتر آب در کشاورزی به معنای تولید محصول بیشتر به ازای واحد حجم آب است.

۲- بهره‌وری از دید مالی: بر اساس این دیدگاه بهره‌وری بیشتر آب کشاورزی به معنای کسب سود بیشتر به ازای واحد حجم آب است.

## الف – عملکرد به ازای واحد حجم آب (Crop Per Drop)

CPD یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش بهره‌وری آب کشاورزی است که بیانگر مقدار محصول (دانه، گوشت، چوب و) تولید شده به حجم آب مصرف شده است.

$$\text{CPD} = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}$$

اگرچه این شاخص معیار خوبی جهت مقایسه میزان بهره‌وری در یک محصول بخصوص می‌باشد و همچنین محاسبه و تامین اعداد اولیه آن به سهولت امکان پذیر می‌باشد ولی باید توجه کرد با افزایش تنوع محصولات میزان خطای این شاخص افزایش می‌یابد که مقدار خطا بستگی به الگوی کشت و نوع محصولات دارد. برای مثال CPD گندم و یا برنج از زعفران بسیار بیشتر است اما در عمل سود حاصل از زعفران بسیار بیشتر از آنهاست. لذا باید توجه داشت هنگامی از CPD به منظور مقایسه استفاده نمود که بجز آب مصرفی سایر عوامل تولید یکسان باشد.

## ب – سود خالص به ازای واحد حجم آب Net Benefit Per Drop

$$\text{NBPD} = \frac{\text{سود خالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}$$

شاید به جرأت بتوان گفت یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، NBPD می‌باشد. این شاخص در حقیقت نوع اصلاح شده‌ی

شاخص BPD می‌باشد که در آن، هزینه‌های صرف شده برای تولید محصول محاسبه شده و میزان سود خالص در صورت کسر قرار می‌گیرد.

بنابراین اگر هدف ما افزایش بهره‌وری از منظر اقتصادی باشد این شاخص بهترین روش مقایسه می‌باشد. بر اساس رابطه فوق هر محصولی که با

مقدار کمتری آب بتواند سود بیشتری بدهد برای کشت و کار بهتر است. البته در کلیه تحلیل‌ها باید سایر عوامل موثر در امر تولید از قبیل خود

کفایی، امنیت شغلی و ... را نیز باید مد نظر داشت، زیرا ممکن است بر اساس شاخص‌های ذکر شده تولید بعضی از محصولات به هیچ وجه توجیه

اقتصادی نداشته باشد و یا اینکه بر اساس شاخص NBPD استفاده از آب در بخش صنعت و یا دامپروری بیشتر مقرون به صرفه باشد ولی با توجه به

نکات ذکر شده تولید آنها ادامه می‌یابد.

# روش‌های افزایش بهره‌وری آب

یکی از عوامل کلیدی برای افزایش تولید و تأمین امنیت غذایی ارتقاء بهره‌وری آب است. افزایش بهره‌وری آب به دو روش اصلاح ارقام یا انتخاب رقمی که بتواند در مقابل کم‌آبی متحمل‌تر باشد و هم با مدیریت آبیاری در مزرعه به منظور افزایش راندمان آبیاری قابل حصول است. افزایش عملکرد (مقدار و ارزش) در واحد آب تعرق شده، کاهش همه آبهای غیر مفید (خروجی از مزرعه، تبخیر یا فرونشست)، افزایش اثربخشی باران با حفظ و جمع‌آوری آب باران و استفاده از منابع آبهای جایگزین (آبهای نامتعارف) عوامل کلی هستند که منجر به افزایش بهره‌وری آب خواهند شد. در نتیجه به صورت کلی دو روش عمده برای افزایش بهره‌وری عبارتند از:

**۱- کاهش مصرف آب با حفظ تولید قبلی**

**۲- افزایش تولید در واحد آب مصرفی**

که هر دو روش با بهبود مدیریت تولید قابل حصول است.

به طور کلی عوامل موثر در افزایش بهره وری یا استفاده موثرتر از آب را می توان در سه گروه دسته بندی کرد. نخست عوامل اقلیمی هستند که هم در مصرف آب و هم در طول دوره رشد تأثیر گذارند و بنابراین تولید ماده خشک گیاه هم تحت تأثیر آنهاست. شماری از این عوامل مانند رطوبت نسبی و باد، عمدتاً مصرف آب و ویژه فرآیند ((تبخیر- تعرق)) را تغییر می دهند و نقش مستقیمی در تولید محصول بازی نمی کنند. برخی دیگر مانند انرژی تابشی و حرارتی، از یک سو بر مصرف آب اثر می گذارند و از سوی دیگر در فرآیند فتوسنتز و ساخت مواد به وسیله گیاه نقش دارند. به هر حال در فضای باز مزرعه عوامل اقلیمی را نمی توان به سادگی تغییر داد. بنابراین جهت افزایش بهره وری می بایست از تغییر اثر این عوامل بر عملکرد گیاه و مصرف آب بهره جست. مثلاً با ایجاد بادشکن می توان اثر باد را در افزایش (تبخیر- تعرق) کاهش داد و یا با پاشیدن مواد سفید رنگ بر روی برگ ها، ضریب بازتاب را افزایش داد و تأثیر انرژی تابشی را مهار نمود. البته در اجرای هر یک از این روش ها در مقیاس وسیع باید هزینه های عملیات را مد نظر داشت.

گروه دوم از روشهای افزایش بهره‌وری ایجاد تغییرات ژنتیکی در گیاهان می باشد. روش عمومی کار به این صورت است که ابتدا صفات مناسب برای این منظور در نظر گرفته شده و سپس منبع ژنتیکی هر یک از صفات در ژنوتیپ‌های مختلف مشخص می‌گردد. سپس به‌نژادگران با روشهای مهندسی ژنتیک، ژن‌های مربوطه را از منبع به رقم گیاهی مورد نظر منتقل می‌کنند. در این ارتباط ژن‌های متنوعی را می‌توان نام برد. به عنوان نمونه ژن‌های مسئول زودرس کردن محصول می‌تواند در کوتاه کردن دوره تبخیر- تفرق گیاه و در نتیجه کاهش آب مصرفی نقش عمده ای داشته باشد. مثال دیگر در این زمینه ژن‌هایی هستند که مانع از افت شدید فتوسنتز در شرایط کم آبی می‌شود و در نتیجه عملکرد محصول ثابت می‌ماند و بهره‌وری افزایش می‌یابد.

روشهای دیگری وجود دارد که از طریق مدیریت زراعی مناسب باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌گردد. این عملیات بسیار متنوع می‌باشد و به طور کلی از دوره عمل می‌کند. نخست از راه افزایش تولید در واحد سطح که مستقیماً در افزایش بهره‌وری آب موثر است که به عنوان نمونه می‌توان از کاربرد مناسب نهادهای مختلف مانند کود، سم و یا ماشین-آلات نام برد. راه دیگر افزایش بهره‌وری از طریق کاهش آب مصرفی در طول دوره رشد می‌باشد به نحوی که عملکرد در واحد سطح کاهش نیابد و یا میزان کاهش عملکرد کمتر از میزان کاهش آب مصرفی باشد. برای رسیدن به این منظور در ابتدا باید تا حد ممکن از تلفات آب قبل از اینکه در اختیار گیاه قرار بگیرد جلوگیری نمود یا به عبارت دیگر با اجرای تمهیداتی راندمان مصرف آب را افزایش داد. ثانیاً میزان عملکرد را در ازای مقادیر مختلف آبیاری (کم آبیاری) محاسبه نمود و با استفاده از شاخص‌های بهره‌وری که ذکر شد بیشترین بهره‌وری را بدست آورد.

# **برخی از راهکارهای مهم برای افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی:**

## **۱- استفاده از روش‌های جدید آبیاری و فناوری‌های نوین:**

آبیاری قطره‌ای و میکرو: این روش‌ها با رساندن آب به صورت مستقیم به ریشه گیاه، از هدررفت آب جلوگیری کرده و راندمان آبیاری را به شدت افزایش می‌دهند.

آبیاری بارانی با سیستم‌های مدرن: استفاده از سیستم‌های بارانی با نازل‌های دقیق و کنترل هوشمند، باعث کاهش تبخیر و افزایش دقت در آبیاری می‌شود.

سنجش رطوبت خاک: با استفاده از سنسورهای رطوبت خاک و تعیین نیاز آبی گیاه، از آبیاری بیش از حد جلوگیری می‌شود.

## **۲- مدیریت بهینه خاک:**

کاهش فرسایش خاک: با استفاده از روش‌هایی مانند کشت روی هم، کشت حفاظتی و ایجاد پوشش گیاهی، می‌توان از فرسایش خاک و در نتیجه کاهش نفوذ آب به خاک جلوگیری کرد.

بهبود ساختار خاک: با افزودن مواد آلی به خاک، می‌توان ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش داد.

## **برخی از راهکارهای مهم برای افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی:**

### **۳- انتخاب مناسب محصولات و ارقام:**

کشت محصولات کم آب‌بر: انتخاب محصولاتی که نیاز آبی کمتری دارند، می‌تواند به کاهش مصرف آب کمک کند.  
استفاده از ارقام مقاوم به خشکی: کشت ارقام گیاهی که مقاومت بیشتری به خشکی دارند، به کاهش نیاز آبی گیاه کمک می‌کند.

### **۴- مدیریت تلفات آب:**

تعمیر و نگهداری شبکه‌های آبیاری: با تعمیر و نگهداری منظم شبکه‌های آبیاری، می‌توان از تلفات آب ناشی از نشتی و تبخیر جلوگیری کرد.  
استفاده از پوشش‌های پلاستیکی: استفاده از پوشش‌های پلاستیکی در اطراف درختان میوه و محصولات زراعی، می‌تواند از تبخیر آب جلوگیری کند.

# اهمیت کشت برنج

برنج سومین محصول مهم کشاورزی بعد از گندم و ذرت می‌باشد که بیش از یک پنجم کالری مورد نیاز انسان را در جهان تامین می‌کند.

سیستم کشت مرسوم برنج در ایران، مبتنی بر کشت نشایی در زمین گلخراب (Puddle) و استفاده از روش آبیاری کرتی می‌باشد. در این سیستم کشت، برنج بیش از ۸۰ درصد از طول دوره رشد به صورت غرقاب است.

همچنین در مرحله آماده سازی اراضی شالیزاری آب زیادی مصرف می‌شود.

(کوش ۱۹۹۴) محیط های رشد برنج را به ۵ گروه زیر تقسیم بندی نموده است.

۱- اراضی فاریاب (Irrigated Land)

۲- اراضی باران خور پایین دست (Rainfed Lowland)

۳- اراضی آب عمیق (Deep Water)

۴- اراضی پست جذر و مدی (Tidal Wetland)

۵- اراضی مرتفع (upland)

# بیان آب در اراضی شالیزاری (پایین دست)

آب آبیاری

بارندگی

تبخیر

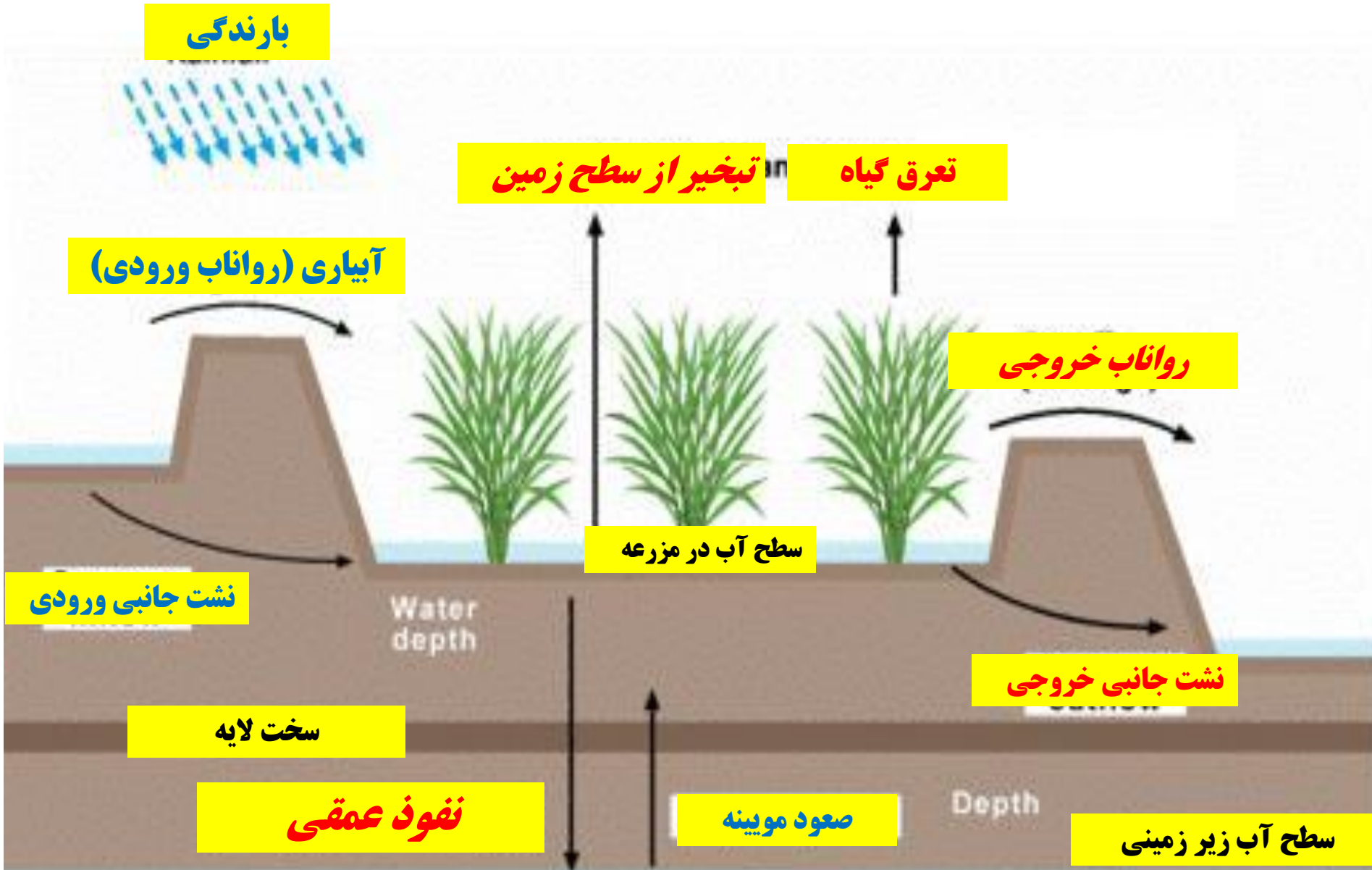
تعرق

رواناب سطحی

نفوذ پذیری عمقی

نشت

صعود موئینگی



بارندگی

تبخیر از سطح زمین

تعرق گیاه

آبیاری (رواناب ورودی)

رواناب خروجی

سطح آب در مزرعه

نشت جانبی ورودی

Water depth

نشت جانبی خروجی

سخت لایه

نفوذ عمقی

صعود موئینه

Depth


سطح آب زیر زمینی

**۱- تغییرات اقلیمی و کاهش باران موثر**

**۲- افزایش جمعیت**

**۳- افزایش سرانه مصرف آب در بخش شرب و صنعت و کاهش**

**سهم کشاورزی**

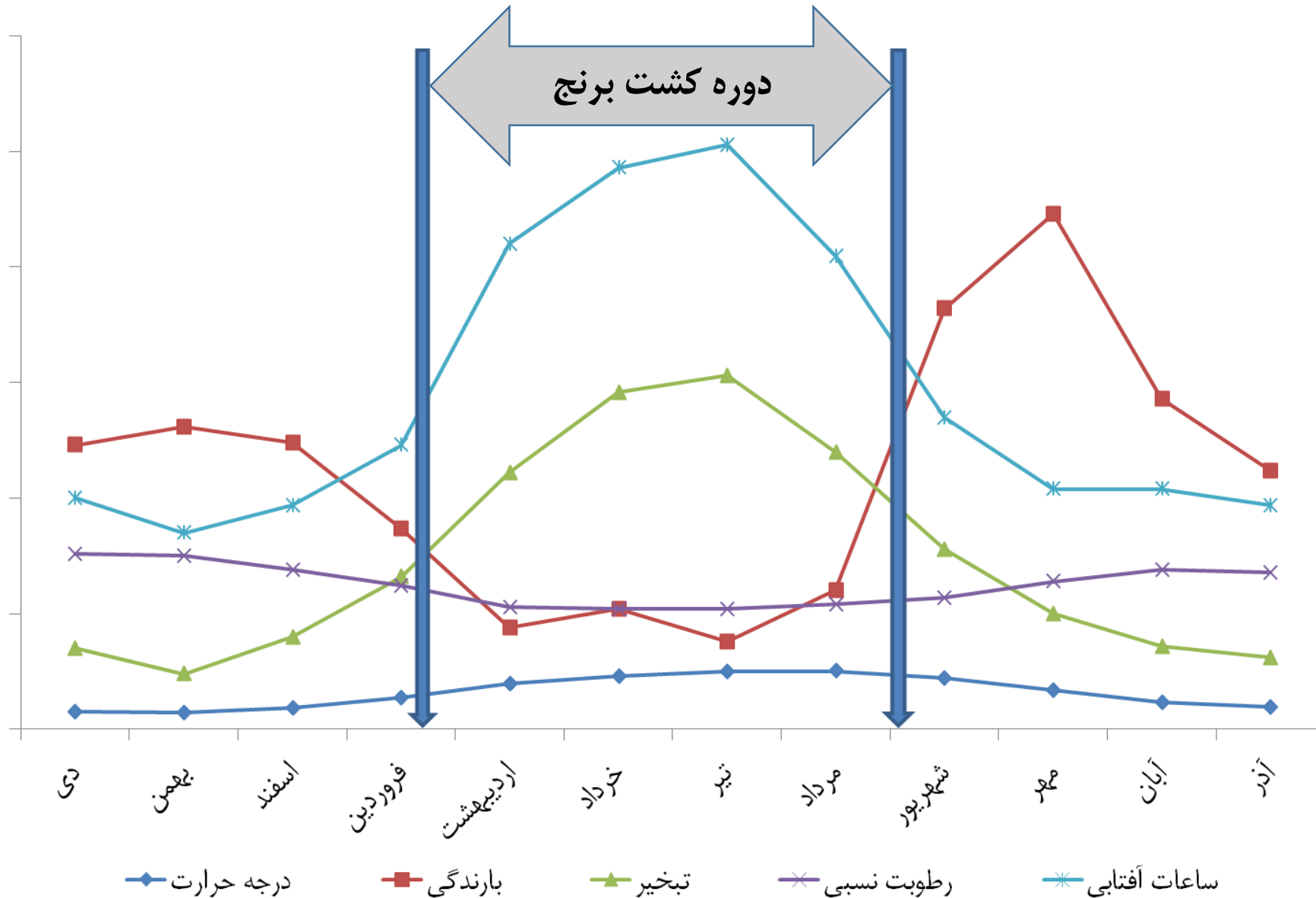


**دلایل بروز  
بحران آب**

**۴- پایین بودن راندمان آبیاری**

**۵- مصرف حداکثری آب در یک بازه زمانی**

## روند تغییرات پارامترهای آب و هوایی در شمال کشور در فصل زراعی (ساعات آفتابی، تبخیر و درجه حرارت بالاترین و بارندگی و رطوبت نسبی پایین ترین)



## نیاز آبی برنج (IRRI)

حدود جهانی		
فصلی (m <sup>3</sup> /ha)	روزانه (mm)	اجزای نیاز آبی
۲۰۰۰	-	آماده سازی زمین
۵۰۰۰	۵	تبخیر و تعرق
۱۰۰۰-۵۰۰۰	۱-۵	نفوذ و نشت
۱۲۰۰۰-۸۰۰۰	۱ متر	مجموع

# **راهکارهای افزایش بهره‌وری آب آبیاری در شالیزار**

**\* تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری**

**\* آماده سازی زمین (تسطیح و شخم مناسب)**

**\* آماده سازی و نگهداری مرزها**

**\* کم آبیاری تنظیم شده در دوره رشد برنج (آبیاری تناوبی)**

## **تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری**

**شالیزارهای سنتی در شمال کشور دارای کانالهای آبیاری و یا زهکشی نیستند و آبیاری بصورت کرت به کرت صورت می‌گیرد. آب از یک کرت به کرت دیگر از طریق شتاب بین مرزها جریان می‌یابد. به این روش آبیاری آبیاری کرت به کرت می‌گویند.**

**میزان آب ورودی به کرتها و خروجی از آن نمی‌تواند کنترل شود و ممکن است عناصر غذایی مفید (کود) را منتقل کند. در نتیجه کشاورزان قادر به زهکشی مزارع خود قبل از فصل برداشت نیستند، زیرا جریان آب بین کرتها بطور دائم برقرار است.**

**همچنین اگر کشاورزان بالادست آب را در مزارع خود نگهداری کنند و یا زمین خود را خشک کنند کشاورزان پایین دست دارای جریان آب نخواهند بود. افزون بر آن، بسیاری از فناوریها جهت غلبه بر کمبود آب نیازمند کنترل خوب آب برای هر مزرعه می‌باشد.**

## تسطیح زمین

یک مزرعه خوب تسطیح شده پیش نیازی برای کشت مناسب است. هنگامی که مزرعه به خوبی تسطیح نشده، آب ممکن است در مناطق پست جمع شده در حالیکه نقاط مرتفع خشک می گردند.

این عمل منجر به جوانه زنی غیر یکنواخت و رشد اولیه نامساوی و توزیع غیر یکنواخت کود و همچنین مشکل مضاعف علف های هرز گردد. اطلاعات در مورد فن آوری های تسطیح زمین در سایت [www.knowledgebank.irr.org](http://www.knowledgebank.irr.org) موجود است.

## • شخم مناسب ( کاهش نفوذ پذیری خاک )

• جریان های نشت و نفوذ عمیقی از مزارع برنج توسط قابلیت نفوذ خاک (قابلیت هدایت هیدرولیکی: قابلیت خاکها جهت انتقال عمودی و جانبی) کنترل می گردد.

• در مزارع برنج قبل از عملیات گل خرابی هنگامی که ترک های بزرگ و عمیق وجود داشته باشند، موجب اتلاف مقادیر زیادی از آب ورودی خواهد شد.

• کابانگن و همکاران اثرات مفید شخم سطحی قبل از خيساندن (مرطوب نمودن) خاک جهت از بین بردن ترک ها و شکاف های خاک را نشان داده اند. آب مورد استفاده جهت آماده سازی زمین از ۳۵۰ میلیمتر به ۲۵۰ میلیمتر کاهش یافت.

- گل خرابی منجر به تکمیل لایه شخم فشرده شده که از تلفات نفوذپذیری کاسته می شود.
- کارایی عملیات گل خرابی و کاهش نفوذپذیری خاک عمدتاً به ویژگیهای خاک بستگی دارد.
- در خاکهای دانه درشت عملیات گل آب نمودن موثر نیست زیرا ذرات ریز رس به اندازه کافی جهت حرکت به سمت پایین و پر نمودن حفره های لایه شخم وجود ندارد.
- از سوی دیگر عملیات گل آب نمودن در خاکهای رس که ترک های زیادی در زمان آیش در آن بوجود آمده، بسیار موثر است.

# آبیاری تناوبی:

- بعد از انتقال نشاء از خزانه به زمین اصلی، باید حداقل به مدت ۳ هفته زمین غرقاب باشد.
- پس از استقرار نشاء تا انتهای فصل مدیریت آبیاری به صورت تناوبی انجام می شود.
- آبیاری مجدد به ارتفاع ۵ سانتیمتر، **چند** روز بعد از حذف آب در سطح مزرعه انجام می گیرد.
- در آبیاری تناوبی قبل ایجاد ترکهای عمیق در سطح خاک باید آبیاری صورت گیرد.
- در مرحله گل دهی نباید هیچ گونه تنشی به گیاه وارد شود.
- بسته به شرایط آبیاری حداکثر تا چهار الی دو هفته قبل از برداشت ادامه پیدا می کند.

**خلاصه نکاتی که در روش مرسوم کشت، منجر به صرفه جویی در مصرف آب می شود:**

**۱- کشت به موقع**

**۲- آماده سازی مناسب زمین و مرزها و پاکسازی و لایروبی انهار**

**۳- اعمال آبیاری تناوبی حداکثر به ارتفاع ۵ سانتیمتر**



سیرانه‌گذاری برای تولید

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

**راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در کشت رایج برنج**

سخنران:

دکتر مصطفی یوسفیان

موسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت مازندران

۱۶ شهریور ۱۴۰۴ - ساعت: ۱۱



**با تشکر از توجه شما**