تحلیل بیلان آب زیرزمینی در دشت لاش (زرآباد)

پریسان طاهریان[1*]، محمد امین خندان بارانی[2]، عابد دهواری[3]

۱. دکتری علوم و مهندسی آب، کارشناس آب منطقه ای استان سیستان و بلوچستان

۲. دکتری علوم و مهندسی آب، مدیر عامل آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان

۳. کارشناس منابع آب، مدیر امور منابع آب خاش، استان سیستان و بلوچستان

*Email: parisantaheri@gmail.com

چکیده

به منظور اعمال مدیریت بهینه منابع آب، مطالعات گوناگونی در سطح حوزه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی انجام می‌گیرد که مهمترین آن مطالعات مربوط به تهیه بیلان منابع آب می‌باشد. طی این مطالعات ضمن بررسی شرایط اقلیمی، وضعیت منابع آبهای سطحی و زیرزمینی بررسی شده و سپس با برقراری معادله بیلان و ارزیابی منابع آب، امکانات و محدودیت‌های توسعه بهره‌برداری در سطح محدوده‌های مطالعاتی و حوزه های آبریز برآورد می‌گردد. با توجه به افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری، با محاسبه پارامترهای موثر در معادله بیلان(ورودی‌ها و خروجی‌های دشت) برای سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ بیلان هیدروگراف ٤/٦- میلیون متر مکعب و بیلان آب زیرزمین منطقه٤/٣- میلیون متر مکعب محاسبه گردید که نشانگر کاهش حجم آب آبخوان است همچنین از مقایسه این دو عدد مشخص می‌شود که مؤلفه‌های محاسبه شده بیلان با دقت قابل قبولی صحیح بوده و می‌تواند به عنوان تخمین مناسبی از پارامترهای تخلیه و تغذیه آبخوان در دشت لاش(زرآباد) جهت ساخت مدل ریاضی و مدیریت آبخوان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به تراکم چاه‌های بهره‌برداری و اضافه برداشت از آبخوان به میزان تخلیه ٣٤/٧٨ میلیون متر مکعب و حجم آب قابل برنامه ریزی در استان به میزان ٣٠/٦٩ میلیون متر مکعب و افت قابل توجه چاه ها بخصوص در جنوب و غرب محدوده و احتمال هجوم جبهه آب شور دریا؛ آبخوان را تهدید می‌نماید. در نهایت وجود واحدهای شیل و مارنی و همچنین وجود تشکیلات زمین شنا سی شور کننده بخصوص در غرب منطقه در سال های اخیر موجب تنزل کیفیت آب آبخوان گردیده است.

واژه های کلیدی: آبخوان، بیلان آب زیرزمینی، کسری مخزن، لاش (زر آباد)، هیدروگراف

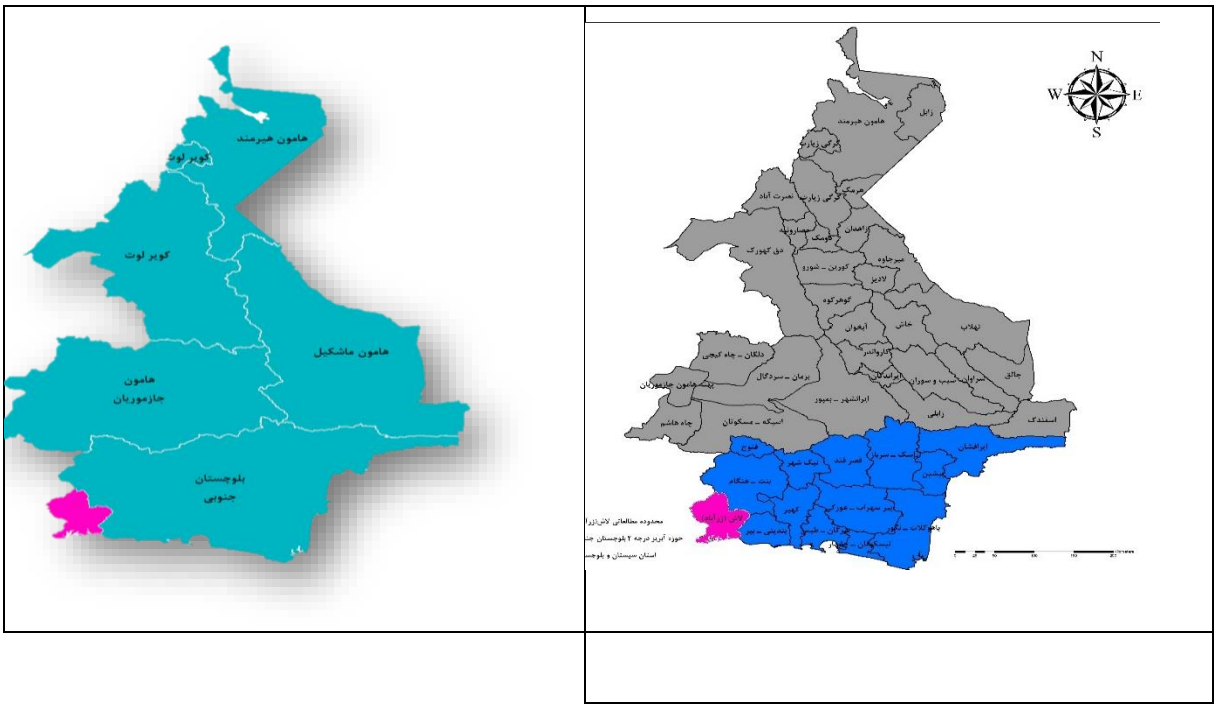
بیان مسئله

با توجه به اهمیت سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک به جهت افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش مصرف و بهره‌برداری از این منابع، این مخازن مورد تهدید جدی قرار گرفته است. بطوری که هم اکنون افت و کسری مخزن آبخوان‌های اصلی کشور به دلیل عدم توازن میان برداشت و تغذیه رو به افزایش می‌باشد. بر همین اساس اُفت حدود ۰/۵متر در سال، سطح آب‌های زیرزمینی دشت‌های کشور در ۱۵ سال اخیر نشان دهنده مدیریت نادرست منابع آبهای زیرزمینی می‌باشد(۱). همچنین برآورد ویژگی‌های مولفه‌های بیلان آب، به عنوان یک چالش بزرگ در سراسر جهان تعیین شده است. بیلان آب زیرزمینی در واقع اندازه‌گیری پیوسته مقدار جریان آب است که در یک فاصله زمانی مشخص از آبخوان وارد یا خارج می‌شود(۲). پورمحمدی و همکاران(۳) بیان کردند که میزان کسری مخزن به کمک مدل مادفلو به میزان ۱۲/۲- میلیون متر مکعب در آبخوان دشت تویسرکان استان همدان است که این بیلان منفی نشان دهنده اُفت روز افزون سطح آب زیرزمینی دشت و کسری مخزن آن می‌باشد. عزیزی و همکاران (٤) بیان کردند که اُفت و کاهش مخزن آبخوان سراب حاصل مدیریت نامناسب و افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری در منطقه بوده است همچنین بیلان آبخوان دشت سراب را منفی و برابر ۲۸/۹۷- میلیون متر مکعب تعیین کردند. جلیلی و همکاران (۵) بیان کردند که مقدار آب ذخیره شده در بازه هشت ساله ۲۰۱۳-۲۰۰۵ در آبخوان نیشابور به کمک مدل ریاضی حدود ۳۱۱ ملیون متر مکعب می‌باشد. با توجه به پژوهش‌های مختلف انجام گرفته در حوزه بخش‌های مختلف بیلان آب، پژوهش پیرامون بررسی نوسان سطح آبخوان و میزان تغییرات حجم مخزن آبخوان جهت مدیریت مناسب آب‌های زیرزمینی و افزایش دقت در مدل‌های آب زیرزمینی ضروری می‌باشد. لذا در پژوهش حاضر کلیه متغیرهای ورودی و خروجی آبخوان با دقت بالا برآورد شده و میزان تغییرات ذخیره آبخوان تعیین شد. هدف این تحقیق محاسبه بیلان آب زیرزمینی است و برای اولین بار در این تحقیق، در دشت لاش (زر آباد) با مقایسه تغییرات ذخیره آبخوان به شکل دستی و مقایسه با هیدروگراف واحد آبخوان انجام گرفت. بنابراین این تحقیق در مدیریت مناسب آب‌های زیرزمینی این محدوده، تولید و افزایش دقت در مدل‌های آب زیرزمینی به نوبه خود تحقیقی ارزشمند محسوب می‌شود.

معرفی دستاورد

محدوده مطالعاتی لاش (زر آباد) واقع در دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان بوده و زیر حوضه‌های آبریز درجه ۲ بلوچستان جنوبی در جنوب شرقی ایران می‌باشد، این محدوده با وسعت کلی ۲۸۲۲/۰۵٦ کیلومتر مربع در طول‌های جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۹ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲٤ دقیقه تا ۲٦ درجه و ۵ دقیقه شمالی قرار گرفته است. این محدوده از جنوب شرق به محدوده مطالعاتی بیربانديني، از شمال شرق به محدوده مطالعاتی بنت و هنگام از شمال غرب و غرب به محدوده مطالعاتی سدیچ، از جنوب غرب به محدوده مطالعاتی پیبشک و از جنوب به دریای عمان محدود می‌شود. دشت زر آباد در فاصله ۱۸۰ کیلومتری غرب بندر چابهار و در دامنه سلسله جبال مکران و ساحل دریای عمان قرار دارد(شکل۱) ا ست. رو ستاهای زیادی در این محدوده قرار دارند، که بر ح سب تعداد جمعیت عبارتند از: سودو، کا شی، جوزدر، تنبلان، دودر، زرآباد، گمبکی و جهلو. از میان این رو ستاها، زرآباد بعلت دا شتن شرایط ویژه طبیعی(وجود آب زیرزمینی و خاک زراعی مناسب کشاورزی) از یک سو و قرارگیری در محل برخورد راه‌های بندر چابهار، بندر جاسک و نیکشهر از سوی دیگر، نسبت به دیگر روستاها مرکزیت یافته و به شهرکی نوبنیاد تبدیل شده است. دشت زر آباد بین طول‌های

جغرافیائی ۵۹ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۵ دقیقه و عرض‌های ۲۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۲۵ درجه و ٤٠ دقیقه قرار داشته که متوسط ارتفاع آن نسبت به سطح دریا حدود ۱۵ متر می‌باشد. و از سه جهت به ارتفاعات محدود می‌شود. مسیل‌ها و رودخانه‌های فصلی متعددی از این دشت عبور می‌نمایند که در حقیقت دشت مزبور حوزه رسوبگذاری این مسیل‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد. بزرگترین رودخانه این حوزه رودخانه فصلی راپچ می‌باشد. که از ارتفاعات فنوج در شمال منطقه سرچشمه گرفته و پس از عبور از تشکیلات زمین‌شناسی مختلف به دشت می‌رسد. از جانب شرق تعدادی مسیل وارد دشت لاش شده که فقط در دوره‌های سیلابی برای مدت کوتاهی دارای جریان آب می‌باشد. رودخانه گیتو و کاروان از ارتفاعات شمال غرب سرچشمه گرفته و پس از طی مسافت کوتاهی وارد دشت می‌گردند. و به رودخانه راپچ می‌پیوندند و در نهایت به دریا می‌ریزند. رودخانه کاشی از ارتفاعات غربی سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری از میان سازند ملاس‌های نمکی به دشت می‌رسد که به سمت جنوب منحرف شده و فقط از حاشیه جنوب غربی دشت می گذرد. شیب دشت نسبتاً ملایم و در حدود ۱ تا ۱/۵ در هزار ا ست و از دامنه ارتفاعات به سمت مرکز و جنوب د شت می‌با شد. د شت زر آباد در ساحل شمالی دریای عمان قرار دا شته و دارای آب و هوای گرم و مرطوب می‌با شد. و رطوبت هوا ن سبتاً زیاد بوده و در تاب ستان‌ها افزایش چشمگیری می‌یابد. این منطقه تا حدودی تحت تأثیر آب و هوای موسمی اقیانوس هند قرار داشته و علاوه بر ماه‌های زمستان در تیر و مرداد نیز احتمال ریزش نزولات جوی در آن وجود دارد. رطوبت هوای منطقه نسبتاً زیاد است و به حدود ٦٢ درصد می‌رسد، میزان بارندگی منطقه کم با توزیع زمانی نامنظم که بعضی مواقع بصورت رگبارهای شدیدی است که به همین لحاظ سیلاب‌های بزرگی ایجاد می‌نماید و گاهی اوقات سیلاب‌ها قسمت اعظم دشت را می‌پوشانند. راه ارتباطی به منطقه مطالعاتی از چابهار به زر آباد از طریق جاده آسفالته چابهار- کنارک- کهیر- زرآباد است. که پس از طی مسافتی حدود ۲۰۰ کیلومتر، جاده آسفالته مذکور، به آبادی زرآباد که در کنار جاده واقع شده است؛ می‌رسد. بطور کلی جهت دستیابی به منطقه مورد مطالعه وجود فرودگاه پایگاه کنارک از عوامل مهم تسهیل کننده می‌باشد.

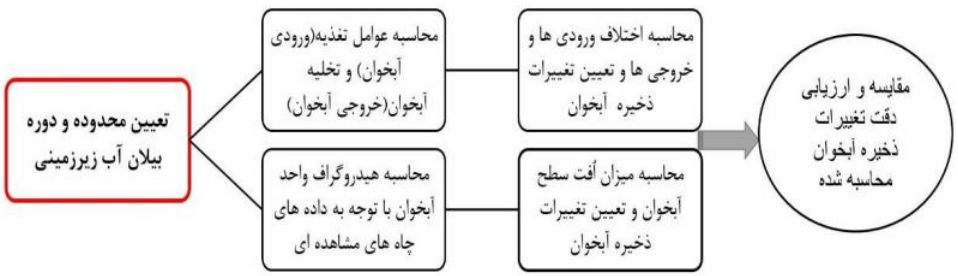


شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی لاش(زرآباد) در استان سیستان و بلوچستان

در پژوهش حاضر جهت برقراری معادله بیلان از آخرین آمار و اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژیکی محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. براساس بررسی‌های صورت گرفته، کامل‌ترین اطلاعات موجود در محدوده مورد نظر، مربوط به سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ می‌باشد. لذا بیلان آبخوان برای این سال آبی تهیه شده است (جدول۳). تعیین حدود آبخوان آبرفتی یکی دیگر از موارد بسیار مهم در آب زیرزمینی است. معمولاً اطلاعات کافی برای شناخت کامل از آبخوان موجود نیست؛ اما براساس اطلاعات موجود و نظرات کارشناسی محدوده آبخوان تعیین می شود. برای تعیین محدوده آبخوان لاش (زر آباد) از اطلاعات زمین‌شناسی و بررسی‌های اکتشافی، ژئومورفولوژی و منابع آب استفاده شده است. بررسی‌های آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد که در این محدوده مطالعاتی وسعت ناحیه دشت و ارتفاعات در آن بترتیب برابر با ۱۱۳٤/۸۸٦ و۱٦۸۷/۱۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. آبخوان آبرفتی از نوع آزاد در دشت لاش دارای وسعت ٤۱۳/۹ کیلومتر مربع می‌باشد. همچنین لازم به ذکر است چنانچه در محدوده یا آبخوانی مجموع عوامل خروجی از مجموع عوامل ورودی بیشتر باشد، بیلان این محدوده متعادل نبوده و به عبارتی بیلان منفی است. در موارد عکس این حالت نیز بیلان را مثبت می‌نامند. برخی از عوامل مربوط به بیلان را به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌کنند و برخی عوامل باتوجه به معلوم بودن دیگر عوامل محاسبه می‌گردد.

با توجه به مطالب ارائه شده، جهت تهیه بیلان آب زیرزمینی آبخوان دشت لاش (زر آباد) لازم است در یک دوره زمانی مشخص، تغییر حجم آب مخزن (Δv) که تابعی از جریان‌های ورودی و خروجی از سفره آب زیرزمینی می‌باشد از رابطه ۱ تعیین گردد (۱۰).

$$\Delta v = \text{میزان جریان خروجی} - \text{میزان جریان ورودی} \quad (\text{تغییرات حجم مخزن}) \qquad (۱)$$



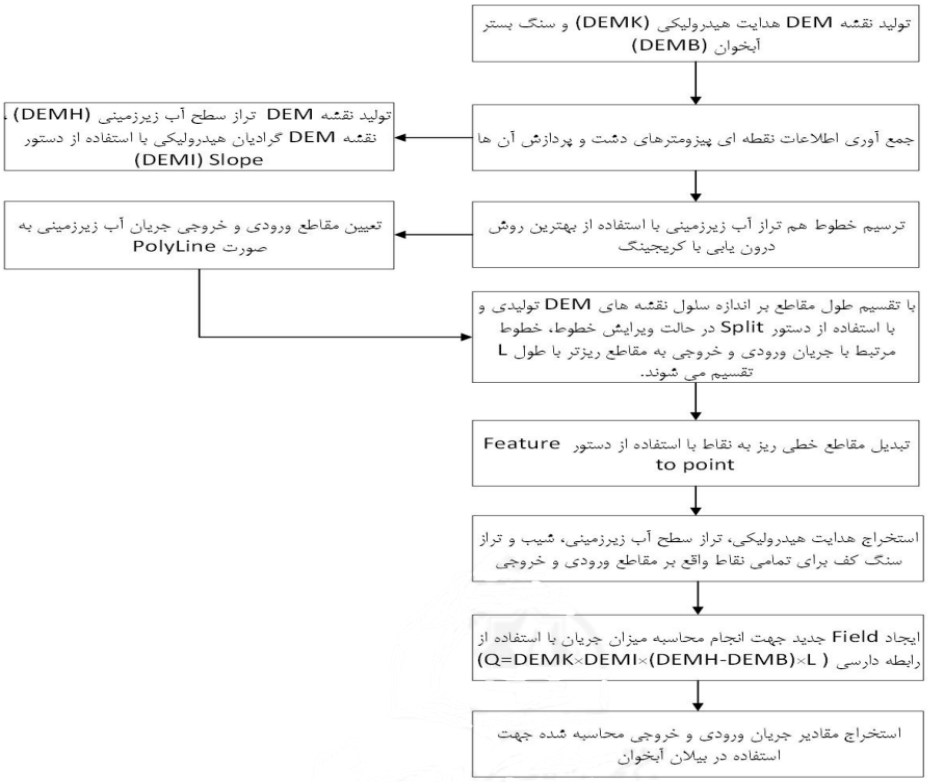
شکل:۲ گام‌های تعیین و مقایسه برآورد حجم ذخیره آبخوان

نزولات جوی از فاکتورهای مهم و مؤثر در محاسبه بیلان آبی هر منطقه می‌باشد. بر مبنای آمار و اطلاعات موجود در سطح دشت لاش(زرآباد)، از متوسط بارش در ایستگاه‌های باران‌سنجی هیان زرآباد، جادوزهی، تیس و باندینی و دمای ایستگاه هواشناسی هیان زرآباد، پیرسهراب و کهیر جهت استخراج اطلاعات ماهانه بارش و دما مرتبط با سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ استفاده گردید. بر این اساس مجموع بارندگی در این سال آبی در سطح آبخوان برابر با ۲۹۷میلی‌متر است که با ضرب آن در مساحت سطح آبخوان (٤۱۳/۹ کیلومتر مربع)، حجم بارندگی سالانه معادل ۱۲۲/۹۲ میلیون متر مکعب می‌گردد.

جریان آب زیرزمینی ممکن است از طریق آبخوان‌های آبرفتی و یا سازندهای سخت از محدوده‌های مطالعاتی مجاور وارد محدوده مطالعاتی گردد. در محدوده مطالعاتی لاش جریان زیرزمینی ورودی به حالت طبیعی و یا انتقالی از محدوده‌های

مطالعاتی مجاور به این محدوده مطالعاتی وجود ندارد. حجم جریان ســـطحی ورودی به این محدوده مطالعاتی از محدوده مطالعاتی بنت- هنگام برابر با ۱۳۶/۲۷میلیون متر مکعب در سال است.

برای یک آبخوان آبرفتی لازم است جریان‌های زیرزمینی ورودی از سمت ارتفاعات و یا دشت‌های مجاور آن و جریان‌های خروجی به ســـمت کویر، دریا و دریاچه با دشـــت پایین دســـت را مشـــخص نمود. میزان جریان‌های ورودی و خروجی آب زیرزمینی پس از تعیین مقاطع ورودی و خروجی که با اســتفاده از نقشــه تراز آب زیرزمینی بدســت می‌آید (۸،۹). لازم به ذکر است جهت محاسبه میزان جریانات ورودی و خروجی از رویکرد تهیه شده در شکل ۳ از نرم افزار GIS استفاده شده است. براساس این ساختار، وجود اطلاعات هدایت هیدرولیکی، تراز سنگ کف آبخوان، متوسط تراز سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ به همراه موقعیت آبخوان جهت تعیین میزان جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی از ســـفره آب زیرزمینی ضروری است.



شکل ۳: نحوه محاسبه میزان جریان ورودی و خروجی از آبخوان با استفاده از GIS

جهت محاسبه میزان تبخیر از سطح سفره لازم است با استفاده از اندازه‌گیری‌های صورت گرفته از چاه‌های مشاهده‌ای محدوده مورد مطالعه، نقشــه هم‌عمق تراز ســطح آب زیرزمینی ترســیم گردد. ســپس با توجه به میزان عمق تراز ســطح آب زیرزمینی، سطوحی که امکان تبخیر از آنها وجود دارد مشخص شده و با استفاده از ارتفاع تبخیری در نظر گرفته شده برای هر سطح، حجم تبخیر محاسبه می‌گردد. در این مطالعه ابتدا خطوط متوسط تراز هم‌عمق آب زیرزمینی برای سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ ترســیم و براســاس آن اقدام به تعیین ســطوح با عمق برخورد به آب کمتر از ۵ متر گردید. با توجه به عمق برخورد با آب،

می‌توان دریافت که در محدوده مورد مطالعه به دلیل بردا شت‌های مازاد بر ظرفیت آبخوان، عمق کمتر از ۵ متر دیده نمی شود، لذا تبخیر از سطح آب زیرزمینی برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

تخلیه و بردا شت از آب زیرزمینی مهمترین عامل خروجی آب از آبخوان‌ها به شمار می‌آید که مشتمل بر بردا شت (پمپاژ) توسط چاه و تخلیه توسط قنات و چشمه است. طبق آمار منابع آب مربوط به سال ۰۳-۱۴۰۲ دفتر حفاظت شرکت آب منطقه ای استان سیستان و بلوچستان در محدوده مطالعاتی لاش (زر آباد) در طی سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ میزان کل تخلیه از آبخوان آبرفتی توسط چاه برابر با ۳٤/۷۸میلیون متر مکعب می‌با شد. همچنین در محدوده مطالعاتی مذکور هیچگونه قنات و چشمه‌ای تاکنون شنا سایی و آماربرداری نگردیده ا ست. علت این امر می‌تواند به نفوذپذیری کم ر سوبات ارتفاعات این محدوده با شد چرا که براساس مطالعات زمین‌شناسی و صحرائی صورت گرفته در منطقه غالب واحدهای زمین‌شناسی منطقه از مارن و شیل ت شکیل گردیده‌اند که نفوذپذیری کمی را دارا می‌با شند. مجموع م صارف آب در محدوده مطالعاتی لاش برابر ۳٤/۷۸ میلیون متر مکعب در سال ا ست که ۱۰۰ در صد از آن برای ک شاورزی م صرف می گردد و در بخش شرب و صنعت م صرف آب شناسایی نشده است. حجم آب برگشتی از مصارف آب ۷/۲۹ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده است که عمده ی آن موجب تغذیه آبخوان آبرفتی شده و مقداری نیز به صورت زه آب به جریان‌های سطحی ملحق می‌گردد.

معرفی دستاورد:

حجم کل بارندگی در سطح محدوده مطالعاتی لاش٤۲۲/٦میلیون مترمکعب در سال است. میزان بارندگی در سطح ناحیه کوهستانی۲٦۳/۷میلیون مترمکعب بوده که ۲۱۳/۳۱میلیون مترمکعب آن بصورت تبخیر و تعرق واقعی از دسترس خارج شده و مابقی آن (۵۰/۳۹ میلیون متر مکعب در سال) حجم بارش مفید در سطح دشت برابر با ۲۵/۵۵ میلیون مترمکعب در سال است که از این رقم مذکور میزان نفوذ از بارش در سطح د شت لاش برابر با ۱۰/۰۱میلیون مترمکعب در سال می‌با شد و با توجه به و سعت آبخوان آبرفتی ۳/٦٤ میلیون مترمکعب باعث تغذیه سطحی آبخوان آبرفتی گردیده و مابقی مربوط به ناحیه دشتی اطراف آبخوان آبرفتی می‌باشد، که می‌تواند باعث تغذیه جانبی آبخوان آبرفتی گردد .خاطر نشان می سازد نفوذ در سمت پایین دست آبخوان می‌تواند تبخیر و یا زهکش شده ویا توسط چاه‌ها ی بهره برداری محفوره در خارج از ناحیه بیلان آب زیرزمینی بردا شت گردد در محدوده مطالعاتی لاش جریان سطحی بحالت انتقالی و جریان زیرزمینی بحالت طبیعی ویا انتقالی از محدوده‌های مطالعاتی مجاور وجود ندارد. حجم جریان سطحی ورودی از محدوده مطالعاتی بنت –هنگام برابر با ۱۳٦/۲۷میلیون متر مکعب در سال است.براساس مطالب ارائه شده در بخش بیلان آب زیرزمینی جریان زیرزمینی خروجی از محدوده مطالعاتی لاش به محدوده های مطالعاتی مجاور وجود ندارد. براساس مطالب ارائه شده در بخشهای قبل ، تبخیر از آب زیرزمینی وتبخیر ازسطح آزاد آب درسطح محدوده مطالعاتی لاش وجود ندارد. میزان مصرف آب از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی در بخش شرب و صنعت وجود ندارد و در بخش ک شاورزی۳٤/۷۸میلیون مترمکعب در سال می‌با شد. حجم آب برگ شتی از م صارف آب حدود ۷/۲۹ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده که بخشی از آن موجب تغذیه آبخوان آبرفتی شده و بخشی نیز به صورت زه آب به جریان‌های سطحی ملحق می‌گردد. بنابراین تفاوت ورودی‌ها و خروجی‌های محدوده مطالعاتی لاش ٤/۳- میلیون مترمکعب در سال است که معادل تغییرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی د شت لاش می‌با شد. نفوذ بارندگی از سطح آبخوان، جزئی از تغذیه سطحی محسوب میشود.

جدول۱: محاسبه میزان نفوذ و رواناب ناشی از بارش در دشت لاش (زر آباد)

مولفه های بیلان	سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	ردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
دما(درجه سانتی گراد)	۲۷.۷	۳۱.۷	۳۳.٤	۳٤.۸	۳٤.۷	۳۲.۲	۲۷	۲۲.۸	۱۹.٤	۱۹	۲۱.٤	۲۵.۸	۳۰.۲
بارندگی	۱٤۰						۲۱.٦		٤٦.۷	٤۰.۳	۳۱.٤		
تبخیر و تعرق ماهانه	۲۵۹۹	۲۸۰.٤	۳۸۹.۹	٤۷۷.۳	٤۵۷.٤	۳٤۲.۳	۱٤۷.٤	۷۰.۳	۳۱.۲	۲۹.٤	٤۷.۷	۱۰٤.۸	۲۲۰.۹
تبخیر روزانه	۷.۱	۹	۱۲.٦	۱۵.٤	۱٤.۸	۱۱	٤.۸	۲.٤	۱	۱	۱.٦	۳.۵	۷.٤
مجموع بارندگی های کمتر از ۲ میلیمتر							۵		٤	۳.٤	۲.۷		
تعداد روزهای بارندگی							۵		٤	٤	۳		
تعداد دوره های بارش							۵		۸	۱۰	۸		
تعداد روزهای دارای تبخیر و تعرق واقعی(روز)							۵		۱۰	۱۰	۹		
تبخیر و تعرق حقیقی	۱۱۷.۵						۲۱.٦		۳۱.۳	۳۳.۲	۳۱.٤		
مازاد(رواناب+نفوذ)	۲۲.۵						۰		۱۵.٤	۷.۱			

جدول۲: محاسبه میزان نفوذ و رواناب ناشی از بارش در ارتفاعات دشت لاش (زر آباد)

مولفه های بیلان	سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
دما(درجه سانتی گراد)	۲۷	۳۰.۹	۳۲.٦	۳٤	۳۳.۹	۳۱.۵	۲٦.۳	۲۲.۲	۱۸.۹	۱۸.۵	۲۰.۸	۲۵.۲	۲۹.٤
بارندگی	۱۵۷						۲٤.٤		۵۱.۸	٤۵.٤	۳۵.٤		
تبخیر و تعرق ماهانه	۲۲۹٦.۱	۲٤۷.۷	۳٤٤.٤	٤۲۱.۷	٤۰٤.۱	۳۰۲.٤	۱۳۰.۲	٦۲.۱	۲۷.۵	۲٦	٤۲.۲	۹۲.٦	۱۹۵.۲
تبخیر روزانه	٦.۳	۸	۱۱.۱	۱۳.٦	۱۳	۹.۸	٤.۲	۲.۱	۰.۹	۰.۹	۱.٤	۳.۱	٦.۵
مجموع بارندگی های کمتر از ۲ میلیمتر							۵		۵	٤.٤	۳.۲		
تعداد روزهای بارندگی							۵		٤	٤	۳		
تعداد دوره های بارش							۵		۱۲	۱۲	۹		
تعداد روزهای دارای تبخیر و تعرق واقعی(روز)							۵		۸	۸	۷		
تبخیر و تعرق حقیقی	۱۲۷						۲٤.٤		۳٦.۳	۳۵.۳	۳۱		
مازاد(رواناب+نفوذ)	۳۰						۰		۱۵.۵	۱۰.۱	٤.٤		

در محدوده مطالعاتی لاش (زر آباد) محا سبات جریان زیرزمینی ورودی و خروجی طبق جدول شماره ۳ انجام گرفته که براســاس آن مقدار جریان ورودی جانبی برابر ۱۲/۸میلیون متر مکعب در ســال و جریان زیرزمینی خروجی برابربا۰/۲٦ میلیون متر مکعب در سال ا ست. جریان زیرزمینی خروجی از د شت لاش وارد ارا ضی پایین د ستی شده و در آنجا تو سط رودخانه زهکش شده و یا توسط چاه‌های بهره برداری محفوره در خارج از ناحیه بیلان آب زیرزمینی برداشت می‌گردد.

جدول۳ : محاسبه میزان جریان ورودی و خروجی از آبخوان لاش (زر آباد) در سال آبی ۰۲-۱۴۰۱

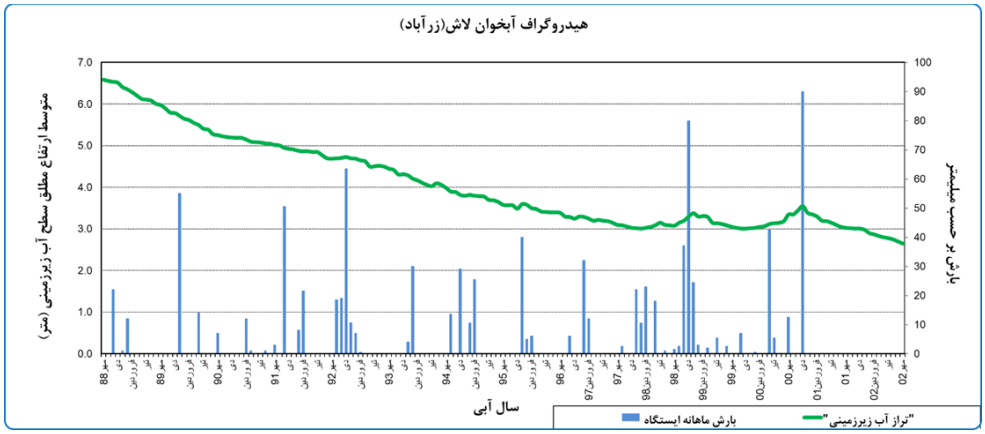
شماره جبهه	شیب هیدرولیکی (در هزار)	طول (متر)	قابلیت انتقال (متر مربع در روز)	حجم جریان (میلیون متر مکعب)
۱	۱.۲۵	۷۴۵	۱۰۰	۰.۰۳
۲	۱.۲۵	۱۲۵۰۰	۱۰۰	۰.۵۷
۳	۱.۶۷	۱۰۰۴	۳۰۰	۰.۱۸
۴	۱.۶۷	۷۷۰	۲۵۰	۰.۱۲
۵	۲.۲۲	۷۲۰۰	۱۵۰	۰.۸۸
۶	۱.۸۲	۱۰۰۰	۱۵۰	۰.۱۰
۷	۱.۸۲	۱۳۰۰	۱۰۰	۰.۰۹
۸	۱.۶۷	۶۵۰	۱۰۰	۰.۰۴
۹	۱.۵۴	۸۵۰	۱۰۰	۰.۰۵
۱۰	۱.۶۷	۱۷۰۰	۱۰۰	۰.۱۰
	سایر نواحی فاقد جبهه آب زیرزمینی			۹.۵۰
	جمع کل ورودی زیرزمینی			۱۱.۶۶
۱	۱.۲۵	۱۰۱۰	۱۰۰	۰.۰۵
۲	۰.۷۲	۹۵۰	۱۰۰	۰.۰۲
۳	۱.۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰	۰.۱۹
	جمع کل خروجی زیرزمینی			۰.۲۶

با قرار دادن پارامترهای مؤثر در تخلیه و تغذیه آبخوان که در بخش قبل مورد محاسبه قرار گرفت، می‌توان مقدار تغییرات حجم مخزن آب زیرزمینی را بدست آورد. با توجه به جدول ٤ مخزن آب زیرزمینی دشت لاش (زر آباد) در سال آبی ۰۲-۱٤۰۱ با کسری معادل ٤/۳ – میلیون متر مکعب مواجه است که این روند منجر به افت تصاعدی آبخوان شده و وضعیت ذخیره منابع آب زیرزمینی دشت را با بحران مواجه نموده است.

جدول ٤ : بیلان آبخوان دشت لاش (زر آباد) برای سال آبی ۰۲-۱٤۰۱(MCM)

نام آبخوان آبرفتی	مساحت ناحیه بیلان (کیلومتر مربع)	عوامل ورودی						عوامل خروجی					تغییرات حجم ذخیره آبخوان
		جریان زیرزمینی ورودی	نفوذ از بارندگی	نفوذ از جریان‌های سطحی	نفوذ از پساب کشاورزی	نفوذ از پساب شرب و صنعت	جمع	تخلیه و برداشت (چاه و قنات، چشمه)	جریان زیرزمینی خروجی	زهکشی آبخوان	تبخیر از آبخوان	جمع	
لاش(زرآباد)	۴۱۳.۹	۱۱.۶۶	۳.۶۴	۷.۰۲	۷.۷۱	–	۳۰.۰۳	۳۴.۰۷	۰.۲۶	–	–	۳۴.۳۳	-۴.۳

در محاسبه تغییرات حجم ذخیره آبخوان از طریق هیدروگراف ضریب ذخیره در محدوده بیلان برای این منطقه به طور متوسط برابر با ٤ درصد بوده و میزان تغییرات سالانه تراز سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۰۲-۱٤۰۱ با توجه به تعیین هیدروگراف تراز سطح آب زیرزمینی دشت لاش (زر آباد) با توجه به اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای در طی یک دوره ١٤ ساله برابر با ۲۸-سانتی‌متر می‌باشد(شکل ٤).



شکل ٤: هیدروگراف تراز سطح آب زیرزمینی دشت لاش (زر آباد) در طی یک دوره ١٤ ساله (۱۳۸۸-۰۲)

همچنین مساحت محدوده بیلان در نظر گرفته شده برابر با ٤١٣/٩ کیلومترمربع است. با جایگذاری این مقادیر در رابطه (۳)، میانگین تغییرات حجم مخزن محدوده بیلان در سال آبی ۰۲-۱٤۰۱ محاسبه می‌شود:

$$\Delta V = Sy \times \Delta h \times A = 0.04 \times 0.28 \times 413.9 = -4.6\ MCM$$

در نتیجه در دوره بیلان ، محدوده آبخوان لاش (زرآباد) به میزان ٤/٦ میلیون متر مکعب با کاهش حجم مخزن مواجه است. از مقایسه این عدد با کسری حاصل از جدول بیلان (به شکل دستی) مشخص می‌شود که مؤلفه‌های محاسبه شده بیلان با دقت قابل قبولی صحیح بوده و می‌تواند به عنوان تخمین مناسبی از پارامترهای تخلیه و تغذیه آبخوان دشت لاش(زر آباد) جهت مدیریت و یا مدل سازی آبخوان مطرح باشد. هدف اصلی از این مطالعه محاسبه بیلان آب زیرزمینی است و برای اولین بار در این تحقیق، در دشت لاش(زرآباد) با مقایسه تغییرات ذخیره آبخوان به شکل دستی و مقایسه با هیدروگراف واحد آبخوان انجام گرفت. روند اُفت سطح ایستابی و بیلان منفی دشت، از نتایج تحقیق حاضر می‌باشد، به طوریکه علیرغم کنترل برداشت از سفره، کماکان افت و کسری مخزن در دشت لاش (زرآباد) وجود دارد بطوریکه طبق آبنمود معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی بر اساس اطلاعات اندازه گیری چاه‌های مشاهده ای از سال آبی۸۹-۱۳۸۸الی۰۳-۱٤۰۲ طی دوره ١٤ ساله سطح آب زیرزمینی در مجموع ۳/۹٦ متر افت داشته است یعنی سطح آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی دشت لاش (زر آباد) بطور متوسط سالیانه ۰/۲۸ متر کاهش می‌یابد. همچنین کسری حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت لاش برابر با ٤/٦ میلیون متر مکعب است که با محاسبات بیلان آب زیرزمینی در این دشت تفاوت ناچیزی در ۰/۳ دارد. افزایش تعداد چاه های غیر مجاز و همچنین اثر شدید تغییرات اقلیمی بر منابع آب زیرزمینی دشت مذکور، عدم تخصیص بهینه برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌تواند نشان دهنده عدم مدیریت صحیح آبخوان باشد. با توجه به شرایط موجود سفره و ادامه روند افت و کسری مخزن دشت، اصلاح الگوی کشت،

اجرای طرح‌های تعادل بخشی، استفاده از روش‌های تغذیه مصنوعی و محدودیت در میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی اجتناب ناپذیر می‌باشد.

توصیه ترویجی

۱- نتایج نشـــان داد که بیلان هیدروگراف (٤/٦٢-م.م.م) و بیلان آب زیرزمینی منطقه (٤/٣-م.م.م) نشـــانگر کاهش حجم آب آبخوان اســـت که با قرارگیری محدوده در منطقه ســـاحلی خطری جدی برای آبخوان محســـوب می‌شود.

۲- طبق اطلاعات کســب شــده از واحد حفاظت آب منطقه‌ای اســتان ســیســتان و بلوچســتان مبنی بر اضــافه برداشت از آبخوان به میزان تخلیه ۳٤/۷۸ م.م.م و طبق آخرین وضعیت نتایج تصویب برنامه عملیاتی آب قابل برنامه ریزی در استان محدوده مطالعاتی لاش (زر آباد) به میزان ۳۰/٦۹م.م.م و افت قابل توجه چاه ها بخصوص در جنوب و غرب محدوده؛ احتمال هجوم جبهه آب شور دریا آبخوان را تهدید می‌نماید. همچنین تراکم چاه‌ها و برداشت بیش از مقدار مجاز؛ وجود واحدهای شیل و مارنی و همچنین وجود تشکیلات زمین شناسی شور کننده بخصوص در غرب منطقه در سال های اخیر موجب تنزل کیفیت آب آبخوان گردیده است.

در نهایت افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی خصوصاً موز در منطقه مورد مطالعه که نیاز آبی بالایی دارد و روش آبیاری کرتی که بایستی با ارائه تمهیداتی نسبت به اصلاح الگوی کشت در منطقه و آموزش کشاورزان در جهت تغییر روش های آبیاری اقدام نمود.

فهرست منابع

۱-افضـلی، آ.، شـاهدی، ک. ۱۳۹۳. بررسـی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشـت آمل-بابل. پژوهشـنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم، شماره ۱۰، ص ۱٥٦-۱٤٤.

۲- عسگری، ر.، باندریامین، ا.، طهماسبی، ب.، جامی ا.، ۱۳۹۱. ارزیابی پایداری کشاورزی با استفاده از شاخص‌های پایداری، اولین همایش ملی بیابان، خرداد ماه، تهران، ایران، ۱۱ ص.

۳-پورمحمدی، س.، دستورانی، م.ت.، جعفری، ه.،رحیمیان، م.ح.، گودرزی، م.، مسماریان، ز.، باقری، ف. ۱۳۹۸. بررسی بیلان آب زیرزمینی دشت تویسرکان همدان به کمک مدل ریاضی مادفلو. اکوهیدرولوژی، دوره ۲، شماره ٤، ص ۳۸۲-۳۷۱ .

٤-عزیزی، ح.، ابراهیمی، ح.، سامانی، ح.، خاکی، و. ۱٤۰۰. ارزیابی شدت اثر تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت ورامین با استفاده از شاخص NISTOR . تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱٦، شماره ۳.

٥-جلیلی، ج.، جلیلی، خ.، حصادی، ه.، حدیدی، م. ۱۳۹۳. تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی از طریق کانال‌های زهکشی سطحی با استفاده از روش AHP. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۸، شماره ۲٤، ص ۳۷-۲۹.

٦- محتشـمی، ع.، هاشـمی منفرد، آ.، عزیزیان، غ. ر.، اکبرپور، ا. ۱۳۹۹. محاسـبه بیلان آب زیرزمینی به کمک روش عددی MLPGمطالعه موردی: آبخوان آزاد بیرجند. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱٤، شماره ٤، ص ۱٤٧٤-۱٤٦۰ .

7- Abrishamchi, A., Khakbazan Fard, F., & Taghavi, A. 2020. Planning for groundwater sustainable use: A case study in Nishapur Plain, Iran. Agricultural Water Management, 229, 1- 15.

8-Todd, D.K., & Mays, L.W. 2004. Groundwater Hydrology. s.l.: John Wiley. Parsad, Y.S., & Rao, B.V. (2018). Groundwater depletion and groundwater balance studies of Kandivalasa River Sub Basin, Vizianagaram District, and Andhra Pradesh, India. Groundwater for Sustainable Development, 6, 71-78.
9-Ngongondo, C., CH. Y., Xu, L., Tallaksen, M., & Alemaw, B. (2015). Observed and simulated changes in the water balance components over Malawi, during 1971-2000. Quaternary International, 369, 7-16.204.
10-Abrishamchi, A., Khakbazan Fard, F., & Taghavi, A. (2020). Planning for groundwater sustainable use: A case study in Nishapur Plain, Iran. Agricultural Water Management, 229, 1- 15.