یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۴۳

عنوان مقاله:

تهیه مدل بیلان آبی مناطق آبیاری با استفاده از اطلاعات سنجش از دور (Remote sensing) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل CROPWAT

تألیف:

جمشید یاراحمدی خراجو[۱]، بهرام ثقفیان[۲]

چکیده:

این تحقیق با هدف ارائه مدل بیلان آبی دشت‌های سلماس و تسوج واقع در قسمت شمال و شمالغرب دریاچه ارومیه و با همکاری دانشگاه ITC کشور هلند باجرا در آمده است. تصاویر ماهواره‌ای ASTER برای دوم جولای ۲۰۰۱ برای تعیین نوع و مساحت محصولات کشت شده در منطقه مورد استفاده قرارگرفت. مدل CROPWAT برای محاسبه تبخیر و تعرق و همچنین نیاز آبی گیاهان موجود در منطقه بکار گرفته شد. برای محاسبه میزان آب استحصالی از منابع آب سطح برای آبیاری از آمار دبی رودخانه‌ها برای مناطق اندازه‌گیری دبی. و از روش ضریب رواناب (Runoff Coefficient) برای مناطق فاقد آمار دبی استفاده شده است. برای تعیین مقدار آب زیرزمینی استحصالی برای آبیاری از اطلاعات پمپاژ چاههای کشاورزی برای منطقه تسوج و از روش نیاز خالص آبیاری برای منطقه سلماس که فاقد آمار پمپاژ بوده استفاده شده است. نهایتاً مدل بیلان آبی برای مناطق آبیاری سلماس و تسوج ارائه گردید و نتایج این تحقیق نشان داد که روند بیلان در هر دو دشت بویژه در منطقه تسوج کاملاً منفی بوده وبین پتانسل منابع آبی موجود با میزان استفاده از آن هیچ رابطه منطقی وجود ندارد.

ضرورت:

از آنجائیکه دشت‌های مورد مطالعه در یک منطقه خشک و نیمه خشک و در حاشیه دریاچه شور ارومیه قرار گرفته‌اند و از طرف دیگر بعنوان یکی از مناطق مهم تولیدات زراعی و باغی در سطح استان بشمار

۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجانشرقی E-mail: yarahmadi@itc.nl

۲- عضوهیات علمی پژوهشکده آبخیزداری تهران

می‌روند اما بخاطر ضعف مدیریت منابع آب و بتبع آن پائین بودن راندمان آبیاری در این بخش، میزان آب مصرفی کشاورزی در آنها بالاست تا آنجائیکه با افزایش آب مصرفی در این بخش، آب شور دریاچه ارومیه بطرف سفره‌های آب شیرین منطقه پیشروی کرده و جایگزین آن شود این امر اهمیت مطالعه و تعیین میزان آب شیرین موجود و در دسترس در منطقه را جهت مصارف کشاورزی وارائه راهکارهای عملی و مناسب بمنظور داشتن کشاورزی پایدار با حداقل مصرف آب ومقابله با تخلیه رو به گسترش مخازن آب زیرزمینی را بیان می‌کند.

اهداف:

هدف اصلی این تحقیق ارائه مدل بیلان آبی برای مناطق تحت آبیاری در منطقه شمالغرب و شمال دریاچه ارومیه با تاکید بر موضوعات ذیر بوده است:

- ارائه مدل بیلان آبی برای مناطق مورد مطالعه
- تعیین مساحت الگوی کشت، نیاز آبی گیاهان و تغییرات آن در طول دوره ۱۰ ساله اخیر
- تعیین میزان آب قابل استحصال از منابع مختلف سطحی ، زیرزمینی و بارش
- مشخص کردن محدودیت‌های موجود در منابع آبی منطقه و ارائه راهکارهای عملی به منظور استفاده بهینه از منابع آب موجود به منظور ارتقا بهره وری آب کشاورزی

مواد و روش‌ها:

برای تهیه مدل بیلان آبی برای منطقه مورد مطالعه و توسعه آن مراحل زیر به اجرا در آمده است:

۱- جمع‌آوری و آنالیز داده‌های اقلیمی: داده‌های اقلیمی عمدتا به منظور فراهم اوردن ورودیهای لازم برای مدل CROPWAT و معادله بیلان آبی جمع‌آوری و مورد آنالیز قرار گرفته‌اند.

- جمع‌آوری داده‌های هواشناسی از قبیل بارش ماهانه، درصد رطوبت نسبی،ساعات آفتابی، سرعت باد و درجه حرارت (میانگین حداکثر و حداقل ماهانه دما)
- آنالیز همگنی داده‌های هواشناسی و تکمیل آنها با استفاده از روش رگرسیون خطی بین ایستگاهها
- تهیه نقشه بارش منطقه بکارگیری متدهای مناسب درونیابی در محیط GIS و نرم افزار ILWIS

۲- آبهای سطحی:

- جمع‌آوری آمار دبی رودخانه‌ها منطقه و تکمیل آنها با استفاده از روش رگرسیون خطی
- برآورد دبی برای مناطق فاقد آمار دبی‌سنجی با بکارگیری روش ضریب رواناب (Runoff Coefficient) با استفاده داده‌های سنجش از دور و نرم افزار ILWIS در محیط GIS
- برآورد و تعیین مقدار آب مصرفی کشاورزی از منابع آب سطحی با در نظر گرفتن راندمان آبیاری سطحی

۳- آبهای زیرزمینی:

- آنالیز سریهای زمانی برای چاههای موجود در محدوده طرح

- برآورد میزان افت آب زیرزمینی بر پایه آمار چاههای پیزومتری با استفاده از روش‌های مناسب درونیابی با بکارگیری نرم افزار ILWIS
- تعیین میزان برداشت از آبهای زیرزمینی به منظور مصارف کشاورزی بر پایه اطلاعات پمپاژ چاههای کشاورزی و بکارگیری روش نیاز خالص آبیاری

۴- مدل CROPWAT

- واسنجی و کالیبره کردن این مدل بر اساس تجربیات موجود در ایران برای انواع مختلف محصولات کشاورزی در منطقه
- اجرای مدل CROPWAT با استفاده از داده‌های هواشناسی آماده شده در مرحله اول برای محصولات مختلف باغی و زراعی استخراج شده از مرحله تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای
- محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع و نیاز آبی گیاهان کشت شده در منطقه

۵- عملیات صحرایی:

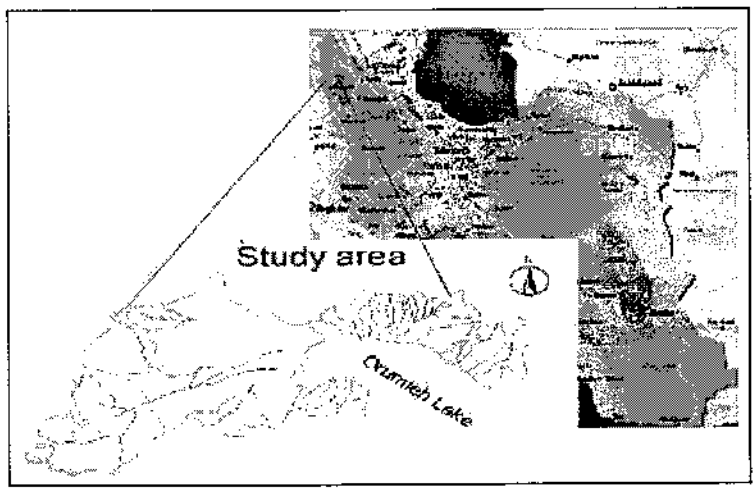
عملیات میدانی بمنظور جمع‌آوری آمار و اطلاعات هیدرومتئورولوژی و برداشت نمونه‌های لازم برای تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای و برآورد دقت طبقه بندی محصولات از این تصاویر و همچنین انجام مصاحبه با زارعین محلی بمنظور اخذ اطلاعات مورد نیاز برای آشنائی بیشتر با روش‌های آبیاری و تهیه تقویم زراعی محصولات عمده کشت شده در منطقه انجام گرفت.

۶- ارائه مدل بیلان آبی برای مناطق مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد تحقیق در قسمت شمالغرب و شمال دریاچه ارومیه واقع شده (تصویر شماره ۱) که قسمتی از آن (دشت سلماس) در استان آذربایجان غربی و قسمت دیگر (دشت تسوج) در استان آذربایجانشرقی قرارگرفته‌اند. منطقه مورد مطالعه دارای مختصات زیر می‌باشد:

۴۴° ۱۵ ′ ۱۸ ″ تا ۴۵ ° ۲۹ ′ ۴۰ ″ طول شرقی و ۳۷ ° ۵۱ ′ ۳۷ ″ تا ۳۸ ° ۲۷ ′ ۲۱ ″



تصویر شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

آنالیز داده‌ها:

آنالیز داده‌ها بخاطر فراهم آوردن اطلاعات لازم برای مدل CROPWAT و تهیه مدل بیلان آبی انجام گرفته است. که شامل آنالیز داده‌های هواشناسی، آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی می‌شود که بترتیب ذیل مورد بحث قرار می‌گیرند.

داده‌های اقلیمی:

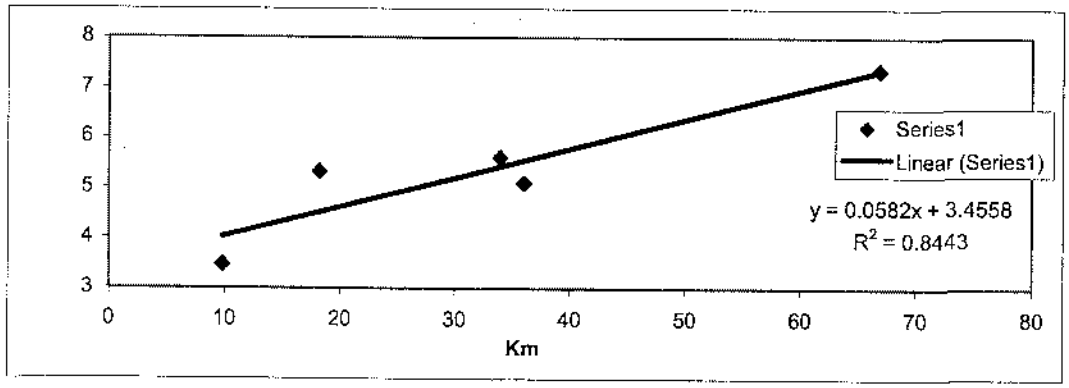
۱،۱ بارش

اطلاعات بارش در این تحقیق از ۱۱ ایستگاه اندازه‌گیری بارندگی و برای ۱۰ سال آبی (۲۰۰۱- ۱۹۹۱) جمع‌آوری شده و سپس با استفاده از همبستگی موجود بین ایستگاهها، این داده‌ها مورد آزمون همگنی قرار گرفته‌اند. برپایه همیستگی موجود بین ایستگاههای اندازه‌گیری بارش ، آمار میانگین سالیانه بارش برای ایستگاههای که فاقد این آمار بودند بازسازی شده و بعد از آن بر اساس تناسب موجود بین میانگین سالیانه بارش هر ایستگاه با میانگین ماهانه آن، آمارمیانگین ماهیانه بارش برای برای ماههای فاقد اندازه‌گیری بارندگی بازسازی شده است.

نقشه بارش با استفاده از روش Moving average نرم افزار ILWIS در محیط GIS تهیه شده است. در مرحله بعدی برای نشان دادن تاثیر هر کدام از ایستگاهها در محاسبه میانگین وزنی بارش سالیانه مناطق تحت آبیاری از روش Thiesen polygon استفاده شده است. و نهایتاً با این روش اخیر با محاسبه وزن هر کدام از ایستگاهها، میانگین ماهیانه بارش برای هر دو منطقه تسوج و سلماس محاسبه و برای ورود به مدل CROPWATآماده گشته است.

۱،۲ درجه حرارت:

در بحث درجه حرارت در این تحقیق، از مقادیر میانگین حداکثر ومیانگین حداقل ماهانه درجه حرارت که از پارامترهای مورد نیاز مدلCROPWAT می‌باشد استفاده شده است. بخاطر قرار گرفتن ایستگاههای هواشناسی منطقه در یک نوار باریکی از ارتفاع ، یک رابطه قوی و معنی داری بین دما و تغییرات ارتفاع در منطقه مشاهده نشد. البته وجود دریاچه ارومیه را بعنوان یک منبع بزرگ آبی که می‌تواند با ایجاد یک میکروکلیمای خاص بر آب و هوای مناطق اطراف خود تاثیر بگذارد نمی‌توان نادیده گرفت. بهمین خاطر در این تحقیق تصمیم گرفته شد که برای اولین بار رابطه بین فاصله از دریاچه با درجه حرارت مورد آزمون قرار گیرد که در آن میانگین حداکثر ماهیانه با فاصله از دریاچه همبستگی معنی داری نشان داد (نمودار شماره ۱) ولی متأسفانه چنین رابطه‌ای بین میانگین حداقل ماهیانه با فاصله از دریاچه از دریاچه مشاهده نشد. نهایتاً تصمیم گرفته شد که از آمار درجه حرارت ایستگاه بندر شرفخانه برای منطقه تسوج و آمار ایستگاههای یالقوز آغاج و چهریق برای منطقه سلماس استفاده شود.



نمودار شماره ۱ همبستگی بین میانگین حداکثر ماهیانه درجه حرارت با فاصله از دریاچه

۱،۳ سرعت باد

سرعت باد از دیگر پارامترهای هواشناسی مورد نیاز مدل CROPWAT است. از آنجائیکه سرعت باد در ایستگاههای سینوپتیک در واحد نات در ارتفاع ده متر ثبت می‌شود ولی سرعت باد مورد استفاده در مدل CROPWAT بر حسب کیلومتر/ روز یا متر / ثانیه و در ارتفاع دو متری مورد نیاز می‌باشد برای تبدیل آن از فرمول زیر استفاده شده است.(شریعتی ۱۳۷۶)

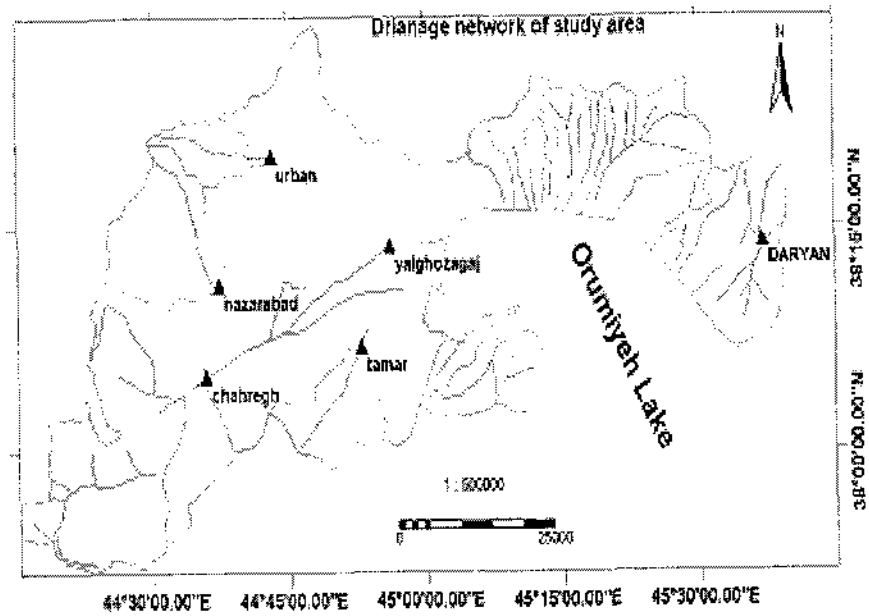
$$U_2 = 4.868 \div Ln(67.75 \times Z - 5.42) \times U_Z$$

که در آن:

U2: سرعت باد در ارتفاع ۲ متری،UZ: سرعت باد در ارتفاع Z متری از سطح زمین، Z: ارتفاع سرعت بادحسب متر می‌باشد.

آبهای سطحی:

آبهای سطحی بعنوان مهمترین جزء از اجزای معادله بیلان آبی محسوب می‌شود. در منطقه مورد مطالعه، رواناب سطحی در ایستگاه هیدرومتری دریان چای در منطقه تسوج و در پنج ایستگاه هیدرومتری در منطقه سلماس اندازه‌گیری و ثبت می‌شوند (تصویر شماره ۲) که آمار این ایستگاهها برای دوره آماری ده ساله جمع‌آوری و برای سالهای فاقد آمار با استفاده از همبستگی بین ایستگاهها بازسازی شده است. طبق نقشه فوق، ایستگاه هیدرومتری چهریق در ورودی دشت سلماس و ایستگاه دبی سنجی یالقوز آغاج در خروجی این دشت واقع شده‌اند. در دشت تسوج ایستگاه هیدرومتری دریان چای در مدخل دشت قرارگرفته ولی در خروجی حوزه هیچ ایستگاهی دبی‌سنجی موجود نمی‌باشد. در این دشت علاوه بر وجود رودخانه دریان چای که تنها رودخانه دائمی منطقه بشمار می‌اید تعدادی شاخه‌های موقت و فصلی نیز وجود دارد که رواناب‌های موجود را به دریاچه ارومیه منتقل می‌نمایند.



تصویر شماره ۲ موقعیت ایستگاههای هیدرومتری منطقه

برای محاسبه مقدار رواناب قابل استحصال برای آبیاری ابتدا از آمار دبی‌های اندازه‌گیری شده هر دو دشت با در نظر گرفتن درصد راندمان آبیاری سطحی استفاده شده است و برای مناطق فاقد ایستگاه هیدرومتری حجم رواناب از روش ضریب رواناب (Runoff Coefficient) طی مراحل زیربرآورد شده است.

- تهیه نقشه بارش زیر حوزه دریان چای. این کار در بخش آنالیز داده‌ها ی بارش و در نرم افزار ILWLS و با بکارگیری متد Moving average انجام گرفته بود.
- محاسبه میانگین وزنی بارش منطقه با استفاده از هیستوگرام نقشه بارش ایجاد شده در مرحله قبل
- محاسبه ضریب رواناب با استفاده از:

میانگین سالیانه بارش / میانگین سالیانه دبی = ضریب رواناب

- تعمیم ضریب رواناب محاسبه شده در مرحله قبل به تمام حوزه تسوج و نهایتاً محاسبه حجم رواناب برای سایر مناطق فاقد ایستگاه هیدرومتری

نهایتاً با ملاحظه میزان راندمان آبیاری سطحی ٣٦ درصد برای منطقه سلماس و ٣٤ درصد برای منطقه تسوج، میزان آ ب سطحی قابل استحصال برای آبیاری از منابع آب سطحی برای هر دو منطقه محاسبه و در جداول شماره ۱ و ۲ آمده است.

جدول شماره ۱ میزان آب استحصالی از منابع آب سطحی برای آبیاری دشت تسوج (MCM)

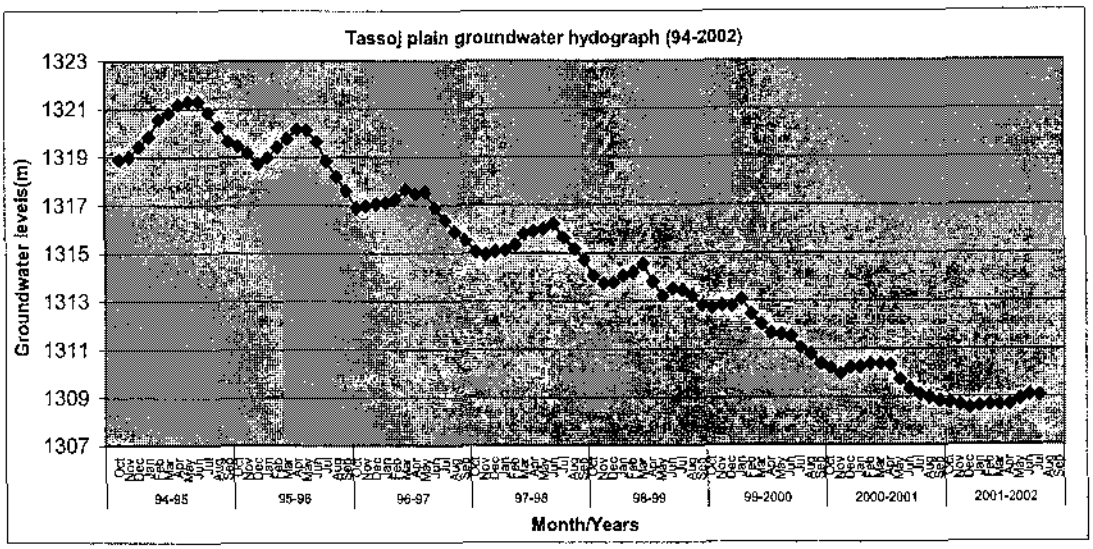
سال آبی	ایستگاه هیدرومتری دریان	مناطق فاقد ایستگاه	کل
91-92	8.3	19.5	27.8
92-93	9.3	23.2	32.5
93-94	10.5	25.3	35.9
94-95	12.6	20.9	33.4
95-96	3.7	14.9	18.6
96-97	3.6	19.1	22.7
97-98	2.8	13.9	16.7
98-99	1.6	15.1	16.7
99-2000	2.5	12.1	14.6
2000-2001	3.6	15.0	18.6

جدول شماره ۲ میزان آب استحصالی از منابع آب سطحی برای آبیاری دشت سلماس (MCM)

سال آبی	آب ورودی به دشت	آب خروجی از دشت	کل
91-92	105.9	43.6	62.3
92-93	120.6	49.0	71.6
93-94	125.4	53.4	72.0
94-95	74.4	28.6	45.8
95-96	62.4	24.3	38.0
96-97	58.4	17.2	41.2
97-98	32.2	5.6	26.6
98-99	22.8	4.7	18.1
99-2000	20.7	3.3	17.4
2000-2001	24.1	3.7	20.4

آبهای زیرزمینی:

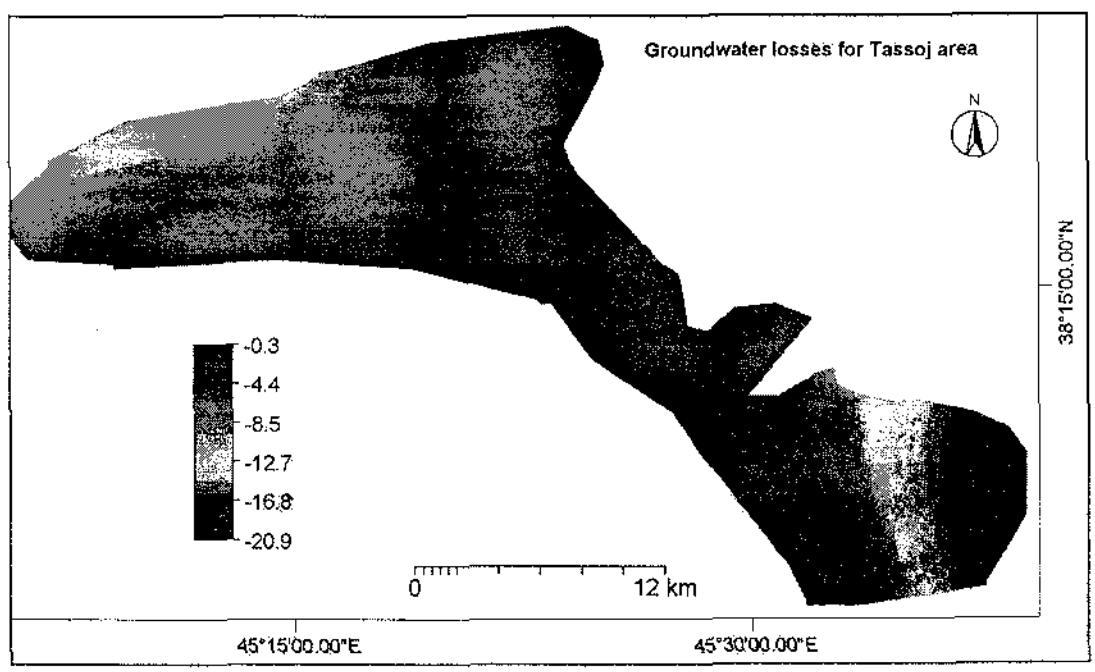
بر اساس اطلاعات بلند مدت چاههای پیزومتری منطقه، حداقل عمق آب در ماههای می و آوریل و حداکثر آن در نوامبر و سپتامبر به ترتیب در دشت‌های تسوج و سلماس اتفاق می‌افتد (جاماب ۱۹۹۸و توان آب۱۹۹۹). نمودار شماره ۲ تغییرات ماهانه سطح آب زیرزمینی دشت تسوج را نشان می‌دهد. آنچه که از این نمودار قابل استنباط است. این است که در منطقه در طول سالهای اخیر میزان برداشت بمراتب بیشتر از تغذیه آن بوده و سطح آبَ بشدت رو به کاهش است.



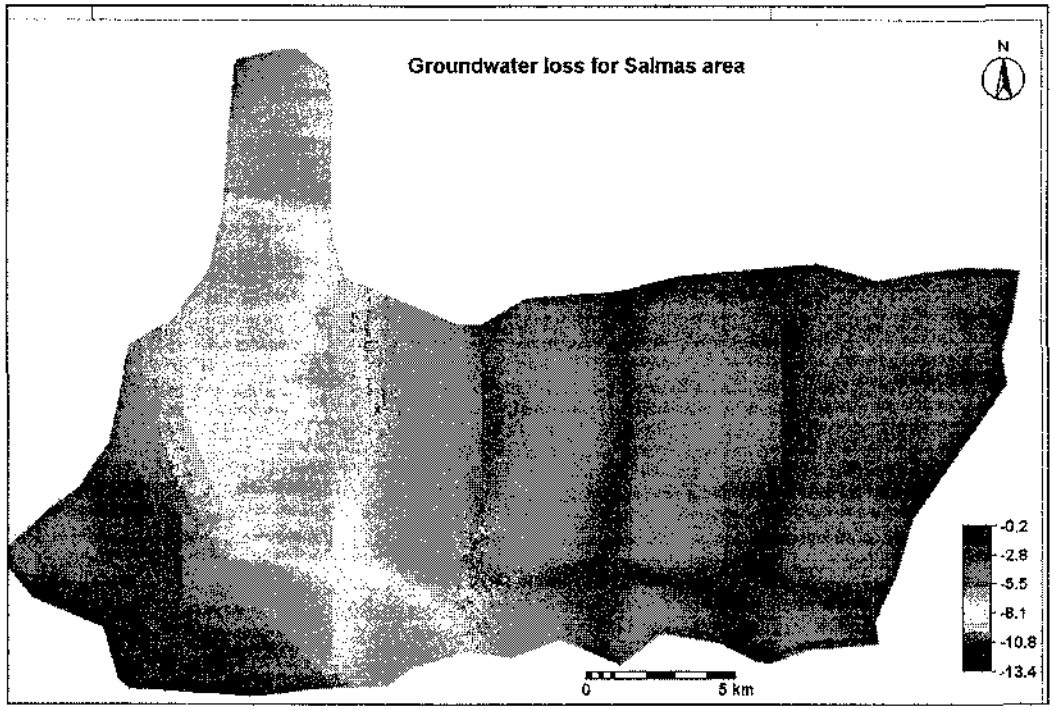
نمودار شماره ۲ هیدروگراف واحد دشت تسوج در سالهای آبی (۱۹۹٤-۲۰۰۲)

۳،۱ افت سفره آب زیرزمینی:

برای محاسبه افت حجم سفره آب زیرزمینی دشت‌های مذکور در طول سالها ی آبی (۱۹۹۱-۲۰۰۱) از متد Trend surface(2degree) نرم‌افزار ILWIS براساس اطلاعات چاههای پیزومتری مناطق مورد مطالعه استفاده شده است که نتایج در نقشه‌های شماره ۳ و ٤ آمده است بر این اساس میزان در دشت سلماس ٥٤٧ میلیون متر مکعب و در دشت تسوج ٦٩٥ میلیون متر مکعب محاسبه شده است.



تصویر شماره ۳ میزان افت آب زیرزمینی دشت تسوج (۱۹۹۱-۲۰۰۱)



تصویر شماره ٤ میزان افت آب زیرزمینی دشت سلماس (۱۹۹۱-۲۰۰۱)

۳،۲ برآورد آب استحصالی از منابع آب زیرزمینی برای آبیاری:

برای تعیین میزان آب استحصالی از منابع آب زیرزمینی نیازمند داشتن اطلاعات پمپاژ چاههای کشاورزی هستیم که البته این اطلاعات برای دشت تسوج موجود بوده و برای دشت سلماس نیز طی مراحل زیر برآورد شده است:

۱- قبول اینکه آب مورد نیاز گیاه عمدتا از سه منبع تأمین می‌شود: آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و بارندگی

۲- مرحله اول محاسبه نیازآبی گیاهان کشت شده در منطقه: این اطلاعات از مدل CROPWAT استخراج شده است. البته لازم به توضیح است که این مدل بارش وتبخیر و تعرق را در محاسبه نیاز آبی گیاه لحاظ می‌کند.

۳- مرحله دوم تعیین میزان آب استحصالی از منابع آب سطحی: این اطلاعات از بخش آبهای سطحی استخراج شده است.

٤- زمانیکه دو جز از سه جز مذکور در بالا مشخص شد جز سوم یعنی آبهای زیرزمینی از دو قسمت معلوم از کل نیاز آبی گیاه بدست می‌آید. بدین صورت قسمت باقیمانده مقدار آب قابل استحصال از منابع آب زیرزمینی می‌باشد.

۵- نتایج بدست آمده از مراحل فوق برای دشت تسوج که دارای آمار پمپاژ چاههای کشاورزی بوده مورد ارزیابی قرار گرفت که نشان داد نتایج حاصله در مقایسه با آمار پمپاژ قابل قبول است نهایتاً

روش فوق برای منطقه سلماس نیز مورد استفاده قرار گرفت. که نتایج بدست آمده در جداول شماره ۳ و ٤ آمده است.

جدول شماره ۳ آب قابل استحصال از منابع آبی مختلف در دشت سلماس

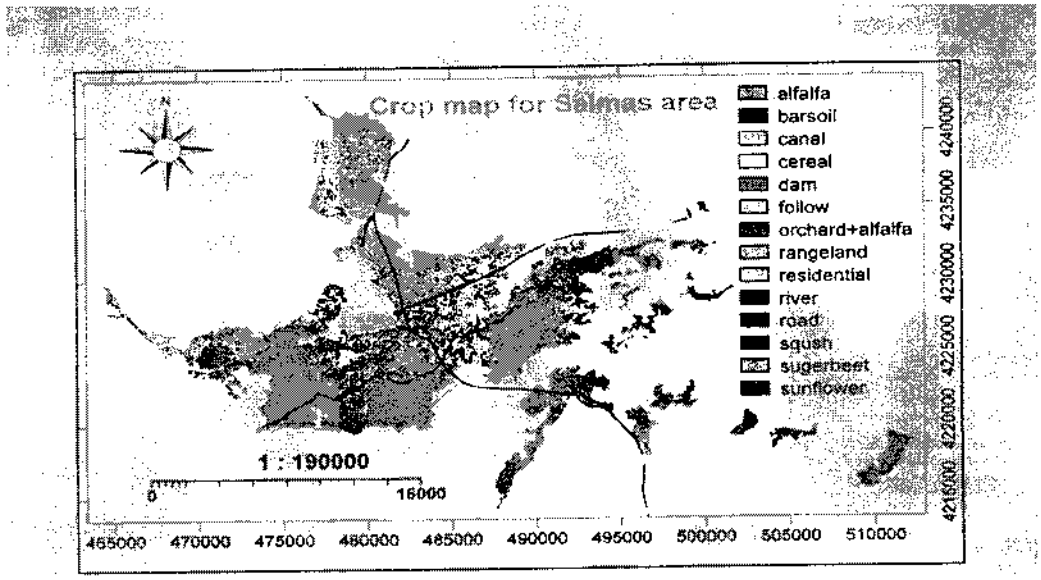
Water years	Net irrigation water requirement (MCM)	Supplied by Surface water (MCM)	Supplied by ground water (MCM)
91-92	97.04	62.27	34.8
92-93	107.93	71.62	36.3
93-94	117.27	72.04	45.2
94-95	124.39	45.84	78.6
95-96	126.67	38.04	88.6
96-97	127.53	41.23	86.3
97-98	104.99	26.60	78.4
98-99	99.02	18.11	80.9
99-2000	92.51	17.41	75.1
2000-2001	89.03	20.37	68.7

جدول شماره ٤ آب قابل استحصال از منابع آبی مختلف در دشت تسوج

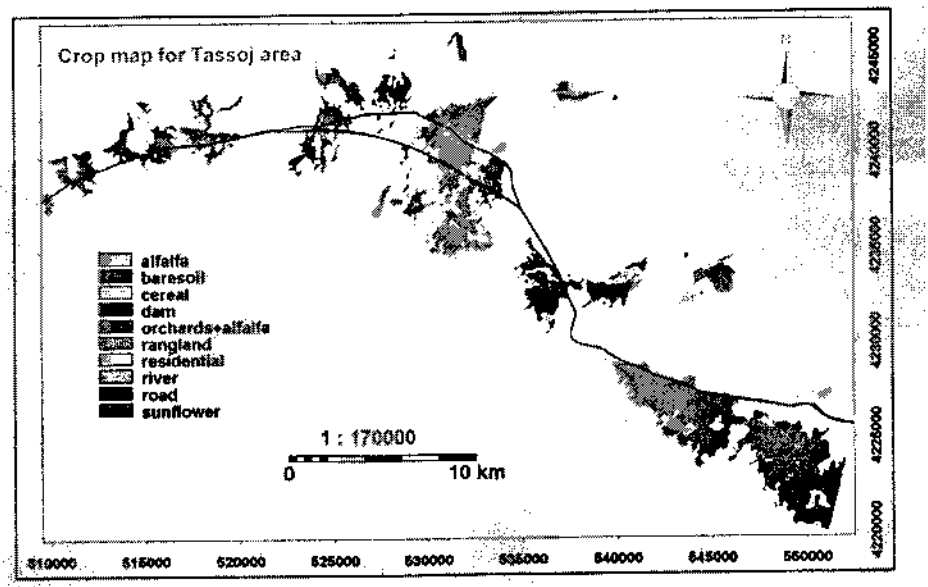
Water years	Net irrigation water requirement (MCM)	Supplied by surface water (MCM)	Supplied by ground water (MCM)	Agriculture wells discharge (MCM)*
91-92	57.02	27.8	29.22	27.0
92-93	66.03	32.5	33.51	30.3
93-94	72.61	35.9	36.76	35.5
94-95	60.82	33.4	27.38	27.4
95-96	67.21	18.6	48.60	45.2
96-97	72.18	22.7	49.52	46.5
97-98	83.25	16.7	66.56	64.0
98-99	83.51	16.7	66.79	63.0
99-2000	77.20	14.6	62.64	60.0
2000-2001	70.09	18.6	51.47	51.0

تعیین مناطق آبیاری با استفاده از سنجش از دور:

برای تعیین الگوی کشت و مساحت هر کدام از آنها، از تکنولوژی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیای GIS با همدیگر استفاده شده است که در آن تصاویر ماهواره‌ای ASTER با پیکسل سایز ۱۵ متر و بتاریخ دوم جولای سال ۲۰۰۱ استفاده شده است. که این تصاویر در محیط GIS و با استفاده از نرم‌افزار ILWIS مورد تفسیر رقومی قرار گرفت.که نهایتاً تصاویر فوق با استفاده از الگوریتم Minimum Distance نرم‌افزار ILWIS طبقه‌بندی شده که تعداد نه کلاس برای منطقه سلماس و شش کلاس برای منطقه تسوج تشخیص داده شد (تصاویر شماره ٥ و ٦).



نقشه شماره ۵ نقشه الگوی کشت شده منطقه سلماس



نقشه شماره ٦ نقشه الگوی کشت منطقه تسوج

برآورد مناطق آبیاری:

مساحت هر یک از کلاسهای شناسائی شده براحتی از هیستوگرام آنها قابل استخراج است (جدول شماره ۵). البته لازم به توضیح است که این مقادیر بعد از کسر مساحت کلاسهای که جز مناطق آبیاری نبوده اند و ادغام آنها در سه گروه عمده زراعی ارائه شده است.

جدول شماره ۵ مساحت سطح زیر کشت در منطق سلماس و تسوج

Planted Area / Crop type	Tassoj area				Salmas area			
	Agric. Office		Satellite image		Agric. Office		Satellite image	
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%
Winter crops	5280	39.6	4956.1	35.3	5778	33.9	3336.9	22.7
Summer crop	1755	13.2	6227.8	44.4	3621	21.3	2358.5	16.0
Alfalfa	1800	13.5	507.87	3.6	1207	7.1	2487.7	16.9
Orchards + alfalfa	4500	33.7	2339.7	16.7	6431	37.7	6539.9	44.4
Total	13335	100	14031.4	100.0	17037	100.0	14723.1	100.0

مدل CROPWAT:

مدل CROPWAT یک برنامه کامپیوتری برای محاسبه نیاز آبی گیاه و نیاز آب آبیاری بر اساس داده‌های اقلیمی و نوع گیاه است. اساس محاسبه نیاز آبی در این مدل عمدتا بر پایه دستورالعمل‌های موجود در گزارشات شماره ۲۴ "Crop water requirement" و شماره ۳۳ "FAO Yield Response to water" بنا شده است و از روش پنمن – مانتیث برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع استفاده می‌کند (Smith 1992). این روش یک روش ترکیبی آئرودینامیکی بوده که در نشریه شماره ۵۶ FAO توضیح آن آمده است.

محاسبه نیاز آب آبیاری:

مدل CROPWAT بر اساس اطلاعات فراهم شده از بخش آنالیز داده‌های هواشناسی و الگوی کشت (نوع و سطح زیر کشت) استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای برای سال زراعی ۲۰۰۱ و اطلاعات جمع‌آوری شده از ادارات کشاورزی برای بقیه سالها و همچنین انجام عملیات صحرائی بمنظور مصاحبه با زارعین برای تهیه تقویم زراعی برای محصولات مختلف باغی و زراعی منطقه باجرا در آمد. نهایتاً بعد از محاسبه نیاز خالص آبیاری برای هر یک از محصولات غالب کشت شده در منطقه با ضرب این مقادیر در مساحات هر کدام از آنها، کل حجم آب مورد نیاز سالیانه برای مناطق آبیاری در دوره آماری مورد نظر محاسبه شده و در جداول شماره ۶ و۷ آمده است.

جدول شماره ۶ کل آب آبیاری مورد نیاز برای منطقه تسوج (MCM)

Crops/ years	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-2000	2000-2001
Winter crops	16.7	21.8	24.8	23.9	27.3	30.5	30.5	30.9	34.8	31.1
Summer crops	7.9	10.5	10.4	7.2	9.5	6.8	8.8	8.1	6.9	11.2
Alfalfa	14.2	15.7	17.3	11.9	3.8	9.3	21.7	11.6	11.8	17.7
Orchards	18.2	18.0	20.1	17.8	26.6	25.6	34.5	36.7	23.7	32.2
Total	57.0	66.0	72.6	60.8	67.2	72.2	95.6	87.4	77.2	92.2

جدول شماره ۷ کل آب آبیاری مورد نیاز برای منطقه سلماس (MCM)

Crops/ years	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-2000	2000-2001
Winter crops	23.2	32.8	33.3	28.8	35.5	35.4	39.5	29.8	33.2	28.5
Summer crops	36.8	31.0	36.8	40.7	49.8	50.3	18.1	130.4	15.7	16.6
Alfalfa	32.1	21.6	26.2	27.7	34.8	35.2	13.5	10.2	10.3	10.6
Orchards	2.9	14.8	17.5	19.6	21.2	23.4	28.7	37.4	38.1	33.3
Total	95.0	100.2	113.9	116.7	141.4	144.3	99.8	207.8	97.3	89.1

ارائه مدل بیلان آبی:

بارش قسمتی از آب مورد نیاز گیاه برای تبخیر و تعرق را فراهم میکند و خاک نیز با ذخیره آب در خود، قسمتی از آب مورد نیاز گیاه را در مواقع کمبود در اختیار آن می‌گذارد. این مکانیسم برای رشد بهینه گیاه در مناطق مرطوب کافی می‌باشد. ولی در مناطق خشک ویا دیگر مناطق که فصل خشک به طول می‌انجامد برای تلافی و جبران کمبود بارش در مقابل تبخیر و تعرق نیاز به عمل آبیاری است.

نیاز خالص آبیاری را می‌توان بعنوان حجم آب مورد نیاز گیاه برای جبران کمبود بارش در مقابل تبخیر و تعرق تعریف کرد (Faures and et. 2002). از آنجائیکه این عامل در مدل CROPWAT محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توان گفت که با این عمل در حقیقت یک بیلان آبی اولیه را با در نظر گرفتن معادله زیر محاسبه کرده‌ایم.

$$IWR = K_C.ET_O - P$$

که در آن:

IWR: نیاز خالص آبیاریبرای رشد بهینه گیاه.K_C: ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد آن. ET_O: تبخیر و تعرق گیاه مرجع. P: بارش (میلیمتر)

با انجام برنامه CROPWAT ما در حقیقت یک بیلان آبی ابتدائی برای دوره رشد گیاه محاسبه کرده‌ایم.ولی از آنجائیکه هدف این تحقیق تهیه مدل بیلان آبی برای چندین سال و برای مناطق آبیاری است. و از طرف دیگر در اینجا بغیر از بلرش پارامترهای دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند در معادله بیلان وارد شوند از آن جمله آبهای سطحی و زیرزمینی می‌باشند. که در معادله فوق در نظر گرفته نشده‌اند. بنابراین تصمیم گرفته شد که برای محاسبه بیلان آبی برای مناطق مورد مطالعه معادله زیر بکار گرفته شود.

$$(P + SW_{In} + GW_{In}) - (ET_a + SW_{out} + GW_{out}) = \Delta S$$

که در آن:

P: کل بارش سالیانه. SW_{in}: رواناب سطحی وارد شده به مناطق آبیاری. GW_{in}: آب زیرزمینی وارد شونده به منطقه. ET_a: مجموع تبخیر و تعرق واقعی. SW_{out}: آبهای سطحی خارج شده از منطقه آبیاری. GW_{out}: آبهای زیرزمینی خارج شده. ΔS: تغییرات ذخیره آب.

با استفاده از معادله فوق بیلان آبی برای هر دو منطقه سلماس و تسوج محاسبه شده است (جداول شماره ۸ و ۹). البته لازم به توضیح است که بعلت فقدان آمار و اطلات کافی و مورد اعتماد از آبهای زیرزمینی میزان ورود و خروج آن برابر در نظر گرفته شده است هرچند که این عمل مطمئنن از دقت معادله فوق خواهد کاست.

جدول شماره ۸ بیلان آبی محاسبه شده برای مناطق آبیاری تسوج

Water years	(1) P	(2) SW_{In}	(4) ET_a	(5) ΔS	(6) Net.irrig. Wt.req. (MCM)	(7) Irrigated area [ha]	(8) (6)/(7) (MCM/ha)	(9) Surplus Irrig. (ha)
91-92	44.4	27.8	74.1	-1.9	57.02	11525	0.005	-376
92-93	46.2	32.5	81.6	-2.9	66.03	12526.5	0.005	-560
93-94	57.4	35.9	108.1	-14.9	72.61	13310	0.005	-2724
94-95	30.9	33.4	70.8	-6.5	60.82	9650	0.006	-1037
95-96	25.0	18.6	76.5	-32.9	67.21	9975	0.007	-4882
96-97	30.7	22.7	86.5	-33.2	72.18	10815	0.007	-4973
97-98	27.4	16.7	94.5	-50.4	83.25	10772.5	0.008	-6526
98-99	21.8	16.7	84.3	-58.2	83.51	10500.0	0.008	-7320
99-2000	17.7	14.6	96.8	-52.0	77.20	10393.6	0.007	-7007
2000-2001	23.1	18.6	78.4	-36.7	70.09	10803.7	0.006	-5659

جدول شماره ۹ بیلان آبی محاسبه شده برای مناطق آبیاری سلماس

Water years	(1) P	(2) SW_{In}	(3) ET_a	(4) SW_{out}	(5) ΔS	(6) Net.irrig. Wt.req. (MCM)	(7) Irrigated area (ha)	(8) (6)/(7) (MCM/ha)	(9) Surplus Irrig. (ha)
91-92	67.9	105.9	122.4	43.6	7.8	97.04	23167	0.004	
92-93	93.2	120.6	140.4	49.0	24.4	107.93	23447	0.005	
93-94	96.1	125.4	156.9	53.4	11.2	117.27	24708	0.005	
94-95	70.7	74.4	144.0	28.6	-27.5	124.39	24490	0.005	-5414
95-96	59.2	62.4	142.2	24.3	-44.9	126.67	23100	0.005	-8188
96-97	64.0	58.4	151.5	17.2	-46.3	127.53	23000	0.006	-8350
97-98	38.0	32.2	127.2	5.6	-62.6	104.99	18015	0.006	-10741
98-99	30.1	22.8	110.3	4.7	-62.1	99.02	15401	0.006	-9658
99-2000	25.4	20.7	100	3.3	-57.2	92.51	14309	0.006	-8848
2000-2001	36.6	24.1	109.5	3.7	-52.5	89.03	14723	0.006	-8682

بحث و نتیجه‌گیری:

در تهیه مدل بیلان آبی منطقه، نقاط ضعف و قوت هر یک از اجزای معادله بیلان در هنگام محاسبه آن مشخص گردید. که در زیر باختصار به آنها اشاره شده و نهایتاً پیشنهادات لازم با توجه به شرایط خاص منطقه ارائه می‌گردد.

داده‌های اقلیمی: بعلت قرار گرفتن ایستگاههای هواشناسی منطقه در یک نوار باریکی از تغییرات ارتفاع (عدم وجود ایستگاهها در ارتفاعات بالا)، همبستگی معنی‌داری بین دما و اختلاف ارتفاع در منطقه مشاهده نشد.در عوض برای نشان دادن تاثیر دریاچه ارومیه بر نواحی اطراف خود، برای اولین بار رابطه بین دوری از دریاچه با دما بررسی شد که در آن میانگین حداکثر ماهانه دما با آن همبستگی خوبی نشان داد و توصیه می‌شود که این رابطه برای سایر پارامترهای اقلیمی نیز مورد آزمون قرار گیرد.

مدل CROPWAT: در محاسبه نیاز آبی محصولات باغی و زراعی منطقه با این مدل مشخص شد که این مدل، در مورد محصولات زراعی یکساله نتایج مطلوبی را در مقایسه با درختان میوه نشان می‌دهد. و در محاسبه نیاز آبی محصولا ت مختلف، از ضرایب گیاهی موجود در گزارشات سازمان FAO استفاده شده که توصیه می‌شود این ضرایب با استفاده از نتایج لایسیمتری برای منطقه کالیبره شود.

برآورد الگوی کشت: بکارگیری تکنولوژی سنجش از دور بهمراه سیستم اطلاعات جغرافیای در مقایسه با اطلاعات جمع‌آوری شده از ادارات کشاورزی، در تعیین الگوی کشت و مساحت هر کدام از آنها، نتیجه بهتری را نشان می‌دهد. در این تحقیق مشخص شد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، محصولات چند ساله در مقایسه با گیاهان یک ساله با دقت بالای شناسایی و طبقه بندی می‌شوند. توصیه می‌شود از چندین تصویر ماهواره‌ای که در تاریخهای متفاوت رشد گیاه کرفته شده استفاده شود(حداقل یک تصویر برای مراحل میانی رشد و یک تصویر برای انتهای دوره رشد گیاه در نظر گرفته شود).

منابع آب: در بررسی منابع آبی منطقه مشخص شد که قسمت عمده آب مورد نیاز کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین شده و قسمت اندکی هم که از منابع آب سطحی تأمین می‌شود بخاطر روش سنتی آبیاری و بتبع آن پائین بودن راندمان آبیاری سطحی ، بصورت بهینه و مطلوب مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

نکته دیگر اینکه با در نظر گرفتن تغییرات الگوی کشت و مساحت آنها در ده سال اخیر، مقدار حجم بارش منطقه تسوج از ٤٤ میلیون مترمکعب به۲۳ میلیون متر مکعب و منطقه سلماس از ٦٧ به ٣٦ میلیون متر مکعب کاهش یافته است. بتبع آن مقدار رواناب سطحی نیز کاهش یافته و نهایتاً تقاضا برای آب آبیاری افزایش می‌یابد که این امر باعث آمدن فشار زیاد بر روی منابع آب زیرزمینی می‌شود. این امر در ستون شماره ٥ جداول شماره ٨ و ٩ مشاهده می‌شود تغییرات حجم ذخیره محاسبه شده برای منطقه تسوج نشان می‌دهد که در سالهای اولیه دوره مورد مطالعه، میزان کاهش حجم ذخیره در حدود ۲ میلیون متر مکعب بوده در حالیکه این میزان در نیمه دوم همین دوره به ٥٨ میلیون متر مکعب افزایش می‌یابد. در منطقه سلماس در سه سال اولیه که دوره مرطوب بوده میزان تخلیه منابع آب زیرزمینی تجدید شده اما بعدا روند آن شبیه روند منطقه تسوج می‌شود.

نکته دیگری که از جداول شماره ۸ و ۹ (ستون شماره ۹) قابل استنباط است این است که با توجه به شرایط موجود منطقه ، میزان زمینی که به زیر کشت آبی می‌روند بمراتب بیشتر از پتانسل منابع آبی منطقه می‌باشد. که این امر می‌تواند ناشی از روند رو به رشد میزان جمعیت منطقه باشد.

پیشنهادات نهائی:

با آگاهی از وضعیت بیلان آبی و روند رو به رشد جمعیت در منطقه، برای استفاده منطقی از منابع آبی و ارتقای بهره وری آب کشاورزی پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

- اصلاح و بهبود راندمان آبیاری با تغییر روش آبیاری سنتی به سیستم آبیاری با راندمان بالا از قبیل آبیاری قطره‌ای و بارانی و...
- انجام اقدامات لازم بمنظور یکپارچه‌سازی اراضی کشاورزی با مساحت کوچک جهت ایجاد امکان استفاده از کشاورزی مکانیزه
- تغییر الگوی کشت و کشت محصولات با نیاز آبی کم
- تجدید نظر در مدیریت منابع آبی منطقه
- بهره گیری از روش‌های مناسب جهت استفاده از رواناب‌های سطحی و مهار سیلاب‌ها با استفاده از پخش سیلاب بمنظور تغذیه سفره آب زیرزمینی
- امکانسنجی جایگزینی فعالیت‌های اقتصادی دیگر بجای فعالیت‌های کشاورزی که نیاز به آب کمتری دارند.

منابع

1- Faures, J. and et al (2002). The FAO Irrigated Area Forecast For 2030. Rome, Italy, FAO: 6-8.

2- Smith, M. (1992). CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United National (FAO).

3- Doorenbos, J. a. P., P.W. (1984). Crop Water Requirements. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United National: 144.

٤- شریعتی و همکاران: (۱۳۷٦)، برآورد نیاز آبی محصولات عمده باغی وزراعی در ایران، جلد ۱ و ۲، مر کز آموزش کشاورزی تهران

٥- مهندسین مشاور جاماب: (۱۳۷۸)، طرح جامع آب کشور" حوزه آبریز دریاچه ارومیه"وزارت نیرو

٦- مهندسین مشاور توان آب: (۱۳۷۸)،پروژه انتقال آب زولا چای به دشت شبستر، وزارت نیرو ، دفتر مطالعات آب منطقه‌ای اردبیل و آذربایجانشرقی

۷- دفتر برنامه و بودجه سازمان جهاد- کشاورز استان آذرلبایجانشرقی: (۱۳۸۱)، آمار و اطلاعات کشاورزی دشت تسوج، در سال آبی (۱۳۷۱-۱۳۸۰)

۸- دفتر برنامه و بودجه سازمان جهاد- کشاورز استان آذرلبایجانغربی: (۱۳۸۱)، آمار و اطلاعات کشاورزی دشت سلماس، در سال آبی (۱۳۷۱-۱۳۸۰)

۹- مرکز آمار سازمان آب منطقه‌ای آذربایجانشرق و اردبیل: (۱۳۸۱)، آمار دبی ایستگاه هیدرومتری دریان و آمار چاههای پیزومتری واحد دشت تسوج

۱۰-مرکز آمار سازمان آب منطقه‌ای آذربایجانغربی: (۱۳۸۱)، آمار دبی ایستگاههای هیدرومتری دشت سلماس و آمار چاههای پیزومتری واحد دشت سلماس

Abstract

In this research water balance was calculated for Salmas and Tassoj in the north and western-north part of Orumiyeh Lake in ten water years (1991-2001).
Satellite images (Aster on 2nd July 2001) were used to determine type and area of cultivated crops. CROPWAT model was applied to calculate actual evapotranspiration and net irrigation water requirement based on local climatic data and derived crop data on satellite image processing. Inflow and outflow amounts of surface water were determined using river discharge data in irrigated area, which, are equipped with hydrometers gauges. In ungauged area runoff was estimated by applying runoff coefficient method. Groundwater uses for agricultural practices was determined using current pumping data in the Tassoj region. Groundwater uses in the Salmas area where has no pumping data was calculated by applying net irrigation water requirement approach. Water balance for irrigated lands in both areas was calculated by applying an irrigation water balance model. The calculated water balance shows a deciding trend in both areas, particularly in the Tassoj area.