گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره سوم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

تأثیر احداث شبکه‌های آبیاری و زه‌کشی مدرن بر منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه

رزا جنوبی[1]*، حسین رضایی[2] و جواد بهمنش[3]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه، [2]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه، [3]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۰

چکیده

مسأله مهم در توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی، مدیریت علمی آن است. بنابراین در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار MODFLOW، تأثیر افزایش راندمان آبیاری بر روی منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه بررسی گردید. مدل آب زیرزمینی دشت ارومیه برای سال‌های آبی ۷۲-۱۳۷۱ و ۸۰-۱۳۷۹ مورد واسنجی و ارزیابی قرار گرفته بود، در این مطالعه این مدل بار دیگر با استفاده از سناریوهای مختلف مدیریتی آبیاری و ۲۸ چاه مشاهداتی برای سال‌های ۸۸-۱۳۸۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. تأثیر افزایش راندمان آبیاری با کاهش نرخ تغذیه به‌میزان ۲۰، ٤٠ و ٦٠ درصد در مدل دشت ارومیه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح آب با کاهش نرخ تغذیه به‌میزان ۲۰، ٤٠ و ٦٠ درصد به‌ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر پایین می‌آید. هم‌چنین نتایج نشان داد که مناطقی از شرق و قسمت‌هایی از مناطق میانی دشت با مشکل زه‌کشی مواجه خواهند شد. مدل نشان داد که بسیاری از مشکلات ناخواسته می‌تواند با اعمال روش‌های نوین آبیاری به‌جای روش‌های سنتی و افزایش راندمان آبیاری برطرف گردد.

واژه‌های کلیدی: کد کامپیوتری MODFLOW، منابع آب زیرزمینی، شبکه آبیاری و زه‌کشی، روش‌های نوین آبیاری

* مسئول مکاتبه: rjonubi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مسأله کلیدی در توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی، مدیریت علمی آن است. این امر نیازمند ارزیابی مناسب منابع موجود و فهم رفتار سیستم و ارتباط متقابل آب سطحی و زیرزمینی است. در این راستا، مدل‌سازی آب زیرزمینی یکی از ابزارهای مورد استفاده در علوم هیدروژئولوژی برای ارزیابی و پیش‌بینی تأثیرات آینده تحت تنش‌های مختلف و تصمیم‌گیری‌های آتی است. الحسن و همکاران (۲۰۰۳)، اثر بهره‌برداری از آب‌های سطحی و زیرزمینی اراضی شالیزاری بر بیلان آب در یک دشت آبرفتی را بررسی کردند. در مدل‌سازی، منابع تغذیه مانند بارندگی، نفوذ از طریق آبیاری و رودخانه مدنظر قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که شالیزارها ٤٢ درصد، اراضی غیرشالیزاری ٤٥ درصد و جریان رودخانه‌ای ۱۳ درصد در تغذیه منابع آب زیرزمینی تأثیر دارند. کارآموز و همکاران (۲۰۰٤)، برنامه‌ریزی دینامیک برای طرح توسعه منابع آب سطحی و زیرزمینی تهران را ارایه داده‌اند. هدف از طرح تأمین نیاز آب کشاورزی، کاهش هزینه پمپاژ و کنترل افت سطحی آب زیرزمینی منطقه است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اثرات روش تلفیقی، ابزار مفیدی برای طرح‌های آب منطقه برای جلوگیری از افت سطح آب آب‌خوان است. شاکی و آدلوی (۲۰۰۷) مدل کامپیوتری دشت ایروان را در کشور لیبی با استفاده از کُد Modflow ارایه دادند. نتایج نشان داد، در شرایطی که روش‌های کشاورزی و آبیاری فعلی در دشت وجود دارد، سطح آب در مرکز منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۳۳ در ٤۷۰ متری از سطح آزاد دریا حفظ می‌شود. یاری‌پلیمبرائی و دادمهر (۲۰۰۹)، مدل دشت میاندوآب را برای سال آبی ۸٦-۱۳۸۵ مورد واسنجی و صحت‌سنجی قرار داده و دو سناریوی افزایش پمپاژ از چاه‌های بهره‌برداری و افزایش راندمان آبیاری و اثرات آن‌ها در افت سطح آب زیرزمینی دشت میاندوآب را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش ۲۰ و ۵۰ درصدی پمپاژ، به‌طور متوسط ۱/۳۰ و ۳/۳۰ متر، افت سطح آب زیرزمینی به‌دست خواهد آمد. افزایش راندمان نیز به‌طور متوسط موجب ۱/٤ متر افت سطح آب زیرزمینی در پهنه دشت مورد مطالعه می‌گردد. سینتون و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از Modflow مدل سه‌بعدی آب‌های زیرزمینی معدن طلای مجاور واشینگتن را برای بررسی منطقه ارایه نمودند. همچنین تترالت و هالوی (۲۰۱۱) با استفاده از Modflow مدل آب‌های زیرزمینی منطقه باربادوس (Barbados) را تهیه نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

برای ساخت مدل دشت از کد کامپیوتری Modflow با گام‌های زمانی یک‌روزه و دوره‌های تنش یک‌ماهه استفاده شد. مبنای اصلی تنظیم مدل، آمار سطح آب در چاه‌های پیزومتری بود. بنابراین واسنجی مدل براساس مقایسه سطوح ایستابی مشاهده شده و محاسبه شده توسط مدل، انجام گردید. برای مقایسه از سه روش استفاده شد. روش اول، مقایسه به کمک خطوط تراز بود که در این پژوهش توسط نرم‌افزار SURFER و با استفاده از مدل کریجینگ ساخته شد. روش دوم، مقایسه به کمک هیدروگراف چاه‌های پیزومتری بود. روش مقایسه هیدروگراف‌ها از روش خطوط تراز دقیق‌تر بوده، اما حجم عملیات بیش‌تری را طلب می‌کرد. روش سوم نیز محاسبه درصد خطای رقوم محاسبه شده توسط مدل در انتهای هر دوره تنش برای هر پیزومتر بود.

برای اعمال سناریو افزایش راندمان آبیاری، از بخش تغذیه در زیرمجموعه طراحی، در پیش‌پردازنده Modelcad، استفاده گردید. در این بخش که به‌صورت گرافیکی است، شدت تغذیه در ناحیه تغذیه‌ای داخل شبکه آبیاری و زه‌کشی، به‌میزان ۲۰، ٤٠ و ٦٠ درصد کاهش و هر بار بسته تغذیه دوباره تولید و در پوشه مدل صحت‌سنجی شده، بسته تغذیه جدید جایگزین بسته قدیمی و بار دیگر مدل به اجرا در آمد. پس از اجرای مدل، مقادیر بار هیدرولیکی محاسباتی در اثر اعمال سناریو در محل چاه‌های مشاهداتی به کمک بسته هیدروگراف به‌دست آمد.

نتایج و بحث

شکل ۱ مقایسه سطح ایستابی، مشاهداتی و محاسباتی را با استفاده از روش خطوط تراز نشان می‌دهد. در شکل ۱ فاصله خطوط تراز از همدیگر ۵ متر و کم‌ترین و بیش‌ترین رقوم تراز به‌ترتیب ۱۲۷۵ و ۱۳۲۵ متر می‌باشد. همان‌طورکه در شکل ۱ دیده می‌شود تطابق خوبی بین خطوط تراز مشاهداتی و محاسباتی وجود داشته و این مطلب بیانگر عملکرد خوب مدل در کل سطح دشت ارومیه می‌باشد. در واقع مقایسه خطوط تراز مشاهداتی و محاسباتی بیانگر عملکرد مدل در کل سطح دشت می‌باشد.

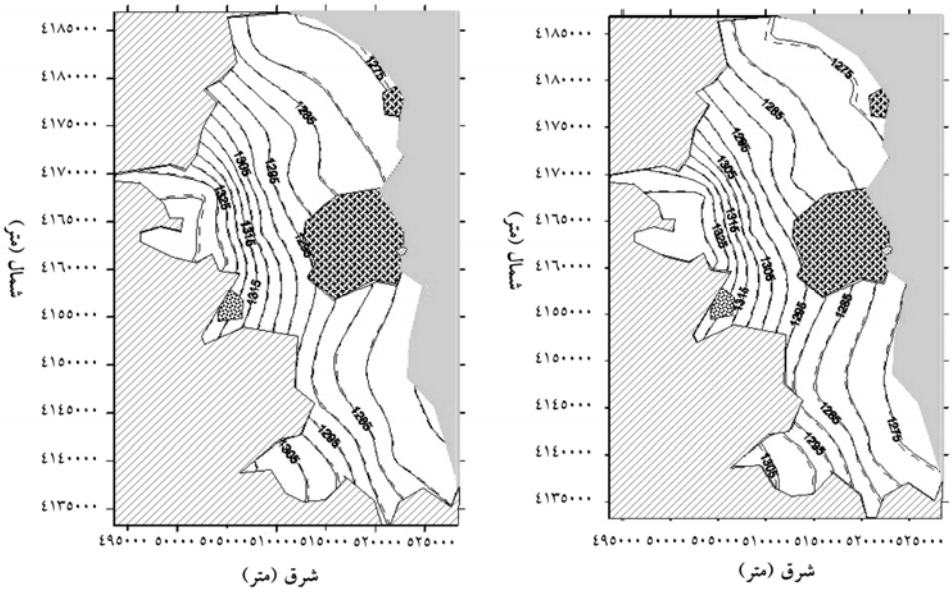
شکل ۲ تطابق هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی توسط مدل برای چاه‌های شماره ۱، ۱۰، ۱۵ و ۱۲ را در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ در دشت ارومیه نشان می‌دهد. همان‌طورکه در شکل ۲ دیده می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد نقطه‌ای مدل در حد بسیار قابل‌قبولی می‌باشد. روند هماهنگ و نزدیک به هم نوسانات هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی بیانگر عمل کرد خوب مدل در آن چاه مشاهداتی است.

همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود برای ۲۸ چاه مشاهداتی نماینده، درصد خطای رقوم محاسبه شده توسط مدل در انتهای هر دوره تنش، محاسبه گردیده که حداکثر خطا، در طول دوره صحت‌سنجی سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ برابر با ۳/۲٤ درصد (کم‌تر از ۵ درصد) است که مربوط به یکی از پیزومترها می‌باشد. برای ۱۱ چاه مشاهداتی حداکثر درصد خطا کم‌تر از ۱ و برای ۹ چاه مشاهداتی بین ۲-۱ درصد و برای ۷ چاه مشاهداتی باقی‌مانده درصد خطا بین ۳-۲ درصد می‌باشد. براساس استاندارد معمول، خطای کم‌تر از ۵ درصد در شبیه‌سازی، نشانگر قابلیت بالای مدل در شبیه‌سازی منابع آب زیرزمینی است. بنابراین می‌توان گفت که رقوم سطح ایستابی توسط مدل در چاه‌های مشاهداتی نماینده به خوبی شبیه‌سازی شده و مدل برای محدوده مورد مطالعه، به‌خوبی واسنجی و درستی آن برای بار سوم در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷، مورد تأیید قرار می‌گیرد.



شکل ۱- مقایسه منحنی‌های هم‌تراز سطح آب زیرزمینی مشاهداتی (خط پر) و شبیه‌سازی شده (خط‌چین) در مهرماه و خردادماه ۱۳۸۸.

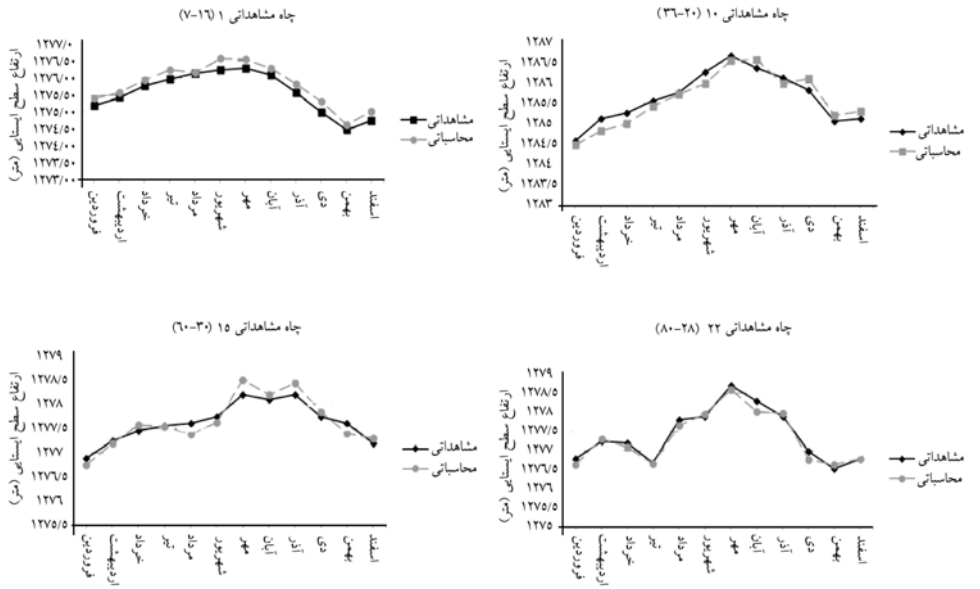
www.SID.ir

جدول ۱- مقدار اختلاف رقوم مشاهده شده و محاسبه شده و درصد خطا برای ۲۸ چاه مشاهداتی در طول دوره صحت‌سنجی در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷، در دشت ارومیه (بر حسب متر).

شماره چاه مشاهداتی	کم‌ترین اختلاف	بیش‌ترین اختلاف	ضخامت لایه آب‌خوان در محل پیزومتر	بیش‌ترین درصد خطا	شماره چاه مشاهداتی	کم‌ترین اختلاف	بیش‌ترین اختلاف	ضخامت لایه آب‌خوان در محل پیزومتر	بیش‌ترین درصد خطا
چاه مشاهداتی شماره ۱	۰/۰۳	۰/۳٤	٦۳/۵	۰/۵٤	چاه مشاهداتی شماره ۱۵	۰/۰۲	۰/۳۰	۳٦/۹	۰
چاه مشاهداتی شماره ۲	۰/۰۹	۰/٦۸	۱/۳۱	۲/۱۹	چاه مشاهداتی شماره ۱٦	۰/۰۲	۰/۳۱	۲٤/۷	۱/۲٦
چاه مشاهداتی شماره ۳	۰/۱۳	۰/٤٦	۳/۳۳	۱/۳۸	چاه مشاهداتی شماره ۱۷	۰/۰۱	۰/۵	۲۰/۸	۲/٤۰
چاه مشاهداتی شماره ٤	۰/۰۲	۰/٤۷	۲۹/۱	۱/٦۲	چاه مشاهداتی شماره ۱۸	۰/۰۷	۰/۵۹	۳۲/۱	۱/۸٤
چاه مشاهداتی شماره ۵	۰/۰۱	۰/۳۲	۳۵/۹	۰/۸۹	چاه مشاهداتی شماره ۱۹	۰/۰۰	۰/۲۳	۳۷/۲	۰/٦۲
چاه مشاهداتی شماره ٦	۰/۰٤	۰/٤٤	۳۹/۸	۱/۱۱	چاه مشاهداتی شماره ۲۰	۰/۰۲	۰/۵٦	۱۷/۳	۳/۲٤
چاه مشاهداتی شماره ۷	۰	۰/۷٦	٤۹	۱/۵۵	چاه مشاهداتی شماره ۲۱	۰/۰۱	۰/۱٦	۱۱/۸	۱/۳٦
چاه مشاهداتی شماره ۸	۰/۰٦	۰/۳۹	٤۳	۰/۹۱	چاه مشاهداتی شماره ۲۲	۰/۰۱	۰/۲۸	۲۹/٤	۰/۹۵
چاه مشاهداتی شماره ۹	۰/۰٦	۰/۳۲	۳٦/۵	۰/۸۸	چاه مشاهداتی شماره ۲۳	۰/۰۲	۰/٤۰	۱۹/۳	۲/۰۷
چاه مشاهداتی شماره ۱۰	۰/۰۵	۰/۳۱	۳۹/۱	۰/۷۹	چاه مشاهداتی شماره ۲٤	۰/۰۵	۰/۳۲	۱۹/۵	۱/٦٤
چاه مشاهداتی شماره ۱۱	۰/۰۲	۰/۵۱	۵۱	۱	چاه مشاهداتی شماره ۲۵	۰/۰۲	۰/٤٦	۲۱	۲/۱۹
چاه مشاهداتی شماره ۱۲	۰/۰۳	۰/۲۵	۳۹/۲	۰/٦٤	چاه مشاهداتی شماره ۲٦	۰/۰۰	۰/۲۹	۱۱/۱	۲/٦۱
چاه مشاهداتی شماره ۱۳	۰/۰۱	۰/۳٤	٤٤/۸	۰/۷٦	چاه مشاهداتی شماره ۲۷	۰/۰۲	۰/۳٤	۲۷/۸	۱/۲۲
چاه مشاهداتی شماره ۱٤	۰/۰۳	۰/۲۸	٤۰/۲	۰/۷۰	چاه مشاهداتی شماره ۲۸	۰/۰۷	۰/٤٦	۱٦	۲/۸

www.SID.ir

نتایج مدل صحت‌سنجی شده دشت ارومیه برای سال آبی ۸۸-۱۳۸۷، در شکل‌های ۳ و ٤ به‌صورت نمودارهای تجمعی آمده است. مؤلفه‌های اصلی جریان ورودی بیلان شامل تغذیه از طریق مرزهای سیستم، تغذیه سطحی از طریق آبیاری و بارندگی و تغذیه از طریق رودخانه‌ها می‌باشد (شکل ۳). بیلان تجمعی آبی به‌دست آمده از مدل بیانگر تأثیر زیاد رودخانه‌های موجود در تغذیه منابع آب زیرزمینی دشت می‌باشد، بعد از رودخانه‌ها تغذیه از طریق آب‌های سطحی به‌ویژه از طریق آبیاری در مقام دوم قرار می‌گیرد. مقدار تغذیه از طریق مرزهای سیستم نسبت به تغذیه از طریق رودخانه‌ها و تغذیه سطحی بسیار ناچیز می‌باشد. تخلیه منابع آب زیرزمینی دشت از طریق تبخیر- تعرق و چاه‌های بهره‌برداری و زه‌کشی رودخانه‌های دشت صورت می‌گیرد (شکل ٤). بیلان مدلی بیانگر این است که در امر تخلیه منابع آب زیرزمینی، پمپاژ از چاه‌های بهره‌برداری در مقام اول، زه‌کشی رودخانه‌های دشت در مقام دوم و تبخیر- تعرق در مقام سوم قرار دارند. از آن‌جا که مقادیر تغذیه از طریق مرزهای سیستم و تخلیه منابع آب زیرزمینی دشت از طریق تبخیر- تعرق بسیار ناچیز می‌باشند در شکل‌های ۳ و ٤ آورده نشده‌اند.

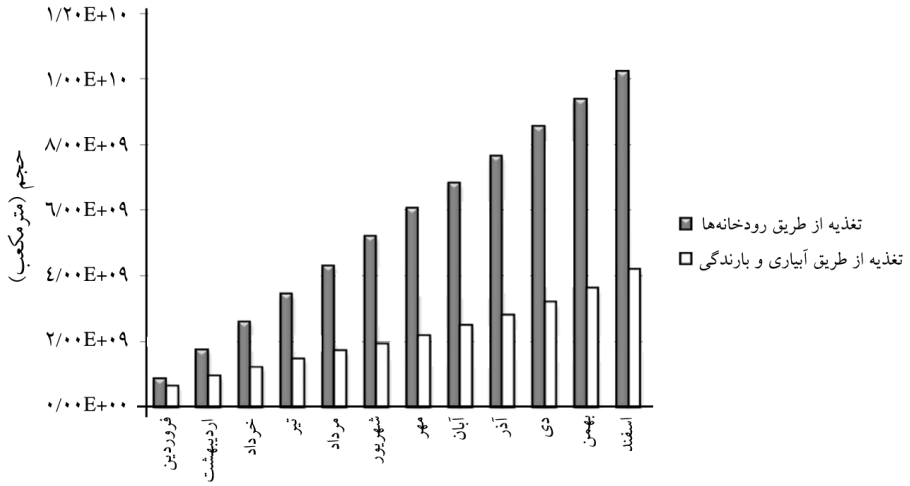


شکل ۲- تطابق هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی برای چاه‌های ۱، ۱۰، ۱۵ و ۲۲ در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷، در دشت ارومیه (اعداد داخل پارانتز بیانگر شماره ردیف و ستون چاه مشاهداتی موردنظر می‌باشد).

www.SID.ir

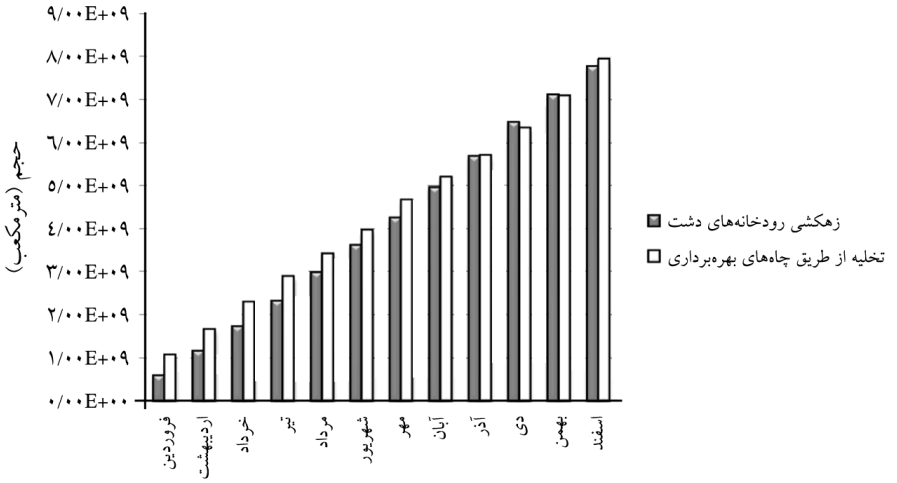
سیستم سفره آب زیرزمینی دشت دو مؤلفه ورودی (تغذیه) و خروجی (تخلیه) دارد، که تفاضل مقادیر ورودی و خروجی از سفره آب زیرزمینی دشت ارومیه، در شکل ۵ آمده است. در این شکل، منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷، از بیلان مثبت ناچیزی برخوردار است. متوسط ماهیانه افت سطح آب در دشت ارومیه در اثر اعمال سناریو افزایش راندمان در شکل ٦ ارایه شده است. همان‌گونه که از نتایج مدل بر می‌آید، بر اثر افزایش راندمان کاربرد آبیاری و یا به‌عبارت دیگر بر اثر کاهش تغذیه منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه از طریق آبیاری، سطح آب زیرزمینی در غالب چاه‌های مشاهداتی، تقلیل می‌یابد.

سناریو افزایش راندمان آبیاری با کاهش مقدار تغذیه به‌میزان ۲۰، ٤۰ و ٦۰ درصد در مدل دشت به‌طور متوسط، بیانگر افت ۲۵ سانتی‌متری سطح آب زیرزمینی (معادل ۷٤٥٥٥۰۰۰ مترمکعب) برای کاهش ۲۰ درصدی تغذیه، ۰/۵ متر افت سطح آب زیرزمینی (معادل ۱٤۹۱۱۰۰۰۰ مترمکعب) برای کاهش ٤۰ درصدی تغذیه و ۰/۷۵ متر افت سطح آب زیرزمینی (معادل ۲۲۳٦٦۵۰۰۰ مترمکعب) برای کاهش ٦۰ درصدی تغذیه به آب زیرزمینی می‌باشد. در این خصوص، افزایش راندمان آبیاری تا ٦۰ درصد، بیش از همه در کاهش سطح آب زیرزمینی چاه‌های مشاهداتی مؤثر و هر چاه مشاهداتی بسته به شرایط مکانی خود پاسخ‌گو می‌باشد. در این میان، واکنش چاه‌های مشاهداتی واقع در شرق دشت ارومیه، بیش از همه قابل‌توجه می‌باشد.

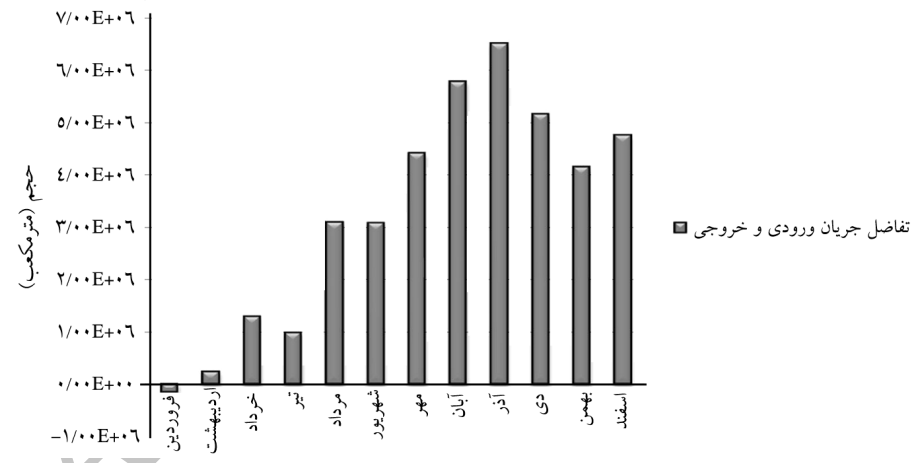


شکل ۳- بیلان مدلی، مقادیر تجمعی تغذیه به منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه، در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷.

www.SID.ir

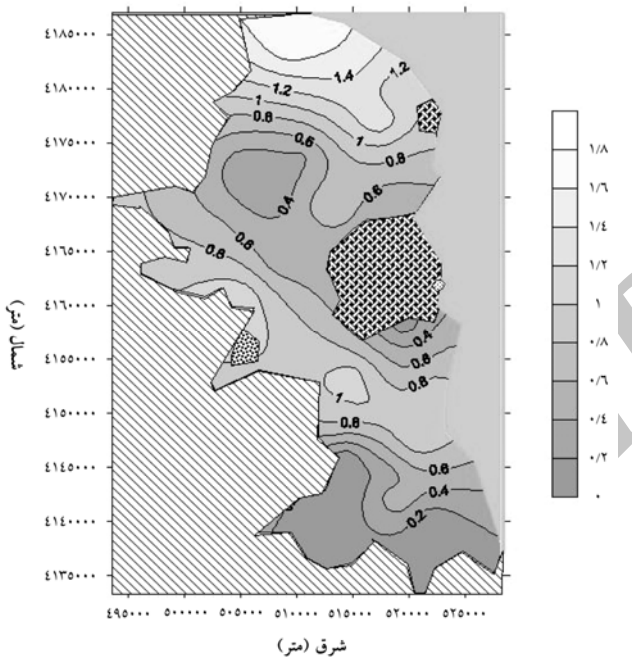


شکل ٤- بیلان مدلی، مقادیر تخلیه تجمعی از منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه، در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷.



شکل ٥- بیلان تفاضل جریان‌های ورودی و خروجی از منابع آب زیرزمینی دشت ارومیه در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷.

www.SID.ir



شکل ٦- متوسط ماهیانه افت سطح آب در دشت ارومیه در اثر اعمال سناریو افزایش راندمان آبیاری با کاهش ٦٠ درصدی تغذیه.

نتیجه‌گیری

در مناطقی از شرق و میانه دشت خطر زهدار شدن اراضی در حال و در آینده وجود دارد. نتایج به‌دست آمده از مدل بیانگر این است که با جایگزین کردن روش‌های نوین آبیاری به‌جای روش‌های سنتی و افزایش راندمان آبیاری در آن مناطق، می‌توان مشکل را برطرف نمود. از آن‌جا که در مناطق شمالی دشت، تأثیر افزایش راندمان در افت سطح آب زیرزمینی بیش‌تر است (١/٦-١ متر)، روش‌های نوین آبیاری در این مناطق بیش‌تر توصیه می‌شود تا در مناطق جنوبی دشت که، تأثیر افزایش راندمان بسیار کم می‌باشد. با کاهش ٦٠ درصدی تغذیه، آبی معادل ٢٢٣٦٦٥٠٠٠ مترمکعب صرفه‌جویی می‌شود که معادل ٢ درصد آب مورد نیاز برای پر نمودن دریاچه ارومیه و جلوگیری از خشک شدن آن می‌باشد، شاید این مقدار بسیار چشم‌گیر نباشد اما درکنار روش‌های دیگر تامین آب دریاچه و جلوگیری از فجایع خشک شدن آن می‌تواند قرار گیرد.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

1.Alhassan, A.M., Goto, A., and Mizutani. 2003. Effect of conjunctive use of water for paddy field irrigation on groundwater budjet in an alluvial fan, Agricalture Engineering International, 19: 5. 743-752.

2.Karamouz, M. 1999. Integrated water resources planning and management for Tehran metropolitan area in Iran, ASCE, Proceedings of 2th Annual Water Resources Planning and Management Conference, Junee, Arizona, USA.

3.Karamouz, M., Kerachian, R., and Zahraie, B. 2004. Conjunctive use of surface and groundwater resources, P 391-402, Proceedings of ASCE, Environmental and Water Resources Institute Conference, Roanoke, Virginia.

4.Shaki, A.A., and Adeloye, A.J. 2007. Mathematical modelling of effects of Irawan irrigation project water abstractions on the Murzuq aquifer systems in Libya, J. Arid Environ. Article in Press, Elsevier. Pp: 133-156.

5.Sinton, P., Flynn, J., Dixon, R., Bonton, D., Smith, L., and Moreno, J. 2011, Modflow and more 2011-Integrated Hydrologic Modeling, International Groundwater Modeling Center (IGWMC).

6.Tetreault, M., and Hulley, M. 2011. Modflow and more 2011-Integrated Hydrologic Modeling, International Groundwater Modeling Center (IGWMC).

7.Yari Plimbraie, E., and Dadmehr, R. 2009. Study on Effect of Modern Irrigation and Drainage Network Construction on Groundwater Resources Model, Case Study: miandoab Plain-Western Azerbaijan, M.Sc. Thesis, Urmia University.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(3), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

The effect of modern drainage and irrigation networks on the groundwater resources of Urmia plain

***R. Jonubi[1], H. Rezaei[2] and J. Behmanesh[3]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering, Urmia University,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Urmia University,
[3]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Urmia University
Received: 06/04/2012; Accepted: 12/10/2012

Abstract

The important problems in sustainable development of groundwater resources is its scientific management. Therefore in this research, using modflow software, the effect of irrigation efficiency increase on Urmia plain groundwater resources was investigated. Urmia plain groundwater model had been calibrated, and evaluated for the years 1992-1993 and 2000-2001. In this study, this model was reevaluated using different irrigation management scenarios and 28 pyzometers observed for the year 2008. The effect of the irrigation efficiency increase with decreasing recharge rate by 20, 40 and 60 percent in urmia plain model was studied. Modeling results showed that water level was fallen 25 cm, 50 cm and 75 cm with recharge decreasing rate of 20%, 40% and 60% respectively. Results showed that east regions and central part of the plain would face drainage problem. The model shows that many of unwanted problems can be solved by applying modern irrigation system and increasing the irrigation efficiencies instead of present traditional irrigation systems.

Keywords: Modflow, Groundwater resources, Drainage and irrigation network, Modern irrigation techniques

* Corresponding Author; Email: rjonubi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir