راهنمای کاربردی مدل WEAP

پیشگفتار

پس از اخذ مدرک کارشناسی ارشد خود از دانشگاه زابل در راستای کمک به دانشجویان مهندسی آب و تسهیل پیش‌راه گسترش علم، بر آن شدم تا اطلاعات شخصی خود که با ارسال ایمیل‌ها و انجام مکاتبات با اساتید و دانشجویان داخل و خارج کشور و همچنین استفاده از راهنمای مدل WEAP، کسب کرده بودم را در اختیار دانشجویان این مرز و بوم قرار دهم. قبلا در زمان نگارش پایان نامه خود با خانم استیفانی گالایتسی که از اعضا و دست اندرکاران پروژه گسترش این مدل هستند، آشنا گردیدم. پس از استفاده از راهنمایی‌های این استاد توانستم راهنمای حاضر را تهیه و برای گسترش به پیشنهاد ایشان در سایت مدل قرار دهم. این متن نه به پرمحتوایی کتابی بوده و نه نگارنده آن خود را در جایگاه کتاب نویسی و متن نویسی می‌داند، اما با توجه به سخن بزرگان ادب که «چنان دیدم که هیچ کس کتاب نمی نویسد الا که چون روز دیگر در آن بنگرد گوید، اگر فلان سخن چنان بودی بهتر گشتی و اگر فلان کلمه به آن افزوده شدی نیک تر آمدی» از شما مطالعه کنندگان گرامی که قطعا از نخبگان بی همتای پارسی زبان هستید، استدعا دارم در صورت مشاهده مغایرتی با اصل علمی، آن را به دیده کاستی سطح علمی اینجانب بنگرند و منت گذاشته و آن را به این بنده حقیر به صورت ایمیل گوش‌زد کنند. امیدورارم که این نوشته شما عزیزان را در راستای گسترش علم و گره گشایی مشکلات آبی کشور یاری رساند.

علی عجم‌زاده
پاییز ۱۳۹۵

Ali.ajamzadeh@gmail.com

Tel:+989173067313

مقدمه ویراستار

چندی پیش از طرف دوست گرامی Jack Sieber ایمیلی دریافت کردم که پیوست آن گزارشی بود که در حال حاضر در دست دارید. اگر قبلا از خودآموز WEAP استفاده کرده باشید، می‌دانید که این خودآموز کمی با مثال‌های رایج در ایران متفاوت است و در نتیجه پس از خواندن آن شاید خواننده به راحتی نمی‌توانست از این نرم‌افزار استفاده کند. از من خواسته شد که نظرم را در مورد این خودآموز جدید به SEI اعلام کنم.

روش توضیح ساده، مثال عملی و یادآوری نکات جالب در این خودآموز من را بر این داشت که صرفا یکی دو بار این گزارش را بخوانم و بدون تغییر در متن و یا موضوعات آن را به لحاظ ویرایشی تغییر بدهم. اگرچه مجبور شدم در برخی نقاط تغییرات بسیار کوچکی در متن بدهم که هیچ‌گاه بزرگ‌تر از یک نیم جمله نشد. با توجه به زمینه قبلی کار با این مدل از حوالی سال ۱۳۷۹ و تغییراتی که بر روی این مدل داده شد و همچنین بارها آموزش این مدل در دانشگاه و یا صنعت مایل بودم که چنین گزارشی را تهیه کنم و در اختیار علاقمندان قرار بدهم اما ضیق وقت این اجازه را به من نداد و الان خوشحالم که آقای مهندس عجم‌زاده این مطلب را به مراتب بهتر از آنچه که من تصمیم داشتم به انجام رساند.

ضمن تبریک به ایشان امیدوارم که خوانندگان از مطالب این راهنما استفاده لازم را ببرند. برای یادگیری بهتر نرم‌افزار WEAP حتما به تمام علاقمندان خواندن این خودآموز را توصیه می‌کنم. همچنین اگر مشکلی در انشاء و یا تایپ و جانمایی شکل‌ها و جداول و ... پیش آمده، قطعا به دلیل بی احتیاطی من بوده و امیدوارم که خوانندگان بر من ببخشند.

مهدی میرزائی

استادیار گروه مهندسی عمران

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

m.mirzaee@iauctb.ac.ir

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۶

۱-۱ مقدمه ۶

۱-۲ معرفی مدل WEAP ۷

فصل ۲: مدلسازی در **WEAP** ۹

۲-۱ تئوری مدل WEAP ۹

۲-۱-۱ تقاضای سالانه ۹

۲-۱-۲ تقاضای ماهانه ۱۰

۲-۱-۳ نیاز ماهانه منبع ۱۱

۲-۱-۴ جریان ورودی و خروجی ۱۱

۲-۱-۵ جریان گره تقاضا ۱۱

۲-۱-۶ جریان خط انتقال ۱۲

۲-۱-۷ جریان بازگشتی از گره تقاضا ۱۲

۲-۱-۸ جریانهای دسترسی ۱۳

۲-۱-۹ مخزن ۱۳

۲-۲ مروری بر مدلهای بارش-رواناب در مدل WEAP ۱۵

۲-۲-۱ روش نیازهای آبیاری(رویکرد ضرایب ساده شده) ۱۵

۲-۲-۲ روش بارش- رواناب ۱۵

۲-۲-۳ روش رطوبت خاک ۱۵

۲-۲-۴ روش MABIA ۱۶

۲-۲-۵ روش مدل رشد گیاه(PGM) ۱۶

۲-۳ شروع کار با مدل WEAP ۱۶

۲-۳-۱ معرفی نماهای اصلی مدل ۱۶

۲-۳-۲ ایجاد گرههای نیاز و همچنین مخازن و سایر اجزای حوضه ۱۸

۲-۳-۳ تنظیم پارامترهای کلی ۲۳

۲-۳-۴ منوی واحدها ۲۴

۲-۳-۵ پارامترهای اصلی ۲۵

۲-۳-۶ منوی Advance ۲۶

۲-۳-۷ متغیرهای کلیدی(KeyAssumption) ۲۷

۲-۳-۸ سناریوها ۳۰

۲-۴ بررسی زیرمنوهای هر یک از اجزا ۳۱

۲-۴-۱ نقطه نیاز ۳۱

۲-۴-۲ رودخانه ۳۵

۲-۴-۳ گره آب زیرزمینی ۳۶

۲-۴-۴ زیرشاخه Reaches از شاخه رودخانه ۳۹
۲-۴-۵ روش سال آبی ۴۰
۲-۴-۶ روشهای ورود دادههای مربوط به اجزا در WEAP ۴۳
۲-۴-۷ مدلسازی مخزن سد ۴۹
۲-۴-۸ نیروگاه جریانی(Run of River Hydropower) ۵۴
۲-۴-۹ حداقل جریان مورد نیاز (Minimum Flow Requirement) ۵۵
۲-۴-۱۰ تنظیمات زیرشاخه Reach از شاخه River در درخت دادهها ۵۵
۲-۴-۱۱ Return Flow، Diversion و Transmission Link ۵۶
۲-۴-۱۲ گره اندازه گیری جریان(StreamflowGauge) ۵۹
۲-۴-۱۳ سایر منابع تامین(OtherSupply) ۶۰
۲-۴-۱۴ تصفیه خانه(WastewaterTreatment) ۶۱
۲-۴-۱۵ مدل سازی حوضه(Catchment) ۶۲
۲-۵ پیاده سازی روش بارش-رواناب در مدل WEAP ۶۵
۲-۶ پیاده سازی روش رطوبت خاک در مدل WEAP ۶۷
۲-۷ کالیبراسیون مدل WEAP ۷۲
۲-۸ منوی Advance زیرمنوی SafeYieldWizard ۷۶
فصل:۳ مثالهای کاربردی ۷۸
۳-۱ مراحل انجام یک مدلسازی در WEAP ۷۸
۳-۲ یک مثال عملی در مدل WEAP ۸۰
۳-۲-۱ شناسایی و کسب اطلاعات در مورد منطقه مطالعاتی ۸۰
۳-۲-۲ ایجاد محدوده خالی و فایلی برای ذخیره اطلاعات مدلسازی ۸۱
۳-۲-۳ تنظیم پارامترهای کلی ۸۴
۳-۲-۴ پیاده سازی شماتیک حوضه ۸۶
۳-۲-۵ پیادهسازی سناریوها و تنظیم والدین هر سناریو ۸۶
۳-۲-۶ معرفی متغیرهای کلیدی و سایر متغیرها ۸۷
۳-۲-۷ پیاده سازی حوضه و زیرحوضهها ۸۹
۳-۲-۸ ورود اطلاعات مربوط به نیازها و منابع ۹۲
۳-۲-۹ کالیبراسیون مدل WEAP ۹۹
۳-۲-۱۰ بررسی نتایج ۱۰۰
فصل ۴ مراجع ۱۰۴

چکیده

با توجه به مساله بحران آب و همچنین خشکسالی‌های چندسال اخیر، مساله مدیریت منابع آب از اهمیت مضاعفی برخوردار شده است. این در حالی است که در کشور عزیزمان ایران، در بسیاری از سازمان‌های دست-اندرکار تخصیص منابع آبی، نه تنها مدیریت آب به صورت علمی انجام نمی‌شود بلکه احتمالا بهینه‌سازی و شبیه‌سازی نیز صورت نمی‌گیرد. در این راستا در سطح جهانی موسسه محیط زیست استکهلم اقدام به طراحی نرم‌افزاری در راستای مدیریت یکپارچه منابع آبی با نام WEAP کرده است. این نرم‌افزار در راستای مدیریت بهینه منابع آبی و ایجاد یک ساختار نظام‌مند جهت بهره‌برداری اصولی ایجاد شده است. این راهنما به منظور معرفی این نرم‌افزار و چگونگی مدیریت منابع بوسیله آن، سعی شده است تا به شکل مختصر از قسمت‌های مختلف این نرم‌افزار تعاریفی ارائه شود و در انتها با پیاده‌سازی یک مثال عملی به طور مختصر به بیان مراحل و ترتیب پیاده‌سازی پرداخته شود. همچنین سعی شده است مطالب به گونه‌ای بیان شود که نه تنها دانشجویان بلکه کارکنان سازمان‌های مربوطه نیز در کمترین زمان بتوانند با نحوه کاربرد و مراحل کاری نرم‌افزار آشنا شوند.

فصل ۱: مقدمه

۱-۱ مقدمه

کشور ایران در منطقه MENA[1] که با در اختیار داشتن ۱۱۰۰ متر مکعب آب تجدیدپذیر به ازای هر نفر در سال، پرتنش‌ترین منطقه‌ی دنیا محسوب می‌شود، واقع است. متأسفانه بیشتر برنامه‌ریزی در بخش آب این کشورها بر اساس رشد اقتصادی محلی استوار است و توجهی به میزان منابع آب در دسترس نمی‌شود. نظر به نقش تعیین کننده آب به عنوان یکی از عناصر اساسی در رشد و توسعه کشورها و همچنین تحولات اخیر در چرخه آب ناشی از تغییر اقلیم جهانی، بازنگری وضعیت موجود و تعیین پتانسیل منابع آبی کشورها و برنامه‌ریزی جهت بهره‌برداری بهینه از کلیه امکانات به یک ضرورت بدون تردید تبدیل شده است. رشد سریع جمعیت و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و توسعه شهری و محدودیت‌های موجود، لزوم اجرای مدیریت بهینه، جامع و یکپارچه آب را ایجاب می‌کند.

از آن‌جا که کشور عزیزمان ایران از سال‌های گذشته با مشکل کم آبی دست و پنجه نرم می‌کند، متاسفانه مساله مدیریت منابع آبی کمتر مورد بررسی قرار گرفته و بیشتر توجه مسولان به دنبال ایجاد راندمان بالاتر سیستم آبی از طریق بالا بردن کیفیت شبکه‌های انتقال بوده‌است، اما همانطور که در بسیاری از تحقیقات جهانی مشخص شده است، می‌توان با مدیریت بهینه و یکپارچه، حداقل از دوره بحران گذر کرد و فرصت اجرای راه حل جایگزین را فراهم کرد. امروزه در بخش تخصیص آب سازمان‌های آب منطقه‌ای استان‌های کشور، از نمودارهای متوسط سال‌های گذشته‌ی مخزن برای مدیریت استفاده می‌شود که این سیستم پیش‌پا افتاده و ساده نمی‌تواند در آینده نزدیک مساله پیچیده تخصیص بهینه منابع را برآورده کند. به بیان ساده‌تر سیستم حاکم به تخصیص آب کشور نیازمند تحولات اساسی می‌باشد که این تحول باید در راستای استفاده از مدل‌های شبیه‌ساز و بهینه ساز منابع آبی باشد، چرا که سیستم حاکم نه تنها بهینه ساز نیست بلکه عملا شبیه‌سازی نیز صورت نمی‌گیرد و روند در تمامی مخازن توزیع یکسان ارائه می‌شود.

در بررسی اهمیت کاربرد مدل‌های شبیه سازی-بهینه سازی می‌توان به تحقیقی که ۱۰ تن از متخصصان ایرانی حوضه مدیریت منابع آب که در آمریکای شمالی و انگلستان تحصیل کرده‌اند اشاره کرد، در این تحقیق نشان می‌دهند که دلیل اصلی کاهش ۸۰ درصدی حجم آب دریاچه ارومیه طی چهار دهه اخیر که سطح آب آن را در ابتدای مهرماه امسال به حدود ۱۰ درصد سطح اولیه آن در سال ۱۳۵۱ شمسی کاهش داده، فعالیت‌های انسانی و توسعه سازه‌ای بی‌رویه در این حوضه آبریز بوده و تأثیر خشکسالی و تغییرات آب و هوایی در منطقه در حدی نبوده که بتواند تغییرات سطحی و حجمی این چنینی در دریاچه ایجاد کند. در نتیجه این پژوهش احیای فیزیکی دریاچه ارومیه ممکن دانسته شده اما چنین فرایندی را مشروط به یک خواست سراسری سیاسی و اقتصادی درنظرگرفته است که در طی سال‌های طولانی به نتیجه خواهد رسید. لذا با گذشت زمان، آنچه که در طرح‌ریزی مدیریت استراتژیک منابع آب اهمیت می‌یابد، اداره نظام اجرایی، بهره برداری، برنامه‌ریزی و تخصیص آب به

[1] Middle Eastand North Africa

نحوی است که با نگرشی جامع به مجموعه نیازها و امکانات در سطح ناحیه‌ای، منطقه‌ای، ملی، فراملی و بخش های مختلف اقتصادی و اجتماعی مدیریت آب بتواند نقش در خور و شایسته‌ای را در توسعه ملی ایفا نماید.

یکی از نرم‌افزارهایی که برای مدل‌سازی مدیریت یکپارچه منابع آب استفاده می‌شود، نرم‌افزار WEAP[2] است. سیستم برنامه‌ریزی و ارزیابی آب (WEAP) با هدف ارزیابی همگانی و یکپارچه در زمینه‌ی تقاضا، تامین و کیفیت آب، بصورت ابزاری علمی برای برنامه‌ریزی منابع آب تدوین شده است. در این راهنما سعی شده است که روش گام به گام شبیه‌سازی اجزای حوضه آبریز از جمله مخزن سد و نقاط نیاز در این نرم افزار ارائه، و همچنین روش اعمال سیاست‌های مدیریتی با حل مثال‌های عملی از سدها و حوضه‌های کشور بیان شود. بدیهی است که با کاربرد مدل جامع و یکپارچه WEAP در کشور، نه تنها می‌توان پتانسیل و عکس‌العمل حوضه را در برابر سناریوهای مختلف تخصیص آب بررسی کرد، بلکه می‌توان به نوعی به منظور فراهم کردن ابزار و ضوابط و ایجاد عناصر تصمیم‌گیری برای ایجاد استراتژی‌های تطبیقی تحت شرایط نامطلوب از آن استفاده شود.

۱-۲ معرفی مدل WEAP

WEAP بصورت یک ابزار پیش‌بینی، نیاز آبی، جریان‌ها و مقدار ذخیره، گسترش آلودگی و آبدهی را شبیه‌سازی می‌کند. WEAP مدلی است شی‌گرا، قابل برنامه‌ریزی که زمینه مدل‌سازی مدیریت منابع آب را به صورت یکپارچه فراهم کرده است ومی‌توان آن را در سامانه‌های شهری و کشاورزی در یک حوضه آبریز یا در چندین حوضه رودخانه‌ای مورد استفاده قرار داد. این نرم افزار قادر به شبیه‌سازی طیف وسیعی از مولفه‌های طبیعی و ساخته شده این سیستم‌ها از قبیل رواناب، دبی پایه، تغذیه طبیعی آب‌های زیرزمینی، تحلیل نیازها، ذخیره آب، حقابه‌ها و اولویت‌های تخصیص، بهره‌برداری از مخزن، تولید برقابی، روندیابی آلودگی و کیفیت آب، ارزیابی آسیب‌پذیری و نیازهای اکوسیستم است. همچنین با داشتن زیر برنامه تحلیل اقتصادی به کاربر اجازه می‌دهد که برخی تحلیل‌های کلی اقتصادی نیز به انجام رساند. در WEAP دوره شبیه‌سازی ماهانه در نظر گرفته می‌شود و روابط سطح و حجم با ارتفاع مخزن سد و نیازهای شرب و کشاورزی مورد نظر و همچنین سری زمانی آبدهی ورودی به مخزن و ارتفاع تبخیر از سطح مخزن و عواملی نظیر نشت از مخزن، به عنوان اطلاعات ورودی در نظر گرفته می‌شوند. این نرم‌افزار قابلیت‌های مختلفی دارد از آن جمله می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- تحلیل مولفه‌های بیلان منابع آب سطحی و زیرزمینی در مقیاس محدوده‌های مطالعاتی و کل حوضه آبریز؛
- ارزیابی تغییرات کمی و کیفی منابع آب با توجه به برداشت‌های آب در نقاط مختلف حوضه آبریز؛
- تعیین سهم مناطق مختلف از منابع آب حوضه آبریز؛
- ارتباط با نرم‌افزارهای سنجش از راه دور نظیر GIS؛
- امکان کالیبره شدن با شرایط موجود حوضه آبریز؛

[2] Water Evaluation And Planning

- امکان نمایش گرافیکی نتایج اعمال سیاست‌های مختلف در حوضه‌های آبریز روی متغیرهای حساس و مختلف؛

- انعطاف‌پذیری مدل جهت تغییر اجزا آن با توجه به شرایط حوضه آبریز.

WEAP توانایی شبیه‌سازی تاثیر اجرای طرح‌های توسعه از جمله طرح‌های انتقال آب بر منابع آب موجود محدوده مطالعاتی را دارا است و با استفاده از قابلیت ارتباط WEAP با مدل شبیه‌ساز آب زیرزمینی MODFLOW می‌توان اثرات مثبت و منفی طرح‌های توسعه و انتقال آب را بر وضعیت آب زیرزمینی و آبخوان‌های منطقه بررسی کرد.

مزیت اصلی WEAP در رویکرد یکپارچه در شبیه سازی سیستم‌های آبی و جهت‌گیری آن، در راستای سیاست‌ها است. WEAP در معادلات خود، مسائل مربوط به نیاز (الگوهای مصرف آب، راندمان تجهیزات، استفاده مجدد، هزینه‌ها و تخصیص) را همگام با مسائل مربوط به منابع (جریان‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، مخازن و انتقال‌های آب) لحاظ کرده است. WEAP آزمایشگاهی برای امتحان کردن راهبردهای متنوع توسعه و مدیریت آب است. این نرم‌افزار جامع، صریح و آسان بوده و بیشتر از اینکه جایگزین یک برنامه‌ریز ماهر باشد، به کاربر کمک می‌کند. به عنوان یک پایگاه داده، WEAP سیستمی را برای حفظ اطلاعات منابع و مصارف فراهم کرده است. به عنوان یک ابزار پیش بینی WEAP نیازهای آبی، منابع، جریان‌ها، حجم ذخیره، تولید و تصفیه و تخلیه آلودگی را شبیه‌سازی می‌کند. به عنوان یک ابزار تحلیل سیاست، WEAP محدوده کاملی ازگزینه های توسعه و مدیریت آب را ارزیابی کرده و مصارف چندگانه و رقیب از سیستم‌های آبی را درمحاسبات منظور می‌کند.

WEAP از یک مدل برنامه‌ریزی خطی استاندارد برای حل مسائل تخصیص آب در هر گام زمانی استفاده می‌کند که تابع هدف آن حداکثر کردن درصد تامین نیازهای مراکز تقاضا با توجه به اولویت عرضه و تقاضا، تعادل جرمی و سایر قیود است. تمامی قیود به طور متناوب برای هر گام زمانی و با توجه به اولویت عرضه و تقاضا تعریف می‌شود. WEAP در هر گام زمانی معادله تعادل جرمی آب را برای هر گره و شاخه محاسبه می‌کند با این فرض که عملکرد اجزا سیستم به جز در مخازن و رطوبت خاک در هر گام زمانی مستقل از گام‌های دیگر است. گام‌های زمانی با توجه به بزرگی حوضه می‌تواند کوچک (روزانه، 10 روزه) یا بزرگ (ماهانه یا بیشتر) در نظر گرفته شود.

فصل ۲: مدل‌سازی در WEAP

۲-۱ تئوری مدل WEAP

WEAP یک معادله تعادل جرم آب، برای هر گره و اتصال در سیستم در گام‌های زمانی، حل می‌کند. آب برای تامین نیازهای مصرف کنندگان و میزان جریان پایین دست، بر اساس اولویت نیازها، برتری منبع، معادله تعادل جرم و سایر محدودیت‌ها، پخش می‌شود.

دوره زمانی که WEAP بر اساس آن مدل‌سازی می‌کند، حداقل از روزانه تا سالانه متغیر باشد. این دوره از گام اول زمانی سال پایه مدل‌سازی تا آخرین گام زمانی سال تعریف شده برای سناریوها ادامه دارد. به عنوان مثال در گام‌های زمانی ماهانه، هرماه از ماه قبلی مستقل است به جز برای مخزن، آب زیرزمینی و تراز رطوبت خاک حوضه. از آن‌جا که مقیاس زمانی ماهانه، نسبتا طولانی است، فرض می‌شود تمامی جریان یک دفعه رخ می‌دهد. بدین صورت، یک نیاز تامین شده می‌تواند آب را از رود برداشت کرده، بخشی از آن را مصرف کرده، باقی را به یک تصفیه خانه بفرستد. آب بازگشتی از تصفیه خانه نیز در همان ماه به رود بازگشته و دوباره استفاده شود.

برای هر ماه معادلاتی که حل می‌شوند، موارد زیر را در بر می‌گیرند:

۱- تقاضا سالانه و تامین نیازهای ماهانه برای هر تقاضا تعریف شده و نیاز جریان.

۲- جریان‌های ورودی و خروجی آب برای هر گره و اتصال در سیستم. این شامل محاسبه برداشت آب از منابع ذخیره برای تامین نیاز و آب ارسالی از مخازن می‌باشد. این گام به یک برنامه خطی (LP) حل می‌شود، که سعی دارد نیازهای تامین شده و نیازهای جریان را بر اساس اولویت نیازها، ارجعیت منابع، تعادل جرم و سایر محدودیت‌ها، بهینه‌سازی کند.

۳- تولید انرژی برقابی

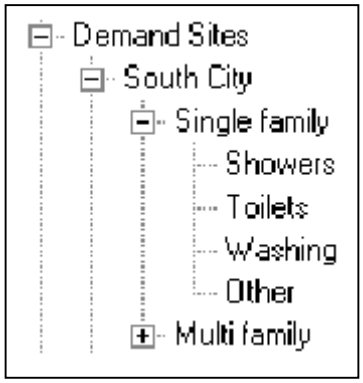
۴- هزینه و سود سرمایه گذاری و بهره‌برداری

۵- اگر مدل MODFLOW برای مدل‌سازی جریان زیرزمینی نیز به کار رود، نتایج WEAP به آن وارد شده و MODFLOW برای یک گام زمانی اجرا می‌شود. سپس نتایج آن توسط WEAP خوانده شده و استفاده می-شود.

۶- تولید آلودگی توسط گره‌های نیاز، جریان‌ها و تصفیه آلاینده‌ها و تمرکز آن‌ها در رودخانه.

۲-۱-۱ تقاضای سالانه

تقاضا آبی یک گره نیاز (SD)، به صورت مجموع تقاضاهای شاخه‌های پایه آن (Br)تعریف می‌شود. شاخه پایه، شاخه‌ای است که زیر آن شاخه‌ای وجود ندارد.



شکل (۱) نمای شماتیک

$$AD_{DS} = \sum_{Br} (TAL_{Br} \times WUR_{Br}) \qquad (۱)$$

در معادله ۱، AD تقاضای سالانه، TAL تراز فعالیت کل و WUR نرخ استفاده آب است. تراز فعالیت کل از معادله ۲ حاصل می‌شود، که در آن Br' شاخه بالای شاخه پایه Br، Br'' شاخه بالای Br' و ... می‌باشند. AL معرف تراز فعالیت است.

$$TAL_{Br} = AL_{Br} \times AL_{Br'} \times AL_{Br''} \times \ldots \qquad (۲)$$

برای مثال در شکل(۱) داریم:

$$TAL_{showers} = AL_{showers} \times AL_{singleFamily} \times AL_{southCity} \qquad (۳)$$

۲-۱-۲ تقاضای ماهانه

تقاضای ماهانه طبق معادله زیر برابر سهم ماهانه از تقاضای سالانه تنظیم شده‌است.

$$MD_{DS,m} = MVF_{DS,m} \times AAD_{DS} \qquad (۴)$$

در این رابطه $MD_{DS,m}$، تقاضا ماهانه، $MVF_{DS,m}$، سهم هرماه از تقاضا سالانه و AAD_{DS}، تقاضا سالانه تنظیم شده است.

۲-۱-۳ نیاز ماهانه منبع

تقاضا ماهانه، مقدار آب مورد نیاز گره برای استفاده خودش در هر ماه را نشان می‌دهد. در حالی که نیاز منبع مقدار واقعی نیاز درخواست شده از منابع ذخیره است. نیاز منبع، تقاضا را در نظر گرفته و آن را با میزان استفاده مجدد در داخل گره، استراتژهای مدیریتی برای کاهش تقاضا و اتلاف‌های داخلی، تنظیم می‌کند. بنابراین طبق معادله زیر داریم:

$$\mathrm{MSR_{DS,m}} = \frac{\mathrm{MD_{DS,m}} \times (1 - \mathrm{RR_{DS}}) \times (1 - \mathrm{DSMS_{DS}})}{1 - \mathrm{LR_{DS}}} \qquad (۵)$$

MSR، نیاز ماهانه منبع، MD تقاضا ماهانه، RR نرخ استفاده مجدد، DSMS، ذخیره ماهانه در گره تقاضا و LR، نرخ تلفات است.

۲-۱-۴ جریان ورودی و خروجی

در این مرحله جریان‌های ورودی به گره‌ها و اتصالات در سیستم و خروجی از آن‌ها برای ماه در نظر گرفته‌شده، محاسبه می‌شود. این شامل محاسبه آب‌های برداشت شده از منابع ذخیره برای تامین تقاضاها نیز هست. برای آنکه با در نظر گرفتن محدودیت‌های تعریف شده، حداکثر مقدار نیازها تامین شود، از یک برنامه خطی (LP) استفاده می‌شود. LP یک سری از معادلات شبیه‌سازی را حل می‌کند که در زیر توضیح داده می‌شود.

معادله تعادل جرم اساس محاسبه آب ماهانه در WEAP را تشکیل می‌دهد: مجموع آب ورودی برابر است با مجموع آب خروجی با جمع جبری هر تغییر خالص که در مخزن رخ می‌دهد (مخزن سد، سفره آب زیرزمینی و رطوبت خاک). هر گره و اتصال در WEAP یک معادله تعادل جرم دارد و برخی از آن‌ها معادلات دیگری نیز دارند، که جریان ورودی و خروجی آن‌ها را محدود می‌کند (برای مثال: جریان ورودی به گره تقاضا نمی‌تواند از نیاز منبع بیشتر شود، جریان خروجی از سفره نمی‌تواند حداکثر برداشت بیشتر شود، تلفات بخشی از جریان هستند و ...).

۲-۱-۵ جریان گره تقاضا

اگر SD گره تقاضا و Scr منبع تغذیه باشد خواهیم داشت:

$$\mathrm{I} = \sum_{\mathrm{rcS}} \mathrm{TLO_{Src\ ,DS}} \qquad (۶)$$

که در آن I جریان ورودی و TLO جریان خروجی خط انتقال هستند.

هرگره تقاضا یک نیاز آبی ماهانه دارد. جریان ورودی برابر این نیاز است، مگر آن‌که به دلایل هیدرولوژیکی، فیزیکی و یا محدودیت‌های دیگر با کسری آب مواجه شود. بر رابطه محدودیت زیر اعمال می‌شود:

$$I_{DS} \leq SR_{DS} \quad (۷)$$

که در آن SR نیاز منبع است.

بخشی از جریان ورودی مصرف شده، بخشی از آن دوباره استفاده می‌شود و باقی از گره خارج می‌شود. این روند را می‌توان در معادلات زیر نشان داد:

$$C_{DS} = I_{DS} \times DSC_{DS} \quad (۸)$$

$$ReO_{DS} = \sum TRO_{DS} \quad (۹)$$

$$RtF = I_{DS} - C_{DS} - ReO_{DS} \quad (۱۰)$$

دراین معادلات، C میزان مصرف، I جریان ورودی، DSC مصرف گره تقاضا، ReO خروجی آبی است که دوباره مصرف می‌شود، TRO آب خروجی از خط انتقال است که در گره تقاضای دیگر مصرف می‌شود و RtF جریان بازگشتی از گره تقاضا است.

۲-۱-۶ جریان خط انتقال

معادلات حاکم بر جریان خط انتقال، به صورت معادلات (۱۱)تا(۱۴) تعریف شده‌اند.

$$TLO_{Src,DS} = TLI_{Src,DS} - TLL_{Src,DS} \quad (۱۱)$$

$$TLL_{Src,DS} = (TLLfS_{Src,DS} + TLLtG_{Src,DS}) \times TLI_{Src,DS} \quad (۱۲)$$

$$TLI_{Src,DS} \leq MFV_{Src,DS} \quad (۱۳)$$

$$TLO_{Src,DS} \leq MFP_{Src,DS} \times SR_{Src,DS} \quad (۱۴)$$

در این معادلات، اندیس Src, DS، نشانگر جریان از منبع به گره تقاضا است. TLO خروجی از خط انتقال، TLI ورودی خط انتقال، TLL اتلاف آب در خط انتقال، TLLfS اتلاف آب خط انتقال از سیستم، TLLtG اتلاف آب خط انتقال که به آب زیرزمینی می‌رود، MFV حداکثر حجم جریان، MFP حداکثر درصد جریان و SR نیاز منبع، هستند.

۲-۱-۷ جریان بازگشتی از گره تقاضا

جریان بازگشتی از گره تقاضا به مقاصد (Dest) مختلف منتقل می‌شود، نظیر تصفیه‌خانه، یک گره تقاضای دیگر و ... . مقدار جریان که وارد خط انتقال می‌شود بخشی از جزیان بازگشتی است.

$$RLI_{DS,Dest} = RFRF_{DS,Dest} \times RF_{DS} \quad (۱۵)$$

در این رابطه RLI جریان بازگشتی‌ای است که به مقصد منتقل می‌شود، RFRF درصدی از جریان بازگشتی است که می‌تواند منتقل شود و RF میزان جریان بازگشتی است.

مقدار جریانی که به مقصد می‌رسد، RLO به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$RLO = RLI_{DS,Dest} - RLL_{DS,Dest} \quad (۱۶)$$

که در این رابطه RLL میزان آب تلف شده است. RLL همانند رابطه (۱۷) بدست می‌آید.

$$RLL_{DS,Dest} = (RLLfS_{DS,Dest} + RLLtG_{DS,Dest}) \times RLI_{DS,Dest} \quad (۱۷)$$

که RLLfS میزان آب تلف شده از سیستم و RLLtG میزان آب تلف شده‌ای است که به آب زیرزمینی منتقل می‌شود.

۲-۱-۸ جریان‌های دسترسی

جریان ورود در پایین‌دست در معادله (۱۸) بدست می‌آید.

$$DO_{Rch} = UI_{Rch} + SWI_{Rch} + GFtR_{GW,Rch} - RFtG_{GW,Rch} - E_{Rch} \quad (۱۸)$$

در این معادله، DO جریان خروجی، UI جزیان بالادست، SWI جریان آب سطحی، GFtR جریان آب زیرزمینی که به رود وارد می‌شود، $RFtG$ بخشی از جریان رود که به سفره آب زیرزمینی می‌ریزد و E آب بخار شده است. E و RFtG به صورت درصدی از جریان ورودی تعریف می‌شوند.

۲-۱-۹ مخزن

مقدار ذخیره مخزن (Res) در ماه (m) اول شبیه‌سازی به عنوان ورودی وارد WEAP می‌شود.

$$BMS_{Res,m} = InS_{Res} \text{ for } m = 1 \quad (۱۹)$$

در این معادله، BMS ذخیره در ماه آغازین و InS ذخیره اولیه است. بنابراین ذخیره اولیه هر ماه برابر با ذخیره پایانی ماه قبل است. (معادله) EMS ذخیره در پایان ماه است.

$$BMS_{Res,m} = EMS_{Res} \text{ for } m > 1 \quad (۲۰)$$

تراز آغازین مخزن با تبخیر تعدیل می‌شود. از آن‌جا که نرخ تبخیر به صورت تغییر در ارتفاع آب مخزن تعریف می‌شود، حجم مخزن باید به ارتفاع تبدیل شود. این تبدیل با درونیابی خطی بین نقاط همجوار بر روی منحنی حجم - ارتفاع، که به عنوان ورودی داده می‌شود، انجام می‌شود.

تراز تنظیم شده در آغاز ماه از معادله(۲۱) بدست می‌آید. در آن ABME تراز تنظیم شده در آغاز ماه، BME ارتفاع در آغاز ماه و ERنرخ تبخیر است.

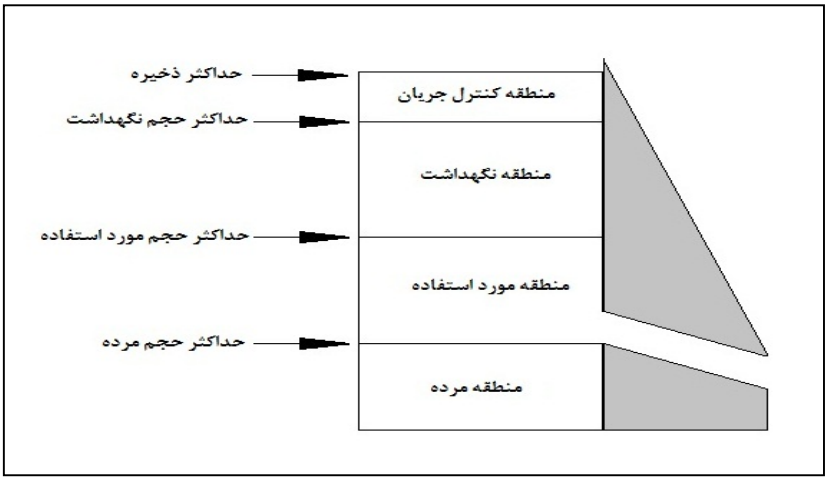
$$\mathrm{ABME_{Res}} = \mathrm{BME_{Res}} - \mathrm{ER_{Res}} \qquad (۲۱)$$

این ارتفاع تنظیم شده به حجم تبدیل می‌شود.

قوانین بهره‌برداری مخزن تعیین می‌کنند. چه مقدار آب در ماه برای رهاسازی، جهت تامین نیازها، جریان پایین‌دست، نیاز نیروگاه برقابی و کنترل سیلاب، در ماه تخصیص داده شود. در معادله (۲۲) میزان ذخیره مخزن برای بهره‌برداری، حجم تنظیم شده در آغاز ماه، جریان ورودی از بالادست، جریان بازگشتی از گره تقاضا، جریان بازگشتی از تصفیه‌خانه است.

$$\mathrm{SFO_{Res}} = \mathrm{ABMS_{Res}} + \mathrm{UI_{Res}} + \sum_{\mathrm{DS}} \mathrm{DSRF_{DS,Res}} + \sum_{\mathrm{TP}} \mathrm{TPRF_{DS,Res}} \qquad (۲۲)$$

آب داخل منطقه کنترل سیلاب، نگهداری و بخشی از آب منطقه پیشگیری، می‌توان برای تامین تقاضا از مخزن خارج شود (شکل ۲).



شکل (۲) تقسیمات مخزن

مقدار آب خروجی از مخزن توسط رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\mathrm{O_{Res}} = \mathrm{DO_{Res}} + \sum_{\mathrm{DS}} \mathrm{TLI_{Res,DS}} \qquad (۲۳)$$

در این رابطه، O جریان خروجی، DO جریان خروجی به پایین‌دست وTLIجریان خط انتقال از گره تقاضا SD است. این معادله با محدودیت زیر حل می‌شود که در آن SAfR ذخیره موجود برای خروج از مخزن است.

$$O_{Res} \leq SAfR_{Res} \quad (۲۴)$$

۲-۲ مروری بر مدل‌های بارش-رواناب در مدل WEAP

به منظور شبیه‌سازی فرآیندهای حوضه مانند تبخیر و تعرق، رواناب، نفوذ و آبیاری، در مدل WEAP پنج روش قابل انتخاب است. این روش‌ها عبارتند از:

الف: روش نیازهای آبیاری (رویکرد ضرایب ساده شده)

ب: روش بارش- رواناب

ج: روش رطوبت خاک

د: روش MABIA

ه: روش مدل رشد گیاه(PGM)

۲-۲-۱ روش نیازهای آبیاری (رویکرد ضرایب ساده شده)

از میان روش‌های یاد شده روش «فقط نیازهای آبیاری» ساده‌ترین روش است. این روش از ضرایب محصول(ضرایب گیاهی) برای محاسبه‌ی پتانسیل تبخیر و تعرق حوضه استفاده می‌کند. سپس تمامی نیازهای آبیاری را که بارش نمی‌تواند برآورده کند را تعیین می‌کند. این روش رواناب، فرآیند نفوذ و یا تغییرات در رطوبت خاک را شبیه‌سازی نمی‌کند.

۲-۲-۲ روش بارش- رواناب

روش بارش-رواناب نیز مانند روش نیازهای آبیاری تبخیر و تعرق را برای کشت دیم و آبی با استفاده از ضرایب گیاهی بدست می‌آورد. باقی‌مانده بارش که به وسیله تبخیر و تعرق مصرف نمی‌شود، به عنوان رواناب رودخانه شبیه‌سازی می‌شود. و یا اینکه می‌تواند به وسیله لینک نفوذ وارد آب‌های زیرزمینی شود.

به عبارت دیگر روش بارش- رواناب راهی ساده برای محاسبه رواناب به صورت تفاوت میان باران و تبخیر و تعرق گیاه است. قسمتی از بارش در روند تبخیر و تعرق قرار نمی‌گیرد و تبدیل به رواناب برای تأمین دبی پایه می‌شود (از طریق پارامتر بارش مؤثر). تبخیروتعرق ابتدا با وارد کردن تبخیروتعرق گیاه مرجع برآورد می‌شود، سپس تعیین ضریب گیاهی برای هر نوع کاربری اراضی انجام شده که در تبخیروتعرق گیاه مرجع ضرب می‌شود تا تفاوت‌های میان گیاهان مختلف را نشان دهد. اطلاعات بیشتر در مورد این روش را می‌توانید از مقاله ۵۶ آبیاری و زهکشی FAO تحت عنوان Crop Evapotranspiration بدست آورد.

۲-۲-۳ روش رطوبت خاک

روش رطوبت خاک نیز یک روش بارش-رواناب است، با این تفاوت که کمی پیچیدگی فرایند آن بالاتر است. روش رطوبت خاک برای مدل‌سازی ساده و در عین حال واقعی روند هیدرولوژیکی با یک مدل نیمه فیزیکی توسعه داده شده است. این روش حوضه را با دولایه خاک معرفی می‌کند. در لایه خاک بالایی با درنظر گرفتن بارش،

آبیاری در بخش‌های کشاورزی و غیر کشاورزی، رواناب و همچنین تغییر در رطوبت خاک، تبخیر و تعرق را شبیه‌سازی می‌کند. این روش مشخصات کاربری زمین و نوع خاک را در پروسه شبیه‌سازی دخالت می‌دهد. مسیریابی جریان پایه و همچنین تغییر در رطوبت خاک در لایه‌ی دوم شبیه‌سازی می‌شود. متناظرا این روش برای شبیه‌سازی فرایند به پارامترهای گسترده‌تری از خاک و آب و هوا نیاز دارد. باید توجه داشت که نفوذهای عمیق در حوضه می‌تواند مستقیما با ایجاد یک گره رواناب یا نفوذ از حوضه به آب‌های زیرزمینی فرستاده شود.

۲-۲-۴ روش MABIA

روش MABIA یک شبیه‌سازی روزانه از تعرق، تبخیر، نیازمندی‌های آبیاری و برنامه‌ریزی، رشد محصول و بازده آن و همچنین شامل واحدهایی برای تخمین تبخیر و تعرق و ظرفیت آب خاک است. این مدل با نرم‌افزار MABIA که توسط دکتر AliSahli و MohamedJabloun در INAT معرفی شد، برآورد می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه MABIA و نحوه انجام این روش می‌توان به آدرس http://mabia-agrosoftware.co مراجعه کرد.

۲-۲-۵ روش مدل رشد گیاه(PGM)

روش PGM رشد گیاه، آب مصرفی و محصول را با گام زمانی روزانه مدل‌سازی می‌کند. این روش به منظور مطالعه اثرات تغییرات CO_2 اتمسفر، استرس گرمایی، تغییرات طول فصول و تنش‌های آبی در آب مصرفی گیاه و محصول، گسترش داده شده است. این روش نیازمند مشخصات و پارامترهایی که کنترل کننده آب مصرفی و رشد گیاه است خواهد بود. روندیابی رشد در این مدل بر اساس رویکرد بیان شده در مدل‌های SWAT و EPIC است. هیدرولیک رطوبت خاک با یک مدل ۱۳ لایه‌ای مدل‌سازی می‌شود که شامل ۳/۵ متر بالایی پروفیل خاک است. خروجی مدل شامل رواناب سطحی، نفوذ در عمق، تبخیر و تعرق گیاه، استرس‌های آب و خاک وعمکرد محصول است.

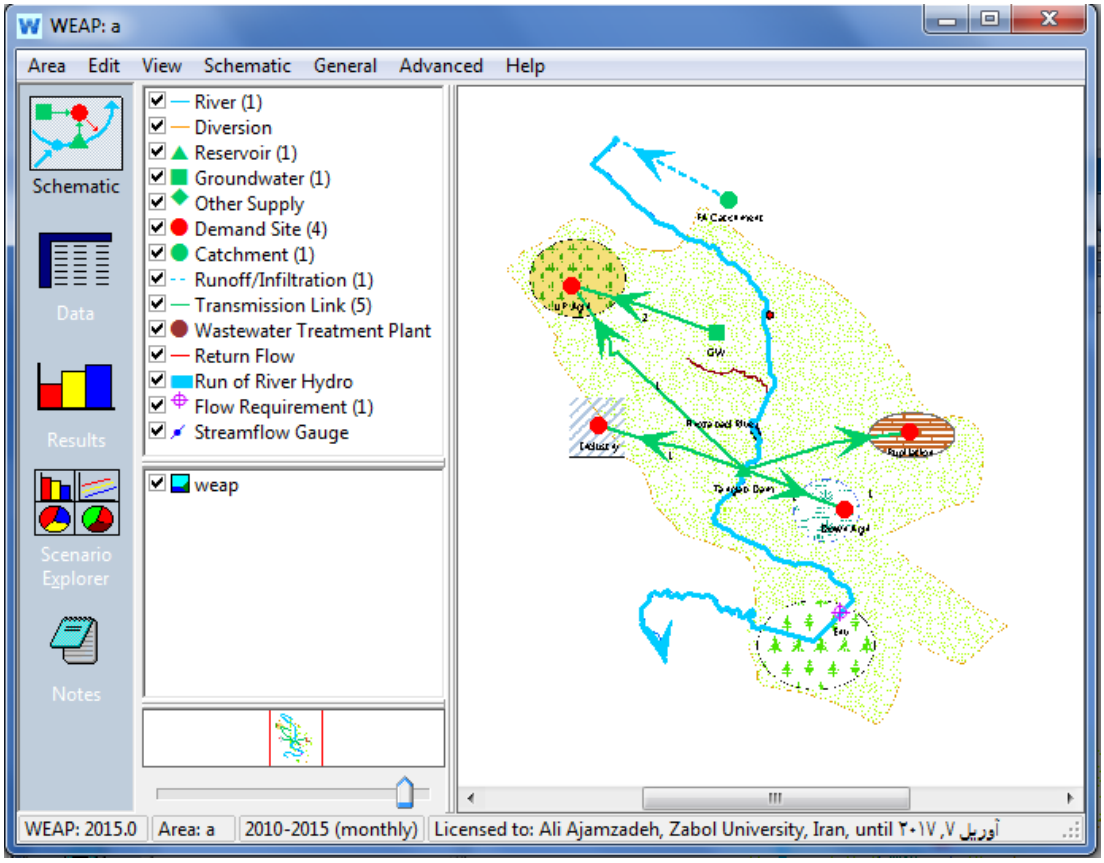
۲-۳ شروع کار با مدل WEAP

برای فعال‌سازی کامل مدل WEAP، داشتن مجوز معتبر الزامی است. کاربران مجاز با داشتن شناسه کاربری و کد ثبت نام می‌توانند این مدل را از حالت فقط خواندنی که در سایت این مدل وجود دارد، به حالت قفل شکسته در بیاورند و آنالیزهای مربوط به حوضه و مساله خود را انجام دهند. خوشبختانه کاربران این مدل در کشورهای در حال توسعه (از جمله کشور عزیزمان ایران) می‌توانند بدون پرداخت هزینه، مجوز استفاده دوساله را با ارسال ایمیل و پر کردن مشخصات در سایت این مدل، بدست بیاورند. تمامی حقوق و مزایای این مدل متعلق به موسسه محیط زیست استکهلم است که تمام منابع مالی بدست آمده از دریافت هزینه‌های مجوز ویپ (ازکاربران درکشورهای پردرآمد) برای حمایت از کاربران کشورهای در حال توسعه و یا در آینده صرف توسعه نرم‌افزار می‌شود. برای دریافت مجوز ابتدا در سایت مدل به آدرس WWW.WEAP21.org ثبت نام کرده و سپس از قسمت مجوز استفاده، با کلیک بر روی ستون سوم سطر اول جدول (این ستون مربوط به کاربران کشورهای در حال توسعه است) درخواست خود را به مرکز ارسال کنید.

۲-۳-۱ معرفی نماهای اصلی مدل

مدل WEAPدارای ۵ نمای اصلی شماتیک، داده‌ها، نتایج، جستوجوگر سناریو (همان منوی خلاصه درنسخه‌های قبل از سال ۲۰۱۵ است) و یادداشت‌ها است. این ۵ نما در شکل زیر قابل رویت هستند. رسم اجزا، ورود فایل‌های وکتور یا رستر یا فایل‌هایی با پسوند shp به مدل و تنظیمات پارامترهای عمومی را می‌توان با توجه به پروژه و اجزای آن از منوی شماتیک انجام داد. در منوی داده‌ها (Data) نیز شما می‌توانید روابط مربوطه را ایجاد کرده،

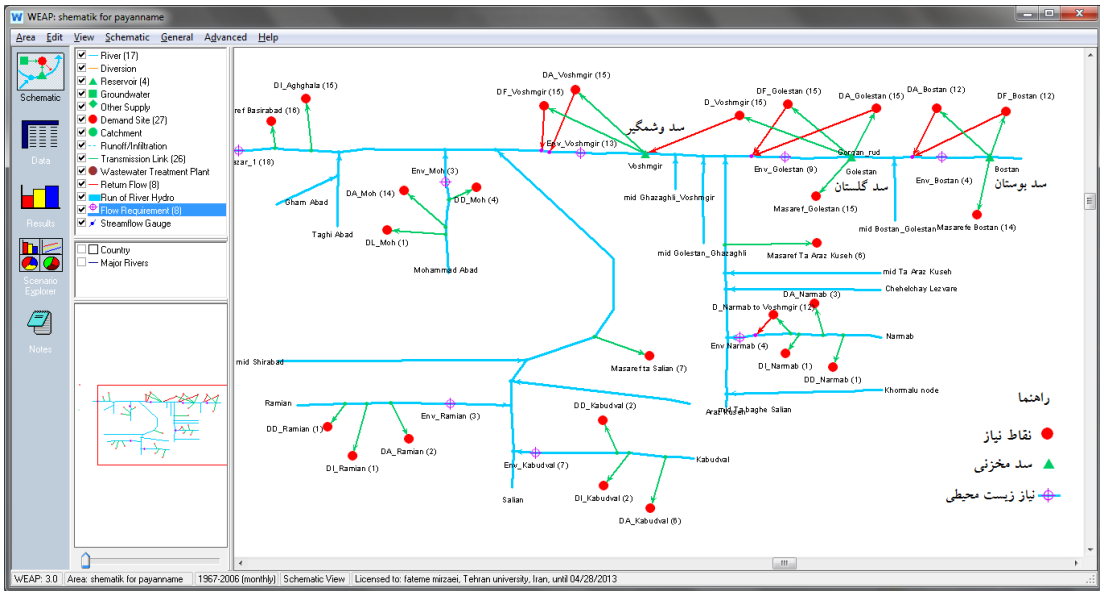
متغیرها را معرفی کنید و فرضیات پروژه را به مدل معرفی کنید. در این قسمت می‌توانید از فایل‌های اکسل با پسوند csv برای ورود اطلاعات استفاده کنید. پس از هربار کلیک بر روی نتایج (Results) مدل یک بار اجرا می‌شود تا تغییرات احتمالی ایجاد شده را در نتایج دخالت دهد. البته در هنگام کالیبراسیون مدل به دفعات برای رسیدن به پاسخ مطلوب اجرا می‌شود. در قسمت نتایج شما می‌توانید جرئیات نتایج مدل را با جدول، نمودار و یا نقشه مشاهده کنید. در قسمت جستوجوگر سناریو(scenarioexplorer) در نسخه ۲۰۱۵ قابلیت مقایسه گام به گام سنایوها با یکدیگر و تغییرات متغیرها بر روی سناریوها در کنار خلاصه نتایج، اضافه شده‌است. این بخش به منظور بررسی اثر فرضیات و سیاست‌های مختلف بر نتایج، به مدل اضافه شده‌است. در منوی یادداشت نیز می‌توان اطلاعات در مورد پروژه و یا سناریوها و متغیرها نوشت. در کل بخش یادداشت‌ها مانند یک دفتر یادداشت برای کاربر است که می‌تواند از این طریق به افرادی که این پروژه را مشاهده می‌کنند اطلاعاتی دهد.



نکته قابل توجه در مورد این مدل که می‌تواند به نوعی برتری مدل WEAP نسبت به سایر مدل‌های منابع آب را نشان دهد، کاربر پسندی آن است، به این صورت که در این مدل با کشیدن و رها کردن اشیا (منظور همان مخازن، رودخانه و سایر اجزای شماتیک است) می‌توان آن‌ها را ایجادکرد و همچنین با کلیک کردن بر روی هر جز می‌توان به اطلاعات و نتایج هر گره نیاز و یا منبع دست یافت. از دیگر برتری‌های این مدل آن است که در هر مرحله از پیاده سازی مدل و در هر صفحه از مدل می‌توان با زدن دکمه Help به اطلاعات بسیار مفیدی در مورد همان صفحه و آیکن‌های آن دست یافت.

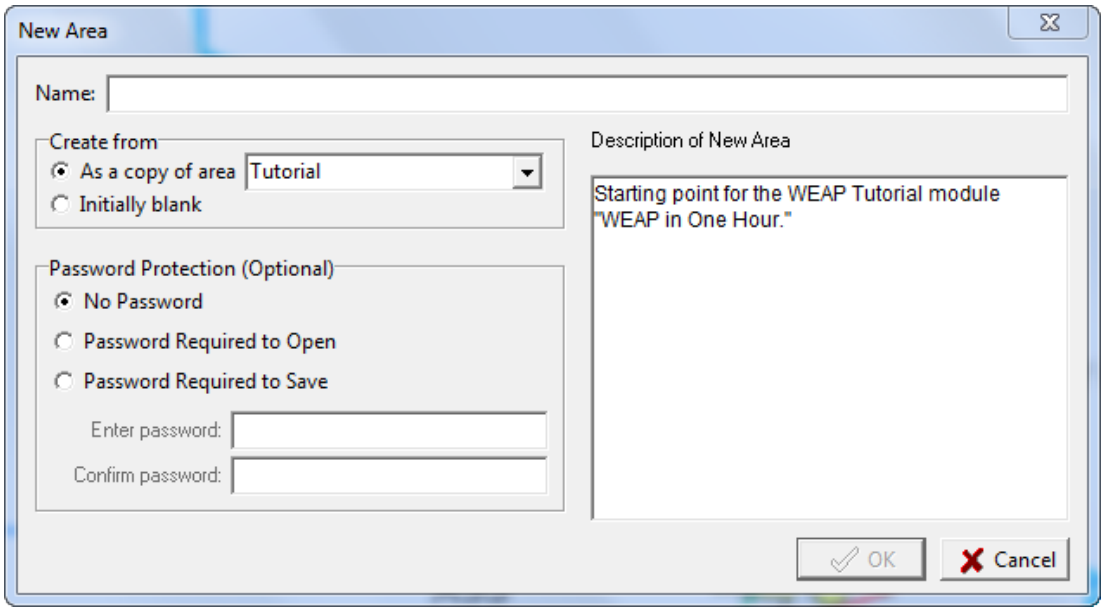
۲-۳-۲ ایجاد گره‌های نیاز و همچنین مخازن و سایر اجزای حوضه

اولین گام در مدل WEAP این است که با توجه به حوضه مورد نظر و مساله، سوال «چه اجزایی برای شبیه‌سازی این حوضه مورد نیاز است؟» را پاسخ گفته و آن اجزا را در مدل پیاده‌سازی کنیم. به عبارتی اجزا موجود در حوضه را شناسایی و آن‌ها را پیاده سازی کنیم. در پیاده‌سازی اجزایی مانند رودخانه باید این نکته را مورد نظر قرار داد که از آن جهت که مدل WEAP روندیابی هیدرولوژیکی انجام نمی‌دهد، طول رودخانه بجز در مواردی که تحلیل زمان ماند مورد نیاز باشد (مثلا در مدل‌سازی کیفی)، مهم نیست. این بدان معنی است که اگر در مسیر رودخانه مصرفی وجود نداشته باشد در انتهای مسیر هیدروگراف خروجی مدل با هیدروگراف ورودی یکسان است و روندیابی در این نرم‌افزار انجام نمی‌شود. در حوضه‌های پیچیده‌ای که مدل‌سازی کیفی جز مساله نباشد می‌توان شماتیک را به صورت خطوط شکسته ایجاد کرد که این کار علاوه بر ساده کردن پیاده سازی، در درک شماتیک منطقه کمک بالایی می‌کند. یک نمونه از این مسائل را می‌توان در شکل زیر دید. همانطور که پیش‌تر اشاره شد برای رسم هر گره بر روی جز مربوطه کلیک کرده و ضمن نگه‌داشتن کلیک، جز را به داخل محدوده و محل مورد نظر کشانده و سپس کلیک را رها می‌کنیم. پس از رها کردن کلیک اطلاعاتی که معمولا شامل نام گره می‌باشد را درخواست می‌کند (در مورد نقاط نیاز یک اولویت را نیز علاوه بر نام باید وارد کرد که این اولویت همان اولویت تخصیص است، این اعداد اولویت از ۱ تا ۹۹ قابل تنظیم هستند که هرچه عدد مربوط به اولویت کوچکتر باشد، یعنی این نیاز در اولویت بیشتری قرار دارد). پس از وارد کردن اطلاعات اولیه و کلیک بر روی گزینه Finish جز مربوطه پیاده‌سازی می‌شود. لازم به ذکر است که این پیاده‌سازی فقط شماتیک بوده و اطلاعات اصلی را باید در مراحل بعدی به جز وارد کنید. برای حرکت دادن هر جز نیز می‌توان با نگه‌داشتن کلیک این کار را انجام داد. امکان حذف هر گره و یا جز با کلیک راست کردن بر روی جز مورد نظر فراهم شده‌است.

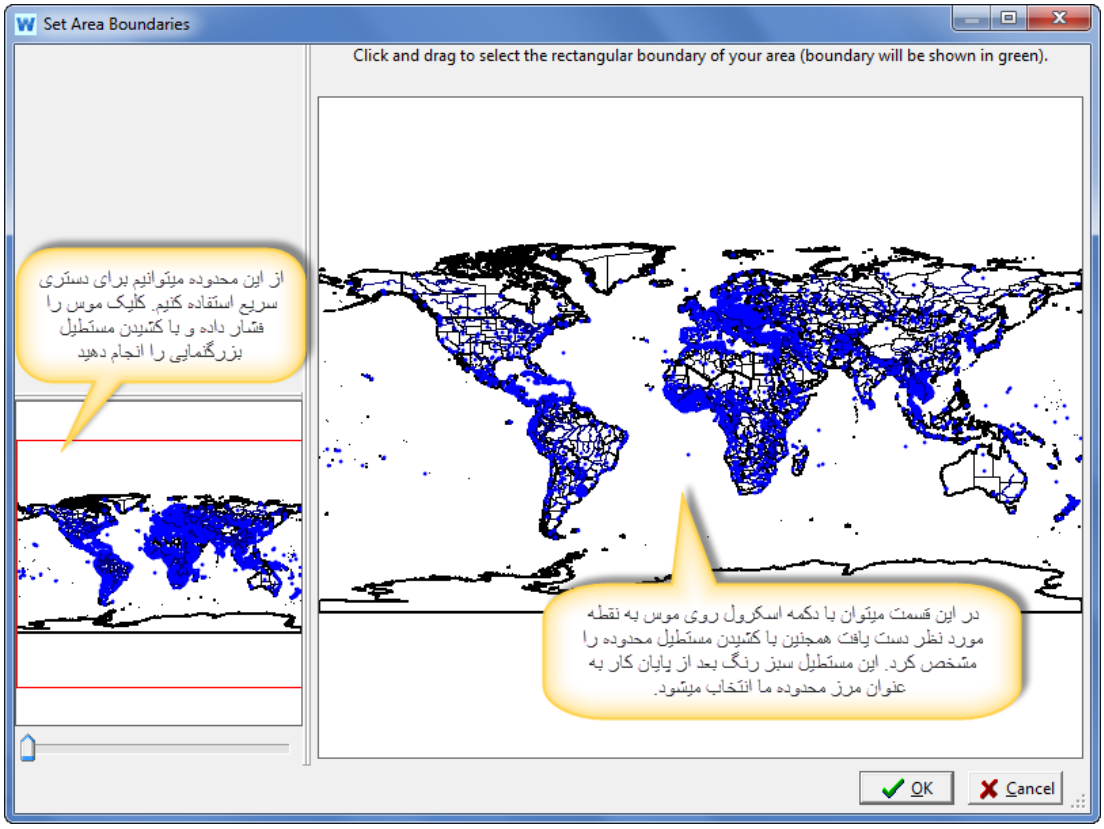


برای انجام هر پروژه اولین قدم ایجاد پوشه مختص پروژه است، این کار را از منو Area و زیر منوی CreateArea می‌توان انجام داد. پس از کلیک شکل زیر نمایش داده می‌شود. ابتدا نامی برای منطقه مشخص کرده و سپس فرم ایجاد منطقه را مشخص می‌کنید. در قسمت (Createform) می‌توان یک محدوده خالی را ایجاد کرد

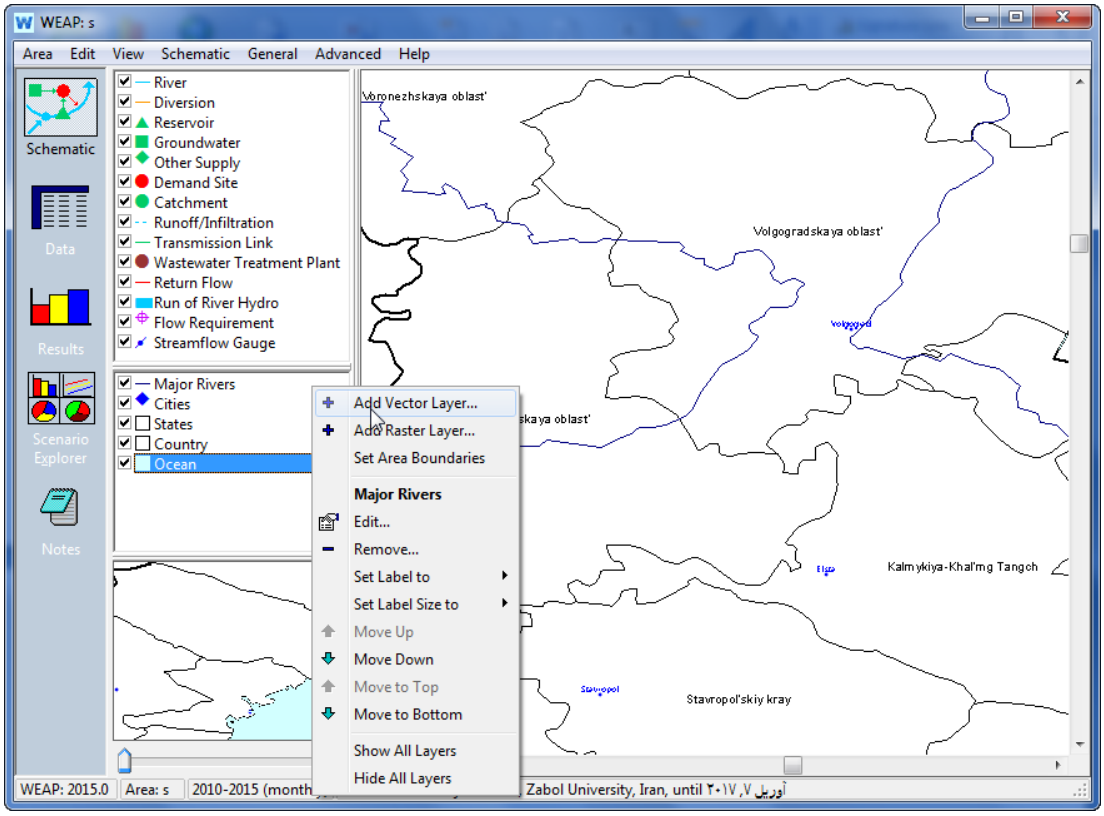
(Initiallyblank) و یا می‌توان کپی محدوده‌ای از پروژه های قبلی انجام شده و یا موجود در خود مدل را ایجاد کرد. همچنین از قسمت PasswordProtection(Option) می‌توان برای فایل پسوورد ایجاد کرد.



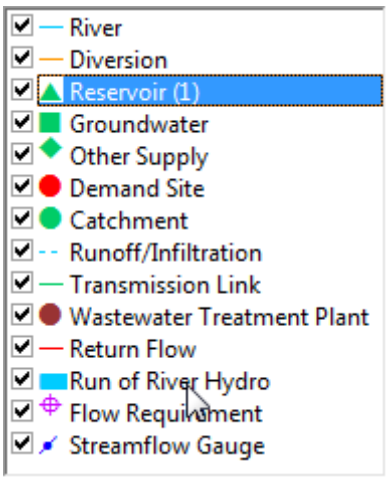
در صورتی که بخواهیم محدوده خالی را ایجاد کنیم از ما می‌خواهد که مرزهای محدوده خود را مشخص کنیم (SetAreaBoundaries). شکل زیر نحوه دستیابی به محدوده و مشخص کردن مرز را نشان می‌دهد. وقتی مرزهای محدوده شما به شکل مطلوب درآمد بر روی گزینه ok کلیک کنید. این نکته را باید در نظر داشت که بعدا می‌توانید از منوی Schematic و زیر منوی SetAreaBoundaries مرزهای محدوده را اصلاح کرد.



مشخص کردن مرز محدوده از روی نقشه کره زمین به ما در نمایش پروژه در GoogleEarth کمک می‌کند. برای اضافه کردن یک لایه رستر یا وکتور به مدل می‌توان از میان پنجره موجود در سمت چپ منوی شماتیک استفاده کرد. پس از این‌کار، پنجره‌ای ظاهر می‌شود که در آن می‌توانید نام این فایل و محلی که مدل می‌تواند این فایل را از رایانه شما یا بر روی اینترنت پیدا کند، وارد کنید. اضافه کردن یک نقشه رستر به ما در پیاده‌سازی و اصلاح مرزهای محدوده کمک می‌کند. هر نقشه GIS با فرمت HSP را می‌توان وارد WEAP کرد ولی باید دقت داشت که CoordinateSystem که انتخاب می‌کنید WGS آن باید ۱۹۸۴ باشد. نقشه تنها در پیاده‌سازی اجزا به ما کمک می‌کند و هیچ بار محاسباتی ندارد. از محلی که لایه رستر را وارد می‌کنیم می‌توان رودخانه‌های اصلی، شهرها و اقیانوس‌ها را پنهان و یا حذف کرد. این کار با کلیک راست بر روی نام مربوطه و انتخاب گزینه Remove قابل انجام است.



اجزای حوضه را می‌توان از نمای شماتیک و پنجره‌های میانی انتخاب کرد. با اضافه کردن هر جز تعداد موجود جز در پروژه در پرانتز جلوی آن نمایان می‌شود.



این اجزا به ترتیب عبارتند از:

رودخانه (River): این جز که با خط آبی مشخص می‌شود برای نمایش رودخانه استفاده می‌شود.

گره انحرافی (Diversion): این جز مانند رودخانه است و از آن می‌توان برای خط انتقال آب از رودخانه و ایجاد یک مسیر انحرافی به منظور تامین آب یک نیروگاه خارج از بستر رودخانه (offline) و یا انتقال آب از یک رودخانه به رودخانه دیگر استفاده کرد. به عبارتی یک گره انحرافی یک خط لوله و یا یک کانال است که آب را از رودخانه یا سایر منابع انتقال می‌دهد.

آب زیرزمینی (Groundwater): این گره که با علامت مستطیل سبز مشخص است در پیاده‌سازی آب زیرزمینی کاربرد دارد.

سایر منابع تامین (OtherSupply): برای پیاده‌سازی سایر منابع تامین مانند آب شیرین کن استفاده می‌شود. به عبارتی منابع غیر رودخانه‌ای که هیچ ذخیره‌ای ندارند را شامل می‌شود. شاخه‌ها و رودخانه‌هایی که به هیچ رودخانه‌ای متصل نباشند، خطوط انتقال بین حوضه‌ای و آب شیرین کن‌ها را شامل می‌شوند. از آن‌جایی که این منابع هیچ ظرفیت ذخیره‌ای ندارند میزان آب تولیدی استفاده نشده در یک ماه را نمی‌توان در ماه دیگر استفاده کرد. با این حال می‌توان آب تامینی از این منابع را در یک منبع ذخیره کرد. مثلا می‌توان آب تولید شده توسط آب شیرین‌کن را مستقیم به رودخانه یا سد ریخت تا در پایین دست مورد استفاده قرار گیرد.

نقطه نیاز (DemandSite): یک نقطه نیاز مجموعه‌ای از متقاضیان یا مصرف‌کنندگان آب است. نقاط کشاورزی، شهرها و صنایع جز این دسته‌اند. برای هر نقطه نیاز باید یک خط تامین آب مشخص کرد. همچنین می‌توان با ایجاد یک خط بازگشت آب (Return Flow)، آب استفاده نشده و یا فاضلاب مربوط به نیاز را بازگشت داد.

حوضه (Catchment): یک حوضه آبریز منطقه‌ای تعریف شده توسط کاربر است که می‌تواند فرآیندهایی مانند بارش، تبخیر و تعرق، برف و تجمع یخ و ذوب آن، رواناب، آبیاری و زمین‌های کشاورزی یا غیر کشاورزی را شامل شود. وقتی یک حوضه ایجاد می‌کنید پنجره‌ای ظاهر می‌شود که می‌توانید تعداد گزینه‌هایی که برای این حوضه اعمال می‌شود را انتخاب کنید همچنین می‌توان انتخاب کرد که آبیاری در حوضه رخ می‌دهد یا نه.

رواناب/نفوذ(Runoff/Infiltration): از این ابزار به منظور ایجاد ارتباط و انتقال رواناب و نفوذ حوضه به رودخانه، مخزن و یا آب زیرزمینی استفاده می‌شود. رواناب و میزان نفوذ حوضه همان آب ناشی از بارش، برف، ذوب یخ، آبیاری و ذخیره رطوبت خاک است که تحت تبخیر و تعرق و افزایش رطوبت خاک قرار نگرفته باشد، است. رواناب ناشی از حوضه را می‌توان به عنوان هد آب موجود در رودخانه درنظر گرفت.

خط انتقال (Transmissionlink): خط انتقال وظیفه انتقال آب از آب‌های سطحی (مانند مخازن و گره‌های تامین)، آب‌های زیرزمینی و سایر منابع تامین، برای تامین نیاز گره نیاز را دارد. علاوه بر این یک خط انتقال می‌تواند آب خروجی از گره نیاز و یا خروجی از تصفیه خانه را برای استفاده مجدد در گره نیاز دیگر، انتقال دهد.

تصفیه‌خانه (WasteWaterTreatmentPlant): تصفیه‌خانه، فاضلاب گره نیاز را از محل نیاز دریافت کرده و پس از حذف آلودگی آن را به یک یا چند گره نیاز یا گره رودخانه یا منبع تامین آب انتقال می‌دهد. یک تصفیه خانه می‌تواند از چند گره نیاز فاضلاب دریافت کند.

خط بازگشت آب (ReturnFlowLink): یک خط بازگشت، آبی که در یک نیاز مصرف نشده یا از بین نرفته را مستقیما به یک یا چند گره نیاز و یا به تصفیه‌خانه، آب سطحی یا زیرزمینی منتقل می‌کند. آب بازگشتی درصدی از کل خروجی نقطه نیاز است. در صورتی که یک خط بازگشت وجود داشته باشد این خط صد درصد آب را انتقال می‌دهد. لازم به ذکر است که تلفات خطوط جریان برگشتی به صورت جداگانه محاسبه می‌شود.

نیروگاه جریانی(RunofRiverHydropower): به کمک این جز می‌توان محل قرارگیری نیروگاه جریانی در رودخانه را مشخص کرد. لازم به ذکر است که مدل WEAP سه نوع نیروگاه را می‌تواند مدل کند، نیروگاه offline، نیروگاه online و نیروگاه جریانی. بر خلاف دو نوع اول، در نیروگاه جریانی، توان تولید بسته به جریان رودخانه دارد. چرا که نیروگاه‌های offline و online هر دو از مخزن انرژی گرفته و مخزن در فصول کم آبی، جریان مورد نیاز توربین‌ها را تامین می‌کند.

حداقل جریان (FlowRequirement): میزان جریان حداقل در یک نقطه از رودخانه را مشخص می‌کند. البته این جز نیز مانند گره‌های نیاز دارای اولویت نیاز است و می‌توان اولویت آن را مشخص کرد. از این جز می‌توان به عنوان نیاز محیط زیست در انتهای رودخانه و یا جریان حداقل رودخانه استفاده کرد.

گره اندازه‌گیری جریان(StreamflowGauge): بیانگر نقطه‌ای از رودخانه است که دستگاه اندازه‌گیری جریان وجود دارد. از این جز می‌توان به عنوان نقطه‌ای برای مقایسه جریان شبیه‌سازی شده در رودخانه و جریان واقعی استفاده کرد.

پس از پیاده‌سازی اجزا حوضه آبریز و مساله، اولین قدم تنظیم پارامترهای کلی مدل است

۲-۳-۳ تنظیم پارامترهای کلی

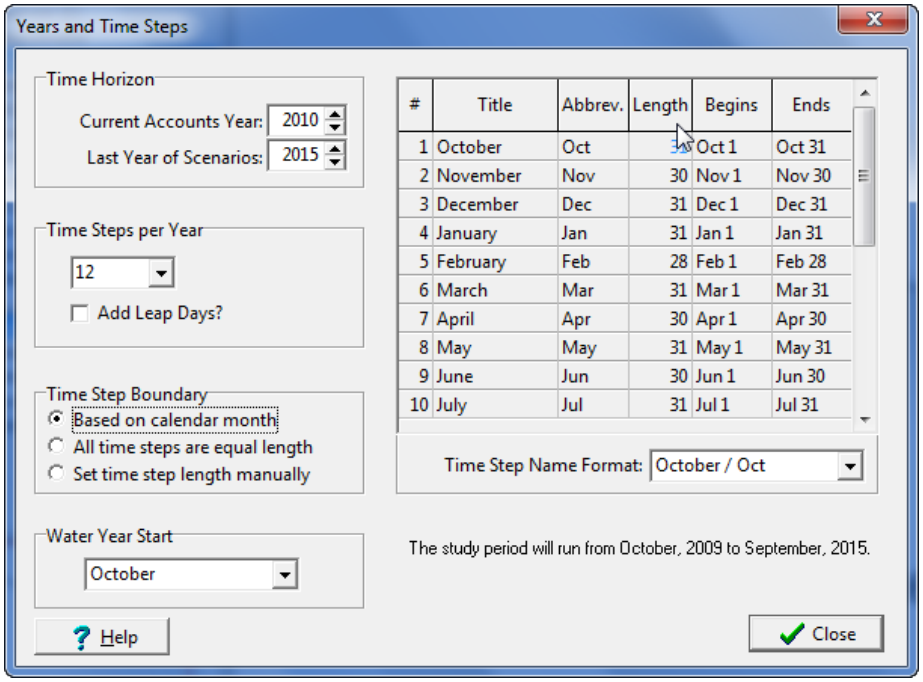
به منظور تنظیم پارامترهای کلی از منوی General و زیر منوی Years and Time Steps استفاده می‌کنیم. از قسمت افق زمانی (Time Horizon) شرایط موجود (CurrentAccount) و همچنین آخرین سال مدل‌سازی سناریوها(Last Year of Scenarios) را مشخص می‌کنیم. شرایط موجود در واقع سال پایه برای مدل است و تمام اطلاعات سیستم (مانند نیاز، داده‌های منابع و غیره) در آن وارد می‌شود. سناریوها بر اساس مجموعه اطلاعات وارد شده در شرایط موجود ساخته می‌شوند. در واقع سناریوها تغییرات احتمالی سیستم در سال‌های آینده و بعد از شرایط موجود را مورد بررسی قرار می‌دهند. ضمنا یک سناریوی مرجع (Reference) به صورت پیش‌فرض وجود دارد که داده‌های شرایط موجود را تا انتهای دوره زمانی مشخص شده (آخرین سال مشخص شده برای سناریوها) منظور می‌کند و در واقع به عنوان مبنای مقایسه با سایر سناریوها است.

از قسمت Time Step Per Year، تعداد گام زمانی در یک سال را می‌توان مشخص کرد. لازم به ذکر است که مدل WEAP بازه زمانی ماهیانه را استفاده می‌کند و اگر در این قسمت عدد ۳۶۵ انتخاب شود مدل تنها داده‌های ماهیانه را به تعداد روز همان ماه تقسیم کرده و نتایج روزانه را بر این اساس نتیجه می‌دهد. در این قسمت همچنین می‌توان با زدن تیک Add Leap Days سال کبیسه را وارد محاسبات کرد. این قابلیت در زمانی که مجموعه داده‌هایی مانند داده‌های گره اندازه‌گیری جریان که شامل داده‌های کبیسه است، موجود باشد می‌تواند مفید واقع شود.

از قسمت Time Step Boundary سه گزینه قابل انتخاب است که این گزینه‌ها بر روزهای ماه تاثیر دارند. با انتخاب Baseon Calendar Month مدل بر اساس تقویم روزهای هر ماه را مشخص می‌کند. با انتخاب All Time Steps are Equal Length مدل تمام روزهای ماه‌های سال را یکسان (برابر ۳۰/۴۲) در نظر می‌گیرد. با انتخاب گزینه سوم کاربر می‌تواند روزهای هر ماه را به صورت دستی وارد کند.

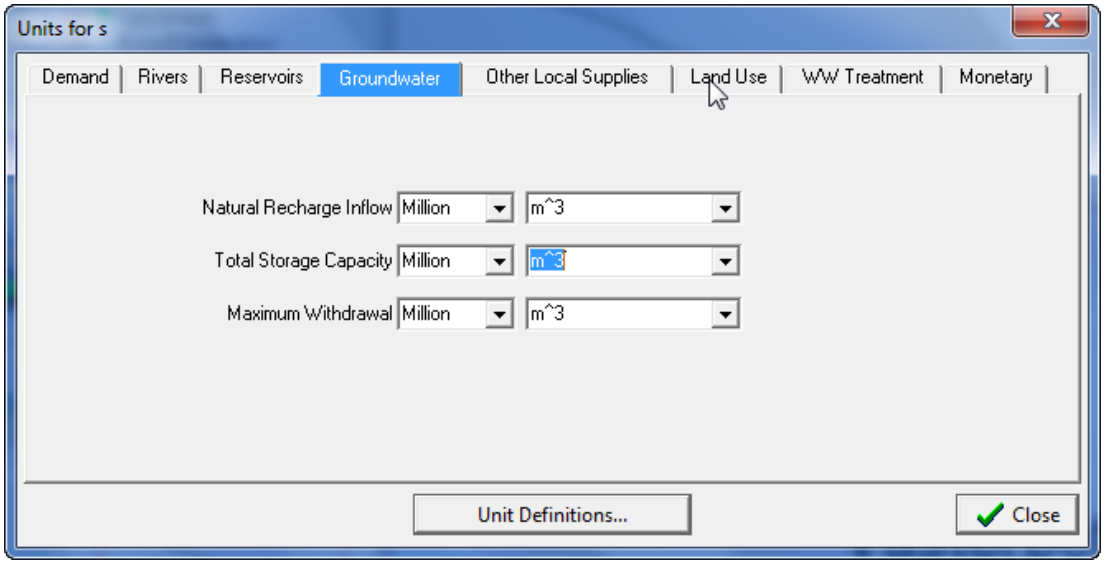
از قسمت Water Year Start می‌توان ماه شروع مدل‌سازی را انتخاب کرد. این انتخاب را می‌توان جز قابلیت‌های مدل WEAP دانست، چرا که اگر بخواهیم بر اساس سال آبی محاسبات را انجام دهیم، با انتخاب ماه اکتبر (مهرماه) می‌توان داده‌ها را بر اساس سال آبی وارد کرد.

نکته قابل توجه در این گزینه آن است که کاربر بعد از شروع به وارد کردن داده‌ها و عبارات، نمی‌توانید Water Year Start را تغییر دهید (به عبارتی ماه شروع بعد از شروع به وارد کردن داده‌ها غیر قابل تغییر است). این بدان جهت است که این کار می‌تواند باعث تغییر در تعدادی از عبارت‌ها شود. برخی از توابع مانند Monthly Values که کاربرد بسیاری از جمله در شرایط موجود دارد، پارامترها را بجای نام با اعداد ذخیره می‌کند. برای مثال اگر شما یک عبارت Monthly Values به صورت (Jan,10,Jul,10) داشته باشید و Water Year Start را از ژانویه به اکتبر تغییر دهید آنگاه شما این عبارت را به صورت (Oct,10,Apr,10) خواهید دید.



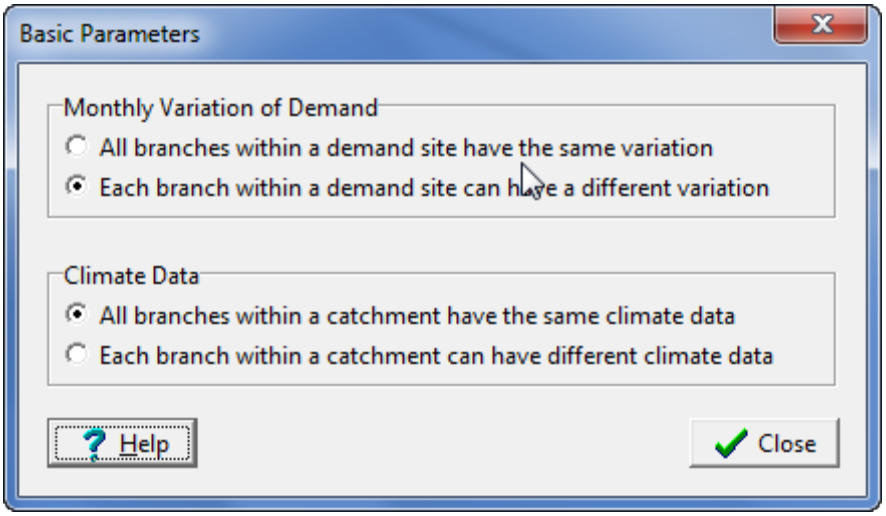
۲-۳-۴ منوی واحدها

از منوی واحدها (Units) می‌توان برای انتخاب و یا تغییر واحدهای داده‌های ورودی استفاده کرد. واحدها می‌توانند برای مولفه‌های رودخانه، مخزن، آب زیرزمینی، سایر منابع، کاربری اراضی، تصفیه فاضلاب و پول تنظیم شوند. واحد در نظر گرفته شده برای نیاز در اینجا یک استثنا است چرا که کاربر می‌تواند جداگانه برای هر شاخه واحد مورد نظر را در هنگام ورود داده‌ها انتخاب کند. این استثنا برای میزان تخفیف (Discount Rate) در زیرمنوی Monetary نیز وجود دارد. صرف‌نظر از واحد انتخاب شده برای ورود داده‌ها، شما قادر خواهید بود نتایج را در هر واحد دلخواهی مشاهده کنید. همچنین از بخش Unit Definition می‌توان واحدهای مورد نیازی که وجود ندارند را تعریف کرد. در این بخش پس از ورود کلاسه واحد، می‌توانید واحد مورد نظر خود را در هر کلاسه‌ای اضافه کنید.



۲-۳-۵ پارامترهای اصلی

منوی پارامترهای اصلی(Basic Parameters) از زیر منوهای منوی General است که در آن می‌توان مشخص کرد اولا آیا تمامی شاخه‌ها در یک نیاز، تغییرات ماهیانه یکسانی دارند و یا تغییرات ماهیانه در هر شاخه‌ی نیاز متفاوت است، دوما آیا تمام شاخه‌های کاربری زمین در یک حوضه دارای داده‌های اقلیمی یکسانی هستند و یا هر یک جداگانه می‌توانند داده اقلیمی مربوط به خود را داشته باشند. مورد دوم زمانی که اختلاف ارتفاع در حوضه زیاد است می‌تواند کارایی داشته باشد. البته برای این کار می‌توان به جای یک حوضه از چندین حوضه مختلف استفاده کرد.



تذکر: در صورتی که نیاز به محاسبات مربوط به کیفیت آب باشد باید پارامترهای زیرمنوی Water Quality Constituents از منوی General نیز تنظیم شود. از آن‌جا که در این راهنما به این محاسبات اشاره نمی‌شود،

خوانندگان می‌توانند برای اطلاعات این زیرمنو از راهنمای مدل WEAP و یا Help موجود در خود نرم‌افزار استفاده کنند.

۲-۳-۶ منوی Advance

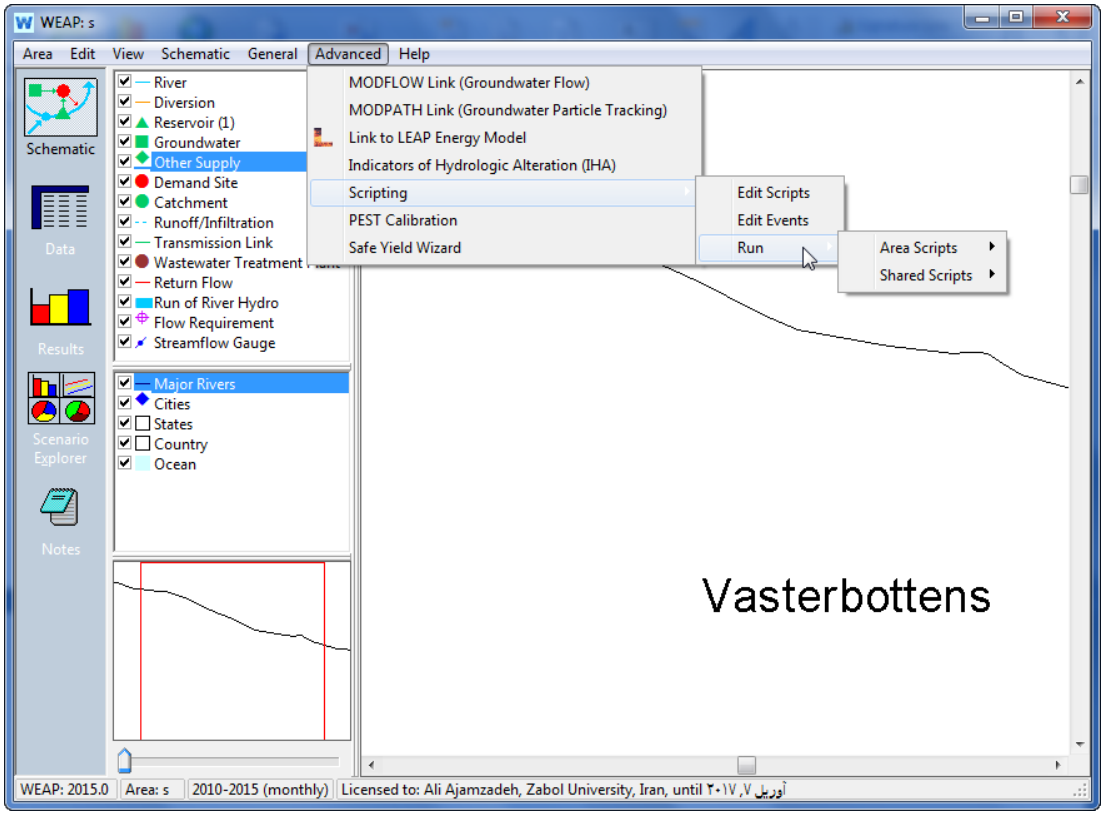
از این منو می‌توان برای ارتباط با سایر نرم‌افزارهای منابع آب استفاده کرد. تا کنون قابلیت ارتباط با مدل‌های MODFLOW، MODPATH و LEAP در مدل WEAP فراهم شده است. برای موقعیت‌ها و پروژه‌هایی که مدل‌سازی آب زیرزمینی توسط WEAP پیچیدگی لازم را ایجاد نمی‌کند، در این مدل زمینه ارتباط با مدل MODFLOW فراهم شده‌است.

MODFLOW یک مدل سه بعدی تفاضل محدود آب زیرزمینی است که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده امریکا (USGS) معرفی شد. برای ارتباط این دو نرم‌افزار باید چند نکته را مد نظر قرار داد. اولا اینکه مدل WEAP برای ارتباط با MODFLOW ورژن ۲۰۰۰ طراحی شده‌است. دوما ساخت و کالیبره کردن مدل MODFLOW به تنهایی برای این ارتباط کافی نیست و این ارتباط به ایجاد یک فایل GIS برای مرتبط ساختن سلول‌های MODFLOW با اجزا مدل WEAP نیازمند است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به بخش Linking WEAP to MODFLOW در راهنمای مدل WEAP مراجعه کنید.

MODPATH یک مدل ردیابی آب زیرزمینی است که از پس پردازش برای محاسبه مسیر سه بعدی جریان با استفاده از خروجی شبیه‌سازی MODFLOW گسترش داده شده است. نسخه ۵ مدل MODPATH قابلیت ارتباط با مدل WEAP را دارد. برای کسب اطلاعات بیشتر به پیوست Linking WEAP to MODPATH موجود در راهنمای مدل WEAP مراجعه کنید.

LEAP یک مدل پرکاربرد در آنالیز سیاست‌های انرژی و سازگاری با تغییر اقلیم است که توسط موسسه محیط زیست استکهلم معرفی شد. این مدل یک مدل جامع برای مسیریابی انرژی است. برای اطلاعات بیشتر درباره این مدل به http://www.energycommunity.org مراجعه کنید.

از دیگر امکاناتی که در منوی Advance در مدل WEAP فراهم شده است، زیر منوی Scripting است. از این منو می‌توان برای برنامه نویسی کردن و ایجاد تغییر در ساختار و یا اضافه کردن منوی یا زیرمنویی به مدل استفاده کرد.

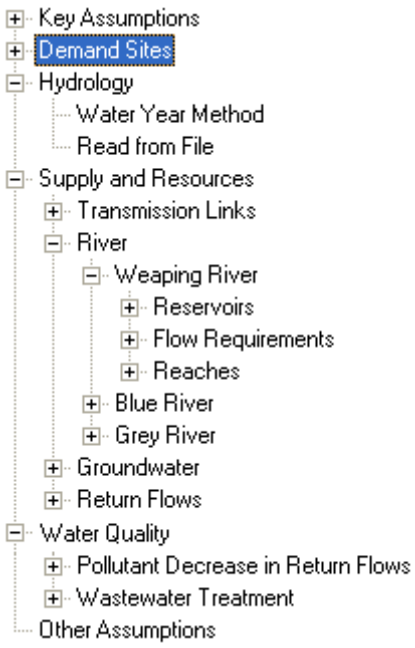


۲-۳-۷ متغیرهای کلیدی(KeyAssumption)

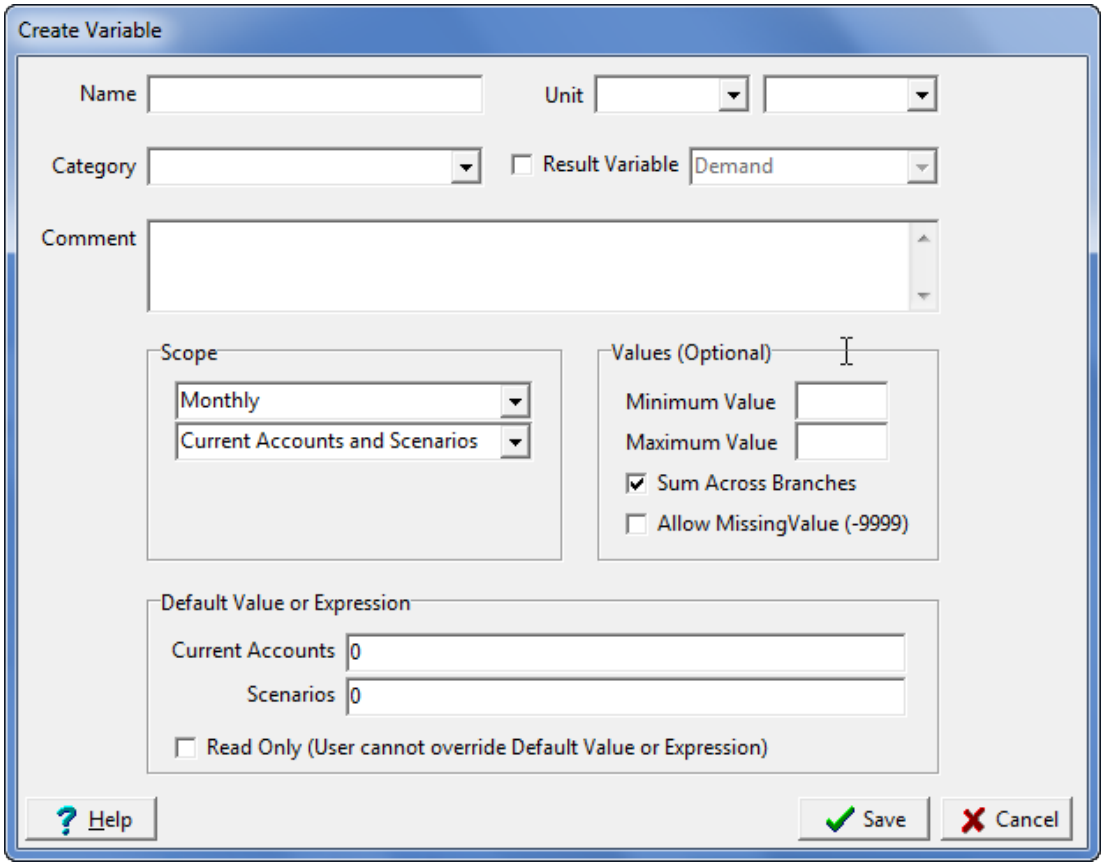
در منوی داده‌ها قسمت سمت چپ و بالا، درخت داده‌ها برای ایجاد و ساماندهی ساختار داده‌ها نعبیه شده‌است. این درخت ۶ بخش اصلی، متغیرهای کلیدی، نقاط نیاز، هیدرولوژی، مخازن و منابع، محیط زیست و سایر متغیرها را شامل می‌شود. از این درخت همچنین برای انتخاب داده‌ها برای بازنگری نیز استفاده می‌شود. با کلیک بر روی هر عنصر اصلی یا فرعی در درخت داده‌ها، WEAP منوی مربوط به آن را در پنجره سمت راست باز می‌کند. کاربر نمی‌تواند با بازنگری (Editing) درخت داده‌ها، گره‌های ایجاد شده در شماتیک را حذف یا اضافه کند و این کار فقط از منوی شماتیک قابل انجام است.

در پروژه‌ها و مسائل بزرگ که درخت داده‌ها دارای تعداد زیادی شاخه و زیرشاخه است، برای پیدا کردن یک شاخه می‌توان از Control+f و یا از منوی Edit و زیرمنوی Find Branch استفاده کرد. لازم به ذکر است که این جستوجو به حروف بزرگ و کوچک حساس نیست.

مهمترین زیرمنوی درخت داده‌ها، زیرمنوی متغیرهای کلیدی است. این زیرمنو در مواردی مفید است که مدل دارایتعداد زیادی از اجزای مشابه است(مثلا نقطه نیاز) و همچنین هنگام تحلیل سناریوها مفید واقع می‌شود. در هنگام تحلیل سناریو کاربر می‌تواند به سادگی تمام نقاط نیاز را به شکلی تنظیم کند که دارای مصرف شهری با واحد یکسان باشند، سپس با ایجاد هر سناریو، دیگر لازم نیست که برای تغییر مقدار نیاز، تمام نقاط نیاز را ویرایش کند. این کار به سادگی و با تغییر مقدار Key Assumption صورت می‌گیرد.



با ایجاد یک Key Assumption و یا یک Other Assumption کاربر می‌تواند آن را در عبارات، هر کجای مدل ارجاع دهد. ایجاد متغیر در این منوها بسیار مفید هستند به خصوص در مواردی که این متغیرها از سناریویی به سناریوی دیگر دارای مقادیر متفاوتی هستند. ایجاد این متغیرهای کلیدی می‌تواند مهمترین بخش مدل‌سازی باشد. چرا که کمک می‌کند اطمینان حاصل شود متغیرهای ثابتی در مدل استفاده شوند و بازنگری و مشاهده آن‌ها را ساده می‌کند. همچنین شما می‌توانید زیرشاخه‌هایی را به شاخه‌های اصلی در Key Assumption اضافه کنید. به عبارتی با این کار یک ساختار چندلایه را ایجاد می‌کنید. برای ایجاد یک متغیر کلیدی بر روی Key Assumption کلیک راست کرده و گزینه Add را از منو انتخاب می‌کنیم. یک شاخه جدید اضافه می‌شود که برای وارد کردن نام آماده است. برای ایجاد یک ساختار چند لایه ابتدا یک شاخه اصلی ایجاد کرده و سپس به همین حالت زیرشاخه‌ها را ایجاد می‌کنیم. شاید این سوال در ذهن کاربر به وجود آید که در مواردی که مقادیر در نقاط مختلف متغیر است استفاده از Key Assumption خیلی کاربرد ندارد. در پاسخ به این سوال می‌توان گفت که درست است که در صورتی که متغیر از نیازی به نیاز دیگر یا از گره‌ای به گره دیگر متفاوت باشد، ایجاد Key Assumption برای آن درست نیست و عملا کاربردی ندارد اما باید به این نکته نیز توجه کرد که مقادیر متغیرهای Key Assumption می‌تواند در نمای نتایج (Result view) ظاهر شوند و متغیرهای جدیدی در این منو به وجود آورند. البته در صورتی که هدف ایجاد متغیر در منوی نتایج نباشد بهتر است از User defined variable برای ایجاد متغیرهایی که مقادیر متفاوت برای هر نیاز(یا هر آب زیرزمینی یا هر سد ویا...) دارند استفاده کرد. بر خلاف Key Assumption که یک شاخه جدید به درخت داده‌ها اضافه می‌کند یک User defined variable تنها یک طبقه را به شاخه موجود اضافه می‌کند. برای ایجاد یک User defined variable کاربر می‌تواند پس از کلیک بر روی متغیر از منوی Edit و زیر منوی Date Variable استفاده کند.



نام، رسته و واحد متغیر مورد نیاز را باید وارد کرد. اگرچه وارد کردن توضیحات الزامی نیست اما اگر تعداد این متغیرها زیاد شود و یا در سناریوهای مختلف به کار گرفته شوند لازم است که برای تفکیک آنها حتما توضیحاتی برای هر یک اضافه کنید. در بخش Scope مشخص می‌کنیم که کجا و چگونه متغیر ظاهر می‌شود. انتخاب اینکه آیا سالانه باشد یا ماهیانه و همچنین اینکه در وضعیت موجود باشد و یا در سناریوها و یا در هردو در این بخش انجام می‌شود. برای متغیرهایی که در DemandSite و Catchment ایجاد می‌شوند یک منوی اضافه در قسمت Scope وجود دارد و از آن می‌توان مشخص کرد که آیا متغیر فقط در سطح بالا(سطح گره تقاضا) و یا فقط در سطح پایین و یا در همه سطوح ظاهر شود. برای مقایسه مثلا تقاضای سالیانه در همه سطح‌ها ظاهر می‌شود، نیاز سالانه فقط در پایین‌ترین سطح وارد می‌شود و تغییرات ماهیانه تنها در بالاترین سطح ظاهر می‌شود. از قسمت Values می‌توان برای محدود کردن مقادیر متغیر استفاده کرد. اگر خالی گذاشته شود به این منظور است که محدودیت خاصی برای این متغیر وجود ندارد. در صورتی که نیاز به جمع زدن همه متغیرهای روی شاخه است تیک Sum Across Branches را می‌زنیم. مثلا مساحت زمین را می‌توان جمع زد ولی مقدار هدر رفت را نمی‌توان. در صورتی که داده‌های متغیر دارای مقادیر کمبود یا گم شده باشد به جای آن‌ها در فایل یا هنگام ورود داده‌ها عدد ۹۹۹۹- را وارد کرده و تیک آن را در این قسمت می‌زنیم. متغیرها معمولا پیش‌فرضی برابر صفر دارند ولی در برخی متغیرها مانند میزان مصرف پیش‌فرض ۱۰۰ درصد و یا برای اولویت نیاز پیش‌فرض عدد یک است. شما حتی می‌توانید متغیری ایجاد کنید که مقدار پیش‌فرض متغیری داشته‌باشد. برای تنظیمات مربوط به پیش فرض متغیری که ایجاد می‌کنید از قسمت Default Valueor Expression استفاده می‌کنیم. پیش فرض را می‌توانید برای سناریوها و وضعیت موجود متفاوت انتخاب کنید. مثلا زمانی که ما جمعیت و همچنین نرخ رشد را به عنوان متغیر معرفی می‌کنیم، با توجه به اینکه نرخ رشد یک داده است(مثلا ۲/۵ درصد) (این عدد شامل نرخ رشد

سالیانه است) و در سناریوها محاسبه می‌شود، پس نرخ رشد جمعیت فقط مخصوص سناریوها است و پیش‌فرض آن مقدار صفر است و جمعیت در هردو (هم وضعیت موجود و هم سناریوها) ظاهر می‌شود ولی مقادیر پیش‌فرض متفاوتی را در سناریوها و وضعیت موجود دارد(برای سناریوها پیش‌فرض رشد است و برای وضعیت موجود پیش‌فرض صفر است). با زدن تیک Read Only نیز دیگر کاربر نمی‌تواند مقادیر یا عبارات پیش‌فرض را نادیده بگیرد.

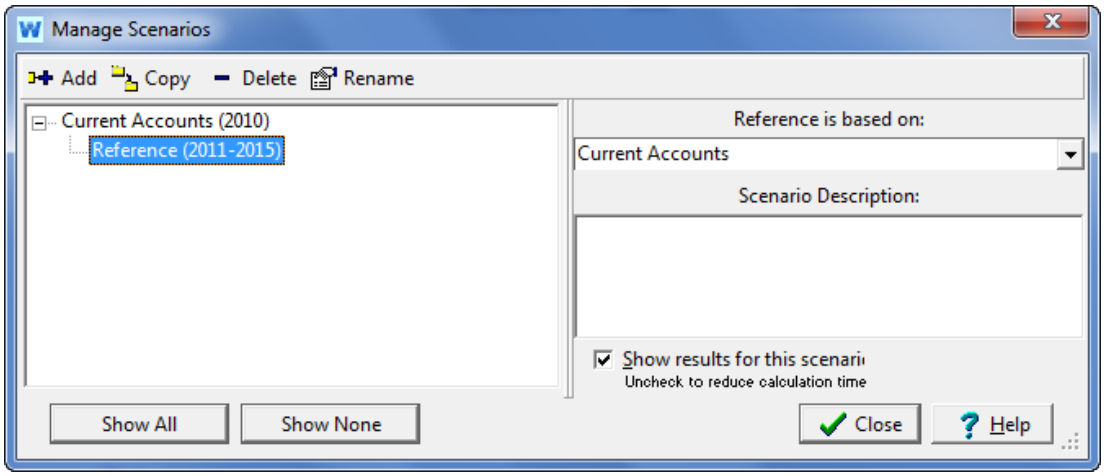
۸-۳-۲ سناریوها

هنگامی که وارد منوی Area و زیرمنوی Manage Scenarios می‌شویم، یک Current Account را مشاهده می‌کنیم که یک سناریو مرجع (Reference) از آن به طور خودکار ایجاد شده‌است. این سناریو به منظور ایجاد روند احتمالی تکاملی شبیه‌سازی سیستم بدون هیچ تغییری ایجاد شده‌است. به عبارتی وضعیت موجود سیستم بدون اعمال طرح‌ها و سیاست‌های آینده همان Current Account است و سناریوی مرجع سال‌های آینده است که بعد از سال مرجع در زمان تنظیم پارامترهای کلی مشخص کرده‌ایم.

با استفاده از WEAP سناریوها می‌توانند ساخته شوند و با یکدیگر از نظر آب مورد نیاز، هزینه، تاثیرات محیط زیست و ... مورد مقایسه قرار گیرند. هر سناریو می‌تواند به صورت یک جمله «چه می‌شود اگر» تعریف شود. مثلا چه می‌شود اگر رشد جمعیت و الگوهای اقتصادی را تغییر دهیم؟ چه می‌شود اگر یک برنامه باریافت آب را اجرا کنیم؟

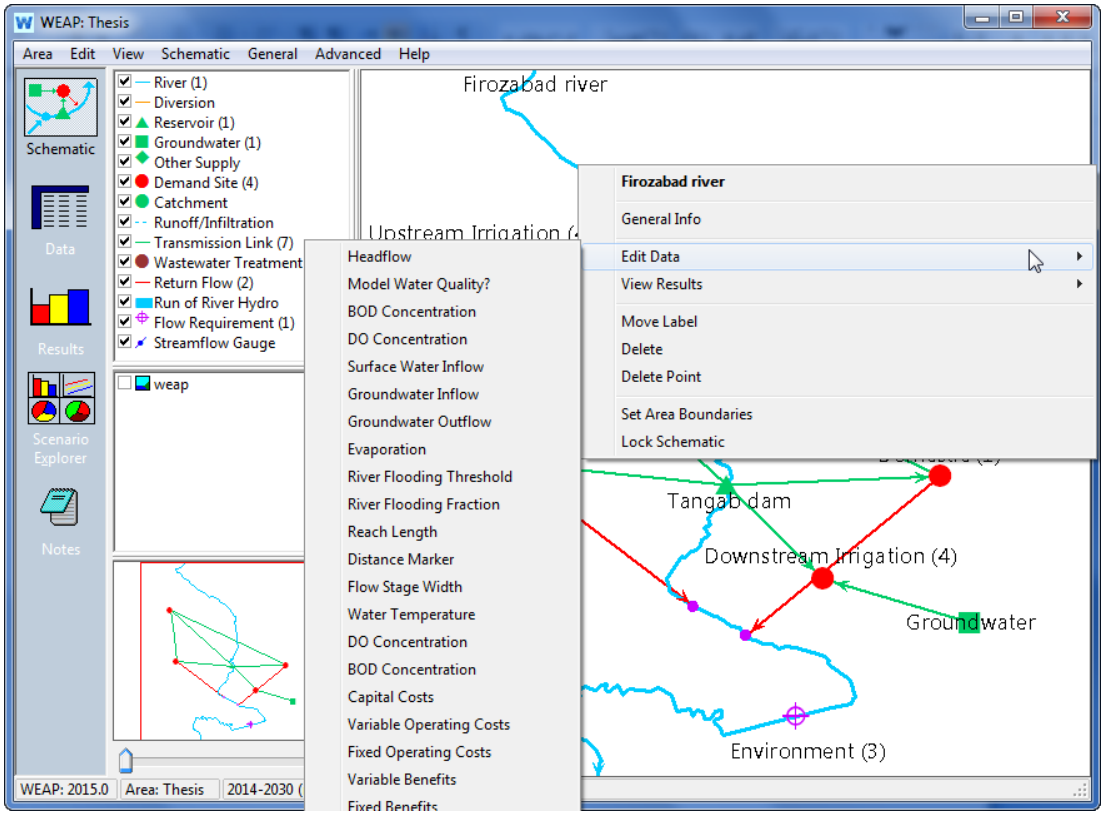
از زیرمنوی Manage Scenarios برای ایجاد، حذف، ساماندهی و تنظیم ویژگی‌های سناریو در یک محدوده استفاده می‌شود. نوار وظیفه موجود در بالای Manage Scenarios به کاربر اجازه اضافه کردن، کپی کردن، حذف و تغییرنام سناریو را می‌دهد. باید این نکته را مد نظر قرار داد که حذف کردن یک سناریو به منزله حذف کردن تمام اطلاعات همراه آن سناریو است.

برای اینکه یک سناریو را از زیر مجموعه یک سناریو به زیرمجموعه یک سناریوی دیگر انتقال دهیم (به عبارتی والدین یک سناریو را تغییر دهیم) می‌توانیم از قسمت Integrated measure is base on استفاده کنیم. با کلیک بر روی سناریو و سپس انتخاب والدین از منوی یاد شده می‌توان این کار را انجام داد و سناریو را زیر مجموعه سناریوی دیگر کرد. از قسمت Scenario Description نیز برای بیان توضیحات در مورد سناریو می‌توان استفاده کرد.



۲-۴ بررسی زیرمنوهای هر یک از اجزا

در این بخش به زیرمنوهای هر یک از اجزا اشاره و نحوه ورود داده‌ها به آن را بازگو می‌کنیم.
با راست کلیک کردن بر روی هر جز(مثلا سد، رودخانه، نقاط نیاز و...) منویی ظاهر می‌شود که می‌توان از آن برای ورود داده‌ها و یا حذف جز و همچنین جابجایی جز استفاده کنیم. در بین این منوها برای تمامی اجزا منوی General Info، Move Label، Delete، Set Area Boundary و Lock Schematic مشترک است. که به ترتیب برای دیدن اطلاعات کلی (شامل نام، اولویت‌بندی تخصیص و یا تامین و همچنین فعال بودن در وضعیت موجود)، جابه‌جایی نام، حذف جز، مشخص کردن محدوده و مرز جز و قفل کردن شماتیک به منظور عدم توانایی ایجاد تغییر در آن استفاده می‌شوند. در ادامه به بررسی منوی Edit Data در هر کدام از اجزا می‌پردازیم. با کلیک راست کردن بر روی جز و یا از منوی Data می‌توانیم اطلاعات مربوطه را وارد کنیم و همچنین زیرمنوها را نیز مشاهده کنیم.



۲-۴-۱ نقطه نیاز

برای یک نقطه نیاز (مانند نقطه نیاز صنعت، کشاورزی و....) که قبلا بر روی شماتیک رسم کرده‌ایم(دایره قرمز رنگ که در راهنما شماتیک با نام DemandSite مشخص شده‌است) منوهای و زیرمنوها به شکل زیر هستند:

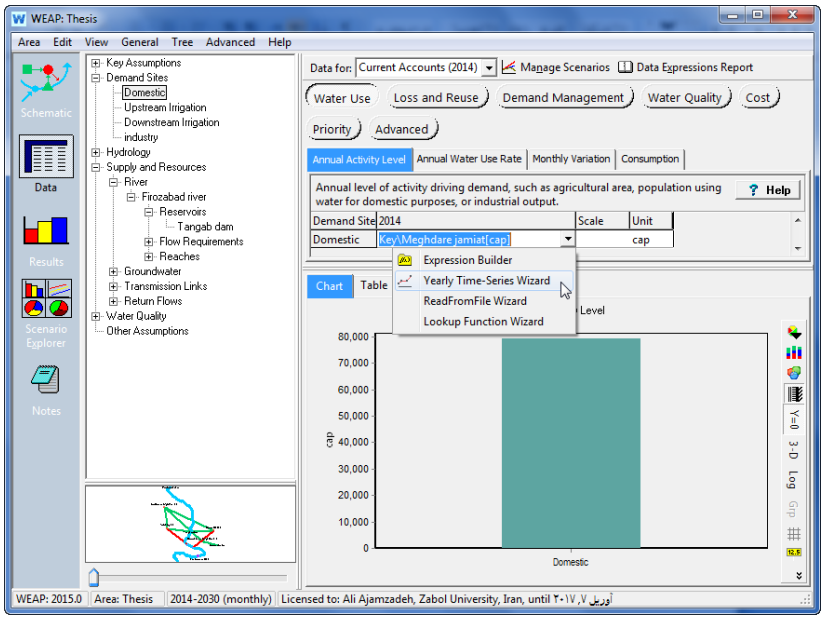
Advance: در این منو، روش‌های محاسبه نیاز توسط WEAP آورده شده‌است. برای هر نقطه نیاز دو روش برای محاسبه نیاز وجود دارد، روش اول Monthly Demand است که به کاربر اجازه می‌دهد ماه به ماه اطلاعات مربوط

به میزان نیاز را وارد کند و یا از فایل فراخوانی کند. روش دوم روش Specify yearly demand and monthly variation است که به کاربر اجازه می‌دهد داده‌ها را سالیانه وارد کند. این روش از کاربر می‌خواهد که سطح فعالیت سالانه(Annual Activity Level) (مثلا میزان جمعیت یا میزان کشاورزی و یا تعداد دستگاه صنعتی) و همچنین نرخ استفاده آب سالیانه (Annual Water Use Rate) برای آن نیاز(مثلا آب مصرفی برای هر نفر در سال یا برای هر هکتار در سال) را مشخص کند. کاربر در این روش می‌تواند میزان مصرف آب در ماه‌های مختلف را از منوی Monthly variation تغییر دهد(مثلا میزان مصرف آب برای یک فرد در ماه‌های گرم بیشتر از ماه‌های سرد است).

تغییرات ماهیانه می‌توانند به صورت عباراتی از پیش تعیین شده توسط کاربر(user-defined expression) و یا به وزن روزها (ماه‌های با تعداد روز بیشتر، استفاده از آب بیشتری دارند) و یا تغییر هر ساله وارد شوند. لازم به ذکر است که اگر بخواهیم مقادیر تغییرات ماهیانه برای هر زیرشاخه یک نیاز متفاوت باشد (مثلا آب مورد نیاز ماهیانه کشاورزی برای هر گیاه متفاوت است) همانگونه که قبلا بیان کردیم می‌توانیم از منوی schematic، گزینه General را انتخاب کرده و از زیرمنوی Basic Parameters این تغیرات را انجام دهیم.

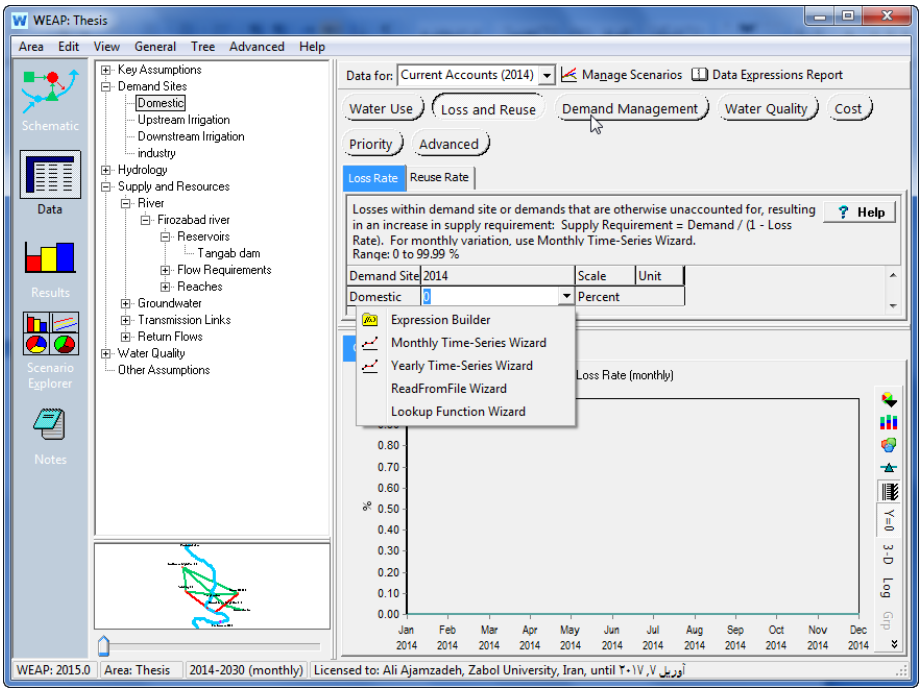
در روش Specify yearly deman dand monthly variation هر چهار زیر منوی Water Use را می‌توان در سناریوها برای سال‌های مطالعاتی (با استفاده از زیر منوی Yearly Timeseries Wizard) تغییر داد. مثلا رشد جمعیت سالیانه را می‌توان با استفاده از عبارت‌هایی که برای رشد جمعیت در مدل تعبیه شده‌است مدل کرد و یا میزان مصرف کشاورزی را کاهش داد و....

میزان آبی که مصرف شده و به سیستم باز نمی‌گردد (مثل آبی که تبخیر شده و یا در صنعت برای شکل دادن به اجسام استفاده شده و یا در ترکیب با سایر مواد به ماده دیگری تبدیل شده) را می‌توان به عنوان درصدی از کل جریان ورودی به گره تقاضا از منوی Consumption وارد کرد. به عبارتی آب بازگشتی (یا فاضلاب) برابر جریان ورودی منهای درصدی از جریان که در این زیر منو مشخص شده، است.



تلفات و استفاده مجدد (Loss and Reuse):در منوی تلفات و استفاده مجدد دو زیر منوی نرخ تلفات (Loss Rate) و نرخ استفاده مجدد(Reuse Rate) وجود دارد. نرخ تلفات شامل تلفات توزیع در داخل نیاز است (یا در غیر این صورت آبی را که قبلا حساب نکردیم شامل می‌شود). مثلا در یک شهر آب مورد نیاز برای آتش‌نشانی، آب نشتی لوله‌ها، آب مصرف شده در پارک‌ها و... جز این دسته هستند. به عبارتی آب مورد نیاز گره ضرب در ضریب (یک تقسیم بر (یک منهای Loss Rate))می‌شود. این فاکتور نیز می‌تواند به صورت ماهیانه و همچنین از طریق فایل خوانده شود. باید توجه داشت که این فاکتور به صورت درصدی از آب ورودی بیان می‌شود. در اینجا باید توجه داشت که تلفات خطوط انتقال(transmission link losses) جز نرخ تلفات نیست و همچنین مقدار زوال(مصرف شده)(Consumption) را با مقدار نرخ تلفات اشتباه نگیریم چرا که نرخ تلفات میزان تقاضا را افزایش می‌دهد و از سیستم خارج نمی‌شود این در حالی است که مقدار مصرف شده از سیستم خارج شده و مقدار آب خروجی(فاضلاب) را کاهش می‌دهد.

نرخ استفاده مجدد برای زمانی است که آب دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد و در چرخه باقی می‌ماند. در محل‌های که آب قبل از بازگشت در موارد دیگری نیز استفاده می‌شود کاربرد دارد. مثلا زمانی که از سپتیک تانک استفاده می‌شود و آب مصرف شده برای آبیاری درختان استفاده می‌شود. یا مثلا در صنعت ممکن است آب دوباره مورد مصرف قرار گیرد. نرخ استفاده مجدد باعث کاهش آب مورد نیاز می‌شود به طوری که آب مورد نیاز در ضریب یک منهای مقدار نرخ استفاده مجدد ضرب می‌شود. این استفاده مجدد نباید با آبی که به تصفیه خانه رفته و دوباره به سیستم بازگشته اشتباه گرفته شود.

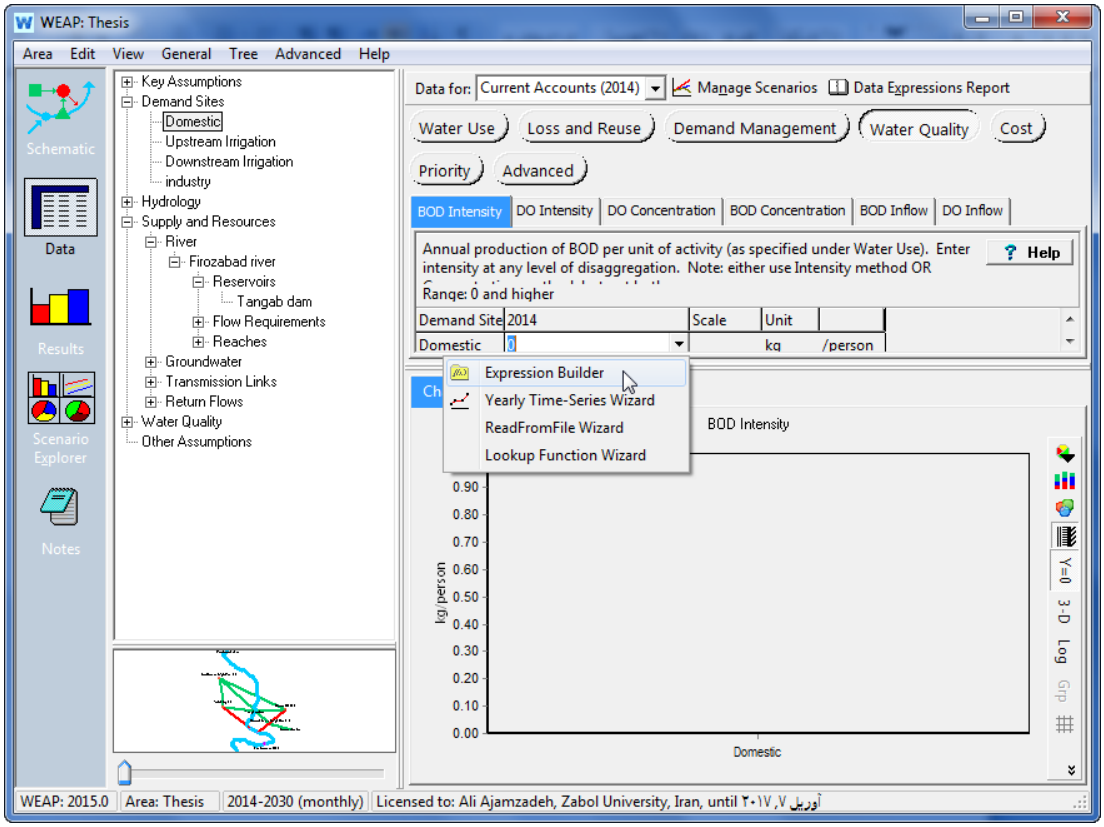


مدیریت نیاز (Demand Management): اگر در نظر باشد که استراتژی‌های مدیریت نیازهای مختلف (demand-side management(DSM) را انجام دهیم از این زیرمنو استفاده می‌کنیم. این زیرمنو نیازمند ورود دو داده DSM saving و DSM cost است. DSM saving درصدی از آب مورد نیاز (تقاضای کلی) است که با استراتژی پیاده شده کاهش می‌یابد. DSM cost نیز در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تحلیل مالی انجام دهیم. اگر

نرخی برای این کاهش (نرخ واحد آب صرفه جویی شده) و موثر بودن استراتژی مد نظر است در این قسمت وارد می‌شود.

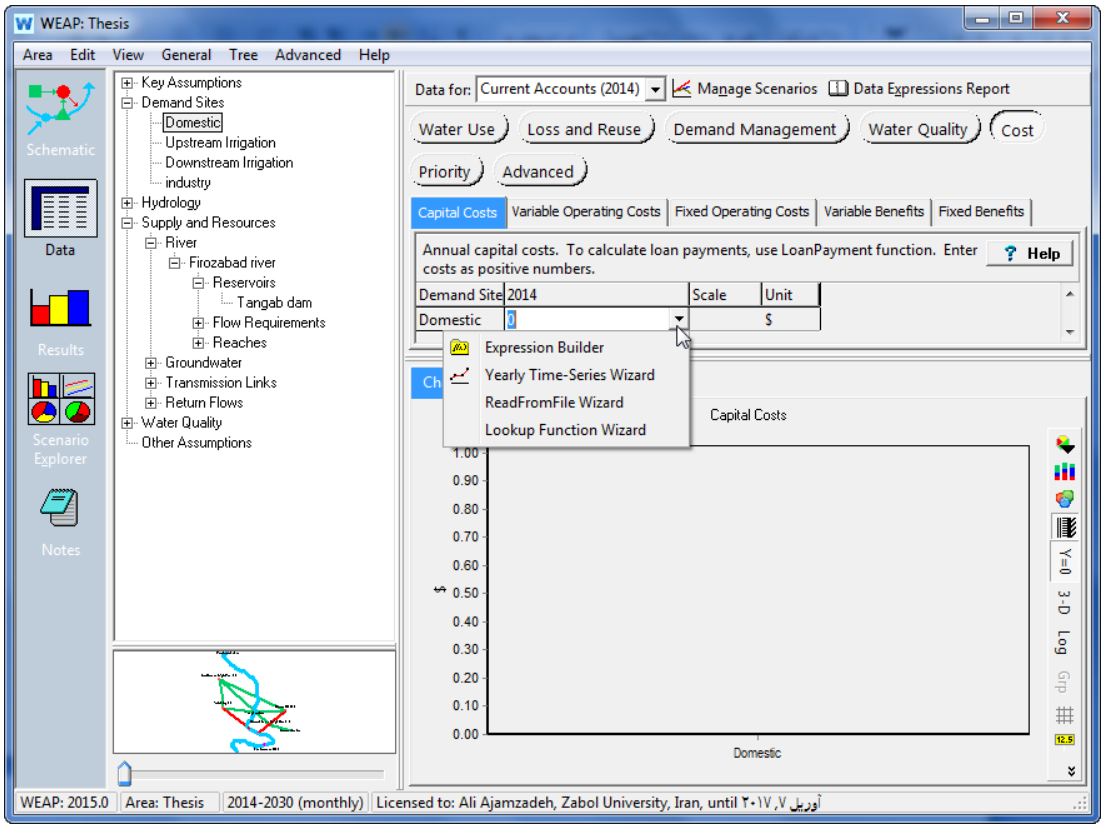
کیفیت آب (Water Quality): از این منو برای تنظیم حداقل کیفیت مورد نیاز برای تامین در یک گره نیاز یا یک حوضه استفاده می‌شود. که برای این کار حداکثر مجاز را در زیرمنوهای Concentration وارد می‌کنیم. اگر گره تقاضا به بیش از یک منبع متصل است نباید مقدار آلودگی از میانگین وزنی حداکثر آلودگی‌های تعیین شده فراتر رود. لازم به ذکر است که برای محاسبه کیفیت، کیفیت گام قبلی در محاسبات تاثیر داده می‌شود.

برای ورود داده‌های آلودگی در این مدل دو روش قابل استفاده است. اولین روش که در مدل با پسوند Intensity در دو زیرمنوی اول مشخص شده‌است، مانند نیاز آب است و داده‌ها به دسته سطح فعالیت (Activity Level) و شدت آلودگی (Pollution Intensity) برای هر سطح فعالیت (آلودگی تولید شده) تقسیم می‌شوند. سطح فعالیت همان مقداری است که برای استفاده آب وارد شده‌است و مدل به طور خودکار همان مقدار را انتخاب می‌کند. مقادیر شدت آلودگی نیز در زیر منوهای BOD Intensity و DO Intensity وارد می‌شوند. روش دومی که می‌توان از آن برای وارد کردن داده‌های کیفیت استفاده کرد روش Concentration است. که داده‌های مربوطه را که همان حداکثر مجاز است را در زیرمنوهای BOD Concentration و DO Concentration وارد می‌کنیم. لازم به ذکر است که فقط از یکی از این دو روش می‌توان استفاده کرد.



هزینه(Cost): از این منو برای انجام محاسبات مالی استفاده می‌شود. زیر منوی Capital Costs برای ورود مقدار وام یا همان هزینه‌ای که صرف ساخت و ساز شده‌است استفاده می‌شود. Fixed Operating Costs هزینه‌هایی است که به صورت سالیانه برای مواردی چون نیروی کار موجود در تصفیه خانه و... خرج می‌شود از آن‌جا که

هزینه‌های ثابتی هستند و بستگی به مقدار آب تولید شده ندارند. Variable Operating Costs شامل هزینه‌های متغیر است مانند مواد شیمیایی که برای هر مترمکعب آب استفاده می‌شود. Fixed Benefit بیانگر کل سود سالیانه یک جز است که این سود به مقدار آب تولیدی ارتباطی ندارد. Variable Benefit مقدار هزینه و نفع از هر واحد آب تولیدی است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به راهنمای مدل مراجعه شود.



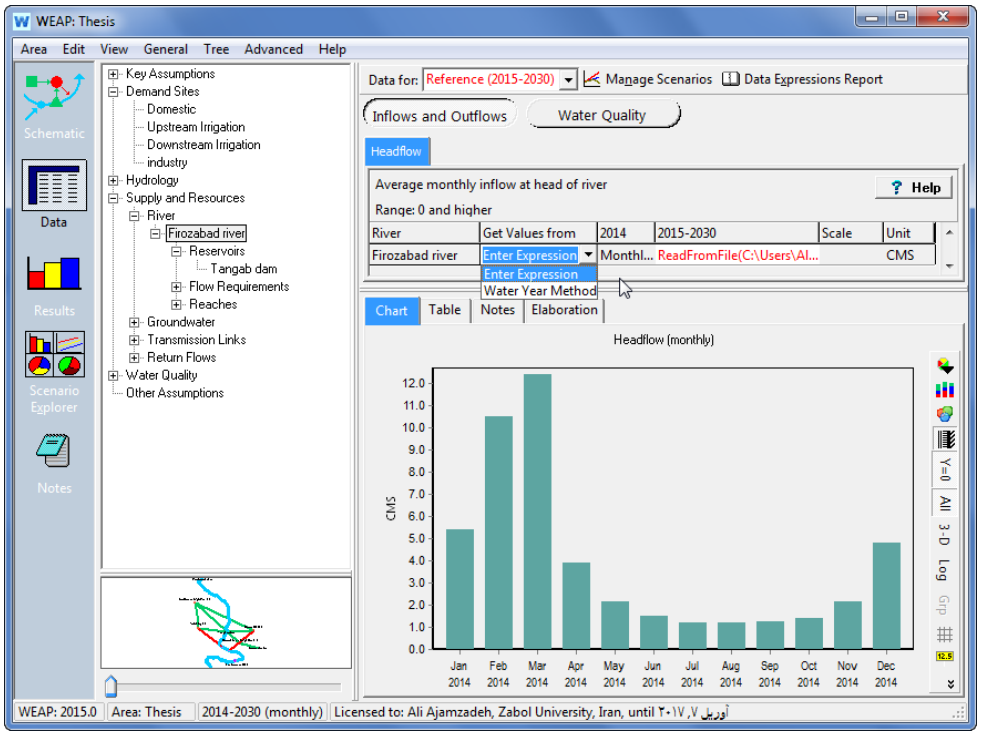
اولویت (Priority): اولویت تامین برای یک نیاز نسبت به سایر نیازها است. نکته قابل ذکر در مورد اولویت تامین آن است که اگر پسابی از یک نیاز به نیازی دیگر برای استفاده مجدد توسط یک خط انتقال،برده می‌شود، در آن نیاز باید اولویت پایین‌تر(عدد بزرگتر) از نیازی باشد که آب از آن به این نیاز می‌آید. چرا که در غیر این صورت آبی برای مصرف به این نیاز نمی‌آید. این بدان خاطر است که مدل ابتدا نیازهایی با اولویت بیشتر(عدد اولویت کمتر) را مدل می‌کند.

۲-۴-۲ رودخانه

برای یک رودخانه پس از کلیک راست کردن و استفاده از زیرمنوی Edit Data می‌توان داده‌های مربوطه را وارد کرد. در منوی داده‌ها دو منو برای رودخانه در نظر گرفته شده است.

اولین منو، منوی Inflow and Outflow است که دارای یک زیرمنوی Headflow است. در این زیرمنوی دبی رودخانه را وارد می‌کنیم. در واقع میزان Headflow متوسط جریانی است که به ابتدای رودخانه وارد می‌شود. Headflow را می‌توان به صورت آب ناشی از حوضه وارد کرد که مقادیر با روش‌های رطوبت خاک یا بارش رواناب (در بخش‌های بعدی توضیح داده می‌شود) بدست می‌آیند. همچنین می‌توان این مقادیر را با روش سال آبی (در ادامه معرفی می‌شود) وارد کرد. برای معرفی آب رودخانه در حالت عادی می‌توان از ورود دستی یا ورود از طریق

فایل یا از طریق عبارت استفاده کرد. لازم به ذکر است که اگر از روش حوضه برای ورود داده‌ها استفاده کنیم دیگر قادر نخواهیم بود که از روش‌های دستی استفاده کنیم.



کیفیت آب رودخانه (Water Quality): دومین منویی که در هنگام ورود داده‌های مربوط به رودخانه وجود دارد منوی مربوط به کیفیت آب رودخانه است. با انتخاب منوی Water Quality مشاهده می‌شود که این منو دارای سه زیرمنو است، اولین زیرمنو، Model Water Quality? است که از کاربر می‌خواهد در صورتی که قصد انجام محاسبات مربوط به کیفیت آب را دارد این گزینه را تیک بزند. در صورتی که تیک مربوط به محاسبات کیفیت آب را انتخاب کنیم باید داده‌های مربوط به حداکثر مجاز BOD و DO را وارد کنیم (یعنی آب ورودی به رودخانه). در صورتی که تیک انتخاب نشود مقادیر حداکثر انتخاب شده در این دو زیرمنو، به عنوان کیفیت آب خروجی رودخانه در نظر گرفته می‌شوند. برای اطلاعات بیشتر در مورد کیفیت آب به راهنمای مدل مراجعه فرمایید.

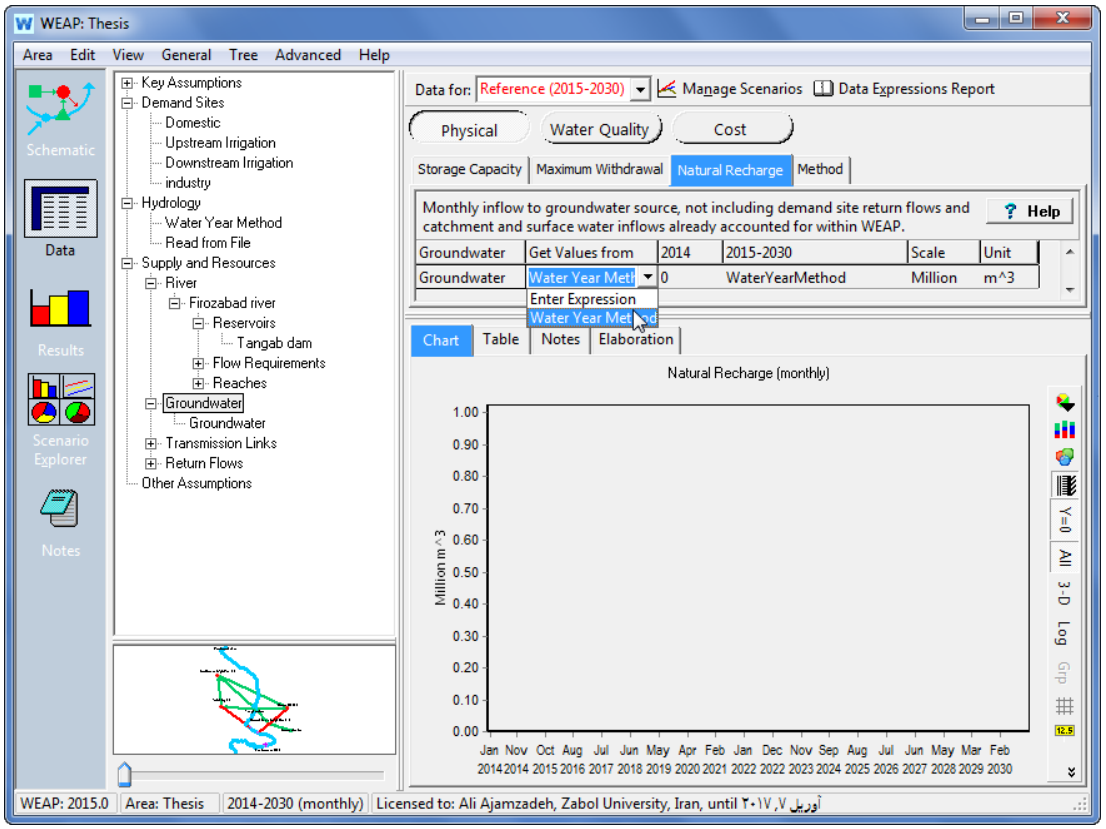
۲-۴-۳ گره آب زیرزمینی

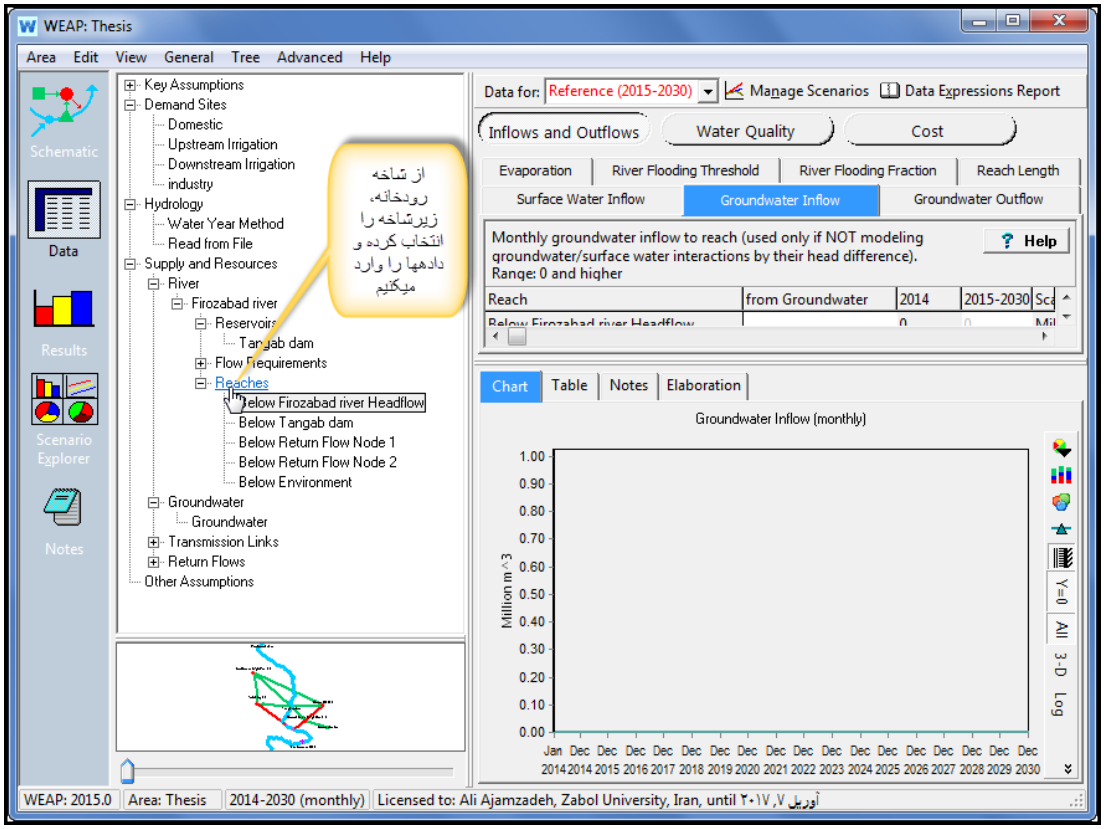
منوی Cost در این گره دارای زیرمنوهایی مشابه زیرمنوی‌های گره نیاز است. در منوی Water Quality زیرمنوهایی وجود دارد که مربوط به میزان کیفیت آب خروجی از منبع زیرزمینی است. مقادیر BOD و DOو همچنین دمای آب خروجی از منبع را می‌توان برای انجام محاسبات کیفیت آب وارد کرد. لازم به ذکر است که کیفیت آب ورودی به منابع زیرزمینی در کیفیت خروجی آن‌ها تاثیری ندارد.

منوی Physical: در این منو ۵ زیرمنو وجود دارد. زیرمنوی اول، Storage Capacity است که میزان حداکثر ظرفیت تئوری آبخوان است در صورتی که ظرفیت نامحدودی برای آب زیرزمینی در نظر گرفته‌اید این منو را خالی بگذارید. زیرمنوی دوم، Initial Storage است که مقدار آب قابل برداشت در اولین ماه وضعیت موجود را نشان می‌دهد. زیرمنوی Maximum Withdrawal مقدار حداکثر در هر ماه از آبخوان را مشخص می‌کند. در

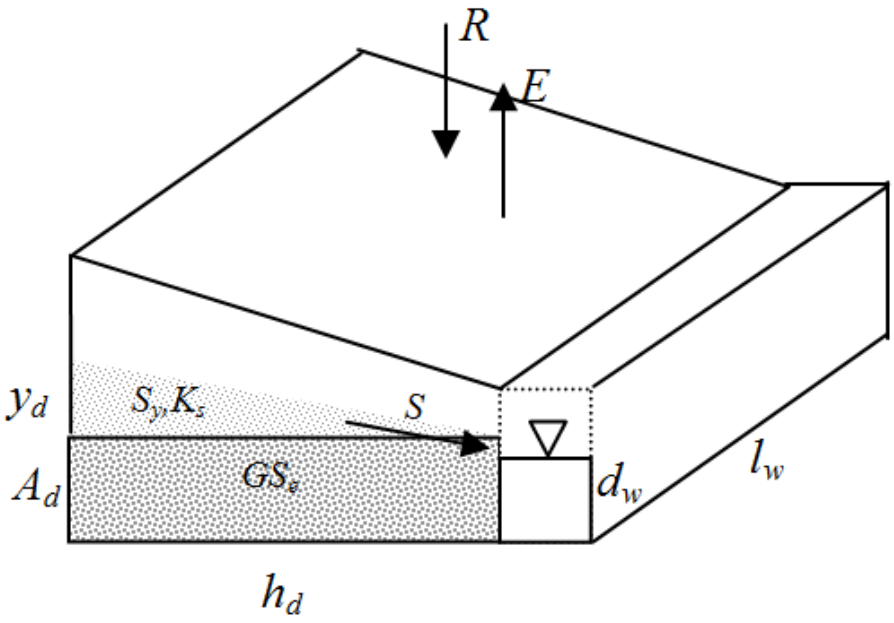
حقیقت این مقدار برابر حداکثر ظرفیت پمپ است ولی در برخی موارد بستگی به هدایت هیدرولیکی، ظرفیت تسلیم آبخوان و هد هیدرولیکی دارد. در صورتی که چند نقطه نیاز هر یک با چاه‌هایی که در یک آبخوان ایجاد شده‌اند به آبخوانی متصل باشند در این صورت باید محدودیتی برای برداشت آب ایجاد کرد، در این حالت این کار را می‌توان با تاثیر دادن مقدار Maximum Withdrawal انجام داد. در زیرمنوی Natural Recharge مقدار جریانی که به آب زیرزمینی وارد می‌شود و در WEAP مدل نشده است را وارد می‌کنیم. مثلا آبی که از آبخوان مجاور به آبخوان مدل‌سازی شده هدایت می‌شود. این مقدار می‌تواند منفی باشد چرا که آبخوان مجاور نیز می‌تواند از آب آبخوان استفاده کند.

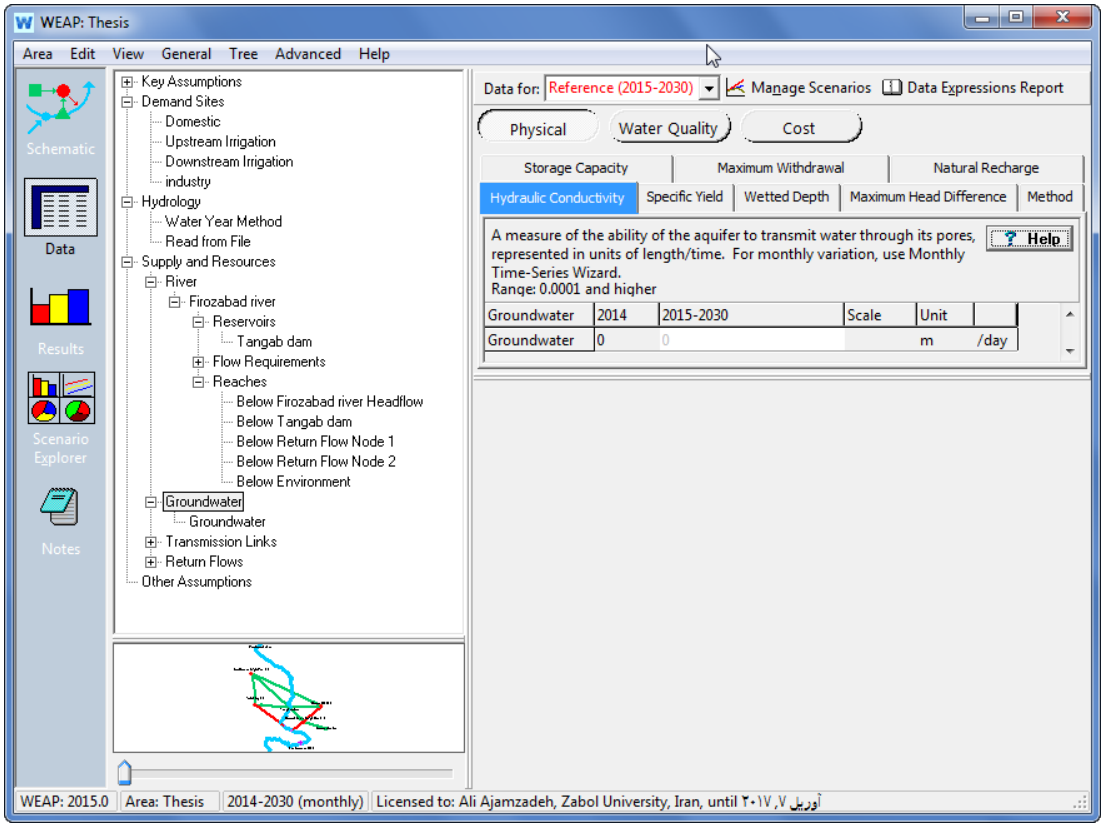
نحوه تعامل بین آب زیرزمین و آب سطحی را می‌توان از زیرمنوی Method انتخاب کرد. یک جریان سطحی هم می‌تواند آب زیرزمینی را تقویت کند و هم می‌تواند از آب زیرزمینی تغذیه کند. که این به سطح آب زیرزمینی در آبخوان بستگی دارد. آب زیرزمینی می‌تواند توسط بارش تحت تاثیر قرار بگیرد و همچنین در مناطقی که آبیاری وجود دارد می‌تواند توسط آب ناشی از آبیاری مزارع و باغات تاثیر بپذیرد. اولین روش قابل انتخاب، روش Specify GW-SW flows است که مستقیما مقدار جریان زیرزمینی به رودخانه یا شاخه‌ای خاص را مشخص می‌کند. با انتخاب این گزینه باید مقادیر وارد شده و یا مقادیر خارج شده از آب زیرزمینی را در زیرمنوهای رودخانه(که از درخت داده‌ها انتخاب می‌کنید) وارد کنید. جریان خروجی از آب زیرزمینی به آب سطحی را در زیرمنوی Groundwater Inflow و آب ورودی از آب سطحی به آب زیرزمینی را در زیرمنوی Groundwater Outflow وارد می‌کنیم.





دومین روش، روش Model GW-SW flows است که در این روش آب زیرزمینی به شکل یک گوه که در راستای رودخانه قرار دارد مدل می‌شود. با انتخاب این گزینه، زیرمنوهای اضافی در منوی Physical ظاهر می‌شود.





اولین زیرمنو، Hydraulic Conductivity است که مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی را باید در آن وارد کرد، این مقدار بستگی به میزان گذردهی آب از خلل و فرج خاک دارد و بر حسب طول بر زمان وارد می‌شود. دومین زیرمنو، Specific Yield است که مقدار تخلخل خاک (درصدی از کل حجم آبخوان) را باید درآن وارد کرد. این عدد مقداری بین صفر و یک است. سومین زیرمنو، Wetted Depth است که عمق رودخانه را نشان می‌دهد. این پارامتر برای مقایسه با عمق شبیه‌سازی شده آب زیرزمینی وارد می‌شود. پارامتر بعدی، Maximum Head Difference است که حداکثر تفاوت هد بین رودخانه و آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. یعنی هدی که دیگر بر روی هم تاثیری نمی‌گذارند و آب سطحی در دسترس آب زیرزمینی قرار ندارد. در صورتی که این عدد را ندارید می‌توانید آن را خالی بگذارید. علاوه بر این کاربر باید طول دسترسی را مشخص کند برای این کار از گزینه Reach Length که از زیرمنوهای Reach در درخت داده‌ها است استفاده می‌کنیم (مسیری که برای وارد کردن Groundwater Inflow و Groundwater Outflow در شکل نشان داده شد).

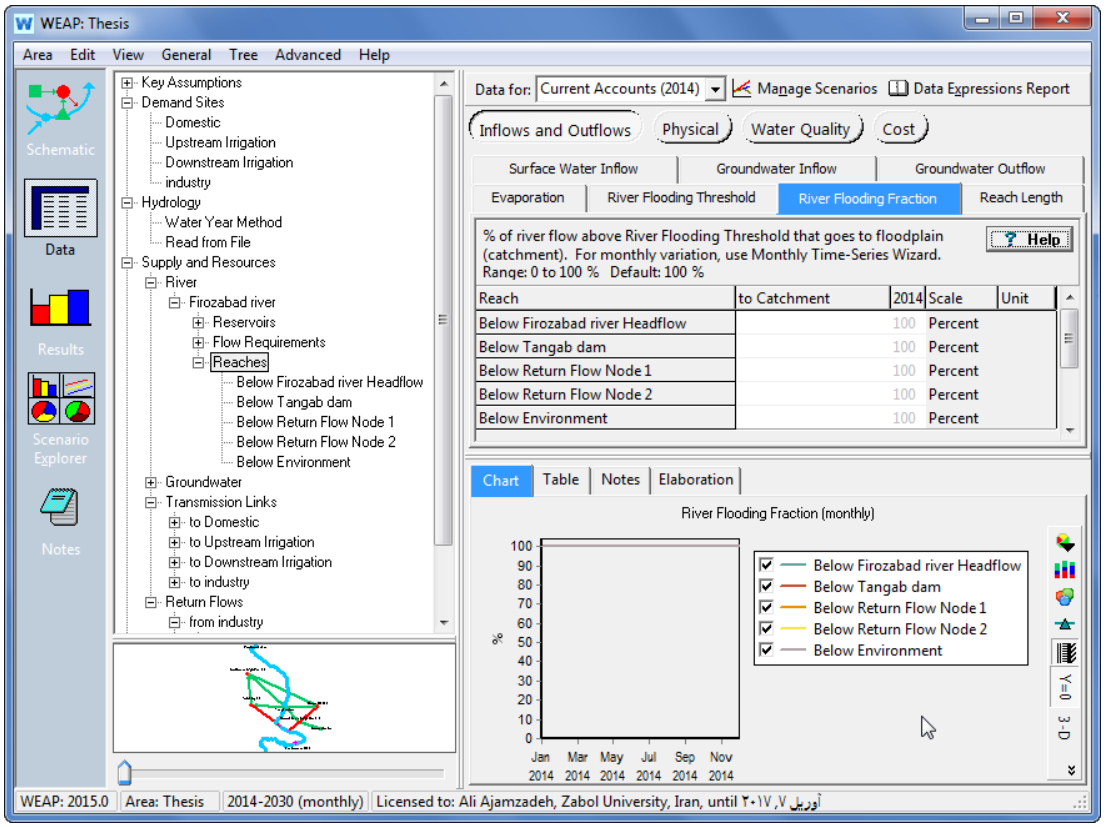
۲-۴-۴ زیرشاخه **Reaches** از شاخه رودخانه

این زیرشاخه بسته به اجزایی که در شماتیک قرار گرفته‌اند و همچنین محل قرارگیری آن‌ها، آب دریافتی و یا آب تزریق شده توسط رودخانه را مدل‌سازی می‌کند. این کاهش یا افزایش ناشی از تبخیر، سیلاب، جریان آب سطحی و دریافت از آب زیرزمینی یا تزریق به آب زیرزمین در نظر گرفته می‌شود. زیرمنوهای مربوط به تعامل با آب زیرزمینی قبلا معرفی شدند. در ادامه به معرفی سایر زیرمنوها می‌پردازیم.

سیلابی شدن رودخانه و تبخیر باعث کاهش و ورود جریان آب سطحی می‌تواند باعث افزایش آب رودخانه شود. تبخیر و جریان خروجی از رودخانه به صورت درصدی از جریان کل، و زیرمنوهای مربوط به آب زیرزمینی و

جریان ورودی آب سطحی به صورت حجم وارد می‌شوند. اگر سطح آب رودخانه از River Flooding Threshold فراتر رود، رودخانه آبی را به صورت سیلاب از دست می‌دهد. اگر این پارامتر را وارد نکنیم و یا صفر قرار دهیم به این معنی است که آبی سرزیز نمی‌شود و سیلابی وجود ندارد. اگر دشت سیلابی وجود داشته باشد در حوضه بدین معنی که با ایجاد سیلاب دشتی به زیر آب برود و به عبارتی این سیلاب به زمین‌های حوضه سرازیر شود باید River Flooding Fraction را وارد کنیم. درصدی از آب سیلاب است که به حوضه سرازیر می‌شود.

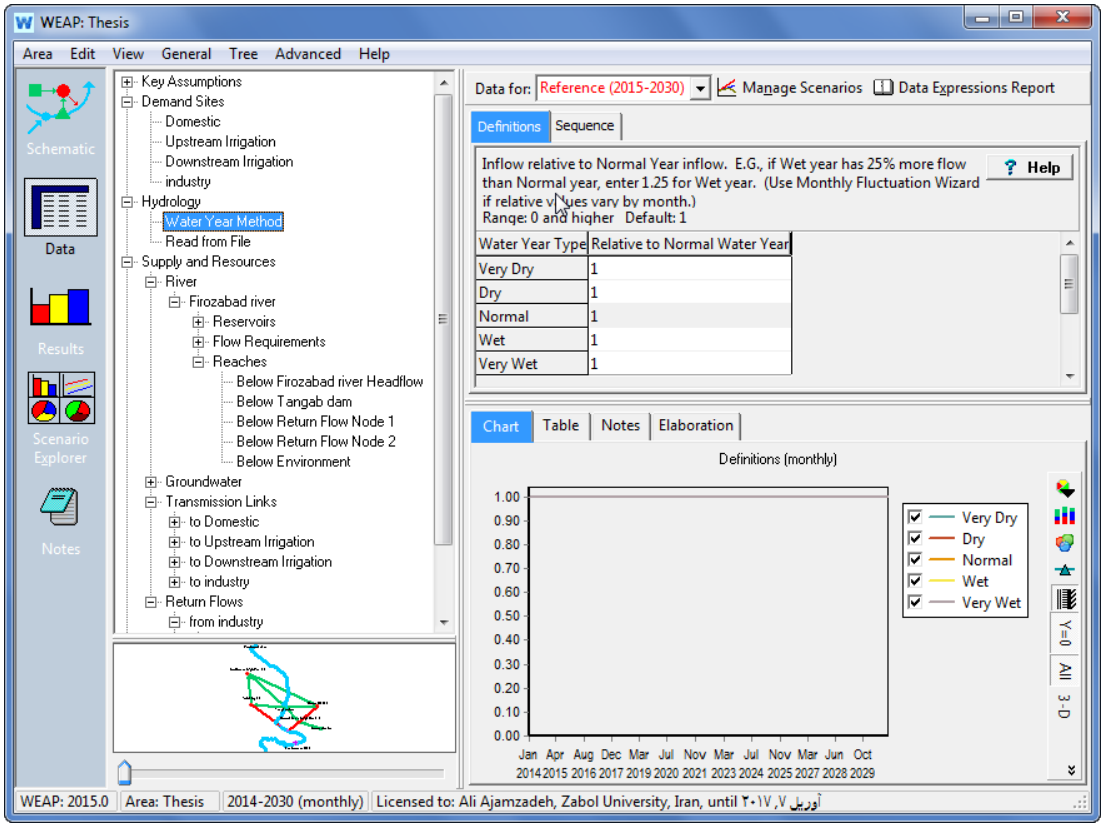
اگر جریانی وارد رودخانه شود و آن را در جایی دیگر مدل نکرده‌ایم از زیر منوی Surface water inflow برای مدل‌سازی این جریان استفاده می‌کنیم.



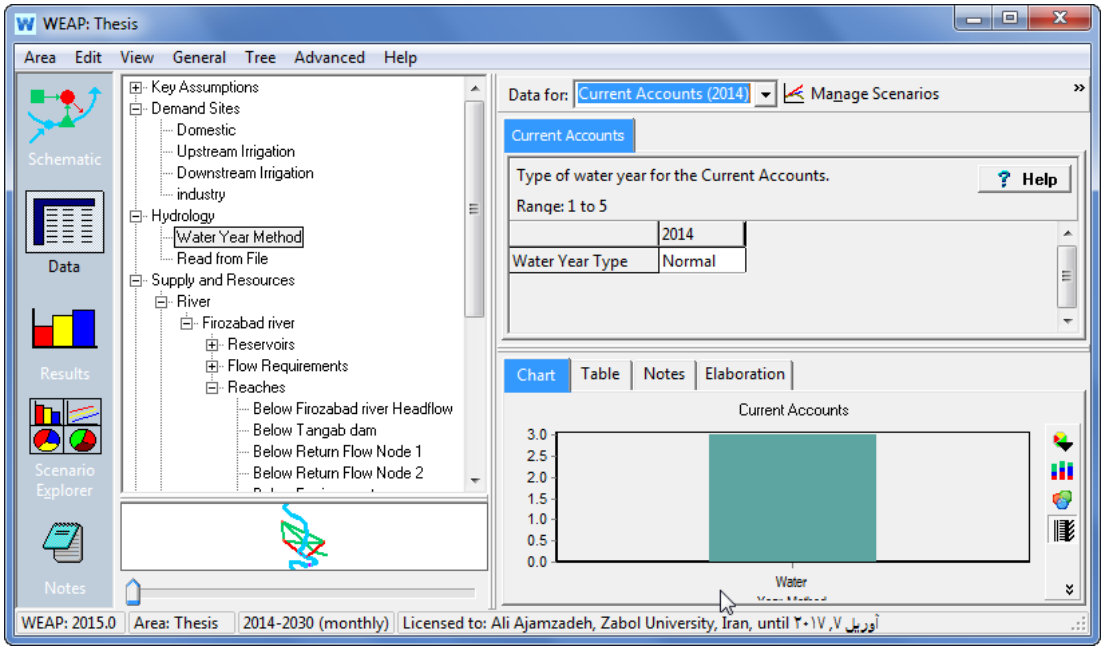
۵-۴-۲ روش سال آبی

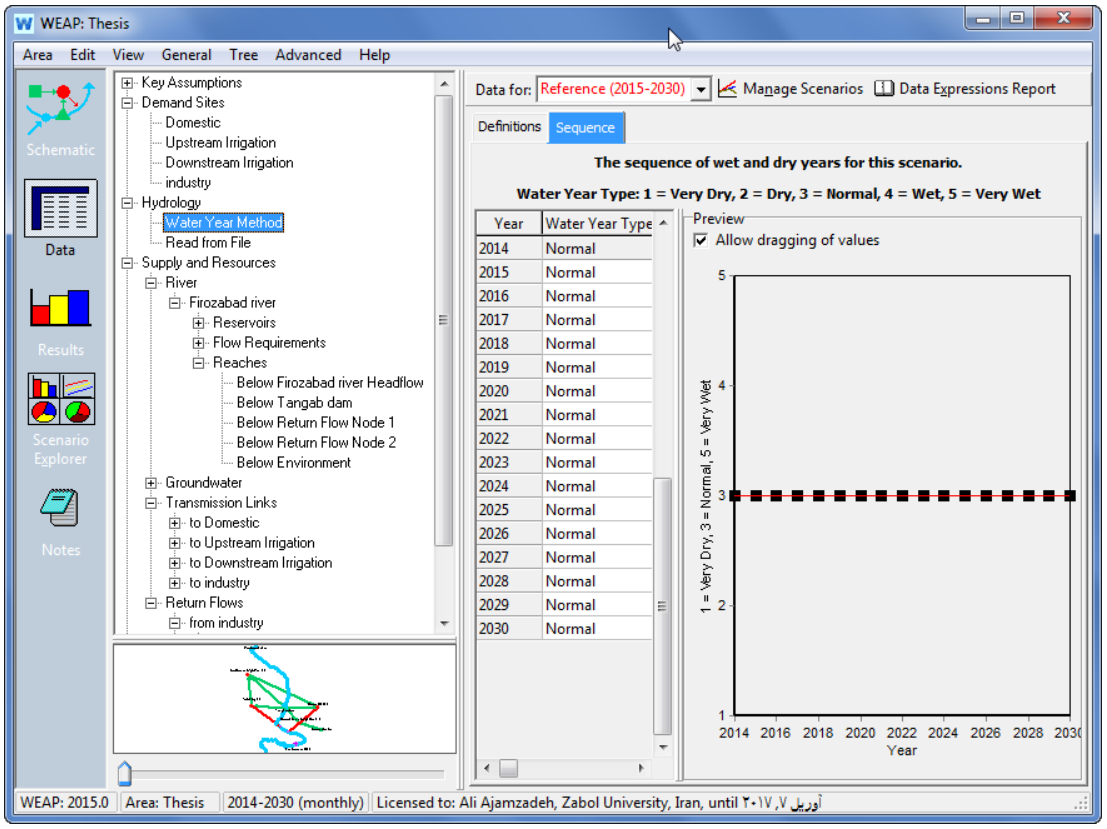
در وارد کردن داده‌ها برای سناریوها در مورد رودخانه و یا سایر اجزا، روشی برای ورود داده‌ها با نام Water Yield Method وجود دارد. برای اینکه مقادیر آبدهی ورودی به مدل در طول زمان تغییر کند، WEAP دو راهبرد را ارائه می‌دهد. اگر پیش‌بینی آینده وجود داشته باشد (مثلا استفاده از برونداد مدل‌های گردش جوی و ریزمقیاس نمایی آن‌ها تا مقیاس ایستگاه و سپس تبدیل آن‌ها به رواناب) در این صورت از Read From File استفاده کرده و داده‌ها را وارد می‌کنیم. روش دیگری که در اینجا به آن اشاره می‌کنیم روش سال آبی است. در این روش ابتدا هر سال در طول مدل‌سازی را به صورت سال نرمال، تر، خیلی تر، خشک و یا خیلی خشک تعریف کرد. در سناریوهای مختلف می‌توان ترتیب سال‌های خشک و تر و یا غیره را به منظور ارزیابی سناریوها تغییر داد. برای

اجرای سال آبی باید ابتدا از منوی سناریوها، سناریوی Reference را انتخاب کرده سپس از درخت داده‌ها زیر ساخه Water Year Method که از زیرشاخه‌های Hydrology است را انتخاب می‌کنیم. سپس مقادیر مربوط به هر دوره را با توجه به دوره نرمال مشخص می‌کنیم. مثلا اگر در نظر باشد که سال خشک را به صورت سالی با ۴۰ درصد خشکی بیشتر نسبت به سال نرمال مدل کنیم باید در جلوی سال خشک عدد ۰/۴ را وارد کنیم. و در صورتی که سال خیلی تر را سالی با ۲۵ درصد رواناب بیشتر نسبت به سال نرمال در نظر بگیریم آنگاه عدد روبروی آن برابر ۱/۲۵ است.



سپس وارد زیرمنوی Sequence شده و مشخص می‌کنیم کدام سال خشک و کدام سال تر یا خیلی تر یا خیلی خشک است. سپس مشخص می‌کنیم که سال وضعیت موجود(Current Accounts) چگونه سالی است. پس از منوی سناریوها وضعیت موجود را انتخاب کرده و سپس سال وضعیت موجود را مشخص می‌کنیم.


WEAP: Thesis
Area Edit View General Tree Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Key Assumptions
Demand Sites
Domestic
Upstream Irrigation
Downstream Irrigation
industry
Hydrology
Water Year Method
Read from File
Supply and Resources
River
Firozabad river
Reservoirs
Flow Requirements
Reaches
Below Firozabad river Headflow
Below Tangab dam
Below Return Flow Node 1
Below Return Flow Node 2
Data for: Current Accounts (2014)
Manage Scenarios
Current Accounts
Type of water year for the Current Accounts.
Help
Range: 1 to 5
2014
Water Year Type
Normal
Chart
Table
Notes
Elaboration
Current Accounts
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
Water
WEAP: 2015.0
Area: Thesis
2014-2030 (monthly)
Licensed to: Ali Ajamzadeh, Zabol University, Iran, until ۲۰۱۷ ,۷ آوریل

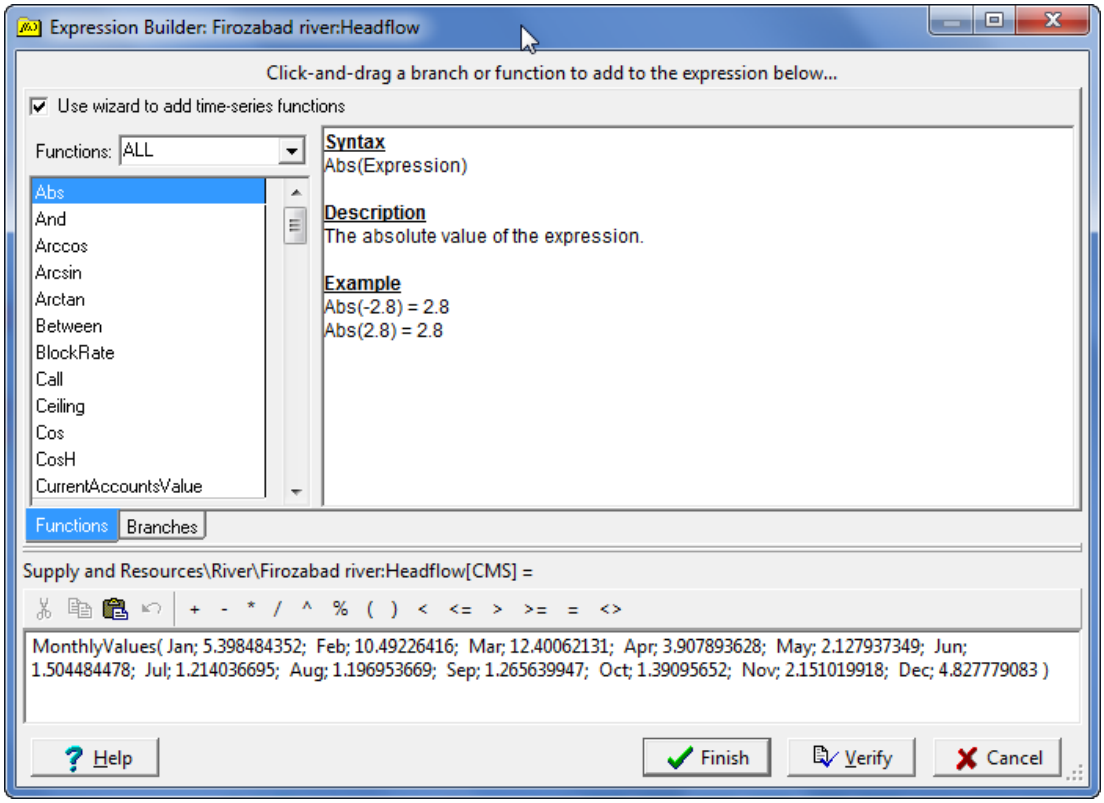

WEAP: Thesis
Area Edit View General Tree Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Key Assumptions
Demand Sites
Domestic
Upstream Irrigation
Downstream Irrigation
industry
Hydrology
Water Year Method
Read from File
Supply and Resources
River
Firozabad river
Reservoirs
Flow Requirements
Reaches
Below Firozabad river Headflow
Below Tangab dam
Below Return Flow Node 1
Below Return Flow Node 2
Below Environment
Groundwater
Transmission Links
to Domestic
to Upstream Irrigation
to Downstream Irrigation
to industry
Return Flows
from industry
Data for: Reference (2015-2030)
Manage Scenarios
Data Expressions Report
Definitions
Sequence
The sequence of wet and dry years for this scenario.
Water Year Type: 1 = Very Dry, 2 = Dry, 3 = Normal, 4 = Wet, 5 = Very Wet
Year
Water Year Type
2014 Normal
2015 Normal
2016 Normal
2017 Normal
2018 Normal
2019 Normal
2020 Normal
2021 Normal
2022 Normal
2023 Normal
2024 Normal
2025 Normal
2026 Normal
2027 Normal
2028 Normal
2029 Normal
2030 Normal
Preview
Allow dragging of values
1 = Very Dry, 3 = Normal, 5 = Very Wet
5
4
3
2
1
2014 2016 2018 2020 2022 2024 2026 2028 2030
Year
WEAP: 2015.0
Area: Thesis
2014-2030 (monthly)
Licensed to: Ali Ajamzadeh, Zabol University, Iran, until ۲۰۱۷ ,۷ آوریل

۲-۴-۶ روش‌های ورود داده‌های مربوط به اجزا در **WEAP**

در مدل WEAP ورود داده‌ها برای تمامی اجزا تقریبا یکسان است و از چند روشی که در ادامه معرفی می‌شوند در همه اجزا می‌توان استفاده کرد. بسته به جزئی که پیاده‌سازی می‌شود ممکن است همه روش‌ها و یا تعدادی از آن‌ها را بتوان برای ورود داده‌ها در آن جز استفاده کرد. روش دستی در کنار روش سالیانه استفاده می‌شود. در ادامه روش‌ها توضیح داده می‌شوند.

۲-۴-۶-۱ استفاده از روش عبارت‌ساز(**ExpressionBuilder**)

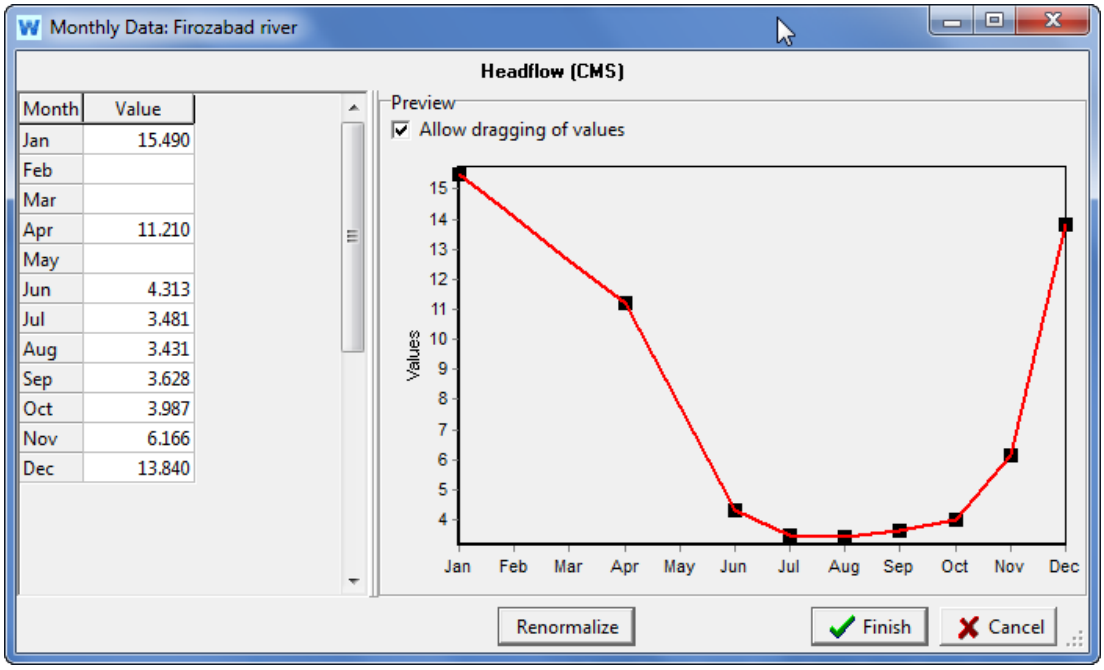
این روش استفاده از توابع از پیش تعیین شده درمدل است که راه ساده‌ای برای وارد کردن داده‌ها و انجام محاسبات است. با انتخاب عبارت Expression Builder از منویی که زیر عدد سال قرار دارد، به صفحه این روش وارد می‌شویم. با کشیدن و رها کردن عبارت مورد نظر در مستطیل خالی پایین صفحه می‌توان از آن عبارت استفاده کرد. صفحه عبارت‌ساز از دو قسمت با سایزهای قابل تنظیم تشکیل شده است. در بالای صفحه جدولی است برای دستیابی به نام عبارت و توابع (شما می‌توانید عبارات ریاضی (mathematical) یا منطقی (logical) یا توابع مدل‌سازی (modeling) را انتخاب کنید)، در پایین صفحه یک جعبه ویرایش وجود دارد که می‌توان یک عبارت را در آن نوشت و یا با کشیدن و رها کردن در مستطیل و یا جفت کلیک کردن بر روی عبارت، عبارت مورد نظر را به داخل آن هدایت کنیم. عبارت پر کاربرد نظیر جمع و تفریق و همچنین حذف و کپی و ... در نوار وظیفه‌ی بالای جعبه ویرایش آورده شده‌اند. با انتخاب هر عبارت در مستطیل سمت راست توضیحات و مثال‌های مفیدی در مورد آن نمایش داده می‌شود. علاوه بر منوی Function یک منوی Branches نیز وجود دارد که یک درخت خلاصه از همه شاخه‌های موجود در WEAP است. از این قسمت بیشتر برای وارد کردن متغیرهای کلیدی به محاسبات مربوط به عبارت ساز استفاده می‌شود.



۲-۴-۶-۲ روش Monthly Time-Series Wizard

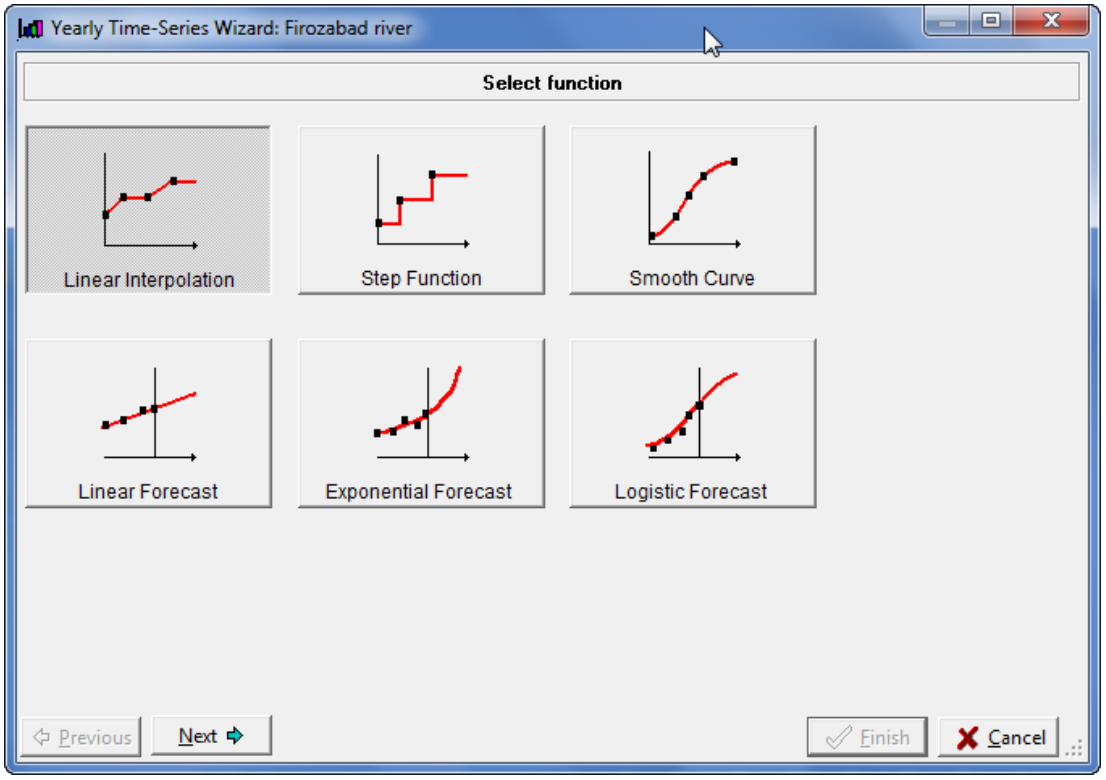
تغیراتی که ماهیانه باشند را می‌توان از منوی MonthlyTime-SeriesWizard وارد کرد. این منو برای زمانی است که تغییرات ماهیانه باشند (یا داده‌های فقط در ماه متغیر باشند). مثلا تغییرات سالیانه نیاز. داده‌های ماهیانه در جدول سمت چپ وارد می‌شوند و مدل آن‌ها را در سمت راست در نمودار رسم می‌کند. اگر برخی از خانه‌ها را خالی وارد کنیم مدل با درون‌یابی آن‌ها را محاسبه می‌کند. در مواردی که داده‌ها به صورت تغییرات ماهیانه به صورت درصد بیان می‌شوند باید جمع کل ماه‌ها به عدد ۱۰۰ برسد، در صورتی که این عدد ۱۰۰ نشود با زدن گزینه Renormalize می‌توانید داده‌ها را متوازن کرده تا مجموع به ۱۰۰ برسد. پس از کلیک بر روی گزینه Finish مدل تابعی را که بیان‌گر داده‌های وارد شده کاربر است، را می‌سازد. مثلا در مورد شکل زیر داریم:

MonthlyValues(Jan; 15.49...Dec; 13.84)



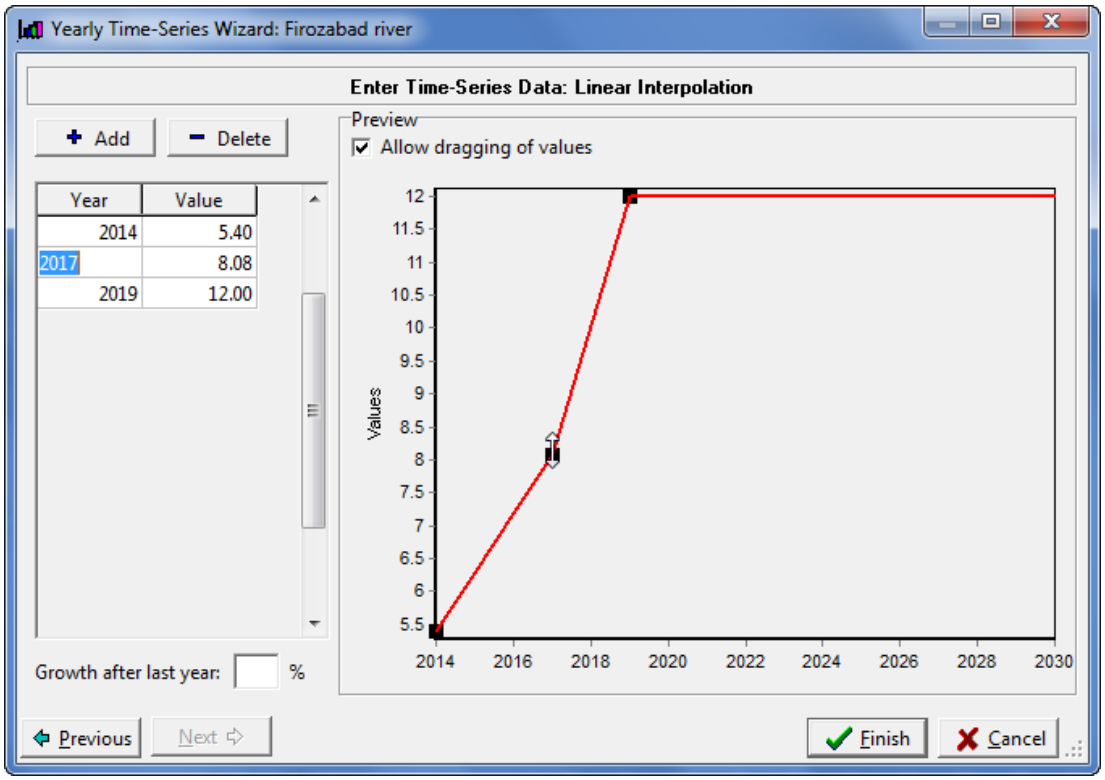
۲-۴-۶-۳ روش Yearly time-series Wizard

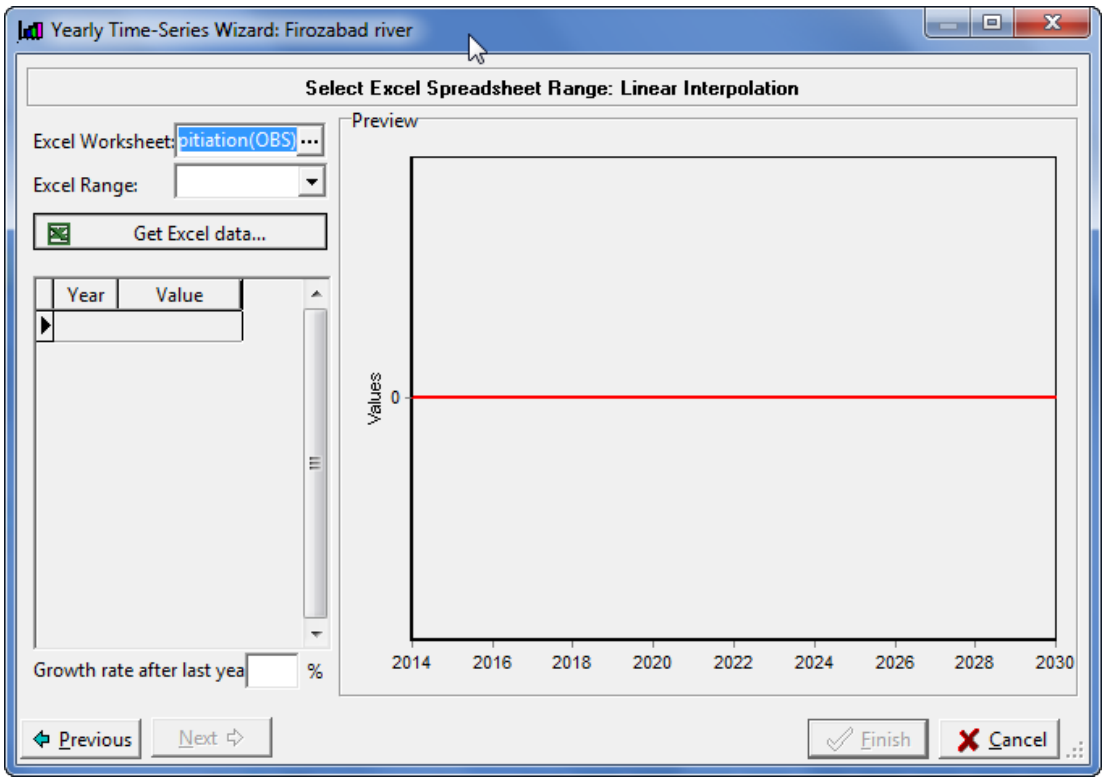
این منو شامل توابع درون‌یابی، توابع پله‌ای، منحنی نرم، پیش‌بینی خطی و نمایی و منطقی می‌باشد. با انتخاب تابع مورد نظر و استفاده از گزینه Next کاربر می‌تواند داده‌ها را به صورت دستی وارد کند ویا از فایل اکسل فراخوانی کند. در مرحله انتخاب تابع، توابع به دو دسته تقسیم می‌شوند یک دسته شامل سه تابع بالایی هستند که کاربر با وارد کردن سال‌هایی که داده دارد، درون‌یابی بین آن سال‌ها را به مدل واگذار می‌کند. اولین تابع از دسته اول تابع Interpolation است که داده‌های سال‌های میان دو داده وارد شده توسط کاربر را با یک درون‌یابی خطی بدست می‌آورد. دومین تابع تابع Step است که فرض می‌کند داده‌های بین داده‌های وارد شده توسط کاربر برابر با کران پایین است. به عبارتی تابع پله‌ای را تشکیل می‌دهد. سومین تابع Smooth است که بهترین چندجمله‌ای با کمترین میزان خطا (مربعات خطا) را بر داده‌ها برازش می‌کند. سه تابعی که در دسته دوم قرار می‌گیرند به کاربر اجازه استفاده از داده‌های تاریخی (قبل از وضعیت موجود) را می‌دهند. توابعی هستند که برای برونیابی داده‌های آینده از داده‌های گذشته استفاده می‌شوند. برون‌یابی بر اساس برازش خطی یا نمایی یا منطقی (بر اساس نوع داده) با میزان کمترین خطا انجام می‌شود. در استفاده از این توابع باید دقت کرد که نتایج هم در مرحله برازش بر داده‌های تاریخی و هم در مرحله داده‌های آینده، قابل اعتماد باشد. به عبارتی باید مطمئن شد که به خوبی روند داده‌های گذشته بدست آمده و انتظار داشت که این روند در داده‌های آینده نیز وجود داشته باشد. برای این کار می‌توان از ضرایب R^2 (و همچنین تعداد مشاهدات و خطای استاندارد که در زیر شکل داده‌ها توسط مدل محاسبه می‌شوند) و یا بردن داده‌ها به اکسل و انجام تحلیل‌های مورد نیاز استفاده کرد.



همانطور که قبلا بیان شد، دو راه برای وارد کردن داده‌ها وجود دارد، اگر بخواهیم داده‌ها را به طور مستقیم وارد کنیم (همان روش دستی) پس از ورود به صفحه می‌توانیم از گزینه‌های Add و یا Delete برای حذف یا ایجاد یک ردیف سال داده استفاده کنیم. داده‌ها را همچنین می‌توان با زدن تیک Allow dragging of value به وسیله موس از روی گراف جابه‌جا کرد. برای توابع دسته اول یک کادر کوچک در پایین جدول داده‌ها وجود دارد(Growth after last year) که اجازه وارد کردن درصد نرخ رشد را می‌دهد. این مقدار به صورت پیش‌فرض صفر است بدان معنی که بعد از سال آخر دیگر داده‌ها برون‌یابی نمی‌شوند.

وقتی انتخابمان ورود داده‌ها به وسیله‌ی خواندن فایل اکسل باشد، ابتدا باید نام فایل را وارد کنیم(فایل XLS یا XLW) یا با انتخاب گزینه (...) از کامپیوتر آن را فراخوانی کنیم. سپس محل داده‌ها در فایل اکسل را در کادر Excel Range وارد می‌کنیم (مثلا Sheet1!A1:B16). فایل داده‌هایی که قبلا در اکسل آماده شده‌اند باید دارای دو ستون باشند اولین ستون عدد سال از کوچک به بزرگ و دومین ستون عدد مقدار متناظر با آن سال را نمایش دهند. پس از آن بر روی Get Excel Data کلیک می‌کنیم.


Yearly Time-Series Wizard: Firozabad river
Enter Time-Series Data: Linear Interpolation
Add
Delete
Preview
Allow dragging of values
Year
Value
2014
5.40
2017
8.08
2019
12.00
Values
Growth after last year:
%
Previous
Next
Finish
Cancel

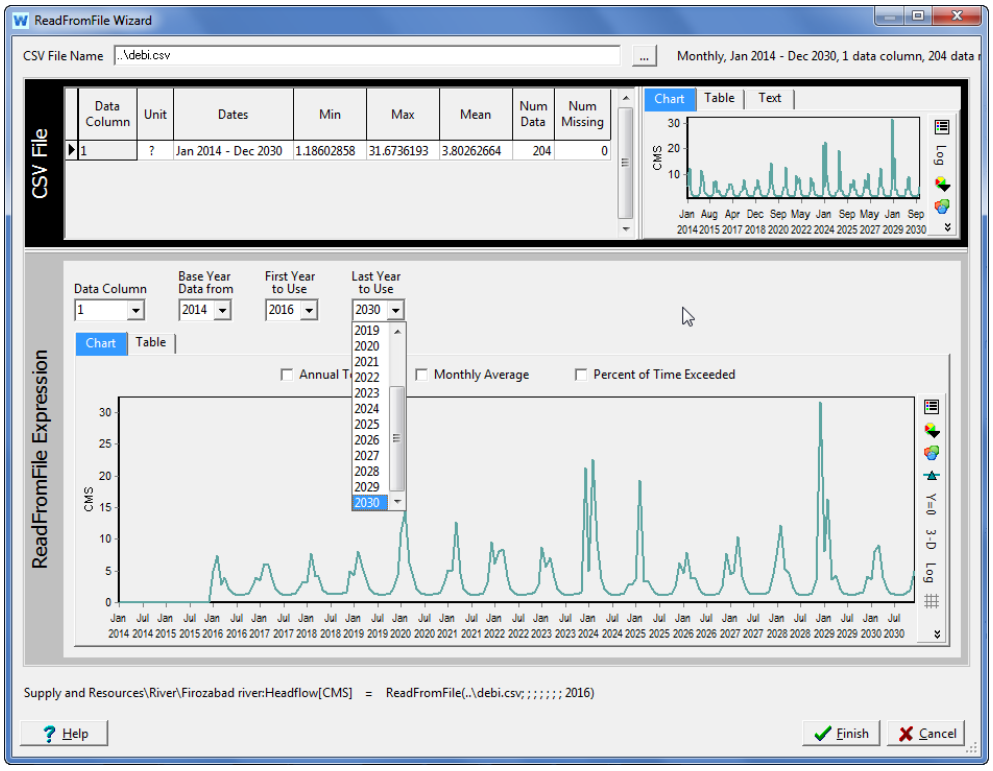

Yearly Time-Series Wizard: Firozabad river
Select Excel Spreadsheet Range: Linear Interpolation
Excel Worksheet:
Excel Range:
Get Excel data...
Preview
Year
Value
Values
Growth rate after last yea
%
Previous
Next
Finish
Cancel

۲-۴-۶-۴ روش Read from file wizard

اطلاعات را همچنین می‌توان با استفاده از زیرمنوی Read from file wizard از طریق فایل اکسل فراخوانی کرد. پس از انتخاب این زیرمنو صفحه جستوجو در کامپیوتر باز می‌شود که از کاربر فایلی با پسوند CSV می‌خواهد. لازم به ذکر است که فایلی که قبلا آماده شده‌است باید با پسوند CSV ذخیره شده باشد. فایل باید یک ستون برای سال یک ستون برای ماه حتما داشته باشد. چرا که مدل دوستون اول را خود به خود به عنوان سال و ماه در نظر می‌گیرد.

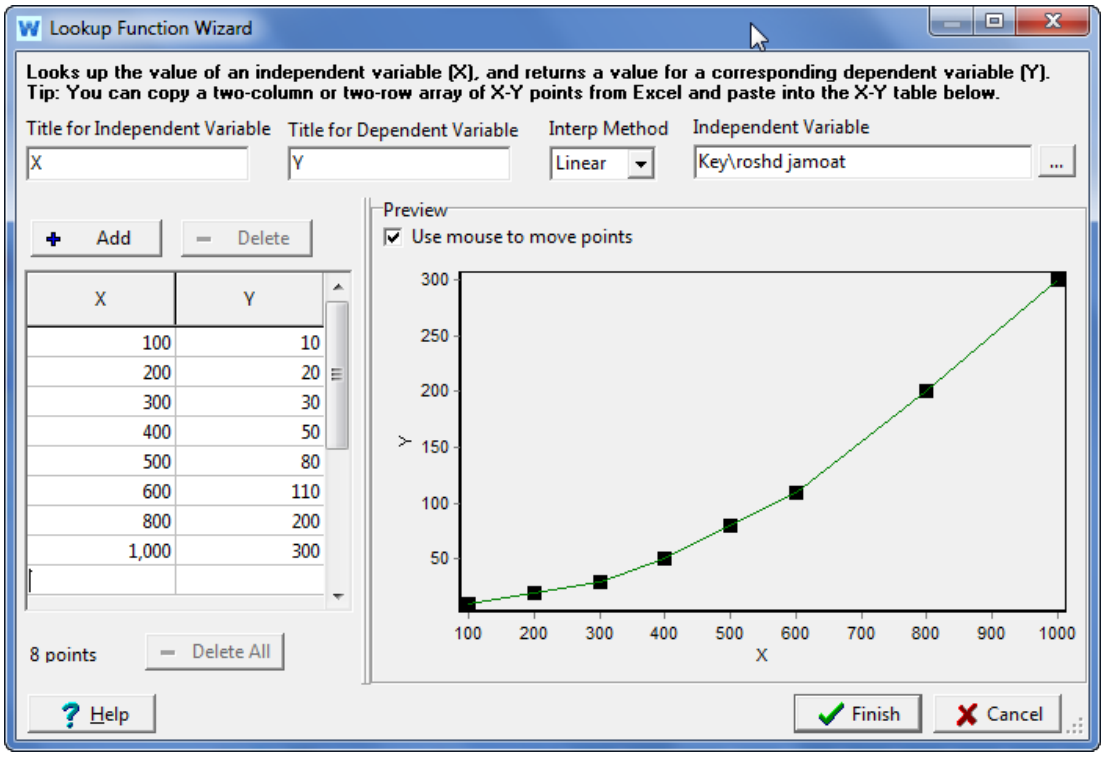
نکته: اگر فایلی را با فرمت CSV ذخیره کردید و بعد از ورود اطلاعات به مدل، با خطا روبرو شدید به احتمال زیاد مشکل از تنظیمات کامپیوتر شخصی شما است. برای رفع این مشکل از آدرس زیر اقدام به تغییر نقطه‌کاما به کاما کنید. Start.... Region.....Advance...List separator

پس از انتخاب فایل مورد نظر صفحه جدیدی باز می‌شود که متشکل از چند قسمت است. قسمتی بالا سمت چپ تمامی ستون‌های فایل فراخوانی شده را نشان می‌دهد. با انتخاب هر یک از ستون‌ها می‌توانیم داده‌های مورد نظر خود را انتخاب کنیم. مثلا اگر بعد از ستون مربوط به سال و ماه، ستون‌های بارش، دبی و تبخیر را آورده باشیم برای انتخاب هر کدام باید به ترتیب ستون ۱ یا ۲ یا ۳ را انتخاب کنیم. در سایر قسمت‌ها نیز می‌توان نمودار مربوط به ستون انتخاب شده را دید. برای مشاهده مقادیر متوسط سالیانه و ماهانه و همچنین تغییر و مشاهده سال‌ها کلیدهایی در بالای نمودار قرار داده شده است.



پس از زدن گزینه Finish فایل مربوطه فراخوانی می‌شود.

اگر در مدل‌سازی متغیری تابعی از متغیر دیگری باشد(مثلا آب مصرفی تابعی از هزینه آب باشد) برای وارد کردن آن متغیر وابسته می‌توان از گزینه Lookup Function Wizard استفاده کرد. با انتخاب این گزینه صفحه مربوط به آن باز می‌شود که از کاربر می‌خواهد عناوینی برای متغیرهای وابسته و مستقل انتخاب کند(این مقادیر به طور پیش‌فرض با y و x نمایش داده شده‌اند). همچنین متغیر مستقل را باید از کشوی Independent Variable از درخت داده‌ها انتخاب کنیم. سپس با وارد کردن مقادیر در جدول مربوطه رابطه بین این دو متغیر را مشخص می‌کنیم. از کشوی Interp Method می‌توانیم نوع تابع درون‌یابی را انتخاب کنیم.



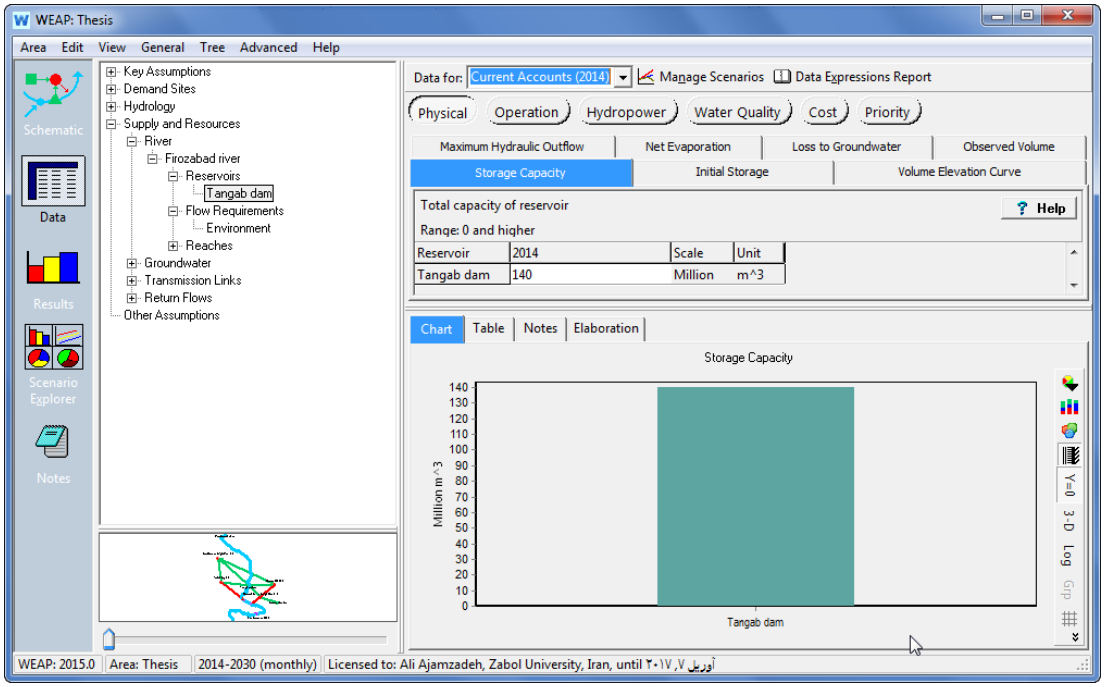
پس از آن گزینه Finish را می‌زنیم تا مدل تابع مربوطه را بسازد.

۲-۴-۷ مدل‌سازی مخزن سد

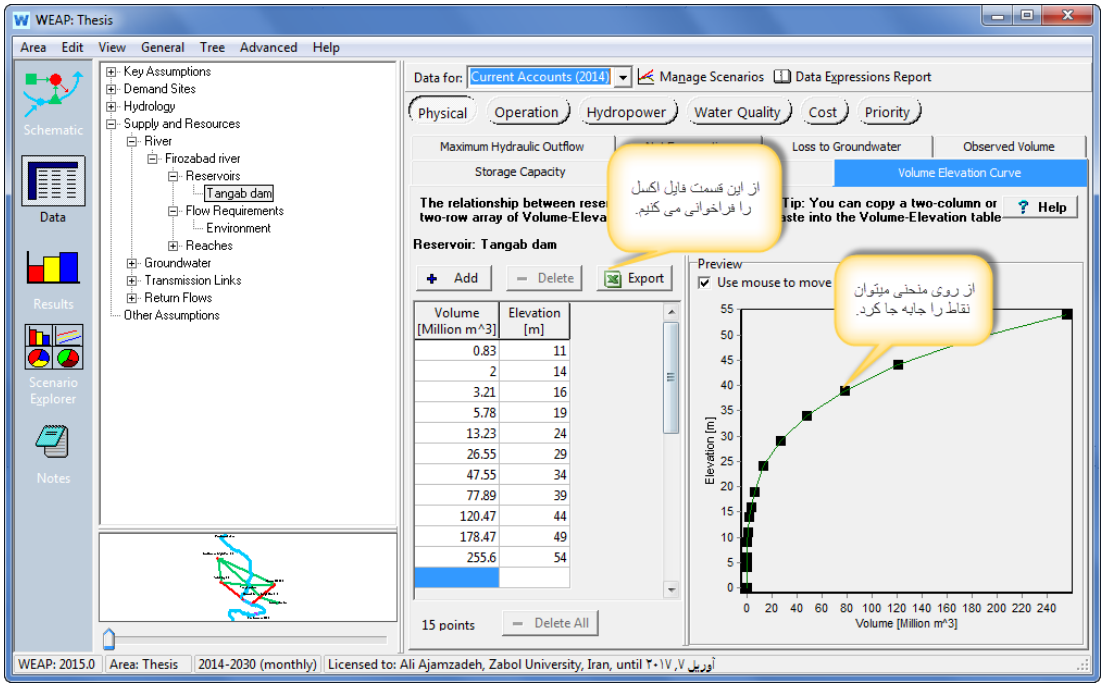
یکی از مهمترین مراحل کار با مدل WEAP مدل‌سازی مخزن است چرا که مدل‌سازی غیر صحیح این جز باعث بوجود آمدن عدم قطعیت بسیار زیاد در نتایج می‌شود. از جمله مهمترین پارامترهایی که در مدل‌سازی مخزن باید به صورت دقیق وارد شود، حجم اولیه است چرا که مخزن از این حجم به عنوان یک شرط اولیه برای کالیبراسیون استفاده می‌کند. پس از کلیک راست کردن بر روی مخزن در منوی شماتیک یا انتخاب آن از درخت داده‌ها، مشاهده می‌شود که این گره دارای ۶ منوی اصلی است.

منو Physical:این منو شامل زیرمنوهایی است که همگی مشخصات فیزیکی سد را شامل می‌شوند. لازم به ذکر است که زیرمنوهای Initial Storage و Volum Elevation Curve فقط در زمان وضعیت موجود فعال هستند و در سناریوها این منوها غیرفعال هستند. با ورود به منوی Physical اولین زیرمنو، زیرمنوی Storage Capacity است. در این زیرمنو باید حجم کلی سد را وارد کرد به عبارتی حجم اسمی سد در این قسمت وارد می‌شود. دومین زیرمنو، Initial Storage است که بیانگر حجم مخزن در اولین ماه مدل‌سازی است به عبارتی مقدار آبی

که درماه اول وضعیت موجود در مخزن وجود دارد را در این قسمت وارد می‌کنیم. لازم به ذکر است که این مقدار را باید حتی‌الامکان به صورت دقیق وارد کرد چرا که مدل از تعادل حجم جریان ورودی و خروجی برای مشخص کردن حجم آب ماهیانه مخزن استفاده می‌کند و مقدار غیر دقیق حجم اولیه می‌تواند باعث شود که در ماه‌هایی آب در محدوده حجم مرده باشد و نتوان استفاده کرد در صورتی که در حقیقت آبی برای مصرف وجود داشته باشد.



سومین زیرمنو، Volume-Elevation Curve است. مدل از این منحنی به دو منظور استفاده می‌کند اول برای مدل‌سازی سطح تبخیر و دوم برای محاسبه هد آب در محاسبات برقابی. پس مدل نیازمند تابعی است که تبدیلات بین حجم و ارتفاع را انجام دهد. این تابع به وسیله نقاطی که در این زیرمنو وارد می‌شود تعریف می‌شود. نقاطی که مابین نقاط ورودی توسط کاربر قرار می‌گیرند توسط مدل درونیابی می‌شوند. کاربر حداقل باید یک نقطه متناظر با حجم کلی را وارد کند. این روش بسیار ساده برای تخمین مخزن از ضعف‌های این مدل است اما با کالیبره کردن این قسمت می‌توان تا حدودی این ضعف را پوشش داد. از گزینه Add برای ورود نقاط منحنی ارتفاع حجم می‌توان استفاده کرد. بعد از وارد کردن حداقل یک نقطه می‌توان با کلیک کردن بر روی گراف منحنی را مشاهده کرد. همچنین در این قسمت می‌توان از فایل اکسل داده‌ها را فراخوانی کرد. با کپی کردن دو سطر یا دو ستون از داده‌های منحنی که در فایل اکسل داریم نیز می‌توانیم داده‌ها را در این قسمت وارد کنیم.



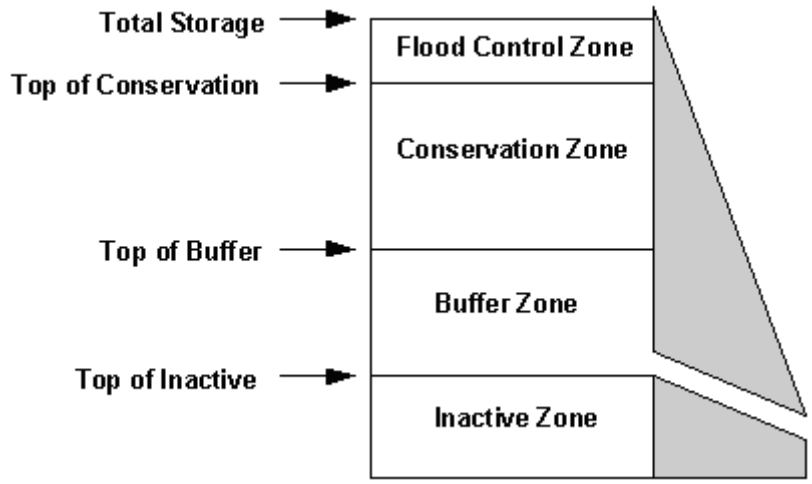
در زیرمنوی Maximum Hydraulic Outflow مقدار حداکثر جریان خروجی را بر اساس محدودیت‌های هیدرولیکی وارد می‌کنیم. اگر محدودیتی برای خروج آب وجود ندارد این مقدار را خالی بگذارید. به عبارتی حجم گذردهی آب توسط سد را در این قسمت می‌توان محدود کرد. مقادیر این زیرمنو را می‌توان با روش‌های ماهیانه یا سالیانه یا با توجه به یک تابع وارد کرد. لازم به ذکر است که حداکثر گذردهی در هر گام زمانی وابسته به ارتفاع آب است. این ارتفاع می‌تواند تا بالاترین ارتفاع سد توسط مدل در نظر گرفته شود ولی با اعمال محدودیت در این زیرمنو در صورتی که مدل در ارتفاعی کمتر از ارتفاع حداکثر به گذردهی حداکثر مشخص شده برسد، دیگر اجازه افزایش هد و ارتفاع را نمیابد. این گزینه موقعی بسیار کارساز است که سد مجبور شود از سرریزهای مختلف خود جریان ذخیره شده را تخلیه کند.

در زیرمنوی Net Evaporation مقدار تبخیر از سطح مخزن را وارد می‌کنیم. این مقدار بر اساس میلی‌متر بیان شده که توسط مدل در سطح مخزن ضرب می‌شود و مقدار آب اضافه یا کم شده را مشخص می‌کند. مقادیر در این زیرمنو می‌توانند منفی و یا مثبت باشند چرا که مقادیر تبخیر خالص از اختلاف بین مقدار بارش و تبخیر بدست می‌آید.

اگر مقادیر نشت سد و نفوذ به آب زیرزمینی قابل توجه باشد، این مقادیر را می‌توان در زیر منوی Losses to Groundwater وارد کرد. در واقع اندرکنش بین آب زیرزمینی و سد را مشخص می‌کند به طوری که آبی که از آب‌های زیرزمینی به سد وارد می‌شود را منفی وارد کرده و مقادیر نفوذ به آب زیرزمینی را مثبت وارد می‌کنیم. این مقادیر همچنین می‌تواند برای محاسبات مربوط به تغذیه آبخوان و نفوذ به تالاب نیز استفاده شوند. به عبارتی می‌توان از آب سیلاب برای تغذیه آبخوان استفاده و طرح‌های آبخیزداری را مدل‌سازی کرد.

به منظور کالیبراسیون حجم مخزن، نیازمند به داده‌های مشاهداتی برای مقایسه با داده‌های مدل‌سازی شده توسط مدل داریم. این مقادیر را از زیرمنوی Observed Volume به مدل معرفی می‌کنیم.

منوی Operation: این منو محدوده‌های مخزن سد را مشخص می‌کنیم. مخزن به جهار محدوده تقسیم می‌شود. از بالا به پایین شامل محدوده کنترل سیلاب (flood-control zone)، محدوده نگهداری(conservation zone)، محدوده بافر یا میانگیر(buffer zone) و محدوده غیر فعال یا حجم مرده(inactive zone) است. محدوده بافر و محدوده نگهداری با هم حجم فعال سد را تشکیل می‌دهند. مدل همیشه سعی می‌کند محدوده کنترل سیلاب را خالی نگهدارد به عبارت دیگر حجم آب مخزن نمی‌تواند از ارتفاع حداکثر محدوده نگهداری(top of the conservation) فراتر رود.

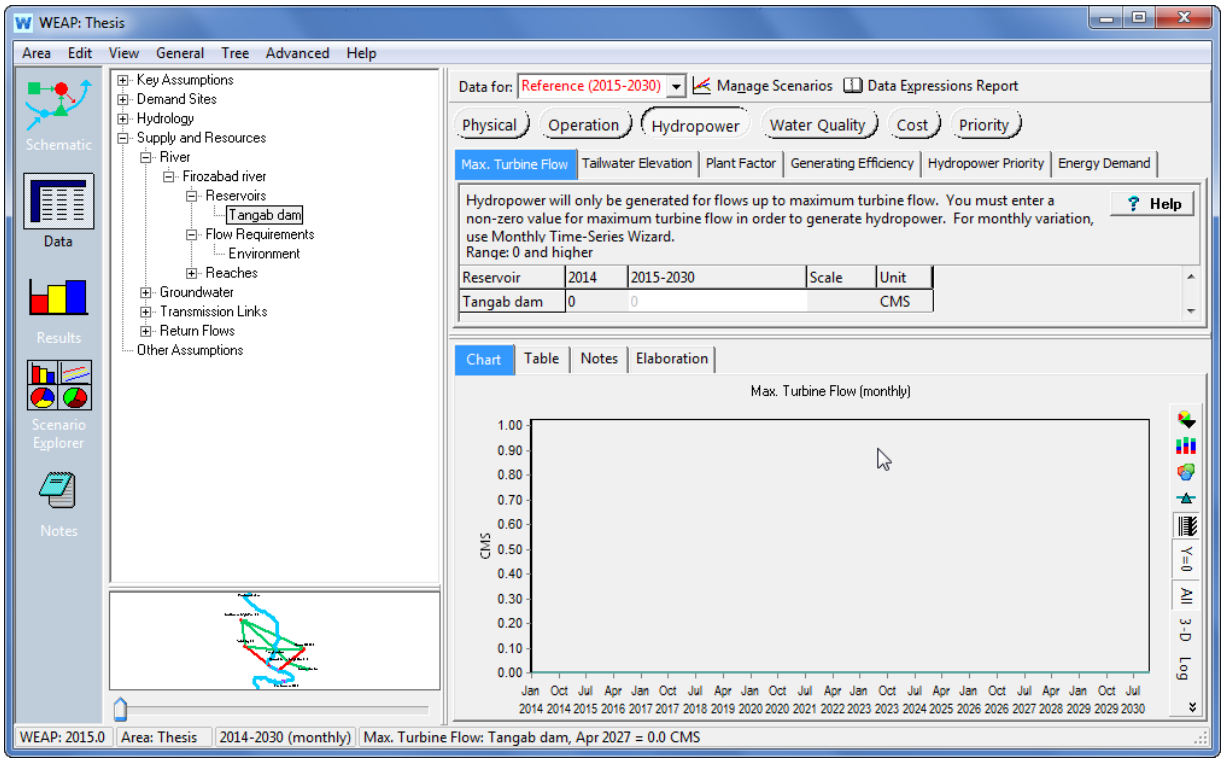


WEAP به مخزن اجازه می‌دهد که آزادانه آب را از حجم Conservation برای نیازهای پایین دست و همچنین تولید انرژی استفاده کند. این مجوز تا زمانی برقرار است که سطح آب به محدوده بافر نرسیده باشد. به محض رسیدن سطح آب به محدوده بافر، آب تخصیص یافته توسط ضریب بافر(buffer coefficient) تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

برای معرفی هر محدوده باید حجم معادل بالاترین نقطه هر محدوده را در مدل وارد کرد. این کار با وارد کردن عدد مربوطه در زیرمنوهای Top of Conservation، Top of Buffer و Top of Inactive از منوی Operation انجام می‌شود. ضریب بافر که در زیرمنوی Buffer Coefficient وارد می‌شود عددی بین ۰ تا ۱ است که در زمانی که سطح به داخل محدوده بافر وارد می‌شود، آب خروجی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این ضریب در واقع ضریب جیره‌بندی مخزن است و به عبارتی وقتی عددی در این قسمت وارد می‌شود مقدار ماهیانه آب تخصیص یافته نمی‌تواند از مقدار حجم بافر ضرب در ضریب بافر بیشتر شود. ضریب بافر کسری از آب داخل محدوده بافر است که در هر ماه قابل آزادسازی است. زمانی که این ضریب نزدیک به عدد ۱ است حتی اگر محدوده بافر با سرعت زیاد خالی شود نیاز برآورده می‌شود (تا حد امکان) ولی وقتی ضریب نزدیک به صفر است حتی اگر آب زیادی در محدوده بافر باشد نیاز تامین‌نشده رها می‌شود و آب در محدوده بافر نگهداری می‌شود. نکته حائز اهمیت در مورد ضریب بافر آن است که این ضریب مشخص می‌کند که چه مقدار از آبی که در محدوده بافر است در ابتدای گام زمانی برای آزاد سازی در آن گام زمانی در دسترس است و این محدود سازی شامل آبی که در آن گام زمانی از طریق جریان ورودی به سد وارد می‌شود، نخواهد شد. به عبارتی مدل می‌تواند اگر نیاز برقابی و یا سایر نیازها تامین نشده باشد، آب ورودی را برای تامین آن‌ها استفاده کند. به عبارتی سطح آب از محدوده‌ای که مشخص کردیم در آن گام زمانی پایین‌تر نمی‌آید ولی ممکن است بالاتر نیز نرود (در صورت تامین نشدن نیازها).

منوی Hydropower: اگر مخزن انرژی برقابی تولید نمی‌کند نیازی به وارد کردن اطلاعات منوی Hydropower ندارید. انرژی فقط زمانی تولید می‌شود که آب در بالای سطح Maximum Turbine Flow قرار گرفته باشد.

نکته: در قسمت Maximum Turbine Flow باید عددی غیرصفر به منظور تولید انرژی برقابی وارد شود.



Tailwater Elevation برای محاسبه هد آب کارگر بر توربین وارد می‌شود. میزان تولید انرژی در یک ماه بستگی به هد آب موجود (که توسط مدل و با منحنی ارتفاع حجم و حجم مخزن در ابتدای گام زمانی (ماه) مشخص می‌شود) تا ارتفاع Tailwater دارد (به عبارتی اختلاف ارتفاع موجود و ارتفاع مشخص شده برای Tailwater). Plant Factor مشخص کننده درصدی از ماه است که توربین‌ها به کار انداخته می‌شوند.Generating Efficiency مشخص کننده میزان بازده توربین‌ها است. این ضریب از تقسیم الکتریسیته تولید شده بر مولد برق بدست می‌آید.

Hydropower Priority مشخص کننده اولویت تولید برقابی نسبت به سایر نیازها است. Energy Demand مشخص کننده میزان انرژی مورد نیاز در ماه است. در صورتی که عدد اولویت مولد برق در Hydropower Priority و یا انرژی مورد نیاز در Energy Demand صفر باشد دیگر محاسبات برقابی انجام نمی‌شود. در صورتی که اعداد غیر صفر باشند مدل نیاز برقابی را تبدیل به حجم آب آزاد شده از مخزن برای تامین نیاز برقابی می‌کند. چرا که انرژی برقابی تولیدشده در هر ماه تابعی از ارتفاع سقوط آب است و در هر ماه بسته به ارتفاع مخزن متفاوت است. بسته به اولویت تولید برقابی مقدار مورد نیاز برای این نیاز، می‌تواند بعد یا قبل و یا همزمان با سایر نیازها تامین شود. اولویت را می‌توان برای هر سناریو و یا در طول زمان متفاوت قرار داد. **در مورد محاسبات برقابی و مدل‌سازی آن باید این نکته را درنظر گرفت که آبی که از مخازن مستقیما توسط خط انتقال برای نیازها برده می‌شود نه از توربین می‌گذرد و نه تولید برق می‌کند. اگر بخواهیم این حجم آب تولید برق کند و از توربین بگذرد باید خط انتقال را از نقطه‌ای از رودخانه که بلافاصله بعد از سد است انتخاب**

کنیم. البته در مورد مخازن خارج از مسیر رودخانه (Local Reservoir) این آب خط انتقال از توربین می‌گذرد.

برای اطلاعات بیشتر به محاسبات برقابی موجود در راهنمای مدل مراجعه شود.

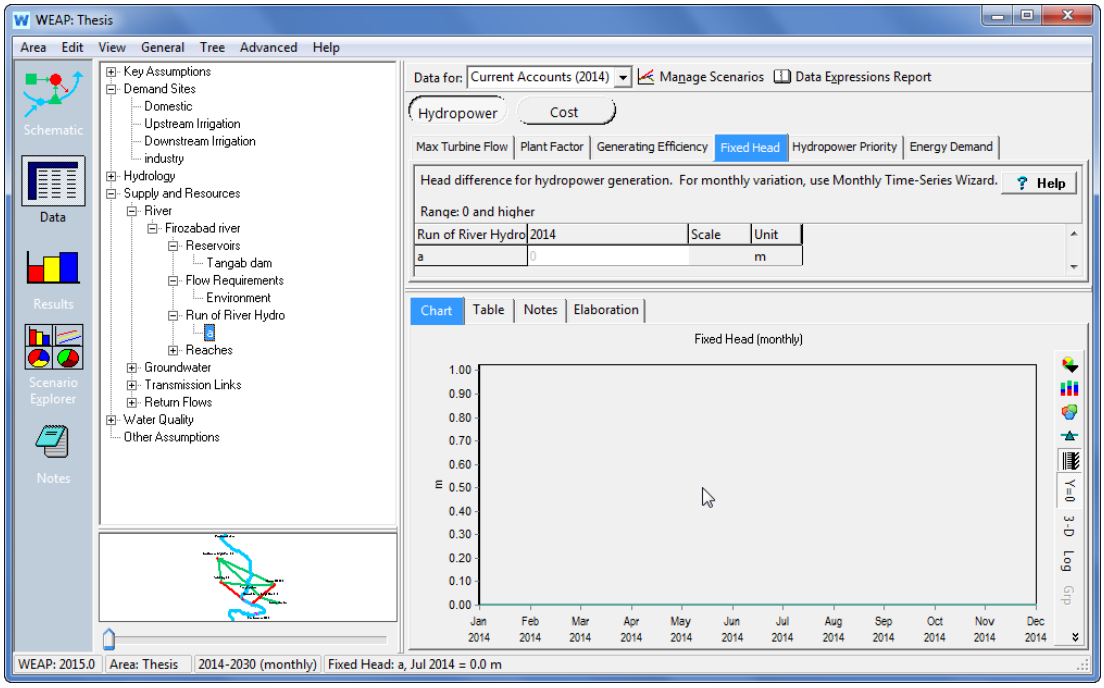
منوی Quality: برای انجام محاسبات مربوط به کیفیت آب دو نکته را باید خاط نشان کرد، اول اینکه مدل WEAPبه علت عدم قطعیت لایه بندی وسایر مراحل، کیفیت آب را در مخازن و دریاچه‌ها مدل نمی‌کند. دوم اینکه هنگامی که از مدل QUAL2K برای مدل‌سازی کیفیت آب استفاده می‌کنیم نیازی به وارد کردن کیفیت آب خروجی از مخزن نیست چرا که مدل QUAL2K خودش این مقادیر را محاسبه می‌کند.

منوی Priority: در منوی Priority اولویت مخزن در پر شدن نسبت به سایر نیازها در تامین مشخص می‌شود. معمولا مخزن در آخرین اولویت قرار دارد به این معنی که بعد از تامین آب همه نیازها اگر آبی باقی ماند به پر شدن مخزن اختصاص داده شود. البته اگر قصد انجام محاسبات برقابی را داشته باشیم می‌توانیم این اولویت را تغییر دهیم.

منوی Cost:این نیز مانند سایر نیازها وارد می‌شود. قبلا به زیرمنوهای آن اشاره کردیم. در اینجا فقط یک زیرمنوی Electricity Revenue که بیانگر نرخ الکتریسیته تولید شده است اضافه شده است.

۲-۴-۸ نیروگاه جریانی(Run of River Hydropower)

برای مدل‌سازی یک نیروگاه جریانیپس از مشخص کردن محل واقع شدن این نیروگاه بر روی رودخانه و نامگذاری آن، برای ورود داده‌ها، بر روی آن در منوی شماتیک کلیک راست کرده و از گزینه Edit Data اطلاعات مربوطه را وارد می‌کنیم. این کار را می‌توان از درخت داده‌ها انجام داد. تنها گزینه متفاوت با مدل‌سازی برقابی مخزن، زیرمنوی Fixed Head در منوی Hydropower است که در اینجا هد آب کارگر بر توربین را مشخص می‌کند. در کل سه نوع نیرگاه در مدل WEAP قابل مدل‌سازی است، اول، offline یا خارج رودخانه (که یک سد خارج رودخانه ایجاد می‌کنیم و آب را به آن می‌دهیم)، دوم، online یا داخل رودخانه که روی سد ایجاد می‌شود. سوم، نیروگاه جریانی که مخزن ندارند و داخل رودخانه ایجاد می‌شوند. در مورد نیروگاه جریانی می‌توان مقادیر Runoff River تعریف کنیم و روی رودخانه بگذاریم (استفاده از Flow Requirement در وارد کردن جریان حداقلی). یک جریان پایه برای نیروگاه جریانی نیاز است. یعنی جریانی که توانایی چرخاندن توربین را داشته باشد.



۹-۴-۲ حداقل جریان مورد نیاز (**Minimum Flow Requirement**)

یک Minimum Flow Requirement مقدار ماهیانه حداقل جریان رودخانه برای مصارف پایین دست یا استفاده آبزیان و یا سایر نیازها است. از این گره می‌توان برای معرفی گره محیط زیست و یا جریان حداقل مورد نیاز برای نیروگاه جریانی و یا حق آبه پایین دست استفاده کرد. اولویت این نیاز از منوی Priority وارد می‌شود.

۱۰-۴-۲ تنظیمات زیرشاخه **Reach** از شاخه **River** در درخت داده‌ها

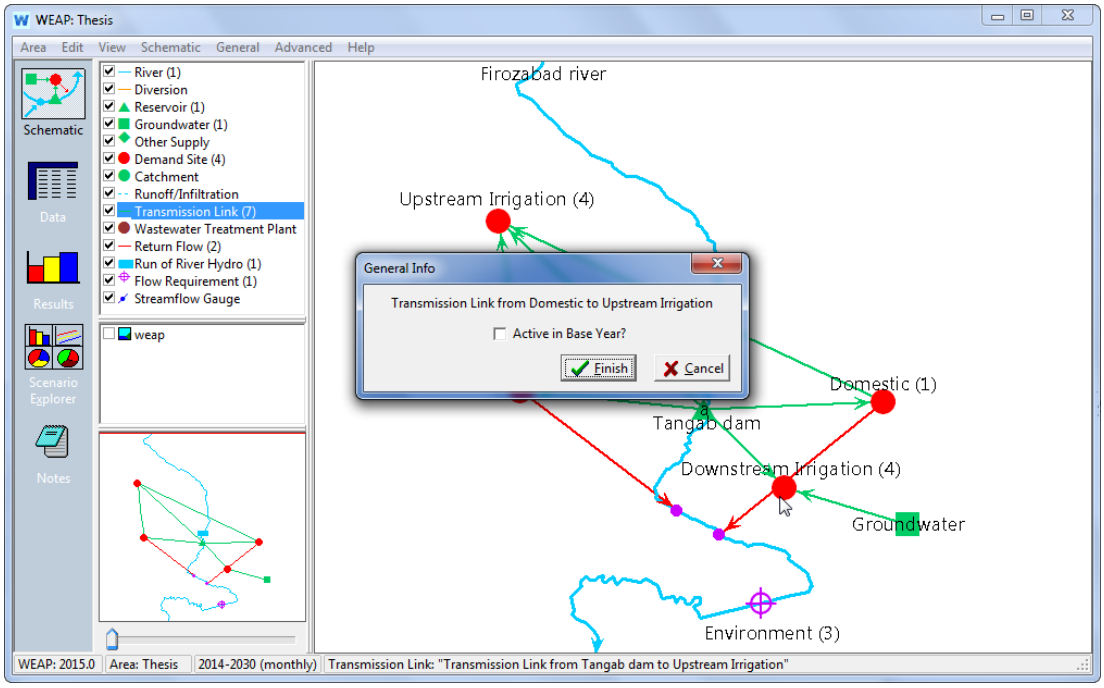
همانطور که قبلا بیان شد، زیرمنوی Inflows and Outflows شامل آب ورودی وخروجی از شاخه‌های رودخانه است این مقادیر ناشی از تبخیر، سیلاب، جریان آب سطحی و هدر رفت یا تغذیه از آب زیرزمینی است. در بسیاری از حوضه‌ها جریان آب زیرزمینی و جریان آب سطحی به صورت هیدرولیکی با یکدیگر در ارتباطند. یک جریان می‌تواند به آب زیرزمینی کمک کند یا می‌تواند از آب زیرزمینی تغذیه شود که این بستگی به سطح آب زیرزمینی در حوضه دارد. این ارتباط می‌تواند توسط مدل WEAP مدل‌سازی شود. برای این کار یا می‌توان مستقیما مقدار آبی که از سطح به آب زیرزمینی می‌رود(Groundwater Outflow) و مقدار آبی که از آب زیرزمینی به آب سطحی وارد می‌شود(Groundwater Inflow) را وارد کرد. و یا این جریان را بر اساس جدول آب زیرزمینی و طول شاخه(Reach Length) بدست بیاورد. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به بخش فعل و انفعالات آب سطحی و زیرزمینی در راهنمای مدل مراجعه شود.

منوی Physical: در این منو دو زیرمنوی Flow Stage Width و Distance Marker وجود دارد که در صورتی که نیاز به محاسبات مربوط به کیفیت آب باشد باید وارد شوند. در این خصوص به راهنمای مدل مراجعه شود.

۲-۴-۱۱ Return Flow، Diversion و Transmission Link

یک خط انتقال(Transmission Link) آب را از مخازن و رودخانه به نیازها انتقال می‌دهد. این جز همچنین می‌تواند برای انتقال آب از نیازی به نیاز دیگر(استفاده از فاضلاب) و یا از تصفیه خانه به نیازها استفاده شود. اولین منوی یک خط انتقال، linking rules است که به منظور مشخص کردن حداکثر تامین از منابع متعدد ایجاد شده است. این قوانین به کاربر کمک می‌کند که الگوهای تخصیص را در وضعیت موجود ایجاد کند و تغییرات در سناریوها را بررسی کند.

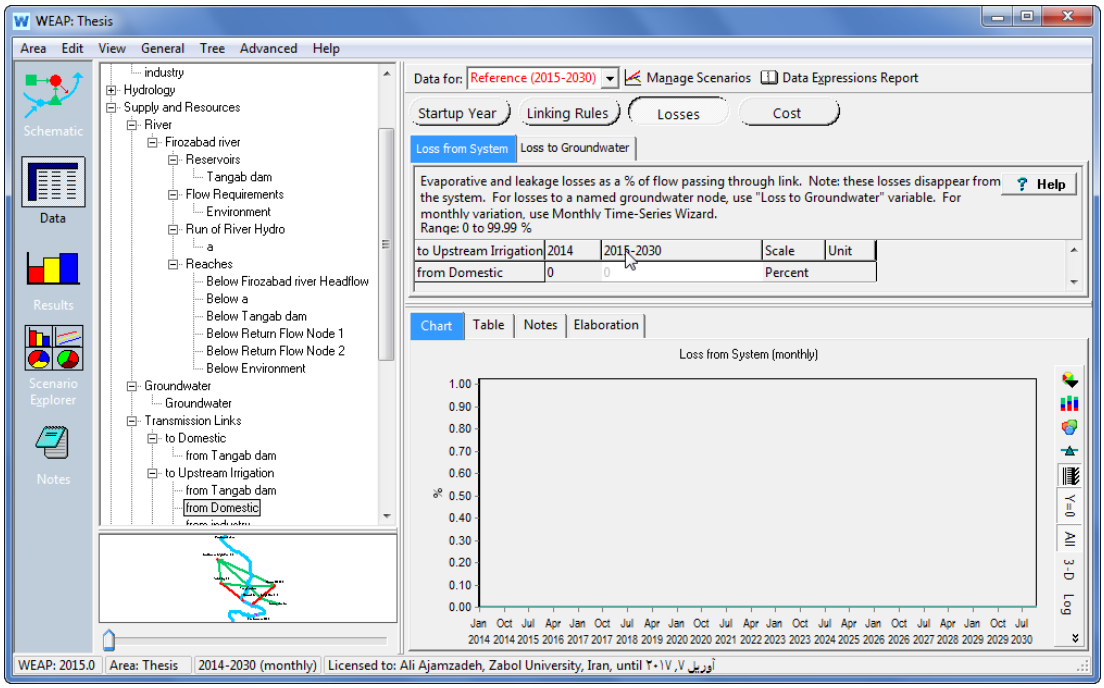
برای یک نیاز می‌توان از چند نقطه خط انتقال فراهم کرد و با توجه به این قوانین، مقدار و نحوه ورود آن‌ها را مشخص کرد. یک خط انتقال می‌تواند در وضعیت موجود فعال و یا غیر فعال باشد. برای این کار بر روی خط انتقال راست کلیک کرده و از منوی General Info را انتخاب می‌کنیم با زدن تیک مربوط به Active in Base Year مشخص می‌کنیم که این خط انتقال در وضعیت موجود برقرار است.



منوی Linking Rule: اولین منوی یک خط انتقال منوی Linking Rule است که دارای سه زیرمنو است. اولین زیرمنو Maximum Flow: Volume است. از این زیرمنو برای ایجاد محدودیت در خط انتقال استفاده می‌کنیم. برای مثال اگر یک گره کشاورزی یک حقآبه ثابت از رودخانه داشته باشد و مابقی را از آب زیرزمینی تامین کند، باید اولویت تامین در supply preference برای خط انتقال از رودخانه برابر ۱ و برای خط انتقال آبخوان برابر ۲ قرار گیرد و مقداری که از رودخانه به نیاز اختصاص می‌یابد باید در Maximum Flow: Volume وارد شود. اگر هیچ محدودیتی نباشد این گزینه را خالی می‌گذاریم. لازم به ذکر است که اگر خط انتقال در وضعیت موجود فعال نباشد در منوهای مربوط به سناریوها، منوی Startup Year ظاهر می‌شود که سال شروع ویا همان سال احداث خط انتقال را باید وارد کرد.

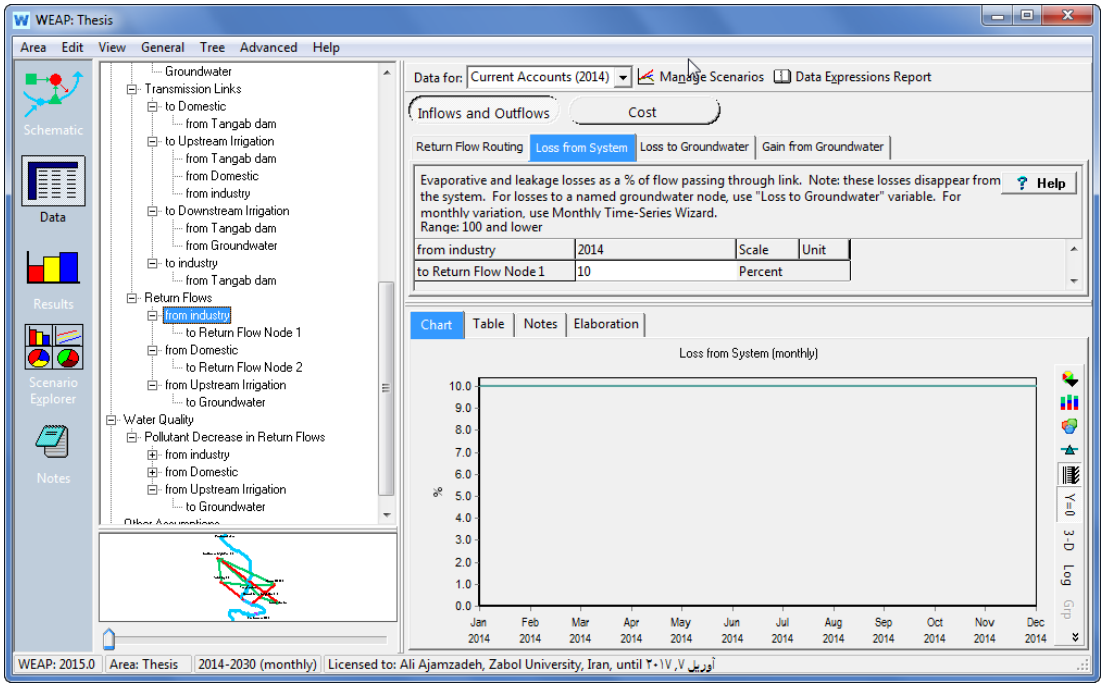
زیرمنوی بعدی، Maximum Flow: % of Demand است، این زیرمنو برای بیان مقدار جریان انتقال یافته ماهیانه توسط خط انتقال به صورت درصدی از نیاز ماهیانه گره نیاز، به کار می‌رود. مثلا در برخی موارد شما تنها می‌دانید که ۲۰ درصد از آب مورد نیاز سالیانه یک نیاز از یک منبع و ۸۰ درصد دیگر آن از منبعی دیگر تامین می‌شود. در این صورت شما باید محدودیت خود را در این زیرمنو ایجاد کنید. برای این کار ابتدا اولویت تامین را برای هر دو منبع بر اساس سیاست‌ها تعیین می‌کنیم(یکی ۱ و دیگری۲)، سپس در زیرمنوی Maximum Flow: % of Demand برای اولویت ۱ مقدار ۲۰ درصد و برای اولویت ۲ مقدار نامحدود را قرار می‌دهیم. این زیرمنو در زمانی که انتقال آب از یک خط ممکن است هزینه بالایی و یا آلودگی کمتری داشته باشد می‌تواند استفاده شود. برای اطلاعات بیشتر به راهنمای مدل مراجعه شود.

منوی Losses: منوی بعدی در یک خط انتقال، منوی Losses است که دارای دو زیرمنوی Loss from System و Loss to Groundwater است که به صورت درصدی از آب انتقال یافته در ماه توسط خط انتقال بیان می‌شوند. Loss from System مقدار آبی است که توسط نشت و یا تبخیر از سیستم خارج می‌شود و Loss to Groundwater مقداری را مشخص می‌کند که به آب زیرزمینی منتقل می‌شود به عبارتی اولی از WEAP خارج می‌شود در حالی که دومی در محاسبات مدل در قالب آب زیرزمینی وارد می‌شود.

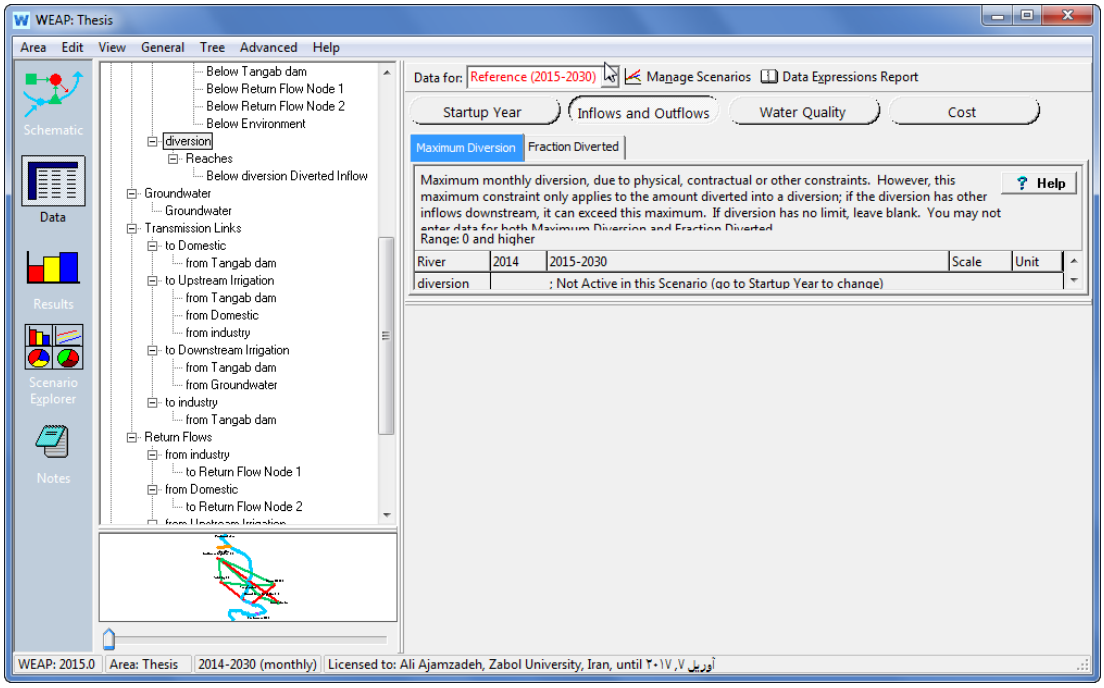


یک گره Return Flow بیانگر جریان بازگشتی از گره نیاز و یا تصفیه خانه است. یک جریان بازگشتی در مدل-سازی دارای دو منوی Inflow and Outflow و Cost است. اولین زیرمنو از منوی Inflow and Outflow، زیرمنوی Return Flow Routing است، این مقدار مشخص کننده کسری از آب خروجی از نیاز است (آبی که برای تامین به نیاز وارد شده منهای هدررفتی که بازگشت ندارد، منهای آن مقداری که توسط سایر نیازها استفاده مجدد شده است) که به مقصد جریان بازگشتی می‌رود. این مقدار می‌تواند ۱۰۰ درصد باشد. لازم به ذکر است که این کسر شامل مقدار آب هدر رفت در طول خط انتقال جریان بازگشتی نمی‌شود و این مقدار جداگانه در Return Flow Losses وارد می‌شود. اگر فاضلاب به یک تصفیه خانه که هنوز فعال نیست انتقال داده‌شود، هیچ

آبی وارد عمل نمی‌شود و در جریان قرار نمی‌گیرد. در زیرمنوی Gain from Groundwater مقدار آبی را که از آب زیرزمینی به خط جریان بازگشتی وارد می‌شود وارد می‌کنیم. مثلا ممکن است در قسمتی از خط انتقال که در پایین سطح آب زیرزمینی قرار دارد لوله سوراخ بوده و آب زیرزمینی به آن وارد شود و باعث افزایش مقدار جریان شود.



یک مسیر انحرافی (diversion) بیانگر آبی از رودخانه یا سایر مسیرهای انحرافی است که یک کانال یا لوله آن را منتقل می‌کند. یک مسیر انحرافی خودش به تنهایی مانند یک رودخانه می‌تواند از ترکیب چندین مخزن، نیروگاه برقابی، حداقل جریان مورد نیاز و... باشد. در درخت داده‌ها یک مسیر انحرافی از زیرشاخه‌های رودخانه است. پس از ایجاد یک مسیر انحرافی در منوی شماتیک مانند یک خط انتقال می‌تواند در وضعیت موجود وجود داشته باشد و یا نباشد. که با کلیک راست کردن بر روی مسیر انحرافی و ورود به زیرمنوی General Info می‌توان تنظیمات مربوط به آن را انجام داد. در صورتی که مسیر ایجاد شده در وضعیت موجود فعال نباشد، باید سال شروع آن را در منوی Startup Year وارد کرد. مقدار Maximum Diversion بیانگر مقدار حداکثر جریانی است که با توجه به محدودیت‌های فیزیکی، سیاسی و یا اجبار می‌تواند از این مسیر انحرافی عبور کند. این مقدار فقط برای ورودی مسیر انحرافی وارد می‌شود و در صورتی که در پایین دست مقداری آب به مسیر انحرافی وارد شود، جریان عبوری می‌تواند از این مقدار تجاوز نماید. مقدار Fraction Diverted بیانگر درصدی از آب است که همیشه در مسیر انحرافی صرفنظر از مقدار نیاز پایین دست رها می‌شود. در صورتی که محدودیتی وجود نداشته باشد می‌توان این دو زیرمنو را خالی رها کرد.

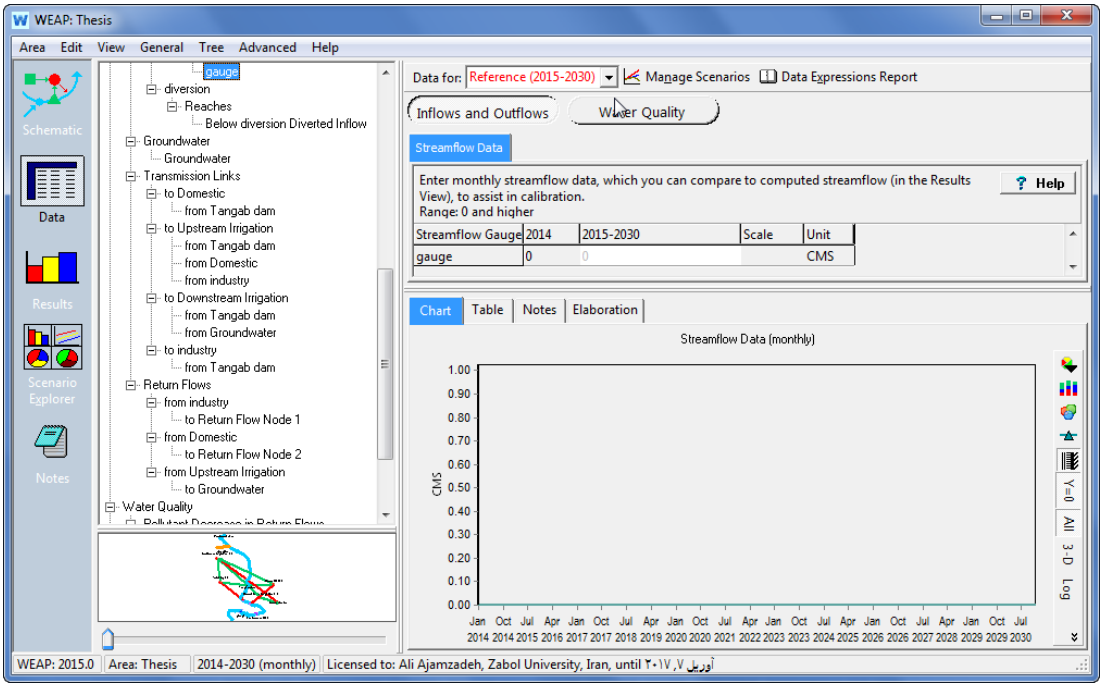


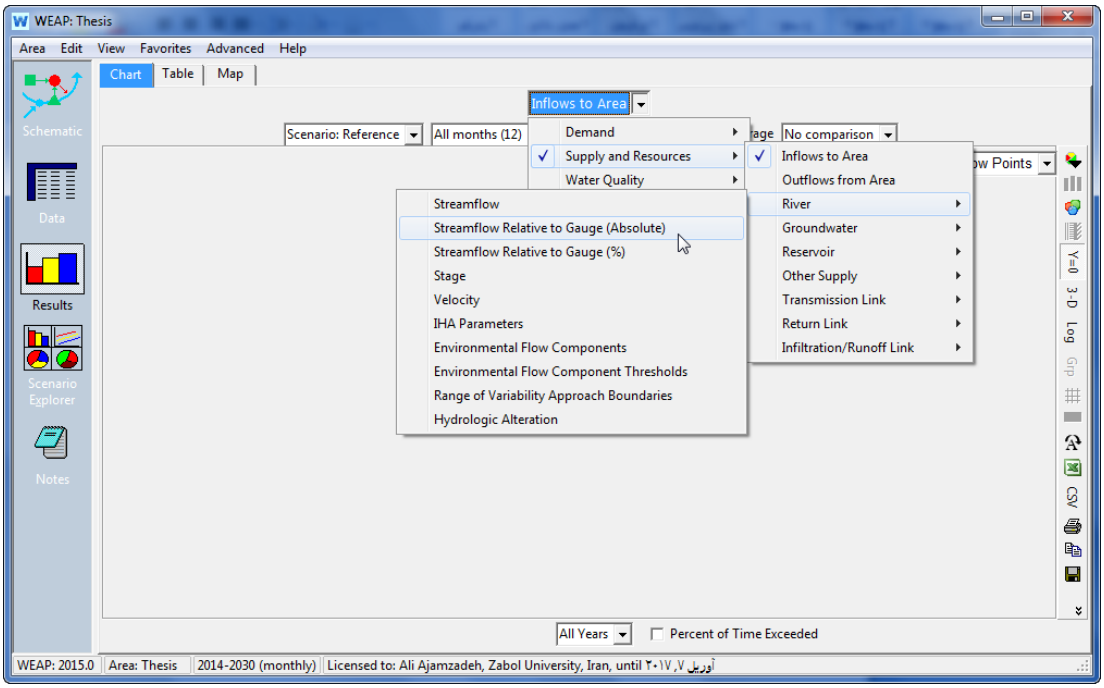
همانطور که بیان شد یک Transmission Link می‌تواند آب را برای استفاده مجدد و همچنین آب مورد نیاز برای گره نیاز را تامین کند و در آن اولویت بندی مهم است. در مقابل یک Return Flow فقط آب را بازگشت می‌دهد به عبارتی آب به سیستم باز می‌گردد یا به آب زیرزمینی یا به آب سطحی و یا به تصفیه خانه و دارای اولویت نیست.

۲-۴-۱۲ گره اندازه گیری جریان(StreamflowGauge)

از گره اندازه گیری جریان به منظور تسهیل مقایسه مابین جریان مدل شده و جریان مشاهداتی استفاده می‌شود. این مقایسه می‌تواند در مورد کمیت و یا کیفیت آب انام شود. دارای دو منوی Inflow and Outflow و Water Quality است. که در منوی اول دارای یک زیرمنو با نام Stream flow Data است که مقادیر مشاهداتی مربوط به دبی را در آن وارد می‌کنیم. مقادیر مربوط به کیفیت مشاهداتی در منوی Water Quality وارد می‌شوند.

در منوی Result بر روی Supply and Resources و River و سپس Streamflow Relative to Gauge برای مقایسه مقادیر مدل شده و مقادیر مشاهداتی کلیک می‌کنیم. مقایسه مابین داده‌های گره اندازه‌گیری جریان و داده‌های شبیه سازی شده توسط مدل درست در گره‌ای که بلافاصله بالادست محل اندازه گیری قرار دارد انجام می‌شود.

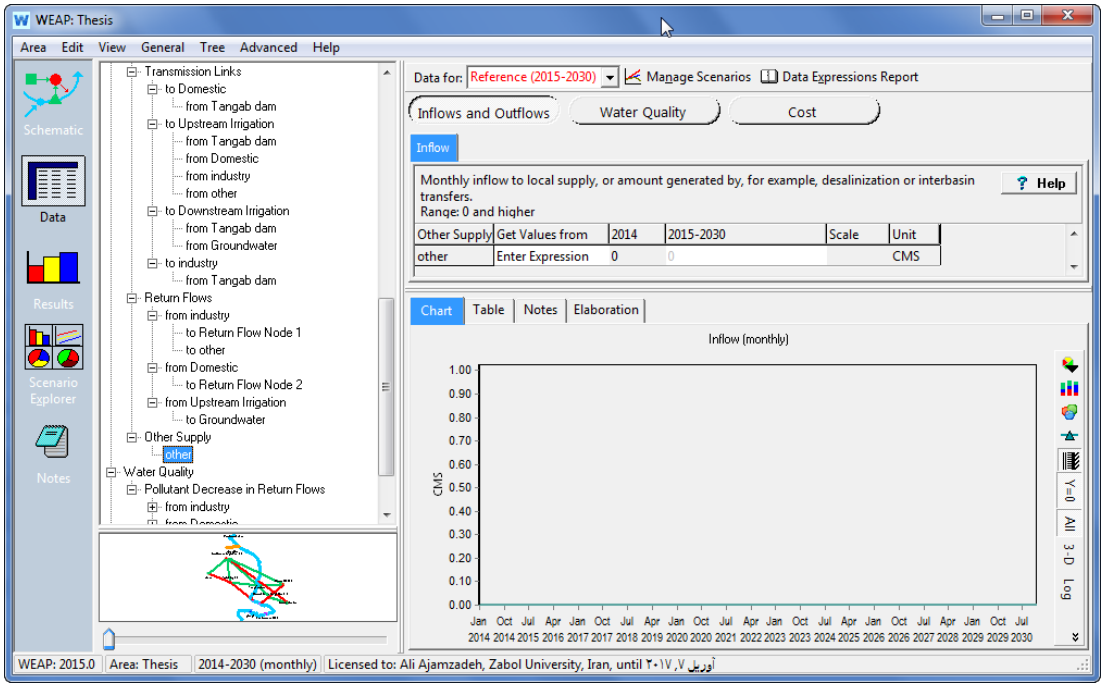




۲-۴-۱۳ سایر منابع تامین(OtherSupply)

سایر منابع تامین بیانگر منابع غیر رودخانه‌ای است که هیچ ظرفیت ذخیره‌ای ندارند. مثلا می‌تواند شامل مسیل و رودخانه‌هایی که متصل نیستند به سیستم و یا اتصالات و انتقالات بین حوضه‌ای باشد. آبی که در یک ماه از

این منابع استفاده نشود نمی‌تواند برای ماه بعد ذخیره شود. با این وجود منابع حاصل از این راه را می‌توان در سدها ذخیره کرد. برای این کار یک خط انتقال از Other Supply به مخزن می‌کشیم. همچنین مقادیر این منبع می‌تواند برای استفاده پایین دست به مسیرهای انحرافی یا رودخانه با یک خط انتقال منتقل شود. بعد از ایجاد یک Other Supply در منوی شماتیک، با راست کلیک کردن و یا انتخاب از درخت داده‌ها می‌توانیم منوهای این منبع را مشاهده کنیم علاوه بر منوی مربوط به کیفیت و هزینه این منبع دارای یک منوی Inflow and Outflow است که دارای یک زیرمنو با نام Inflow است. مقدار ماهیانه جریان تامین شده از این نیاز را در این زیرمنو وارد می‌کنیم.



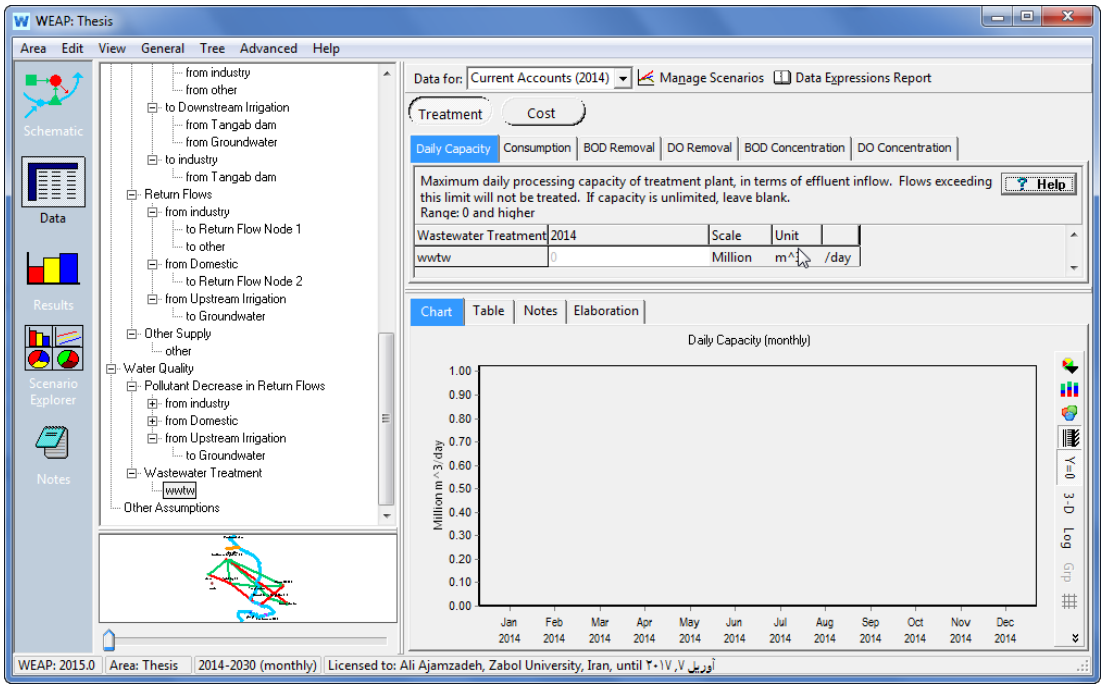
۲-۴-۱۴ تصفیه خانه(WastewaterTreatment)

یک تصفیه خانه در مدل WEAP فاضلاب را از گره نیاز گرفته و آلودگی را از بین می‌برد. فاضلاب تصفیه شده می‌تواند مستقیما توسط یک گره نیاز مورد استفاده قرار گیرد(خط انتقال سبز) و یا به رودخانه یا آبخوان ویا سایر منابع باز گردد (خط بازگشت جریان قرمز رنگ). همچنین یک تصفیه خانه می‌تواند فاضلاب ترکیبی از چند گره و یا ترکیبی با سیلاب را مدل کند. برای انجام این مدل‌سازی از یک حوضه برای مدل‌سازی سیلاب استفاده می‌کنیم و آب حاصل از آن را به تصفیه خانه هدایت می‌کنیم. مقدار ظرفیت روزانه را وارد می‌کنیم. در گام‌های مدل‌سازی اگر جریان ترکیبی از مقدار ظرفیت بالاتر رود مقدار اضافه سر ریز می‌شود.

در زیرمنوی Daily Capacity از منوی Treatment حداکثر ظرفیت روزانه تصفیه خانه وارد می‌شود. این منو در صورتی که محدودیتی برای ظرفیت وجود نداشته باشد باید خالی گذاشته شود. آبی که خارج از ظرفیت تصفیه خانه باشد با خط بازگشت به شکل فاضلاب بازگشت داده می‌شود.

در زیرمنوی Consumption مقدار هدر رفت در تصفیه خانه را نشان می‌دهد. این مقدار به صورت کسری از آب ورودی تصفیه خانه وارد می‌شود.

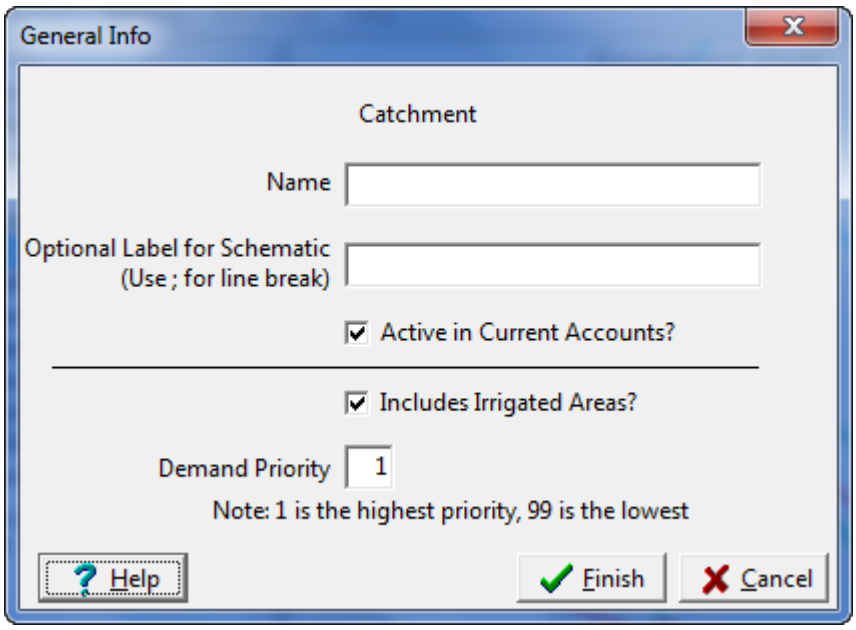
یک تصفیه خانه به دو صورت می‌تواند عمل تصفیه را انجام دهد اول با وارد کردن مقادیر Removal Rate و دوم با وارد کردن مقادیر Concentration. برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به راهنمای مدل مراجعه شود.



۲-۴-۱۵ مدل سازی حوضه(Catchment)

همانطور که قبلا بیان شد، برای شبیه‌سازی حوضه ۵ روش در مدل WEAP قابل استفاده است. این روش‌ها شامل روش‌های ساده و همچنین روش‌های بسیار دقیق هستند. ناگفته نماند که روش‌های بسیار دقیق نیازمند اطلاعات خاص و پیچیده‌ای هستند که در کمتر نقطه‌ای از کشور عزیزمان می‌توان به آن اطلاعات دست یافت. عملا اندازه گیری برخی پارامترها در کشور محدود به شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها است و در حوضه‌های کوچک چندان اطلاعات خاص و دقیق در دسترس نیست. در میان این ۵ روش، روش MABIA و روش PGA روش‌هایی هستند که نیازمند سایر نرم‌افزارها و همچنین اطلاعات خاصی نظیر میزان CO_2، رطوبت لایه‌های خاک و... هستند که با توجه به کمبودها و محدودیت‌ها از بازگویی آن‌ها در این راهنما پرهیز می‌کنیم. دو روش ضرایب ساده شده، روش‌های متوسطی از نظر دقت هستند که در پیاده‌سازی شبیه یکدیگر هستند تنها تفاوت آن‌ها این است که روش Rainfal-Runoff با گرفتن بارش مقدار رواناب و تبخیر و تعرق را محاسبه می‌کند، اما روش Irrigation demand only تنها تبخیر و تعرق را بدست می‌آورد و روانابی محاسبه نمی‌کند. از میان این دو روش ساده در این راهنما روش Rainfal-Runoff و چگونگی پیاده‌سازی آن بیان می‌شود. روش دیگری که در مدل WEAP امکان پیاده سازی آن فراهم شده است که روشی دقیق به حساب می‌آید روش رطوبت خاک است. در این راهنما نحوه پیاده سازی و این روش بیان می‌شود.

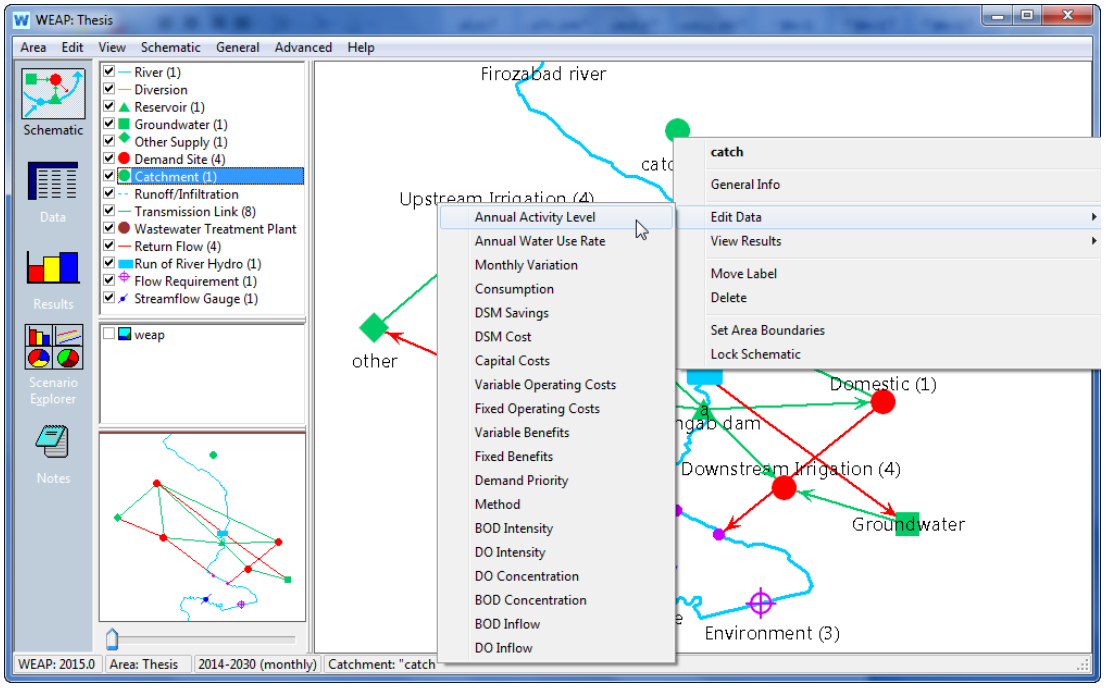
پس از وارد کردن یک حوضه در منوی شماتیک صفحه مربوط به General Info باز می‌شود که اطلاعاتی از کاربر می‌خواهد. این اطلاعات شامل نام و همچنین دو گزینه انتخابی است. انتخاب گزینه اول به منزله این است که به مدل می‌گوییم این حوضه در وضعیت موجود فعال است. گزینه دوم مربوط به نیاز کشاورزی است. با انتخاب این گزینه مدل شبیه‌سازی گیاهی تبخیر و تعرق را انجام داده و نیاز کشاورزی را خودش محاسبه می‌کند. انتخاب این گزینه نیازمند انتخاب اولویت این نیاز است.

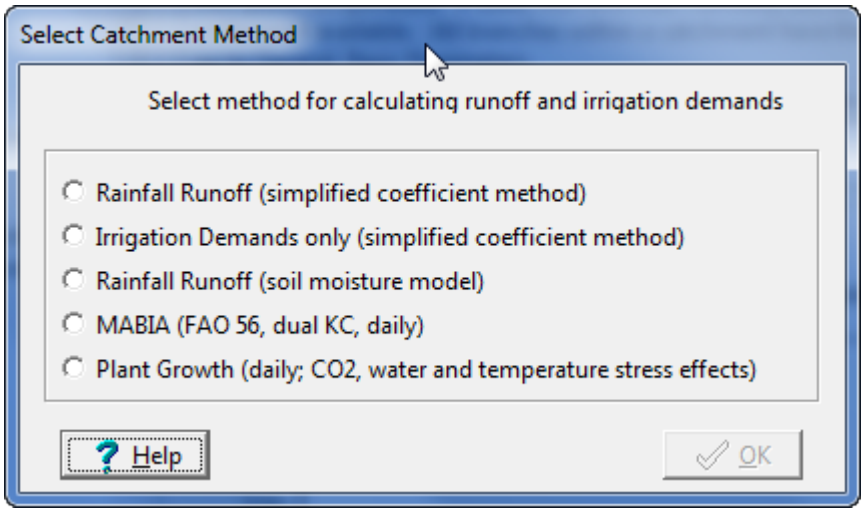


حوضه را باید به رودخانه ارتباط داد این کار با استفاده از Runoff/Infiltration انجام می‌شود(خط چین آبی در منوی شماتیک قسمت راهنمای مدل). با کشیدن و رها کردن این جز، مدل از شما سوالی می‌پرسد که آیا این خط، حوضه را به رودخانه (نام رودخانه را بیان می‌کند) ارتباط دارد؟، گزینه Yes را انتخاب می‌کنیم. خط چین از حوضه به ابتدای رودخانه متصل می‌شود. لازم به ذکر است که حوضه می‌تواند هم به آب زیرزمینی و هم به جریانات سطحی متصل شود. در صورتی که به رودخانه متصل شود مقادیر رواناب حاصله همان مقادیر رواناب رودخانه در نظر گرفته می‌شود. در واقع بعد از رها کردن خط ارتباط از ما سوال می‌پرسد که آیا رواناب حاصله از حوضه مشخص شده، به عنوان هد جریان رودخانه در نظر گرفته شود؟ با انتخاب گزینه Yes در قسمت رواناب رودخانه (Headflow) نوشته به معنی تامین از طریق جریان حوضه(Inflow from Catchment) ظاهر می‌شود. اگر رواناب حاصل از حوضه به آب زیرزمینی ریخته شود، آنگاه مدل در روش رطوبت خاک، خاک را به جای دو لایه با یک لایه مدل می‌کند.

در روش بارش-رواناب برای شبیه‌سازی حوضه، عمل روندیابی جریان رواناب با بیان درصدی از خروجی حوضه اعمال می‌شود. به عبارت دیگر اگر رواناب حاصل از حوضه به چند رودخانه سرازیر شود آنگاه باید درصدی از رواناب که به هر مسیر می‌رود را مشخص کرد. برای این‌کار ابتدا بر روی خط انتقال کلیک راست کرده و در منوی Edit Data مقدار را به درصد در زیرمنوی Runoff Fraction وارد می‌کنیم. لازم به ذکر است که مجموع این مقادیر برای تمام رودخانه‌ها باید به ۱۰۰ برسد. در سه روش دیگر(MABIA، PGA و روش رطوبت خاک) از آنجا که رواناب به بیش از یک گره آب سطحی یا زیرزمینی سرازیر می‌شود، برای تخصیص و پخش کردن مقادیر رواناب حوضه باید مقادیر کسری از آب سطحی یا آب زیرزمینی را وارد کرد. مجموع مقادیر باید به ۱۰۰ برسد.

با راست کلیک کردن بر روی گره حوضه و انتخاب Edit Data می‌توان اطلاعات مربوطه را وارد کرد. این کار را می‌توان از درخت داده‌ها نیز انجام داد. پس از ورود به قسمت داده‌ها اول مدل از شما می‌خواهد که روش مدل‌سازی حوضه را انتخاب کنید. با انتخاب هر یک از روش‌ها، اطلاعات مورد نیاز نیز تغییر می‌کند. در ادامه به بررسی نحوه پیاده سازی و اطلاعات مورد نیاز دو روش بارش-رواناب و روش رطوبت خاک می‌پردازیم.





۲-۵ پیاده سازی روش بارش-رواناب در مدل WEAP

با انتخاب این روش، مدل به ۹ منو تقسیم می‌شود. اولین منو که مربوط به کاربری زمین(Land Use) است، سه زیر منو دارد که در زیر معرفی می‌شوند:

محدوده(Area): مقدار زمینی که برای حوضه و یا زیرحوضه‌ها در نظر می‌گیریم. لازم به ذکر است که می‌توان از درخت داده‌ها و راست کلیک کردن بر روی حوضه، زیرحوضه‌هایی را با زدن گزینه Add به آن اضافه کرد. پس از اضافه کردن زیر حوضه، با کلیک بر روی حوضه، می‌توان داده‌های حوضه و تمام زیرحوضه‌ها را وارد کرد. برای این کار می‌توان از واحدهای مربوط به مساحت نظیر هکتار و یا متر مربع استفاده کرد و یا با انتخاب Share زیر حوضه‌ها را به صورت درصدی از مساحت حوضه اصلی معرفی کرد. در این مورد می‌توان برای بدست آوردن مقادیر از توابع Expersion Builder استفاده کرد. مثلا حوضه را به دو زیر حوضه تقسیم کرد و یکی را از گزینه Share و انتخاب عدد ۶۰ معرفی کرد (یعنی ۶۰ درصد از کل حوضه مربوط به این زیرحوضه است) و در مورد زیرحوضه دوم از عبارت باقی مانده ۱۰۰ ((Reminder(100)) استفاده کرد. به این طریق باقی‌مانده حوضه به زیرحوضه دوم اختصاص می‌یابد.

پارامتر Ks: ضریب گیاهی مربوط به محصول مبنای مدل‌سازی است. در اینجا برای هر نوع محصول بیان می‌شود. اگر در یک حوضه یا زیر حوضه چند محصول کشت می‌شود باید آن حوضه یا زیرحوضه را به چند زیرحوضه دیگر تقسیم کرد به طوری که تعداد حوضه‌ها و یا زیرحوضه‌ها به اندازه محصولات شود. در زمانی که در یک زمین در طول سال دو یا چند محصول کشت می‌شود، دو شاخه در درخت داده‌ها درست کرده و برای زمانی از سال که محصول اول کشت می‌شود مقدار Ks برای محصول دوم را صفر قرار می‌دهیم و در زمانی که محصول دوم کشت می‌شود مقدار Ks محصول اول را برابر صفر قرار می‌دهیم. برای مثال اگر در ماه‌های نوامبر تا مارس گندم و از ماه می تا سپتامبر ذرت در زمینی کشت شود مقادیر ks به صورت زیر برای دو محصول وارد می‌شود.

Wheat: Kc = MonthlyValues(Jan, 1.15, Feb, 1.15, Mar, 0.4, Apr, 0.05, May, 0, Jun, 0, Jul, 0, Aug, 0, Sep, 0, Oct, 0, Nov, 0.4, Dec, 0.7)

Corn: Kc = MonthlyValues(Jan, 0, Feb, 0, Mar, 0, Apr, 0, May, 1, Jun, 1.15, Jul, 1.15, Aug, 1.05, (Sep, 1.05, Oct, 0.05, Nov, 0, Dec, 0

برای مدل کردن زمین‌های دو محصولی می‌توان از میانگین وزنی Ks نیز استفاده کرد و آن‌ها را در یک شاخه مدل کرد. لازم به ذکر است که عدد ۰ برای Ks به این معنی است که مدل دیگر آن زمین را در نظر نمی‌گیرد و تبخیر و تعرق و بارش را برای آن محاسبه نمی‌کند. در مواردی که نمی‌خواهیم این اتفاق بیوفتد مقداری نزدیک به صفر مثلا ۰/۰۵ را برای Ks انتخاب می‌کنیم. مثلا برای زمین‌های کشت دیم و یا زمین‌هایی که شخم زده هستند.

بارش موثر(Effective Precipitation): بیانگر درصدی از بارش است که در فرآیند تبخیر و تعرق قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مابقی بارش تبدیل به رواناب می‌شود.

منوی آب و هوا (Climate) برای ورود داده‌های مربوط به آب و هوا تعبیه شده است. در این روش نیازمند وارد کردن بارش و تبخیروتعرق هستیم. بسته به تنضیماتی که در منوی General و زیرمنوی Basic Parameters

انجام داده‌ایم، مقادیر بارش و تبخیروتعرق می‌تواند یک بار برای هر حوضه اعمال شود و به برای تمام زیر شاخه ها استفاده شود و یا می‌تواند جداگانه برای هر شاخه از حوضه وارد شود. حالت اخیر برای زمانی موثر است که تغیرات ارتفاع زیادی در حوضه میان کاربری‌های اراضی مختلف وجود داشته باشد. حوضه را به چند حوضه تقسیم کرده که هر کدام دارای ارتفاع‌های تقریبا یکسانی باشند با این کار آب و هوا در هر حوضه با کاربری زمین تغییر نمی‌کند.

این منو دارای دو زیرمنو است که مقادیر بارش و تبخیر و تعرق را در آن وارد می‌کنیم. این مقادیر را می‌توان از فایل خواند.

اگر در زمان ایجاد حوضه، انتخاب کرده باشیم که تبخیر و تعرق را خود مدل انجام دهد(با انتخاب و زدن تیک مربوط به آبیاری) منوی Irrigated جز منوهای این روش ظاهر می‌شود. اگر کاربری حوضه انتخابی برای انجام تبخیروتعرق انتخاب شده در قسمت Irrigated عدد ۱ و در غیر این صورت عدد ۰ را انتخاب می‌کنیم. این مقدار برای وضعیت موجود و تمام سناریوها یکسان است. زیرمنوی بعدی در این منو، Irrigation Fraction است که در این زیرمنو مقدار درصد آبی که صرف تبخیر و تعرق می‌شود (درصدی از آب در دسترس برای تامین) وارد می‌شود.

منوی بعدی مربوط به استفاده مجدد است که دارای یک زیرمنو است که در آن باید مقدار نرخ استفاده مجدد را وارد کرد. که نشانگر مقدار آبی است که توسط گره نیاز در چرخه استفاده مجدد قرار می‌گیرد که باعث کاهش تقاضا می‌شود. چرا که مدل مقدار تقاضا را برابر با مقدار نیاز ضرب در ضریب یک منهای نرخ استفاده مجدد، قرار می‌دهد.

منوی بعدی، Yield است. در این منو مشخصات مربوط به محصول وارد می‌شود. این منو دارای زیرمنوهایی است که در زیر به معرفی هر کدام می‌پردازیم:

زیرمنوی Potential Yield حداکثر میزان تولید محصول در هر هکتار در منطقه مورد نظر را مشخص می‌کند. مثلا ۷۰۰۰ کیلوگرم در هر هکتار. این عدد مربوط به زمانی است که مقدار تبخیر و تعرق واقعی با تبخیروتعرق مرجع برابر باشد یعنی در زمان ایده‌آل برای گیاه.

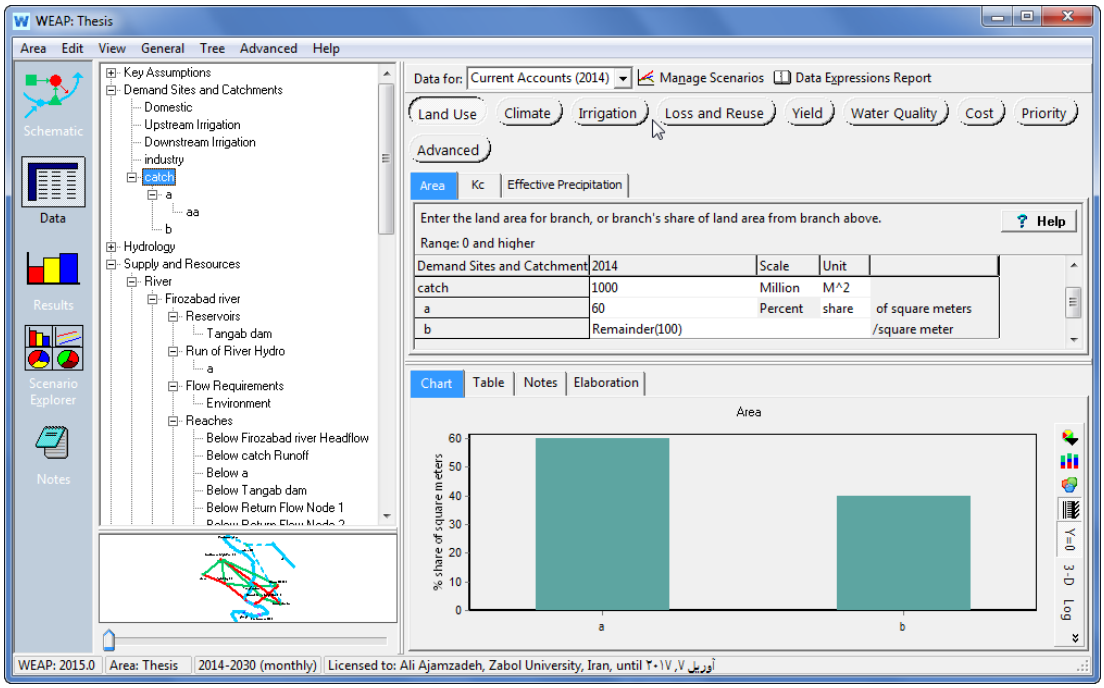
زیرمنوی Yield Response Factorمشخص کننده چگونگی تغییر محصول برای زمانی است که تبخیر و تعرق واقعی کمتر از تبخیر و تعرق مرجع است. مقدار محصول واقعی از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

ActualYield= PotentialYield * (1-YieldResponseFactor*(1-(ETActual/ETPotential)))

در زیرمنوی Market Price قیمت محصول در هنگام فروش را وارد می‌کنیم. این مقدار برای محاسبات مالی وارد می‌شود.

در زیرمنوی Planting Date زمان کاشت محصول را وارد می‌کنیم. یعنی ماه کشت. مقدار محصول در صورتی که تبخیر و تعرق واقعی کمتر از تبخیر و تعرق پتانسیل باشد در فصل پرورش گیاه (از ماه کاشت تا ماه برداشت)کاهش می‌یابد. تاریخ کاشت و تاریخ برداشت تنها برای محاسبه‌ی کاهش محصول بر اثر استرس آبی استفاده می‌شود و در محاسبات مربوط به آبیاری و دیگر محاسبات نقشی ندارد. اگر تاریخ را خالی بگذاریم به صورت پیش فرض در ابتدای سال آبی در نظر گرفته می‌شود. ماه مربوط به برداشت در Harvest Date وارد می‌شود.

تنظیمات مربوط به کیفیت و هزینه نیز مانند سایر نیازها وارد می‌شود. اطلاعات بیشتر در این ضمینه در راهنمای مدل آورده شده است.



۶-۲ پیاده سازی روش رطوبت خاک در مدل WEAP

با استفاده از منوی Advace می‌توان روش مربوط به مدل‌سازی حوضه را تغییر داد. روش بعدی که در منابع آب و تحلیل سیاست‌ها کاربرد دارد روش رطوبت خاک است. این روش یک روش بارش-رواناب قوی محسوب می‌شود. روش رطوبت خاک می‌تواند حوضه را هم به عنوان یک گره کشاورزی و هم به عنوان یک گره بارش-رواناب مدل کند. این روش دارای ۹منو اصلی است که در ادامه به معرفی هر کدام از منوها و زیرمنوهای مربوط به آن می‌پردازیم.

منوی کاربری اراضی (Land Use): این منو اطلاعات مربوط به کاربری اراضی را در زیرمنوهای خود جمع‌آوری می‌کند. این منو دارای ۱۰ زیر منو است که به ترتیب در زیر معرفی می‌شوند:

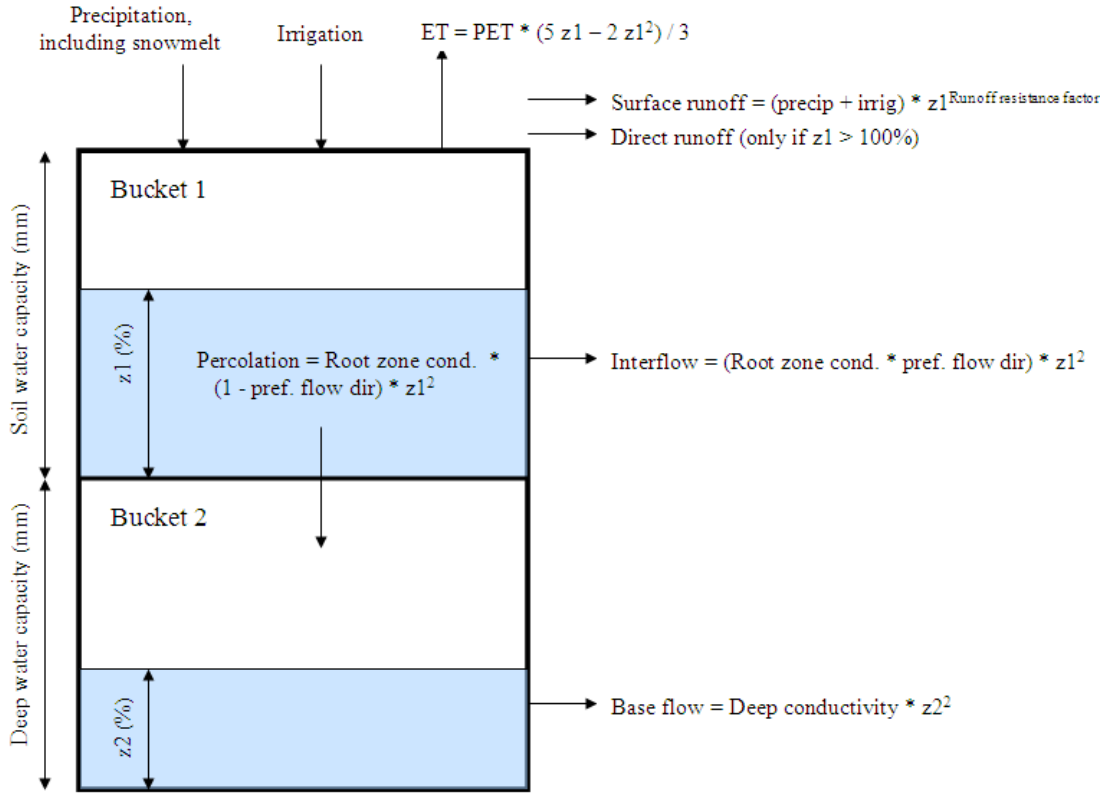
زیرمنوی Area مربوط به مقادیر زمین در دسترس در هر شاخه و یا زیرشاخه است. این زیرمنو مانند منوی Area در روش بارش-رواناب وارد می‌شود.

زیر منوی Ks مربوط به ضرایب گیاهی یا همان ضرایب محصول است که برای هر نوع زمین وارد می‌شود. این مقادیر نیز مانند مقادیر Ks موجود در روش بارش-رواناب وارد می‌شوند.

زیرمنوی Soil Water Capacity مقدار ظرفیت نگهداری آب در لایه بالایی خاک را مشخص می‌کند. این مقدار بر اساس میلی‌متر وارد می‌شود.

زیر منوی Deep Water Capacity مقدار ظرفیت نگهداری آب در لایه پایینی خاک را نشان می‌دهد. این مقدار بر اساس میلی‌متر بیان می‌شود و برای تمام حوضه یک مقدار واحد است و با تغییر در کاربری تغییر نمی‌کند. این مقدار در صورتی که آب بازگشتی از نیاز به گره آب زیرزمینی وصل شود نادیده گرفته می‌شود.

لازم به ذکر است که روش رطوبت خاک، خاک را به صورت دولایه در نظر می‌گیرد و متغیرهای مربوط به هر لایه را در محاسبات اثر می‌دهد.



در زیرمنوی Deep Conductivity مقدارهدایت هیدرولیکی (طول بر زمان) مربوط به لایه دوم(عمیق) وارد می‌شود. این مقدار مربوط برای زمانی است که ظرفیت z2 (اشباع کامل) برابر یک باشد. این ضریب مقدار گذردهی لایه زیرین را مشخص می‌کند و برای تمام حوضه به صورت ثابت است و بر اساس کاربری تغییر نمی‌کند. اگر این پارامتر افزایش یابد مقدار جریان زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد. این ضریب نیز در صورتی که آب بازگشتی از گره نیاز به آب زیرزمینی متصل شود نادیده گرفته می‌شود.

زیر منوی Runoff Resistance Factor برای کنترل واکنش رواناب سطحی استفاده می‌شود. (یعنی همان ضریب مقاومت جریان). این مقدار وابسته به پارامترهایی نظیر ضریب لایه منطقه و شیب زمین است.رواناب تمایل به کاهش با مقادیر بالاتر این ضریب را دارد(مقادیر بین ۰/۱ تا ۱۰). به عبارت دیگر این ضریب با مقدار رواناب رابطه عکس دارد. رواناب به دام افتاده در باران گیرش‌ها و یا تالاب ها به وسیله این ضریب بیان می‌شود (تلفات ابتدایی بارش). این مقدار می‌تواند برای کاربری‌های مختلف متفاوت باشد.

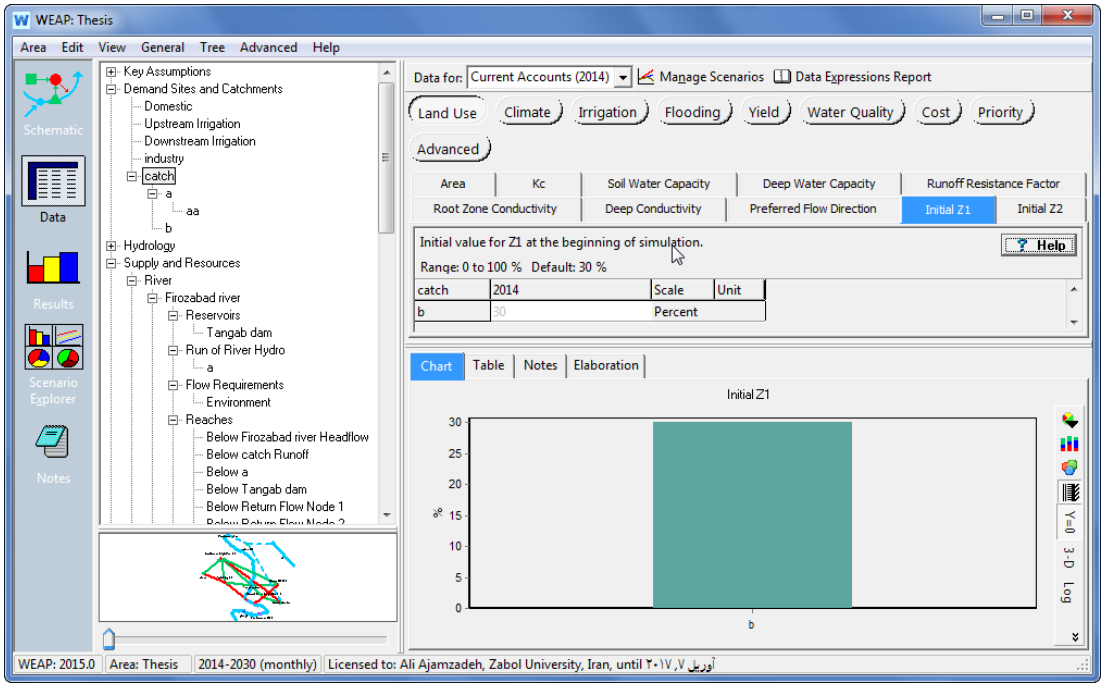
زیرمنوی Root Zone Conductivity ضریب هدایت هیدرولیکی محدوده ریشه برای لایه بالایی را مشخص می‌کند. به عبارتی میزان هدایت هیدرولیکی محدوده ریشه در حالت اشباع (زمانی که z1 برابر یک است) را بیان

می‌کند. این مقدار بر اساس سهم مسیر جریان(Preferred Flow Direction) بین جریان ورودی و جریان به لایه پایین‌تر دسته‌بندی می‌شود. این مقدار می‌تواند از کاربری به کاربری دیگر متفاوت باشد.

زیرمنوی Preferred Flow Direction مسیر جریان را مشخص می‌کند. عدد یک به معنی کاملا افقی و عدد 0 به معنی کاملا عمودی است. این مقدار برای دسته بندی جریانی که از محدوده ریشه خارج می‌شود استفاده می‌شود. این جریان را بین جریان ورودی و جریانی که به لایه پایین‌تر می‌رود (یا آب زیرزمینی) تقسیم بندی می‌کند. این مقدار بر اساس نوع کاربری می‌تواند متفاوت باشد.

زیرمنوی Initial Z1 مقدار اولیه برای Z1 در شروع شبیه‌سازی را بیان می‌کند. مقدار Z1 مقدار ذخیره‌ای وابسته‌ای است که به عنوان درصدی از کل ذخیره موثر منطقه ریشه بیان می‌شود. به عبارتی چند درصد از عمق لایه اول اشباع است در ابتدای مدل‌سازی.

زیرمنوی Initial Z2 مقدار اولیه برای Z2 در شروع شبیه‌سازی را بیان می‌کند. درصدی از ذخیره کل لایه دوم است که در صورتی که در گره نیاز مقدار نفوذ یا رواناب به گره آب زیرزمینی متصل شود نادیده گرفته می‌شود. این مقدار می‌تواند بر اساس کاربری متفاوت باشد.



منوی آب و هوا (Climate): بسته به تنظیمات منوی General و زیرمنوی Basic Parametrs داده‌ها و مقادیر برای همه‌ی متغیرهای این منو می‌تواند یک بار برای همه حوضه وارد شود و یا به طور جداگانه برای هر زیرشاخه اعمال شوند. همانگونه که قبلا نیز بیان شد حالت دوم برای زمانی مفید است که تغییرات ارتفاعی در منطقه زیاد باشد. این منو دارای ۱۰ زیرمنو است که در ادامه معرفی می‌شوند:

زیرمنوی‌های بارش(Precipitation)، دما(Temperature)، رطوبت(Humidity) و باد(Wind) مقادیر متوسط ماهیانه این مقادیر را شامل می‌شوند که می‌توانند از طریق فایل اکسل فراخوانی شوند.

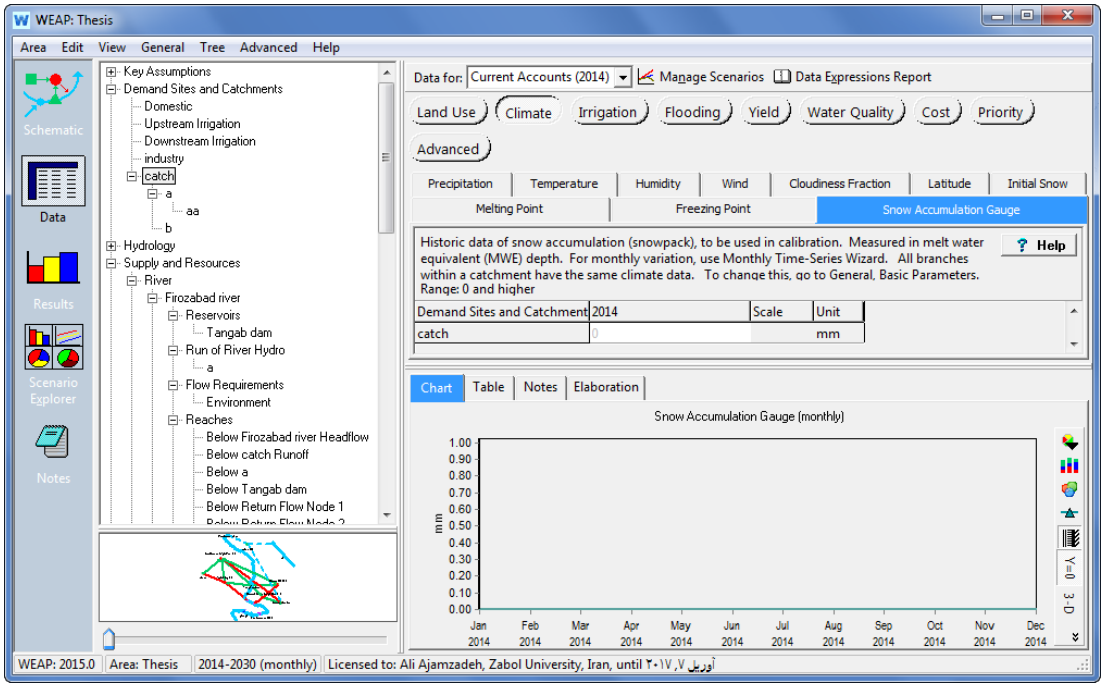
زیرمنوی Cloudiness Fraction بیانگر کسری از ساعات شبانه روز است که ابر در آسمان وجود ندارد. عدد صفر نشانگر آسمان کاملا ابری و عدد یک نشانگر آسمان صاف و بدون ابر است. اگر این زیرمنو خالی گذاشته شود به طور پیش‌فرض برابر ۱ درنظر گرفته می‌شود به این معنی که هیچ ابری وجود ندارد.

در زیرمنوی Latitude عرض جغرافیایی را به درجه بیان می‌کنیم.

در زیرمنوی Initial Snow مقدار اولیه انباشتگی برف در اولین ماه شبیه‌سازی را وارد می‌کنیم. این مقدار برای همه شاخه‌ها و زیر شاخه‌ها یکسان وارد می‌شود.

در زیرمنوی Melting Point درجه سلسیوس معادل با نقطه ذوب برف را وارد می‌کنیم. و در زیر منوی Freezing Point درجه سیلسیوس معادل با تشکیل برف را وارد می‌کنیم.

زیرمنوی Snow Accumulation Gauge بیانگر داده‌های مشاهداتی مربوط به انباشتگی برف است که برای کالیبراسیون استفاده می‌شوند. این مقادیر معادل ارتفاع مقدار آب ذوب شده است.



در مناطقی که کشت برنج وجود دارد به خاطر اینکه آب سرریز شده وارد زمین‌های مجاور می‌شود و به نوعی سیلاب ایجاد می‌کند مدل‌سازی متفاوتی را می‌طلبد. مقادیر مربوط به این پدیده در منوی Flooding وارد می‌شوند. زیرمنوهای این منو به صورت زیر هستند:

زیرمنوی Maximum Depth بیانگر حداکثر عمق آب بروی زمین است. برای زمین‌های سیلابی و یا زمین‌های زیرکشت برنج این ارتفاع برابر با ارتفاع خاکریزی است که آب را نگهداری می‌کند. زمانی که آب به این ارتفاع

می‌رسد هر مقدار اضافه از آب سرریز می‌شود. این مقدار بسته به مقدار Flood Return Fraction که در ادامه معرفی می‌شود دارد. این مقدار ممکن است در هر گام زمانی متفاوت باشد. برای مثال اگر زمین‌های برنج با یک خاکریز ۱۵۰ میلی متری در ماه می سیلابی باشند و در ماه سپتامبر زهکش شود، آنگاه عبارت وارد شده به صورت زیر می‌باشد:

MonthlyValues(Apr, 0, May, 150, Aug, 150, Sep, 0)

در این حالت مقدار باقی‌مانده‌ای که در آخر ماه آگوست بیشتر از ظرفیت زمین است به عنوان رواناب در ماه سپتامبر در نظر گرفته می‌شود. برای دشت‌های سیلابی این مقدار برابر حداکثر عمق آب که در سطح زمین جاری می‌شود است که با توجه به توپوگرافی مشخص می‌شود.

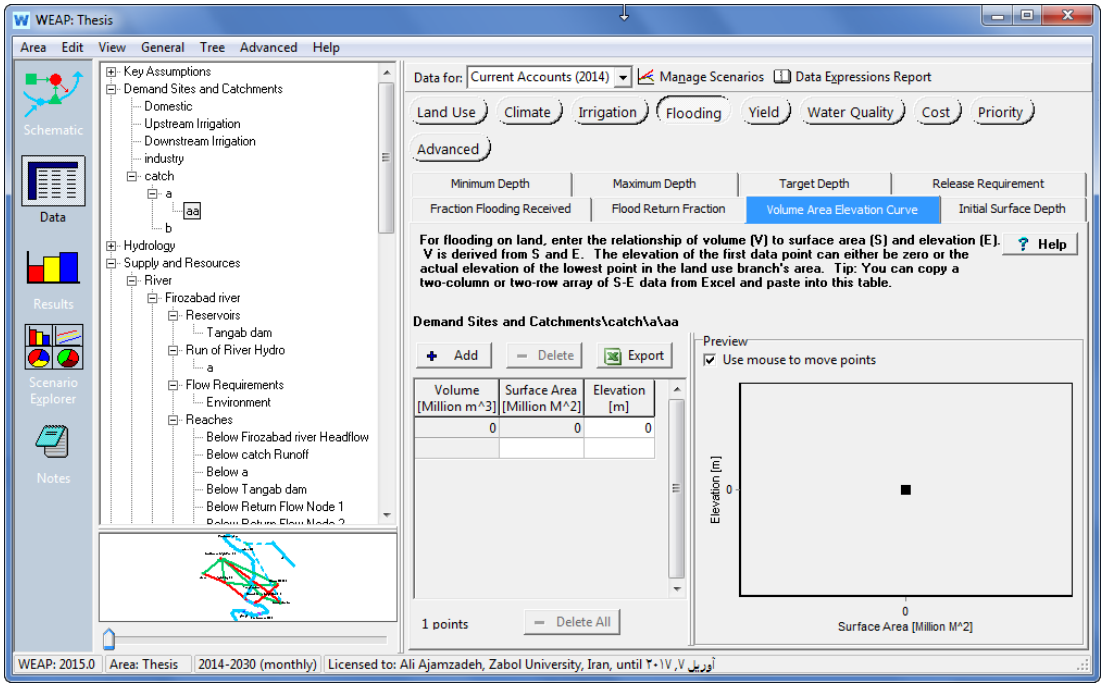
زیرمنوهای Minimum Depth و Target Depth در ارتباط با یکدیگر عمل می‌کنند. مقادیر حداقل عمق مورد نیاز برای بقای گیاه را در زیرمنوی Minimum Depth وارد می‌کنیم. وقتی سطح آب موجود بر روی زمین از مقدار مینیمم کمتر شود مدل WEAP با مقدار آب مناسب آبیاری را آغاز می‌کند تا سطح آب به مقدار وارد شده در Target Depth برسد. زمانی که آب بین عمق هدف و حداقل عمق است هیچ آبیاری صورت نمی‌گیرد. اگر خالی گذاشته شود به معنی عمق صفر است. مقدار مینیمم عمق را در ماه‌هایی که نیاز است عمق به عمق هدف خیلی نزدیک باشد، برابر عمق هدف قرار می‌دهیم. برای دشت‌های سیلابی مقدار عمق حداقل و هدف برابر صفر قرار داده می‌شود با این ترفند هیچ آبیاری انجام نمی‌شود و کشت سیلابی (دیم) است.

زیرمنوی Release Requirement: زمانی که ذخیره آب سطحی در کاربری‌های مختلف چه برای کشت برنج و چه زمین‌های دیم مدل می‌شود، مقدار نیاز رها شده (که همان مقدار آبی است که در گام زمانی آزاد شده)، باید جایگزین شود. این برای معتدل نگه داشتن دمای آب برای برنج انجام می‌شود. مقدار آب آزاد شده در هر گام زمانی نباید از مقدار آبی که در ذخیره سطح وجود در ابتدای گام زمانی وجود دارد فراتر رود. به عنوان مثال اگر مقدار نیازی که باید در ماه آگوست آزاد شود برابر ۱۰۰ میلی‌متر باشد اما مقدار آبی که در سطح وجود دارد در ابتدای ماه آگوست برابر ۷۵ میلی‌متر است، در این صورت مقدار نیاز آزادشده برابر با ۷۵ میلی‌متر است که باعث می‌شود تمام آب جایگزین شود. به عبارتی چه مقدار آب در ماه نیاز است که اضافه و جایگزین شود.

زیرمنوی Fraction Flooding Received: شاخه‌های کاربری اراضی جریان سیلابی که از رودخانه وارد حوضه می‌شود را تقسیم می‌کنند. مقداری را که هر کدام از کاربری‌ها دریافت می‌کنند وارد می‌کنیم. اگر اراضی سیلابی نیستند مقدار این متغیر باید خالی رها شود.

درصدی از آب که بالای عمق حداکثر قرار دارد و از شاخه در هر گام زمانی خارج می‌شود را در قسمت Flood Return Fraction وارد می‌شود.

در زیرمنوی Volume Area Elevation Curve مقادیر حجم، سطح و ارتفاع را که مشخص کننده توپوگرافی منطقه است را وارد می‌کنیم. اگر زمین شیب ندارد این متغیر را خالی قرار می‌دهیم. مقدار اولیه برای عمق سطحی را در هنگام شروع مدل‌سازی در زیرمنوی Initial Surface Depth وارد می‌شود.



در صورتی که در هنگام ایجاد حوضه در منوی شماتیک، انتخاب کرده باشیم که تبخیر و تعرق توسط مدل انجام شود منوی Irrigated به منوها اضافه می‌شود. این منو دارای سه زیرمنو است. زیرمنوی Irrigated Area مقدار درصدی از کل زمین است که آبیاری می‌شود. زیرمنوی Lower Threshold مقدار رطوبت خاکی را مشخص میکند که وقتی رطوبت از آن پایین تر رفت آبیاری انجام می‌شود. و منوی Upper Threshold مقدار رطوبت خاکی را مشخص می‌کند که وقتی به آن مقدار رسید آبیاری متوقف می‌شود.

سایر منوها و زیرمنوها همانند روش بارش رواناب است.

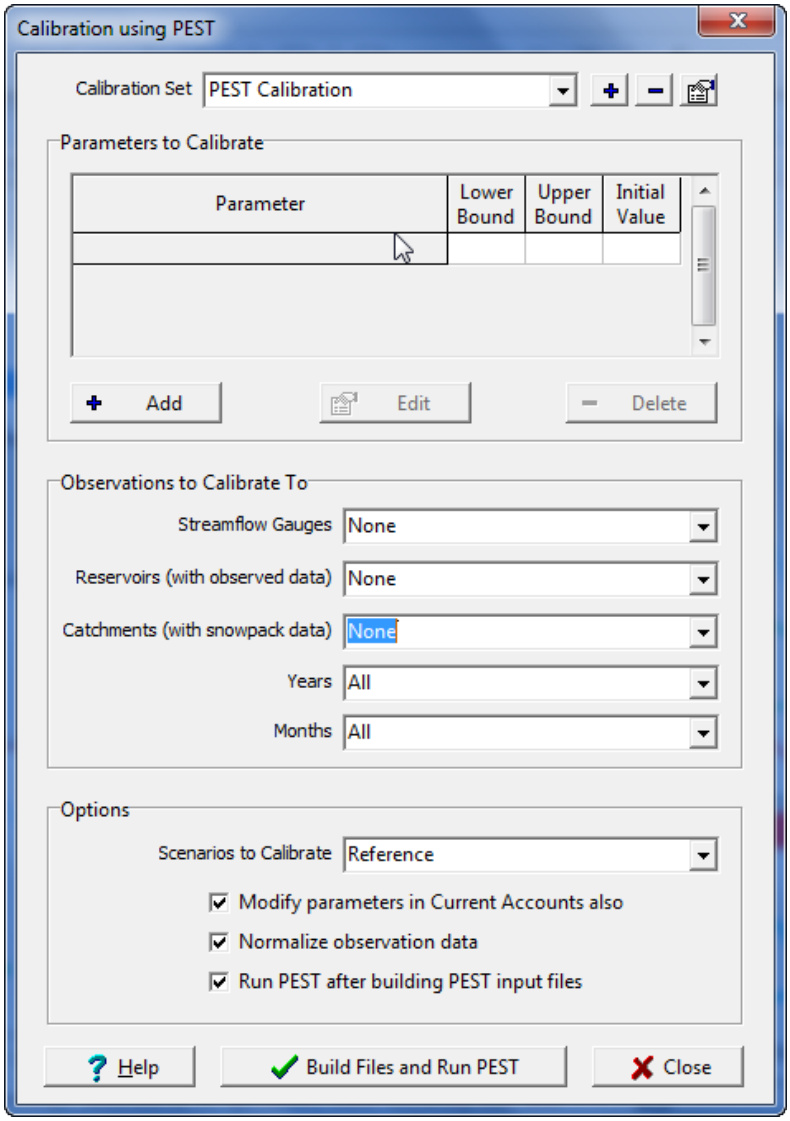
۷-۲ کالیبراسیون مدل WEAP

درمدلWEAP می‌توان کالیبراسیون را به صورت دستی انجام داد به این صورت که اطلاعات را وارد کرده و از طریق نقاط کنترلی که داریم به مقایسه بپردازیم و نتایج مدل را با نتایج واقعی مقایسه کنیم. اگر اختلافی وجود داشت ضرایب و پارامترهایی که به نظر اشتباه است را تغییر داده تا به نتیجه برسیم. این کار بسیار زمانبر است و در پروژه های بزرگ بسیار وقت گیر بوده و عملا کاری نشدنی است. درمدل WEAP یک الگوریتم برای کالیبراسیون اضافه شده است که زیاد قوی نیست اما فرایند کالیبراسیون را می‌تواند انجام دهد. با سه داده مشاهداتی اینکار را انجام می‌دهد. اول داده مشاهداتی دبی (ایستگاه‌های هیدرومتری در طول رودخانه) دوم اطلاعات مربوط به برف (روش رطوبت خاک) و سوم اطلاعات حجم مخزن.

مدل WEAP با یک ابزار برآورد پارامتر ارتباط برقرار می‌کند. این ابزار برآورد که در مدل با نام PEST مشخص شده‌است به کاربران اجازه می‌دهد به طور خودکار پروسه مقایسه خروجی مدل با داده‌های مشاهداتی و اصلاح

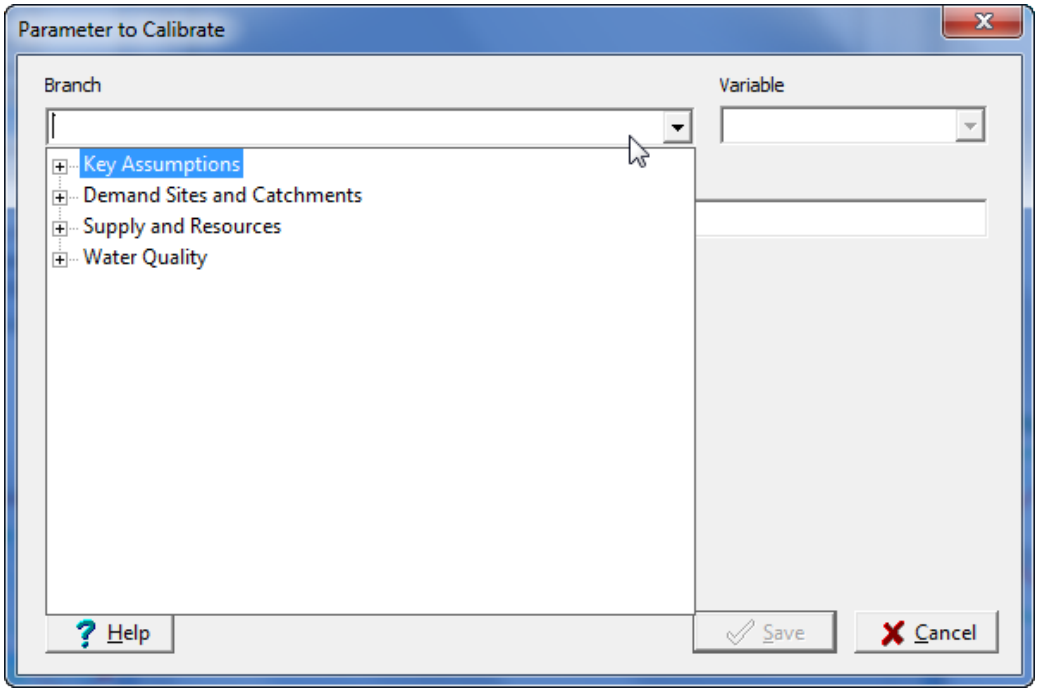
پارامترهای مدل در جهت افزایش دقت را انجام دهند. از PEST برای کالیبره کردن یک یا چند متغیر می‌توان استفاده کرد. PEST یک ابزار برای تخمین پارامترهای غیروابسته و آنالیز عدم قطعیت است.

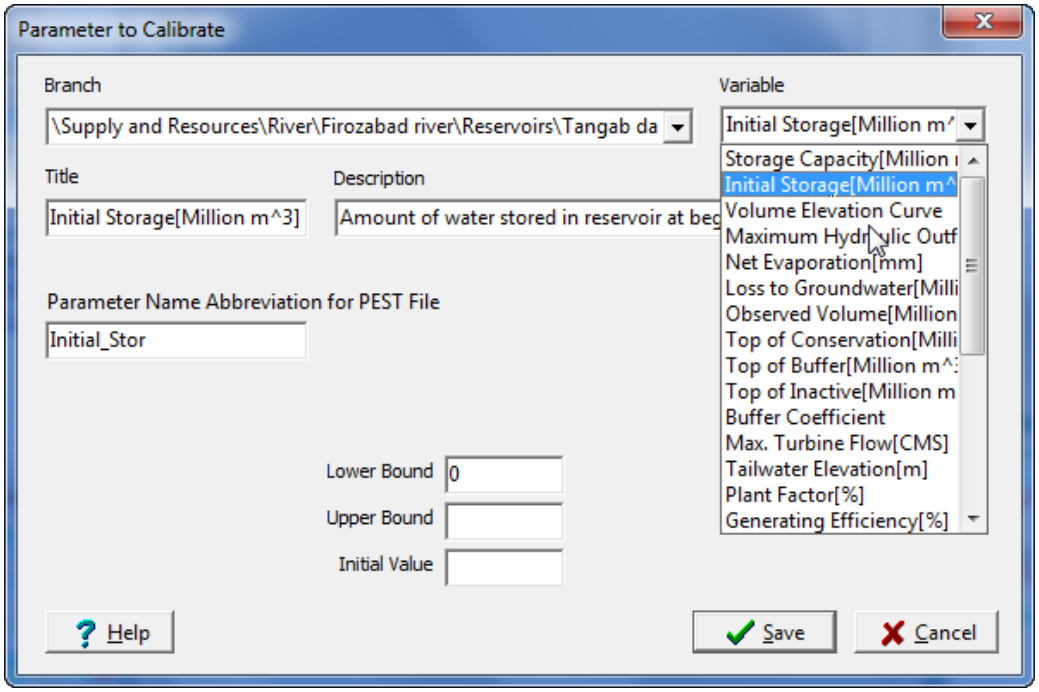
WEAP توانایی دنبال کردن مجموعه‌ای از تنضیمات کالیبراسیون PEST را دارد. به عبارتی توانایی انجام کالیبراسیون برای چند پارامتر را همزمان دارد. به عنوان مثال ممکن است در پروژه‌ای نیاز به کالیبراسیون انباشت برف در کوهستان و همچنین کالیبراسیون رواناب در زمین‌های کم ارتفاع را داشته‌باشد. هر فرایند کالیبراسیون نیازمند وارد کردن سه دسته اطلاعات است اول پارامترهایی که کالیبره می‌شوند که در قسمت Parameters to Calibrate وارد می‌شوند، دوم مقادیر مشاهداتی برای کالیبراسیون که در قسمت Observations to Calibrate to وارد می‌شوند و سوم تنظیم اختیارات که در قسمت Option وارد می‌شوند.



از منوی Advance زیرمنوی PEST را انتخاب می‌کنیم. در قسمت Parameters to Calibrate یک یا چند پارامتر(متغیرهای موجود در مدل) را برای کالیبراسیون وارد می‌کنیم و محدوده تغییرات آن‌ها را نیز وارد می‌کنیم. PEST بهترین مقادیر را برای پارامترها طوری می‌یابد که داده‌های مدل شده بیشترین تطابق را با داده‌های

مشاهداتی داشته باشند. برای اضافه کردن یک پارامتر از گزینه Add Parameter استفاده می‌کنیم. همچنین برای ایجاد تغییر و تصحیح پارامتر از گزینه Edit استفاده می‌کنیم. با زدن گزینه Add صفحه‌ای باز می‌شود که به کاربر اجازه می‌دهد از درخت داده‌ها متغیرهای خود را انتخاب کند. با انتخاب جز مربوطه از درخت داده‌ها، متغیرهایی که برای آن جز می‌توانند کالیبره شوند در قسمت Variable قابل مشاهده هستند.





در قسمت Title و Description می‌توان عنوان و توضیحاتی برای فایل PEST وارد کرد که در زمان مشاهده فایل گزارش PEST قابل مشاهده است. هر آنچه در قسمت Parameter Name Abbreviation for PEST File نوشته شود به عنوان نام پارامتر در فایل کنترل PEST ظاهر می‌شود. این نام می‌تواند حداکثر ۱۲ کاراکتر باشد. دو پارامتر را نمی‌توان با یک نام وارد کرد. در قسمت Lower Bound و Upper Boundمحدوده مجاز برای متغیر را وارد می‌کنیم و در قسمت Initial Value مقدار اولیه برای متغیر را وارد می‌کنیم. این مقدار به طور پیش‌فرض برابر متوسط محدوده وارد شده قرار داده می‌شود.

در قسمت Observations to Calibrate to مقادیر مشاهداتی که بر اساس آن‌ها کالیبراسیون انجام می‌شود را معرفی می‌کنیم. همانطور که قبلا نیز بیان شد، کالیبراسیون می‌تواند برای سه دسته داده انجام شود. اول داده مربوط به گره اندازه‌گیری جریان است که با نام Streamflow Gauges در این قسمت مشخص شده است. دوم داده مربوط به ذخیره مخزن است که در اینجا با نام Reserviors(with observed data) مشخص شده است و سوم داده مربوط به انباشت برف حوضه است که با نام Catchment(with snowpack data) در اینجا مشخص شده است. با باز کردن کشو روبروی هر کدام از این مقادیر، می‌توان مقدار مشاهداتی که در نظر داریم را انتخاب کنیم. مثلا اگر چند سد و یا چند گره اندازه گیری داشته باشیم یکی را از بین آن‌ها انتخاب می‌کنیم. یا می‌توانیم با انتخاب گزینه All همه را برای کالیبراسیون انتخاب کنیم. اگر تعداد از دو عدد بالاتر رود آنگاه گزینه‌ای در بین انتخاب‌ها ظاهر می‌شود با عنوان Selected که با ورود به آن صفحه‌ای برای انتخاب تعداد مورد نظر ظاهر می‌شود که می‌توان هر کدام از مقادیری که قصد کالیبراسیون آن را داریم انتخاب کنیم.

برای رواناب، مدل رواناب مشاهداتی را با روانابی که بلافاصله در نقطه بالادست محل قرار گیری دستگاه اندازه‌گیری است، مقایسه می‌کند. برای مخزن، ذخیره مخزن را در گام زمانی با ذخیره مدل شده توسط مدل مقایسه می‌کند. همچنین برای انباشت برف نیز به مقایسه مقدار برف انباشته شده مشاهداتی در گام زمانی مربوطه و برف انباشته شده مشاهداتی می‌پردازد.

در قسمت Years و months می‌توان تمامی سال‌ها و ماه‌ها را انتخاب کرد و یا تعدادی از آن‌ها را انتخاب کرد. لازم به ذکر است که بهتر است در این قسمت تعدادی از سال‌ها برای تعیین صحت مدل‌سازی به عنوان داده تست یا آزمون کنار گذاشته شوند. این عمل کاربر را قادر می‌سازد قرارگیری مدل در مینیمم محلی را تشخیص دهد.

در قسمت Options به کاربر این امکان داده می‌شود که یک یا چند سناریو را انتخاب کند که در آن کالیبراسیون اتفاق بیافتد. سناریویی باید انتخاب شود که در آن تمامی اجزا و گره‌ها در زمان برداشت مقادیر مشاهداتی وجود داشته‌اند. معمولا سناریوی مرجع انتخاب می‌شود. PEST برای هر سناریو یک بار به طور جداگانه اجرا می‌شود.

اگر تیک مربوط به Modify parameters in Current Accounts also انتخاب نشود، PEST فقط پارامترهایی که در سناریوی انتخاب شده است را تغییر می‌دهد ولی در صورت انتخاب این گزینه، PEST پارامترهای سناریوی وضعیت موجود را نیز تغییر می‌دهد.

اگر تیک Normalize observation data انتخاب شود مدل هر داده مشاهداتی را با توجه به وزن آن (یک تقسیم بر مقدار آن) نرمال‌سازی می‌کند. این کار برای راحتی در همگرا شدن و عدم اختصاص وزن بالا به داده‌های بزرگ، انجام می‌شود.

کاربر می‌تواند انتخاب کند که مدل فایل PEST را بسازد و سپس آن را به طور خودکار اجرا کند و یا اینکه فقط فایل را بسازد. گزینه دوم برای زمانی مناسب است که کاربر بخواهد مستقیما تنضیماتی را قبل از ران کردن فایل انجام دهد. فایلی که PEST می‌سازد در دایرکتوری WEAP Area و زیر دایرکتوری Weaping River Basin قرار می‌گیرد.

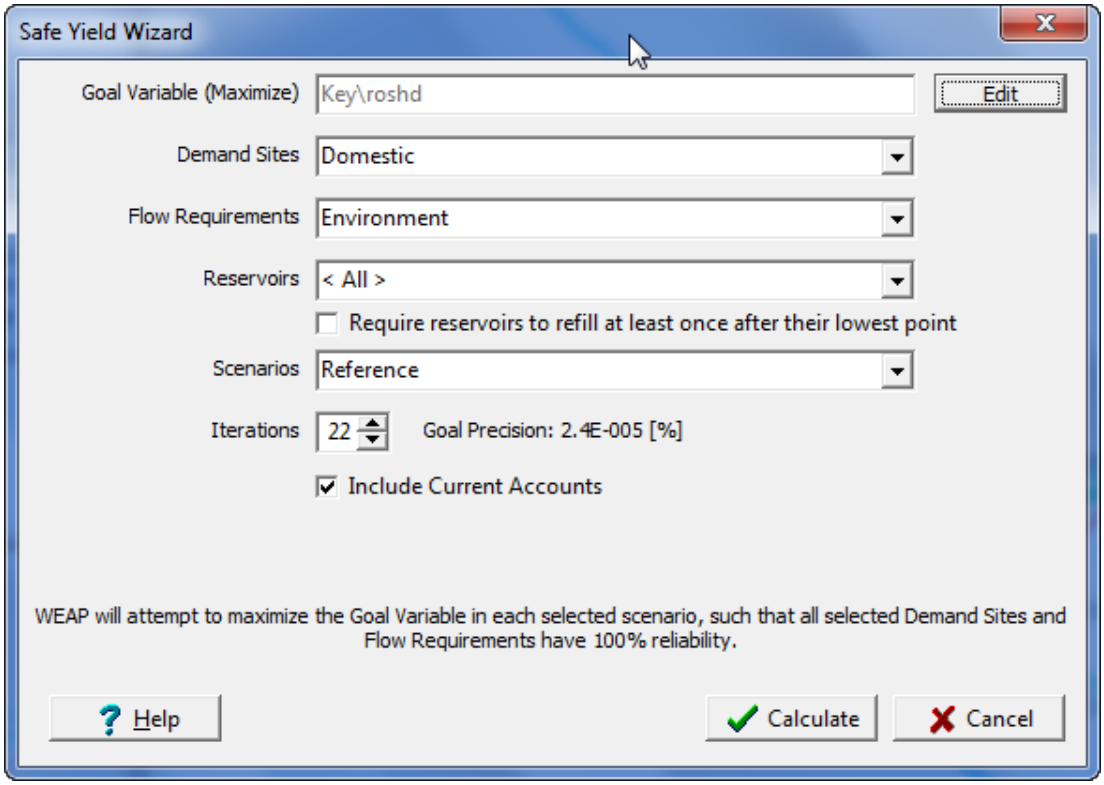
پس از انتخاب گزینه‌ی اجرا، PEST توسط WEAP برای هر سناریوی انتخاب شده یکبار اجرا می‌شود. در یک اجرای PEST مراحل زیر تکرار می‌شود: اول داده‌های متغیرهای مدل اصلاح می‌شوند دوم محاسبات مدل اجرا می‌شود سوم نتایج امتحان می‌شوند. بعد از اینکه مدل برای هر سناریو اجرا شد، WEAP به صفحه Scenario Explorer می‌رود و هر پارامتری را که باید کالیبره می‌شده است را در قسمت Data Section قرار می‌دهد و هر داده مشاهداتی را که برای کالیبراسیون استفاده شده است را در Results Section برای هر سناریو قرار می‌دهد.

۸-۲ منوی **Advance** زیرمنوی **SafeYieldWizard**

SafeYieldWizard کمک می‌کند که مبادله میان آب مورد نیاز بشر و محیط زیست با استفاده از پیدا کردن حداکثر عملکرد با حاشیه امن، ارزیابی شود. به عبارتی مقدار حداکثر یک عبارت هدف طوری می‌یابد که تقاضاهای انتخابی و آب مورد نیاز اعتمادپذیری ۱۰۰ درصد را داشته باشند. برای مثال می‌توانیم سیاست‌هایی برای میزان آب خروجی از مخزن، میزان جریان مورد نیاز و مدیریت نقاط نیاز را مورد ارزیابی قرار دهیم و ببینیم که آن‌ها چه تاثیری بر حداکثر عملکرد با حاشیه امن می‌گذارند.

ازمنوی Advance زیرمنوی Safe Yield Wizard را انتخاب می‌کنیم. اولین قدم وارد کردن متغیر هدف(Goal Variable) است که می‌خواهیم آن را در محدوده مشخص شده به حداکثر ممکنه برسانیم. این متغیر باید به آب مورد نیاز مرتبط باشد به طوری که افزایش در مقدار آن باعث افزایش مقدار نیاز شود. مثلا متغیر جمعیت و یا حجم آب مورد نیاز. سپس گره‌های تقاضا و جریان‌های مورد نظر که می‌خواهیم اعتمادپذیری ۱۰۰ درصد داشته باشند را انتخاب می‌کنیم. این کار از محل‌های Demand Sites و Flow Requirements انجام می‌شود. توجه داشته باشید که حداقل باید یک نیاز و یا یک جریان انتخاب شود.

سپس حداقل یک سد را که می‌خواهیم بعد خالی شدن حداقل یک بار پر شود را انتخاب می‌کنیم. این انتخاب باعث می‌شود که روند ناپایداری در استفاده از مخزن اتفاق نیوفتد. اگر نیاز باشد که ذخیره سد جز عملیات باشد ولی پر شدن بعد از خالی شدن مخزن اتفاق نیوفتد گزینه Require reservoirs to refill at least once after their lowest point را انتخاب نمی‌کنیم. در انتها یک یا چند سناریو را برای ارزیابی انتخاب می‌کنیم. تعداد تکرار را نیز از از مقابل گزینه Iterations انتخاب می‌کنیم. این عدد بیان می‌کند که مدل چند بار محاسبات را برای رسیدن به حداکثر عملکرد با حاشیه امن، تکرار کند. Safe Yield Wizard از یک الگوریتم خطی برای بدست آوردن حداکثر حاشیه امن برای متغیر امن استفاده می‌کند. اگر Include Current Accounts انتخاب شود مقداری متغیر هدف در وضعیت وجود مانند سناریوها تنظیم می‌شود و مدل چک می‌کند که آیا عملکرد در وضعیت موجود نیز به خوبی سناریوها امن است. برای شروع محاسبات Calculate را انتخاب می‌کنیم.


Safe Yield Wizard
Goal Variable (Maximize)
Key\roshd
Edit
Demand Sites
Domestic
Flow Requirements
Environment
Reservoirs
< All >
Require reservoirs to refill at least once after their lowest point
Scenarios
Reference
Iterations
22
Goal Precision: 2.4E-005 [%]
Include Current Accounts
WEAP will attempt to maximize the Goal Variable in each selected scenario, such that all selected Demand Sites and Flow Requirements have 100% reliability.
Help
Calculate
Cancel

فصل:۳ مثال‌های کاربردی

استفاده از مدل WEAP نیازمند دقت بالا در حین پیاده‌سازی منطقه مورد نظر در مدل است. حتی کوچکترین اشتباه در پیاده سازی شماتیک و یا ورود داده‌ها، می‌تواند تاثیرات زیادی بر نتایج خروجی مدل بگذارد. در این فصل ابتدا مراحل انجام یک شبیه‌سازی با مدل را بیان می‌کنیم سپس یک مثال جامع شامل سناریوهای پیشرفت جمعیت، کشاورزی و صنعت را بیان کرده و به بررسی نتایج سناریوها می‌پردازیم، پس از آن یک راهکار مدیریتی در قالب سناریوی سازگاری به منظور مقابله با تنش‌های آبی پیش رو بیان و پیاده‌سازی می‌کنیم.

۳-۱ مراحل انجام یک مدل‌سازی در **WEAP**

ارائه یک روند کلی برای شبیه‌سازی و مدل‌سازی یک منطقه در WEAP به دلیل گستردگی کاربرد این نرم افزار، کاری مشکل و غیر عملی است. در این بخش سعی شده است مراحل اصلی مدل‌سازی یک منطقه (به همراه آدرس محل اعمال پارامترها) در این نرم‌افزار به اختصار بیان شود. مطمئنا استفاده از این الگو کمک بزرگی در پیاده‌سازی، چگونگی شروع و ترتیب در مراحل شبیه‌سازی می‌کند. در یک منطقه معمولی مراحل مدل سازی به شرح زیر است:

- شناسایی منطقه مورد مطالعه و اجزای موجود در منطقه، نوع اجزا از نظر نیاز و یا منبع بودن آن ها و نحوه ارتباط اجزا و محل ارتباط آن ها.
- تهیه مجوز تخصیص آب در منطقه(این مجوز در بخش مطالعات آب منطقه ای مراکز استان موجود است).
- در صورتی که در منطقه سدی وجود دارد حتما باید مجوز تخصیص و نحوه اختصاص آب به نیازها تهیه شود. اطلاعات مورد نیاز برای مدل سازی یک سد به شرح زیر است:

  الف: مجوز تخصیص سد

  ب: منحنی حجم سطح ارتفاع

  ج: مشخصات کامل در یک تاریخ مشخص در دوره مدل سازی(شرایط اولیه)

  د: رابطه بین ارتفاع آب پشت سد و زمان در دوره مشاهداتی به منظور کالیبراسیون مدل

- ایجاد یک ناحیه خالی

  آدرس ایجاد محدوده: Area: Create an Area

  آدرس تنظیم محدوده: Schematic: Set Area Boundaries

  آدرس تنظیم اندازه گره ها : Schematic: Set WEAP Node Size or Set WEAP Node Label Size

- ذخیره سازی و ایجاد یک فایل در کامپیوتر مختص به پروژه مورد نظر

آدرس: Area: Save

- ورود لایه رستر و یا **shp** فایل های مورد نظر(در صورتی که محاسبات مربوط به کیفیت مورد نظر باشد، می‌تواند بسیار مفید باشد. همچنین با توجه به لایه های وارد شده می توان منطقه را از نظر ارتفاعی به چند زیرحوضه تقسیم کرد، این عمل در صورتی که اطلاعات جداگانه برای هر حوضه (اطلاعات بارش دما و...) وجود داشته باشد می‌تواند در کالیبراسیون بسیار مفید باشد.
- تنظیم پارامترهای کلی

آدرس تنظیم دوره مطالعاتی: General: Years and Time Steps

آدرس تنظیم واحدها:General: Units

آدرس واحدهای کیفی: General: Water Quality Constituents

- پیاده سازی شماتیک حوضه
- ورود سناریوها و تنظیم والدین آن ها

آدرس:Area: Manage Scenarios (also on Data View toolbar)

- معرفی متغیرهای کلیدی و سایر متغیرها

آدرس: Data View, Branches: Key Assumptions, Other Assumptions

- تنظیم اطلاعات متغیرهای کلیدی و سایر متغیرها

آدرس متغیرهای کلیدی: Data View, Branches: Key Assumptions

آدرس سایر متغیرها: Data View, Branches: Other Assumptions

- پیاده سازی حوضه و تقسیمات مربوط به هر زیرحوضه و یا هر حوضه در صورت نیاز(بر اساس مدل بارش- رواناب انتخابی)

آدرس انتخاب مدل محاسبه نیاز: Data View, Branch: Demand Sites, Category: Advanced, Tabs: Methods

آدرس ورود اطلاعات نیاز آبی ماهیانه، سطح فعالیت سالانه(جمعیت، تعداد دستگاه صنعتی و ...) هر نیاز: Data View, Branch: Demand Sites, Category: Water Use

آدرس آب زیرزمینی: Data View, Branch: Supply and Resources \ Groundwater

آدرس مدیریت نیاز: Data View, Branch: Demand Sites, Category: Demand Management

آدرس مخزن: Data View, Branch: Supply and Resources \ Reservoir

آدرس رودخانه:Data View, Branch: Supply and Resources \ River

آدرس محل ورود اطلاعات نقطه میزان جریان مورد نیاز: Data View, Branch: Supply and Resources \ River \ <River Name> \ Flow Requirements

- سایر قسمت ها را می توان بسته به نوع نیاز از آدرس(Data View, Branch: Demand Sites) وارد کرد. همچنین اطلاعات مربوط به حوضه و زیرحوضه بسته به روش انتخابی متفاوت است که با انتخاب روش مربوطه می توان از روندهایی که در فصل قبل برای این روش ها بیان استفاده شود.
- ورود اطلاعات مربوط به هر نیاز و همچنین منابع و خطوط انتقال

آدرس خط انتقال رواناب حوضه: Data View, Branch: Supply and Resources \ Runoff and Infiltration

آدرس روش سال آبی: Data View, Branch: Hydrology \ Water Year Method

آدرس خطوط انتقال: Data View, Branch: Supply and Resources \ Transmission Links

کالیبراسیون مدل و مقایسه نتایج شبیه سازی و واقعی

آدرس: Advanced, PEST Calibration

- گرفتن نتایج از مدل و بررسی سناریوها

در ادامه منطقه سد تنگاب استان فارس در مدل شبیه سازی شده و مراحل پیاده سازی به اختصار بیان می شوند.

۳-۲ یک مثال عملی در مدل WEAP

مثال عملی در نظر گرفته شده در این خودآموز مربوط به شبیه‌سازی منطقه سد تنگاب استان فارس در مدل WEAP است. در ادامه با توجه به مراحل ارائه شده به شبیه‌سازی گام به گام این منطقه می‌پردازیم.

۳-۲-۱ شناسایی و کسب اطلاعات در مورد منطقه مطالعاتی

برای تامین داده‌های مورد نیاز، از سازمان آب منطقه‌ای استان فارس و همچنین ابلاغیه تخصیص منابع آب سد تنگاب به شماره XXXX/XXX در خصوص اجرای ماده YY دستورالعمل اجرایی تخصیص آب در تاریخ WW/W/W، استفاده شده است. روابط تغییر سطح و حجم با تراز مخزن سد تنگاب از آب منطقه‌ای استان فارس تامین شد. کلا ابلاغیه تخصیص سد شامل مقدار حجم آب اختصاص شده به هر نیاز و همچنین آب مورد نیاز برای محیط زیست و پایداری سد است. این دستور کار توسط وزارت کشور در زمان اتمام مراحل ساخت سد به سازمان آب منطقه‌ای مربوطه ابلاغ می‌شود.

از آنجا که سد تنگاب تامین کننده بخشی از آب مورد نیاز پتروشیمی، کشاورزی، آب شرب شهر فیروزآباد و محیط زیست می‌باشد، سناریوهایی را به منظور بررسی امکان پیشرفت هریک از نیازها با حفظ محیط زیست و پایداری سد، مورد بررسی قرار می‌دهیم. سناریوهای ارائه شده رشد ۲، ۵ برای هریک از نیازها به صورت جداگانه و همچنین به صورت دسته جمعی، هستند. این سناریوها در جدول زیر آورده شده‌اند.

سناریو ۱	تغییر اقلیم
سناریو ۲	سناریو ۱ با رشد ۲ درصد برای شرب، صنعت و کشاورزی
سناریو ۳	سناریو ۱ با رشد ۲ درصد برای شرب
سناریو ۴	سناریو ۱ با رشد ۲ درصد برای کشاورزی
سناریو ۵	سناریو ۱ با رشد ۲ درصد برای صنعت
سناریو ۶	سناریو ۱ با رشد ۵ درصد برای شرب، صنعت و کشاورزی
سناریو ۷	سناریو ۱ با رشد ۵ درصد برای شرب
سناریو ۸	سناریو ۱ با رشد ۵ درصد برای کشاورزی
سناریو ۹	سناریو ۱ با رشد ۵ درصد برای صنعت

سناریو تغییر اقلیم در جدول به منظور بررسی اثرات اقلیمی بر تخصیص آب ارائه شده است و در واقع همان سناریوی مرجع در مدل WEAP است که منطقه را در حالت عادی خود در مواجهه با مقادیر مشخص شده برای آینده مورد بررسی قرار می‌دهد.

از دیگر اطلاعات مهم در مدل‌سازی منطقه مطالعاتی سد تنگاب، بارش و تبخیر منطقه است، این مقادیر در دو دوره مشاهداتی و مطالعاتی مورد نیاز هستند. اطلاعات دوره مشاهداتی برای کالیبراسیون و تامین مقادیر اولیه اجرای مدل، مورد استفاده قرار می‌گیرند، مقادیر آینده یا مقادیر مطالعاتی برای اجرای سناریوها و همچنین بررسی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

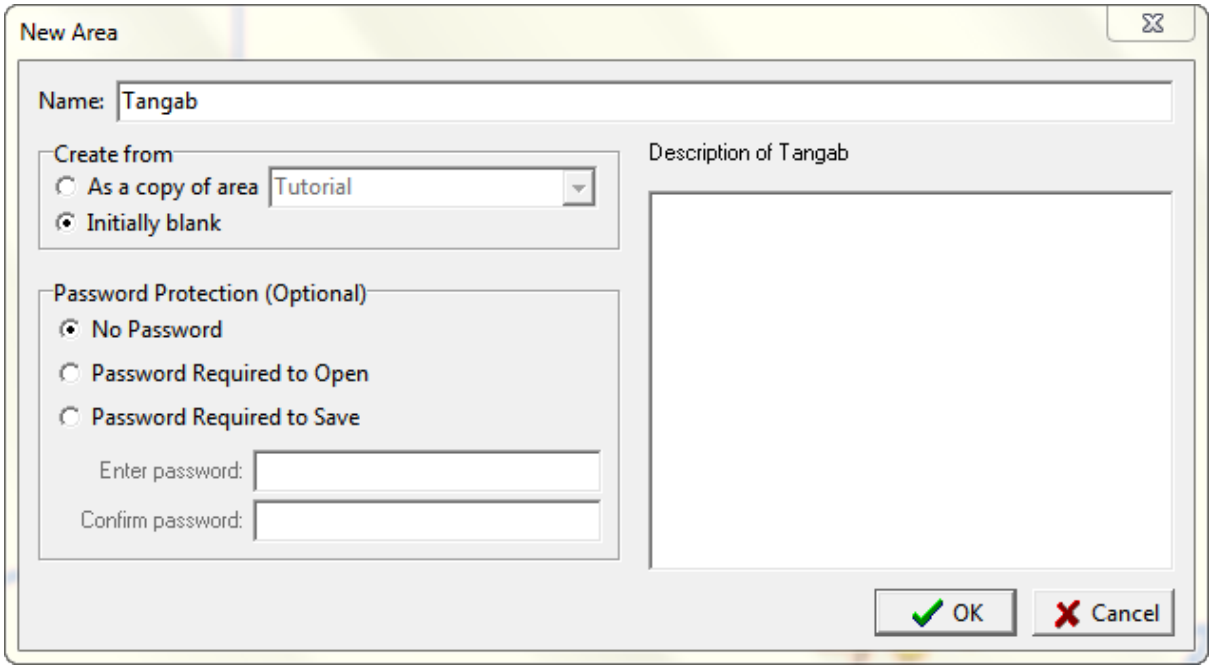
دستیابی به مقادیر بارش و یا دمای سال‌های آینده نیازمند داشتن تخصص در ریزمقیاس نمایی داده های مدل های عمومی گردش جوی دارد، برای اطلاع از چگونگی ریزمقیاس نمایی می‌توان به پایان نامه عجم‌زاده(۱۳۹۳) مراجعه کرد. دیگر روشی که برای کسب نمایی از آینده می‌توان از آن استفاده کرد و نیازمند تخصص بالا در ریز مقیاس نمایی ندارد ولی با عدم قطعیت بالایی روبرو است، روش سال آب است. در استفاده از این روش می‌توان درصد افزایش بارش خروجی بزرگ مقیاس مدل‌های جوی را مبنای مشخص کردن سال‌های تر و خشک قرار داد. به این صورت که پس از انتخاب سناریوی مورد نظر در مورد افزایش گازهای گلخانه ای در منطقه، به سایت مدل های بزرگ مقیاس (با اندکی جستوجو در اینترنت می توان اطلاعات مفیدی کسب کرد)، نمای آینده منطقه مورد نظر را استخراج کرد و سال‌های پیش رو را در قالب سال‌های تر و خشک مشخص کرد.

در این پروژه از آنجا که در اطلاعات آب منطقه‌ای استان، میزان حجم مخزن سد تنگاب در ابتدای سال میلادی ۲۰۱۴به طور دقیق مشخص شده است و این که مقدار اولیه آب موجود در سد،تاثیر بسیاری در نتایج داشته، از این سال مدل‌سازی را آغاز کرده‌ایم.

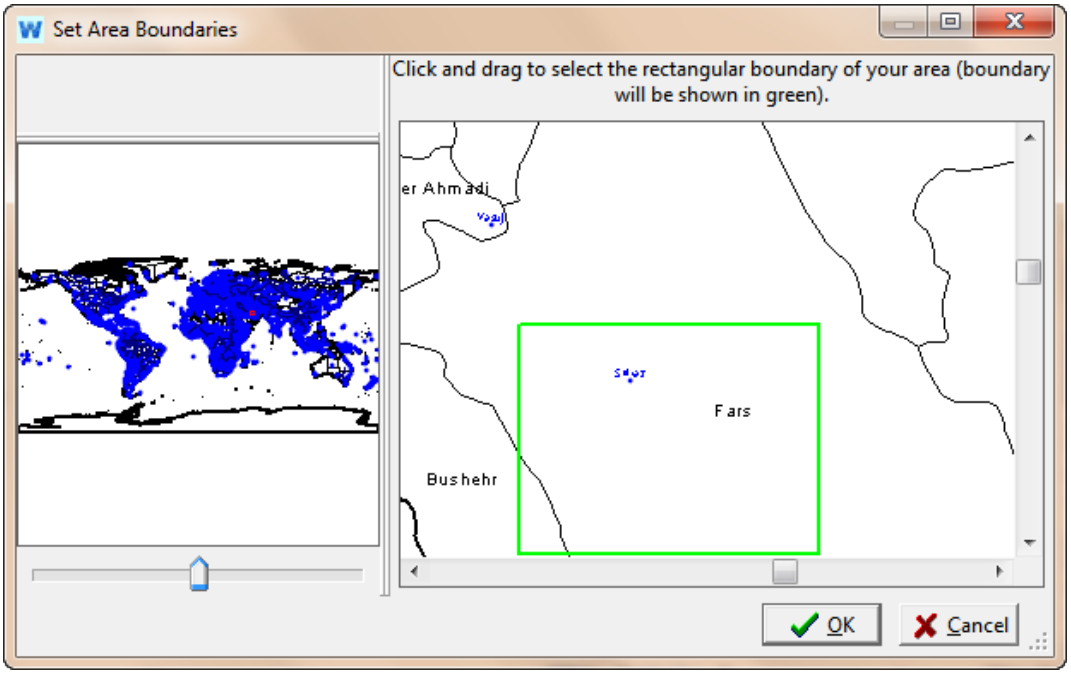
در ادامه به نرم افزار WEAP رفته، اطلاعات منطقه را وارد کرده و منطقه را پیاده‌سازی می‌کنیم.

۳-۲-۲ ایجاد محدوده خالی و فایلی برای ذخیره اطلاعات مدل‌سازی

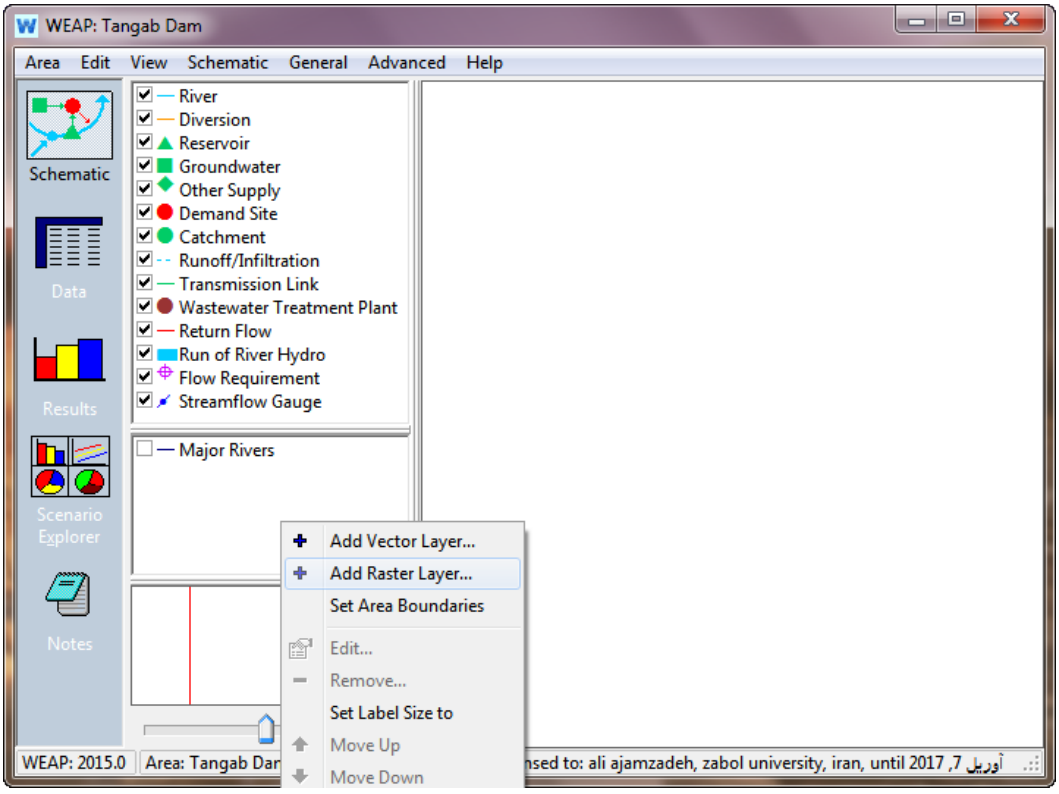
همانطور که قبلا نیز بیان شد یک محدوده خالی ایجاد می‌کنیم و نام آن را Tangab می‌گذاریم. محدوده را پس از ایجاد ابتدا در فایلی در کامپیوتر با نام Tangab Dam ذخیره می‌کنیم.

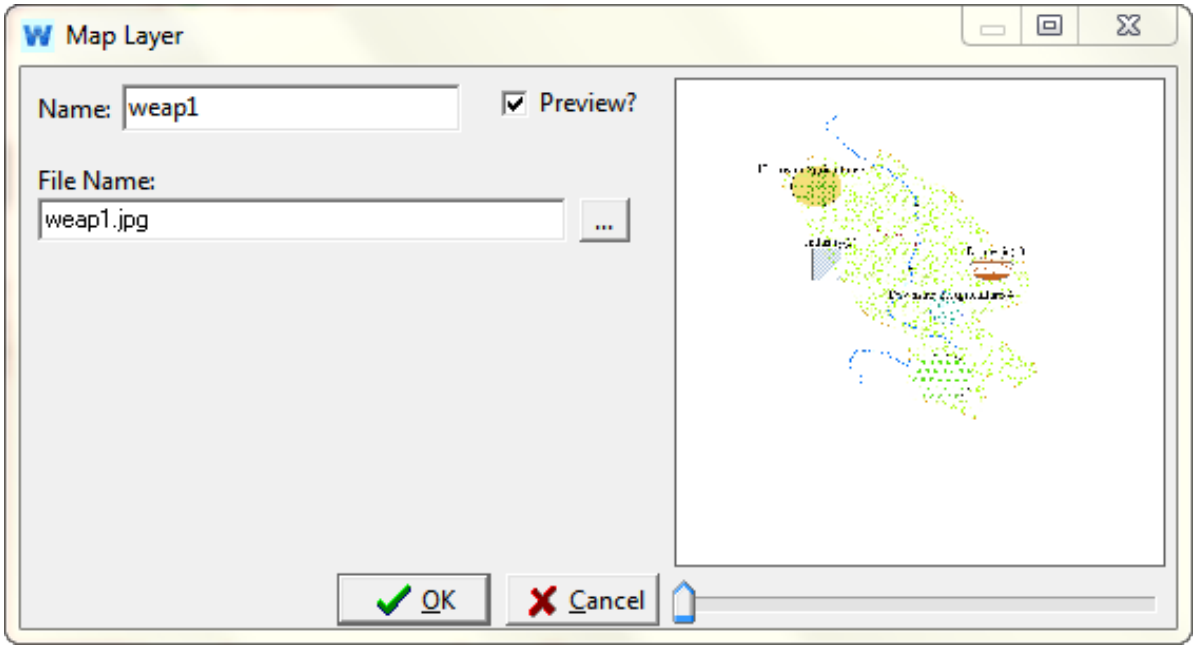


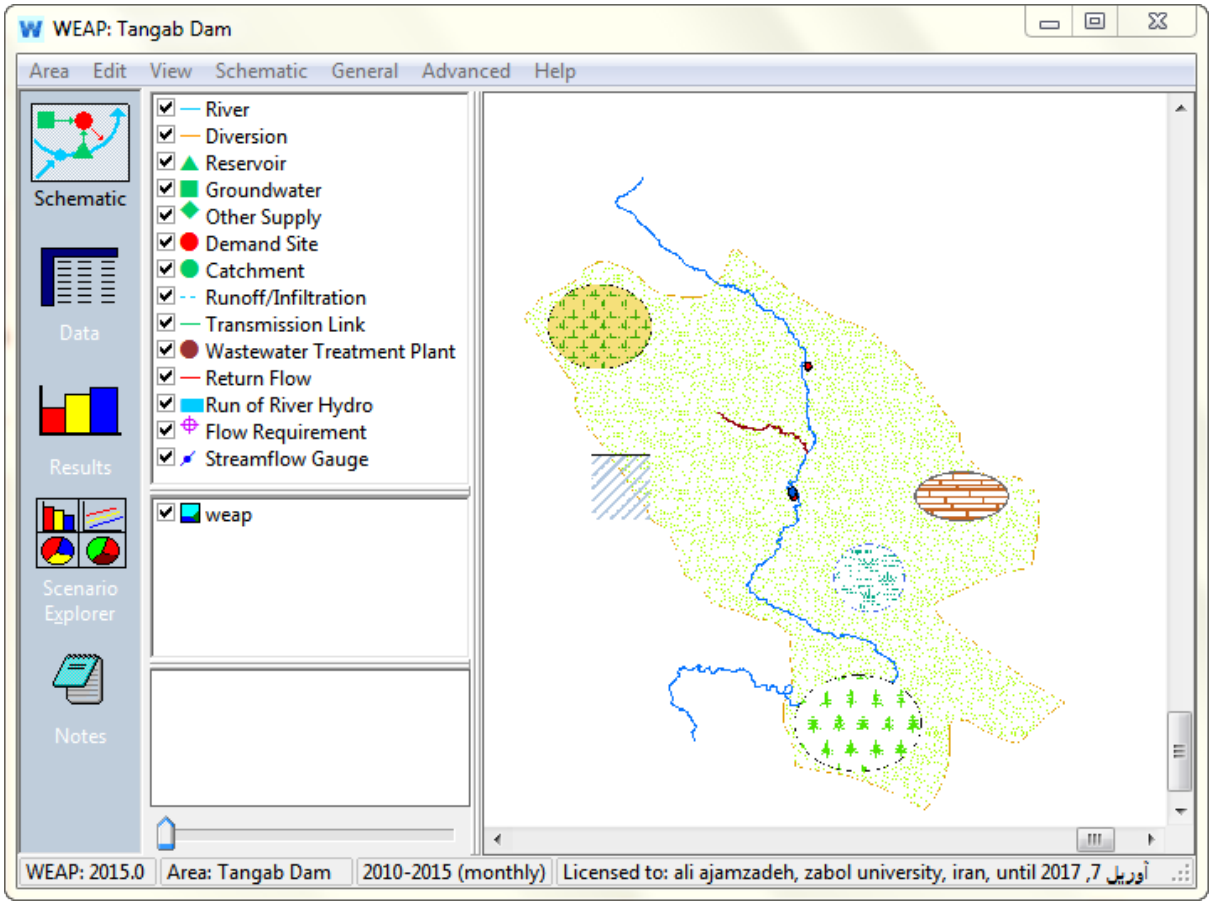
محدوده مورد نظر اجرای طرح(استان فارس، شهرستان فیروزآباد) را از نقشه جهان موجود در مدل پیدا کرده و تنظیمات مربوط به آن را انجام می‌دهیم.



لایه رستر مورد نظر برای منطقه را که قبلا آماده کرده‌ایم در دایرکتوری که پروژه را ذخیره کردیم قرار می‌دهیم و از مدل آن را فرا می‌خوانیم.


WEAP: Tangab Dam
Area Edit View Schematic General Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
River
Diversion
Reservoir
Groundwater
Other Supply
Demand Site
Catchment
Runoff/Infiltration
Transmission Link
Wastewater Treatment Plant
Return Flow
Run of River Hydro
Flow Requirement
Streamflow Gauge
Major Rivers
Add Vector Layer...
Add Raster Layer...
Set Area Boundaries
Edit...
Remove...
Set Label Size to
Move Up
Move Down
WEAP: 2015.0
Area: Tangab Dar
nsed to: ali ajamzadeh, zabol university, iran, until 2017 ,7 آوریل

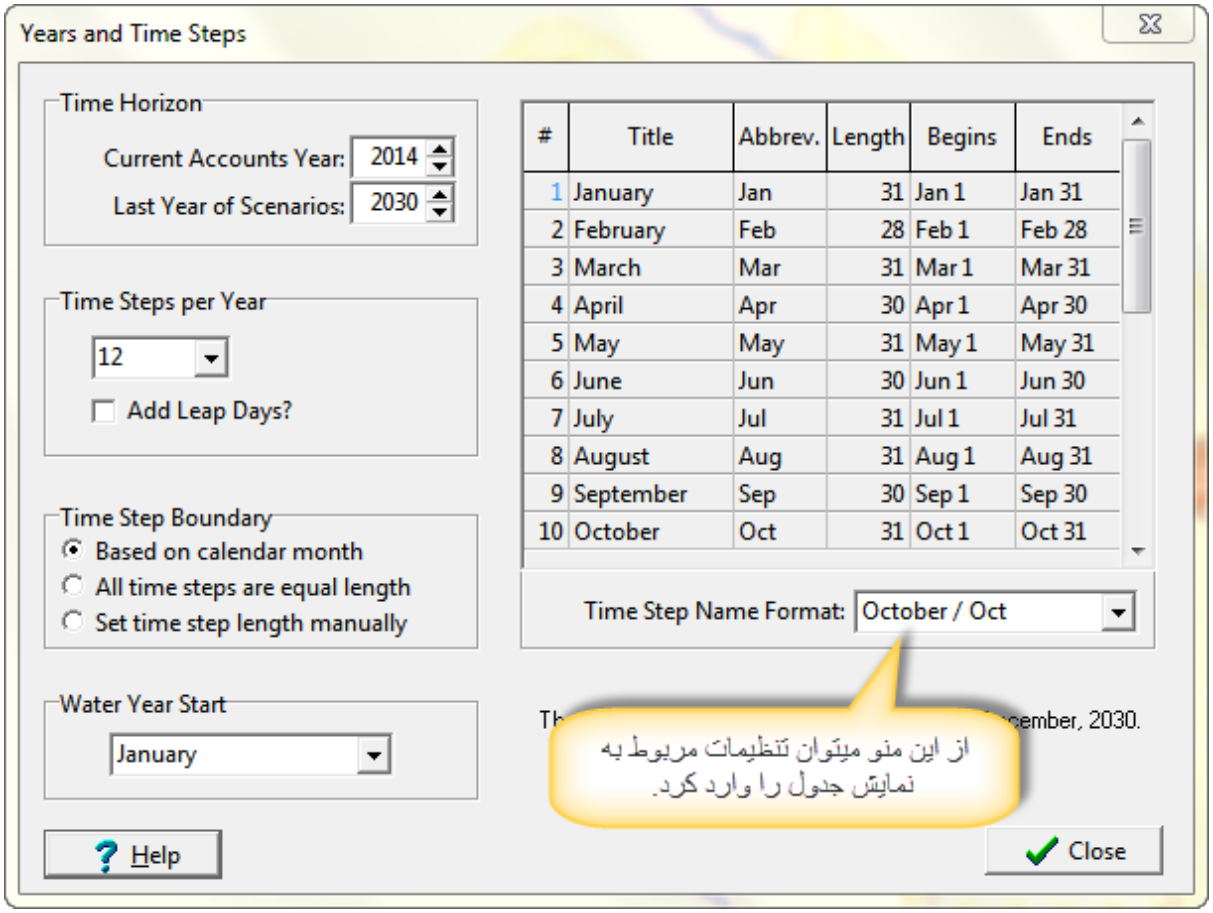

Map Layer
Name: weap1
Preview?
File Name:
weap1.jpg
...
OK
Cancel



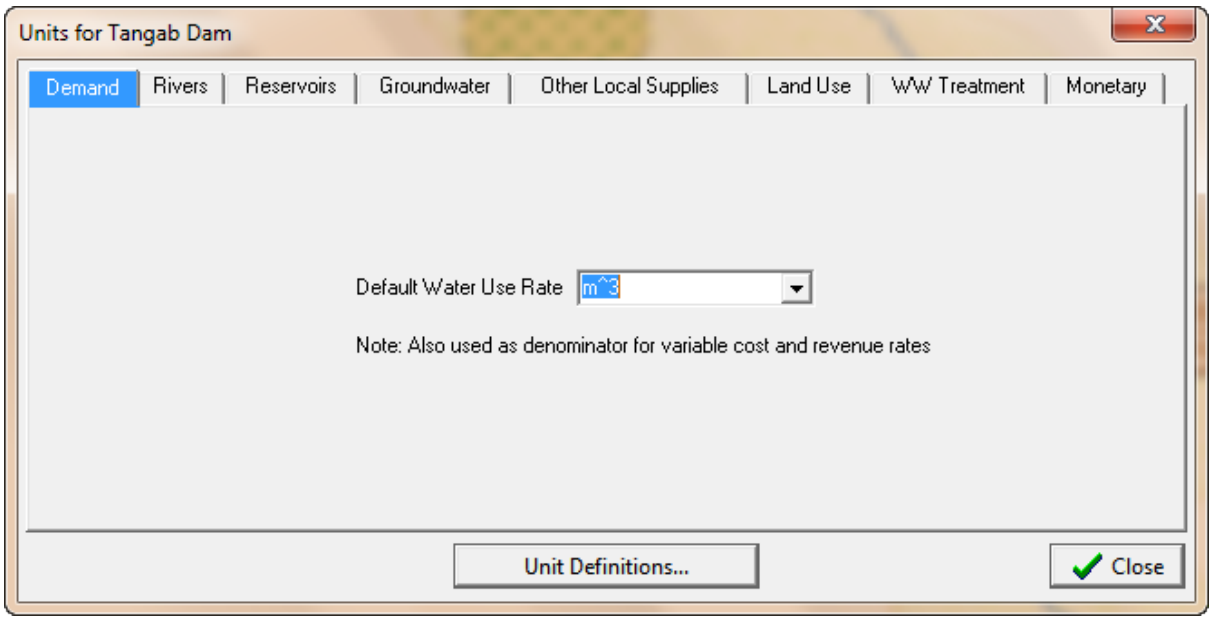
همانگونه که قبلا بیان شد ورود لایه رستر هیچ نقشی در محاسبات نداشته و فقط برای تعیین محل و مسیر رودخانه و همچنین محل اجزا به کار می رود.

۳-۲-۳ تنظیم پارامترهای کلی

از آن‌جا که حجم مخزن سد را در ماه اول سال ۲۰۱۴ در اختیار داریم مدل سازی را از این ماه آغاز می‌کنیم و تا سال ۲۰۳۰ مدل‌سازی را ادامه می‌دهیم. اعداد مربوطه را در زیرمنوهای منوی Years and Time Steps که در منوی General وجود دارد، وارد می‌کنیم.



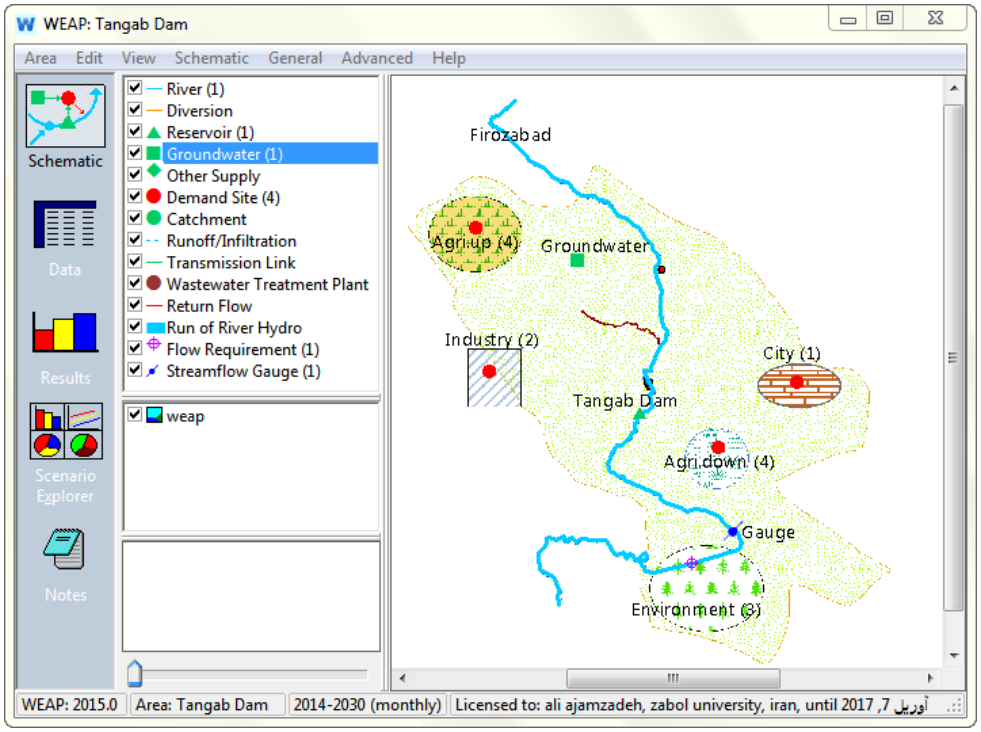
به منوی Unit رفته و تنظیمات مربوط به انتخاب واحدها را انجام می‌دهیم.



۳-۲-۴ پیاده سازی شماتیک حوضه

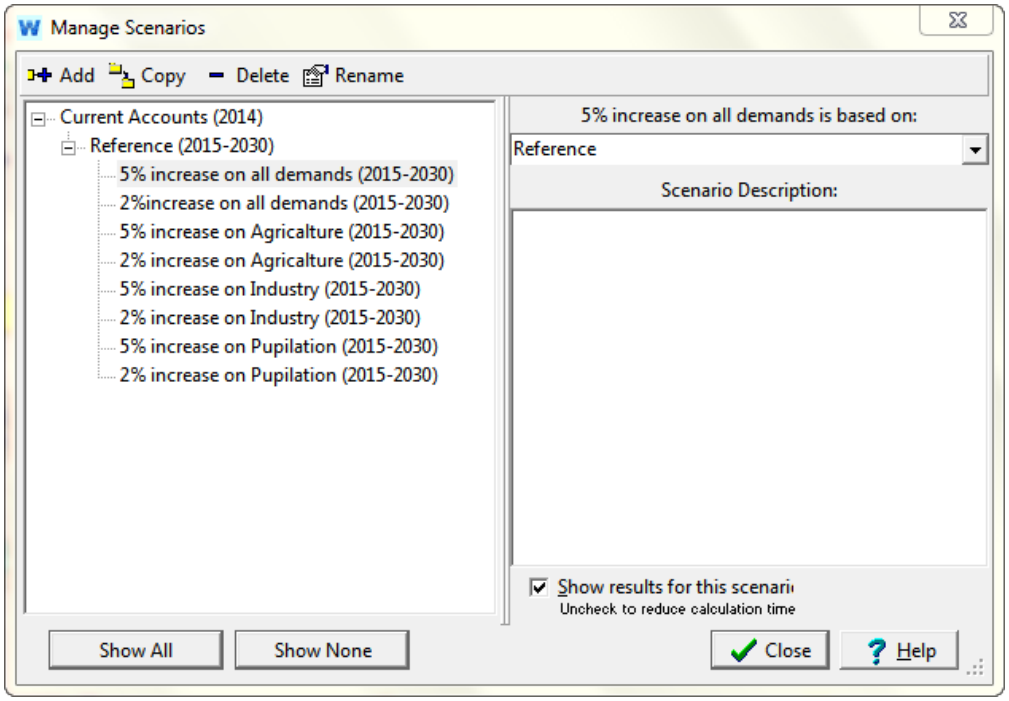
اجزایی که در این پروژه باید جانمایی شوند شامل رودخانه، کشاورزی بالادست (که از آب زیرزمینی و آب رودخانه استفاده می‌کند)، کشاورزی پایین دست (فقط از آب سد استفاده می‌کند)، سد تنگاب، چاه آب زیرزمینی، محیط زیست پایین دست، صنایع (که شامل پتروشیمی و شرکت‌های موجود می‌باشد) و همچنین گره نیاز شرب، است. در ادامه با روش کشیدن و رها کردن، شماتیک را پیاده سازی می‌کنیم.

بر اساس مجوز تخصیص وزارت کشور، ابتدا آب مورد نیاز برای شرب، سپس صنعت، پس از آن آب مورد نیاز برای محیط زیست و در انتها آب کشاورزی تامین می‌شود. پس اولویت این نیازها را نیز به ترتیب از یک تا چهار با راست کلیک کردن روی جز و استفاده از منوی General Info تنظیم می‌کنیم. اولویت سد را نیز برابر ۹۹ قرار می‌دهیم چرا که سد تنگاب یک مخزن بوده و برای مصارف تفریحی استفاده نمی‌شود.



۳-۲-۵ پیاده‌سازی سناریوها و تنظیم والدین هر سناریو

وارد منوی Area و سپس زیرمنوی Manage Scenarios می‌شویم و سناریوهای مورد نظرمان را پیاده‌سازی می‌کنیم.

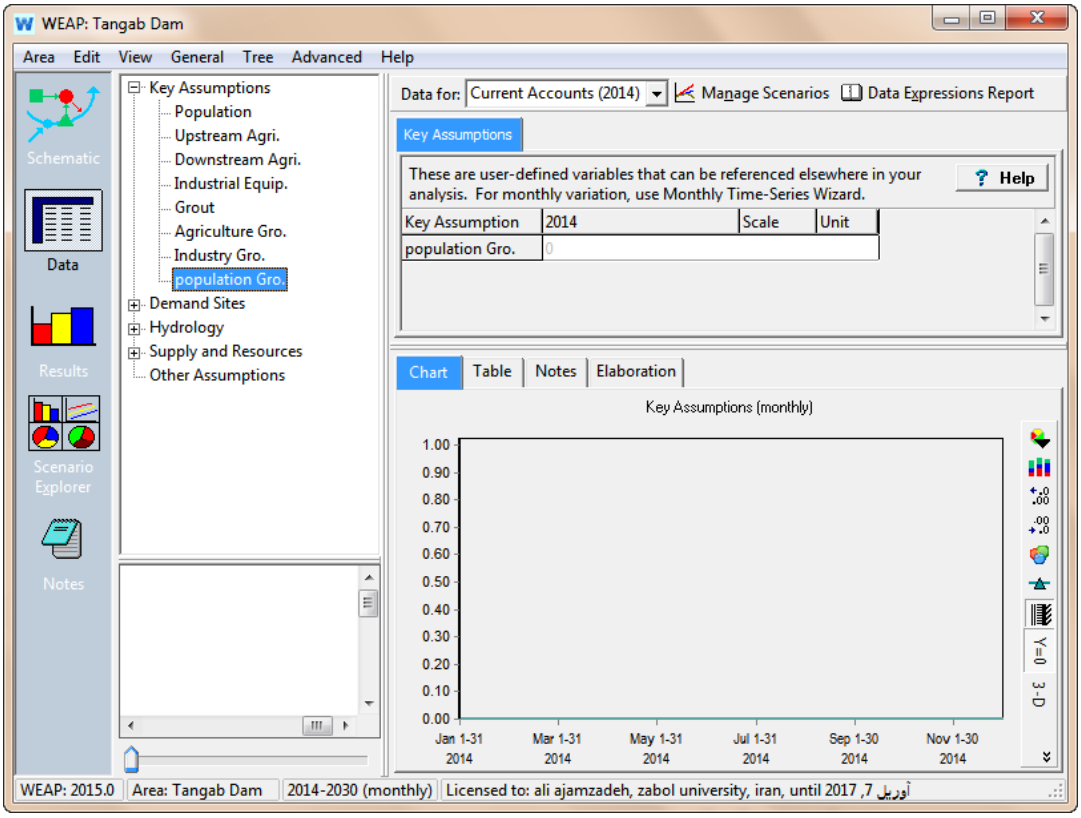


در این پروژه به منظور بررسی ساده یک تغییر، فقط رشد را در نظر گرفته در صورتی که می‌توان علاوه بر این رشد مواردی همچون اضافه شدن نیاز، تامین آب از نقاط دیگر، تصفیه خانه و.... را در هر یک از این موارد اضافه کرد، در این صورت سناریوی اضافه شده والدینی غیر از سناریوی مرجع خواهد داشت. البته بررسی منطقه نشان می‌دهد در آینده منطقه فقط پتانسیل افزایش در همین حالت را دارد چرا که کشاورزی سنتی بوده و همچنین تنها صنعت رو به رشد در این منطقه پتروشیمی است. به عبارتی تنها می‌توان در آینده تغییراتی در الگوی مصرف ایجاد کرد و ایجاد تغییرات در طرح منطقه به نظر کاری مشکل می‌آید.

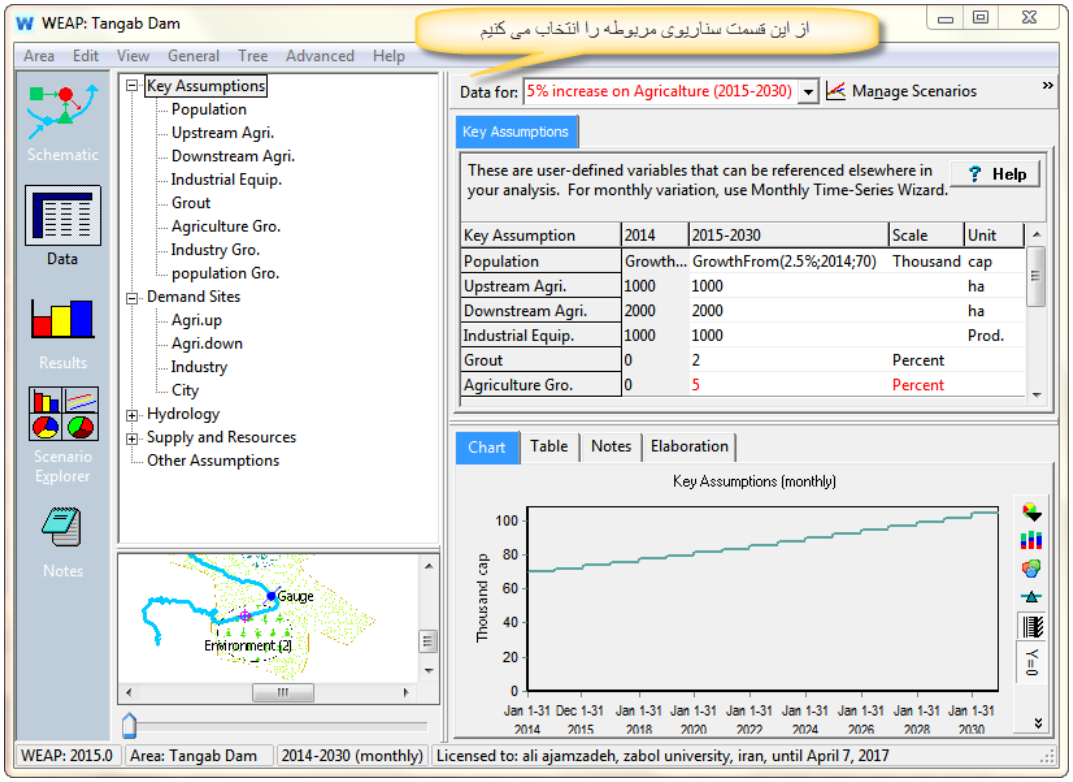
۳-۲-۶ معرفی متغیرهای کلیدی و سایر متغیرها

متغیرهای کلیدی در این پروژه می‌توانند مواردی همچون میزان جمعیت، میزان کشاورزی در بالادست و پایین دست، میزان صنایع و... باشند. با وارد کردن هریک از این موارد به عنوان متغیرکلیدی، پس از اجرا گرفتن از نرم افزار، می‌توان تغییرات این متغیرها را مشاهده کرد. در ادامه به معرفی این متغیرها می پردازیم.

به منوی Data رفته و بر روی گزینه key assumption کلیک راست می‌کنیم سپس گزینه add را انتخاب می‌کنیم. در این پروژه ۸ متغیر در نظر گرفته شده‌اند که به ترتیب مربوط به میزان جمعیت، میزان کشاورزی بالادست، میزان کشاورزی پایین دست، تعداد دستگاه صنعتی و رشدهای مربوط به هر یک از نیازها و همچنین رشد کلی هستند.

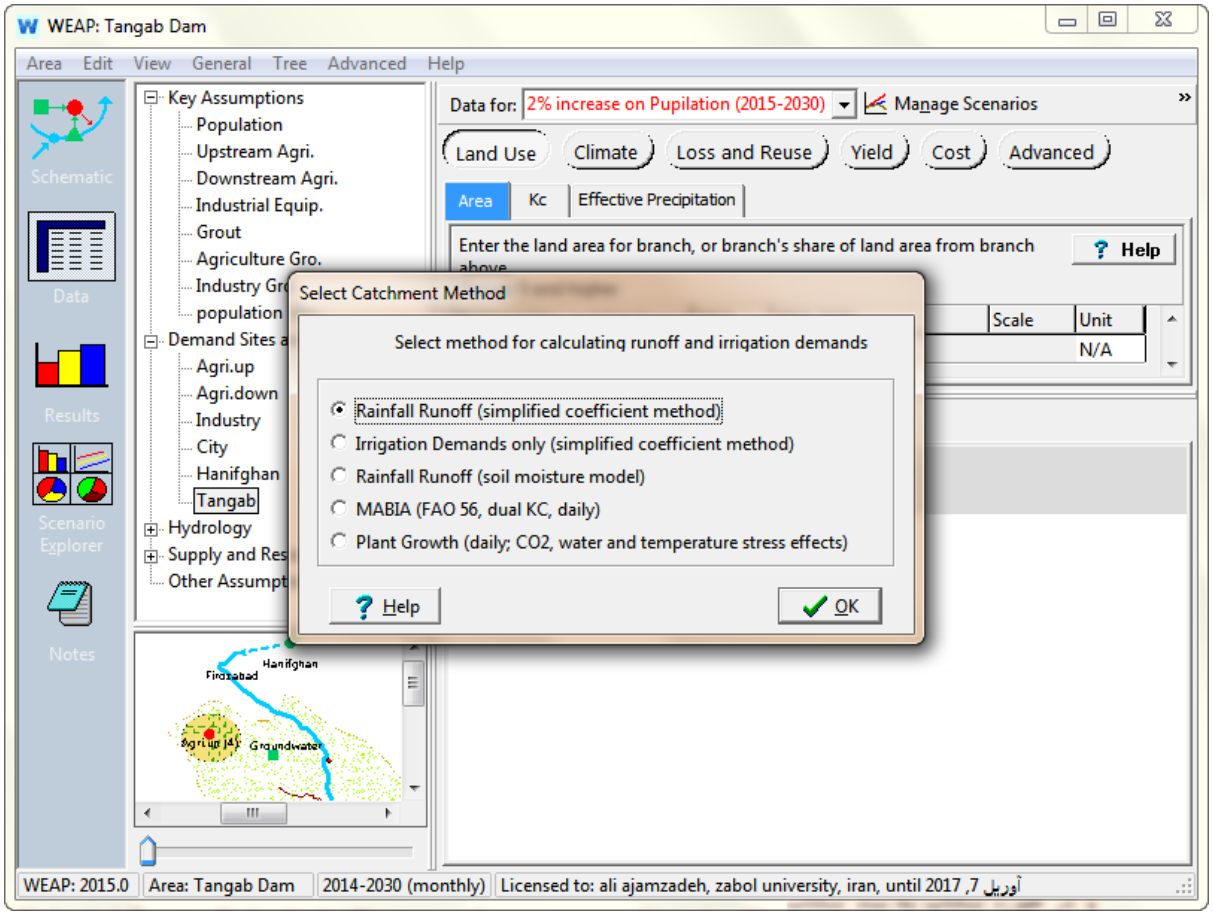


بعد از وارد کردن اسامی متغیرهای کلیدی، مقادیر هریک را وارد با انتخاب سناریو از منوی :data for و همچنین انتخاب واحد و مقیاس از منوهای Unit و Scale وارد می‌کنیم.



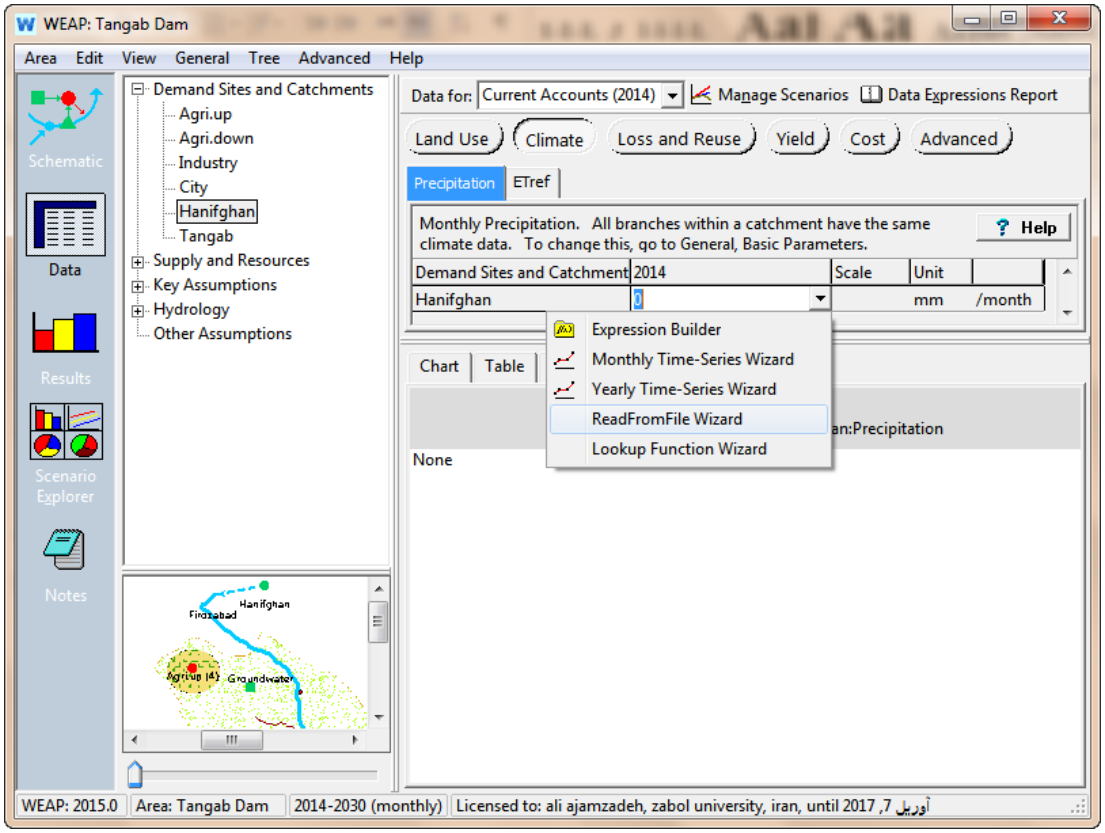
۳-۲-۷ پیاده سازی حوضه و زیرحوضه‌ها

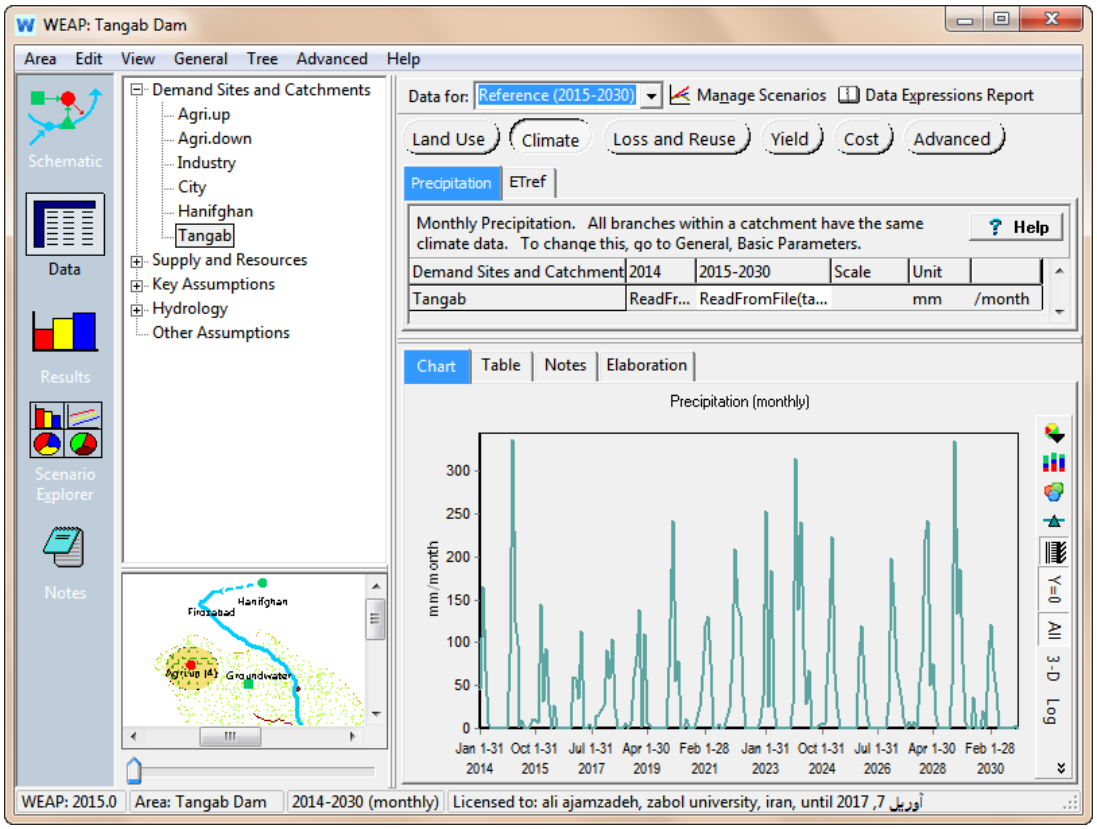
در این مطالعه یک ایستگاه باران سنجی و یک ایستگاه تبخیر سنجی موجود است. از آنجا که فاصله این دو ایستگاه زیاد است، هر یک را با یک حوضه معرفی می کنیم (حوضه حنیفقان و حوضه تنگاب). گره مربوط به هر حوضه را پیاده سازی می‌کنیم. سپس لینک مربوط به رواناب حوضه را در حوضه حنیفقان به رودخانه فیروزآباد و در حوضه تنگاب به سد تنگاب می‌کشیم. گزینه edit data را انتخاب می‌کنیم و پس از آن نام مدل را و سپس از میان روش‌های قابل انتخاب، روش اول را انتخاب می‌کنیم.



سپس اطلاعات مربوطه را وارد می‌کنیم. مساحت زیر حوضه حنیفقان و تنگاب به ترتیب ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلومتر مربع است. این اعداد را در زیرمنوی Area از منوی Land use وارد می کنیم. از آنجا که اطلاعات مربوط به مقادیر Kc و بارش موثر در دسترس نیست، این مقادیر را در بخش کالیبراسیون بدست می‌آوریم.

وارد منوی Climate شده و اطلاعات مربوط به بارش و تبخیر را وارد می کنیم. فایل مربوط به اطلاعات بارش را در فایل اصلی که مدل را ذخیره کردیم با پسوند .CSV ذخیره می‌کنیم و سپس اطلاعات را با انتخاب گزینه Read Ferom File Wizard وارد می‌کنیم. فایل مربوطه را انتخاب می‌کنیم و گزینه Finish را می‌زنیم.

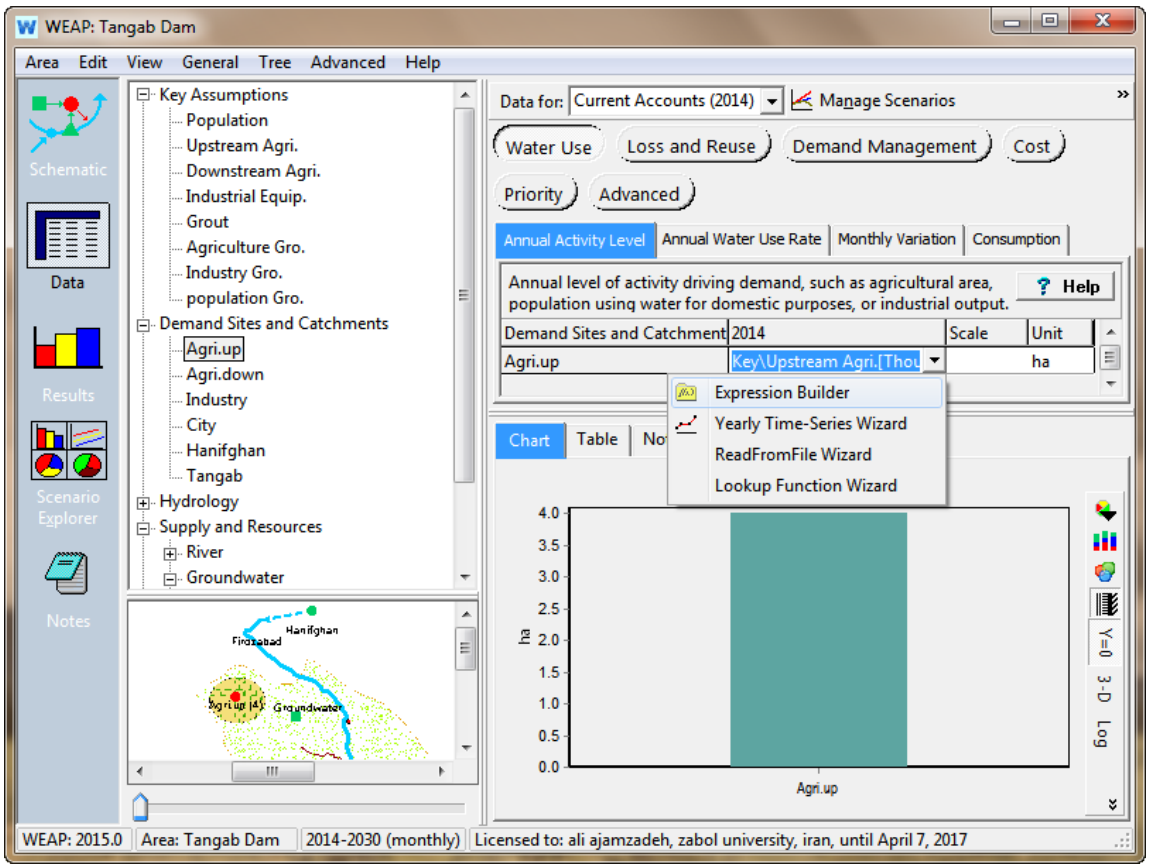

WEAP: Tangab Dam
Area Edit View General Tree Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Demand Sites and Catchments
Agri.up
Agri.down
Industry
City
Hanifghan
Tangab
Supply and Resources
Key Assumptions
Hydrology
Other Assumptions
Data for: Current Accounts (2014)
Manage Scenarios
Data Expressions Report
Land Use
Climate
Loss and Reuse
Yield
Cost
Advanced
Precipitation
ETref
Monthly Precipitation. All branches within a catchment have the same climate data. To change this, go to General, Basic Parameters.
Help
Demand Sites and Catchment
2014
Scale
Unit
Hanifghan
mm
/month
Expression Builder
Monthly Time-Series Wizard
Yearly Time-Series Wizard
ReadFromFile Wizard
Lookup Function Wizard
Chart
Table
None
WEAP: 2015.0
Area: Tangab Dam
2014-2030 (monthly)
Licensed to: ali ajamzadeh, zabol university, iran, until 2017 ,7 آوریل


WEAP: Tangab Dam
Area Edit View General Tree Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Demand Sites and Catchments
Agri.up
Agri.down
Industry
City
Hanifghan
Tangab
Supply and Resources
Key Assumptions
Hydrology
Other Assumptions
Data for: Reference (2015-2030)
Manage Scenarios
Data Expressions Report
Land Use
Climate
Loss and Reuse
Yield
Cost
Advanced
Precipitation
ETref
Monthly Precipitation. All branches within a catchment have the same climate data. To change this, go to General, Basic Parameters.
Help
Demand Sites and Catchment
2014
2015-2030
Scale
Unit
Tangab
ReadFr...
ReadFromFile(ta...
mm
/month
Chart
Table
Notes
Elaboration
Precipitation (monthly)
mm/month
300
250
200
150
100
50
0
Jan 1-31 2014
Oct 1-31 2015
Jul 1-31 2017
Apr 1-30 2019
Feb 1-28 2021
Jan 1-31 2023
Oct 1-31 2024
Jul 1-31 2026
Apr 1-30 2028
Feb 1-28 2030
Y=0
All
3-D
Log
WEAP: 2015.0
Area: Tangab Dam
2014-2030 (monthly)
Licensed to: ali ajamzadeh, zabol university, iran, until 2017 ,7 آوریل

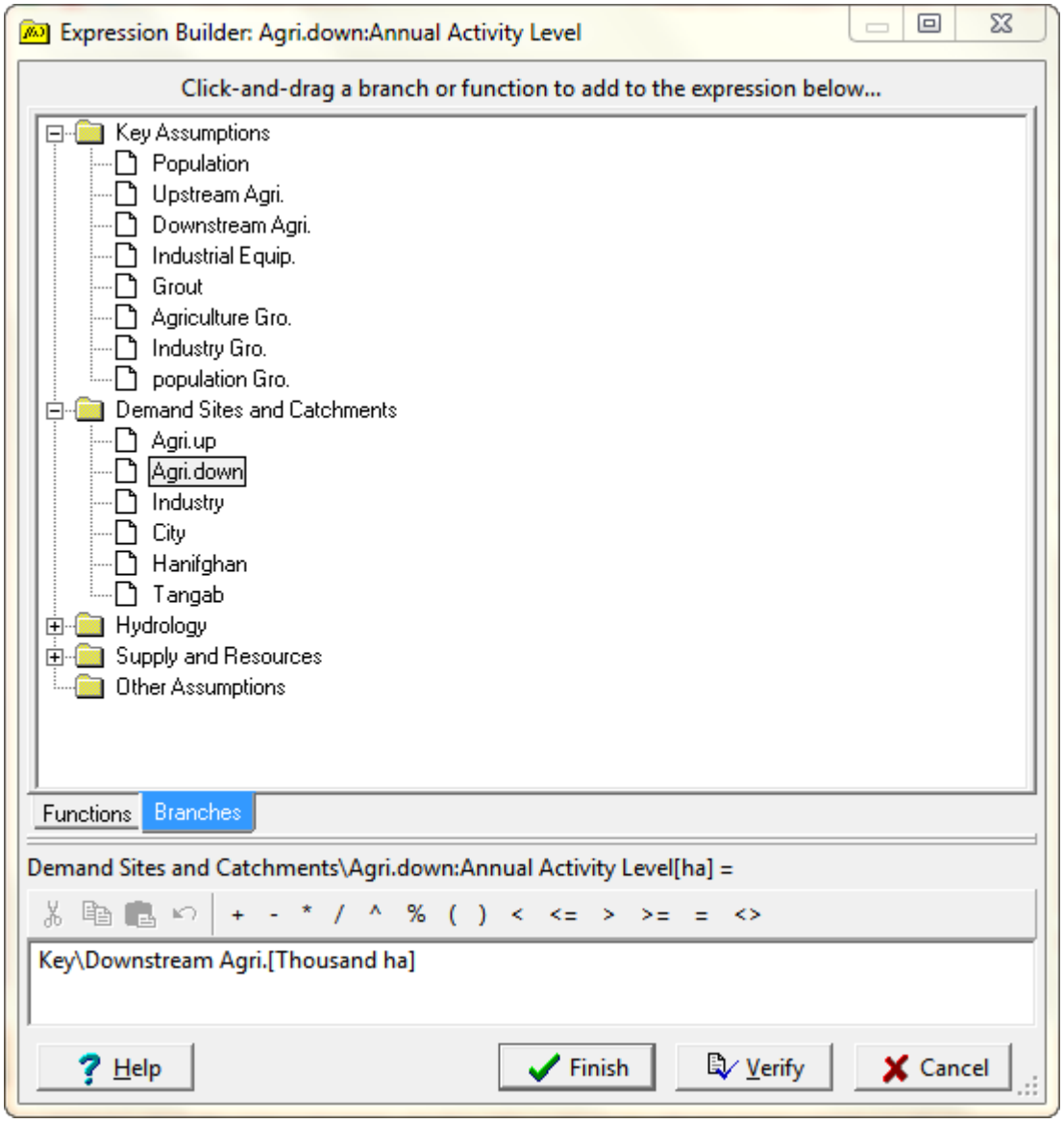
از آن جا که استفاده مجددی از آب صورت نمی گیرد، مقدار Reuse را در منوی Loss and Reuse برابر صفر قرار می دهیم. مقادیر موجود در سایر گزینه‌ها مربوط به محاسبات هزینه و همچنین محاسبات محصول می‌باشد که در این پروژه بررسی نمی‌شود.

۳-۲-۸ ورود اطلاعات مربوط به نیازها و منابع

ابتدا با استفاده از متغیرهای کلیدی در نظر گرفته شده، مقدار کشاورزی و تغییرات مربوط به آن را وارد می‌کنیم. بر روی نقاط نیاز کشاورزی راست کلیک کرده و وارد منوی Edit Data می شویم. در منوی Water Activity Level مقدار کشاورزی را وارد می کنیم. برای استفاده از متغیرهای کلیدی، ابتدا کشوی گزینه ها را بار کرده و وارد Expertion builder می‌شویم.

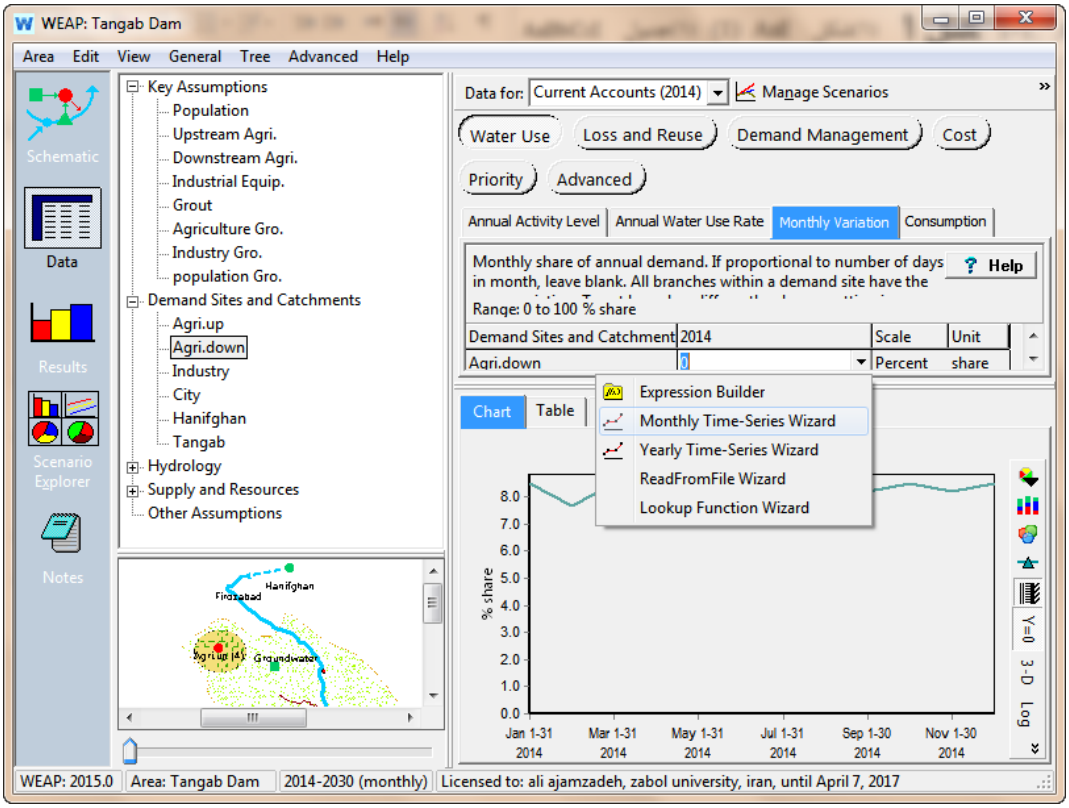


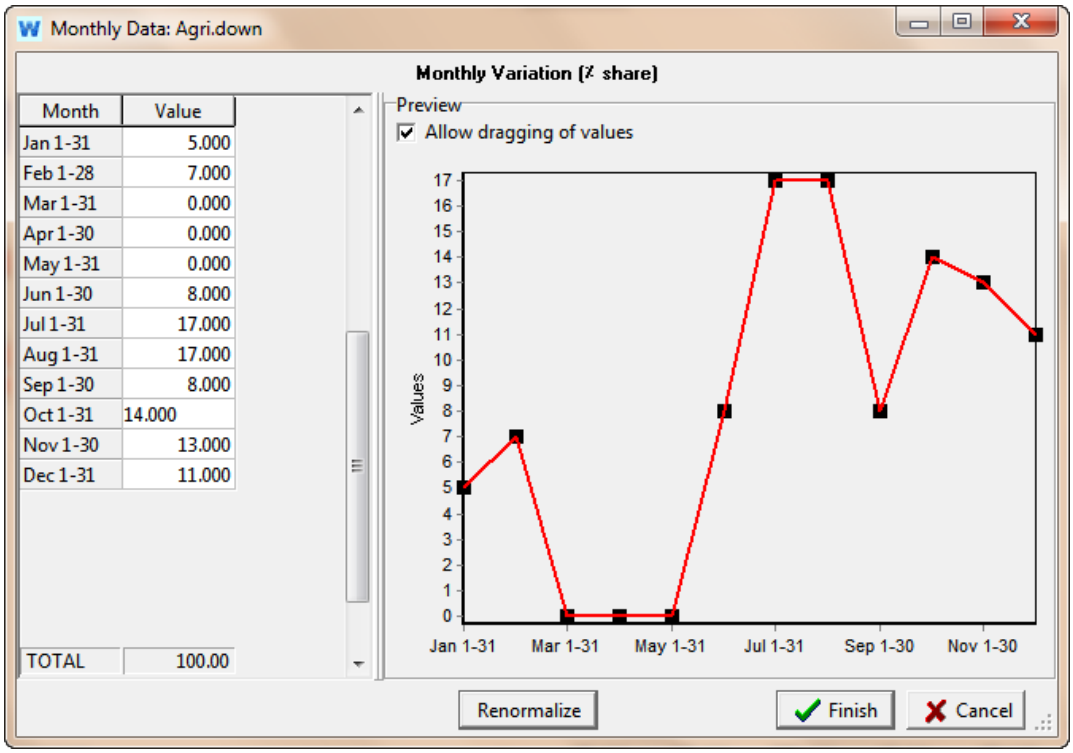
سپس وارد شاخه branch می‌شویم و از گروه key assumption متغیرکلیدی مربوطه(.upstream agri برای کشاورزی بالادست و .downstream agri برای کشاورزی پایین دست) را انتخاب می‌کنیم و با کشیدن و رها کردن در کادر پایین صفحه قرار می‌دهیم.



سپس به سراغ زیرمنوی Annual water use rate می‌رویم و از آنجا که هر هکتار گندم(کشت موجود در منطقه گندم و در برخی نقاط برنج می‌باشد) مقدار سالیانه حدود ۱۵ هزار متر مکعب آب نیاز دارد، این عدد را برای مقدار آب مورد نیاز در هر هکتار وارد می‌کنیم.

اما این مقدار با تغییرات ماهیانه که توسط وزارت نیرو در مجوز تخصیص ارائه شده است در اختیار کشاورزان قرار می‌دهد. این تغییرات را در زیرمنوی monthly variation به صورت درصدی از کل آب سالیانه وارد می کنیم. برای این کار monthly time-serise wizard را انتخاب می‌کنیم. و در صفحه باز شده مقادیر را به درصد بیان می‌کنیم.

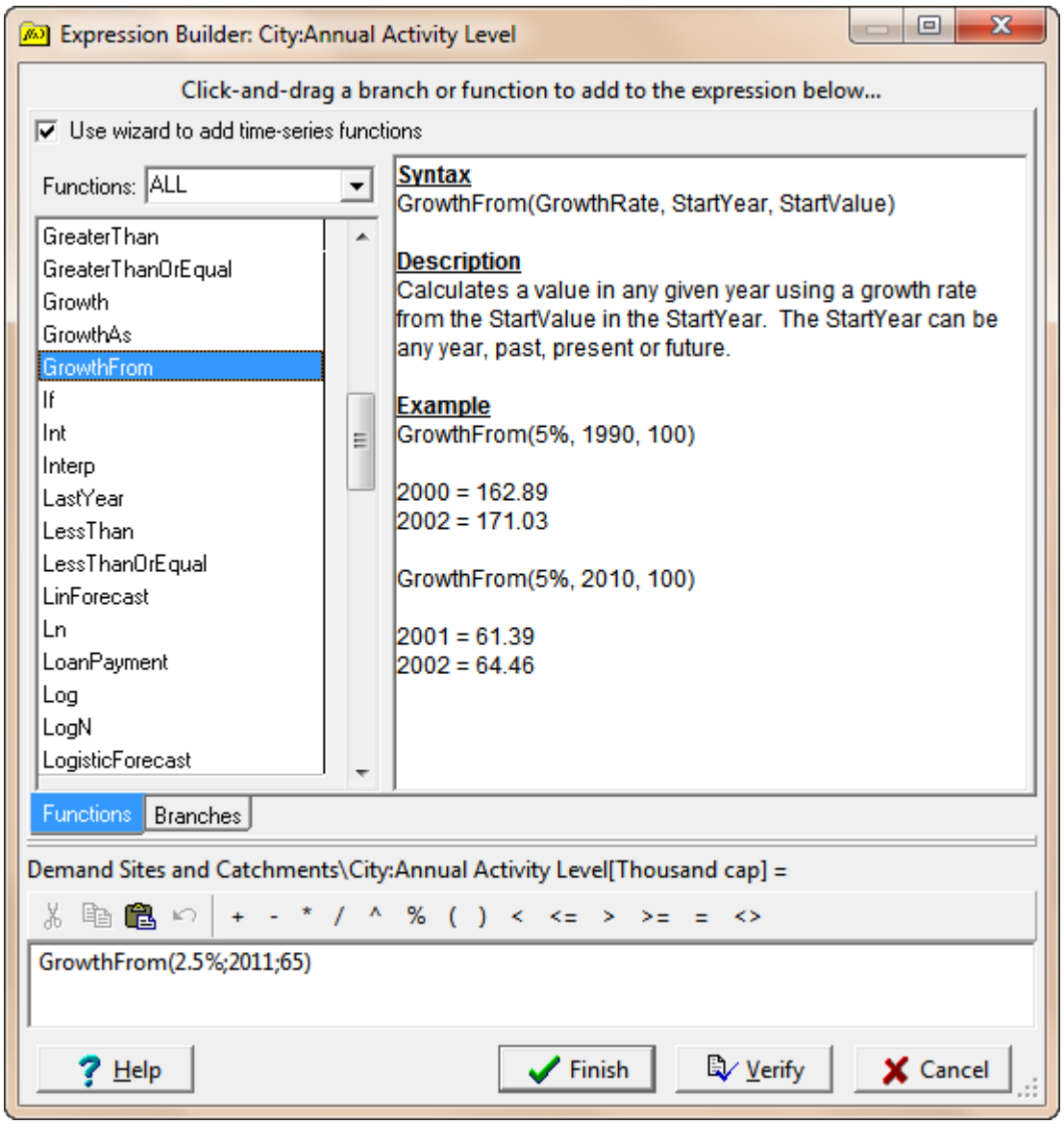

WEAP: Tangab Dam
Area Edit View General Tree Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Key Assumptions
Population
Upstream Agri.
Downstream Agri.
Industrial Equip.
Grout
Agriculture Gro.
Industry Gro.
population Gro.
Demand Sites and Catchments
Agri.up
Agri.down
Industry
City
Hanifghan
Tangab
Hydrology
Supply and Resources
Other Assumptions
Data for: Current Accounts (2014)
Manage Scenarios
Water Use
Loss and Reuse
Demand Management
Cost
Priority
Advanced
Annual Activity Level
Annual Water Use Rate
Monthly Variation
Consumption
Monthly share of annual demand. If proportional to number of days in month, leave blank. All branches within a demand site have the
Range: 0 to 100 % share
Help
Demand Sites and Catchment
2014
Scale
Unit
Agri.down
Percent
share
Chart
Table
Expression Builder
Monthly Time-Series Wizard
Yearly Time-Series Wizard
ReadFromFile Wizard
Lookup Function Wizard
% share
Jan 1-31 2014
Mar 1-31 2014
May 1-31 2014
Jul 1-31 2014
Sep 1-30 2014
Nov 1-30 2014
WEAP: 2015.0
Area: Tangab Dam
2014-2030 (monthly)
Licensed to: ali ajamzadeh, zabol university, iran, until April 7, 2017


Monthly Data: Agri.down
Monthly Variation (% share)
Month
Value
Jan 1-31 5.000
Feb 1-28 7.000
Mar 1-31 0.000
Apr 1-30 0.000
May 1-31 0.000
Jun 1-30 8.000
Jul 1-31 17.000
Aug 1-31 17.000
Sep 1-30 8.000
Oct 1-31 14.000
Nov 1-30 13.000
Dec 1-31 11.000
TOTAL 100.00
Preview
Allow dragging of values
Values
Jan 1-31
Mar 1-31
May 1-31
Jul 1-31
Sep 1-30
Nov 1-30
Renormalize
Finish
Cancel

سپس گزینه Finish را انتخاب می‌کنیم. این کار را برای اراضی بالادست نیز انجام می‌دهیم. از آنجا که در این منطقه آبیاری به صورت سنتی بوده، مقدار قابل توجهی از آب به صورت بخار ار سیستم خارج می‌شود پس برای وارد کردن این مقدار عدد ۳۰ درصد را در منوی consumption وارد می کنیم.

مقادیر مربوط به هر یک از سایر نیازها را نیز به همین ترتیب وارد می‌کنیم. هزار دستگاه صنعتی با سالیانه مقدار ۱۵۰۰۰ مترمکعب برای هر دستگاه در نظر گرفته شده است. جمعیت نیز در حدود ۶۵۰۰۰ نفر با نرخ استفاده ۳۰۰ لیتر بر روز در نظر گرفته می‌شود.

میزان جمعیت را باید با استفاده از آخرین سرشماری و رشد تقریبی اندازه گیری شده براساس آمار دوره های سرشماری وارد شود. برای اعمال این مقدار مقدار جمعیت شهر در سرشماری سال ۲۰۱۱ را معادل ۶۵ هزار نفر قرار می‌دهیم و رشدی معادل ۱/۲ را برای آن در نظر می‌گیریم و از تابع Growth from و منوی Expertion builder استفاده می‌کنیم.

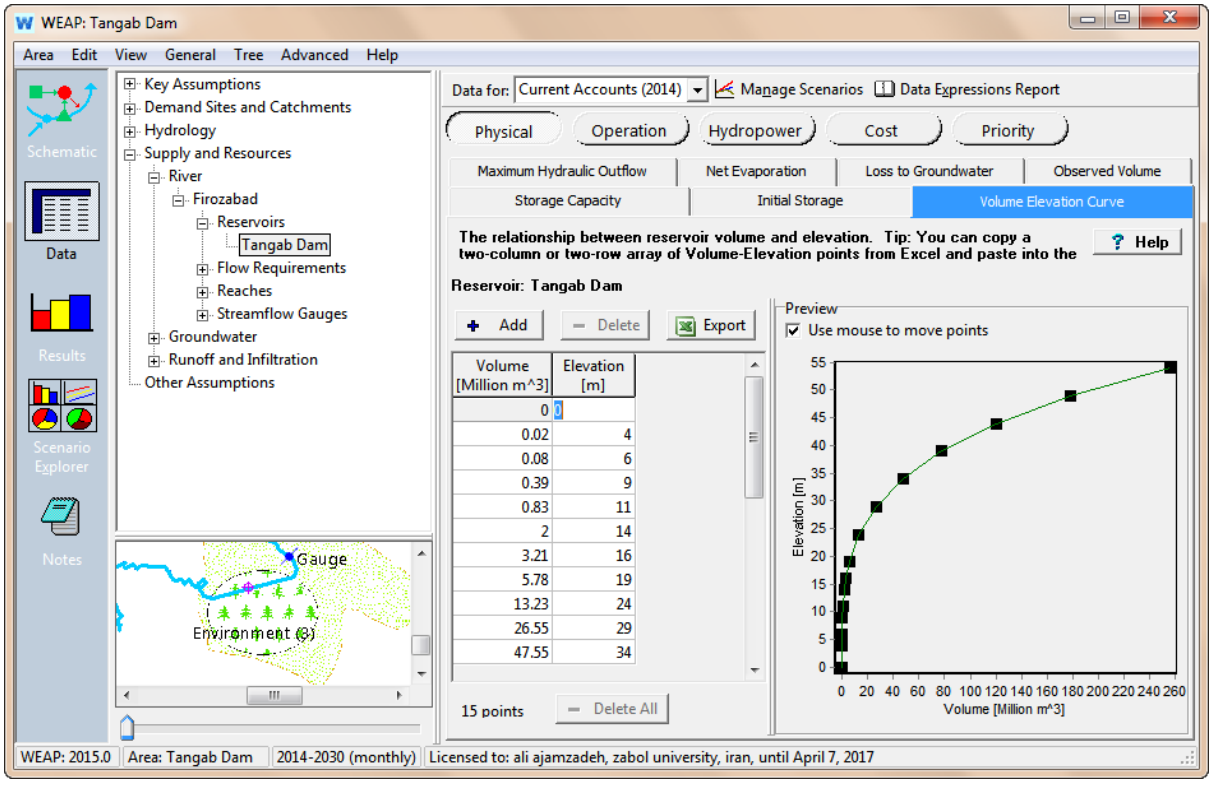


پس از ورود اطلاعات نیازها به سراغ پیاده سازی منابع و نحوه اندرکنش آنها با یکدیگر می‌رویم. پیاده سازی منابع(به ویژه سد) در نتایج بسیار تاثیر گذار است. به طوری که استفاده از یک حجم و یا تراز نامناسب و غیر واقعی، می‌تواند نتایج را به حد زیادی تحت تاثیر قرار دهد. یکی از مواردی که باید به آن توجه کرد حجم مخزن سد در اولین ماه شروع مدل‌سازی است. چرا که در صورت غیر واقعی بودن یا آبی در دسترس است که نباید باشد و یا برعکس آبی برای در دسترس قرار گرفتن وجود داشته ولی مدل‌سازی نشده و این نه تنها بر اولین خروجی بلکه بر تمامی آن‌ها تاثیر می‌گذارد.

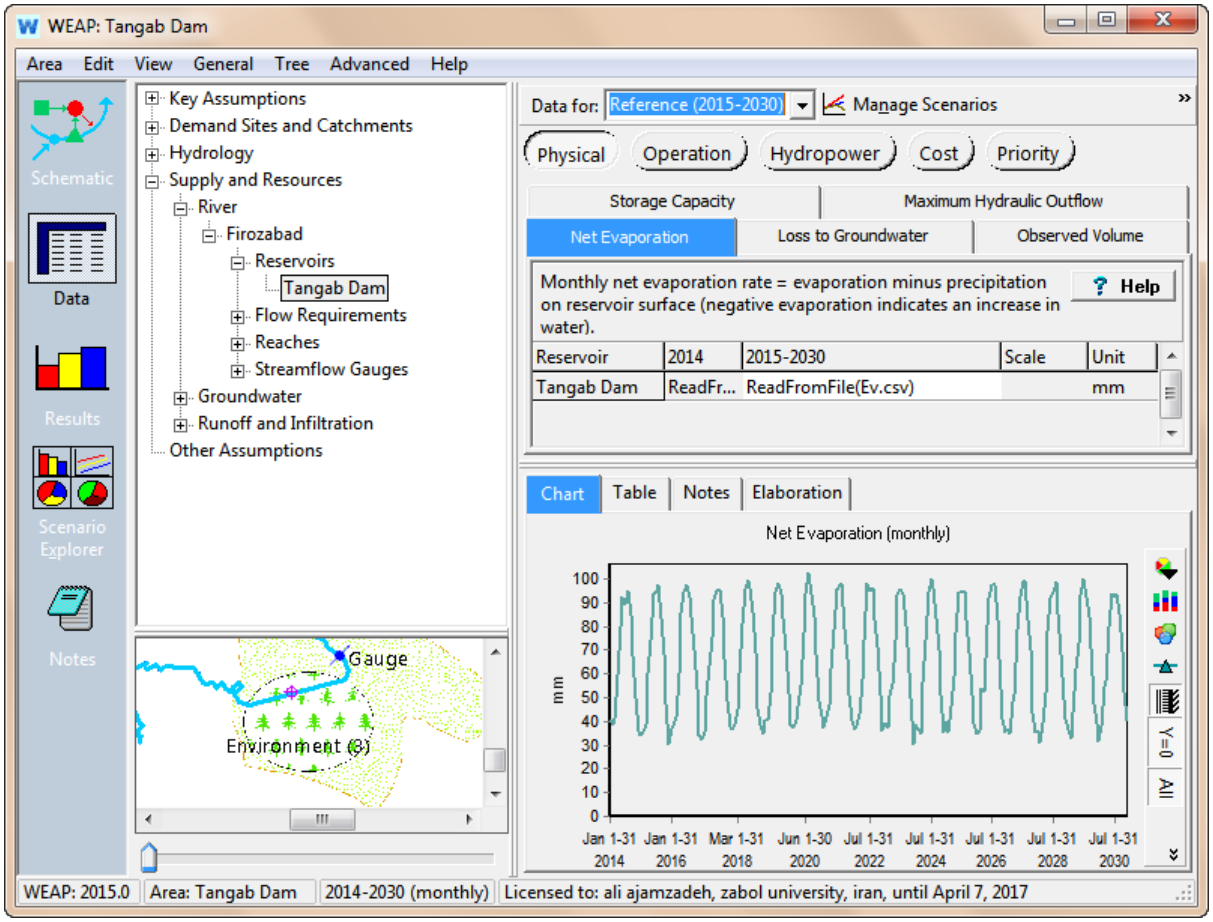
بر روی منبع سد راست کلیک کرده و وارد گزینه Edite Data می‌شویم. سپس Storage Capacity را انتخاب می‌کنیم. حجم مخزن سد تنگاب در تراز حداکثر برابر ۱۸۰ میلیون متر مکعب و در تراز نرمال برابر ۱۳۰ میلیون متر مکعب می‌باشد، همچنین حجم مرده برابر ۵ میلیون متر مکعب است.

ابتدا در منوی Storage Capacity عدد ۱۸۰ را وارد می‌کنیم. سپس حجم اولین ماه میلادی (یعنی ژانویه سال ۲۰۱۴) را وارد می‌کنیم. بر اساس اطلاعات بدست آمده از آب منطقه‌ای استان، این مقدار برابر ۳ میلیون متر مکعب می‌باشد.

اطلاعات مربوط به منحنی حجم- ارتفاع را نیز وارد می‌کنیم.



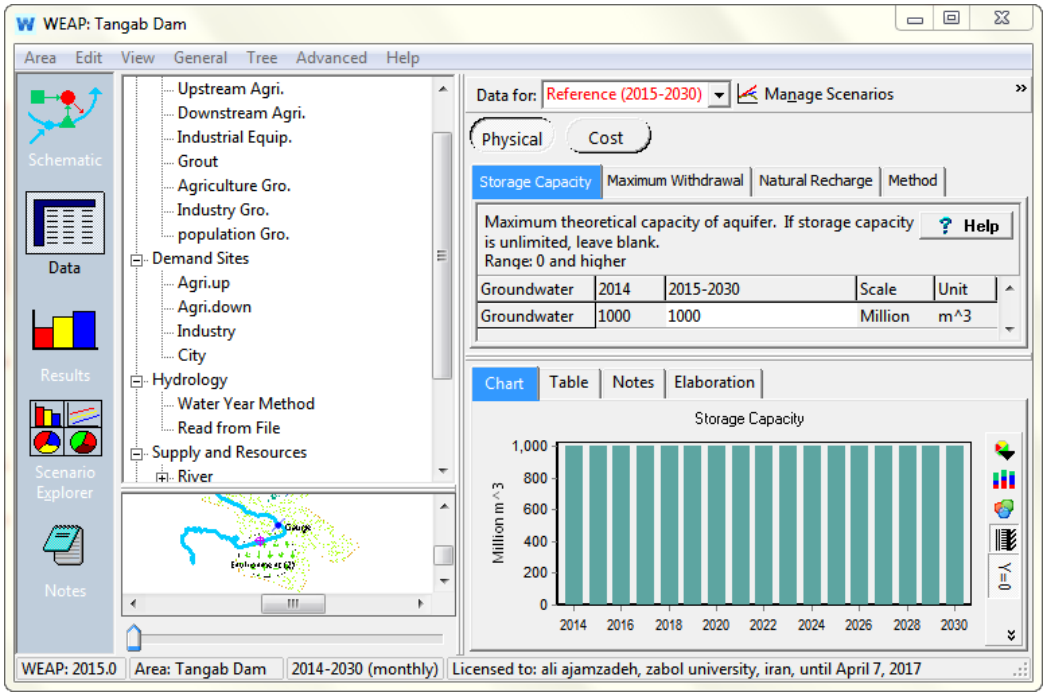
از آنجایی که محدودیتی برای خروج آب از سد نداریم، منوی Maximum Hydraulic Outflow را بدون تغییر می‌گذاریم. مقدار تبخیر و تعرق محل سد را از منوی EvaporationNet با فراخوانی از فایل مربوطه وارد می‌کنیم.



مقدار حجم‌های مربوط به بهره‌برداری از مخزن را در قسمت Opration وارد می‌کنیم. وقتی وارد این منو می‌شویم، مقدار حجم معدل سطح نگهداری(Conservation) را معادل حجم کلی که در بخش Physical قرار دادیم، در نظر می‌گیرد. این عدد را تغییر داده، چرا که حجم کلی نگهداشت سد معادل ۱۳۰ میلیون متر مکعب می‌باشد، از آنجا که سیاستی در رهاسازی آب محدوده بوفر(محدوده‌ای که می‌توان سیاست پیاده کرد) نداریم، هر حجمی را در نظر بگیریم، با توجه به اینکه ضریب بوفر را برابر یک قرار می‌دهیم، مانند انی است که تمام حجم را حجم نگهداشت تشکیل داده است. مقدار حجم معادل تراز مرده (Top of Inactive) را برابر ۵ میلیون متر مکعب قرار می‌دهیم.

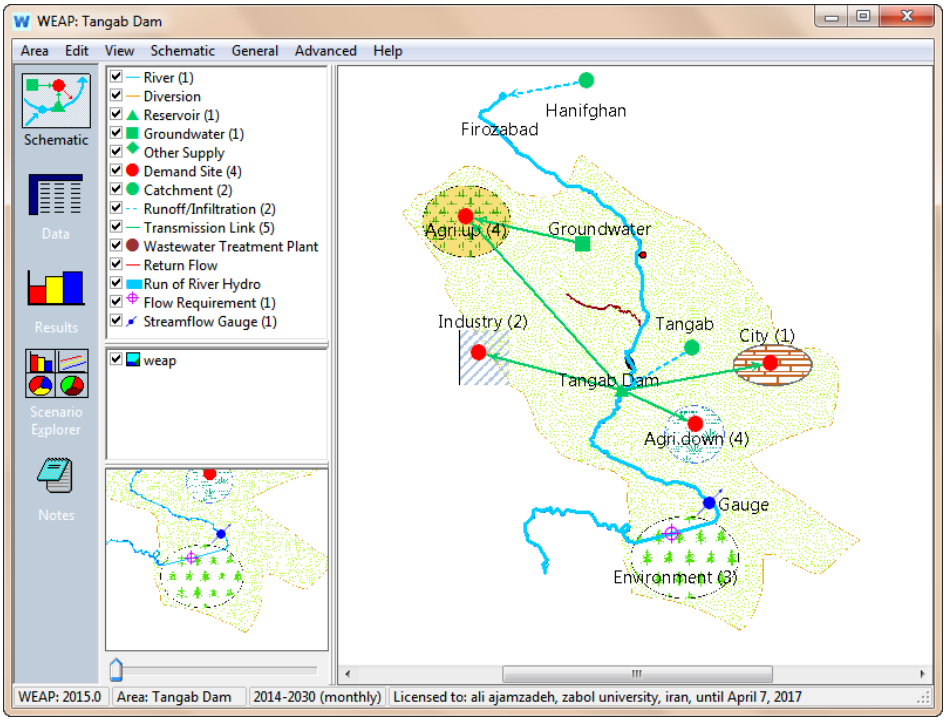
سد تنگاب برقی تولید نمی‌کند و در آن توربینی برای تولید در نظر گرفته نشده است پس در اینجا مدل‌سازی سد به پایان می‌رشد.

از آنجا که اطلاعاتی از مقدار آب زیرزمینی همچنین حجم و ارتفاع آن در دسترس نمی‌باشد، در این پروژه قصد داریم مقدار آبی که در طول این دوره از منابع اب زیرزمینی برداشت می‌شود را مورد مقایسه قرار داد پس مقدار حجم آب زیرزمینی را معادل ۱ میلیارد متر مکعب قرار می‌دهیم و محدودیتی در برداشت اولیه و حجم برداشت قرار نمی‌دهیم.



پس از ورود اطلاعات نیازها و منابع به منوی شماتیک رفته و ارتباط بین منابع و نیازها را با ابزار خطوط انتقال پیاده سازی می‌کنیم.

هیچ خط برگشتی وجود ندارد چرا که نه فاضلابی در منطقه تنگاب جمع آوری می‌شود و نه آبی بازیافت می‌شود. تمامی خطوط اولویتی برابر ۱ دارند جز خط انتقال آب از منابع زیرزمینی به اراضی بالادست، چرا که در مجوز تخصیص در صورت تامین نشدن آب از سد، مقدار مورد نیاز از منابع زیرزمینی تامین می‌گردد.



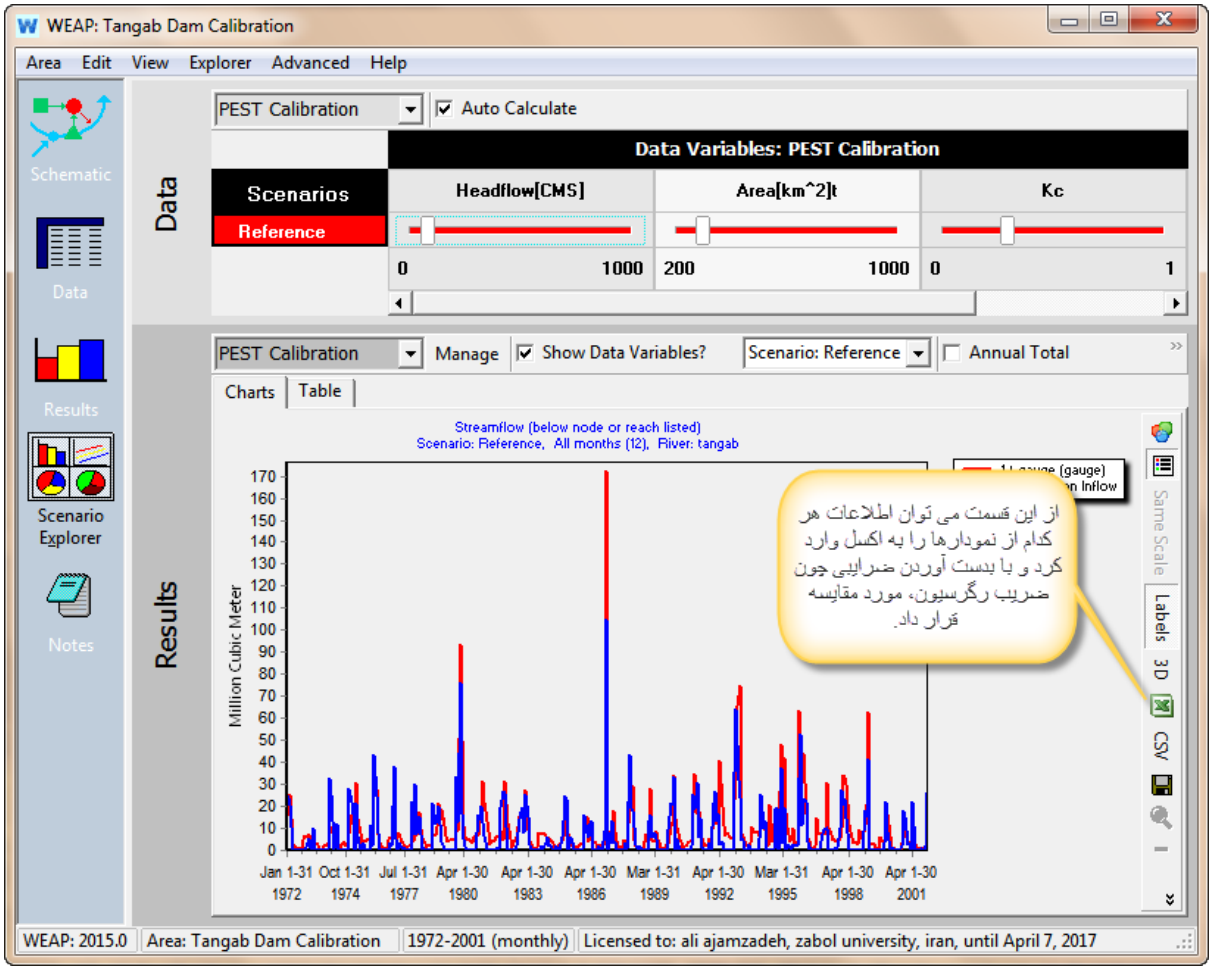
۳-۲-۹ کالیبراسیون مدل WEAP

پس از پیاده سازی اجزا و مشخص کردن روابط و اندرکنش بین آن‌ها باید مدل را کالیبره کنیم. کالیبره کردن مدل همان‌طور که قبلا اشاره شد با استفاده از حجم مشاهداتی سد، مقدار رواناب و همچنین میزان انباشت برف انجام می‌پذیرد. در منطقه سد تنگاب از میان این سه سری زمانی، تنها ایستگاه هیدرومتری وجود دارد. پس باید با استفاده از مقادیر رواناب در دوره‌ای مشخص به شبیه‌سازی بارش و رواناب منطقه پرداخت و با تغییر در پارامترهای مشخص، سعی کرد مقدار رواناب جاصل از بارش را به مقدار رواناب واقعی دوره مشاهداتی نزدیک کرد.

در تمامی مدل‌های که قسمتی برای کالیبراسیون تعبیه شده است، یا خود مدل و یا به صورت دستی باید داده‌های ورودی را به دو قسمت آموزش و آزمون تقسیم شوند. به این صورت که حدود ۷۰ درصد از آمار موجود در قسمت آموزش استفاده شود و ۳۰ درصد باقی مانده در قسمت آزمون، مدل را در آزمایش قرار دهد. برای این کار یک Save as از پروژه گرفته و سپس کالیبراسیون را بر روی آن انجام می‌دهیم. در این‌جا نکته‌ای که خیلی مهم است این است که باید مقادیر بارش دو ایستگاه وارد شده، مقدار روانابی تقریبا برابر رواناب مشاهداتی را حاصل شود. پس باید رواناب حاصل از بارش دوره مشاهداتی را با رواناب مشاهداتی مورد مقایسه قرار داد. برای این کار سال‌های مدل‌سازی را به سال‌های مشاهداتی تبدیل می‌کنیم و بارش متناسب با آن دوره را در دو ایستگاه وارد کرده و از آن برای تنظیم پارامترها و به اصطلاح کالیبراسیون استفاده می‌کنیم.

از منوی Advance وارد زیرمنوی Pest Calibration می‌شویم. ابتدا در قسمت Stream flow gauge ایستگاه هیدرومتری خود را انتخاب می‌کنیم. باید توجه داشت که ما یک مدل بارش رواناب ساده انتخاب کرده‌ایم، لذا برای کالیبراسیون آن نیاز به تخصص و توجه بیشتری نسبت به سایر مدل‌های بارش رواناب موجود در مدل، نیاز است. ابتدا مقادیری که قبلا تنظیم نکرده‌ایم مانند ضرایب Kc محصول و یا مقادیری که تقریبی وارد کرده‌ایم مانند مساحت منطقه و یا اندرکنش بین آب‌های زیرزمینی و سطحی و... را وارد قسمت Parameter to Calibrate می‌کنیم و مدل را اجرا می‌کنیم. با این کار نمایی از تاثیرگذاری مقادیری که با عدم قطعیت روبرو بوده‌اند بر رواناب حاصله از بارش بدست می‌آید.

برای شروع مقادیر Kc محصول، مقدار رواناب ایجاد شده در رودخانه و مقدار مساحت زیرحوضه‌های تنگاب و حنیفقان را مورد آزمایش قرار می‌دهیم و تاثیر آن‌ها بر تطابق رواناب حاصله با واقعیت مشاهده می‌کنیم.



با این کار نمایی از تاثیر مقادیر انتخابی بر رواناب حاصله بدست می‌آید. آنقدر به تنظیم این پارامترها(حد بالا و پایین وارده در کالیبراسون) می‌پردازیم تا نتیجه حاصله، در سطح معنی داری مورد نظر قرار گیرد.

سپس با ضرایب و مقادیری که رضایت بخش بوده‌اند ۳۰ درصد باقی‌مانده اطلاعات را اجرا می‌کنیم و با مقادیر واقعی مقایسه می‌کنیم. این کار برای جلوگیری از قرار گیری مدل در مینیمم محلی انجام می‌شود.

پس از کالیبراسیون مقادیر کالیبره شده را به فایل اصلی برده و مدل‌سازی آینده را انجام می‌دهیم و نتایج را بر روی سناریوها مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

۳-۲-۱۰ بررسی نتایج

با اولین ورود به منوی نتایج مدل خود به خود شروع به اجرا و نمایش نتایج می‌کند. پس از انجام محاسبات توسط مدل، صفحه نتایج که دارای بخش‌های مختلفی است به نمایش گذاشته می‌شود. در مدل به سه طریق نتایج به نمایش گذاشته می‌شوند، نمودار، جدول و نقشه. برای این کار از سه منوی بالای صفحه با نام‌های Chart، table و map کمک می‌گیریم.

به طور کلی ابتدا باید متغیر مورد نظر را انتخاب کنیم (مثلا حجم مخزن سد در طول دوره مطالعاتی) سپس واحد مورد نظر را انتخاب می‌کنیم، درست است که ما با واحد خاصی مدل‌سازی را انجام دادیم ولی در منوی نتایج می‌توان از سیستم‌های دیگری بجز سیستم SI استفاده کرد و نتایج را مشاده کرد.

پس از آن به انتخاب سناریوی مورد نظر و سال مورد نظر(یا انتخاب همه سناریوها و سال‌ها) می‌پردازیم. با انتخاب هر گزینه مدل‌خود به خود نمودار مربوطه را رسم می‌کند. تنظیمات مربوط به نوع نمودار و رنگ‌های آن و همچنین انتقال داده‌ها به اکسل، در قسمت سمت راست صفحه قابل انجام است.

گزینه‌هایی که در هر مدل‌سازی باید در هنگام بررسی نتایج مورد نظر قرار بگیرند به شرح زیر هستند:

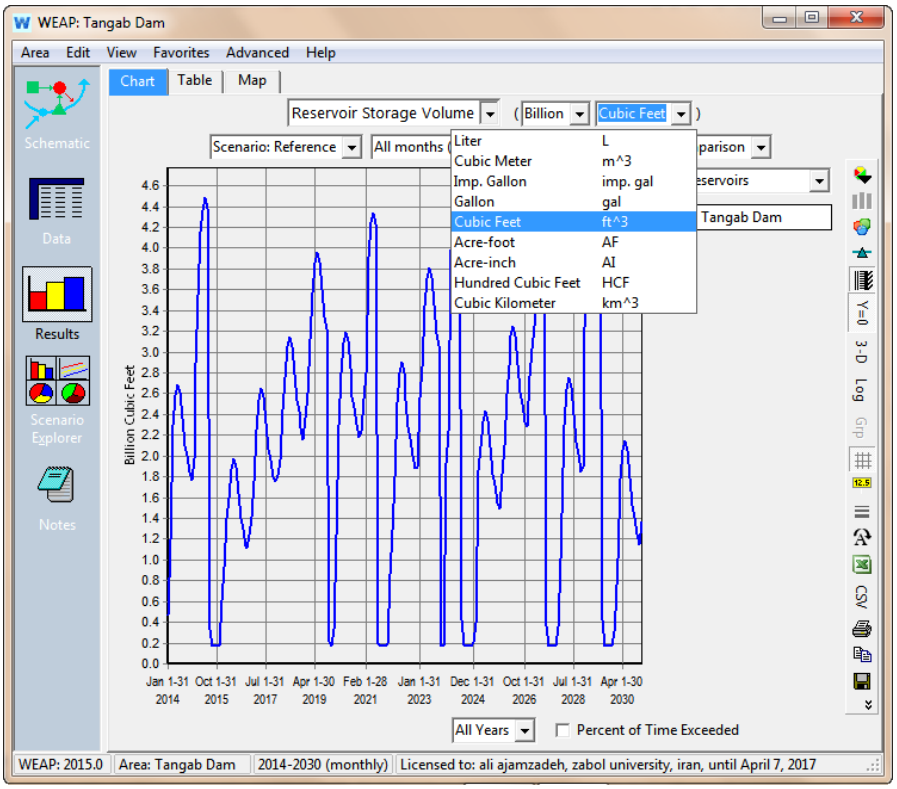
Unmet Demand: مقادیر نیاز برآورده نشده هر سناریو و یا نقطه نیاز را در طی سال‌های مطالعاتی نشان می‌دهد.

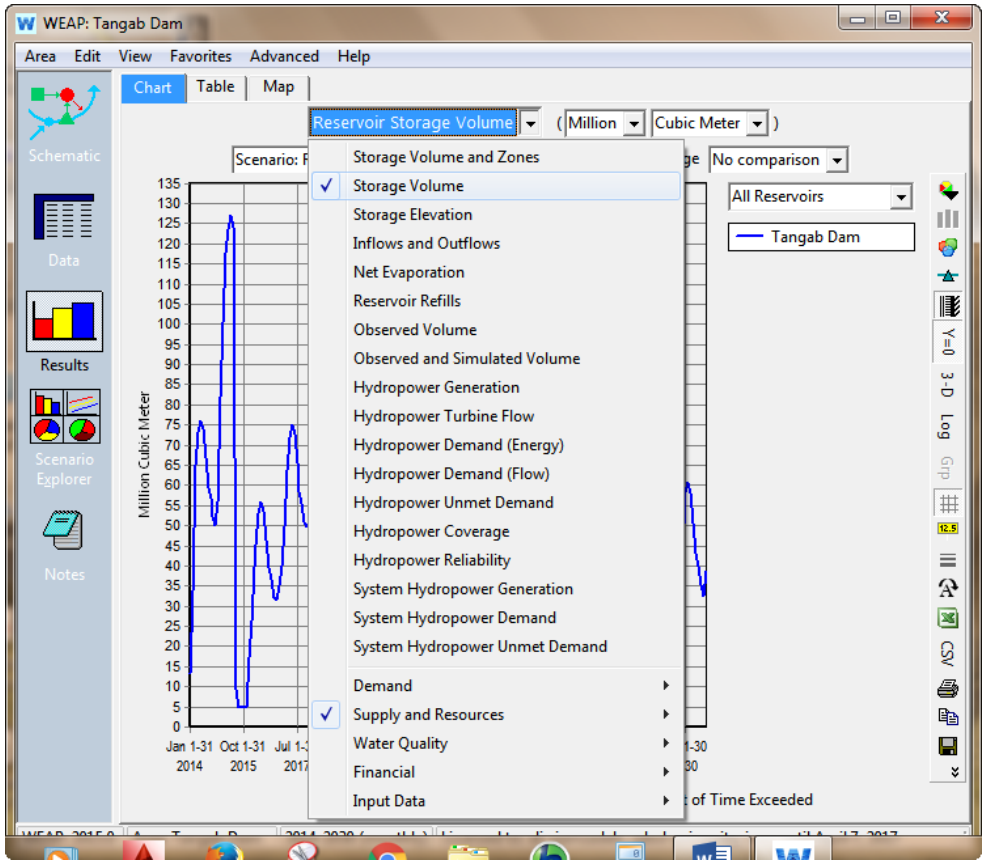
Coverage: میزان درصد پوشش نیاز هر نقطه نیاز در طول دوره مشاهداتی را به درصد بیان می‌کند.

Reliability: اعتماد پذیری و یا همان سطح اعتماد به سیستم را نشان می‌دهد.

Storage Volume: حجم مخزن سد در طول دوره مطالعاتی

Groundwater Storage: حجم مخزن آب زیرزمینی را نشان می‌دهد.

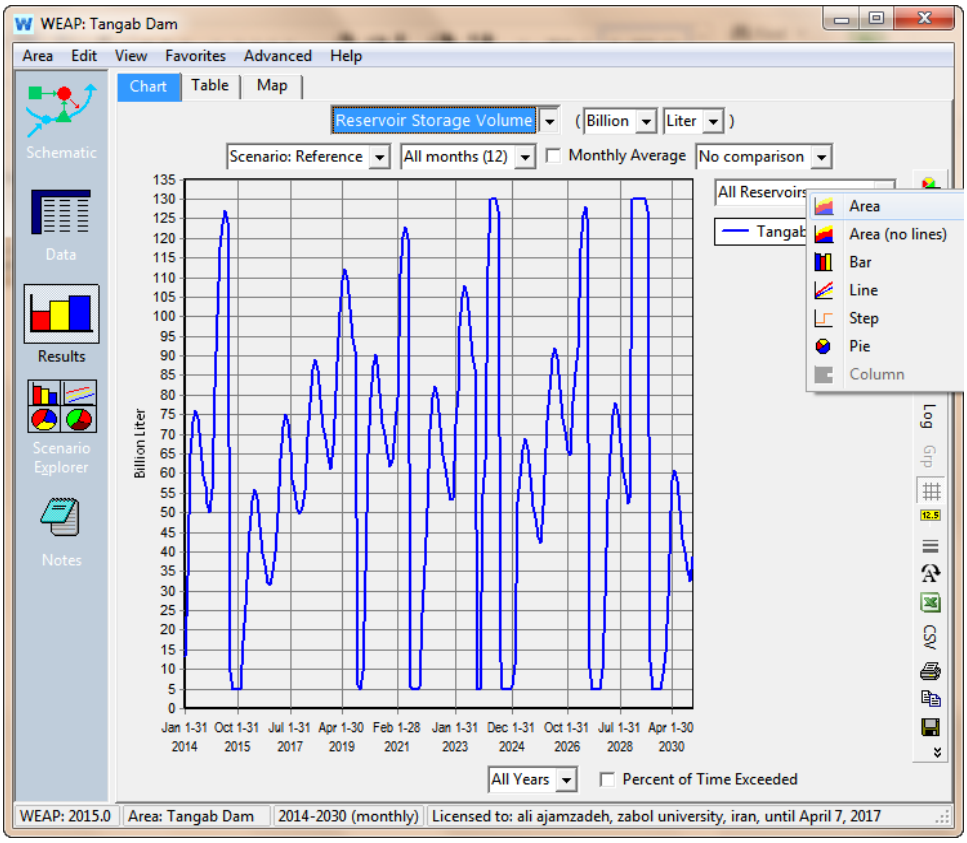




پس از بررسی نتایج و کسب دیدگاهی از روند منطقه می‌توان برای مقابله با اثرات مخرب اقلیمی و یا پیشرفت‌های بی‌رویه، سناریوی مورد نظر خود را با عنوان سناریوی سازگاری پیاده کرد. مثلا سیاستی که در این منطقه برای جلوگیری از ضررهای غیرقابل برگشت می‌توان پیاده کرد، مقایسه کشاورزی مکانیزه با کشاورزی سنتی و یا استفاده از پساب‌های شهری و تصفیه آن جهت تامین آب کشاورزی و یا محیط زیست و... می‌تواند باشد. در بخش نتایج برای مقایسه بین سناریوها نیز بخشی در نظر گرفته شده است که می‌توان از آن برای مقایسه سناریوی سازگاری و سایر سناریوها ویا به عبارتی مقابله سناریوی سازگاری با سایر سناریوها استفاده کرد.

سناریوی سازگاری را اول با والد سناریوی مرجع ایجاد می‌کنیم و نتایج را بررسی می‌کنیم. سپس والد سناریو را عوض کرده و نتایج را بررسی می‌کنیم. به این ترتیب سناریوی سازگاری را در مقابل سایر سناریوها مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

به منظور دست‌یابی به نتایج سناریوی سازگاری به پایان نامه عجم‌زاده(1393) مراجعه شود.


WEAP: Tangab Dam
Area Edit View Favorites Advanced Help
Schematic
Data
Results
Scenario Explorer
Notes
Chart Table Map
Reservoir Storage Volume
(Billion Liter)
Scenario: Reference
All months (12)
Monthly Average
No comparison
All Reservoirs
Tangab
Area
Area (no lines)
Bar
Line
Step
Pie
Column
Billion Liter
135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0
Jan 1-31 2014
Oct 1-31 2015
Jul 1-31 2017
Apr 1-30 2019
Feb 1-28 2021
Jan 1-31 2023
Dec 1-31 2024
Oct 1-31 2026
Jul 1-31 2028
Apr 1-30 2030
Log
Grp
CSV
All Years
Percent of Time Exceeded
WEAP: 2015.0
Area: Tangab Dam
2014-2030 (monthly)
Licensed to: ali ajamzadeh, zabol university, iran, until April 7, 2017

فصل ۴ مراجع

اکبرپور، ا. کبارفرد، م. عنابی، ف. ۱۳۸۷. " سیستم مدل سازی حوضه آبریز: آشنایی با نرم افزارWMS ". (ترجمه). نشر سخن گستر، ۱۳۸۷.

اعلمی، م. فرزین، س. و آقابالایی، ب. ۱۳۹۱." تحلیل سیاست‌های بهره‌برداری و تخصیص آب سد ایثار اهر با استفاده از روش پویایی سیستم". یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، آبان‌ماه ۱۳۹۱، دانشگاه ارومیه.

ایمانی‌زاده شریف‌پور، م. بارانی، غ. ۱۳۸۹." مدل‌سازی عملکرد سد با رویکرد پویایی سیستم‌ها (مطالعه موردی: سد مخزنی صفا)". دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب، کرمان، بهمن ۱۳۸۹.

ترابی، ص. انوری، ص. ثمره هاشمی، م. و باقری، ع. ۱۳۸۹." مدل‌سازی تخصیص آب با رویکرد پویایی سیستم‌ها مطالعه موردی، سد مخزنی کمال صالح". مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی کرمانشاه.

شیخ خوزانی، ز. حسینی، خ. و رحیمیان، م. ۱۳۸۹." مدل‌سازی بهره‌برداری از مخازن چند منظوره به روش پویایی سیستم". مجله مدل‌سازی در مهندسی، سال هشتم، شماره ۲۱، تابستان ۱۳۸۹، ص. ۶۷-۵۷.

فاضل‌مدرس، ن. نیازی، ف. مفید، ح. و فاخری‌فرد، ا. ۱۳۹۱. " برنامه‌ریزی تخصیص بهینه منابع آب با استفاده از مدل VENSIM (مطالعه موردی: سد علویان)". نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

باقری هارونی، م. ح، مرید، س. ۱۳۹۰. " مقایسه و ارزیابی عملکرد مدل های WEAP و MIKE BASIN در تخصیص سیستم های منابع آب، مطالعه موردی: رودخانه تالوار ". چهارمین کنفرانس منابع آب ایران، ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۰، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.

زارع زاده، م. ۱۳۸۹. " تخصیص منابع آب حوضه آبریز قزل اوزن- سفید رود تحت تاثیر تغییر اقلیم با رویکرد ورشکستگی در حل اختلافات". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.

کاظم، م. محمدی،س. مکنون،ر. ۱۳۸۷. " بررسی تغییرات اقلیم بر روی تخصیص منابع آب با استفاده از مدلWEAP. مطالعه موردی حوضه زنجان رود". ICWR۲۰۰۹.

کمال، ع.مساح‌بوانی، ع. ۱۳۸۹. " تأثیر تغییر و نوسانات اقلیمی بر رواناب حوضه با دخالت عدم قطعیت دو مدل هیدرولوژی". نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۵، دی ۱۳۸۹، ص. ۹۳۱-۹۲۰.

قندهاری، ق. ۱۳۹۱." ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیم بر سناریوهای تخصیص بهینه آب در سطح حوضه رودخانه بار شهرستان نیشابور با مدل WEAP". پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل.

عجم‌زاده، ع. ۱۳۹۳." ارزیابی اثرات تغییرات اقلیم بر تخصیص بهینه منابع آب سد تنگاب استان فارس". پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه زابل.

علیزاده، ح. ۱۳۸۵. "ارزیابی تأثیر هیدرولوژیکی سناریوهای تخصیص آب در سطح حوضه با استفاده از نرم افزار WEAP (مطالعه موردی: حوضه بالادست سد کرخه)". پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی عمران.دانشگاه صنعتی شریف.

شیرخورشیدی، ر. ۱۳۹۱." بررسی اثر تغییر اقلیم بر جریان ورودی سد سبلان و شبیه‌سازی اثر آن بر بهره‌برداری از مخزن". پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز.

ناصری، ح. احمدی، س. و صلوی‌تبار، ع. ۱۳۹۰." مدل‌سازی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب پایاب سد شهرچای (ارومیه) به روش پویایی سیستم". فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال چهارم، شماره شانزدهم، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۱۰۸-۹۷.

یزدان پناه، ط. داوری، ک. خداشناس، س. ۱۳۸۷. "مدیریت منابع آب حوضه آبریز با استفاده از مدل WEAP (مطالعه موردی حوضه ازغند)". مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۱، ص ۲۱۳، ۱۳۸۷.

Abebe, A., Price, R., 2003. Managing uncertainty in hydrological models using complementary .models. Hydrological sciences journal, 48(5): 679-692

Abolpour, B., Javan, M., Karamouz, M., 2007. Water allocation improvement in river basin using Adaptive Neural Fuzzy Reinforcement Learning approach. Appl. Soft Comput., 7(1): 265-.285

Ahmad, S., and Simonovic, P. S. (2000). "System dynamics modeling of reservoir operations for flood management" *J. Computing in Civil Eng.*, ASCE, 14(3), 190-199

An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Synthesis Report. Change 2007:

Charles Stangor (2011) "Research Methods For The Behavioral Sciences". Wadsworth, .Cengage Learning. ISBN 9780840031976

David, Y., David, P., Jack, S., Annette, H-L., Hector , G., Jordan, W. 2009. Climate Driven Water Resources Model of the Sacramento Basin, California. JOURNAL OF WATER

RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT © ASCE / SEPTEMBER/OCTOBER 2009. 10.1061/_ASCE_07339496 _2009 _135:5 _303.

E. Atashpaz-Gargari, C. Lucas, Imperialist Competitive Algorithm: An algorithm for optimization inspired by imperialistic competition, IEEE Congress on Evolutionary ۴۶۶۷–۴۶۶۱) ۲۰۰۷Computation, (

Soo, J. K., Hwan, D. J., Byung, S. K., Hung, S. K. 2010. Evaluation of Climate Change Impacts on the Water Resource System of the Han-River Basin in South Korea for the AR4 .SRES A2 Scenario. Hydrology Days 2010. http://www.weap21.org/index.asp?action=216

Stave, K.A., (2003). "A System Dynamics Model to Facilitate Public Understanding of Water Management Options In Las Vegas, Nevada", Journal of Environmental Management, 67: 303-313.