نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره3، جلد9، مرداد - شهریور 1394، ص. 498-489

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 9, Aug.-Sep. 2015, p. 489-498

بررسی اثرات طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب شهری بر تراز هیدرولیکی آبخوان تحت شرایط تغییر اقلیم در دوره 2014-2020 میلادی (مطالعه موردی: دشت بیرجند)

احمد جعفرزاده[1]، عباس خاشعی سیوکی*[2]، علی شهیدی[3]

تاریخ دریافت: 1394/2/6 تاریخ پذیرش: 1394/6/11

چکیده

استفاده از منابع آب زیرزمینی در مناطقی نظیر دشت بیرجند به دلیل سهولت برداشت این منابع و پتانسیل ضعیف درخصوص استحصال منابع سطحی از اهمیتی بالایی برخوردار است. لذا مراقبت از آب‌های زیرزمینی در چنین مناطقی بیش از سایر مناطق لازم و ضروری است. طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب شهری دشت بیرجند مستقیماً بر منابع آب زیرزمینی تأثیرگذار است. به‌منظور بررسی اثرات اجرای این طرح، مدل مفهموی بیلان دشت در محیط VISUAL BASIC کدنویسی شد. در نظر گرفتن سطح پوشش مناطق شهری در توسعه طرح تجمیع تا سال 2020 میلادی، با اعمال سه سطح A، B و C در مدل مفهومی بیلان انجام شد. سطوح A و B نشان‌دهنده‌ی توسعه طرح در 60 و 100 درصد مناطق شهری و سطح C عدم اجرای این طرح را نشان می‌دهند. بارندگی در دشت به عنوان ورودی معادله بیلان، از خروجی مدل‌های اقلیمی پایگاه داده CCCMA استخراج شد. نتایج شبیه‌سازی تراز هیدرولیکی نشان داد که بیش‌ترین میزان افت در آبخوان حدفاصل 2020-2014 میلادی در بین سطوح توسعه‌ی طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب به ترتیب 6/8 متر در B، 5/5 متر در A و 3/57 متر در C خواهد بود. هم‌چنین در سال 2020 میلادی میزان افت سطح آبخوان در کلاس B نسبت به A 1/3 متر بیش‌تر خواهد بود.

واژه های کلیدی: آب زیرزمینی، سناریوهای اقلیمی، زیست محیطی، مدل مفهومی بیلان، CCCMA.

مقدمه

ضرورت توجه به منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک با توجه به محدودیت منابع آب سطحی بیش‌تر از سایر اقلیم‌ها احساس می‌شود. از این رو توجه به اجرای اصولی پروژه‌هایی که با منابع آب سر و کار دارند بسیار حیاتی است. چرا شرایط منطقه امکان بروز خطا را برای مجریان به حداقل رسانده است. از جمله اقدامات اساسی هر منطقه در قبال توسعه شهری، فراهم کردن بستری مناسب برای تصفیه فاضلاب شهری می‌باشد. در بسیاری از کشورهای توسعه پیدا کرده دنیا، فاضلاب و تصفیه آن یک مقوله با ارزش به حساب می‌آید. تولید نهاده‌های کشاورزی و انرژی ازجمله مهم‌ترین کاربردهای این فرآیند به شمار می‌رود. هم‌چنین استفاده از فاضلاب و پساب در صنایع درجه دو (صنایعی که الزامی به مصرف آب تازه ندارند)، به عنوان یک جایگزین مطمئن می‌تواند نقش کلیدی در جهت کمک به منابع آبی سطحی و زیرزمینی داشته باشد. لازمه اجرای دقیق هر پروژه‌ای از جمله طرح‌های مربوط به تصفیه فاضلاب که با منابع آب در ارتباط هستند، مطالعات جامعی است که شرایط فعلی و آینده را به خوبی شناخته و در حل مسئله به کار بگیرد. به طور حتم مصارف شرب و بهداشت که خروجی آن تولید فاضلاب خانگی است به عنوان یکی از عوامل مهم، در بیلان منابع آب سطحی و زیرزمینی تأثیرگذار خواهند بود. با توجه به اقلیم و شرایط دشت بیرجند توجه بیش‌تر به منابع آب زیرزمینی برای پاسخگویی نیازهای دشت است. از این رو ضرورت بررسی اثرات طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب بر تراز هیدرولیکی آبخوان کاملاً احساس می‌شود. در نظر نگرفتن تغییر اقلیم به عنوان یک پدیده تأثیرگذار در منابع آب، امکان برآورد درست و فنی از شرایط آینده را سلب می‌کند. در خصوص بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی در داخل و خارج از کشور مطالعات عدیده‌ای صورت گرفته است. به‌منظور بررسی اثر تغییراقلیم بر رواناب حاصله از

1-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
2- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
3- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email:abbaskhasheei@birjand.ac.ir)

بارندگی در حوضه‌ی آبریز کاشمر مدیری و کمالی (1392) این موضوع را در مطالعه‌ای بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها حاکی از آن بود که در اثر تغییر اقلیم رواناب در مقایسه با دوره‌ی کنونی دچار تغییر شده و کاهش شدیدی خواهد یافت. در مطالعه دیگری زهرایی و همکاران (1390) به منظور شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم در استان سیستان و بلوچستان از مدل GMDH تحت سناریوهای A2, A1B, B1 پرداختند. نتایج آن‌ها حکایت از افزایش بارندگی در تمامی سناریوها در این استان را داشت. در زمینه مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر تراز هیدرولوژیکی آبخوان‌ها تاکنون مطالعه‌ی چندانی صورت نگرفته است. مطالعات قبلی محدود به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر کمیت منابع آب و یا رابطه پارامترهای اقلیمی با منابع آب در وضعیت‌های اقلیمی آینده است. جکسون و همکاران (2011)، اثرات تغییر اقلیم را روی آکیفرگچی در شرق لندن مدل‌سازی کردند. آن‌ها برای نیل به هدف فوق از مدل ZOODRM بهره گرفتند (Jackson et al., 2011). مغیر و آجیور شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم روی منابع آب زیرزمینی نوار غزه را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها در این مطالعه از مدل VisualModflow استفاده کردند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که در سال 2030 میلادی تغذیه آبخوان در مناطق جنوبی و میانی نوار غزه کاهش نشان داده و کسری مخزن آن شدیدتر خواهد شد (Mogheir and Ajjur., 2013). پورتمن و همکاران در مطالعه‌ای به منظور ارزیابی منافع حاصل از جلوگیری انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به منابع آب‌های زیرزمینی از مدل WateraGAp استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان از کاهش 10% تخلیه آب زیرزمینی داشته است (Portmann et al., 2013). بررسی اثرات تغییر اقلیم روی منابع آب زیرزمینی جنوب شرقی استرالیا موضوع مطالعه کروسبیه و همکاران بود. آن‌ها در مطالعه وارزیابی خود اقدام به شبیه-سازی با استفاده از مدل WAVES کردند. بدین منظور آن‌ها 3 سناریوی آینده مرطوب، خشک و حالت بینابین را برای آینده براساس سری سناریوهای اقلیمی برای وضعیت آبخوان در آینده در نظر گرفتند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان از کاهش تغذیه آبخوان در آینده را دارد (Crosbie and McCollum., 2010). هم‌چنین در خصوص بررسی اثرات تصفیه فاضلاب بر منابع آب زیزمینی مطالعات زیادی صورت پذیرفته است که درادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. کاسینوس و همکاران در مطالعه خطرات استفاده مجدد از پساب و ناسازگاری با محیط زیست به این موضوع اشاره کردند اگرچه استفاده مجدد از پساب دارای مزایای زیادی است ولی عدم وجود اطلاعات مورد نیاز برای فعل و انفعالات بین آب، خاک و گیاه باعث شده تراکم فلزات سنگین و سایر عناصر در خاک و متعاقباً در محصول بالا برود. وی هم‌چنین به این موضوع اشاره نموده که سیستم‌های فعلی جمع‌آوری فاضلاب در کاهش بار آلودگی پساب شهری بطور کامل موفق نبوده چرا که این پساب‌های آلوده روی زمین و محیط‌های آبی بدون کنترل رها شده است (Kassinos et al., 2011). مک آرتور اثرات تصفیه فاضلاب دشت بنگال را روی رود سرخ در کشور ویتنام مدل‌سازی کردند. آن‌ها برای این کار نسبت کلر به بر و غلظت آرسنیک را مورد ارزیابی قرار دادند (McArthur et al., 2012). به‌منظور بررسی اثرات تغذیه مصنوعی با فاضلاب تصفیه شده در منطقه ساحلی بلجیوم استرالیا وندنبوهوده و همکاران از یک مدل انتقال هیدرولوژیکی استفاده کردند. آن‌ها در این مدل به آنالیز فرآیندهایی که در نتیجه نفوذ فاضلاب تصفیه شده به زمین ایجاد می‌شود را تحلیل کردند. کاهش TDS فاضلاب وارد شده به آبخوان سبب بروز مشکلات عدیده‌ای خواهد شد که مهم‌ترین آن‌ها افزایش تجزیه نیترات در خاک درنظر گرفته شده است. نتایج مدل‌سازی نشان داد که غلظت نیترات پس از اجرای این طرح افزایش چشم‌گیر داشته است (Vandenbohede et al., 2013). در تحقیقی رودریگز و گرانت اثرات آلوده شدن آب‌های زیرزمینی و سطحی را به‌وسیله مواد خطرناک فاضلابی بازیافت شده بررسی کردند. آن‌ها در مطالعه خود شاخص‌های گوناگونی در خصوص تخمین آلودگی آب توسط مواد بازیافتی ارائه کردند. آن‌ها هم‌چنین مصداق‌هایی از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی به‌وسیله مواد بازیافتی را در تحقیق خود آوردند (Rodriguez-Proteau and Grant., 2005).

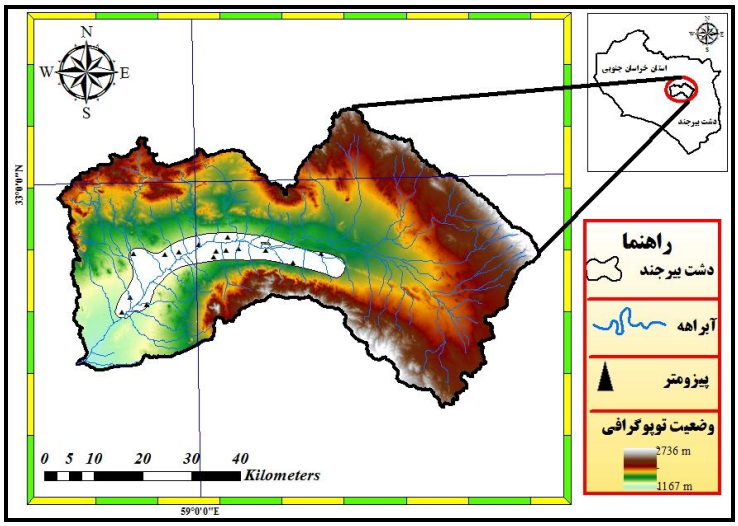
جنبه نوآوری این تحقیق را می‌توان بررسی اثرات طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب شهری دشت بیرجند بر آبخوان تحت شرایط تغییر اقلیم و هم‌چنین مدل‌سازی تراز هیدرولیکی برای افق 2020 درنظر گرفت. این مطالعه به نقد و ارزیابی فنی طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب شهری دشت بیرجند می‌پردازد. اثرات اجرای این طرح در 3 سطح توسعه بر روی تراز هیدرولیکی مدل‌سازی شده است. هم‌چنین پیش‌بینی تراز هیدرولیکی آبخوان دشت بیرجند برای انتهای سال 2020 میلادی متأثر از این طرح و تحت شرایط تغییر اقلیم انجام می-شود.

مواد و روش‌ها

بررسی منطقه مورد مطالعه

شهرستان بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی در شمال رشته کوه‌های باقران و در محدوده‌ی 59 درجه و 13 ثانیه طول جغرافیایی و با 32 درجه و53 ثانیه عرض جغرافیایی قرار گرفته است. وسعت این شهر 42,7 کیلومتر مربع، دارای 2 بخش و 10 دهستان می‌باشد. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالیانه بیرجند به ترتیب 8 و 24 درجه سانتی‌گراد است. بارش سالانه 152 میلی متر و ارتفاع از سطح دریا 1491 متر می‌باشد. میزان تبخیر پتانسیل دشت بیرجند 1745,38 میلی‌متر برآورد شده است (جعفرزاده و همکاران، 1392). شکل 1 جزئیات بهتری از موقعیت دشت بیرجند را ارئه می‌دهد.

مشخصات زمین‌شناسی:



شکل 1- توپوگرافی دشت بیرجند

ضخامت لایه آبدار به طور متوسط 114/1 متر است. ارتفاع سنگ کف 1289/15 متر و در راستای غرب به شرق این ضخامت کم‌تر می‌شود به طوری که در مناطق شرقی (نزدیک شهرستان خوسف) سنگ کف بالاتر از مناطق غربی است. آبخوان دشت بیرجند در راستای ذخایر تراسی و مخروط افکنه‌های کوه‌پایه‌ای تشکیل شده است. این نوع سازند در بیش‌تر مناطق دشت از جمله مرکز دشت قرار گرفته است. پهنه‌های رسی در مرکز دشت آبخوان واقع شده و سازندهای کنگلومرا و ماسه سنگ در مناطق جنوب شرقی دشت (نزدیک شهرستان خوسف) قرار گرفته‌اند.

وضعیت منابع آب استان

محدوده مطالعاتی بیرجند در مرکز استان و در شمال رشته کوه-های باقران از جمله دشت‌های ممنوعه استان به شمار می‌رود. اقلیم خشک در این محدوده مطالعاتی با میانگین تبخیر پتانسیل 1745/38 میلی‌متر و عدم دسترسی به منابع سطحی قوی و پایدار، تکیه بر منابع آب زیرزمینی را تشدید کرده است. براساس آمار دراز مدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بیرجند (1992-2012) میانگین بارندگی ماهانه 12/48 میلی‌متر و میانگین بارندگی سالانه این دشت 152 میلی‌متر است. سال 1996 با بارش 220 میلی‌متر و سال 2001 با بارش 71 میلی‌متر به ترتیب پر باران‌ترین و کم باران‌ترین سال‌ها در این دوره زمانی هستند. میانگین دمای ماهانه 16/6 درجه سانتی‌گراد است.

معرفی طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب

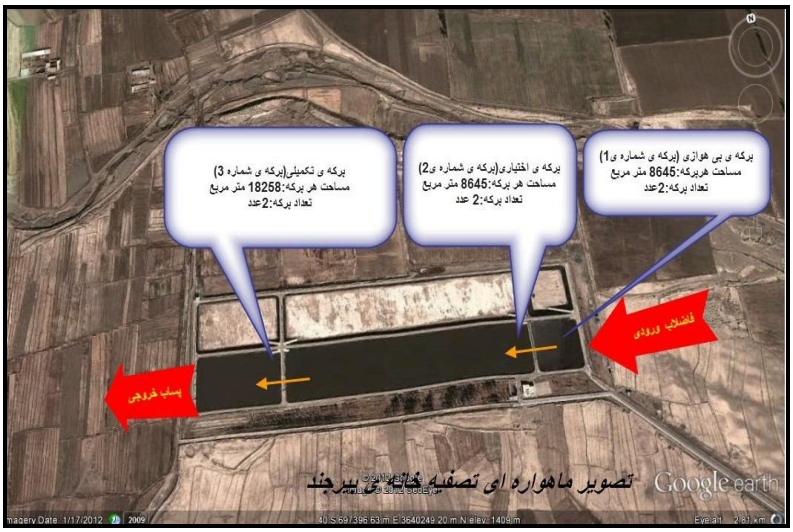
فاز یک طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب بیرجند در سال 1374 اجرا گردید. برای تصفیه فاضلاب سه روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. 1- روش‌های فیزیکی 2- روش‌های شیمیایی و 3- روش بیولوژیکی تصفیه فاضلاب. در تصفیه‌خانه‌ی شهر بیرجند از روش بیولوژیکی استفاده شده است. روش بیولوژیکی تصفیه فاضلاب خود به دو طریق 1- لجن فعال و 2- لاگون یا برکه تثبیت، اجرا می‌شود. کل فاضلاب تولیدی به‌وسیله انشعابات فرعی ایجاد شده در هر منطقه از شهر بیرجند، به خط اصلی هدایت شده و از خط اصلی به واحد تصفیه خانه انتقال داده می‌شود.

برای تصفیه‌ی فاضلاب از روش برکه‌های تثبیت استفاده می‌شود. برکه‌های تثبیت شامل برکه‌های بی‌هوازی، اختیاری و تکمیلی است. شکل 2 تصویر برکه‌های تثبیت تصفیه خانه بیرجند را نشان می‌دهد. براساس گزارش عملکرد تصفیه خانه‌ی بیرجند در سال 1390، میزان دبی فاضلاب ورودی 93 *lit/s* و دبی پساب خروجی 79 *lit/s* می‌باشد (1). در واقع نگرانی آلودگی آب‌های زیرزمینی به آلاینده‌های فاضلاب خانگی مسئولین را بر این داشت تا طرح تجمیع فاضلاب را دشت بیرجند به اجرا درآورند. طبق پیش‌بینی انجام شده با اجرای این طرح اولاً جلوی آلودگی آبخوان دشت بیرجند به آلاینده‌ها گرفته می-شود و ثانیاً با ارائه پساب تصفیه‌خانه به کشاورزان و توجیه آن‌ها برای عدم استفاده از منابع آب زیرمینی می‌توان کمک زیادی در جهت تغذیه آبخوان انجام داد.

مدل مفهومی بیلان آبخوان دشت بیرجند

با شروع بارندگی باتوجه به ظرفیت نفوذپذیری زمین و پوشش گیاهی بخشی از بارندگی مستقیماً به داخل آبخوان نفوذ کرده و بخشی دیگر تبدیل به رواناب می‌شود و مقادیری از بارندگی هم صرف پرکردن نقاط پست زمین می‌شود (چالاب). مقدار رواناب براساس روش SCS تخمین زده شد.

$$R = \frac{(P - 0.2 \times S)^2}{(P - 0.8 \times S)} \qquad (1)$$



شکل 2- تصاویر ماهواره‌ای تصفیه‌خانه فاضلاب شهری بیرجند

جدول 1- ضرایب معادله بیلان آبخوان دشت بیرجند

ضریب جرایان وروردی از بارندگی	0/02
ضریب جرایان وروردی از رواناب	0/01
ضریب جرایان وروردی ناشی از مصارف شرب و صنعت	0/7
ضریب جرایان وروردی ناشی از مصارف کشاورزی	0/1

که در این معادله S ضریب نگهداشت رطوبت در خاک، P مقدار بارندگی و R مقدار رواناب در حوضه است. ضریب نگهداشت رطوبت با توجه به وضعیت پوشش گیاهی دشت بیرجند و بافت خاک در حدود 10 میلی‌متر تشخیص داده شد.

جریان‌های ورودی و خروجی در آبخوان، تخلیه مصارف شرب، صنعت و کشاورزی، حجم آب برگشتی، و حجم نفوذی از بارش و رواناب از جمله پارامترهای تأثیرگذار در معادله بیلان آبخوان است. در واقع بیلان آبخوان وابسته به بارش باران (ورودی) و تخلیه مصارف متنوع (خروجی) است.

$$R = (I_r + I_p + I_i + I_d) - (O_d + O_o) \quad (2)$$

که در آن R بیلان آبخوان، Ir جریان نفوذی ناشی از رواناب، Ip جریان نفوذی ناشی از بارندگی، Ii جبهه‌های ورودی به آبخوان، Id جریان برگشتی ناشی از مصارف، Od جریان خروجی ناشی از مصارف و Oo جبهه‌های خروجی از آبخوان را نشان می‌دهد. جزئیات دقیق مقادیر و ضرایب پارامترهای بیلان در جدول 1 آمده است.

در خصوص جبهه‌های ورودی و خروجی و درصد تخلیه کشاورزی، شرب و صنعت در دشت بیرجند مطالعاتی انجام شده است. جبهه‌های ورودی و خروجی استان به ترتیب مقادیر 45 و 10 میلیون متر مکعب است. درصد تخلیه مصارف کشاورزی، شرب و صنعت به ترتیب 80، 15 و 5% بیان شده است. بارندگی ماهانه در دوره آماری 1992- 2012 از ایستگاه سینوپتیک شهرستان بیرجند گرداوری شد و رواناب از روش مذکور به‌دست آمد. معادله بیلان آبخوان در محیط برنامه‌نویسی VISUAL BASIC کدنویسی شد.

در این تحقیق در ادامه مطالعات جعفرزاده و همکاران (1393) برای اعمال شرایط تغییر اقلیم از داده‌های مطالعه آن‌ها استفاده شد. برای بررسی تأثیر طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب بر دشت بیرجند مقادیر بارندگی به عنوان وروردی معادله بیلان به‌صورت کوچک مقیاس شده از خروجی مدل‌های CGCMT47 و HADCM3 تحت تأثیر سناریوهای A1B، B1 و A2 در شرایط تغییر اقلیم برای دوره 2014-2020 میلادی از پایگاه داده CCCMA[1] گردآوری شد. منظور از سناریوهای A1B، B1 و A2، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهت توسعه هر منطقه است که تغییرات اقلیمی بسته به نوع این سناریوها متفاوت است. تغییر کاربری اراضی در سناریوی B1 بالاتر از 2 سناریوی دیگر است. استفاده از انرژی و تولید ناخالص داخلی در سناریوهای A1B, A2 به مراتب بالاتر از سناریوی B1 می‌باشد. برای بررسی و پیش‌بینی اثرات طرح تجمیع بر تراز هیدرولیکی تحت شرایط تغییر اقلیم 3 سناریو برای توسعه این طرح دیده شد. سناریوی اول (A) که در واقع توصیف کننده وضعیت فعلی سیستم است، توسعه 60% این طرح را در مناطق شهری دشت بیرجند نشان می‌دهد. سناریوی دوم (B) در واقع وضعیتی را نشان می‌دهد که در آن تمام

مناطق شهری تحت پوشش طرح تجمیع فاضلاب قرار گیرند. این سناریو در واقع هدف اداره کل آب و فاضلاب شهری را در دوره‌های آتی نشان می‌دهد و در نهایت سناریوی سوم (C) حالتی را در نظر می‌گیرد که طرح تجمیع فاضلاب اصلاً در دشت بیرجند انجام نشود. در هر کدام از سناریوهای توسعه طرح تجمیع فاضلاب، دبی فاضلاب خانگی به عنوان یک ورودی در مدل بیلان (البته با مقادیر متفاوت) درنظرگرفته می‌شود. به بیان دیگر دبی فاضلاب خانگی همان حجم برگشتی به آبخوان از مصارف شرب و بهداشت در نظرگرفته شده است که میزان آن در هر سناریو متفاوت است. جدول (2) جزئیات بهتری از سناریوهای توسعه طرح تجمیع را نشان می‌دهد.

میزان کل فاضلاب که در مناطق شهری دشت بیرجند تولید می‌شود درحدود 155 لیتر بر ثانیه است. در سناریوی A میزان 93 لیتر بر ثانیه از فاضلاب تولیدی وارد تصفیه‌خانه شده و از دسترس خارج می‌شود. یعنی 60% حجم برگشتی ناشی از مصرف شرب و بهداشت وارد واحد تصفیه‌خانه می‌شود که سرنوشت این حجم از آب یا تبخیر و یا استفاده کشاورزان خواهد بود و تنها 40% از این حجم وارد آبخوان خواهد شد. در سناریوی B کل فاضلاب تولید شده در مناطق شهری وارد تصفیه‌خانه شده و از دسترس خارج می‌شود و در سناریوی C کل حجم برگشتی از مصارف شرب و بهداشت به میزان 155 لیتر بر ثانیه از طریق چاه‌های جذبی خانگی به تغذیه آبخوان اضافه می‌شود.

جدول 2- جزئیات سناریوهای توسعه طرح تجمیع فاضلاب

سناریوی توسعه طرح تجمیع	A	B	C
ورودی به تصفیه‌خانه (lit/s)	93	155	0
برگشتی به آبخوان (lit/s)	62	0	155
کل فاضلاب تولیدی (lit/s)		155	

بحث و نتایج

تا امروز و با استناد به بازدیدهای به عمل آمده پساب خروجی تصفیه‌خانه در اختیار کشاورزان قرار داده می‌شود بدون اینکه فیلتری در قبال کاهش تخلیه منابع زیرزمینی گذاشته شود. در واقع با اجرای طرح تجمیع فاضلاب نه تنها به کمیت و کیفیت آبخوان دشت کمک نشده است بلکه با عدم کنترل کیفیت پساب خروجی توسط اداره آب و فاضلاب شهری و عدم کنترل تخلیه منابع آب زیرمینی کشاورزان توسط شرکت آب منطقه‌ای، اولاً تخلیه از آبخوان به شکل قبلی خود ادامه دارد و از کمیت آن کاسته نشده است و ثانیاً سالانه در حدود 280 هزار مترمکعب آب را با تبخیر از برکه‌های تثبیت فاضلاب از دست می‌دهیم (شهیدی و همکاران، 1391).

باتوجه به استانداردهای موجود پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب نباید در کشت محصولاتی قرار گیرد که به طور مستقیم در چرخه تغذیه انسان قرار دارد. هم‌چنین پساب باید از کیفیت خوبی برای استفاده برخوردار باشد. وضعیت فعلی کارایی واحد تصفیه‌خانه شهری دشت بیرجند به گونه‌ای است که اولاً پساب خروجی کیفیت لازم را برای استفاده در زمین‌های زراعی کشاورزان ندارد و ثانیاً هیچ گونه نظارتی مبنی بر محدودیت کشت زراعی انجام نمی‌شود. تصاویر 3 تا 5 خود گویای این واقعیت تلخ است. آنچه از شکل 3 بر می‌آید مؤید این مطلب است که متأسفانه پساب تصفیه‌خانه کیفیت لازم را برای تحویل به زارعین دارا نمی‌باشد. تولید کف سولفید کاملاً در شکل 3 مشخص است.

شکل 3- نقطه خروجی تصفیه‌خانه

طبق اظهار نظرهای به عمل آمده از کشاورزان پایین دست واحد تصفیه‌خانه، محدودیتی برای کشاورزان از سوی سازمان‌های مسئول در خصوص کشت و کار با پساب خروجی از تصفیه‌خانه دشت بیرجند وجود ندارد. همانطور که تصاویر 4 و 5 نشان می‌دهد و با استناد به بازدیدهای میدانی انجام شده، متأسفانه کشاورزان منطقه اقدام به کشت محصولاتی نظیر گندم، جو، یونجه، عناب و غیره نموده‌اند. این محصولات به طور مستقیم در چرخه تغذیه‌ی انسان قرار دارد و مخالف با استانداردهای مربوطه می‌باشد.

وخامت اوضاع به همین حد ختم نمی‌شود چرا که در این زمین‌ها چرای دام نیز انجام می‌شود. انباشته شدن فلزات سنگین در خاک و گیاه در زمین‌های زراعی پایین دست تصفیه‌خانه‌ها امری شایع است و به طور حتم فرآورده‌های لبنی و گوشتی دامی که در چنین زمین‌هایی چرا داده می‌شود مطابق با استانداردهای موجود نمی‌باشد. شکل 5 خود گویای این واقعیت تلخ و اسف‌بار است. یکی از مهم‌ترین سیاست‌های لازم در زمینه مواجه با تغییر اقلیم، کاهش عوامل تشدید کننده می‌باشد. از طرفی باید توجه داشت که گاز متان در میان گازهای گلخانه‌ای دومین جایگاه را پس از کربن دی اکسید دارا

می‌باشد. مطمئناً افزایش غلظت این گاز (بدون هیچ گونه اعمال محدودیت در زمینه انتشار و جمع‌آوری آن) جدا از بوی بد، باعث تشدید اثر سوء اثرات تغییر اقلیم در دید منطقه‌ای خواهد شد. متأسفانه عدم انتخاب روش صحیح تصفیه فاضلاب در شهر بیرجند باعث تولید حجم انبوهی از گاز متان و پخش آن در منطقه شده است. موارد فوق نشان از این دارد که واحد تصفیه‌خانه فاضلاب شهری بیرجند نتوانسته است معیارهای فنی لازمه را داشته باشد.

هم‌چنین طبق نتایج مدل‌سازی تراز هیدرولیکی، این شاخص در سال 2014 در هرکدام از مدل‌ها و تحت هر سناریویی در یک عدد مشخص قرار خواهد گرفت. جدول 3 تراز هیدرولیکی آبخوان را در ابتدای سال 2014 میلادی و ناشی از خروجی مدل‌های CGCM3T47 و HADCM3 و تحت سناریوهای A1B، B1 و A2 نشان می‌دهد.

شکل 4- تحویل پساب به کشاورزان بدون هیچ گونه نظارت

شکل 5- چرای دام در مزارع آبیاری شده با پساب فاضلاب

جدول 3- نتایج شبیه‌سازی تراز هیدرولیکی

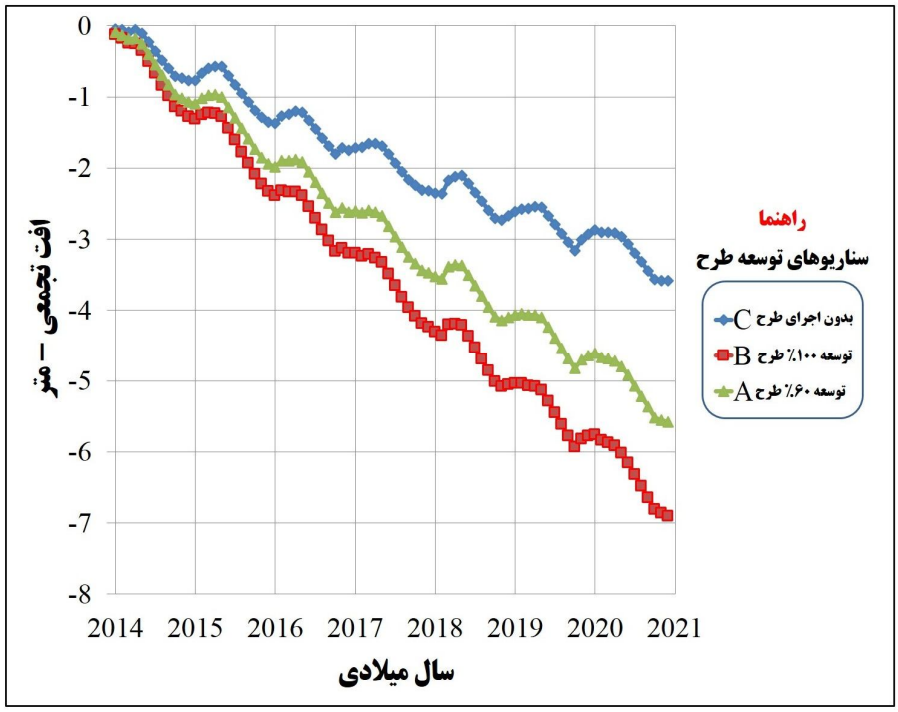
ردیف	مدل‌های اقلیمی	تراز هیدرولیکی آبخوان در سناریوهای انتشار (متر)		
		A1B	B1	A2
1	CGCM3T47	1349/769	1348/22	1348/91
2	HADCM3	1337/9	1339/283	1338/203

به‌منظور پیش‌بینی و بررسی اثرات طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب بر تراز هیدرولیکی از کد نوشته شده معادله بیلان آبخوان استفاده شد. هم‌چنین میزان بارش به عنوان ورودی معادله بیلان از خروجی مدل-های اقلیمی فوق تهیه شد. مدل‌سازی برای دوره 2014 تا 2020 میلادی انجام شد و میزان افت و تراز هیدرولیکی آبخوان برای دوره مذکور تخمین زده شد. جدول 4 نتایج شبیه‌سازی تراز هیدرولیکی آبخوان را در 2 مدل مذکور و تحت سناریوهای مختلف انتشار و با در نظرگرفتن سناریوهای توسعه طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب نشان می‌دهد.

نتایج مدل‌سازی در جدول 4 برای هر 3 سطح توسعه طرح و برای هر دو مدل اقلیمی تحت سناریوها به دست آمد. پیش‌بینی تراز هیدرولیکی برای دوره 2014 تا 2020 نشان می‌دهد خروجی‌های مدل CGCM3T47 تحت سناریوی A1B بهترین و خروجی‌های مدل HADCM3 تحت سناریوی B1 بدترین وضعیت تراز هیدرولیکی آبخوان را دارند. در مدل CGCM3T47 تراز هیدرولیکی شبیه‌سازی شده در سناریوی A1B به ترتیب بهتر از A2 و B1 است. هم‌چنین به طور کلی تراز هیدرولیکی در خروجی مدل HADCM3 تحت سناریوی B1 بهتر از سناریوهای دیگر برآورد شد. پیش‌بینی تراز هیدرولیکی براساس سطح توسعه A (که نشان دهنده وضعیت فعلی سطح پوشش طرح است) در مدل CGCM3T47 و تحت سناریوی A1B بهتر از سایر شبیه‌سازی‌ها تخمین زده شده است یعنی اگر تا سال 2020 میلادی طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب بر همین منوال پیش رود بهترین تراز هیدرولیکی مورد انتظار 1344/23 متر خواهد بود. هم‌چنین بدترین تراز هیدرولیکی که می‌توان در سطح A انتظار داشت 1325/62 متر است. در صورت اینکه تا سال 2020 سطح پوشش طرح را در کلاس A حفظ کنیم، افت 5/1 متری در بهترین حالت و 12/3 متری در بهترین حالت در طی 6 سال ایجاد خواهد شد. همان طور که انتظار می‌رفت تراز هیدرولیکی شبیه‌سازی-شده در سطح B وضعیت بدتری نسبت به A و C دارد. میزان افت سطح آبخوان در این کلاس در بهترین خروجی 6/8 متر و در بدترین حالت افت 13/6 متری در طی 6 سال خواهد بود. سطح C که فرض عدم اجرا شدن طرح تجمیع فاضلاب را دنبال می‌کرد نسبت به دو سطح قبلی وضعیت بهتری را نشان داده است. به طور متوسط تراز شبیه‌سازی شده در این سناریوی توسعه 2 الی 4 متر بالاتر از سایر سطوح دیگر است. هم‌چنین میزان افت در این کلاس بین 3/57 تا 11/69 متر تخمین زده شد. بیش‌ترین میزان افت در آبخوان در بین سطوح توسعه در بهترین حالت خروجی مدل‌های اقلیمی به ترتیب 6/8 متر در B، 5/5 متر در A و 3/57 متر در C خواهد بود. در سال 2020 میلادی میزان افت سطح آبخوان در کلاس B نسبت به A 1/3 متر بیش‌تر خواهد بود. یعنی افزایش سطح پوشش طرح تجمیع فاضلاب نه تنها کمکی به حفظ منابع آب زیرزمینی نکرده است بلکه باعث افزایش 23% افت در آبخوان نیز شده است. اما با مقایسه افت سطح آبخوان در کلاس‌های C با B و یا C با A در دوره 2014 تا 2020 میلادی می‌توان متوجه این موضوع شد که شدت افت 90% در B و 54% در A بیش‌تر از C است. به منظور تعیین افت تجمعی در پایان سال 2020 میلادی، خوشبینانه‌ترین روند تراز هیدرولیکی شبیه‌سازی شده توسط مدل‌های اقلیمی در هر 3 سطح توسعه طرح شناسایی شد.

جدول 4- نتایج شبیه‌سازی تراز هیدرولیکی

ردیف	سناریوی توسعه طرح تجمیع	مدل‌های اقلیمی	پیش‌بینی تراز هیدرولیکی تحت سناریوهای انتشار در سال 2021 (متر)					
			A1B		A2		B1	
			2014	2020	2014	2020	2014	2020
1	A	CGCM3T47	1349/736	1344/227	1348/91	1344/039	1348/22	1342/018
		HADCM3	1337/9	1325/622	1338/203	1331/059	1339/283	1331/223
2	B	CGCM3T47	1349/736	1342/915	1348/91	1342/727	1348/22	1340/706
		HADCM3	1337/9	1324/309	1338/203	1329/746	1339/283	1303/346
3	C	CGCM3T47	1349/736	**1346/196**	1348/91	1346/008	1348/22	1343/987
		HADCM3	1337/9	1327/591	1338/203	1333/028	1339/283	1333/192



جدول 6- افت تجمعی سطح آب در نتیجه اجرای طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب

با توجه به تراز هیدرولیکی شبیه‌سازی شده از خروجی‌های 2 مدل اقلیمی، مدل CGCM3T47 از وضعیت بهتری نسبت به مدل دیگری برخوردار است. ترسیم افت تجمعی با توجه به تراز هیدرولیکی مشاهداتی آبخوان (1349/769 متر) در شکل 6 نشان داده شده است. نتایج افت تجمعی در 3 سطح طرح نشان دهنده‌ی این موضوع است که توسعه سطح پوشش طرح نه تنها کمکی به تغذیه آبخوان ننموده است بلکه می‌تواند افت تراز هیدرولیکی در آبخوان را تشدید نماید. این درحالی است که فرض عدم اجرای این طرح موجبات کاهش افت تجمعی در آبخوان را در پی داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب در دشت بیرجند توجیه فنی ندارد. چرا که اولاً پساب خروجی واحد تصفیه‌خانه کیفیت لازم را ندارد. ثانیاً روش انتخابی برای تصفیه فاضلاب موجب هدررفت حجم قابل توجهی از منابع آب می‌شود. ثالثاً نظارتی در خصوص کاهش تخلیه منابع آب زیرزمینی در قبال ارائه پساب تصفیه‌خانه به کشاورزان انجام نشده است و اجرای این طرح نتوانسته کمکی به تغذیه آبخوان نماید. رابعاً هیچ گونه نظارتی در خصوص محدودیت‌های زیست محیطی اعمال نشده است. باید توجه داشت که هیچ کدام از موارد فوق نمی‌تواند ضرورت تصفیه فاضلاب را زیر سؤال ببرد. لکن یک طرح پایدار باید در تمامی مراحل مطالعه و اجرا از انسجام برخوردار باشد و پاسخگوی فرضیات اصلی باشد. نتایج مدل‌سازی نشان داد که تراز هیدرولیکی در آبخوان دشت بیرجند تحت هر کدام از سناریوهای توسعه طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب در طی دوره 2014-2020 میلادی روند نزولی خواهد داشت. این شاخص در بهترین حالت شبیه‌سازی از 1349/77 متر به 1346/19 متر خواهد رسید. تراز هیدرولیکی آبخوان در انتهای سال 2020 میلادی در سناریوهای A و B پایین‌تر از سناریوی C قرار گرفته است. بالابودن تراز هیدرولیکی شبیه‌سازی شده در سناریوی C نشان دهنده این واقعیت است که یکی از اصلی‌ترین گمان‌ها در خصوص اجرایی شدن طرح تجمیع فاضلاب، یعنی کمک به بقای منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند چه کمی و چه کیفی به هیچ وجه محقق نشده است به بیان دیگر اجرای چنین طرحی با چنین هزینه هنگفتی به هیچ وجه توجیه فنی نداشته و نخواهد داشت. که با نتایج شهیدی و همکاران (1392) و خراشادی‌زاده و همکاران (1391) یکسان است. میزان افت تراز هیدرولیکی آبخوان نیز در نتیجه اجرا و افزایش سطح پوشش بیش‌تر مناطق شهری نه تنها کاهش نشان داده، بلکه شیب افت تراز هیدرولیکی تندتر خواهد شد. هم‌چنین در همه سناریوهای مدل‌های اقلیمی تراز هیدرولیکی روند نزولی داشته و افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای از جمله متان شیب این روند را تندتر کرده است. این نتیجه با نتایج مطالعه (Portmann et al, 2013) کاملاً یکسان است.

پی‌نوشت‌ها

1- Canadian Center for Climate Modeling and Analysis

منابع

جعفرزاده،ا، خزیمه نژاد،ح، خاشعی،ع، بازی،ج. 1393. پهنه‌بندی اثرات تغییر اقلیم روی الگوی بارش (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). کنگره استحصال آب و آبخیزداری, دانشگاه بیرجند.

جعفرزاده،ا، بازی،ج، خاشعی،ع، شهیدی،ع. 1394. تحلیل عدم قطعیت سناریوهای تغییر اقلیم دما و بارندگی در استان خراسان جنوبی. اولین کنفرانس و نمایشگاه علوم و مهندسی آب. مرکز همایش‌های بین المللی دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

جعفرزاده،ا، خاشعی،ع، مرگان طرقبه،س. 1392. تعیین مدل زمین آمار مناسب در تهیه نقشه تغییرات شوری آب‌های زیرزمینی دشت بیرجند. هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

خراشادی‌زاده،م. 1391. مدل‌سازی عددی جریان نشت و انتقال آلودگی در بستر خاکی شهر بیرجند. اولین همایش ملی جریان و آلودگی آب.

زهرایی،ب، ناصری،م. روزبهانی،آ. 1390. مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم روی منابع آب سیستان و بلوچستان. چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم.

شهیدی،ع، مسعودی،م، جعفرزاده،ا. 1391. ارزیابی عملکرد طرح تجمیع و تصفیه فاضلاب شهری بیرجند. همایش ملی علوم مهندسی علوم آب وفاضلاب. دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان.

مدیری،الف. کمالی،ج. 1391. بررسی اثرات تغییر اقلیم رو رواناب حوضه آبریز کاشمر در سال 2020 میلادی. اولین کنفرانس ملی سطوح آبگیر باران.

Fatta-Kassinos,D., Kalavrouziotis,I., Koukoulakis,P., Vasquez,M. 2011. The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agro ecological environment. Science of the Total Environment 409, 3555–3563

Jackson,C.R., Meister,R., Prudhomme,c. 2011. Modelling the effects of climate change and its uncertainty on UK Chalk groundwater resources from an ensemble of global climate model projections. Journal of Hydrology 399 : 12–28.

Mogheir,Y., Ajjur,S .2013. Effects of Climate Change on Groundwater Resources (Gaza Strip Case Study). International Journal of Sustainable Energy and Environment 1. 8: 136- 149.

Portmann,F.T., Doll.P., Eisner,S., Florke,M. 2013. Impact of climate change on renewable groundwater resources: assessing the benefits of avoided greenhouse gas emissions using selected CMIP5 climate projections. Environmental. Resource.

Rodriguez-Proteau,R., Grant,R. 2005 .Toxicity Evaluation and Human Health Risk Assessment of Surface and Ground Water Contaminated by Recycled Hazardous Waste Materials. Handb Environ Chem Vol. 5, Part F, Vol. 2 (2005): 133–189. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.

Toews,M.W, Allen,D.M. 2009. Simulated response of groundwater to predicted recharge in a semi-arid region using a scenario of modelled climate change. Enviromental Resource Lett 4.3:1–19

Russell,S., Crosbie,J., McCallum,r. .2010. Modelling climate-change impacts on groundwater recharge in the Murray-Darling Basin, Australia. Hydrogeology Journal.18: 1639–1656.

Sanchez,f., Gunnink,E., van Baaren,S., Oude Essink, G.H.P., Siemon,B., Auken,E., Elderhorst,W and de Louw,P.G.B. 2012. Modelling climate change effects on a Dutch coastal groundwater system using airborne electromagnetic measurements. Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 4499–4516.

Thompson,J.R., Gavin,H., Refsgaard,A., Refstrup Sorenson,H., Gowing,D. J. 2009. Modelling the hydrological impacts of climate change on UK lowland wet grassland. Wetlands Ecol Manage 17:503–523.

Vandenbohede,A., Wallis,I., Van Houtte,E., Van Ranst,E. 2013. Hydrogeochemical tansport modeling of the infiltration of tertiary treated wastewater in a dune area, Belgium .Hydrogeology Journal 21: 1307–1321.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 9, Aug.-Sep. 2015, p. 489-498

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره3، جلد9، مرداد - شهریور 1394، ص. 498-489

Study of Integrated Urban Wastewater Impacts on Groundwater Levels Influenced Climate Change Effects on 2020-2014 (Case Study: Birjand Plain)

A. Jafarzadeh[1], A. Khashei-Siuki[2*], A. Shahidi[3]

Recived: Apr.26, 2015 Accepted: Sep.02, 2015

Abstract

The use of groundwater resource is very significant in regions such as plain of Birjand. Ease of removal from groundwater sources and potential exploitation of the weak area of surface water resources is one of the main reasons for this. As a result, the protection of groundwater in these areas is very important. Integrated urban wastewater project will impact directly on aquifer of plain. Balance conceptual model of aquifer was coded in VISUAL BASIC for assessment impacts of this plan. Three level of development (A, B, C) for this plan was considered until 2020. A, B levels show develop of plan in 60, 100 percent respectively and C level shows no plane. Precipitation was extracted of output of AOGCM models under three scenarios of A1B, B1, and A2. Head simulation results shows that maximum head loss occurs by 6.8 m in B, 5.5m in A and 3.57m in the scenario of C respectively on 2020. Also these results show that head loss in B is higher than A levels. Head loss in B level is longer than 1.3m in A level.

Key words: Groundwater, climate scenarios, environmental, conceptual model, CCCMA

1- M.S.C. Student, Water Resourcec Engineering, University of Birjand
2 -Assistant professor of water Engineering Department., University of Birjand
3 -Associate professor of water Engineering Department., University of Birjand
(* - Corresponding Author Email: abbaskhasheei@birjand.ac.ir)