وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی
سرمایه‌گذاری برای تولید

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

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

عنوان:

درس‌های آموخته شده از کاربرد فناوری مدیریت آبیاری هوشمند در مزارع استان اردبیل

سخنران:

فرزین پرچمی عراقی

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

محقق معین

۷ مرداد ۱۴۰۴- ساعت: ۱۱:۳۰ الی ۱۲:۴۵

وزارت جهاد کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دوره آموزشی

درس‌های آموخته شده از کاربرد فناوری مدیریت آبیاری هوشمند در مزارع استان اردبیل

ارائه دهنده:

فرزین پرچمی عراقی

اردیبهشت ماه ۱۴۰۴

مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی

لزوم بهبود بهره‌وری آب کشاورزی

محدودیت روزافزون منابع آب قابل دسترس

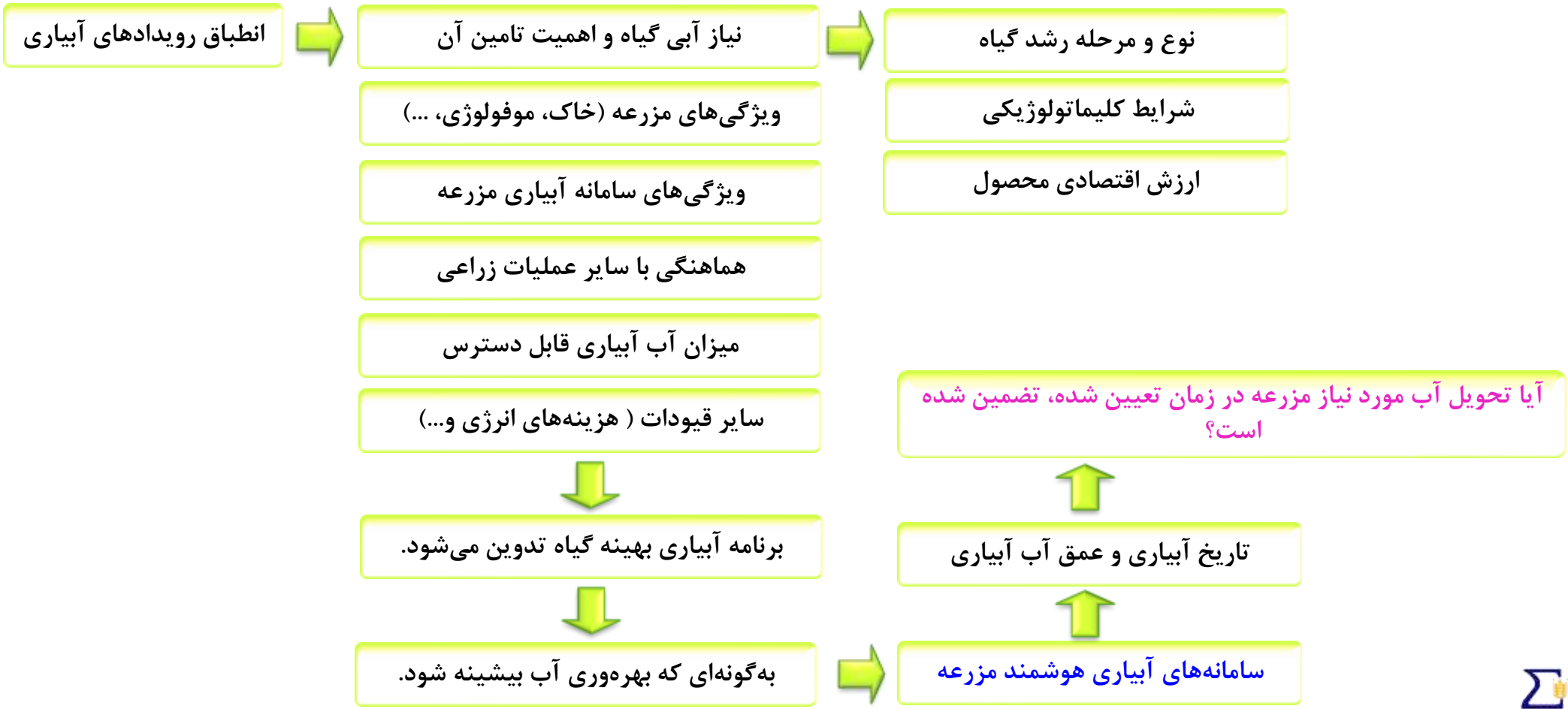
لزوم حفظ و افزایش سطح تولید محصولات کشاورزی

افزایش خروجی شبکه‌های آبیاری (تولیدات کشاورزی)

به‌ازای آب قابل دسترس کمتر از گذشته

ضرورت بهبود بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی

انعطاف پذیری خدمات تحویل آب



انعطاف پذیری خدمات تحویل آب

سوال مهم

آیا تحویل آب مورد نیاز در زمان تعیین شده، تضمین شده است؟

آیا شبکه آبیاری از انعطاف‌پذیری کافی برای پشتیبانی مدیریت هوشمند آبیاری برخوردار است؟

خیر

توصیه‌های استنتاجی از سامانه‌های مدیریت هوشمند آبیاری قابلیت اجرا نخواهد داشت.

انعطاف پذیری خدمات تحویل آب

انعطاف‌پذیری خدمات تحویل آب

بیانگر آن است که سیستم آبیاری تا چه حد می‌تواند خود را با نیازهای متغیر زارعین هماهنگ کند

چقدر در پاسخ‌گویی به تقاضای آب انعطاف دارد.

انعطاف پذیری خدمات تحویل آب

- ✓ توزیع و تحویل آب، فرایندی است که طی آن، محدوده و دریافت کننده های آب، میزان، تناوب و زمان تحویل آب مشخص می شود.
- ✓ در برنامه ریزی توزیع و تحویل آب باید سه عامل ۱) شدت جریان آب تحویلی به مزرعه، ۲) مدت زمان تحویل آب، ۳) تواتر زمانی تحویل آب مشخص شود.
- ✓ بسته به اینکه هریک از سه عامل فوق تا چه حد متغیر باشند، انعطاف پذیری خدمات تحویل آب متغیر خواهد بود.

روش های توزیع آب در شبکه‌های آبیاری–روش‌های اصلی

- ✓ توزیع گردشی (Rotational Delivery or Warabandi): آب به صورت نوبتی و بر اساس برنامه زمان‌بندی مشخص بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود. از پایین ترین انعطاف‌پذیری برخوردار است.
- ✓ کشاورز هیچ کنترلی بر خدمات تحویل آب ندارد.
- ✓ آب تحویلی لزوما، با نیاز آبیاری مزرعه مطابقت ندارد و کم آبیاری و/یا جریان برگشتی قابل توجه قابل انتظار است.
- ✓ زیرساخت های کنترل جریان آب در سطح شبکه، ساده و ارزانقیمت تر هستند.
- ✓ پایین ترین انعطاف پذیری

روش های توزیع آب در شبکه‌های آبیاری–روش‌های اصلی

برحسب تمایل (On-will or On-demand): کنترل آب به طور کامل بر عهده کشاورز می باشد. این روش از بالاترین درجه انعطاف پذیری برای تطبیق خدمات تحول آب با برنامه آبیاری بهینه مزرعه را دارد.

- ✓ نیازمند شبکه‌های پیشرفته با ظرفیت بالا، کنترل خودکار و ابزارهای پیش‌بینی و هماهنگی برخط دارند. بنابراین، گرانقیمت هستند.
- ✓ بهره برداری/نگهداری آنها نیازمند نیروی فنی خبره است.
- ✓ کشاورز کنترل کامل بر خدمات تحویل آب دارد.
- ✓ بالاترین انطعاف پذیری

روش های توزیع آب در شبکه‌های آبیاری–روش‌های اصلی

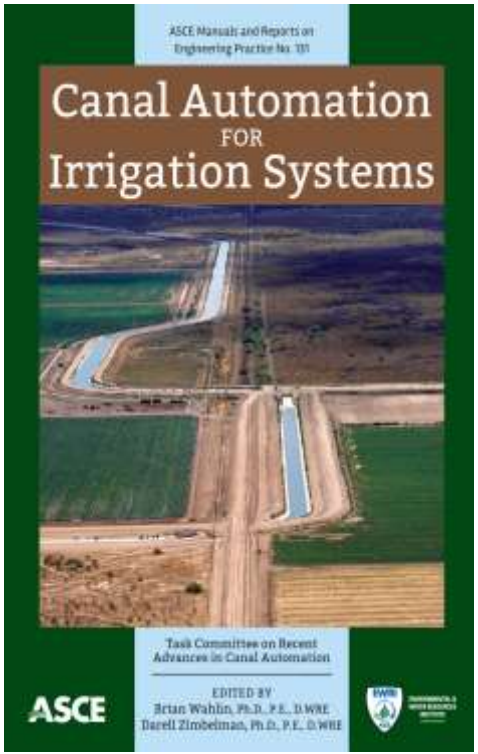
برحسب درخواست (توافقی، On-request | Arranged): برنامه ریزی دبی، دور آبیاری و طول زمان تحویل آب با توافق بین کشاورزان و مدیران شبکه تنظیم می شود. در این روش میزان آب موردنیاز توسط زارعین از قبل اعلام می شود و مدیریت شبکه با توجه به میزان آب موجود و درخواست های زارعین، برنامه ریزی تحویل آب و تنظیم سازه ها را انجام می دهد.

- ✓ شبکه موظف است مطابق با برنامه اعلام‌شده، آب را تحویل دهد.
- ✓ تقاضا باید از قبل برنامه‌ریزی شده باشد.
- ✓ انعطاف‌پذیری بینابینی متوسط

Rotational	پایین‌ترین سطح انعطاف‌پذیری
On-Demand	بالاترین سطح انعطاف‌پذیری
On-Request	پیاده‌سازی آن عملی‌تر است.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی

- ✓ بنابراین، بهبود انعطاف‌پذیری خدمات توزیع و تحویل آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی پیش‌نیاز اثربخشی حداکثری سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته برای به‌کارگیری تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های بهبود مدیریت آب در مزرعه است.
- ✓ مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: یکی از راهبردهای کلیدی در مدیریت پایدار منابع آب، با هدف ارتقاء بهره‌وری، کاهش تلفات غیرقابل بازیافت آب و افزایش پاسخ‌گویی شبکه آبیاری به نیازهای متغیر بهره‌برداران است.
- ✓ یکی از مهم‌ترین اهداف این فرآیند، بهبود انعطاف‌پذیری خدمات توزیع و تحویل آب است.
- ✓ نیل به این هدف، نیازمند گذار از روش‌های توزیع گردشی به سوی سمت روش‌های مدرن‌تری چون روش‌های تحویل حسب تقاضا و حسب درخواست است.
- ✓ چنین تغییری مستلزم بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نظارت، کنترل و اتوماسیون است که امکان تنظیم دقیق جریان‌ها و زمان‌بندی آبیاری را فراهم می‌سازد.


ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 131
Canal Automation
FOR
Irrigation Systems
Task Committee on Recent Advances in Canal Automation
EDITED BY
Brian Wahlin, Ph.D., P.E., D.WRE
Darell Zimbelman, Ph.D., P.E., D.WRE
ASCE

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– فراتر از اقدامات فنی سطحی

- ✓ مدرن‌سازی یک فرآیند چندبُعدی (فنی، مدیریتی و سازمانی)، تدریجی و هدف‌محور است که باید به طور همزمان به ۱) بهبود عملکرد فنی شبکه آبیاری (مثل کنترل هیدرولیکی دقیق در شبکه)، ۲) تقویت نهادهای اجتماعی (مثل تشکل‌های بهره‌برداران) و ۳) بهبود خدمات تحویل آب به کشاورزان توجه داشته باشد.

- ✓ مدرن‌سازی فراتر از اقدامات فنی سطحی است. غالبا، طراحان و مهندسان آبیاری، مدرن‌سازی را صرفا، با اقداماتی از قبیل پوشش کانال، لوله‌کشی و اتوماسیون کامپیوتری معادل می‌دانند.

- ✓ این اقدامات (مثل اتوماسیون) معمولاً در اولویت‌های اولیه مدرن‌سازی قرار ندارند، مگر آن‌که پیش از آن، نیازمندی‌های پایه‌ای‌تر چون بازبینی در رویکردهای مدیریت منابع آب، خدمات تحویل آب و تعامل با کشاورزان، اندازه‌گیری جریان آب و سیستم‌های حسابداری آب به درستی انجام شده باشند.

- ✓ تمرکز مدرن سازی باید بر بهبود خدمات تحویل آب به کشاورزان باشد.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی–ابعاد مختلف مدرن‌سازی

- تمرکز نهادهای بین‌المللی مثل بانک جهانی نسبت به جنبه های مختلف مدرن سازی در طول زمان متغیر بوده است:
- دهه ۱۹۸۰: نوسازی جامع شبکه های آبیاری و زهکشی از طریق اقدامات عمدتا سازه ای
- دهه ۱۹۹۰: اقدامات فنی (کنترل سطح و دبی آب)
- دهه ۲۰۰۰ به بعد: تمرکز بر تشکل‌های بهره‌برداران آب

- تجارب:
- در کشورهایی با تشکل‌های قوی بهره‌برداران (آمریکا، استرالیا و فرانسه)، مشکلات اجتماعی کمتر است و تمرکز اصلی بـر افـزایش انعطاف‌پـذیری سیستم‌های کنترلی است.
- تشکل‌های بهره‌برداران آب بدون زیرساخت فنی قابل اتکا برای اندازه گیری و کنترل جریان آب، کارآمد نیستند.
- کنترل هیدرولیکی دقیق، شرط موفقیت اجتماعی طرح های مدرن سازی است. در شرایط محدودیت منابع آب، بسیاری از مشکلات اجتماعی با ارائه خدمات مطمئن تحویل آب خودبه‌خود کاهش می‌یابند.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی–یک ضرورت

- ✓ در شرایط فعلی، سؤال اصلی این نیست که آیا باید مدرن‌سازی انجام شود یا نه، بلکه این است که چگونه باید آن را انجام داد. زیرا بدون مدرن‌سازی، نه امنیت غذایی قابل تأمین است و نه محیط‌زیست پایدار خواهد ماند.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– ۱۳ مرحله کلیدی در مدرن‌سازی

گام	عنوان	مفهوم
1	تعریف سطح واقعی خدمات	تفاوت بین خدمات «واقعی» و «اظهارشده» باید برطرف شود. مدیریت پروژه باید واقعیت را بپذیرد.
2	پذیرش نگرش خدمات‌محور	همه کارکنان باید نگرش خدمات محور به بهره‌بردار داشته باشند.
3	آموزش کارکنان در عملیات خدمات‌محور	اپراتورها باید آموزش ببینند تا بتوانند به‌درستی سطح آب را کنترل کنند، نه صرفاً اجرای دستور.
4	تحلیل دلایل خدمات ضعیف	نصب حسگر و لاگر برای ثبت داده‌های واقعی به تشخیص مشکلات کمک می‌کند.
5	انتخاب استراتژی مناسب بهره‌برداری	تنظیم راهبرد مناسب کنترل کانال.
6	بهبود ارتباطات در همه سطوح	از تلفن همراه و رادیو برای ارتباط سریع‌تر استفاده شود.
7	افزایش تحرک پرسنل	پرسنل سیار و چابک عملکرد بهتری دارند. یا جایگزین آن.SCADA :
8	کنترل و اندازه‌گیری دقیق جریان	اندازه‌گیری و کنترل جریان در نقاط کلیدی مانند سرشاخه‌ها و محل تحویل ضروری است.
9	ساخت مخازن Buffer	برای جذب نوسانات و افزایش انعطاف تحویل.
10	بهبود کنترل سطح آب	سطح آب باید یکنواخت باقی بماند تا فشار و دبی خروجی پایدار باشد.
11	اصلاح فرآیند درخواست و تحویل آب	هماهنگی بین سطوح مختلف بهره‌برداری و پاسخ‌گویی به تقاضای بهره‌بردار.
12	کنترل جریان از راه دور	با استفاده از PLC و SCADA در نقاط راهبردی.
13	ثبت و مدیریت آب‌های تلف‌شده(Spill)	اطلاعات مربوط به سرریزها ثبت و تحلیل شود.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– ۱۳ مرحله کلیدی در مدرن‌سازی

- ✓ مدرن‌سازی موفق شبکه‌های آبیاری ۱) با پذیرش واقعیات موجود آغاز می‌شود، ۲) با تغییر نگرش مدیریتی و آموزش پرسنل ادامه می‌یابد و ۳) سپس به توسعه فناوری و زیرساخت‌های فنی می‌رسد.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی–ملاحظات

- ✓ اتوماسیون کامپیوتری شبکه‌های آبیاری تنها زمانی موفق خواهد بود که همه شرایط لازم برای اجرای صحیح، بهره‌برداری پایدار، نگهداری مناسب و پشتیبانی فنی فراهم باشد. در غیر این صورت، نه‌تنها سودی حاصل نمی‌شود، بلکه سرمایه‌گذاری نیز ممکن است بی‌اثر یا حتی مضر باشد.

مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی–شرایط لزوم اجتناب از اتوماسیون کامپیوتری شبکه های آبیاری و زهکشی

1	عدم نگهداری زیرساخت‌ها: اگر زیرساخت‌های کانال در وضعیت بدی هستند و رسیدگی نمی‌شود، اتوماسیون بی‌فایده خواهد بود.
2	نبود بودجه کافی برای نگهداری :هزینه نگهداری سیستم اتوماسیون باید از پیش دیده شده باشد (حداقل ۱۵٪ هزینه تجهیزات در سال.(
3	عدم تجربه پرسنل پروژه :اجرای پروژه‌های پیچیده بدون دانش کافی در مورد مدرن‌سازی و تجهیزات.SCADA
4	نبود آموزش کافی برای پرسنل بهره‌بردار :بدون آموزش بلندمدت، نگهداری سیستم غیرممکن می‌شود.
5	نبود تجهیزات و قطعات یدکی در دسترس.
6	انتظارات غیرواقع‌بینانه از صرفه‌جویی در آب.
7	نرخ بالای جابه‌جایی کارکنان پروژه.
8	نبود تقسیم وظایف مشخص میان طراحان، پیمانکاران و اپراتورها.
9	استفاده از تجهیزات ارزان‌قیمت و غیرقابل اعتماد فقط به‌خاطر هزینه کمتر.
10	نداشتن درک درست از پیچیدگی اجرای پروژه و لزوم پایداری.
11	تلاش برای ساخت تجهیزات سنجش و عملگرها به‌صورت محلی، بدون تخصص.
12	نبود شرکت‌ها یا سازمان‌های متخصص محلی برای اجرا و تعمیر سیستم‌ها
13	نبود هدف‌گذاری عملیاتی مشخص.
14	عدم مشارکت بهره‌برداران نهایی در جلسات طراحی و تصمیم‌گیری.
15	کم‌تجربگی طراحان در طراحی سیستم‌های مدرن آبیاری.
16	پیشنهاد سیستم‌های آماده فقط به‌دلیل موجود بودن سخت‌افزار (تنها ابزار شما چکش نباشد)

SCADA

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی

- ✓ کاربرد SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) از اجزای کلیدی در اتوماسیون بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی محسوب می‌شود.
- ✓ SCADA با فراهم‌کردن نظارت لحظه‌ای، کنترل خودکار، و قابلیت جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، به افزایش راندمان مصرف آب، کاهش هزینه‌های عملیاتی، و بهبود پاسخ‌گویی به شرایط اقلیمی متغیر کمک کرده است.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۱- پایش لحظه‌ای و جمع‌آوری داده‌ها (Real-time Monitoring)

- SCADA امکان پایش پیوسته متغیرهای کلیدی شبکه آبیاری را فراهم می‌کند، از جمله
- دبی لحظه‌ای در کانال‌ها و خطوط لوله
- فشار در نقاط کلیدی و نقاط برداشت آب
- سطح آب در مخازن تنظیمی و کانال‌ها
- در برخی موارد، ویژگی های هواشناسی

✓ در شبکه‌های بزرگ مانند Westlands Water District در کالیفرنیا، بیش از ۱۶۰۰ کنتور حجمی به سیستم SCADA متصل هستند که مصرف آب هر کشاورز را به‌صورت لحظه‌ای ثبت و گزارش می‌دهند.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۲- کنترل خودکار تجهیزات شبکه آبیاری

- باز و بسته شدن دریچه‌ها و شیرآلات از راه دور
- روشن و خاموش شدن ایستگاه‌های پمپاژ بر اساس سطح مخزن یا تقاضای لحظه‌ای
- تنظیم فشار و جریان برای برآوردن نیاز هر مزرعه
- جلوگیری از سرریز و تلفات با تنظیم خودکار آب ورودی و خروجی

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۳- کاهش اتلاف و افزایش راندمان انتقال

- به کمکSCADA ، نقاط دارای نشت یا نوسان فشار قابل شناسایی خواهد بود.
- کنترل سطح آب در کانال‌ها به‌صورت دقیق انجام می‌شود تا از سرریز یا افت سطح آب جلوگیری شود.
- در برخی شبکه‌ها، الگوریتم‌های هوشمند برای پیش‌بینی زمان تقاضا و ذخیره‌سازی آب به‌کار گرفته شده‌اند.

✓ در پروژه Central Valley در کالیفرنیا، با کاربرد این فناوری، راندمان انتقال آب از ۶۵٪ در دهه ۱۹۹۰ به بیش از ۸۵٪ رسیده است.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۴- مدیریت تقاضا و برنامه‌ریزی آبیاری

✓ SCADA با سایر سامانه‌ها مانند GIS، پیش‌بینی‌های هواشناسی، و الگوریتم‌های تصمیم‌یار ادغام شده است تا بتواند:

- تقاضای آبیاری را بر اساس اطلاعات زراعی و پیش‌بینی اقلیمی برآورد کند.
- توزیع آب را اولویت‌بندی و زمان‌بندی کند.
- مدیریت بار شبکه را در دوره‌های اوج مصرف انجام دهد.

✓ در پروژه‌های مدرن‌سازی در ایالت یوتا (مانند پروژه Sevier River)، SCADA به‌همراه الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌کار رفته تا تصمیم‌گیری تخصیص آب به صورت روزانه صورت گیرد.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۵- توانمندسازی کشاورزان

- کشاورزان می‌توانند از طریق پرتال‌های اینترنتی یا اپلیکیشن‌های موبایل، مصرف آب خود را ببینند، تقاضای برداشت ثبت کنند، یا وضعیت فشار و زمان تحویل را بررسی کنند.
- هشدارهای SCADA از طریق پیامک یا ایمیل به کشاورزان ارسال می‌شود (مثلاً افت فشار یا نزدیک‌شدن به سقف مجاز مصرف).

✓ در ناحیه آبیاری Imperial در کالیفرنیا، کشاورزان دارای حساب کاربری اختصاصی هستند و از طریق سامانه Imperial Irrigation District وضعیت مصرف خود را به‌صورت لحظه‌ای مشاهده می‌کنند.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۶- پشتیبانی از تصمیم‌سازی و گزارش‌دهی

- داده‌های ثبت‌شده SCADAبرای تهیه گزارش‌های مدیریتی، مالی، زیست‌محیطی و قانونی استفاده می‌شوند.
- امکان تحلیل طولی از روند مصرف آب، راندمان، نشتی، و عملکرد تجهیزات وجود دارد.
- این داده‌ها در ارزیابی میزان صرفه‌جویی پس از مدرن‌سازی و توجیه اقتصادی پروژه‌ها کاربرد دارند.

✓ در پروژه‌های USDA وUS Bureau of Reclamation ، داده‌های SCADA به‌عنوان مرجع اصلی برای برآورد اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی برنامه‌های توسعه ای به‌کار می‌روند.

کاربرد SCADA در مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی–کارکردهای SCADA

۶- ادغام با انرژی خورشیدی و انرژی تجدیدپذیر

- ✓ در برخی پروژه‌های مدرن‌سازی در آریزونا و جنوب کالیفرنیا، سیستم‌های پمپاژ متصل به SCADA با تأمین انرژی از پنل‌های خورشیدی عمل می‌کنند.
- ✓ SCADA مصرف انرژی لحظه‌ای را نیز پایش می‌کند و بر اساس زمان اوج مصرف برق تصمیم به خاموش یا روشن کردن پمپ‌ها می‌گیرد.

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

معیار	Imperial ID (CA)	Westlands WD (CA)	Delano-Earlimart ID (CA)	Truckee-Carson ID (NV)	Elephant Butte ID (NM)	Central Utah Project (UT)	LCRA (TX)	Rio Grande WCD (CO)	Boise Project (ID)	Columbia Basin Project (WA)
اقلیم	بیابانی بسیار خشک	نیمه‌بیابانی خشک	خشک	خشک	نیمه‌خشک	نیمه‌خشک	نیمه‌خشک	نیمه‌خشک	نیمه‌مرطوب	نیمه‌مرطوب
بارندگی (میلی‌متر)	80–100	150–200	150–250	150–200	200–300	250–350	400–600	250–350	300–450	400–500
ETo (میلی‌متر)	2,400–2,800	~2,200	~2,100	~2,200	~2,100	~2,000	~1,800	~1,700	~1,500	~1,400
دما(°C)	22–24	20–22	20–22	18–20	18–20	16–18	20–22	14–16	14–16	14–16
مساحت (هکتار)	210,000	240,000	57,000	250,000	90,000	250,000	600,000	80,000	200,000	570,000
منبع آب	رودخانه کلرادو	کانال Delta-Mendota	Sierra Nevada runoff	Truckee River	Rio Grande	رودخانه Provo	رودخانه کلرادو	رودخانه Rio Grande	رودخانه Snake	رودخانه Columbia
محصولات اصلی	یونجه، گندم، سبزیجات	پسته، بادام، گوجه	مرکبات، انگور	یونجه، گندم	پیاز، فلفل	گندم، ذرت	پنبه، ذرت، برنج	سیب‌زمینی، جو	ذرت، سیب‌زمینی	گندم، ذرت، چغندر
آغاز مدرن‌سازی	2000	2005	2010	2012	2012	2010	2005	2014	2000	2000
پایان / در حال اجرا	2020	2020	2022	در جریان	در جریان	در جریان	در جریان	در جریان	در جریان	در جریان
هزینه تخمینی (M$)	500	800	120	150	100	300	400	80	250	1,000+

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

معیار	Imperial ID (CA)	Westlands WD (CA)	Delano-Earlimart ID (CA)	Truckee-Carson ID (NV)	Elephant Butte ID (NM)	Central Utah Project (UT)	LCRA (TX)	Rio Grande WCD (CO)	Boise Project (ID)	Columbia Basin Project (WA)
تجهیزات کلیدی	Siemens AG، Schneider Electric، Emerson Electric Rubicon Co.، Fisher Water، Val- Controls، Cameron Matic	Schneider Electric، Siemens AG، Emerson Electric Rubicon Co.، Fisher Water، Val- Controls، Pentair Matic	Siemens AG، Schneider Electric، Emerson Electric Rubicon Co.، Fisher Water، Val- Controls، Cameron Matic	Schneider Electric، Siemens AG، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Cameron Matic، Pentair	Siemens AG، Schneider Electric، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Cameron Matic	Schneider Electric، Siemens AG، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Cameron Matic، Pentair	Siemens AG، Schneider Electric، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Pentair Matic	Schneider Electric، Siemens AG، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Cameron Matic	Siemens AG، Schneider Electric، Emerson Electric Fisher Co.، Val- Controls، Cameron Matic	Siemens AG، Valmont Industries (Valley Irrigation)، Schneider Electric Fisher، Val- Controls، Cameron Matic
روش آبیاری قبل	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی
روش آبیاری بعد	قطره‌ای، بارانی	قطره‌ای، بارانی	قطره‌ای	بارانی	قطره‌ای	سنترپیوت	بارانی	بارانی	سنترپیوت	سنترپیوت، قطره‌ای
درصد آبیاری تحت فشار اکنون	~60%	~70%	~65%	~40%	~50%	~60%	~55%	~70%	~75%	~80%

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

معیار	Imperial ID (CA)	Westlands WD (CA)	Delano-Earlimart ID (CA)	Truckee-Carson ID (NV)	Elephant Butte ID (NM)	Central Utah Project (UT)	LCRA (TX)	Rio Grande WCD (CO)	Boise Project (ID)	Columbia Basin Project (WA)
روش توزیع قبل	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی	نوبتی
روش توزیع بعد	On-demand	On-demand	On-demand	بهبود یافته	نیمه On-request	On-request	On-demand	هنوز غالباً نوبتی	On-demand	On-demand
کاهش تلفات آب (%)	30 → 12	35 → 15	25 → 10	30 → 20	25 → 15	30 → 15	30 → 10	25 → 12	30 → 10	35 → 10
کاهش مصرف انرژی (%)	~30%	~25%	~20%	~15%	~20%	~25%	~30%	~25%	~30%	~35%
افزایش درآمد کشاورزی	~40%	~45%	~35%	~25%	~30%	~30%	~35%	-	~40%	~45%
نهاد مدیریت	Imperial ID	Westlands WD	DEID	Truckee-Carson ID	EBID	Bureau of Reclamation	LCRA	RGWCD	USBR + محلی	USBR + WA Dept. Ecology
ساختار بهره‌برداری	هیئت منتخب، مستقل و نهادی	هیئت مدیره منتخب کشاورزان، تحت قوانین ایالتی	هیئت منتخب محلی	هیئت محلی با نظارت U.S. Bureau of Reclamation	هیئت منتخب کشاورزان، هماهنگی با USBR	هیئت منصوب‌شده محلی و دولتی، همکاری با فدرال	نیمه‌دولتی، با هیئت منصوب‌شده، اختیارات چندمنظوره (آب، برق، محیط‌زیست)	هیئت مدیره منتخب محلی، هماهنگی با دولت ایالتی	مدیریت بهره‌برداری توسط انجمن‌های آبیاری محلی تحت نظارت USBR	مدیریت بهره‌برداری توسط انجمن‌های آبیاری محلی تحت نظارت USBR
دسترسی های کشاورز	اپلیکیشن ثبت سفارش، پورتال آنلاین، مانیتورینگ لحظه‌ای	اپلیکیشن ثبت سفارش، پورتال آنلاین، مانیتورینگ لحظه‌ای	اپلیکیشن ثبت سفارش، پورتال آنلاین، مانیتورینگ لحظه‌ای	اپلیکیشن + تماس	پنل دیجیتال	پورتال USBR	پلتفرم SmartWater	پنل RGWCD	سامانه Valley	سامانه WaterSmart

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا–پلتفرم SmartWater در ناحیه آبیاری LCRA (تگزاس)

- ✓ SmartWater تگزاس یکی از پیشرفته‌ترین سیستم‌های مدیریت منابع آب کشاورزی در ایالات متحده است. این سیستم برای بهینه‌سازی توزیع آب، پایش مصرف، برنامه‌ریزی دقیق آبیاری و تعامل مؤثر با کشاورزان طراحی شده است.

دسته	جزئیات
هدف اصلی	بهبود بهره‌وری آب آبیاری و مدیریت تقاضای آب مزارع
راه‌اندازی اولیه	حدود ۲۰۱۰–۲۰۱۲، در حال بهبود تا به امروز
زیرساخت نرم‌افزاری	سامانه مبتنی بر وب و تلفن همراه، طراحی‌شده برای تعامل مستقیم با کشاورزان
اجزای اصلی	پایگاه داده آب تحویلی، ثبت سفارش آب، زمان‌بندی خودکار، سنسورهای مزرعه، اتصال به SCADA

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا–پلتفرم SmartWater در ناحیه آبیاری LCRA (تگزاس)

✓ SmartWater تگزاس یکی از پیشرفته‌ترین سیستم‌های مدیریت منابع آب کشاورزی در ایالات متحده است. این سیستم برای بهینه‌سازی توزیع آب، پایش مصرف، برنامه‌ریزی دقیق آبیاری و تعامل مؤثر با کشاورزان طراحی شده است.

ویژگی	توضیحات
ثبت سفارش آب	کشاورزان می‌توانند از طریق پورتال آنلاین یا اپلیکیشن موبایل، نیاز آبیاری خود را بر اساس تاریخ، مقدار و ناحیه تعیین کنند.
نقشه تعاملی زمین‌ها	کشاورز می‌تواند زمین‌های خود را روی نقشه انتخاب کرده و درخواست آب را برای بلوک‌های مشخص ثبت کند.
زمان‌بندی و پیگیری سفارش‌ها	پلتفرم به کشاورز اعلام می‌کند چه زمانی و از کدام کانال/ایستگاه آب تحویل داده خواهد شد.
نظارت آنلاین بر مصرف آب	سنسورهای نصب‌شده در نقاط تحویل به صورت لحظه‌ای اطلاعات آب تحویلی را در پلتفرم نمایش می‌دهند.
تحلیل داده‌ها و گزارش‌ها	امکان مشاهده تاریخچه ای آب تحویلی، مقایسه با تخصیص، هشدار تجاوز از سهمیه، و گزارش‌های فصلی یا سالانه
هشدار و اطلاع‌رسانی	در صورت بروز تغییر در جریان آب یا تأخیر در تحویل، پیامک/ایمیل به کشاورز ارسال می‌شود.

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا–پلتفرم SmartWater در ناحیه آبیاری LCRA (تگزاس)

- ✓ فرآیند کلی برای کشاورز به‌صورت زیر است:
- ✓ ۱. ورود به پورتال SmartWater
- ✓ 2. انتخاب زمین مورد نظر
- ✓ ۳. تعیین مقدار و زمان تحویل آب آبیاری
- ✓ ۴. تأیید سفارش و دریافت پیام تایید
- ✓ ۵. نظارت بر زمان تحویل آب
- ✓ ۶. بررسی آب تحویلی پس از اتمام آبیاری بر اساس داده های سامانه
- ✓ ۷. دریافت گزارش دوره‌ای برای تصمیم‌گیری آینده

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا–پلتفرم SmartWater در ناحیه آبیاری LCRA (تگزاس)

✓ تکنولوژی‌های به‌کاررفته

- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- GIS-integrated dashboards
- دبی سنج های مبتنی بر اینترنت اشیاع (IoT flow meters)
- Cloud data services
- نرم‌افزار سفارشی

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا– مزرعه Boardman در Oregon

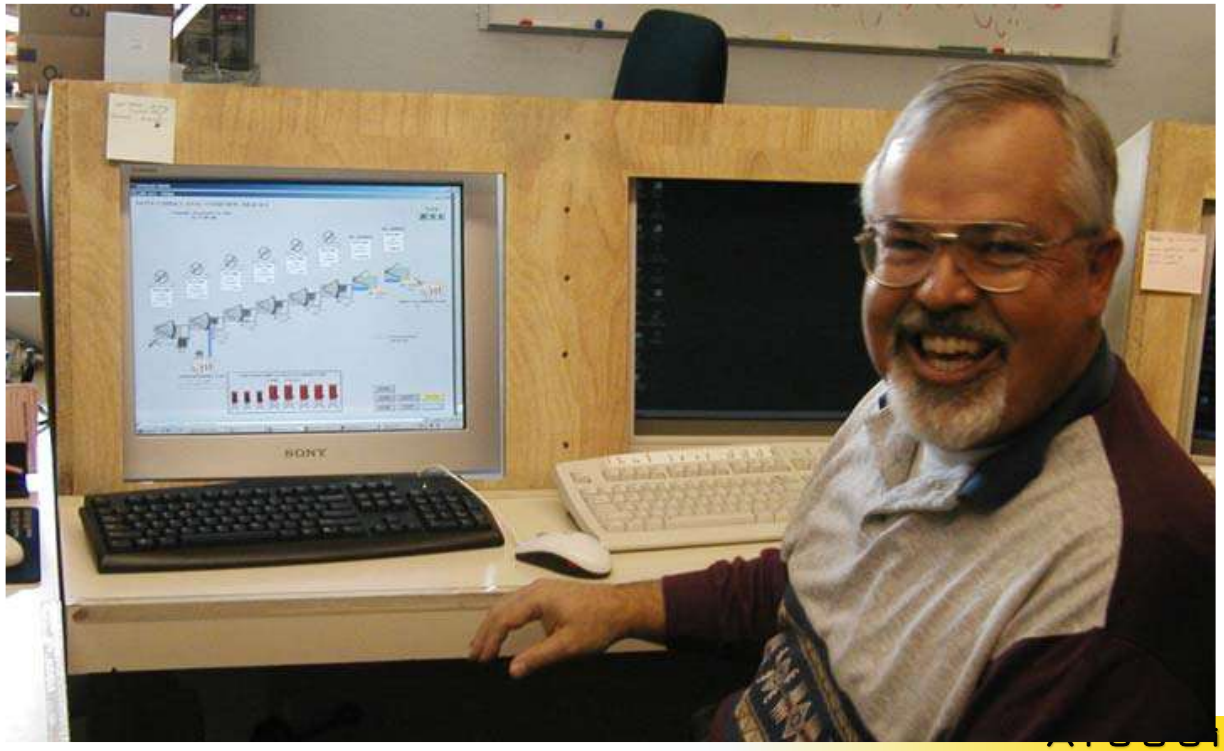
	شرح
مساحت مزرعه	حدود ۱۰،۳۶۰ هکتار
ویژگی اقلیمی	نیمه‌خشک با بارش سالیانه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر
چالش اصلی	کمبود آب و هزینه بالای پمپاژ آب
سیستم‌های مدیریت آبیاری	استفاده از برنامه مدیریت آبیاری علمی پیشرفته (ASIM) و سیستم SCADA آبیاری(I-SCADA)
ویژگی‌های سیستم	-سنجش خودکار رطوبت خاک- برنامه AHBIS برای مدیریت ۱۰۱ پمپ در ۲۳ ایستگاه پمپاژ- دقت ±۱ دقیقه در آبیاری
نوع سیستم آبیاری	آبیاری قطره‌ای و سنترپیوت
مزایا	-بهره‌وری بالای مصرف آب- کاهش مصرف انرژی و آب- آبیاری دقیق و یکنواخت- حفظ نوار میانی خشک ۶۰ سانتی متری بین ردیف‌های کشت (با فاصله ۳ متر)
هدف اقتصادی و زیست‌محیطی	تولید پایدار و اقتصادی فیبر برای بیوانرژی، کاغذ و چوب
ویژگی خاص سیستم کنترل	امکان ایجاد برنامه‌های زمانی منحصر به هر بلوک آبیاری و مدیریت هیدرولیکی ملایم و یکنواخت ایستگاه‌های پمپاژ

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

- ✓ نمونه‌ای از یک کانال که از طریق یک سیستم SCADAاز راه دور مورد پایش قرار گرفته است. انرژی الکتریکی مورد نیـاز تجهیـزات RTUو بـاتری مربوطه از جریان مستقیم ۱۲ ولت تولیدی از یک پنل خورشیدی تامین می‌شود. ارتباط RTUبا ایستگاه کاری مرکزی از طریق امـواج رادیـویی صـورت می‌گیرد.

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

- ✓ متصدی آبیاری ناحیه آبیاری Dolores، کلورادو که در برابر کامپیوتر مرکزی سیستم SCADAنشسته است. آیکن‌های مبین دریچه‌های شعاعی بـر روی صفحه HMIبیانگر تراز سطح آب در کانال و موقعیت تنظیمی دریچه‌های شعاعی در طول کانال می‌باشند.



تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

- ✓ این سازه چک از طریق دریچه‌های ساخت شرکت Rubiconکه با سیستم SCADAیکپارچه شده‌اند، کنترل می‌شود و به‌منظور کنترل تراز سطح آب یا شدت جریان عبوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در آمریکا

- ✓ متصدی بهره‌برداری در سیستم مرکزی ناحیه آبیاری و زهکشی آریزونای مرکزی، نزدیکی شهر Phoenixکه تراز سطح آب و شدت جریان عبـوری در مقاع مختلف کانالی به‌طور ۶۰ مایل را پایش می‌کند. این سیستم SCADAبا هزینه‌ای نسبتا پایین و با استفاده از تجهیزات ارزانیمـت RTUو ارتبـاط رادیویی Spread Spectrumپیاده‌سازی شده است.

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا

معیار	Murrumbidgee Irrigation Area (MIA)	Goulburn-Murray Irrigation District (GMID)
موقعیت جغرافیایی	جنوب نیو ساوت ولز(NSW)	شمال ایالت ویکتوریا
مساحت کل منطقه آبیاری	~660,000هکتار	~700,000هکتار
مساحت آبیاری شده	180,000–250,000هکتار	~350,000هکتار
آب قابل استفاده سالیانه(Mm3)	~1,200	~2,500
منبع آب اصلی	رودخانه Murrumbidgee و Blowering Dam	رودخانه‌های Goulburn ، Murrayو سد Eildon
بارندگی سالیانه	350–500میلی‌متر	400–650میلی‌متر
تبخیر-تعرق سالیانه(ETo)	~1,500–1,800میلی‌متر	~1,400–1,700میلی‌متر
میانگین دمای سالیانه	16–18°C	14–16°C
محصولات غالب کشاورزی	برنج، مرکبات، انگور، سبزیجات، یونجه	یونجه، بادام، انگور، میوه هسته‌دار
سال شروع مدرن‌سازی	2009	2007
سال پایان فاز اصلی مدرن‌سازی	2020	2022
هزینه سرمایه‌گذاری کل	~400میلیون دلار استرالیا	~2میلیارد دلار استرالیا
تلفات آب قبل از مدرن‌سازی	~25%	~30–35%
تلفات آب بعد از مدرن‌سازی	<10%	~10–15%

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا

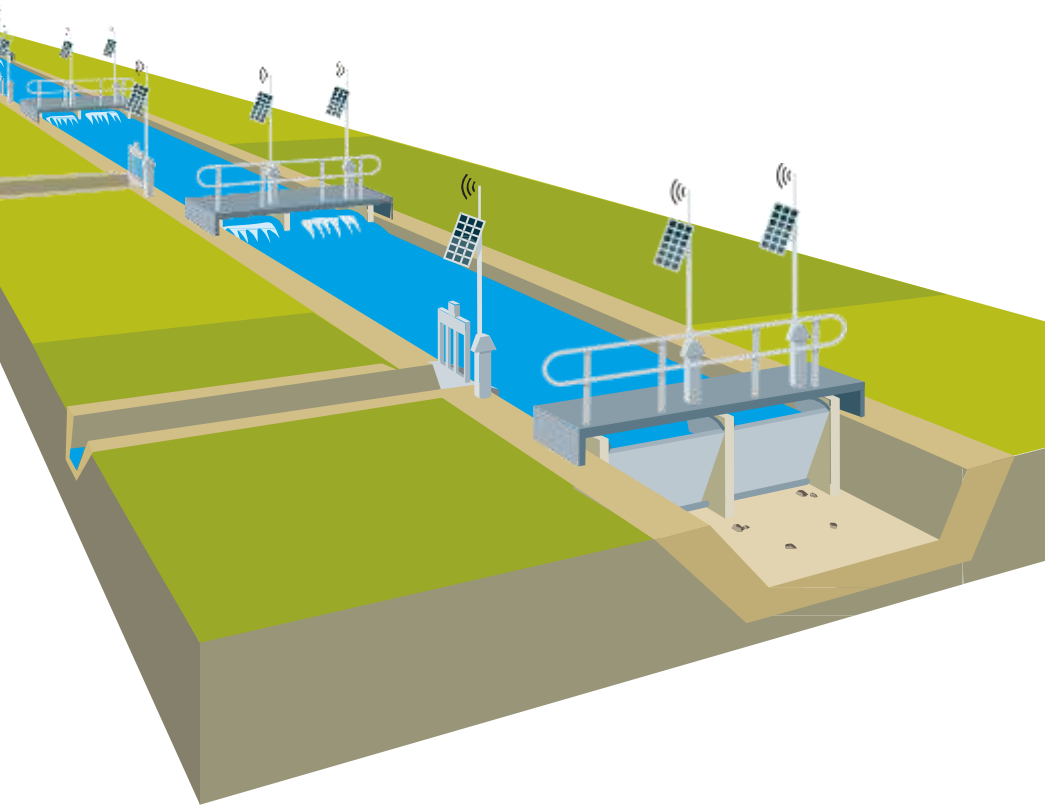
معیار	Murrumbidgee Irrigation Area (MIA)	Goulburn-Murray Irrigation District (GMID)
راندمان انتقال آب بعد از مدرن‌سازی	~90%	~85–90%
روش آبیاری قبل از مدرن‌سازی	عمدتاً سطحی	عمدتاً سطحی
روش آبیاری بعد از مدرن‌سازی	افزایش چشمگیر قطره‌ای و بارانی	افزایش چشمگیر قطره‌ای و بارانی
سیستم توزیع قبل از مدرن‌سازی	نوبتی	نوبتی
سیستم توزیع بعد از مدرن‌سازی	On-demand	On-demand
سامانه مدیریت و سفارش آب	پلتفرمmyMIwater	پلتفرم WaterLINE
میزان کاهش انرژی مصرفی	کاهش ~۳۰%	کاهش ~۲۵%
افزایش درآمد کشاورزی منطقه‌ای	~50%افزایش(1.2B → 1.8B AUD)	~35–40%افزایش
نهاد بهره‌بردار شبکه	شرکت تعاونی با سهامداران کشاورزان و بهره‌برداران منطق	سازمان دولتی
درگیری کشاورزان با مدیریت آب	بسیار بالا (اپلیکیشن، داشبورد، امکان معامله آب)	متوسط تا بالا (پنل سفارش، فروش آب در بازار ثانویه)
شرکت‌های اصلی تجهیزات	Rubicon Water، Siemens، Metasphere	Rubicon Water، Honeywell، Schneider Electric

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا

سال ۱۹۰۳

سال ۲۰۰۳

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا



تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا–آبیاری نواری

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا–آبیاری نواری

System	Application efficiency	Water applied (ML/ha)	Water savings (ML/ha)	Energy use (MJ/ha)	Increase in energy use (MJ/ha)
Traditional surface	55%	7.3	-	9700	-
Sprinkler	90%	4.4	2.9	17000	7300
Micro	95%	4.2	3.1	16000	6300
High-performance surface	85%	4.7	2.6	9700	0

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا–آبیاری کرتی

تجارب موفق مدرن سازی شبکه های آبیاری در استرالیا–آبیاری موجی

درس‌های کلیدی آموخته شده از پروژه‌های موفق

درس‌های کلیدی آموخته شده	عامل موفقیت
عملکرد پایدار سیستم بسیار مهم است.	کیفیت تجهیزات
تضمین انتقال داده بی‌وقفه و سریع حیاتی است.	شبکه ارتباطی
افزایش پذیرش و بهره‌وری سیستم توسط کاربران نهایی.	آموزش و مشارکت
هماهنگی کامل میان ذینفعان و تأمین منابع مالی و انسانی.	مدیریت پروژه قوی
ترکیب داده‌های محیطی و سیستم‌های هوشمند موجب بهینه‌سازی مدیریت بهره برداری می‌شود.	یکپارچه‌سازی داده

تجارب شکست مدرن سازی شبکه های آبیاری و زهکشی

تجارب شکست مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– پروژه مدرن‌سازی شبکه آبیاری در ایالت تگزاس در دهه ۲۰۰۰

✓ شرح پروژه :

✓ پروژه ای بزرگ برای نصب سیستم‌های SCADAو خودکارسازی در شبکه‌های آبیاری منطقه‌ای با هدف بهبود بهره‌وری و کنتـــرل بهتر مصرف آب.

- **دلایل شکست:**
  - **زیرساخت نامناسب :**تجهیزات SCADA نصب شده با شبکه‌های موجود همخوانی نداشتند و زیرساخت‌های ارتباطی به اندازه کافی قوی نبودند.
  - **عدم آموزش کافی پرسنل :**کاربران و اپراتورها آموزش لازم برای کار با سیستم‌های جدید را دریافت نکردند.
  - **مشکلات نگهداری :**تجهیزات خودکار به سرعت دچار خرابی شدند و تیم‌های فنی پاسخگو نبودند.
  - **عدم تطابق نرم‌افزاری :**نرم‌افزارهای کنترل و مانیتورینگ با نیازهای محلی و عملکرد واقعی سیستم سازگار نبودند.
  - **هزینه‌های بالای نگهداری و به‌روزرسانی :**هزینه‌های عملیاتی از حد انتظار فراتر رفت و بودجه پروژه تخلیه شد.

- **نتیجه:**

در نهایت بسیاری از سیستم‌ها به حالت دستی برگشتند و سرمایه‌گذاری اولیه عملاً هدر رفت.

تجارب شکست مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– پروژه اتوماسیون شبکه آبیاری در استان کرالا (هند) – دهه ۲۰۱۰

- **شرح پروژه:**

نصب سیستم‌های کنترل خودکار و SCADA برای شبکه‌های آبیاری تحت فشار در منطقه‌ای با اقلیم گرم و مرطوب.

- **دلایل شکست:**
  - **مشکلات برق‌رسانی :**قطعی‌های مکرر برق و نبود سیستم پشتیبان باعث خرابی و توقف سیستم‌های کنترل شد.
  - **دوام پایین تجهیزات :**تجهیزات وارداتی به دلیل رطوبت بالا و شرایط آب و هوایی نامناسب دچار خوردگی و خرابی شدند.
  - **عدم مشارکت کشاورزان :**کشاورزان آموزش ندیدند و به سیستم جدید اعتماد نداشتند، بنابراین استفاده ناکافی بود.
  - **مشکلات ارتباطی :**شبکه‌های ارتباطی داده‌ها ضعیف بودند و ارتباطات مکرراً قطع می‌شد.

✓ **نتیجه:**

✓ **پروژه نتوانست به اهداف مدنظر برسد و پس از چند سال به فراموشی سپرده شد.**

تجارب شکست مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی– پروژه SCADA در شبکه آبیاری رودخانه نیل (مصر) – اواخر دهه ۱۹۹۰

- **شرح پروژه:**

تلاش برای به‌کارگیری فناوری SCADA در سیستم‌های آبیاری گسترده و قدیمی مصر برای مدیریت بهتر منابع آب رودخانه نیل.

- **دلایل شکست:**
  - **تناقض با ساختار سنتی :**ساختار مدیریتی سنتی و پراکنده منابع آب، هماهنگی لازم برای استفاده از سیستم‌های خودکار را سخت کرد.
  - **مشکلات فرهنگی و مدیریتی :**مقاومت در برابر تغییر و فقدان مدیریت متمرکز مانع اجرای موثر پروژه شد.
  - **نواقص فنی :**تجهیزات SCADA نامناسب برای مقیاس وسیع و شرایط سخت محیطی.
  - **محدودیت در منابع مالی :**بودجه ناکافی برای نگهداری و توسعه سیستم پس از نصب اولیه.

- **نتیجه:**

پروژه نتوانست به اهداف مدرن‌سازی دست یابد و اجرای آن تنها در بخش کوچکی از شبکه دامه یافت.

تجارب کاربرد SCADA در ایران

✓ تجربه پیاده‌سازی SCADA در شبکه‌های آبیاری ایران از اوایل دهه ۱۳۸۰ آغاز شد و با هدف افزایش بهره‌وری، کاهش تلفات آب، و حرکت به سوی آبیاری هوشمند در چندین پروژه ملی و منطقه‌ای از جمله شبکه آبیاری دز و شبکه آبیاری زیدون – بهبهان اجرا شده است.

چالش	توضیح
زیرساخت ارتباطی	ضعف پوشش موبایل و ارتباط رادیویی در مناطق روستایی و کوهستانی.
نگهداری و پشتیبانی	کمبود نیروی متخصص و هزینه بالای تعمیر قطعات وارداتی.
هزینه سرمایه‌گذاری اولیه	اجرای کامل SCADA در یک شبکه بزرگ می‌تواند بسیار پرهزینه باشد.
مشارکت کشاورزان	درک پایین از فناوری، مقاومت اولیه در برابر پذیرش خودکارسازی.
عدم هم‌افزایی نهادی	نبود هماهنگی میان شرکت‌های آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی، و بهره‌برداران.

مدیریت هوشمند آبیاری

مدیریت هوشمند آبیاری

- سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند، ابزارهایی جهت ارائه توصیه های بهینه برنامه ریزی آبیاری از طریق گردآوری و تفسیر به هنگام وضعیت آبی گیاه در مزرعه و پیشگویی نیاز آبی گیاه در افق کوتاه مدت (۷ تا ۱۰ روز آینده) هستند.
- این سامانه‌ها با درجات خبرگی متفاوت و با هدف پایش به‌هنگام رشد و توسعه گیاه در مزرعه و ارائه یک برنامه‌ریزی آبیاری بهینه در انطباق با نیاز گیاه، تغییرات مکانی ویژگی‌های مؤثر بر مدیریت آبیاری (غیریکنواختی ویژگی‌های خاک، سامانه آبیاری و گیاه در سطح مزرعه)، کمیت و کیفیت آب قابل‌دسترس و ترجیحات مدیریتی کشاورز توسعه‌یافته‌اند.
- در توسعه این سامانه‌ها لازم است که تعادل معقولی بین هزینه سرمایه‌گذاری موردنیاز برای پیاده‌سازی و بهره‌برداری از سامانه و درجه استحکام برآوردها و توصیه‌های آن در خصوص مدیریت هوشمند آب کشاورزی برقرار باشد.

انواع سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند

به‌طور کلی، سامانه‌های آبیاری هوشمند توسعه یافته تاکنون را می‌توان در سه گروه اصلی دسته‌بندی کرد:

۱- گونه‌هایی که مبتنی بر حسگرهای مختلف نصب شده در سطح مزرعه، ادوات کنترل الکتریکی جهت کنترل خودکار جریان آب در بین قطعات آبیاری و یک سامانه پردازش مرکزی هستند.

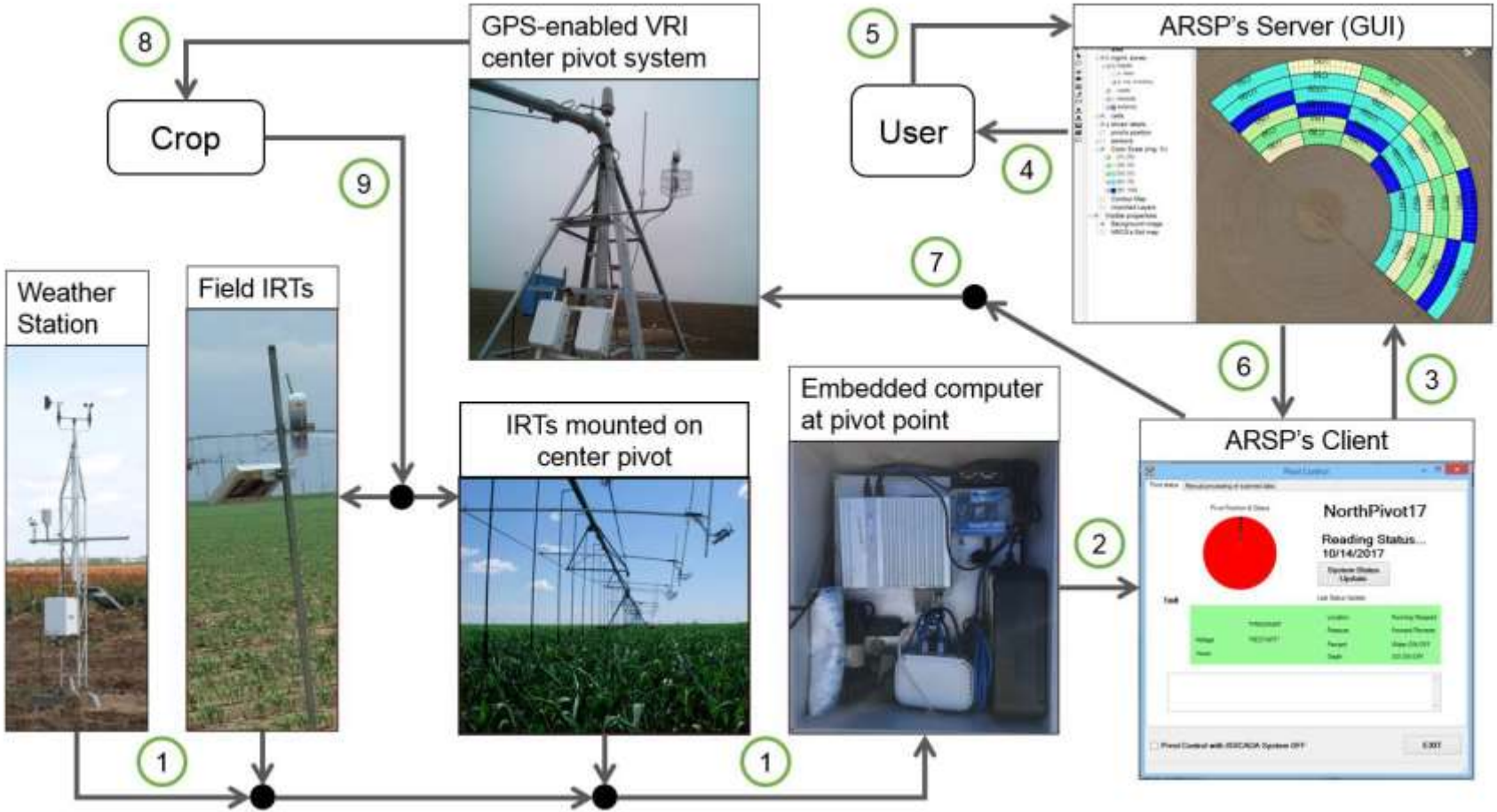
مزایا:

توصیه های آنها میتواند قابل اطمینان باشد

معایب:

- گران‌قیمت بودن ادوات مورد نیاز و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا
- نیاز به تأمین برق و اتصال پایدار (اینترنت/رادیو/شبکه محلی)
- محدودیت دسترسی به پیشتیبانی فنی است در شرایط کشور ما
- پیچیده و لذا، مستعد بروز نقص فنی هستند.
- مثال: بسته های مدیریت هوشمند آبیاری شرکت Netafim (آبیاری قطره ای) و Valmont (سنترپیوت)

انواع سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند



انواع سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند

۲- گونه‌های دیگری از سامانه‌های آبیاری هوشمند بر پایه شبیه‌سازی شرایط واقعی رشد گیاه در مزرعه بوده و شبیه‌سازی‌های رشد گیاه بـا اسـتفاده از منابع مختلف داده های (به ویژه داده های سهل الوصولی چون داده های ماهواره ای) و بعضا، به کارگیری گونه‌های مختلفی از الگوریتم‌های داده‌گواری با شرایط واقعی مزرعه انطباق می‌یابد.

مزایا:

عدم وجود تجهیزات سخت‌افزاری اضافی در مزرعه و قیمت ارزان این سامانه ها

معایب:

ممکن است بودجه محاسباتی قابل توجهی را نیاز داشته باشند.

عدم قطعیت توصیه ها می تواند قابل توجه باشد.

سامانه‌های مستقر در خارج از کشور با محدودیت پشتیبانی مستمر مزارع مواجه هستند.

مثال ها: سامانه RRIWATCH، IrriSAT و Manna

انواع سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند

مولفه	IRRIWATCH	IrriSAT	Manna Irrigation
نوع داده ورودی	داده‌های سنجش‌ازدور (ماهواره‌ای)، مدل‌های هواشناسی، پارامترهای خاک، تبخیر-تعرق	تصاویر ماهواره‌ای(Sentinel-2) ، داده‌های آب و هوا	تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات هواشناسی محلی
نیاز به حسگر مزرعه‌ای	خیر (کاملاً بدون حسگر)	خیر	خیر (کاملاً بدون نیاز به سخت‌افزار مزرعه‌ای)
بروزرسانی داده‌ها	روزانه	هر ۵ روز) بسته به عبور ماهواره(Sentinel-2	روزانه، با پیش‌بینی ۷ روزه
وضوح مکانی	حدود ۳۰ متر	10تا ۳۰ متر	10تا ۳۰ متر
قابلیت تحلیل و توصیه آبیاری	بله – توصیه دقیق میزان آبیاری بر اساس ETc واقعی	بله – پیشنهادات آبیاری بر اساس NDVI و تحلیلETc	بله – توصیه‌های مبتنی بر محصول و آب‌وهوا برای برنامه‌ریزی آبیاری
رابط کاربری	تحت وب، نقشه تعاملی، نمودارها، اپ موبایل در برخی نسخه‌ها	تحت وب، نقشه‌های NDVI وETc	اپ موبایل و نسخه وب با رابط ساده و کاربرپسند
سازگاری با نوع محصول	اغلب محصولات کشاورزی (غلات، باغی، گلخانه‌ای و ...)	محصولات زراعی مختلف (برنج، ذرت، نیشکر، پنبه، و غیره)	انواع محصولات زراعی و باغی با امکان سفارشی‌سازی
مزایا	-عدم نیاز به حسگر- دقت بالا در ETc- بروزرسانی روزانه	-رایگان برای بسیاری از کاربران- پشتیبانی توسط CSIRO استرالیا	-طراحی تجاری مناسب- قابلیت استفاده آسان برای کشاورزان
محدودیت‌ها	-هزینه اشتراک- نیاز به اینترنت پایدار	-تأخیر زمانی بین دریافت تصاویر ماهواره‌ای- وضوح کمتر در روزهای ابری	-نیاز به ورود اولیه اطلاعات دقیق درباره مزرعه و محصول
هزینه	اشتراک ماهانه یا سالانه، تجاری	اغلب رایگان برای کاربران عادی	نسخه‌های رایگان و تجاری با امکانات بیشتر در نسخه پولی
پوشش جغرافیایی	جهانی	عمدتاً استرالیا و برخی مناطق منتخب دیگر	جهانی، با تمرکز بر کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه

انواع سامانه های مدیریت آبیاری هوشمند

۳- این گونه از سامانه‌های مدیریت هوشمند آبیاری، توانایی ارائه برنامه آبیاری با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های سهل‌الوصول مزرعه ای را دارند.

مزایا:

ساده و ارزان قیمت هستند.

می توانند بومی سازی شوند.

معایب:

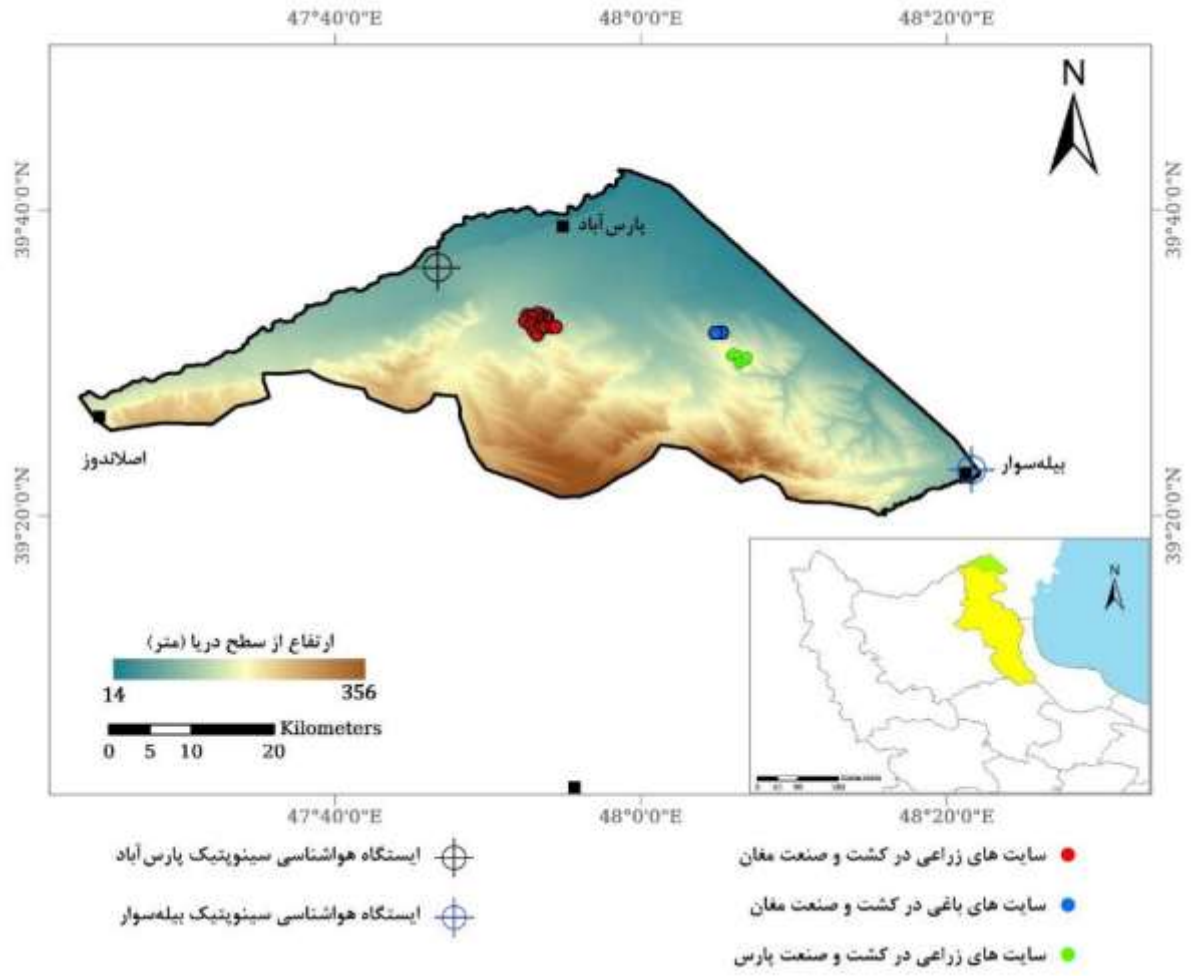
دشواری مشخص سازی مزارع در سامانه

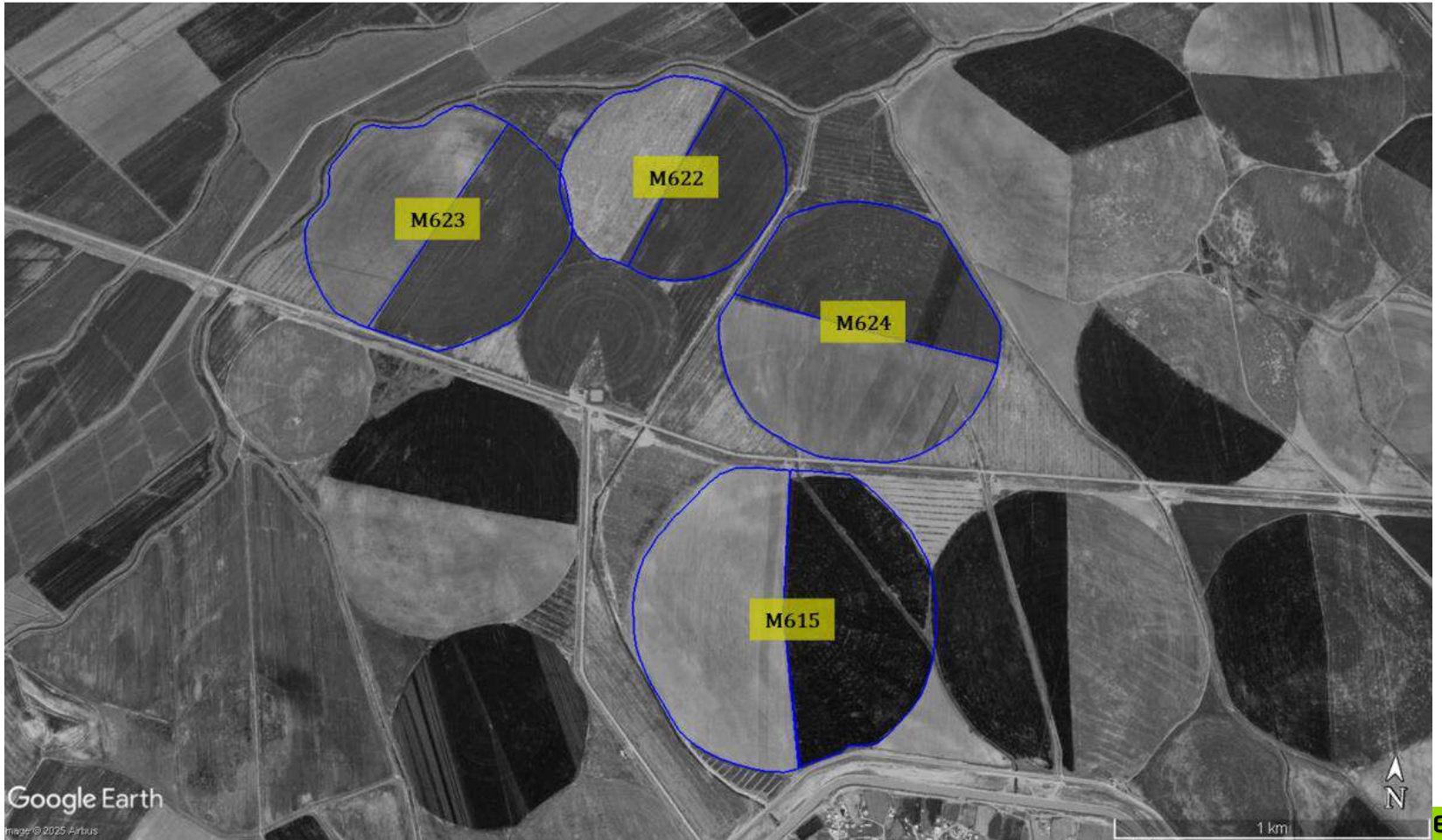
محدودیت در انطباق محاسبات سامانه با شرایط واقعی مزرعه و لذا، عدم قطعیت توصیه ها

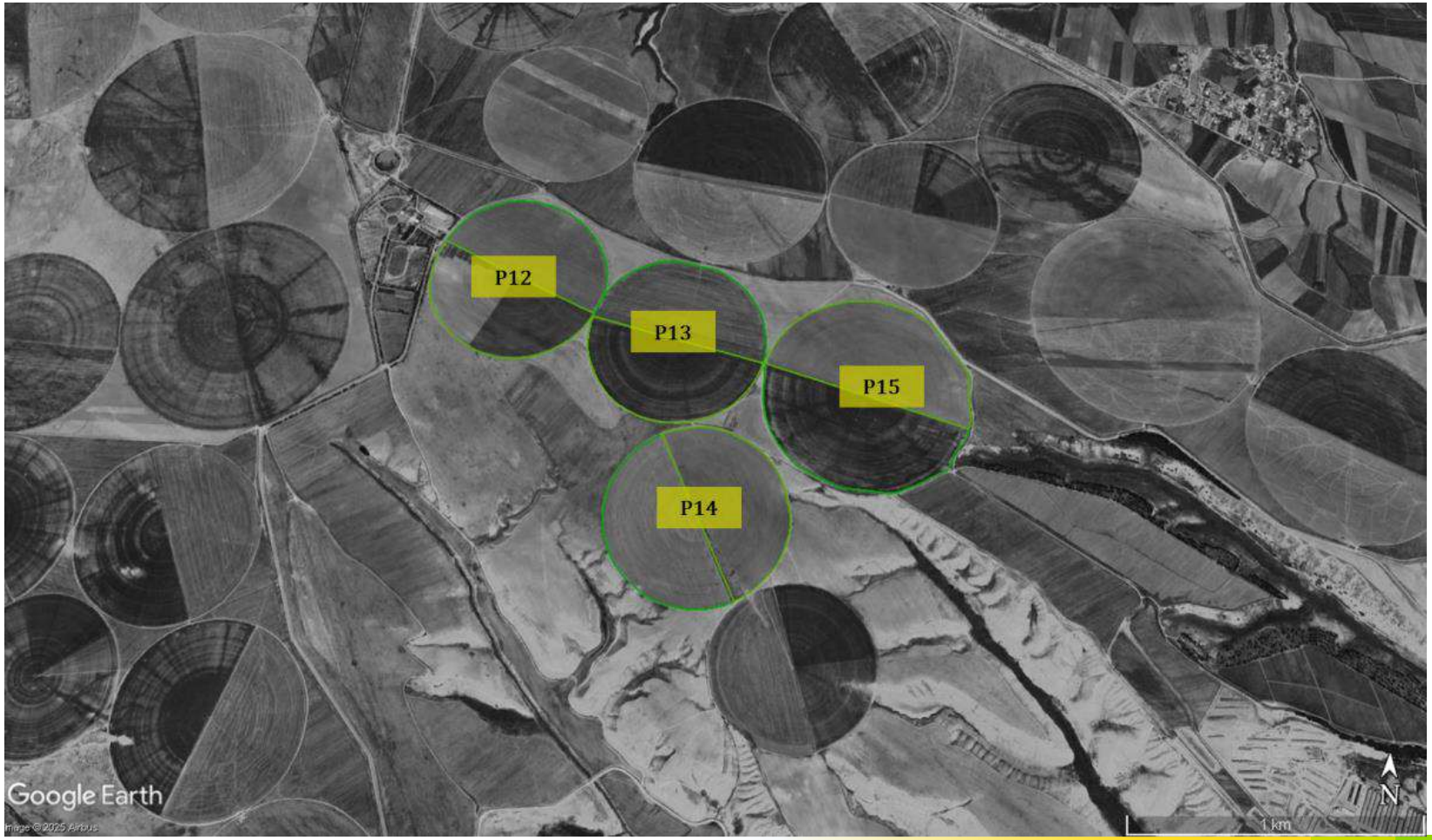
مثال ها: سامانه‌های هوشاب، بابا حیدر و سما کنترل

تجربه کاربرد سامانه هوشاب در استان اردبیل

پایلوت های انتخابی




M623
M622
M624
M615
Google Earth
1 km
N


P12
P13
P15
P14
Google Earth
N
1 km

پایلوت های زراعی

فصل زراعی	منطقه	کد مزرعه	گیاه کشت شده	تیمار آبیاری	
				هوشاب	کنترل
پاییز ۱۴۰۱-۱۴۰۲	کشت و صنعت مغان	M615	گندم	✓	
		M623	کلزا	✓	
	کشت و صنعت پارس	P12	گندم	✓	
		P12	کلزا	✓	
		P13	گندم	✓	
		P15	کلزا	✓	
تابستان ۱۴۰۱-۱۴۰۲	کشت و صنعت مغان	M622	سورگوم	✓	
		M624	سورگوم		✓
		M624	ذرت	✓	
		M623	ذرت		✓
	کشت و صنعت پارس	P15	ذرت	✓	
		P13	ذرت		✓
پاییز ۱۴۰۲-۱۴۰۳	کشت و صنعت مغان	M622	تریتیکاله	✓	
		M624	گندم	✓	
		M615	گندم		✓
		M622	کلزا	✓	
	کشت و صنعت پارس	P13	کلزا	✓	
		P12	کلزا		✓
		P13	گندم	✓	
		PP15	گندم	✓	
		P12	گندم		✓
تابستان ۱۴۰۲-۱۴۰۳	کشت و صنعت مغان	M624	چغندرقند	✓	
		M623	چغندرقند		✓
	کشت و صنعت پارس	P15	ذرت	✓	
		P14	ذرت		✓

پایلوت های زراعی

پایلوت های زراعی

پایلوت های زراعی

پایلوت های زراعی–تنش خشکی در کشت و صنعت پارس

ارزیابی سامانه–سایت های زراعی

فصل زراعی	کد مزرعه	گیاه کشت شده	نقطه شبنم (درجه سانتی گراد)	دمای حداقل (درجه سانتی گراد)	دمای حداکثر (درجه سانتی گراد)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	ساعات آفتابی (ساعت)	بارندگی (میلی‌متر)	ETo (میلی‌متر)	ETc (میلی‌متر)	ETa (میلی‌متر)	WEDL (درصد)
	M615	گندم	۶/۶۴	۷/۶۰	۱۷/۴۷	۱/۳۴	۷/۷۰	۲۵۹	۶۳۱	۵۴۳	۴۹۴	۳
	M623	کلزا	۵/۹۹	۶/۷۴	۱۶/۴۸	۱/۳۰	۷/۳۰	۲۳۱	۵۱۵	۴۸۱	۴۷۳	۴
پاییز	P12	گندم	۷/۰۰	۷/۹۱	۱۷/۶۲	۲/۹۸	۷/۹۲	۲۳۰	۶۲۳	۵۲۵	۵۱۸	۲
۱۴۰۱–۱۴۰۲	P12	کلزا	۶/۲۱	۶/۸۸	۱۵/۷۰	۲/۸۷	۷/۳۴	۲۹۹	۵۸۸	۵۵۹	۵۶۰	۴
	P13	گندم	۶/۶۹	۷/۵۳	۱۶/۵۶	۲/۹۱	۷/۷۶	۲۸۱	۶۷۳	۶۲۱	۶۱۸	۳
	P15	کلزا	۶/۲۵	۶/۹۲	۱۵/۷۵	۲/۸۶	۷/۳۲	۲۹۹	۵۹۳	۵۴۰	۵۴۲	۵
	M622	سورگوم	۱۶/۲۳	۱۸/۹۲	۳۰/۱۱	۱/۶۴	۱۱/۹۰	۱۵۹	۷۱۰	۷۶۱	۷۰۸	۶
تابستان	M624	ذرت	۱۶/۲۵	۱۹/۱۶	۳۰/۳۴	۱/۶۸	۱۲/۳۱	۱۲۹	۶۴۶	۶۰۱	۵۶۵	۶
۱۴۰۱–۱۴۰۲	P15	ذرت	۱۶/۳۶	۱۸/۷۱	۲۹/۴۹	۳/۲۶	۱۱/۹۷	۲۲۱	۷۹۰	۷۰۳	۵۸۵	۵
	M622	تریتیکاله	۷/۰۸	۷/۶۰	۱۷/۵۷	۱/۴۲	۷/۳۴	۴۰۶	۵۷۹	۴۴۷	۴۱۰	۵
	M624	گندم	۷/۱۰	۷/۶۳	۱۷/۵۹	۱/۴۲	۷/۳۳	۴۰۸	۵۸۶	۵۴۰	۵۳۱	۴
پاییز	M622	کلزا	۶/۷۳	۷/۱۴	۱۷/۰۵	۱/۴۱	۷/۰۷	۳۴۶	۵۲۹	۵۷۹	۵۵۳	۳
۱۴۰۲–۱۴۰۳	P13	کلزا	۶/۵۶	۷/۶۴	۱۷/۰۱	۳/۰۸	۷/۲۵	۴۰۵	۶۷۸	۷۰۴	۶۹۴	۳
	P13	گندم	۶/۹۴	۷/۸۷	۱۷/۴۰	۳/۱۳	۷/۵۱	۴۰۶	۶۴۸	۶۹۱	۶۴۵	۴
	PP15	گندم	۶/۸۱	۷/۸۵	۱۷/۴۳	۳/۱۳	۷/۵۳	۴۰۶	۶۶۱	۷۲۲	۶۸۴	۴
تابستان	M624	چغندرقند	۱۵/۲۰	۱۷/۷۵	۲۸/۸۲	۱/۵۸	۱۱/۰۹	۲۳۷	۸۴۶	۸۶۳	۶۷۲	۵
۱۴۰۲–۱۴۰۳	P15	ذرت	۱۵/۰۶	۱۷/۵۸	۲۷/۵۰	۲/۷۵	۱۱/۳۸	۲۱۹	۷۲۱	۷۴۲	۷۱۲	۵

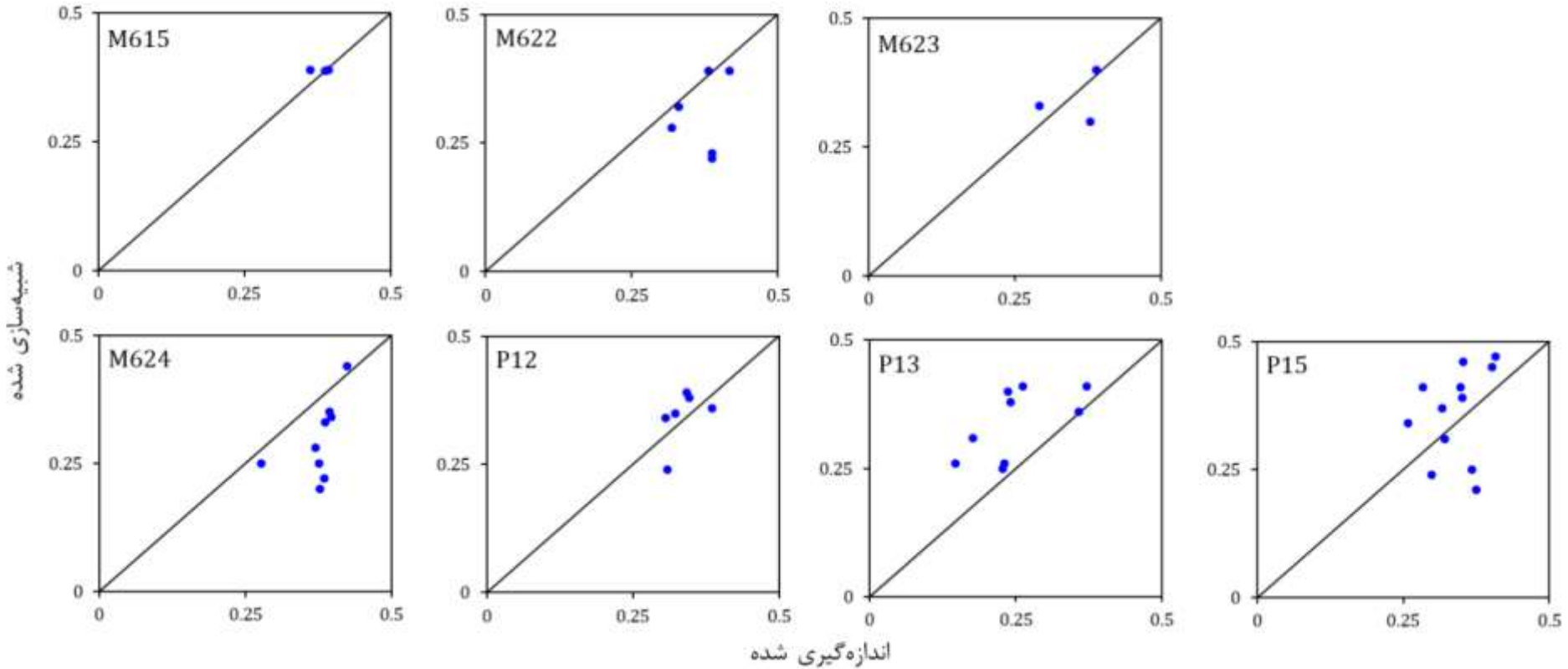
ارزیابی سامانه

فصل زراعی	منطقه	کد مزرعه	تیمار آبیاری	گیاه کشت شده	آب کاربردی (میلی‌متر)	عملکرد محصول (تن بر هکتار)	WP_I (کیلوگرم بر مترمکعب)	WP_{I-e} (کیلوگرم بر مترمکعب)
پاییز ۱۴۰۱-۱۴۰۲	کشت و صنعت مغان	M615	هوشاب	گندم	۶۰۱	۴/۳۳	۰/۷۲	۰/۵۰
		M623	هوشاب	کلزا	۵۲۰	۲/۴۹	۰/۴۸	۰/۳۳
	کشت و صنعت پارس	P12	هوشاب	گندم	۵۲۰	۴/۸۹	۰/۹۴	۰/۶۵
		P12	هوشاب	کلزا	۵۳۹	۳/۴۷	۰/۶۴	۰/۴۱
		P13	هوشاب	گندم	۴۵۸	۴/۲۴	۰/۹۳	۰/۵۷
		P15	هوشاب	کلزا	۳۷۸	۳/۰۹	۰/۸۲	۰/۴۶
تابستان ۱۴۰۱-۱۴۰۲	کشت و صنعت مغان	M622	هوشاب	سورگوم	۶۷۹	۹۶/۰۱	۱۴/۱۴	۱۱/۴۶
		M624	شاهد	سورگوم	۷۰۶	۱۱۱/۷۷	۱۵/۸۲	۱۲/۹۲
		M624	هوشاب	ذرت	۷۰۶	۱/۹۵	۰/۲۸	۰/۲۳
		M623	شاهد	ذرت	۷۸۲	۵/۲۵	۰/۶۷	۰/۵۸
	کشت و صنعت پارس	P15	هوشاب	ذرت	۴۸۵	۴/۲۹	۰/۸۸	۰/۶۱
		P13	شاهد	ذرت	۶۲۶	۴/۵۹	۰/۷۳	۰/۵۴
پاییز ۱۴۰۲-۱۴۰۳	کشت و صنعت مغان	M622	هوشاب	تریتیکاله	۴۹۸	۴/۷۱	۰/۹۵	۰/۵۲
		M624	هوشاب	گندم	۵۲۱	۵/۴۹	۱/۰۵	۰/۵۹
		M615	شاهد	گندم	۷۲۳	۴/۲۰	۰/۵۸	۰/۳۷
		M622	هوشاب	کلزا	۵۶۸	۱/۷۸	۰/۳۱	۰/۲۰
	کشت و صنعت پارس	P13	هوشاب	کلزا	۵۰۱	۳/۵۹	۰/۷۲	۰/۴۰
		P12	شاهد	کلزا	۶۴۲	۳/۱۸	۰/۵۰	۰/۳۰
		P13	هوشاب	گندم	۵۰۴	۶/۰۲	۱/۲۰	۰/۶۶
		PP15	هوشاب	گندم	۴۵۶	۶/۵۷	۱/۴۴	۰/۷۶
		P12	شاهد	گندم	۴۰۱	۳/۹۳	۰/۹۸	۰/۴۹
تابستان ۱۴۰۲-۱۴۰۳	کشت و صنعت مغان	M624	هوشاب	چغندرقند	۸۶۲	۳۲/۵۸	۳/۷۸	۲/۹۷
		M623	شاهد	چغندرقند	۸۹۱	۲۵/۱۲	۲/۸۲	۲/۲۳
	کشت و صنعت پارس	P15	هوشاب	ذرت	۸۰۵	۵/۹۵	۰/۷۴	۰/۵۸
		P14	شاهد	ذرت	۵۹۶	۵/۲۳	۰/۸۸	۰/۶۴

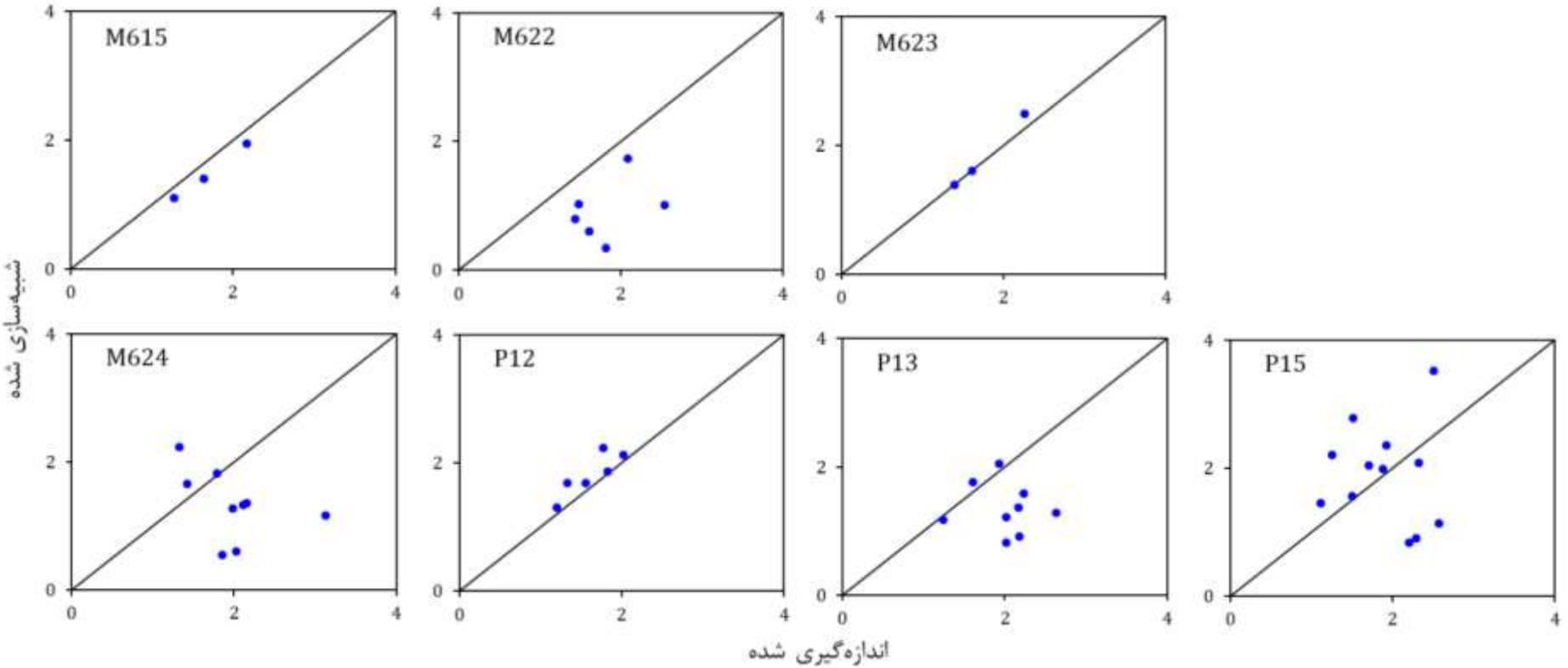
ارزیابی سامانه– برآورد نیم رخ رطوبت و شوری خاک

داده معیار	آماره ارزیابی	کد مزرعه						
		M615	M622	M623	M624	P12	P13	P15
رطوبت حجمی خاک (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب)	ME	۰/۰۱	-۰/۰۷	-۰/۰۱	-۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۲
	MAE	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۸
	RMSE	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۹
	NRMSE	۰/۰۴	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۴۲	۰/۲۶
	NSE	-۰/۳۷	-۶/۶۸	-۰/۳۸	-۵/۹۶	-۱/۴۹	-۱/۳۲	-۳/۰۱
	r	-۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۲۵
غلظت املاح آب خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	ME	-۰/۲۱	-۰/۹۱	۰/۰۷	-۰/۶۵	۰/۲۰	-۰/۶۵	۰/۰۰
	MAE	۰/۲۱	۰/۹۱	۰/۰۸	۰/۹۱	۰/۲۰	۰/۷۱	۰/۷۴
	RMSE	۰/۲۱	۱/۰۲	۰/۱۳	۱/۰۷	۰/۲۵	۰/۸۶	۰/۹۱
	NRMSE	۰/۱۲	۰/۵۶	۰/۰۸	۰/۵۴	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۴۸
	NSE	۰/۶۸	-۶/۰۶	۰/۸۷	-۳/۷۰	۰/۲۳	-۴/۲۷	-۲/۷۹
	r	۱/۰۰	۰/۳۶	۱/۰۰	-۰/۴۴	۰/۸۷	-۰/۱۳	-۰/۰۶

ارزیابی سامانه– برآورد نیم رخ رطوبت خاک



ارزیابی سامانه– برآورد نیم رخ شوری خاک



- ✓ برآوردهای هوشاب برای مقادیر فصلی بارش از اختلاف قابل توجهی با مقدار نظیر ثبت شده در ایستگاه هواشناسی همجـوار سایت مطالعاتی برخوردار بود (اختلاف ۳۰ تا ۱۸۰ درصدی).
- ✓ تلفات تبخیر و بادبردگی از سهمی ۲ تا ٦ درصدی برخوردار بود.
- ✓ . برآیند تنش‌های وارده به گیاه در سایت‌های مطالعاتی موجب کاهش ۰ تا ۲۸ درصدی تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه شد.
- ✓ میانگین نمایه WP_I در سایت‌های هوشاب و شاهد (به‌ترتیب، ۷۷/۱ و ۸۷/۲ کیلوگرم بـر مترمکعـب در سـایت‌های هوشـاب و شاهد) دارای اختلافی ٦۲ درصدی بود.

- ✓ سامانه هوشاب، رطوبت خاک اندازه‌گیری شده در سایت‌های مطالعاتی با آب زیرزمینی کم‌عمق (به‌جز در مورد سایت M615) را کم‌برآورد و مقدار آن در سایت‌های فاقد آب زیرزمینی کم‌عمق را بیش‌برآورد کرد.
- ✓ رطوبت خاک در سایت‌های هوشاب با RMSE بین ۰۲/۰ تا ۱۱/۰ سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب برآورد شد.
- ✓ عملکرد هوشاب در شبیه‌سازی تغییرات رطوبت در سایت‌های مطالعاتی قابل‌قبول (به‌جز سایت P13) ارزیابی می‌شود.
- ✓ در اکثر سایت‌های مطالعاتی، برآوردهای هوشاب، غلظت املاح آب خاک را بیش‌برآورد کرد.
- ✓ هوشاب تنها در سایت‌های M615، M623 و P12 از عملکرد قابل قبولی در بازسازی مقادیر اندازه‌گیری شده شوری آب خاک برخوردار بود.

پایلوت های باغی

- ✓ برآوردهای هوشاب برای مقادیر فصلی بارش از اختلاف قابل توجهی با مقدار نظیر ثبت شده در ایستگاه هواشناسی همجوار سایت مطالعاتی برخوردار بود (اختلاف ۳۸ تا ۱۱٤ درصدی).
- ✓ با این حال، با مقایسه مقادیر آب کاربردی فصلی در سایت هوشاب در دو فصل زراعی مطالعاتی، می‌توان نتیجه گرفت که اعمال تیمار آبیاری هوشاب در فصل زراعی ۱٤۰۲-۱٤۰۱، اعمال کم‌آبیاری در این سایت را به‌دنبال داشته است.
- ✓ مقدار فصلی آب کاربردی در سایت هوشاب در فصل زراعی ۱٤۰۱-۱٤۰۲ حدود ٤۸ درصد مقدار نظیر آن در سایت شاهد و ٦۷ درصد مقدار نظیر آن در فصل زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ بوده است.
- ✓ میزان عملکرد میوه در سایت هوشاب به‌میزان ۱٦ درصد پایین‌تر از سایت شاهد بوده است که یکی از دلایل آن را می‌توان به اثر تنش آبی تجربه شده در سایت هوشاب نسبت داد.
- ✓ همچنین، اعمال کم‌آبیاری در سایت هوشاب موجب گردید که مقدار نمایه بهره‌وری آب کاربردی (WPI) به‌میزان ۸۱ درصد بالاتر از مقدار نظیر آن در سایت شاهد باشد.

پیشنهادات

- بررسی‌ها حاکی از عدم انطباق کامل برآوردهای هوشاب به‌لحاظ تقویم فنولوژیکی و طول دوره رشد گیاه (که از طریق داده‌های ورودی به سامانه برآورد می‌شود) با شرایط واقعی مزرعه در فصل زراعی مطالعاتی بود. در نظر گرفتن ساز و کارهای لازم جهت رفع این کاستی می‌تواند موجب انطباق هرچه بیشتر شبیه‌سازی‌های هوشاب با شرایط واقعی مزرعه شود.
- بررسی‌ها حاکی از احتمال کم‌برآورد شدن اثر تنش شوری در شبیه‌سازی‌های هوشاب بود. در این رابطه، بررسی مجدد محاسبات و در صورت لزوم، انجام اصلاحات لازم قابل پیشنهاد است.
- تجربه به کارگیری سامانه هوشاب، حاکی از عدم استقبال بهره برداران از فن آوری آبیاری هوشمند به دلایلی چون دشواری استفاده از سامانه، عدم توسعه در قالب اپلیکشین قابل نصب بر روی تلفن های هوشمند، حساسیت بالای سامانه نسبت به ورود داده های خطاآلود و ضعف وجود کنترل های کافی، وابستگی شدید نتایج سامانه به ثبت بازخوردهای صحیح و به موقع که موجب دشواری استفاده از سامانه و افزایش مشغله بهره بردار میشود. این تجربه نشان داد که در نهادهایی نظیر شرکتهای کشت و صنعت، لازم است که از طریق تعریف ساز و کار مناسب مسئولیت بهره برداری از سامانه به یک شخص یا تیم مشخص واگذار شود.
- برآوردهای هوشاب برای مقادیر متغیرهای هواشناسی نیازمند بازبینی و تدقیق است.

پیشنهادات

- بهره برداری موفق از این سامانه ها در شرکتهای کشت و صنعت و تشکلهای بهره برداری، نیازمند تعریف یک واحد سازمانی با شرح وظایف مشخص است.
- اهمیت دسترسی به اتصال اینترنتی پایدار
- لزوم برپایی سامانه بر روی سرورهای داخل کشور
- لزوم فراهم ساختن دسترسی کاربرد به سامانه ها از طریق تلفن های هوشمند
- لزوم بهبود کاربرپسندی سامانه (در حال حاضر، فرآیند تعریف مزارع در سامانه دشوار و نسبت به خطای انسانی بسیار آسیب پذیر است)
- لزوم در نظر گرفتن ساز و کاری خبره برای انطباق پذیری سامانه با شرایط واقعی مزرعه – داده های ماهواره ای
- لزوم بازنگری در ماژول هواشناسی سامانه
- ارزیابی سامانه در سیستم های چندکشتی

We can make friend with water !

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

جهش تولید با مشارکت مردم

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

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

عنوان:

درس‌های آموخته شده از کاربرد فناوری مدیریت آبیاری هوشمند در مزارع استان اردبیل

سخنران:

فرزین پرچمی عراقی

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

محقق معین

۷ مرداد ۱۴۰۴- ساعت: ۱۱:۳۰ الی ۱۲:۴۵