



کلیات

"سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری"

هوشمند آب



فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- مقدمه	۳
۲- مشخصات سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری	۴
۳- نوآوری‌های سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری	۶
۴- برتری نسبت به دیگر سیستم‌ها در سطح بین‌المللی	۶
۵- سوالات و فرض اولیه جهت طراحی و ساخت اجزای اصلی سامانه	۶
۶- اثرات استفاده از سامانه بر بخش‌های مختلف	۸
۷- نتایج پیاده‌سازی در مزارع نمونه	۱۰
۸- درباره شرکت آوند میراب	۱۲

۱- مقدمه

بحران آب در منطقه جنوب غرب آسیا در حال تشدید است. پیش‌بینی‌های نهادهای بین‌المللی شاهد بر این موضوع است. پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۳۰ بحران شدیدتر شود به‌طوری‌که قابلیت کشت بسیاری از محصولات کشاورزی از بین خواهد رفت. علاوه بر آن اثرات زیست‌محیطی عدم تعادل در بیلان آب دشت‌ها، مشکلاتی بزرگ‌تر در پی خواهد داشت. به‌طور خلاصه، حیات اکوسیستم به حراست از تعادل آب بستگی دارد.

حدود ۹۲ درصد از آب کنترل‌شده در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران برای آبیاری اراضی کشاورزی اختصاص می‌یابد. به این دلیل بانک جهانی و بسیاری از بانک‌های عمرانی بین‌المللی، در کشورهای متعددی در طرح‌های بزرگ آبیاری سرمایه‌گذاری کرده‌اند. آن‌ها به‌خوبی دانسته‌اند، به‌زودی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، کنترل آب به معنی کنترل منطقه خواهد بود. مدیریت بهینه و درنهایت مدرنیزه کردن آبیاری یک راه‌حل استراتژیک برای افزایش بهره‌وری آب است. دستیابی به چنین شرایطی مستلزم تغییرات فناورانه است. مطالعات انجام شده توسط IWMI در ۱۲ کشت و صنعت واقع در کشورها و قاره‌های مختلف (از جمله ایران) بیانگر این موضوع است که مدرنیزه کردن و استفاده از راهکارهای هوشمندسازی در سطوح مختلف بهره‌برداری از آب می‌تواند افزایش معنی‌داری بر شاخص‌های داخلی و بیرونی ارزیابی کارایی مصرف آب داشته باشد. برخی از موضوعات مهمی که ممکن است فرآیند هوشمندسازی را در عرصه کاربردی به چالش بکشد عبارتند از:

- عدم اعتماد بهره‌برداران به مدیریت آب توسط کامپیوتر (هوش مصنوعی)
- هزینه بالای همراه با اکثر فرآیندهای اسکادا و هوشمندسازی
- سطح پائین کاربردوستی سیستم‌های اتوماسیون و هوشمندسازی
- انعطاف‌پذیری کم، نسبت به تغییرات دینامیک شرایط مختلف منطقه (مالی، فنی، اقلیمی، و ...)

به دلایل فوق‌الذکر غالباً کشاورزان تمایلی به استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریتی ندارند و بهره‌برداری از آب را به روال سابق خود ادامه می‌دهند. شایان ذکر است که ایرانیان در گذشته با استفاده از ساختارهای اجتماعی و فنی از جمله میراب‌ها و سیستم‌های تقسیم آب، تاحدی بر مشکلات بهره‌برداری از آب فائق می‌آمدند. ورود تکنولوژی‌های روز و توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی در کشور ایران (و شاید بسیاری از کشورهای دیگر) در تطبیق با ساختارهای بهره‌برداری گذشته در هر منطقه نبوده است. با ورود روزافزون تکنولوژی، شاکله‌های قدیم بهره‌برداری آب ضعیف شده‌اند.

به دلیل تعدد عوامل تولید در بخش کشاورزی و تغییر این عوامل در طی دوره کشت و لزوم برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی مجدد، نیاز است که یک گروه از متخصصین بخش‌های مختلف همواره در کنار یک کشاورز وجود داشته باشد اما به دلیل وجود شرایط خرده مالکی در ایران، امکان به‌کارگیری متخصصین مشاور مختلف برای یک کشاورز عملاً منتفی است.

در این شرایط ساخت سامانه‌ای که بتواند ارتباط میان تکنولوژی روز و کشاورزان را برقرار کند، الزامی است.

بنابراین هدف از ساخت این سامانه، طراحی و ساخت سیستمی هوشمند بوده است که بتواند با توجه به جمیع شرایط فنی، محیطی و مالی، حداکثر کارایی مصرف آب را در بخش کشاورزی در سطح مزرعه ایجاد کند.

سامانه‌ای که دارای ویژگی‌های مختلف از جمله کاربردوستی، تعاملی بودن به صورت دینامیک (اصلاح برنامه‌ریزی در طول زمان با توجه به تغییرات)، هزینه اندک پیاده‌سازی و از طرفی دقت در محاسبات و بهینه‌سازی‌ها باشد. سامانه تهیه شده این شرکت با عنوان "سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری" از قابلیت‌های لازم برای کنترل و مدیریت بهینه آبیاری در سطوح وسیع و همچنین شرایط خرده مالکیتی و حق‌آبه‌ای (آب مجاز و محدود) برخوردار است که با استفاده از پارامترهای هواشناسی، اطلاعات خاک، مقدار و زمان دسترسی به آب، مشخصات استخر آب، بازار محصولات؛ الگوی کشت بهینه را پیشنهاد و برنامه بهینه‌سازی مصرف آب را به صورت دینامیک ارائه می‌نماید.

۲- مشخصات سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری

سامانه برای رسیدن به برنامه بهینه آبیاری و الگوی کشت بهینه طی ۱۰ سال و با اعمال نظرات معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری طراحی و ساخته شده است. این سامانه شرایط مختلف از جمله حق‌آبه کشاورزی، کیفیت آب و خاک، اقلیم، راندمان‌های آبیاری و استخر ذخیره‌سازی آب (در صورت وجود) را مدنظر قرار می‌دهد. با مدنظر قرار دادن خواسته‌های کشاورز و زمان‌بندی هزینه‌های مختلف کشت، الگوی کشت بهینه را همراه با برنامه آبیاری بهینه ارائه می‌دهد.

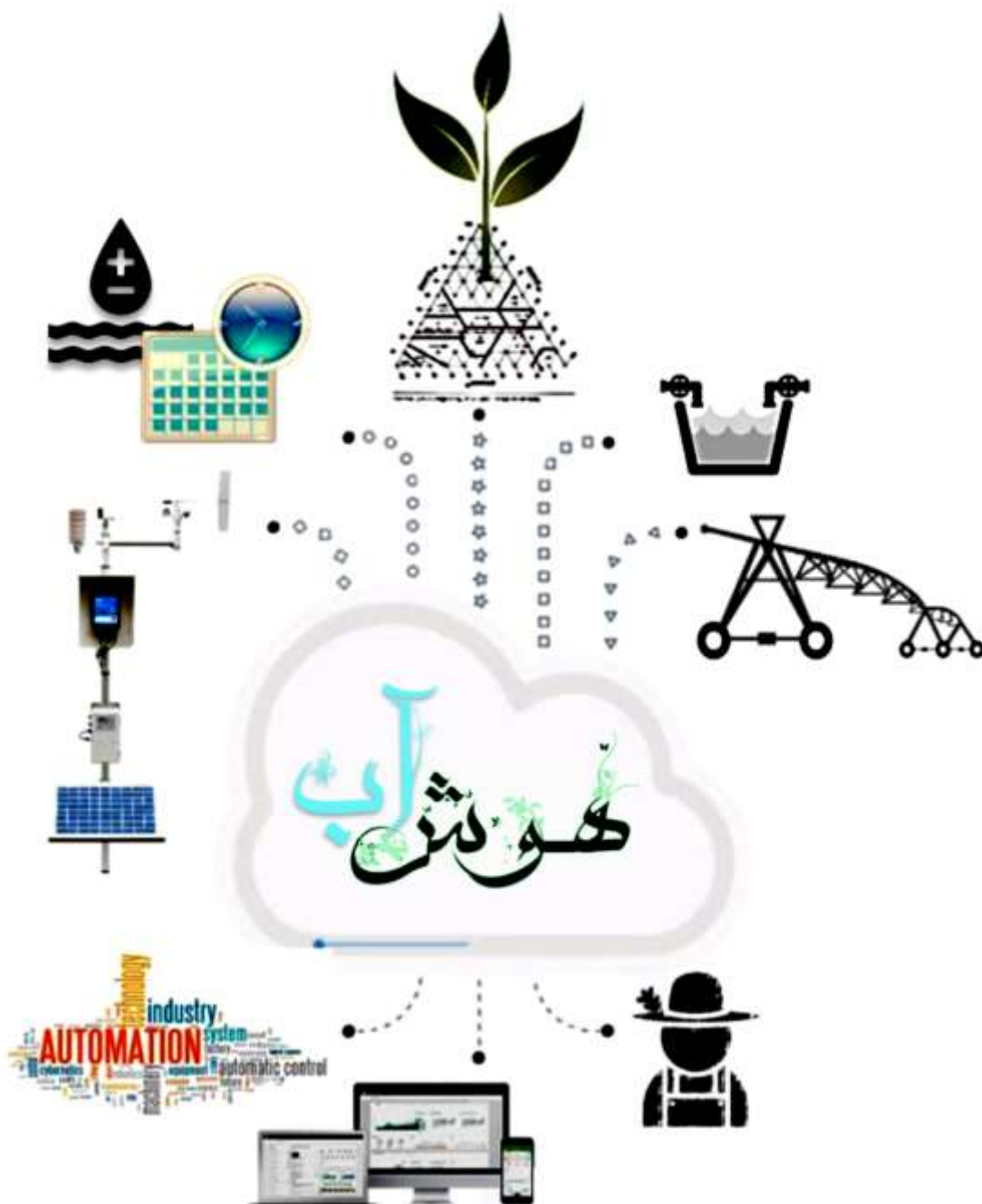
از قابلیت‌های سامانه، ارتباط بین پردازشگر مرکزی و ایستگاه هواشناسی مستقر در منطقه (و یا ایستگاه هواشناسی آنلاین جهانی) و استفاده از آمار روزانه بارش، تبخیر، دما، باد و رطوبت نسبی است، همچنین سامانه قادر است در طول دوره کشت، با تعامل و همکاری کشاورز، بازخوردهایی از شرایط مختلف گیاه و مزرعه و تغییرات بازار محصولات را به صورت پویا و دینامیک دریافت و مورد استفاده قرار دهد و با توجه به جمیع شرایط، برنامه آبیاری را برای رسیدن به بیشترین بهره‌وری در طول مراحل رشد اصلاح می‌کند.

استفاده از سامانه بسیار کاربردوست و در تعامل کامل با کشاورز است. طرح دارای تأییدیه رسمی از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری است و هم اکنون در مزارع پایلوت پیاده‌سازی شده است. همچنین جهت توسعه در داخل و خارج از کشور با یکی از معتبرترین شرکت‌های بین‌المللی در حوزه کاری مربوطه قرارداد همکاری منعقد شده است.

از آنجایی که ایستگاه هواشناسی خودکار و شبکه آن توسط کارشناسان فناور شرکت ساخته می‌شوند، لذا علاوه بر کمترین وابستگی به فناوری برون‌مرزی، دارای هزینه پیاده‌سازی بسیار اندک در سطوح وسیع است.

استفاده از این سامانه، افزایش بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی را در پی خواهد داشت و گامی در جهت افزایش توان رقابت‌پذیری محصولات کشاورزی کشور در بازارهای جهانی خواهد بود.

تصویر ذیل شمای کلی اجزای سامانه را شرح می دهد:





۳- نوآوری‌های سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری

الف) منحصر به فرد بودن سامانه در سطح داخلی و بین المللی از نظر توانایی شبیه‌سازی و بهینه‌سازی الگوی کشت و تخصیص بهینه و همچنین تعامل با کشاورز است.

ب) هزینه پیاده‌سازی بسیار پائین و سطح کاربر دوستی بسیار بالا دارد.

ج) در سطح خرده مالکیت و سطوح وسیع همچنین نظام حق‌آبه و یا آب در دسترس دارای کاربرد است. به طوریکه قادر است با توجه به جمع شرایط فنی و مالی علاوه بر برنامه بهینه الگوی کشت، برنامه بهینه بهره‌برداری از مخزن ذخیره آب را همراه با برنامه بهینه آبیاری ارائه کند.

۴- برتری نسبت به دیگر سیستم‌ها در سطح بین‌المللی

براساس جستجوهای انجام شده برتری‌های ذیل نسبت به سیستم‌های دیگر در سطح بین المللی وجود دارد:

الف) بهینه‌سازی الگوی کشت همراه با برنامه بهینه آبیاری بر اساس نظام حق‌آبه و آب در دسترس جهت دستیابی به بیشینه بهره‌وری آب کشاورزی و ارائه دستورالعمل‌های بهینه بهره‌برداری از مخزن ذخیره آب باتوجه به شرایط فنی مخزن، ایستگاه پمپاژ و سیستم آبیاری

ب) اصلاح برنامه آبیاری، تخصیص آب و بهره‌برداری از مخزن آب به‌صورت دینامیک در طول فصل کشت با استفاده از تعامل با کشاورز و ایستگاه هواشناسی خودکار نصب شده در منطقه

ج) لحاظ موضوعات مختلف فنی شامل رشد ظاهری توسعه ریشه و فنولوژی گیاه، کیفیت آب، نتایج خاکشناسی و مالی مزرعه، همچنین تغییر قیمت محصول در شبیه‌سازی‌ها و ارائه برنامه‌های بهینه به کشاورز

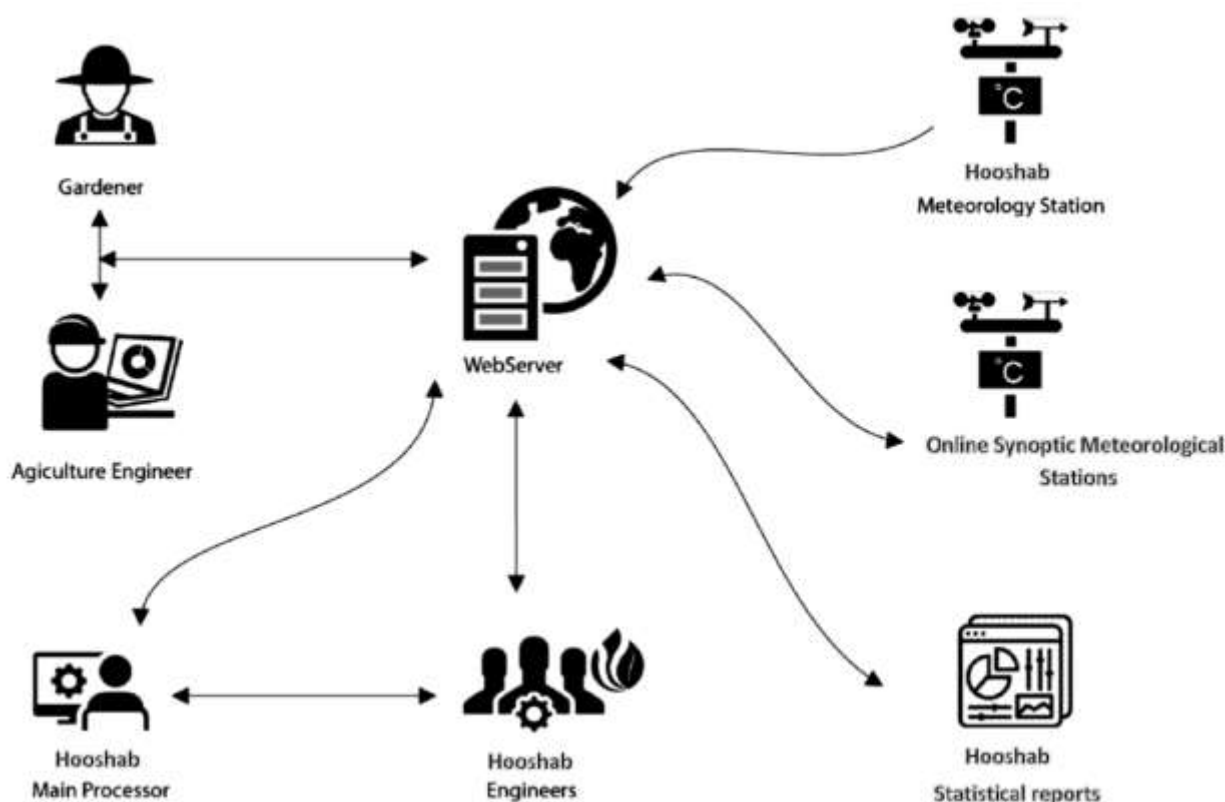
۵- سوالات و فرض اولیه جهت طراحی و ساخت اجزای اصلی سامانه

چگونه می‌توان با رعایت چالش‌هایی همچون حق‌آبه کشاورزی، الگوهای کشت محلی و خرده مالکیت، برنامه‌ریزی آبیاری را به‌صورت هوشمند ارائه کرد؟ فرض اساسی شروع طراحی و تولید سامانه این بوده است که استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی با رعایت موارد ذکر شده در فوق می‌تواند برای غلبه بر این چالش‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

پایش شرایط محیطی از جمله پارامترهای هواشناسی، ویژگی‌های خاک، کیفیت آب، وجود استخر آب و خصوصیات مالی کشت برای ارائه برنامه آبیاری منطقی ضروری است. شایان ذکر است شرایطی مانند مقادیر پارامترهای هواشناسی و شرایط هزینه و درآمد کشت در طول فصل کشت نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده (مقادیر میانگین سالهای گذشته) تغییر می‌کنند. بنابراین لازم است که الگوهای هوشمند بهینه‌سازی در ارتباط با تغییرات شرایط طی فصل کشت، به‌صورت خودکار برنامه‌های بهینه آبیاری را به روزرسانی کند.

به طور خلاصه سامانه جهت رسیدن به هدف برنامه کاربردی هوشمند آبیاری دارای اجزای اصلی زیر است:

- "هوش مصنوعی" که قادر است شرایط واقعی دسترسی به آب در مزارع را در نظر بگیرد و سپس برنامه بهینه آبیاری را ارائه کند.
 - ایستگاه هواشناسی خودکار مستقر در منطقه کشاورزی (طبق استاندارد WMO تقریباً هر ۱۰,۰۰۰ هکتار یک ایستگاه) که با "هوش مصنوعی" در ارتباط است.
 - اپلیکیشن کاربر دوست تعامل با کشاورز به منظور ارسال برنامه‌های بهینه به کشاورز و گرفتن بازخورد موضوعات مختلف از کشاورز
- سامانه امکان رسیدن به حداکثر کارایی مصرف آب (WUE) را در سطح مزرعه فراهم می‌کند. سامانه می‌تواند برنامه‌های بهینه آبیاری و بهره‌برداری از استخر آب را به کشاورز و یا سیستم اتوماسیون آبیاری ارسال کند و بازخورد نحوه اجرای برنامه یا تغییرات در شرایط مختلف را دریافت و در بهینه‌سازی روزهای بعد لحاظ کند. تصویر زیر بیانگر ارتباطات اجزای سامانه است.





۶- اثرات استفاده از سامانه بر بخش‌های مختلف

رسیدن به هدف کشاورزی پایدار، هدفی بزرگ است که به تلاش و تحقیق در زمینه‌های مختلف نیاز دارد. سامانه به صورت مستقیم در ایجاد این هدف نقش دارد. لذا می‌توان انتظار داشت تأثیر مثبت در توسعه یافتگی کشاورزی داشته باشد. مسأله مهم این است که ساختار مدرنیته در بخش کشاورزی به یک ماشین شباهت دارد، کارکرد اجزاء این ماشین هماهنگ با یکدیگر است. تأخر و تقدم زمانی کنترل نشده و یا عدم فعالیت درست هر یک از اجزاء، اثر منفی در نتیجه نهایی خواهد داشت. سبکهای جدید و کارآمد نسبت به سبکهای قدیمی دارای حساسیت بیشتری به دقت کار هستند. به طوریکه رخداد خطا در یک بخش ممکن است به طور زنجیره‌ای عملکرد یک موضوع فناورانه را به چالش بکشد. یکی از بخش‌های مهم ساختار مدرنیته کشاورزی، استفاده هوشمندانه و کنترل شده از آب می‌باشد. عدم توجه لازم به این بخش، قسمتهای دیگر این ساختار را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

اثرات استفاده از سامانه در حوزه‌های مختلف به صورت ذیل دسته‌بندی می‌گردد.

الف- حوزه زیست محیطی

انسان جزئی از زیستگاه پیرامون خود است. برهم زدن تعادل نظام حاکم بر اجزاء این زیستگاه، دیر یا زود پاسخ‌هایی را در پی خواهد داشت که می‌توانند مخرب باشند. شاید آب مهم‌ترین جزء بدنه محیط زیست باشد. هنگام بهره‌برداری بایستی زمان لازم برای احیاء منابع آبی، در نظر گرفته شود. متأسفانه شاهد آن هستیم که در مناطق خشک جهان این موضوع کمتر مورد توجه بوده است و ادامه شرایط فعلی در برداشت آب، عواقبی خطرناک در پی دارد. به طور خلاصه حیات اکوسیستم به حراست از تعادل آب بستگی دارد. سامانه هوشمند طراحی الگوی کشت و برنامه بهینه آبیاری سعی دارد در این زمینه حرکتی پیشرو و سازنده داشته باشد.

ب- حوزه اقتصادی

- افزایش بهره‌وری از آب سبب افزایش تولید محصول (کیفی و کمی) به ازاء واحد آب مصرفی خواهد شد. از این رو قدرت رقابت پذیری محصولات کشاورزی در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی ارتقاء خواهد یافت.
- پایش مناسب، سریع و ارزان شرایط محیطی، سرمایه‌گذاری بخش کشاورزی را در مسیر مناسب‌تری قرار خواهد داد. این موضوع باعث کاهش عدم قطعیت در پیش‌بینی بازگشت سرمایه خواهد بود.
- استفاده پایدار از منابع آبی در بخش کشاورزی سبب توسعه کشاورزی پایدار خواهد بود. از طرفی کشاورزی پایدار باعث تداوم حضور در بازارهای مختلف خواهد بود. حضور منظم در بازار، فرآیند اعتمادسازی و برآورد سازی محصولات را تسریع خواهد کرد.



ج- حوزه پژوهش

- امکان استفاده پژوهشگران از پایگاه داده‌های جمع‌آوری شده در طول زمان
- امکان پیاده‌سازی طرح‌های پژوهشی در خصوص مواردی از جمله کم آبیاری، آبیاری با آب‌های شور
- کمک به پژوهشگران بخش زراعت و باغبانی در جهت شبیه سازی و مانیتورینگ شرایط محیطی منطقه و گیاه مورد تحقیق

د- حوزه اجتماعی

- بهبود شرایط بهره‌برداری از آب در جهت هدف کلان ایجاد کشاورزی پایدار خصوصاً در مناطق روستایی است. از این رو به هدف اشتغال پایدار در مناطق روستایی کمک خواهد کرد.
- توسعه فرهنگ استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی از جمله مزایای اجرای طرح است. این موضوع می‌تواند به عنوان مشوق استفاده بهینه از دیگر نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی نیز باشد.
- به دلیل توانایی یکپارچه نگری، اجرای سیستم به شکل‌گیری انجمن‌های مصرف‌کنندگان آب کمک خواهد کرد. کشاورزان عضو گروه‌های هم‌آب دارای منبع آب مشترک و تشکل‌های آب‌بران و شرکتهای بهره برداری سدها و شبکه‌های آبیاری زهکشی و تعاونی‌های تولید و نظامهای بهره‌برداری می‌توانند از مزایای آن استفاده کنند.
- جهت‌دهی بهتر حمایت‌های مالی و معنوی از بخش کشاورزی به‌خصوص در زمینه توسعه سیستم‌های نوین آبیاری
- توزیع زمانی بهینه منابع آب در شبکه آبیاری و یا دشت

۷- نتایج پیاده‌سازی در مزارع نمونه

۷-۱- پیاده‌سازی در مزارع نمونه گندم و سیب‌زمینی - مرکز تحقیقات کشاورزی همدان
نتایج بیانگر بهبود کارایی مصرف آب تا سطح ۴۰٪ برای گندم و تا سطح ۳۸٪ برای سیب‌زمینی بوده است.



۷-۲- پیاده‌سازی در مزرعه نمونه گوجه فرنگی - ارومیه

نتایج بیانگر تطبیق برنامه آبیاری با مراحل مختلف گیاه و کنترل شرایط مزرعه از راه دور و کاربردوستی سامانه بوده است.



۷-۳- پیاده‌سازی تحت نظر سازمان تحقیقات کشاورزی کشور در مزارع الگویی ذرت دانه‌ای و ذرت علوفه‌ای به عنوان کشت تابستانه و مزارع الگویی گندم به عنوان کشت زمستانه در مرکز تحقیقات کشاورزی مشهد، نتایج اولیه بیانگر بهبود کارایی مصرف آب تا سطح ۲۵٪ نسبت به مزارع کشت شده در سال‌های گذشته بوده است و ضمن ۲۵ درصد کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد ۱۰ درصد در ذرت و ۲۵ درصد در گندم به ثبت رسید.



۴-۷- پیاده‌سازی تحت نظر سازمان تحقیقات کشاورزی کشور در باغ الگویی انگور به عنوان نمونه محصول باغی در ملکان استان آذربایجان شرقی، نتایج اولیه بیانگر بهبود کارایی مصرف آب و ثبت هیدرومدول ۰/۳۳ لیتر بر ثانیه بر هکتار بوده است و نسبت به سال گذشته همین قطعه باغ، کمتر از یک سوم کل مصرف آب سال قبل، آب مصرف شده است.



۸- درباره شرکت آوند میراب

نام شرکت، بیانگر رسالت کاری آن است. میراب‌ها از گذشته‌های دور، مسؤول مدیریت و تقسیم آب بوده‌اند. توسعه شبکه‌ای از میراب‌ها که مانند آوند در سراسر کشور گسترده شده باشند، خط مشی گروه سازنده است.

از این‌رو از سال ۱۳۸۹ تحت راهنمایی اساتید برجسته حوزه آب کشور، گروهی از تخصص‌های منابع آب، آبیاری، کشاورزی و زراعت و گیاه‌شناسی، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و هواشناسی تشکیل شد. ارائه مستندات و پیاده‌سازی در مزارع الگویی به دریافت تأییدیه نهایی از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستاد هوشمندسازی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی وزارت جهاد کشاورزی منجر شده است و به عنوان اولین شرکت ارائه دهنده خدمات هوشمندسازی کشاورزی و سیستم‌های آبیاری هوشمند مجوز حضور در شبکه اجتماعی کشاورزی ایران موسوم به "ناک" تحت نظر وزارت جهاد کشاورزی را دریافت کرد.

اکنون به یاری خداوند توانسته‌ایم سامانه‌ای را به بخش کشاورزی کشور ارائه کنیم که توانایی لازم برای بهبود کارایی مصرف آب در شرایط واقعی ایران را دارد. امید است ضمن بهره‌مندی از راهنمایی و همکاری متخصصان نهادهای تصمیم‌گیر، بتوانیم مسیر پیش‌رو را تا رسیدن به اهداف نهایی پیگیری کنیم.