مدلسازی تحویل حجمی آب شبکه های آبیاری در سامانه اطلاعات جغرافیایی

تیمور سهرابی ملا یوسف، وحید کرمی، محمّد علی اصغرزاده[۱]

استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران- گروه آبیاری و آبادانی،myousef@ut.ac.ir

کارشناسی ارشد، شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس،vahid733@gmail.com

دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی اصفهان،asgharzadeh_ma@ut.ac.ir

دریافت: مهر،۱۳۹۲ و پذیرش: بهمن، ۱۳۹۲

چکیده

محدودیت منابع آب به خاطر طبیعت خشک ایران، استفاده صحیح و برنامه ریزی برای هر قطره آب استحصال شده را امری واجب و ضروری می نماید. به منظور مدیریت بهینه اطلاعات و دسترسی آسان داده‌های شبکه‌های آبیاری و زهکشی، استفاده از اطلاعات جغرافیایی که بتواند کلیه داده‌های مکانی و توصیفی را طبقه‌بندی کرده و به صورت مناسب ذخیره سازی نماید، اجتناب ناپذیر می‌باشد. هدف این تحقیق تهیه سامانه تخصیص آب آبیاری برای شبکه هایی است که تحویل آب در آنها به صورت حجمی بوده و در عین حال با مهندسی، زمان و مقدار آبی که باید در دسترس گیاه قرار گیرد را تعیین نماید. این سامانه به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک نوشته شده و برای ایجاد و استفاده از پایگاه داده از نرم‌افزار ACCESS بهره می‌برد و در محیط ArcGIS 9.3 اجرا می‌گردد. در این سامانه برای تخصیص آب به بلوک‌های آبیاری چهار مرحله طراحی شده است که در مرحله اول شرایط گیاه و خاک، در مرحله دوم پارامترهای ظرفیت کانال درجه یک و در مرحله سوم ظرفیت کانال‌ها و دریچه‌های درجه دو و سه در نظر گرفته می‌شود. در آخر سامانه به ارزیابی آبیاری‌های انجام شده برای محصول هر بلوک می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: تخصیص آب، سامانه اطلاعات جغرافیایی، شبکه آبیاری، ویژوال بیسیک، نرم افزار ArcMap

مقدمه

دهه ۱۹۹۰ را باید عصر شکوفایی GIS به شمار آورد. امروزه ArcGIS به عنوان یک مجموعه نرم افزار اطلاعات جغرافیایی توانسته است در زمینه‌های ذخیره-سازی، تجزیه و تحلیل و ارایه اطلاعات، خدمات قابل ملاحظه‌ای را به محققان و برنامه ریزان ارایه دهد. امروزه سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مطالعات آبیاری، زهکشی، شوری، ماندابی، مطالعات طبقه بندی و ارزیابی اراضی، تعیین تبخیر و تعرق و رطوبت خاک، مدیریت پروژه‌های بزرگ آبیاری و ارزیابی عملکرد آنها، در سراسر دنیا کاربرد وسیعی دارند (دیانی و محمدی، ۱۳۸۱). در خصوص مدیریت آب آبیاری و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور بهبود مدیریت بهره‌برداری آب در شبکه‌های آبیاری تحقیقات متعددی در ایران و کشورهای مختلف با سطوح و گستردگی متفاوت انجام گرفته است که ذیل برخی از این طرح‌ها آورده شده است.

دیانی و محمدی (۱۳۸۱) جهت بهبود مدیریت شبکه و تصمیم گیری مدیران با برنامه نویسی به زبان Avenue در نرم‌افزار ArcView به محاسبه آب آبیاری مورد نیاز هر واحد زراعی یا هر واحد تحت پوشش یک کانال آبیاری پرداختند. صمدی و همکاران (۱۳۸۴) در محیط برنامه نویسی ویژوال بیسیک و پایگاه داده SQLServer سامانه ای تهیه کردند و ضمن اعمال ساده سازی های منطقی در برنامه ریزی آبیاری، برنامه تحویل آب به قطعات زراعی را تهیه نمودند. این سیستم در شرایط کم آبی با توجه به مقدار آب قابل دسترس و اهمیت و ارزش اقتصادی محصول، مقدار آب و یا زمان تحویل را تعدیل می نماید. فیپ و لی (۲۰۰۴) یک پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت انجام مدیریت

[۱] آدرس نویسنده مسئول: اصفهان – دانشگاه صنعتی اصفهان – دانشکده کشاورزی – گروه آب

روزانه بلوک های آبیاری شبکه تهیه کردند که با تلفیق دو سال متوالی یا بیشتر این اطلاعات می‌توان الگوهای مصرف آب در شبکه را استخراج نمود و همچنین پیشنهاد دادند که با توسعه این سامانه می‌توان به حسابداری مالی پرداخت و آن را به یک سامانه که به شبیه سازی مصرف آب گیاه و برنامه ریزی آبیاری می‌پردازد متصل کرد. اجدا و همکاران (۲۰۰۷) یک سامانه تهیه برنامه ریزی آبیاری با زبان برنامه نویسی C ++ در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه کرده اند. این سامانه از اجزا محاسبه آب آبیاری، برنامه ریزی آبیاری، برنامه ریزی تحویل، مدیریت داده های جمع آوری شده، پیشبینی تقاضای آب کل شبکه در ابتدای فصل زراعی و تهیه گزارش‌های آماری به صورت جدول، نمودار و نقشه تشکیل شده است. لی و همکاران (۲۰۱۰) به منظور کاهش زهکشی، آبشوئی نیتروژن و تهیه یک برنامه ریزی بهینه آبیاری اقدام به اصلاح روش آبیاری بیلان آب در خاک با استفاده از روش Chek Book به کمک GIS و سامانه WNMM [۲] نمودند. خروجی های این سامانه شامل تخمین کمبود رطوبت خاک، تقاضای گیاه، مقدار آبیاری، مرحله رشد گیاه و مقدار آبیاری شده می‌باشد.

در این مقاله به تشریح سامانه تخصیص آبی پرداخته می شود که برای تخصیص آب بلوک های آبیاری در شبکه، شرایط گیاه و خاک، ظرفیت دریچه‌های درجه یک، دو و سه را در نظر می گیرد و در نهایت به ارزیابی برنامه آبیاری محصول در هر بلوک می‌پردازد. لازم به ذکر است که نظام بهره برداری شبکه آبیاری بایستی به صورت تحویل حجمی آب باشد و همچنین بازه زمانی تغییر دبی دریچه های درجه یک بصورت ماهانه و دریچه های درجه دو و سه بصورت روزانه باشد.

مواد و روش‌ها

انتخاب نقطه تحویل آب در نظام تحویل حجمی از اهمیت زیادی برخوردار است. این نقطه باید به نحوی انتخاب شود که حداقل زمان آب درخواستی مصرف کنندگان زیر پوشش آن برای هر نوبت آبیاری، با توجه به ظرفیت دریچه تحویل آب، کمتر از ۲۴ ساعت جریان آب نباشد زیرا سازمان توزیع کننده آب باید روزی یکبار دریچه‌های توزیع آب را قطع یا وصل نموده یا آنها را کاهش و افزایش دهد. در غیر این صورت توزیع آب باید در سه شیفت کاری انجام گیرد که بسیار پرهزینه و انجام آن پیچیده خواهد شد. بنابراین تحویل آب به مصرف کنندگان باید در ابتدای کانال‌های فرعی یا قبل از آن انجام پذیرد به طوری که آب مورد نیاز یک نوبت آبیاری بتواند مضربی از ۲۴ ساعت یعنی یک روز، دو روز و... باشد. هر چند آب دریافت شده توسط مصرف کنندگان، در داخل شبکه آبیاری مزارع (فرعی) با نوبت‌های چند ساعته تقسیم می‌گردد، اما این بخش از توزیع آب در مسئولیت نماینده مصرف کنندگان آب خواهد بود. بنابراین تغییر دبی برای کانال اصلی و درجه یک ماهانه و کانال‌های درجه دو و سه به صورت روزانه خواهد بود. بر همین اساس، سامانه تهیه شده به طور کلی از چهار بخش تشکیل شده است که عبارتند از : ۱- مرحله تهیه برنامه‌ریزی آبیاری ۲- مرحله تهیه تعیین دبی ماهانه کانال درجه یک ۳- مرحله تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب ۴- مرحله ارزیابی نتایج. در شکل ۱ نحوه تعامل هر بخش با بخشهای دیگر نمایش داده شده است.

سامانه IRWAL به زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک نوشته شده و برای ایجاد و استفاده از پایگاه داده از نرم‌افزار ACCESS بهره می‌برد و در محیط ArcMap اجرا می‌گردد. سامانه IRWAL که مخفف عبارت Irrigation Water Allocation به معنی تخصیص آب آبیاری می‌باشد به تعیین عمق آبیاری، زمان آبیاری و دبی تحویل آب برای هر محصول در هر بلوک آبیاری می-پردازد.

مرحله تهیه برنامه‌ریزی آبیاری

در اولین مرحله سامانه تنها با در نظر گرفتن شرایط گیاه و ظرفیت نگهداشت خاک، به تعیین زمان و عمق‌های آبیاری برای محصولات مختلف می‌پردازد. برای

[2] water and nitrogen management model

انجام این وظایف از پارامترهای تبخیر و تعرق روزانه، تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، مدت مراحل چهار یا پنج گانه رشد، باران موثر، حداقل و حداکثر عمق توسعه ریشه، مقدار تخلیه مجاز برای زمانیکه تبخیر و تعرق روزانه گیاه برابر ۵ میلی‌متر بر روز می باشد و ظرفیت کل رطوبت قابل دسترس خاک استفاده می‌نماید. در ادامه چگونگی نحوه برآورد و یا محاسبات انجام شده در این مرحله بیان شده است.

نحوه تعیین آب مورد نیاز

برای ورود داده ها به دو روش می‌توان عمل کرد. داده ها را می توان به طور مستقیم از طریق نرم‌افزار ACCESS وارد نمود و یا از طریق سامانه IRWAL به طور روزانه داده‌ها را وارد کرد (شکل ۲). در این فرم کاربر با انتخاب گیاه و کلیک کردن بر روی "تایید" داده-های تبخیر و تعرقی که در پایگاه داده وارد شده و یا قبلا ذخیره نموده مشاهده می‌کند و قادر به تغییر آن نیز می-باشد و با کلیک کردن بر روی "ذخیره" آن را به جای مقادیر قبلی در پایگاه داده می‌تواند، ذخیره نماید.

نحوه تعیین تاریخ کاشت و برداشت

در سامانه با انتخاب گیاه، مقادیر پارامتر های مربوط به کاشت و برداشت گیاه که در پایگاه داده وارد شده است به نمایش گذاشته می‌شود و کاربر نیز قادر به تغییر آن می‌باشد و در صورت تغییر، اطلاعات تبخیر و تعرق و باران موثری که نمایش داده می‌شود در این محدوده خواهد بود. البته این امکان در سامانه ایجاد شده است که در برخی موارد بنا به ملاحظات توسط سامانه برنامه‌ریزی تحویل آب، تاریخ کاشت و به تبع آن تاریخ برداشت بعضی محصولات بلوک‌های آبیاری تغییری چند روزه داده شوند.

نحوه تعیین مدت مراحل چهار یا پنج گانه رشد

منظور از مراحل رشد همان مراحل تغییر مقدار K_c برای محصولات می‌باشد که از دستورالعمل‌های ارایه شده توسط سازمان خوار و بار جهانی (FAO) در نشریه ۳۳ و ۵۶ استفاده شده است. از این پارامترها برای تعیین عمق توسعه ریشه در طول فصل رشد استفاده شده است. در سامانه IRWAL برای ورود این مقادیر باید به فرم "ورودی‌های مرحله برنامه‌ریزی آبیاری" (شکل ۳) رجوع کرد و با کلیک بر روی "ذخیره" آن را نیز در پایگاه داده ذخیره نمود. البته با انتخاب گیاه در ابتدا فرم توسط داده-هایی که از قبل در پایگاه داده ذخیره شده پر خواهد شد.

نحوه تعیین باران موثر

بارندگی موثر بخشی از بارانی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم صرف تامین نیازهای آبی گیاه می-شود. برای هر بارندگی مقداری از آن توسط رواناب از دسترس خارج می‌شود که آن را به وسیله حداکثر نفوذ-پذیری آب باران در خاک و نیز نفوذ عمقی که خود بوسیله تخلیه رطوبتی خاک در منطقه ریشه تعیین می-گردد بدست می‌آورند. همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود این مقادیر مانند تبخیر و تعرق ابتدا از پایگاه داده آورده می‌شود و در صورت نیاز می توان آن را تغییر داد و با کلیک کردن بر روی "ذخیره" آن را به جای مقادیر قبلی در پایگاه داده ذخیره نمود.

نحوه تعیین عمق توسعه ریشه در طول فصل رشد

از پارامترهای عمق کاشت و حداکثر عمق توسعه ریشه برای برآورد عمق توسعه ریشه در طول فصل رشد استفاده می‌شود. عمق توسعه ریشه برای محاسبه عمق آب قابل ذخیره در خاک بکار می‌رود. طبق پیشنهاد نشریه فائو ۳۳، رشد ریشه در طی مراحل اول و دوم رشد به صورت خطی می‌باشد و همچنین در انتهای مرحله دوم رشد، عمق ریشه به حداکثر مقدار خود می رسد و تا انتها نیز ثابت می‌ماند.

حداکثر عمق توسعه ریشه غالبا جز پارامترهای مربوط به گیاه در نظر گرفته می‌شود زیرا در اکثر موارد خصوصیات ژنتیکی گیاه تعیین کننده عمق ریشه می‌باشد اما در برخی موارد به‌علت وجود لایه‌های سخت و نامناسب در خاک اجازه حداکثر توسعه به ریشه‌ها داده نخواهد شد. در این گونه موارد باید عمق لایه محدود کننده را مشخص نمود. در سامانه IRWAL برای ورود

این مقادیر باید به فرم "ورودی‌های مرحله برنامه‌ریزی آبیاری" (شکل ۳) رجوع کرد و با کلیک بر روی "ذخیره" آن را نیز در پایگاه داده ذخیره نمود. البته با انتخاب گیاه در ابتدا فرم توسط داده‌هایی که از قبل در پایگاه داده ذخیره شده پر خواهد شد.

محاسبه مقدار تخلیه مجاز رطوبتی

از این پارامتر برای برآورد عمق آب قابل ذخیره در خاک استفاده شده است. مهم‌ترین اطلاعات مربوط به خاک در محاسبات برنامه‌ریزی آبیاری، ظرفیت کل رطوبت قابل دسترس خاک (TAM) و مقدار تخلیه مجاز می‌باشد. ظرفیت کل رطوبت قابل دسترس خاک عبارت است از تفاوت مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دایم (PWP) که این مقدار مبین حد نهایی آب موجود در خاک برای استفاده محصول می‌باشد و بستگی به بافت، ساختمان و میزان مواد آلی خاک داشته و برحسب میلی‌متر بر متر بیان می‌شود.مقدار تخلیه مجاز رطوبتی، درصدی از رطوبت قابل دسترس خاک است که می‌تواند توسط گیاه مصرف شود بدون اینکه مقدار محصول کاهش پیدا کند. میزان تخلیه مجاز رطوبت به طور عمده به چهار عامل نوع گیاه، نوع خاک، آب و هوا و مرحله رشد گیاه بستگی دارد. تاکنون نظرها و پیشنهادهای مختلفی جهت محاسبه میزان تخلیه مجاز رطوبت ارایه شده که در هر یک از آنها یک، دو یا سه عامل فوق منظور شده است. هر چقدر میزان رطوبت خاک کمتر باشد گیاه باید نیروی بیشتری برای جذب آب از خاک مصرف نماید و کاهش رطوبت خاک تا نقطه پژمردگی باعث کاهش شدید عملکرد محصول می‌شود. بنابراین برای بدست آوردن مقدار مطلوب محصول نباید رطوبت خاک از حد معینی کاهش یابد. برای هر محصول مقدار تخلیه مجاز رطوبت در زمان ۵ میلی‌متر در روز تبخیر و تعرق روزانه گیاه به صورت یک ورودی ثابت طبق پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ وارد شده و براساس فرمول زیر مقدار تخلیه مجاز رطوبت برای مقادیر مختلف تبخیر و تعرق روزانه برآورد می‌شود.

$$MAD = MAD_{Table} + 0.04\ (5 - ET_C) \qquad (۱$$

بنابراین رابطه بالا از عوامل گیاه و شرایط آب و هوا برای محاسبه مقدار تخلیه مجاز استفاده می‌نماید. در سامانه IRWAL برای ورود این پارامتر باید به فرم "ورودی‌های مرحله برنامه‌ریزی آبیاری" (شکل ۳) رجوع کرد. مقادیر این محاسبات به‌دلیل آنکه در تصمیم‌گیری‌ها کاربردی ندارند در هیچ کدام از پنجره‌های سامانه قابل مشاهده نمی‌باشند.

محاسبه عمق آب قابل ذخیره در خاک

همان‌طور که قبلا بیان گردید هدف از تهیه برنامه‌ریزی آبیاری محاسبه زمان و عمق آبیاری است و برای تحقق این اهداف یکی از پارامترهای اساسی تعیین عمق آب قابل ذخیره در خاک می‌باشد تا بتوان به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که نفوذ عمقی رخ ندهد. در واقع این پارامتر بیان می‌کند که در هر روز با توجه به عمق توسعه ریشه، ظرفیت کل رطوبت قابل دسترس خاک و مقدار تخلیه مجاز رطوبت، چه مقدار آب در ناحیه توسعه ریشه در خاک می‌توان ذخیره نمود. البته به‌دلیل اینکه محدوده آبیاری در این سامانه آب سهل الوصول است باید در نظر داشت که منظور از عمق آب قابل ذخیره در خاک همان عمق آب سهل الوصول قابل ذخیره در خاک می‌باشد. این پارامتر در طول فصل رشد به صورت صعودی رشد نمی‌کند چون علاوه بر عمق توسعه ریشه به مقدار تخلیه مجاز رطوبت وابسته می‌باشد و این عامل در شرایطی که میزان تبخیر و تعرق زیاد می‌شود کاهش می یابد و به تبع آن مقدار عمق آب قابل ذخیره در خاک نیز کم می‌گردد. مقادیر این محاسبات به دلیل آنکه در تصمیم‌گیری‌ها کاربردی ندارند در هیچ کدام از پنجره‌های سامانه قابل مشاهده نمی‌باشند.

محاسبه بیلان آب در خاک

در مرحله برنامه‌ریزی آبیاری برای تعیین زمان و عمق آبیاری از روش محاسبه بیلان آب در خاک استفاده شده است که رابطه آن در زیر آورده شده است:

$$Water_{i+1} = Water_i + Ir_i + Re_i - ETc_i + Dp_i + Gw_i \quad (۲)$$

که در آن

$Water_i$: مقدار رطوبت خاک باقی مانده از تخلیه مجاز در ارتباط با i ام بر حسب میلی‌متر

Ir_i: مقدار خالص آبیاری بر حسب میلی‌متر

ETc_i: تبخیر و تعرق روزانه گیاه بر حسب میلی‌متر بر روز

Re_i: باران موثر بر حسب میلی متر

DP: نفوذ عمقی بر حسب میلی متر

Gw: میزان صعود موئینگی آب از سطح ایستابی کم عمق بر حسب میلی متر

با توجه به اینکه مرحله برنامه‌ریزی آبیاری به گونه ای نوشته شده که قبل از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی آبیاری قطع خواهد شد بنابراین نفوذ عمقی رخ نخواهد داد و مقدار آن همواره صفر می‌باشد. در واقع در اینجا منظور از نفوذ عمقی، عمق آبی می‌باشد که خارج از ظرفیت نگهداشت خاک بر اثر عدم مدیریت صحیح آبیاری می‌تواند رخ دهد ولی همانطور که توضیح داده شد الگوریتم این مرحله به گونه ای نوشته شده است که این اتفاق رخ ندهد. باید توجه داشت که عمق آبیاری در این معادله عمق خالص می‌باشد و نه ناخالص و به این معنا می‌باشد که تلفات ناشی از بازده کاربرد آب در مزرعه جزو این نفوذ عمقی نیست و به طور جداگانه زمان تعیین دبی دریچه و کانال لحاظ می‌گردد. کمبودهای موجود در سامانه آبیاری و به ویژه تسطیح ناکافی و عملیات زارعی ضعیف باعث بروز تلفاتی در آب مصرفی می‌شود. لذا در محاسبات برنامه آبیاری باید یک راندمان آبیاری تخمین زده شود.

محاسبه عمق خالص آبیاری

عمق خالص آبیاری در واقع مقدار آبی است که در منطقه ریشه نفوذ می‌کند. بعد از محاسبه پارمترهای عمق توسعه ریشه، مقدار تخلیه مجاز رطوبت، عمق آب قابل ذخیره در خاک و بیلان آب در خاک برنامه به گونه نوشته شده است که در شرایطی که مقدار رطوبت خاک باقی مانده از تخلیه مجاز رطوبتی صفر و یا کمتر از صفر شود با استفاده از فرمول زیر عمق آبیاری را محاسبه می‌نماید:

$$Ir_{i+1} = (TAW * MAD_{i+1} * Dr_{i+1}) - Re_i - (Water_i - ETc_i) \quad (۳)$$

که در آن

TAW: ظرفیت کل رطوبت قابل دسترس خاک بر حسب میلی‌متر بر متر

MAD: مقدار تخلیه مجاز رطوبت براساس بر حسب میلی‌متر

Dr: عمق موثر توسعه ریشه بر حسب متر

در شکل ۴ نمودار گردشی کامل مرحله برنامه‌ریزی آبیاری آورده شده است. طبق این نمودار یک روز بعد از اینکه مقدار آب سهل الوصول تمام می شود آبیاری صورت می‌گیرد. شایان ذکر است که این سیر محاسباتی بر هر کدام از محصولاتی که در شبکه آبیاری کشت می‌شوند بایستی به طور جداگانه طی شود. در فرم "برنامه‌ریزی آبیاری" تمام مراحل محاسباتی بیان شده بعد از ورود پارامترهای مورد نیاز در سامانه تنها با انتخاب "محصول" انجام می‌شود که در شکل ۵ نمایش داده شده است.

مرحله تعیین دبی ماهانه کانال درجه یک

تنظیم میزان تقاضا با منابع آب موجود یک عمل پیچیده و خاص می‌باشد و در برخی مواقع باید الگوی کشت را برای بسیاری محصولات اصلاح نمود. همچنین تغییرات آب و هوایی و شرایط بازار نیز ممکن است سطوح کشت شده را تحت تاثیر قرار دهد. در نظام بهره‌برداری حاکم، شبکه دبی کانال‌های اصلی و درجه یک به طور ماهیانه تغییر می‌نماید و هدف این مرحله هم تعیین یک دبی ثابت در طول یک ماه برای کانال درجه یک با توجه به نیاز آبی محصولات می‌باشد که برای این کار به داده‌ها و اطلاعات مشخصات دریچه، راندمان آبیاری و توزیع، راندمان انتقال، الگوی کشت تحت کانال درجه یک و زمان و عمق آبیاری‌های محاسبه شده در مرحله برنامه‌ریزی آبیاری هر محصول نیاز هست.

راندمان انتقال، توزیع و آبیاری

حرکت آب در یک شبکه آبیاری از منبع تا محل مصرف توسط گیاه را می‌توان به سه بخش انتقال، توزیع و کاربرد آب در سطح مزرعه تقسیم کرد. انتقال، حرکت آب از منبع به وسیله کانال‌های اصلی و درجه یک و دو تا آبگیر کانال‌های درجه سه می‌باشد. توزیع، حرکت آب در کانال‌های درجه سه و کانال درجه چهار (مزرعه) تا محل تغذیه قطعه زراعی می‌باشد. کاربرد آب در مزرعه، حرکت آب از محل آبگیر قطعه زراعی تا محل مصرف آب به وسیله گیاه است. برای ورود این پارامتر بایستی به فرم ورودی مرحله تعیین دبی کانال درجه یک و قسمت مشخصات هیدرولیکی مراجعه نمود که در شکل (۶) نشان داده شده است.

محاسبات تعیین دبی ماهانه کانال درجه یک

فرم این مرحله از دو قسمت "برنامه‌ریزی آبیاری" و "جمع‌بندی" تشکیل شده است در بخش برنامه‌ریزی آبیاری، دو گزینه "آبیاری محاسبه شده" و "آبیاری تغییر یافته" نیز وجود دارد. در صورتی که گزینه اول یعنی گزینه آبیاری محاسبه شده انتخاب شده باشد در صورت تعیین محصول، جدولی با ستون‌های شماره روز، تاریخ، مقدار آب موجود در خاک، باقی مانده آب سهل الوصول و آب قبل از ظرفیت زراعی تکمیل می گردد شکل (۷). داده های این جدول براساس خروجی مرحله اول می‌باشد اما با انتخاب گزینه آبیاری تغییر یافته و تعیین محصول همین جدول به نمایش گذاشته می‌شود با این تفاوت که عمق‌های آبیاری آن دیگر از خروجی سامانه نخواهد بود

بلکه براساس تغییراتی است که کاربر اعمال کرده است. در بخش جمع بندی که در شکل ۸ آورده شده با کلیک بر روی "فراخوانی"، سامانه اقدام به گردآوری زمان و عمق های آبیاری می‌نماید و سپس با ضرب هر نوبت آبیاری در سطح زیر کشت و راندمان‌های کاربرد آب در مزرعه، توزیع و انتقال، میزان دبی کانال درجه یک برای تامین حجم ناخالص آبیاری یک ماه بر حسب لیتر بر ثانیه را ارایه می‌دهد.

اما غالبا این دبی محاسبه شده مطابق گام‌های دریچه کانال درجه یک نخواهد بود که برای تطبیق آن با گام‌های دریچه چند راهکار وجود دارد:

۱. برخی عمق‌های آبیاری را افزایش یا کاهش داد. بهتر است این تغییرات برای محصولاتی باشد که از سطح زیر کشت بیشتر برخوردار باشند تا با تغییر کمی در عمق آبیاری تاثیر زیادتری بر روی دبی داشته باشند.

۲.در صورت امکان آبیاری که در انتهای ماه قرار دارد به ماه بعد انتقال داد.

۳. تغییر عمق‌های آبیاری در یک ماه برای گیاهانی که در یک ماه چند نوبت آبیاری دارند.

برای ایجاد این تغییرات کاربر بایستی به بخش برنامه‌ریزی آبیاری رفته و در حالت آبیاری تغییر یافته، محصول مورد نظر را انتخاب نموده و تغییرات را اعمال و ذخیره نماید و دوباره به قسمت جمع بندی رفته و مجددا فراخوانی نماید تا در نهایت دبی محاسبه شده مطابق یکی ازگام‌های دریچه گردد برای حصول اطمینان از اینکه دبی-های محاسبه شده ماهانه مطابق گام‌های دریچه می‌باشد کاربر می‌تواند بر روی بررسی کلیک نماید.

ایجاد یکنواختی مصرف در طول یک ماه

بعد از تعیین دبی مشخصی برای کانال درجه یک که هماهنگ با گام‌های دریچه باشد در قدم بعدی بایستی جهت سهولت تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب سعی کرد تا مقادیر آبیاری در طول ماه هر چه بیشتر به طور یکنواخت توزیع گردند؛ برای انجام هر چه بهتر این امر چند پارامتر تعریف شده است تا به کاربر برای تحقق این امر کمک کند. تمامی این پارامترها در سطح بلوک‌های آبیاری کانال درجه یک تعریف می‌شوند و نه هر بلوک آبیاری. در ادامه به توضیح هر یک از این پارمترها پرداخته شده است:

در صد مصرف ماهانه گیاه برای هر نوبت آبیاری

بیانگر این مفهوم می‌باشد که هر کدام از نوبت-های آبیاری، چند در صد از آب تحویلی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین این مقدار از نسبت حجم آن نوبت آبیاری بر کل حجم آبیاری ماهانه بدست می‌آید. این پارامتر به کاربر این امکان را می دهد که از طریق شناسایی آبیاری‌های موثر در طول ماه به راحتی به ایجاد یکنواختی بپردازد. بدیهی است که مجموع این مقادیر برای هر ماه باید به عدد ۱۰۰ برسد.

مدت آبیاری

این پارامتر بیان می‌کند که چند روز طول خواهد کشید تا تمام دبی کانال درجه یک به هر کدام از نوبت‌های آبیاری اختصاص یابد. به عنوان مثال اگر برای نوبت آبیاری عدد بدست آمده ۲/۴ باشد به این معنی خواهد بود که اگر به مدت ۲/۴ روز آب کانال درجه یک به این آبیاری اختصاص یابد، عمق این آبیاری تامین خواهد شد. این مدت از نسبت حجم ناخالص هر آبیاری بر دبی کانال درجه یک و تبدیل واحدهای لازم بدست می‌آید. این پارامتر به کاربر این امکان را می‌دهد که آن نوبت آبیاری که سهم قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد، شناسایی نماید و در صورت نیاز آن را به دو یا چند نوبت آبیاری در ماه تقسیم نماید.

مجموع مدت روزهای آبیاری از اول ماه

مجموع مدت‌های آبیاری از اول ماه تا انتهای آبیاری مورد نظر می‌باشد. به عنوان مثال اگر برای یک نوبت آبیاری که در دهمین روز یک ماه بایستی شروع شود و دو روز هم طول خواهد کشید این پارامتر ۱۶ بدست آید، بیانگر آن است که تقاضای آب در دهه اول ماه دارای تراکم بیشتری نسبت به دو دهه دیگر است و بایستی جهت جلوگیری از بروز تنش آبی برای این نوبت آبیاری از تراکم تقاضای آب در دهه اول کم کرد تا به عدد ایده‌ال ۱۲ رسید. بدیهی است که مقدار این پارامتر در انتهای هر ماه برابر تعداد روزهای همان ماه خواهد بود. این پارامتر چگونگی عدم یکنواختی در طول ماه را به خوبی بیان می‌کند و می‌توان آن را موثرترین پارامتر برای ایجاد یکنواختی دانست.

مرحله تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب

این مرحله مهم‌ترین مرحله سامانه می‌باشد و در واقع خروجی این مرحله برنامه کاری میراب خواهد شد. در نظام بهره‌برداری شبکه، دریچه کانال‌های درجه دو و سه به طور روزانه قطع، وصل، افزایش و یا کاهش می‌یابد بر همین اساس خروجی این مرحله جداولی ماهانه است که در آن زمان و دبی تحویلی برای دریچه هر بلوک آبیاری و اختصاص آب برای آبیاری محصول مورد نظر می‌باشد. برای ورود این داده‌ها بایستی به فرم ورودی مرحله برنامه‌ریزی آبیاری مراجعه کرد. این بخش از سه قسمت تشکیل شده است که در بخش اول الگوی کشت هر بلوک آبیاری و در بخش دوم گام‌های دریچه بلوک-های آبیاری و در بخش سوم هم ظرفیت کانال‌ها وارد می‌گردد. در شکل ۹ نمایی از بخش الگوی کشت بلوک‌ها آورده شده است. با وارد ساختن این داده‌ها، سامانه برنامه‌ریزی‌های آبیاری اصلاح شده در مرحله تعیین دبی ماهانه کانال درجه یک را به بلوک‌های مربوطه اختصاص می‌دهد. به عبارت دیگر سامانه در این مرحله با توجه به الگوی کشت هر بلوک، نوبت‌های آبیاری را به بلوک‌ها اختصاص می دهد. برای انجام محاسبات در این مرحله، پنجره برنامه‌ریزی تحویل آب را باز کرده که این پنجره هم دو قسمت دارد. بخش اول آن شامل "برنامه‌ریزی آبیاری" و بخش دوم "برنامه تحویل آب" می‌باشد. در بخش برنامه‌ریزی آبیاری دو گزینه وجود دارد که با انتخاب گزینه آبیاری محاسبه شده و انتخاب محصول، عمق و زمان‌های آبیاری حاصل از خروجی مرحله دوم بازیابی می‌شود و با انتخاب گزینه آبیاری تغییر یافته و تعیین نام محصول و بلوک آبیاری جدولی با ستون‌های شماره روز، تاریخ، مقدار آب موجود در خاک، باقی مانده آب سهل الوصول، آب قبل از ظرفیت زراعی، دبی پیشنهادی و دبی تحویلی نمایش داده می‌شود (شکل ۱۰). عمق‌های آبیاری این جدول براساس تغییرات کاربر می-

باشد. سامانه برای هر نوبت آبیاری با در نظر گرفتن سطح کشت شده به محاسبه دبی دریچه بلوک آبیاری برای ۲۴ ساعت بر حسب لیتر بر ثانیه می پردازد که آن را در ستون دبی پیشنهادی می‌توان مشاهده کرد. البته این دبی محاسبه شده الزاما مطابق گام‌های دریچه نخواهد بود و همانند شرایطی است که برای دریچه کانال درجه یک می توان دوباره با تغییر عمق آبیاری، دبی عبوری را با گام‌های دریچه هماهنگ گردد. البته این امکان وجود دارد که این دریچه بلوک آبیاری توانایی عبور این دبی در یک روز را از خود نخواهد داشت به همین دلیل بایستی به چند روز تقسیم کرد.

زمانی که این هماهنگ سازی برای همه نوبت‌های آبیاری بلوک‌ها برای یک ماه انجام شد، در جدول برنامه‌ریزی تحویل آب جمع آوری می شوند که برای مشاهده این جدول باید به بخش برنامه تحویل آب رجوع کرد (شکل ۱۱).

در این مرحله کاربر بایستی با توجه به توانایی دبی‌های عبوری از دریچه‌ها و دبی کانال درجه یک به تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب اقدام نماید. جهت تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب رعایت نکات زیر ضروری می-باشد:

۱.رعایت حداقل و حداکثر دبی عبوری دریچه‌های شبکه و بلوک‌های آبیاری

۲.حداقل و حداکثر ظرفیت دبی عبوری از کانال‌های آبیاری

۳.برای اولین نوبت آبیاری هر محصول در صورتی که به خاطر محدودیت در تامین آب نتوان آبیاری را انجام داد می‌توان تاریخ کشت را تغییر داد.

۴.در صورت تغییر عمق آبیاری، مقدار تغییر یافته در عمق آبیاری بعدی بایستی لحاظ گردد.

۵.یکی از ماه‌های سال بایستی به عنوان شروع محاسبات در نظر گرفته شود. حالت ایده‌آل آن است که این ماه به گونه‌ای باشد که تمام محصولات آن، نوبت آبیاری اولشان باشد اما چنین ماهی در این شبکه وجود نداشته و نزدیک-ترین ماه به این شرایط مهر ماه بوده که به همین خاطر مبنای شروع محاسبات تهیه برنامه‌ریزی تحویل آب خواهد بود. در نهایت برای اطمینان از اینکه تطابق برنامه پیشنهادی بر اساس ظرفیت دریچه و کانال‌ها بایستی بر روی "بررسی" کیلک کرد.

مرحله ارزیابی نتایج

در این مرحله به ارزیابی نتایج حاصل از مرحله برنامه‌ریزی تحویل آب پرداخته می شود. خروجی این مرحله نشان خواهد داد که با وجود شرایط شبکه، الگوی کشت و آب تخصیص داده شده، نیاز آبی محصول چگونه تامین شده است. برای انجام این امر از پارمترهای زیر استفاده می‌کند:

مقدار باقی مانده آب سهل الوصول

سعی بر آن است که آبیاری با اتمام مقدار تخلیه مجاز رطوبت شروع گردد تا گیاه دچار تنش نشود و آبیاری قبل از رسیدن به حد ظرفیت زراعی پایان یابد تا از این طریق از نفوذ عمقی بیشتر جلوگیری به عمل آید. بیان شده است که نفوذ عمقی به به این دلیل است که راندمان کاربرد آب در مزرعه کمتر از ۱۰۰ می‌باشد. این امر به منزله تلفات آب از طریق رواناب سطحی و نفوذ عمقی می‌باشد. حال اگر بیشتر از حد ظرفیت زراعی آبیاری انجام شود تمام آب نفوذ یافته در خاک به تلفات نفوذ عمقی تبدیل خواهد شد. این پارامتر نشان می‌دهد که چه مقدار از مقدار تخلیه مجاز رطوبت در خاک باقی مانده است بنابراین مقدار مثبت بیانگر آن است که هنوز مقدار تخلیه مجاز تمام نشده است و مقدار منفی یعنی اینکه این مقدار به اتمام رسیده و گیاه دچار تنش شده است.

مقدار کمبود رطوبت خاک بعد آبیاری از حد ظرفیت زراعی

این پارامتر نشان می‌دهد که چه مقدار آب اضافی می‌تواند در خاک نفوذ کند تا رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی برسد. بنابراین مقدار مثبت به این معناست که هنوز رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی نرسیده است.

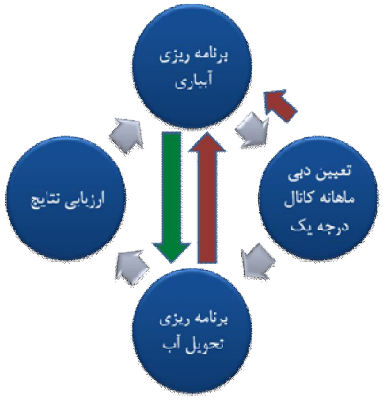
نتایج و بحث

سامانه IRWAL قابلیت اجرا در نرم افزار ArcMap را دارا می‌باشد که این توانایی باعث می‌گردد کاربر به راحتی اطلاعات جدید را وارد کرده و برخی از لایه‌ها را ویرایش و یا حذف نموده و تغییرات ایجاد شده را در لایه‌ها و جدول های توصیفی آنها مشاهده نماید. همچنین این سامانه با ایجاد پایگاه داده علاوه بر توانایی پردازش داده‌ها و فراخوانی داده‌ها در کمترین زمان ممکن، از ذخیره داده‌های تکراری در درون بانک اطلاعاتی و افزایش فایل‌های تکراری اجتناب می‌نماید. بنابراین سامانه طراحی شده، در حین انجام محاسبات در مواقع لزوم داده‌های مورد نظر را فراخوانی کرده و بعد از حصول نتایج مورد نظر، آنها را در جدول های مربوطه ذخیره می‌نماید.

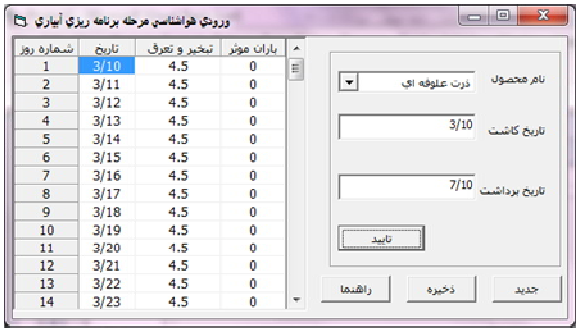
در نهایت مهم‌ترین نتیجه آن است که با استفاده از سامانه IRWAL برای شبکه های آبیاری دارای نظام بهره‌برداری تحویل حجمی قادر به تهیه برنامه تحویل آب برای محصولات با حداقل تنش آبی خواهیم بود. یا به عبارتی دیگر می‌توان به موقع و به میزان کافی آب در اختیار گیاه قرار داد.

پیشنهادها

مسایل و محدودیت‌های فراوان در بیشتر شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تهیه و ساخت سامانه‌های مدیریتی و بهره‌برداری از این طرح‌ها را امری اجتناب ناپذیر نموده است. داده‌ها و پارامترهای موجود در شبکه‌های آبیاری و زهکشی به لحاظ جنبه‌های گوناگون فنی، اجتماعی، زیست محیطی، اقتصادی و مدیریتی از تنوع و گستردگی بسیار زیادی برخوردار است. مدیریت بهینه این داده‌ها، جز با اعمال مدیریت اصولی و یکپارچه میسر نخواهد بود. در واقع مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی تنها مدیریت آب در شبکه نبوده، بلکه مدیریت آبیاری به همراه مدیریت بخش‌های مختلفی از جمله زهکشی، منابع آب، زیست‌محیطی، کشاورزی و اجتماعی و... می‌باشد که با یکدیگر در خصوص تبادل اطلاعات در تعامل می‌باشند. بنابراین به منظور رسیدن به مدیریت مطلوب در این شبکه‌ها نیاز است مسایل و پارامترهای کلیه شاخه‌های مدیریتی تاثیرگذار در نظر گرفته شود.

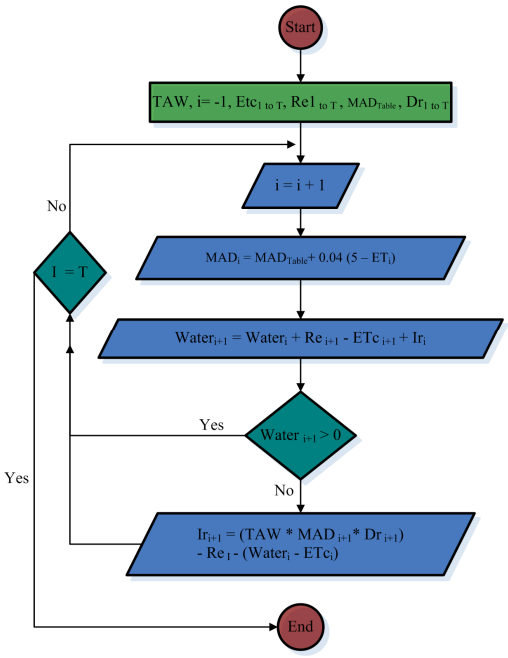


شکل ۱- نحوه ارتباط ۴ مرحله با یکدیگر



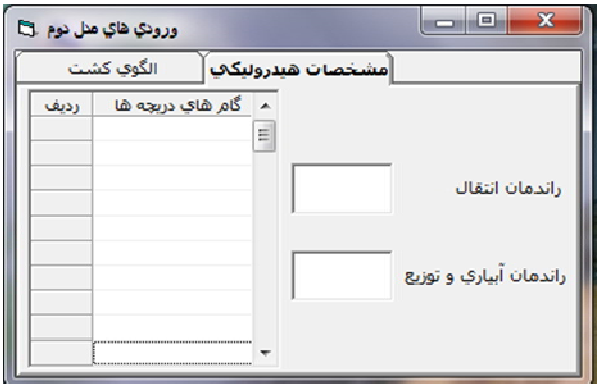
شکل ۲- فرم ورودی هواشناسی مرحله برنامه‌ریزی

شکل ۳- ورودی‌های مرحله برنامه‌ریزی آبیاری

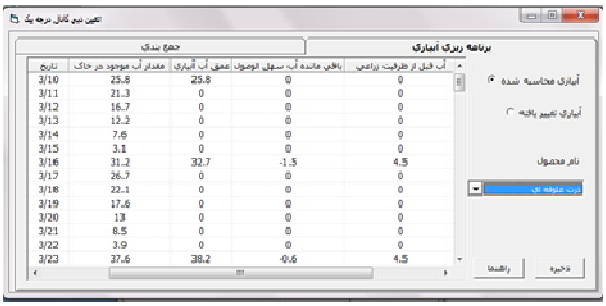


شکل ۴- نمودار گردشی تعیین زمان و عمق آبیاری در مرحله برنامه‌ریزی

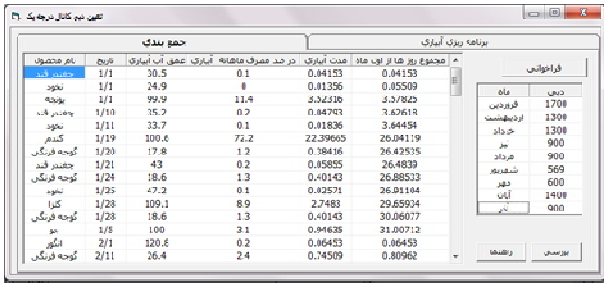
شکل ۵- خروجی مرحله برنامه‌ریزی آبیاری



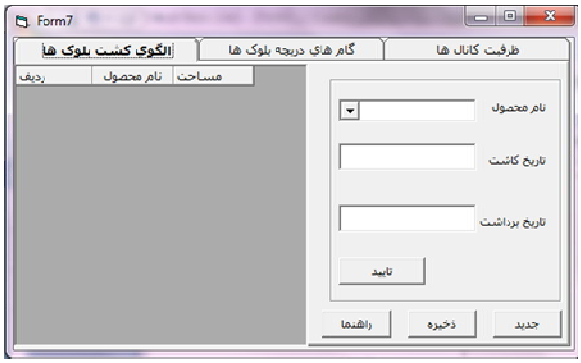
شکل ۶ - ورودی مرحله تعیین دبی کانال دبی درجه یک



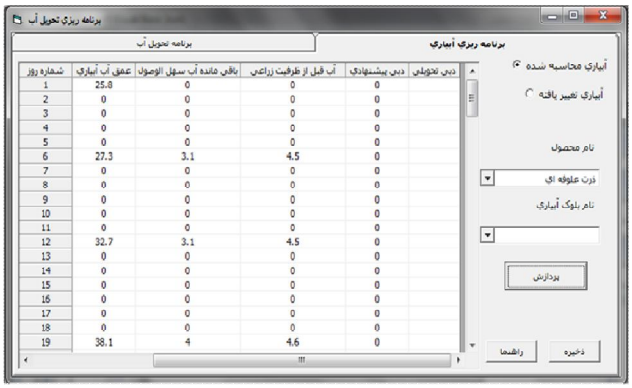
شکل ۷ - بخش برنامه‌ریزی آبیاری فرم



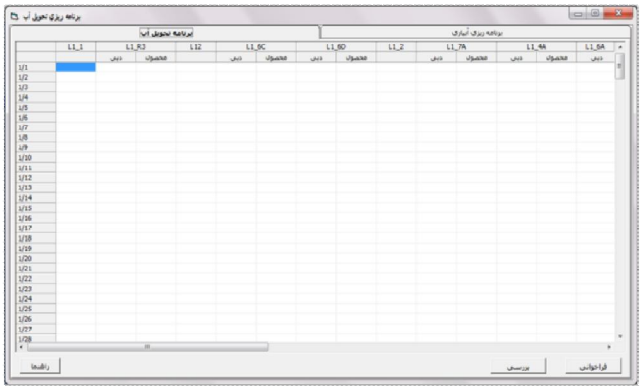
شکل ۸ - بخش جمع بندی فرم
مرحله تعیین دبی کانال دبی درجه یک



شکل ۹ - ورودی مرحله برنامه‌ریزی تحویل آب



شکل ۱۰ - بخش برنامه‌ریزی آبیاری مرحله برنامه‌ریزی تحویل



شکل ۱۱ - بخش برنامه تحویل آب مرحله برنامه‌ریزی تحویل

فهرست منابع

1. Dayyani, S. and Mohammadi, k. 2007. Geograpic Information Systems (GIS) and is applications in Soil and Water management. Bahman Borna, Tehran, Iran.
2. Fipp, G and Leigh, E. 2004. GIS-Based Management System for Irrigation Districts. Proceeding of International Conference on Challenges Facing Irrigation and Drainage in the New Millennium, U .SCID, Fort Collins, U.S.A., pp 103-116.
3. .Li, X. Zhang, J. Liu, J. Zhu, A. Lv,F and Zhang, C. 2010. A modified checkbook rrigation method based on GIS-coupled model for regional irrigation scheduling. Irrig Sci. DOI 10.1007/s00271-010-0221-9.
4. .Ojeda-Bustamante, W. lez-Camacho, J.M.G. Sifuentes-Ibarra, E. Isidro, E and Pimentel, L. 2007. Using spatial information systems to improve water management in Mexico. Agricultural water management 89 , 2007, 81 – 88.
5. .Samadi, R. 2005. using Geograpic Information Systems (GIS) in Management and Operatian Irrigatin and Drainage Networks. Thesis Engineering Irrigation and Drainage. University College of Agriculture. University of Tabriz.