نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of Watershed Management

سال پنجم- شماره ۱۷- تابستان ۱۳۹۶ Vol. 5, No. 17, Summer 2017

بررسی اثر تغییر اقلیم بر بیلان و تراز آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز

فریدون سلیمانی[1*]، عبدالنبی کلاهچی[2] و عزیز ارشم[3]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۰

چکیده

پدیده تغییر اقلیم تأثیر قابل توجهی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی دارد. با توجه به اینکه تأثیر تغییرات اقلیمی بر منابع آب زیرزمینی نسبت به منابع آب سطحی غیرمستقیم و آهسته‌تر می‌باشد پایش وضعیت این منابع و حفظ پایداری آنها تحت تاثیر این تغییرات از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق با هدف دستیابی به پتانسیل‌های مختلف منابع آب با مدیریت درست و میزان مصرف بهینه آب اقدام به بررسی اثر تغییر اقلیم بر بیلان و تراز آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز در استان خوزستان شد. در این مطالعه ابتدا داده‌های مدل شامل بارش، دمای کمینه و بیشینه و تابش به صورت روزانه استخراج شده و بعد از کالیبره کردن مدل در دوره پایه ۲۰۱۰-۱۹۹۷ با استفاده از مدل HADCM3 و سناریو A2 اقدام به پیش‌بینی اقلیم در طی سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۱ شد. نتایج لارس حاکی از افزایش ۷۸ میلی‌متری در بارش سالیانه، افزایش ۰/۵ درجه سلسیوس در کمینه و بیشینه دما و همچنین افزایش متوسط ۲۵۴ میلی‌متری در تبخیر و تعرق سالیانه خواهد شد. نتایج نشان داد با بررسی هیدروگراف واحد دشت در طی یک دوره ۱۷ ساله، بطور کلی روند سطح آب در این دشت نزولی است. با توجه به محاسبات بیلان آب زیرزمینی، آبخوان آزاد رامهرمز با کاهش در حجم ذخیره مواجه می‌باشد، بطوریکه با توجه به میزان ورودی‌ها و خروجی‌ها میزان تغییرات ضریب ذخیره ۷،۳۳- میلیون مترمکعب می‌باشد. حجم کل ورودی به آبخوان آبرفتی دشت رامهرمز ۳۷،۱۶ و حجم کل خروجی از آبخوان ۴۴،۴۹ میلیون مترمکعب می‌باشد. تغییرات حجم ذخیره محاسبه شده توسط هیدروگراف واحد با توجه به ضریب ذخیره میانگین و مساحت آبخوان ۸،۶۸- برآورد گردید که خود تأییدکننده محاسبات بیلان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ***تغییر اقلیم، دشت رامهرمز، هیدروگراف واحد، بیلان آب***

مقدمه

خشک‌سالی، توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی و بهره‌برداری بی‌رویه از آبخوان‌های زیرزمینی از یک سو و عدم رعایت قوانین و مقررات توزیع عادلانه آب از دیگر سو، شماری از دشت‌های کشور را با بحران کم آبی مواجه نموده، که در پاره‌ای از مناطق پیامد آن پیشروی آب شور، نشست زمین، تغییرات کیفی منابع آب می‌باشد. از طرف دیگر، برنامه‌ریزی جهت استفاده از منابع آب زیرزمینی یک منطقه برای طرح‌های آتی، بدون در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی، بیلان آب و میزان پتانسیل منطقه از نظر تامین آب، اثر بخشی طرح‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد. بدین ترتیب ارائه برنامه توسعه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی مستلزم داشتن اطلاعات کامل از وضعیت آبخوان آن دشت است. پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی اثرات قابل توجهی بر سامانه‌های مختلف نظیر منابع آب، کشاورزی، بهداشت و صنعت دارد، لذا افزایش پیوسته انتشار گازهای گلخانه‌ای این اثرات را تشدید خواهد کرد که ازجمله این اثرات گرم‌تر شدن هوا، تغییر در الگوی بارش و ذوب برف و در نتیجه تغییر در دسترسی به آب شرب و کشاورزی می‌باشد [۶]. بر این اساس در سطح جهان نیز همواره تحقیقاتی در این خصوص به انجام رسیده است. کوهن [۴] اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر بارش و دما و در نتیجه تغییرات تراز آب دریاچه های بزرگ آمریکای شمالی را بررسی نمود. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که ذخیرهٔ آب خالص دریاچه‌های بزرگ در واکنش به تغییرات اقلیمی کاهش می‌یابد. سیمینوف و بارو [۱۱] با استفاده از اطلاعات حاصل از ریز مقیاس کردن خروجی مدل‌های بزرگ مقیاس اقلیمی و به کار بستن دو پارامتر بارش و تبخیر و قرار دادن این اطلاعات در یک مدل هیدرولوژیکی اثرات تغییر اقلیم را بر روی تغذیه آب زیرزمینی و رطوبت خاک بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که تغییر اقلیم بر روی دو پارامتر بارش

۱- دکتری آبخیزداری، پژوهشگر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول، Email:frsolaimani@gmail.com
۲- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اهواز، ایران

و تبخیر اثر مستقیم دارد. موستدرف و همکاران [۹] با به کار بستن روش میانگین متحرک، اثر تغییر اقلیم بر سیستم منابع آب زیرزمینی چا ایوآ در کشور مراکش را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق با استفاده از مدل عددی نشان می دهد که آبخوان ساحلی نسبت به تغییرات بارش از حساسیت کمتری برخوردارند. شکیبا و چشمی [۱۲] با بررسی اثر تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت رامهرمز با استفاده از شبکه عصبی NARX اظهار داشتند که حجم آبخوان با توجه به تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر منابع و مصارف محدوده مطالعاتی دارای سیر نزولی بوده و سناریو A_2 بحرانی ترین سناریو مربوط به تغییرات اقلیمی بوده که بیشترین افت آبخوان را در مدل سازی شبکه عصبی هم نشان م دهد. ویلبی و هریس [۱۵]، اثر تغییر اقلیم بر میزان جریان‌های کم رودخانه تیمز در انگلستان را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه روش‌های کوچک مقیاس کردن ، منابع عدم قطعیت مربوط به مدل‌های GCM، سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای، مدل‌های مختلف شبیه‌سازی بارش-رواناب و عدم قطعیت مربوط به پارامترهای آن‌ها شبیه‌سازی گردید .نتایج نشان داد که تغییر جریان کم به عدم قطعیت و روش ریز مقیاس کردن حساس بوده، در ساختار مدل‌های GCM اما حساسیت کمتری نسبت به عدم قطعیت ناشی از مدل هیدرولوژیکی و سناریوهای انتشار دارد.

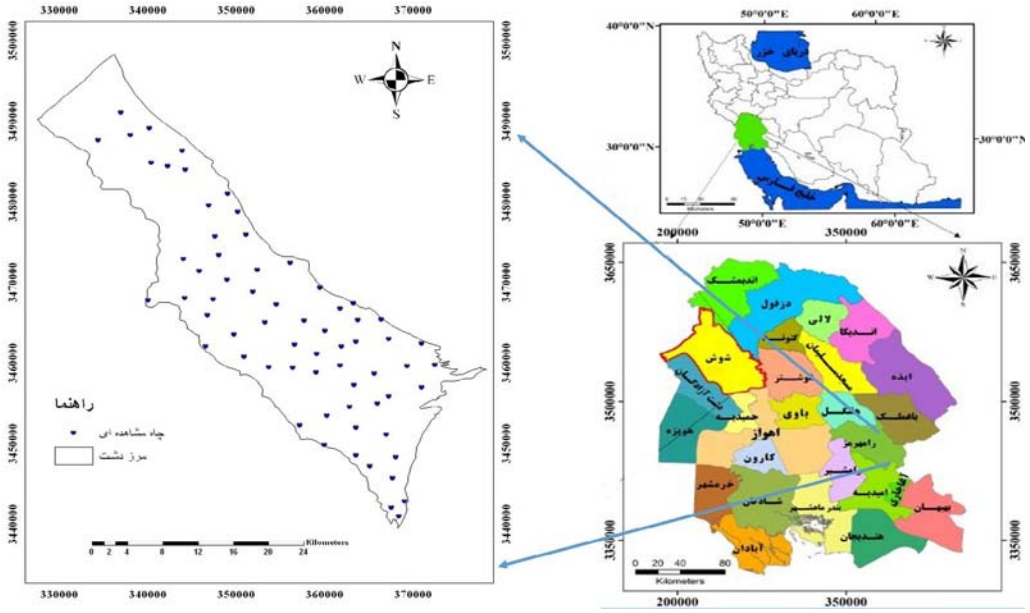
جهانتابی [۷] در پژوهشی با عنوان تحلیل حساسیت نوسانات سطح آب زیرزمینی و مدیریت بهینه مصرف درحوزه آبریز کرون، با استفاده از برنامه شبیه‌سازی MODFLOW ابتدا مدل جریان پایدار حوزه در دوره‌های پرآبی، کم آبی و میان آبی را تهیه، سپس در هر حالت با توجه به بارندگی اعمال شده در حوضه چهار الگوی کنترل تراز آب را در نظرگرفته است. در مرحله بعدی با استفاده از برنامه بهینه‌سازی غیرخطی مقادیر بهینه برداشت از سفره در چاه‌های بهره‌برداری را تعیین نموده است

طی پژوهشی که اکبری مبارکه [۱] انجام داده اظهار داشته است که مدیریت مناسب منابع آب راه‌کاری مطلوب جهت استفاده بهینه از منابع آب سطحی و زیرزمینی می باشد. یکی از روش‌های مفید در برنامه ریزی منابع آب مدیریت تلفیقی آن است که در ایران کم‌تر به آن توجه شده است. در این روش به استفاده مناسب از منابع آب سطحی و زیرزمینی بطور همزمان توجه شده است. احتشامی و شریفی [۵] در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی مدل کیفی آبخوان شهر ری به این نتیجه رسیدند که برای مدیریت منابع آب زیرزمینی، با ابزاری مانند شبیه سازها و یا مدل‌ها، می‌توان با دقت قابل قبولی، شرایط مشابه آن‌چه در طبیعت موجود است را به وجود آورد. موسوی و همکاران [۱۰] اثرات خشکسالی بر آبخوان دشت رامهرمز را مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاصل از مقایسه ماه‌های خشک در شهریور ۸۷-۸۶ سطح ایستابی دارای افت ۰٫۸۱ متر نسبت به سال ۸۶-۸۵ را نشان داد. بیشترین تنش وارده به آبخوان مربوط به برداشت بیش از حد از چاه‌های بهره‌برداری و تمرکز آن‌ها در بخش شرقی آبخوان و نیز وجود فعالیت‌های کشاورزی است و بیشترین خیز مربوط به بخش غربی آبخوان که هیچ‌گونه خروجی اعم از چاه و چشمه یا نشت وجود ندارد می‌باشد. با توجه به آن‌که آب و مسائل مربوط به آن از جمله دغدغه‌های اصلی بشر در دوره‌های آتی به حساب می‌آید جهت مدیریت هرچه بهتر، ضرورت دارد وقوع تغییرات اقلیمی و میزان تأثیرگذاری آن بر منابع آب ارزیابی گردد. این پدیده می‌تواند خسارات بسیار قابل ملاحظه‌ای را در مناطقی که آسیب‌پذیری بخش آب آن‌ها در وضع موجود قابل توجه است ایجاد کند. در این پژوهش اثر تغییر اقلیم بر بیلان و تراز آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز در استان خوزستان بررسی می‌شود و هدف از آن دستیابی به پتانسیل‌های مختلف منابع آب با مدیریت درست و میزان مصرف بهینه آب می‌باشد.

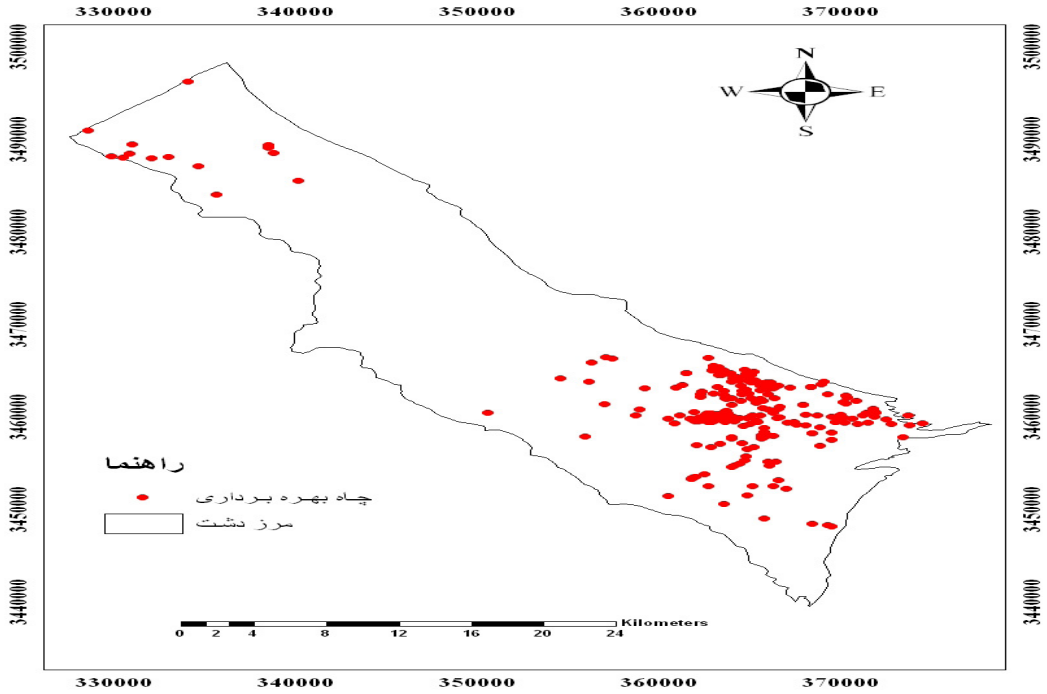
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در استان خوزستان، شهرستان رامهرمز با موقعیت طول جغرافیایی ″۰۸ ′۰۹ °۴۹ تا ″۵۵ ′۴۵ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی ′۲۶ ′۰۴ °۳۲ تا ″۰۴ ′۴۰ °۳۲ شمالی واقع شده است. شکل (۱) موقعیت دشت رامهرمز و نقشه پراکنش چاه‌های مشاهده‌ای آن را در کشور، استان و شهرستان نشان می‌دهد. همچنین شکل (۲) نقشه پراکنش چاه‌های بهره‌برداری دشت رامهرمز را نشان می‌دهد.



شکل۱. موقعیت دشت رامهرمز و نقشه پراکنش چاه‌های مشاهده‌ای آن در کشور ایران، استان خوزستان و شهرستان رامهرمز



شکل۲. نقشه پراکنش چاه‌های بهره‌برداری دشت رامهرمز

آمار و اطلاعات

در این تحقیق آمار تراز آب‌های زیرزمینی در بازه زمانی از سازمان آب و برق خوزستان ۸۹-۱۳۷۳ و آمار هواشناسی مربوط به دمای حداقل و حداکثر، بارش و ساعات آفتابی در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۷ از اداره هواشناسی خوزستان تهیه گردید.

بررسی وضعیت آب زیرزمینی

بیلان آب زیرزمینی

بیلان آب زیرزمینی شکل ویژه‌ای از بیلان آب است که در آن مؤلفه‌های تغذیه، تخلیه و تغییرات ذخیره در یک آبخوان واحد زیرزمینی مورد بررسی قرار می‌گیرد، محاسبه این عوامل بسیار

پیچیده‌تر از عوامل بیلان عمومی آب است. تعداد اندکی از این عوامل مانند تخلیه از منابع آب زیرزمینی، جریان‌های زیرزمینی ورودی و خروجی به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری یا محاسبه بوده، برخی را می‌توان از اختلاف حجم و یا نسبت‌های بین آب‌های سطحی و عوامل دیگر مثل تبخیر به دست آورد و پاره‌ای مانند تغذیه از کف را تنها می‌توان به طور تخمینی ارزیابی نمود. بیلان آب برای دوره‌های کوتاه مدت و متوالی، شرایط ناپایداری ناشی از تغییرات اقلیمی را نشان می‌دهد که تأثیر اصلی آن بر تغییرات ذخیره آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد. هرچه دوره زمانی محاسبه بیلان آب طولانی‌تر باشد، عوامل بیلان به دلیل نزدیکی به شرایط اقلیمی به حالت پایدار نزدیک‌تر می‌شوند. در چنین حالتی مقدار تغییرات ذخیره آب سطحی و زیرزمینی معمولاً به صفر تمایل پیدا می‌نمایند. اما در محدوده مورد مطالعه همانطور که قبلاً بیان گردید با توجه به اطلاعات موجود زمان در نظر گرفته شده به منظور محاسبات بیلان شامل یک سال آبی می‌باشد. برای محاسبه و تعیین بیلان آب زیرزمینی از معادله کلی تعادل هیدرولوژیکی به شرح زیر استفاده شده است:

$$\sum Q_{in} - \sum Q_{OUT} = \pm \Delta S$$ معادلهٔ (۱)

که در آن

Q_{in}: مجموع جریان‌های مؤثر در تغذیه آبخوان، Q_{out}: مجموع جریان‌های مؤثر در تخلیه آبخوان و ΔS: تغییرات حجم مخزن در طول زمان بیلان است

با توجه به شرایط منطقه هر یک از پارامترهای مؤثر در تغذیه و تخلیه به شرح زیر می باشند:

معادله (۲)

$$Q_{in} = q_{in} + (R_r + R_{ri} + R_{D,W,in} + R_{QS} + R_Q)$$
$$Q_{out} = q_{out} + (D_{WT} + D_{d,W,in} + D_{QS} + D_{ri} + D_{ET})$$

که در آن:

q_{in}: مجموع جریان‌های ورودی زیرزمینی، R_r: تغذیه توسط بارش، R_{ri}: تغذیه توسط رودخانه، $R_{D,W,in}$: تغذیه توسط آب برگشتی از آب شرب، کشاورزی و صنعت، R_{QS}: تغذیه توسط برگشت و نفوذ آب چشمه، R_Q: تغذیه توسط برگشت منابع برداشت آب سطحی، q_{out}: حجم جریان‌های خروجی زیرزمینی، $D_{D,W,in}$: حجم تخلیه توسط چاه‌های شرب، کشاورزی و صنعت، D_{QS} : حجم تخلیه توسط چشمه، D_{ri}: حجم تخلیه توسط رودخانه و D_{ET}: حجم تخلیه توسط تبخیر و تعرق است.

در برقراری معادلهٔ بیلان، ابتدا کلیه عوامل تخلیه و خروجی که بر پایهٔ اندازه‌گیری مستقیم می‌باشند و نیز مقدار جریان‌های زیرزمینی ورودی به آبخوان به عنوان پارامترهای معلوم محاسبات بیلان در نظر گرفته شده و تغییرات حجم مخزن آب زیرزمینی برآورد می‌گردد، سپس تغییرات حجم مخزن برآورد گردیده از مطالعات بیلان با تغییرات حجم مخزن حاصل از افت یا بالا آمدگی سطح آب زیرزمینی بر اساس هیدروگراف واحد در دورهٔ بیلان آبی در کل محدودهٔ آبخوان با در نظر گرفتن مقدار آبدهی ویژه میانگین (Sy)؛ مقایسه گردیده تا از صحت مطالعات بیلان اطمینان حاصل شود.

هیدروگراف واحد آبخوان

ترسیم میانگین تجمعی تغییر سطح ایستابی آبخوان در برابر زمان را هیدرگراف واحد آبخوان گویند [۳]. در این مطالعه سال آبی ۱۳۷۳ برای ترسیم هیدروگراف واحد به عنوان مبنای محاسبه قرار گرفته و تغییرات سطح ایستابی نسبت به این سال مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم هیدروگراف واحد، اختلاف سطح آب زیرزمینی هر سال نسبت به سال ما قبل خود برآورد و در پایان تغییرات تجمعی در برابر زمان رسم شد.

بطورکلی تغییرات حجم آبخوان با استفاده از هیدروگراف واحد از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$[[\Delta S = \pm(A \times Sy \times \Delta h)]]$$ رابطه (۳)

A: مساحت محدوده بیلان

Δh: اختلاف بین سطح آب در ابتدا و انتهای دوره بیلان

Sy: ضریب ذخیره آبخوان

ΔS: تغییرات حجم آبخوان در دوره بیلان

مساحت محدوده بیلان در محیط GIS، ۷۸۹۶۶ هکتار تعیین گردید. با توجه به این مطلب که در دشت رامهرمز Sy فقط در دو چاه اکتشافی تعیین گردیده است، بنابراین از Sy میانگین که مقدار آن ۰/۰۲ است در محاسبات حجم آبخوان با استفاده از هیدروگراف واحد استفاده گردید.

مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG

LARS-WG یکی از مشهورترین مدل‌های مولد داده‌های تصادفی وضع هوا است که برای تولید مقادیر بارش، تابش، درجه حرارت‌های بیشینه و کمینه روزانه در یک ایستگاه تحت شرایط اقلیم پایه و آینده به کار می‌رود [۲]. نسخه اولیه LARS-WG در بوداپست در سال ۱۹۹۰ به عنوان بخشی از پروژه ارزیابی ریسک کشاورزی در کشور مجارستان ابداع شد. در این مدل از روش زنجیره مارکف برای مدل‌سازی رخداد بارش استفاده می‌شود. تولید داده‌ها توسط مدل لارس در سه مرحله انجام می‌شود: کالیبره کردن، ارزیابی و ایجاد داده‌های هواشناسی. در این مطالعه ابتدا داده‌های مدل شامل بارش، دمای کمینه و بیشینه و تابش به صورت روزانه استخراج شده و بعد از کالیبره کردن مدل در دوره پایه ۲۰۱۰-۱۹۹۷ با استفاده از مدل HADCM3 و سناریو A2 اقدام به پیش‌بینی اقلیم در طی سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۱ شد.

نتایج و بحث

نتایج بیلان آب زیرزمینی

عوامل مؤثر در تغذیه آبخوان (Q_{in})

جریان زیرزمینی ورودی:

به طورکلی ۲ مقطع ورودی جریان آب زیرزمینی برای آبخوان رامهرمز در نظر گرفته شده‌است. این مقاطع در مخروط افکنه موجود در ورودی دشت دیده می‌شوند که در مجموع از این مقاطع مقدار ۶/۲۳ میلیون متر مکعب آب در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ وارد محدوده بیلان شده است.

تغذیه از طریق نزولات جوی:

به طور کلی نفوذ از طریق ریزش‌های جوی بر حسب شرایط اقلیمی و هیدروژئولوژیکی که عمدتاً عبارتند از میزان بارندگی، درجه حرارت، سرعت باد، رطوبت نسبی محیط، میزان تبخیر و تعرق و بافت خاک سطحی و عمق آب زیرزمینی تغییر می‌کند. بارندگی‌های با شدت کم و طولانی مدت و درجه حرارت مناسب و متعادل محیط، سرعت کم باد، کم بودن رطوبت خاک و شیب ملایم توپوگرافی همگی عواملی هستند که سبب ازدیاد میزان نفوذ آب بارندگی به آبخوان می‌گردند. بخشی از بارندگی به صورت رواناب در می‌آید، اما بخش دیگر که نفوذ مستقیم نامیده می‌شود، تقریباً همزمان و در فاصله زمانی کوتاهی از وقوع بارندگی به سفره آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. با کسر رواناب از میزان بارندگی و ضریب نفوذ ۷۰ درصد برای بارندگی مفید، و کسر آب موردنیاز جهت تأمین رطوبت خاک و ریشه گیاه، و همچنین با در نظر گرفتن مساحت محدوده بیلان (۷۸۹۶۶ هکتار) حجم کل نفوذ به دشت رامهرمز برابر با ۹/۸۶ میلیون متر مکعب برآورد گردید.

تغذیه از آب برگشتی چاه‌های بهره‌برداری:

بر اساس آمار موجود، میزان آب استحصال شده توسط چاه‌ها برای مصارف کشاورزی، برابر با ۱۰/۹۳ میلیون مترمکعب درسال می‌باشد. بخشی از آب پمپاژ شده به مصرف گیاه و بخشی از آن صرف تبخیر و تعرق و قسمتی از آن سبب اشباع رطوبت خاک و بالاخره قسمتی از آن به عنوان نفوذ عمقی به آبخوان افزوده می‌شود. بطور تجربی حجم آب برگشت کشاورزی را با توجه به عواملی مانند عمق سطح آب زیرزمینی، روش آبیاری و ... بین ۱۵ تا ۲۵٪ در نظر می‌گیرند. با توجه به میزان تخلیه و ضریب ۰/۱۵، حجم آب برگشتی کشاورزی ۱/۶۴ میلیون مترمکعب برآورد گردید. به منظور تعیین حجم نفوذ از فاضلاب شرب و صنعت، بر اساس آمار اخذ شده از سازمان آب و برق خوزستان حجم تخلیه چاه‌های دارای کاربری شرب ۹/۳۲ میلیون مترمکعب برآورد گردید. با توجه به مطالعات منابع و مصارف محدوده مطالعاتی رامهرمز، ضریب تبدیل آب مصرفی به فاضلاب (۰/۷) و با توجه به شرایط منطقه همانند جنس رسوبات و تبخیر و تعرق، ضریب برگشت فاضلاب به آب زیرزمینی (۰/۶۵) در نظر گرفته شد. بنابراین با احتساب ضریب تبدیل ۰/۴۵۵، حجم آب برگشتی شرب ۴/۲۴ میلیون متر مکعب تخمین زده شد. در بخش صنعت، حجم آب برداشتی توسط چاه‌های بهره‌برداری ۱/۶۳ میلیون مترمکعب می‌باشد. براساس این حجم تخلیه و ضریب تبدیل ۰/۴۵۵، حجم آب برگشت در بخش صنعت ۰/۷۴ میلیون مترمکعب برآورد گردید.

تغذیه از آب برگشتی چشمه‌های موجود

حجم بهره‌برداری از چشمه‌های دارای کاربری کشاورزی ۰/۹۷ میلیون مترمکعب می‌باشد. با توجه به ضریب ۰/۱۵ برای آب برگشتی کشاورزی ، حجم آب برگشتی ۰/۱۴ میلیون مترمکعب برآورد گردید. حجم تخلیه چشمه‌هایی با کاربری شرب ۰/۰۱۸ میلیون مترمکعب می‌باشد. براساس ضریب تبدیل آب مصرفی به فاضلاب (۰/۷) و برگشت فاضلاب به آب زیرزمینی (۰/۶۵) حجم آب برگشتی شرب ۰/۰۱ میلیون مترمکعب برآورد گردید.

تغذیه ناشی از استحصال آب‌های سطحی (رودخانه اعلی):

بطور کلی حجم کل آب استحصالی از رودخانه اعلی، توسط موتور پمپ و نهر برابر با ۷۳/۶۳ و حجم کل آب برگشتی با توجه به ضریب ۱۵٪، ۱۱ میلیون مترمکعب می‌باشد.

تغذیه توسط رودخانه اعلی

به منظور تعیین ارتباط هیدرولیکی بین رودخانه اعلی و آب زیرزمینی منطقه، ابتدا چاه‌های مشاهده‌ای واقع شده در محدوده بیلان مشخص و براساس آن‌ها هیدروگراف واحد ترسیم گردید. رودخانه اعلی در بخشی از مسیر خود دشت را تغذیه و در بخشی دیگر از این مسیر دشت را تخلیه می‌کند. با استفاده از فرمول دارسی میزان تغذیه آبخوان توسط رودخانه اعلی ۳/۳۰ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد.

عوامل مؤثر در تخلیهٔ آبخوان (Q_{out})

تخلیه توسط چاه‌های کشاورزی

براساس آمار اخذ شده از سازمان آب و برق خوزستان، تعداد ۲۱۹ حلقه چاه فعال در دشت رامهرمز (محدوده بیلان) وجود دارد که بطورکلی حجم تخلیه چاه‌های موجود ۲۱/۳۵ میلیون مترمکعب می‌باشد.

تخلیه توسط چشمه‌ها

براساس آماربرداری ۸۹-۱۳۸۸، حجم تخلیه سالانه چشمه‌های موجود، ۹/۸۷ میلیون مترمکعب می‌باشد.

تخلیه توسط رودخانه

میزان تخلیه آبخوان توسط رودخانه اعلی و کوپال با استفاده از فرمول دارسی ۶/۲۳ میلیون مترمکعب می‌باشد.

تبخیر از سطح آب زیرزمینی

تبخیر بعنوان یکی از پارامترهای خروجی آب زیرزمینی است. از جمله عوامل تأثیرگذار بر میزان تبخیر، دانه‌بندی رسوبات تشکیل دهنده آبخوان می‌باشد. در رسوبات دانه ریزتر، تبخیر از سطح آب زیرزمینی به دلیل خاصیت موئینگی بیشتر می‌باشد. از عوامل تأثیرگذار دیگر می‌توان عمق سطح آب زیرزمینی را نام برد، هر چه عمق سطح آب زیرزمینی کمتر باشد، تبخیر از سطح آب زیرزمینی

بیشتر صورت می‌گیرد. با توجه اطلاعات لوگ چاه‌های مشاهده‌ای واکتشافی موجود و با توجه به جنس رسوبات دشت و همچنین عمق آب زیرزمینی، عمق حذف تبخیر در محدوده بیلان ۳/۵ متر در نظر گرفته شد [۱۶]. براساس شکل (۳) ضریب تبدیل تبخیر از طشت تبخیر و تبخیر از سطح آب زیرزمینی تعیین و سپس با توجه به مساحت هر زون حجم تبخیر محاسبه گردید. حجم کل تبخیر در منطقه ۷/۰۴ میلیون مترمکعب می‌باشد. براساس مطالب بیان شده، مقادیر پارامترهای مؤثر در بیلان آب زیرزمینی دشت رامهرمز در جدول (۱) بصورت خلاصه ارائه گردیده‌اند.

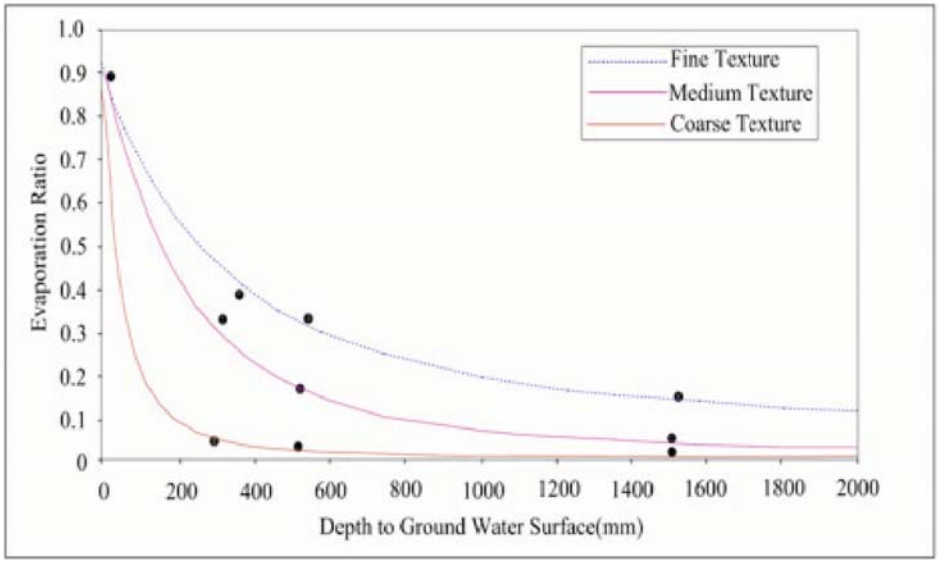
نتایج تغییرات حجم مخزن از طریق محاسبه پارامترهای بیلان آب

تغییرات حجم آبخوان با توجه به پارامترهای محاسبه شده بیلان برابر است با:

ΔS = ۳۷/۱۶ −۴۴/۴۹ = −۷/۳۳ (میلیون مترمکعب)

نتایج تغییرات حجم مخزن با استفاده از هیدروگراف واحد

نتیجه محاسبات هیدرگراف واحد آب زیرزمینی در دشت رامهرمز برای سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۸ در شکل(۴) ترسیم شده‌است که میزان افت آب زیرزمینی از ۳۳ سانتی متر به ۱۱۷ سانتی‌متر افزایش یافته است. همان‌طور که در شکل (۴) ملاحظه می‌شود ارتفاع مطلق سطح آب زیرزمینی در ابتدای دوره بیلان در مهرماه ۱۳۸۷ به میزان ۹۶/۰۰ متر(افت ۱/۷۰− متر) و در انتهای سال آبی برابر با ۹۵/۴۵ متر (افت ۲/۲۵− متر) می‌باشد. بنابراین تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۸۸−۱۳۸۷، برابر با ۰/۵۵− متر می‌باشد، بدین معنی که سطح آب زیرزمینی در این بازه زمانی ۵۵ سانتی‌متر افت کرده است. با توجه به مطالب بالا تغییرات حجم آبخوان با استفاده از هیدروگراف واحد



شکل۳. رابطه بین تبخیر از طشت تبخیر و تبخیر از آب زیرزمینی

جدول۱. خلاصه محاسبات تغییرات حجم مخزن آبخوان دشت رامهرمز در سال آبی ۸۸−۱۳۸۷

منبع	**تغذیه** (میلیون‌مترمکعب)	**تخلیه** (میلیون‌مترمکعب)	**اختلاف** (میلیون‌مترمکعب)
چاه و چشمه	۶/۷۷	−۳۱/۲۲	−۲۴/۴۵
بارندگی	۹/۸۶	−	+۹/۸۶
منابع سطحی	۱۱	−	+۱۱
رودخانه	۳/۳	−۶/۲۳	−۲/۹۳
آب زیرزمینی	۶/۲۳	−	+۶/۲۳
تبخیر و تعرق	−	−۷/۰۴	−۷/۰۴
مجموع	۱۶/۳۷	−۴۴/۴۹	**−۷/۳۳**

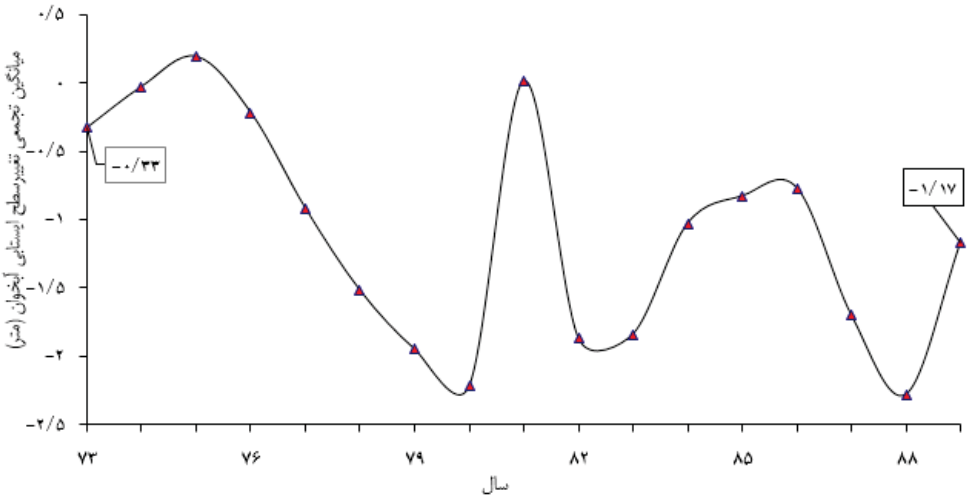
۸/۶۸- میلیون مترمکعب برآورد گردید[۱۳].

$$\Delta S = -0/55 \times 789/66 \times 0/02 = -8/68$$ (میلیون مترمکعب)

نتایج مدل ریزمقیاس نمایی لارس

قبل از برآورد پارامترهای هواشناسی برای آینده عملکرد مدل لارس مورد بررسی قرار گرفت. جدول(۲) عملکرد لارس در دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۸۸) را نشان می‌دهد. با توجه به پارامترهای خطا (ضریب تبین و ضریب کارایی ناش-ساتلکیف) مدل دارای عملکرد مناسب جهت برآورد می‌باشد.

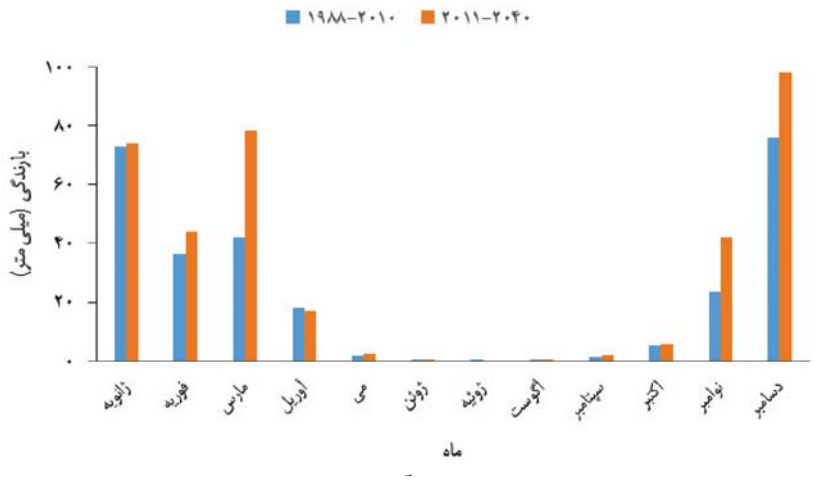
بعد از اطمینان از عملکرد لارس در برآورد متغیرهای هواشناسی در دوره پایه، از مدل گردش عمومی HADCM3 با سناریو انتشار A2 برای دوره ۲۰۴۰-۲۰۱۱ متغیرهای هواشناسی پیش‌بینی شد. شکل ۵ تغییرات بارش را در دوره آینده نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است مقدار بارش در دوره آینده در



شکل۴. هیدروگراف واحد دشت رامهرمز

جدول۲. آماره‌های خطا حاصل از پارامترهای اقلیمی مشاهداتی و مدل‌سازی شده (۲۰۱۰-۱۹۸۸)

ایستگاه	میانگین بارش ماهانه		میانگین دمای حداقل ماهانه		میانگین دمای حداکثر ماهانه	
	R^2	NSE	R^2	NSE	R^2	NSE
سینوپتیک رامهرمز	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹

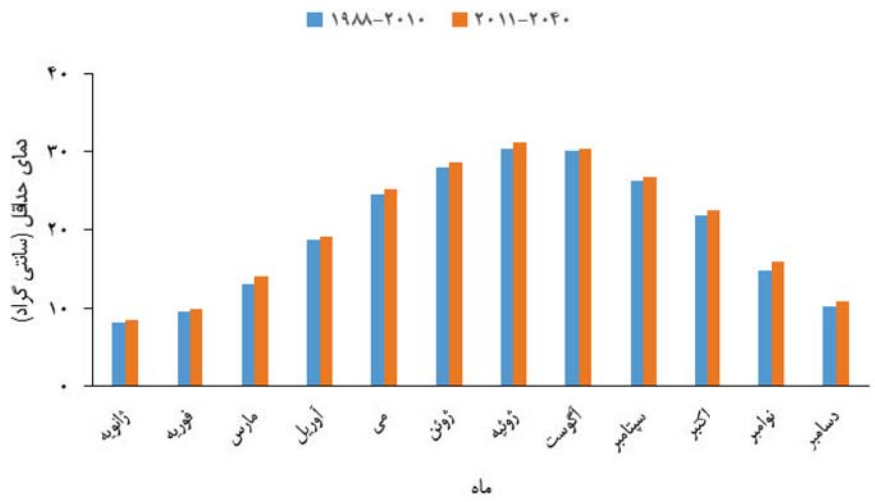


شکل۵. مقایسه بارش آینده و دوره پایه دشت

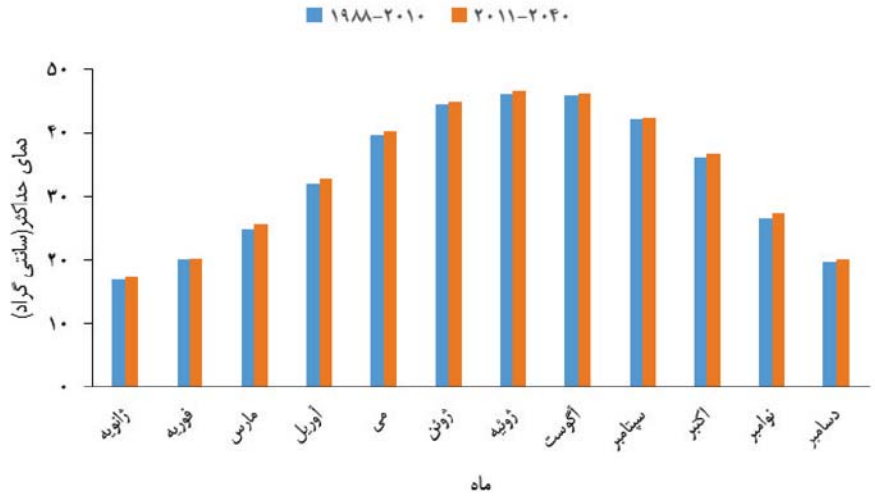
بیشتر ماه‌ها بیشتر خواهد شد.

شکل ۶ و ۷ تغییرات دمای حداقل و حداکثر را نشان می‌دهد. همانطور که در این اشکال مشخص است، دمای آینده دشت نسبت به دوره پایه در تمامی ماه‌ها افزایش خواهد داشت.

شکل ۸ روند تغییرات بارش سالیانه دشت رامهرمرز را نشان می‌دهد که در دوره آتی مقادیر بارش افزایش خواهد یافت. متوسط

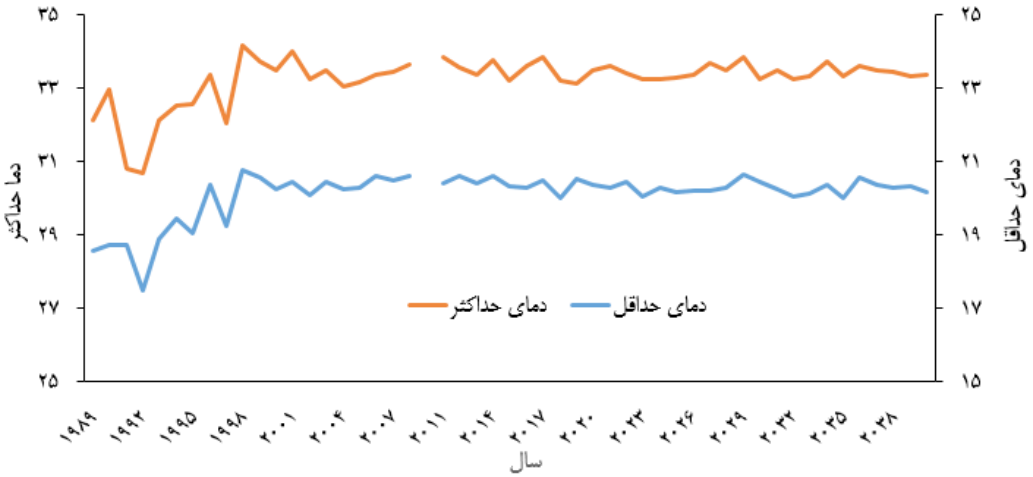


شکل۶. مقایسه دمای حداقل آینده و دوره پایه دشت



شکل۷. مقایسه دمای حداکثر آینده و دوره پایه دشت

شکل۸. روند تغییرات بارش سالیانه دشت



شکل ۹. تغییرات سالیانه روند دما

بارش سالیانه برای دوره پایه برابر با ۲۸۶ میلی‌متر است که در دوره آتی (۲۰۴۰-۲۰۱۱) مقدار آن به ۳۶۳ میلی‌متر افزایش می‌یابد. که این نکته حاکی از این است که گرم شدن جهانی موجب افزایش بارندگی در مناطق حاره‌ای و گرمسیری خواهد شد.

شکل ۹ تغییرات دمای سالیانه را نشان می‌دهد که روند افزایش دما در دوره آتی به خوبی مشخص است. در دوره ۲۰۱۱-۲۰۴۰ در دشت رامهرمز مقادیر دمای حداقل و حداکثر هر کدام به اندازه ۰/۵ درجه سلسیوس افزایش خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی بیلان آب و تغییرات اقلیم در دشت رامهرمز پرداخت. تغییرات حجم مخزن آب زیرزمینی دشت رامهرمز با دو روش بیلان آب و هیدروگراف واحد دشت برای سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ تعیین شد. نتایج هر دو روش حاکی از بیلان منفی به اندازه ۷/۳۳ و ۸/۶۸ میلیون متر مکعب با استفاده از روش‌های بیلان آب و هیدرگراف واحد دشت است. با بررسی تغییرات اقلیم گذشته و آینده دشت مشخص می‌شود که در طی ۳۰ سال آینده مقادیر بارش روند افزایشی در دشت خواهند داشت. این در حالی است که مقادیر کمینه و بیشینه دما در این دشت ۰/۵ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد.

با توجه به مدل لارس مقدار بارش آینده از ۲۸۶ میلی‌متر به ۳۶۳ میلی‌متر خواهد رسید که مقدار بارش ۷۷ میلی‌متری برای آینده افزایش خواهد یافت. از طرفی میزان متوسط تبخیر و تعرق سالیانه حوضه مطالعاتی از ۲۹۱۰ میلی‌متر به ۳۱۶۴ میلی‌متر (خروجی مدل لارس) خواهد رسید. یعنی متوسط سالیانه تبخیر و تعرق ۲۵۴ میلی‌متر برای آینده افزایش خواهد یافت. بنابراین با توجه به گرم‌تر شدن درجه حرارت آینده به نظر می‌رسد افزایش بارش جبرانی برای افزایش تبخیر و تعرق نخواهد داشت و روند افت آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز همچنان ادامه خواهد داشت. بنابراین طبق نتایج این تحقیق (افت آب‌های زیرزمینی، گرم شدن و افزایش تبخیر و تعرق) مدیریت بهینه آب‌های زیرزمینی بیش از پیش انتظار می‌رود که جهت کاهش افت سطح آب راهکارهای مختلفی ارائه می‌گردد:

- با توجه به سیر نزولی سطح آب دشت، لازم است نسبت به توسعه و ترویج آبیاری تحت فشار و اجرای کشاورزی مکانیزه در منطقه اقدام نمود.
- چنانچه کل سطح اراضی، مجهز به آبیاری تحت فشار با راندمان ۰/۷۰ به بالا باشد، علاوه بر این‌که حجم آب سالیانه مورد نیاز کاهش خواهد یافت بلکه نقش مؤثری در بهبود سطح آب زیرزمینی منطقه خواهد داشت. همچنین در صورت لزوم می‌توان سطح زیرکشت موجود را افزایش داد.
- کاهش برداشت از کانال‌های آبیاری دشت که از رودخانه اعلا منشعب می‌شوند همراه با کاهش برداشت از آب زیرزمینی توسط چاه‌های بهره‌برداری، باعث افزایش سطح آب زیرزمینی و جبران افت سطح آب زیرزمینی ناشی از کاهش تغذیه آبخوان توسط آب برگشتی حاصل از برداشت از رودخانه اعلی توسط شبکه آبیاری می‌باشد.
- باتوجه به گسترش سازندهای آغاجاری، میشان و گچساران در محدوده مورد مطالعه و کاهش نفوذ پذیری منطقه و تولید رواناب ناشی از بارش، اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی و آبخیزداری در محل‌های مناسب و ارائه فرهنگ صحیح مصرف آب به کشاورزان منطقه از امور لازم الاجرا می‌باشد.
- با توجه به این‌که بخش زیادی از آب برای کشت برنج مصرف می‌شود و این محصول نیز دارای نیاز آبی بالا بوده و در فصل تابستان که تبخیر و تعرق هم زیاد است کشت می‌شود لذا با تغییر الگوی کشت نیز می‌توان بخشی از این کمبود آب را جبران نمود.

منابع

1. Akbari Mobarakeh, F. 2001. Integrated Management of Surface and Subsurface Water Resources by Simulation-Optimization Method. M.Sc. Civil Engineering Faculty. Isfahan University of Technology. (In Persian)

2. Babaeian, I., Najafinik, Z., Zabolabasi, F., Habibi, M., Adab, H., and Malbusi, Sh. 2009. Climate Change Assessment Over Iran During 2010-2039 by Using Statistical Downscaling of ECHO- G Model. Geography and Development Iranian Journal. 7(16): 135-152. (In Persian)

۳. Choubin, B., Malekian, A. ۲۰۱۳. Relationship between Fluctuations in the Water Table and Aquifer Salinization (Case Study: Aquifer Aspas-Fars Province). Desert management Journal. 1(1): 13-26.

4. Cohen, S. J., 1986. Impacts of CO2 Induced Climatic Change on Water Wesources in the Great Lakes Basin, Climatic Change, 8: 135-153.

5. Ehteshami, M., and Sharifi, A. 2007. Assessment of Aquifer Quality Model of Rey City. Journal of Environmental Science and Technology. 8(4): 1-10. (In Persian)

6. IPCC. 2007. General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment, version 2.

7. Jahantabi, L. 2003. Sensitivity Analysis Fluctuations in Groundwater Levels and Optimal Management of Coron Basin. M.Sc. Irrigation and Drainage Faculty. Isfahan University of Technology. (In Persian)

8. Meteorological Organization in Khuzestan Province. www.khuzestanmet.ir.

9. Mostadraf, J., Razack, M., and Sinan, M. 2008. Evaluation of the Impacts of Climate Changes on the Coastal Chaoia Aquifer, Moroco, Using Numerical Modelling. Journal of Hydrogeology, 16: 1411-1426.

10. Mousavi, F., Chitsazan, M., and Mirzaee, Y. 2009. The Effects of Drought on the Ramhormoz Aquifer. 2nd National Conference on the Effects of Drought and its Management Solutions, 20-21 May. Isfahan. (In Persian)

11. Semenov, M.A., and Barrow, E.M. 1997. Use of a Stochastic Weather Generator in the Development of Climate Change Scenarios. Journal of Climatic Change. 35: 397-414.

12. Shakiba, A., and Chashmi, A. 2001. Evaluating the Effect of Climate Change on Groundwater Resources of Ramhormoz Plain Using Neural Network NARX. Journal of Earth Science Researches. 2(4): 46-57. (In Persian)

13. Soleimani, F. 2014. Investigating the Usage of Groundwater for Improving Optimize in the Schema in Ramhormoz Plain. Final Report of Project. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. 74 p. (In Persian)

14. UNESCO. 1979. World Water Balance and Water Resources of the Earth, U.S.S.R. Committee for the International Hydrologic Decade (English Translation Edited by R.L. Nace), UNESCO Studies and Reports in Hydrology, No. 5.

15. Wilby, R.L., and Harris I. 2006. A Framework for Assessing Uncertainties in Climate Change impacts: low-flow scenarios for the River Thames, UK. Water Resour. Res. 42, W02419.

16. Zare, M. Raeisi, E., and Mirbagheri, S. M. 2001. .New Approach Characterizing Groundwater Flow, Seiler & Wohnlich (eds). Determination of Ground Water Evaporation Using Pan Evaporometer Data in Different Depth to Water and Soil Texture Condition.

نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری

Extension and Development of Watershed Management

Vol. 5, No. 17, Summer 2017

سال پنجم- شماره ۱۷- تابستان ۱۳۹۶

Abstract

Investigation of Climate Change Effect on Groundwater Balance and Level in Plain Ramhormoz

F. Soleimani*[1], A. Kolahchi[2] and A. Arsham[3]

Received: 2016/10/25 Accepted: 2017/05/31

Climate change has a significant impact on surface and groundwater resources. Due to the impact of climate changes on groundwater resources are indirect and slower than surface water, monitoring and sustainability of the resources affected by these changes is very important. In this study investigate effect of climate change on balance and groundwater table in Ramhormoz plain of Khuzestan province with purpose achieve the different potential of water resources with proper management and optimum use of water was done. In this study, as well as meteorological data including precipitation, radiation and daily minimum and maximum temperatures were recorded and after model calibrating in the period 1997-2010 using the scenario A2 by HADCM3 model to predict the climate in the years 2011-2040 were conducted. Lars results will also indicate an increase in annual precipitation (78 mm), increase in the minimum and maximum temperature (0.5 °C) and increase of 254 mm in annual evapotranspiration. The results showed that reviewing the unit hydrograph, the water level generally declined in a 17-year period. According to the balance calculations, the Ramhormoz unconfined aquifer is encountered to reduce the volume of store. So that according to amount of inputs and outputs, the storage changes is -7.33 million cubic meters. Total output and input volume to the Ramhormoz aquifer are 37.16 and 44.49 million cubic meters, respectively. Measured storage volume changes by unit hydrograph according to the coefficient storage and aquifer area were estimated -8.68 million cubic meters that they are confirming the balance calculations.

Keywords: Climate change; Ramhormoz plain; Unit hydrograph; Water balance

1. PhD in Watershed Engineering, Researcher at Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran, Corresponding Author, E-mail: frsolaimani@gmail.com

2. Assistant professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

3. Assistant professor, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran.