اثر سیل استثنایی بهمن ۱۳۹۵ بر تغذیه مصنوعی آبخوان در سامانه پخش سیلاب گربایگان فسا

غلامرضا قهاری[۱] سید حمید مصباح[۲]

اعضاء هیأت علمی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳

چکیده

آگاهی از چگونگی عملکرد سامانه‌های پخش سیلاب بر مهار سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان‌ها در کنار سایر عوامل طبیعی مؤثر در تغذیه سفره‌ها، از مهم‌ترین فعالیت‌های قابل ارزیابی در مدیریت طرح‌های پخش سیلاب بر آبخوان‌ها (آبخوان‌داری) است. هدف این مقاله بررسی اثر طرح‌های آبخوان‌داری بر مهار سیلاب و تغذیه‌ی آبخوان‌های زیرزمینی دشت گربایگان فسا در واقعه‌ی سیلاب بی‌سابقه بهمن ۱۳۹۵ است. برای نشان دادن نقش سامانه‌های پخش سیلاب بر مهار سیلاب‌ها، عمق سیلاب خشکه‌رود بیشه‌زرد در بازه‌ی زمانی وقوع سیلاب (۱۳۹۵/۱۱/۲۵ تا ۱۳۹۵/۱۱/۳۰) اندازه‌گیری و مقدار بده و حجم سیلاب ورودی و خروجی رواناب به دست آمد. نتایج نشان داد که بیشینه عمق سیلاب ۱۷۶ سانتی‌متری با بده بیشینه ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه، با انجام عملیات پخش به لایه نازک ۸ سانتی‌متری بر روی لبه‌ی کانال‌های پخش تبدیل شده که علاوه بر مهار سیلاب، از بروز فرسایش جلوگیری می‌کند. برای نشان دادن نقش پخش سیلاب بر تغذیه آبخوان، ۶ چاه مشاهده‌ای (پیزومتر) و یک چاه بهره‌برداری به مدت ۲ ماه قبل از وقوع سیلاب و ۵ ماه پس از آن پایش گردید. نتایج نشان داد که ۲ ماه پس از وقوع سیلاب آب به سفره رسیده و صرف تغذیه آبخوان شده است. در این رویداد حدود ۹۹۲۴۳۱۳ مترمکعب (بین ۸۴۲۴۹۵۶ تا ۱۱۴۲۳۶۷۰ مترمکعب) آب وارد آبخوان شده و صرف تغذیه آبخوان شده است. چاه آب آشامیدنی ایستگاه یعنی W1 که در مرکز سامانه‌ی پخش سیلاب منطقه، دور از منطقه برداشت کشاورزی و خارج از شبکه جنگلی قرار گرفته بیشترین افزایش (۲/۵ متر) را نشان می‌دهد. تامین پایدار آب زیرزمینی برای ادامه فعالیت در این منطقه و مناطق مشابه بسیار ضروری است. برپایه نتایج این بررسی و پژوهش‌هایی که در ۳۷ منطقه دیگر کشور انجام شده، می‌توان با اجرای سامانه‌های آبگیر پخش سیلاب، بحران کم آبی را در این مناطق با ضریب اطمینان بالایی مدیریت کرد. آمادگی برای استفاده از رویدادهای نادر در این مناطق بسیار ضروری است.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، آبنمود، چاه پیزومتری، گربایگان، فسا

مقدمه

کمبود آب یکی از تنگناهای توسعه‌ی اقتصادی ایران، به ویژه در بخش کشاورزی است. اگر چه آماری دقیق در دسترس نیست، اما، کم آبی در اثر اُفت سطح آب‌های زیرزمینی، مهم‌ترین عامل وجود صدها روستای خالی از سکنه در مناطق مختلف ایران به ویژه مرکز، جنوب و شرق است (قهاری، ۱۳۸۶). از آن جا که آب‌های زیرزمینی بخش اصلی نیازهای کشور را تامین می‌کند، مدیریت بلند مدت عرضه و تقاضای آن برای تولید آب پایدار ضروری است. در شرایط معمول با توجه به ظرفیت ذخیره مناسب (کوثر، ۱۳۷۲)، ظرفیت ذخیره‌ی سیلاب در دشت گربایگان فسا را بالغ بر ۱۰۰ میلیون متر مکعب تخمین زده است. برداشت آب زیرزمینی با تغذیه طبیعی جبران می‌شود. اما، در چند دهه گذشته با افزایش تقاضا و مدیریت ناکارآمد، این تعادل از موازنه خارج شده و افت شدید سفره‌ها در همه‌ی دشت‌های کشور مشهود است. در چنین شرایطی سرمایه‌گذاری برای تغذیه مصنوعی سیلاب به روش‌های مختلف اجتناب‌ناپذیر

[1] نویسنده مسئول: غلامرضا قهاری gh.ghahari@areo.ir و rezaghahari75@gmail.com

است. طرح‌های آبخیزداری و آبخوانداری از فعالیت‌های زیربنایی و شناخته شده مدیریت آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند. یکی از این طرح‌ها پخش سیلاب بر آبخوان‌ها (آبخوانداری) است. این روش به گواه بررسی‌های پرشماری می‌تواند اثرات مثبتی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی داشته باشد.

در این روش، هرزآب یک حوضه‌ی بزرگتر، از آبراهه به دشت منتقل شده و بر عرصه‌ای کوچک‌تر و نسبتا هموار، با هدف مهار سیلاب، تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی (Ananymous, 2002) و بهبود کمی و کیفی پوشش گیاهی (Pierson, 1955)، پخش می‌شود. این اقدام، ضمن کاهش خسارت ناشی از سیل، در افزایش حجم سفره آب زیرزمینی، احیای مراتع و مهار بیابان‌زایی مؤثر است (فروزه و حشمتی، ۱۳۸۷). پژوهش‌های زیاد در دنیا نشان داده که یکی از راه‌های پیشگیری و به حداقل رساندن دبی اوج سیلاب، استفاده از مخازن متوالی است که این امر در سامانه‌های پخش سیلاب عملیاتی می‌گردد (Brooks, 1991). آگاهی از چگونگی عملکرد سامانه‌های پخش سیلاب بر مهار سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان‌ها در کنار سایر عوامل طبیعی مؤثر در تغذیه سفره‌ها، از مهم‌ترین فعالیت‌های قابل ارزیابی در مدیریت طرح‌های پخش سیلاب بر آبخوان‌ها است. Lhomme و همکاران (2009)، در پژوهشی کاربرد و توسعه پخش سیلاب را بررسی کردند. در این تحقیق، آن‌ها حدود هزار سیلاب را شبیه‌سازی کردند و با استفاده از نرم افزار GIS مناطق با توپوگرافی مناسب را برای سامانه پخش سیلاب تعیین کردند.

ثابت آزاد (۱۳۷۳)، نشان داد که بخش قابل توجهی از آب انتقال یافته به پروژه تغذیه مصنوعی دشت قزوین به سفره آب زیرزمینی تغذیه شده است. دادرسی (۱۳۸۲)، با بررسی‌های اولیه در شبکه پخش سیلاب آبخوان سبزوار، تاثیر مثبت طرح را بر کیفیت و کمیت سفره آب زیرزمینی منطقه ثابت کرده است. فاتحی‌مرج (۱۳۷۹) با استفاده از نرم‌افزار MODFLOW جریان آب‌زیرزمینی و مؤلفه‌های مختلف در جریان آب را در دشت گربایگان بررسی کرد. اگر چه او در این مطالعه تأکید بر تعیین مقدار تغذیه‌ی حاصل از پخش سیلاب نداشته و واسنجی مدل با روش دستی انجام گرفته اما نشان می‌دهد که میزان تغذیه به سفره، روند افزایشی داشته است. قهاری و پاک‌پرور (۱۳۸۶)، با استفاده از بده‌ی سیلاب‌های اندازه‌گیری شده در دشت گربایگان و آمارهای سطح آب زیرزمینی، وضعیت چاه‌های پیزومتر داخل و خارج سامانه‌های پخش‌سیلاب را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در تمامی چاه‌های پیزومتر، هر گاه وقایعی از سیل که با حداقل برداشت از سفره (ماه‌های آبان تا بهمن) هم‌زمان بوده، دست‌کم تا ۳ ماه پس از روان گشتن سیلاب، روند تغییرات افزایشی است. آن‌ها با توجه به داده‌های چاه‌های پیزومتری سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۴، ابتدا روند تغییرات سالانه‌ی چاه‌های پیزومتری را بررسی نموده و سپس آب‌نگار (هیدروگراف) آب زیرزمینی دشت را به کمک میان یابی ترسیم کردند. نتایج حاصله نشان داد که روند عمومی سطح آب سفره به علت ازدیاد تعداد چاه‌های بهره‌برداری کاهشی است.

بررسی اثرات کمی طرح تغذیه مصنوعی خوی، نشان داد که افت سالانه سطح آب زیرزمینی در سال‌های پس از آبگیری عمده طرح، به طور قابل توجهی نسبت به سال‌های قبل آن، کم‌تر شده است. بررسی‌های انجام شده در خصوص هیدروگراف‌های چاه‌های پایین دست طرح حاکی از آن است که طرح مذکور در افزایش سطح آب زیرزمینی و تعادل سطح ایستابی آبخوان تاثیر مثبت داشته است (قوردویی، ۱۳۹۱). ویسکرمی و همکاران (۱۳۹۲)، تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی کوهدشت را با استفاده از آمار بارندگی، سطح سفره آب زیرزمینی و میزان بهره‌برداری یک دوره آماری ده ساله قبل و پس از اجرای پخش سیلاب، بررسی کردند. نتایج نشان داد که پیش از پخش سیلاب (تا سال ۷۶-۷۵) تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی تابع میزان بهره برداری بوده و روندی کاهشی داشته است، با اجرای طرح پخش سیلاب، این روند کاهشی متوقف شده و سطح آب زیرزمینی افزایش یافته است. نتایج ارزیابی تاثیر سد خاکی لاور فین بر کمیت آب‌های زیرزمینی، نشان داد که تغییرات سطح آب در کلیه چاه‌های پیزومتری مثبت است و افزایش در سطح آب زیرزمینی را نسبت به سال‌های قبل از احداث سد نشان می دهد (چوپانی، ۱۳۹۴). جهانتیغ (۱۳۹۵)، تأثیر سازه‌های مکانیکی در مهار سیلاب سطوح آبگیر منطقه تفتان خاش را با بررسی اشل‌های

موجود در مخازن بندها اندازه‌گیری کرد. بررسی‌ها نشان داد که با احداث مخازن ذخیره رواناب، میزان هرزآب از ۲۲/۹ درصد به ۷/۸ درصد تقلیل یافته است. همچنین حداکثر داغ‌آب خروجی سطوح آبگیر قبل از احداث مخازن ۱/۴۵ متر بوده که پس از آن به ۰/۷۲ متر کاهش یافته است. بنابراین سازه‌های اجرایی نقش خوبی بر کاهش سیلاب داشته است.

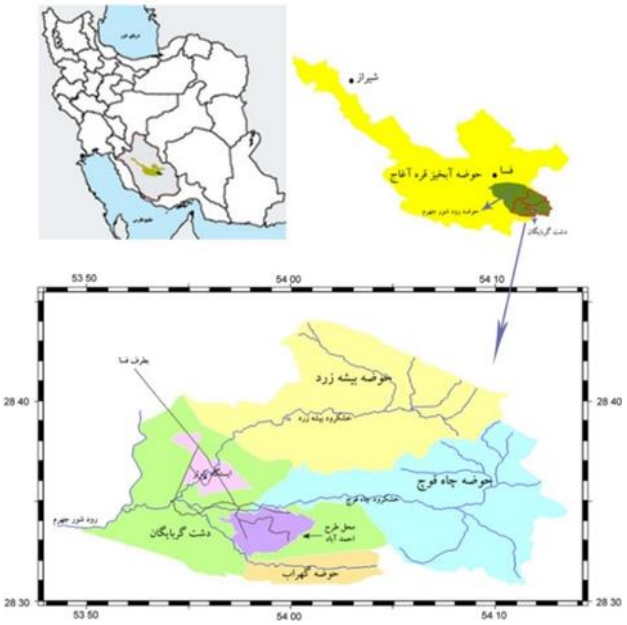
بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌های انجام شده درخصوص اثر سامانه‌های سطوح آبگیر بر مهار سیلاب و تغذیه آبخوان به صورت دوره‌های طولانی مدت انجام شده و کمتر به یک واقعه خاص پرداخته شده است. از آنجا که احتمال وقوع وقایع نادر در مناطقی که کم‌آبی بیشتر است دور از انتظار نیست، لازم است نتایج آن‌ها تحلیل گردد تا بتوان از نتایج آن برای مدیریت سیلاب‌ها استفاده کرد. با توجه به برداشت دقیق آمار و اطلاعات بارندگی، بده سیلاب و سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری ایستگاه تحقیقات آبخوانداری کوثر در واقعه‌ی بی‌سابقه‌ی بهمن سال ۱۳۹۵، در این مقاله سعی شده که با تحلیل این اطلاعات، اثر سامانه آبگیر پخش سیلاب بر مهار مدیریت سیل این واقعه در دشت گربایگان بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت گربایگان در ۵۰ کیلومتری جنوب شرقی فسا قرار دارد. گربایگان قسمتی از منتهی علیه شرقی دشت بزرگتر شیب‌کوه است که بین عرض‌های شمالی ´۳۵ °۲۸ تا ´۴۱ °۲۸ و طول‌های شرقی ´۵۳ °۵۳ تا ´۵۷ °۵۳ جا می‌گیرد. ایستگاه تحقیقات آبخوان‌داری کوثر و سامانه‌ی پخش سیلاب، بر مخروط افکنه‌ای در بخش شمال شرقی دشت به وسعت حدود ۲۲۰۰ هکتار اجرا شده است (شکل ۱).

آبخیزهای کوه گر با مساحت ۱۹۲ کیلومترمربع، چاه‌قوچ با مساحت ۱۷۱ کیلومترمربع و گهراب با مساحت ۱۶ کیلومترمربع در بالا دست مخروط افکنه‌ی دشت گربایگان قرار دارند. سیلاب این حوضه‌ها به وسیله خشکه‌رودهای بیشه‌زرد، چاه‌قوچ و گهراب، در این دشت جریان می‌یابد. دشت گربایگان و حوضه‌های مزبور، بخشی از حوضه‌ی آبخیز قره‌آغاج هستند. سیلاب‌های وارده به دشت گربایگان از رود شور جهرم و رودخانه مند به خلیج فارس تخلیه می‌شوند. منطقه ی گربایگان بخشی از ناحیه ی زاگرس چین خورده در جنوب غربی ایران است که با روند شمال غرب- جنوب شرق به صورت یک کمربند چین خورده کشیده شده است.



شکل (۱): موقعیت دشت گربایگان در منطقه، فارس و ایران (Kowsar &Pakparvar, 2004)

جمع آوری داده‌ها و اطلاعات

داده‌های سطح آب: برای بررسی، از داده‌های سطح آب ۶ حلقه چاه پیزومتری با قطر لوله‌ی ۶ اینچ که به وسیله‌ی شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس و ایستگاه حفاری گردیده، استفاده شد. پیزومتر شماره ۱ خارج از شبکه‌های پخش‌سیلاب، شماره‌های ۲ و ۵ در شبکه‌ی رحیم آباد۲ و ۳ در محدوده‌ی جنگل‌کاری انبوه، شماره‌ی ۳ در انتهای شبکه بیشه زرد۲ در محدوده‌ی چاه‌های بهره‌برداری منطقه، شماره‌ی ۴ در زیر شبکه‌های پخش سیلاب، شماره‌ی ۶ در شبکه پخش سیلاب رحیم آباد ۱ و چاه بهره‌برداری ۱ مربوط به چاه آب آشامیدنی ایستگاه در میان پخش سیلاب قرار دارند. جدول (۱) و شکل (۲) موقعیت چاه‌های پیزومتری را در دشت نشان می‌دهند.

جدول (۱): موقعیت چاه‌های پیزومتر دشت گربایگان (حسینی مرندی، ۱۳۹۰)

شماره پیزومتر و چاه	موقعیت	مختصات X	مختصات Y	مختصات Z
OW_1	شرق بیشه‌زرد (خارج از پخش سیلاب)	۷۸۵۹۹۱	۳۱۷۰۱۵۰	۱۱۶۸/۵۳
OW_2	داخل شبکه‌ی رحیم آباد ۲ و در محدوده‌ی جنگل‌کاری انبوه	۷۸۷۸۱۲	۳۱۶۷۴۶۶	۱۱۵۹/۹۱
OW_3	انتهای شبکه‌ی بیشه زرد۲ و در محدوده‌ی چاه‌های بهره‌برداری	۷۸۴۸۰۱	۳۱۶۷۵۴۷	۱۱۵۴/۷۲
OW_4	کنار منبع آب قدیم رحیم آباد (زیر پخش سیلاب)	۷۸۷۲۳۷	۳۱۶۵۵۶۲	۱۱۵۵/۰۲
OW_5	داخل شبکه‌ی رحیم آباد ۳ و در محدوده‌ی مرتعی و جنگل‌کاری	۷۸۷۲۳۳	۳۱۶۶۵۱۹	۱۱۵۳/۹
OW_6	درون شبکه‌ی رحیم‌آباد ۱	۷۸۹۲۰۲	۳۱۶۶۵۰۲	۱۱۶۲/۵۳
W_1	چاه آب آشامیدنی ایستگاه	۷۸۵۸۱۱	۳۱۶۸۰۷۰	۱۱۶۰

داده‌های بارندگی

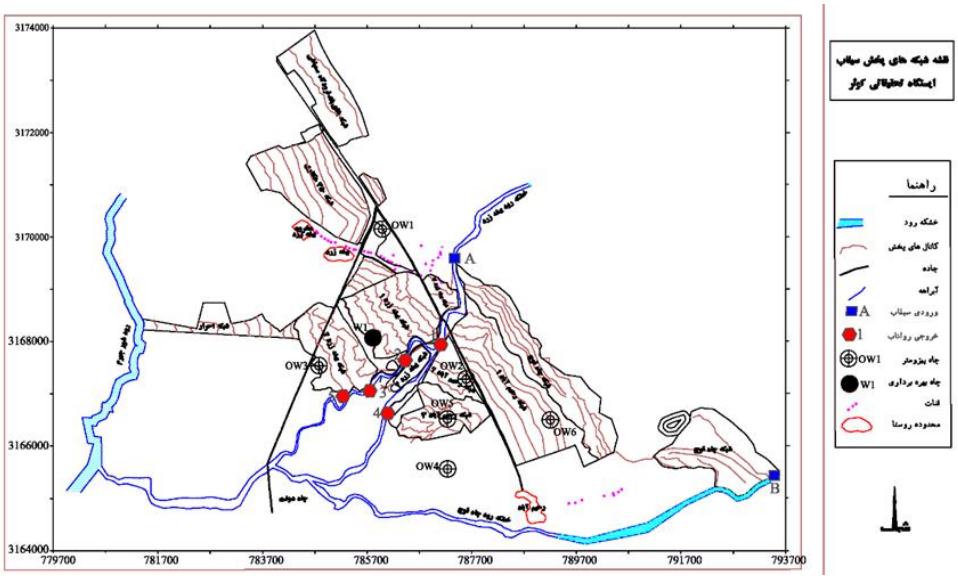
برای بررسی داده‌های بارش واقعه‌ی مزبور از آمار بارندگی ۲۵ تا ۳۰ بهمن ۱۳۹۵ ایستگاه تبخیرسنجی گربایگان استفاده شد.

تهیه‌ی داده‌های اشل و بده سیلاب

ابتدا موقعیت سازه‌های ورودی و خروجی سیلاب در ایستگاه بررسی و روی نقشه سامانه‌های پخش سیلاب مشخص شد. ورودی سیلاب از طریق حوضه‌ی آبخیز بیشه زرد که موضوع این پژوهش است در نقشه با علامت A مشخص شده است. ۵ خروجی رواناب در ایستگاه وجود دارد. روی نقشه خروجی بند شهید سرافراز با شماره ۱، خروجی بند پاشالی با شماره ۲، خروجی شبکه گنج با شماره ۳، خروجی شبکه‌های رحیم‌آباد با شماره ۴ و خروجی شبکه بیشه زرد ۲ با شماره ۵ نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری ورودی سیلاب‌های خشکه رود بیشه زرد، یک دستگاه لیمنوگراف کاغذی نصب شده است. با استفاده از پل تلفریک و دستگاه سرعت‌سنج (مولینه)، تعداد زیادی سرعت سیلاب مربوط به بازه‌ی زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ تعیین شد. با توجه به مقطع موجود و استفاده از لیمنوگراف، ابتدا منحنی اشل- زمان تعیین و سپس منحنی دبی- اشل و فرمول مربوطه برای خشکه رود بیشه زرد به دست آمد. این فرمول پایه محاسبه دبی ورودی آب خشکه‌رود قرار داده شد. در مدت زمان وقوع سیلاب با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری خودکار لیمنوگراف و دستگاه‌های سنسور سطح سنج ثبات آب، منحنی اشل زمان برای هر سازه‌ی ورودی و خروجی اندازه‌گیری شد. برای تعیین دبی خروجی رواناب‌های بند شهید سرافراز، بند توریسنگی پاشالی و تخلیه شبکه گنج از فرمول سرریزهای لبه پهن و برای محاسبه‌ی دبی خروجی شبکه‌های رحیم‌آباد و بیشه‌زرد ۲ از روش سرعت- مقطع استفاده شد. شکل (۲) موقعیت ورودی سیلاب و خروجی رواناب را در منطقه نشان می‌دهد.

تهیه‌ی نمودار تغییرات سطح آب چاه‌های پیزومتری

تغییرات سطح آب در ۶ پیزومتر و یک چاه بهره‌برداری ۲ ماه پیش از وقوع سیلاب و ۵ ماه پس از آن بررسی و از کسر آن از نقاط نشانه ی هر چاه، سطح آب نسبت به سطح آزاد آب دریا محاسبه و در نرم‌افزار اکسل در مقابل ماه‌های آماری قرار گرفت.



شکل (۲): نقشه موقعیت چاه‌ها، ورودی و خروجی سیلاب در سامانه‌های پخش سیلاب ایستگاه کوثر

تهیه آبنمود سیلاب ورودی و خروجی سامانه‌های پخش سیلاب: با استفاده از داده‌های نمودارهای اشل- زمان مربوط به این واقعه و تبدیل آن‌ها به نمودارهای دبی- زمان، آبنمود سیلاب به دست آمد.

نتایج و بحث

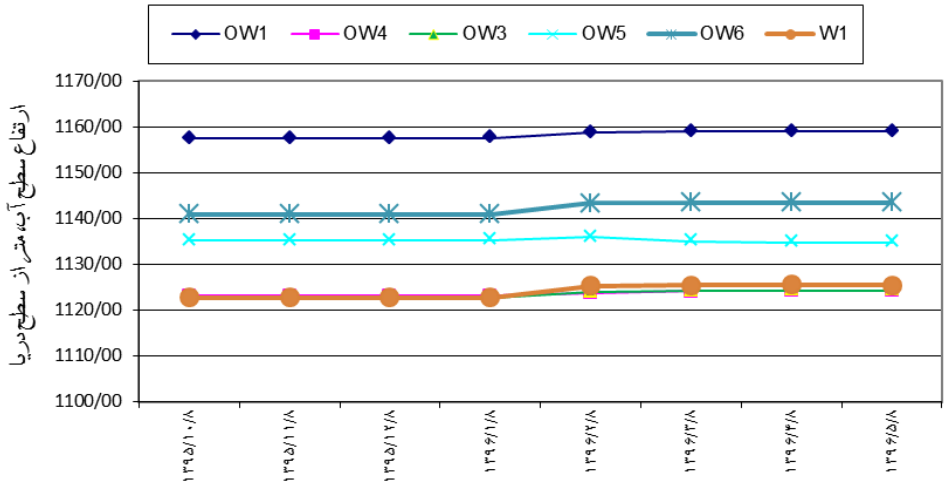
تهیه‌ی نمودار سطح آب چاه‌های پیزومتری: داده‌های پیزومتری میانگین‌گیری شده در هر کدام از چاه‌ها در جدول (۲) و نمودار تغییرات سطح آب چاه‌های پیزومتری در شکل (۳) آمده است.

جدول (۲): داده‌های پیزومتری اندازه‌گیری شده در هر چاه

تاریخ	داده‌های سطح آب اندازه‌گیری شده، متر از سطح چاه						
اندازه‌گیری	OW_1	OW_2	OW_3	OW_4	OW_5	OW_6	W_1
۱۳۹۵/۱۰/۸	۱۱/۰۴	غیر فعال (خشک)	۳۱/۹۱	۳۱/۸۰		۲۱/۵۴	۳۷/۲۰
۱۳۹۵/۱۱/۸	۱۱/۰۵	غیر فعال (خشک)	۳۱/۹۲	۳۱/۸۰		۲۱/۵۷	۳۷/۲۰
۱۳۹۵/۱۲/۸	۱۱/۰۳	غیر فعال (خشک)	۳۱/۹۰	۳۱/۸۱	۱۸/۹۵	۲۱/۵۶	۳۷/۱۸
۱۳۹۶/۱/۸	۱۰/۹۸	غیر فعال (خشک)	۳۱/۹۱	۳۱/۸۰	۱۸/۹۰	۲۱/۵۴	۳۷/۱۶
۱۳۹۶/۲/۸	۹/۷۲	غیر فعال (خشک)	۳۰/۸۴	۳۱/۲۴	۱۷/۹۲	۱۹/۱۹	۳۴/۶۶
۱۳۹۶/۳/۸	۹/۵۴	غیر فعال (خشک)	۳۰/۵۳	۳۰/۸۸	۱۸/۷۸	۱۹/۰۳	۳۴/۵۲
۱۳۹۶/۴/۸	۹/۵۱	غیر فعال (خشک)	۳۰/۴۲	۳۰/۶۵	۱۹/۰۴	۱۹/۰۱	۳۴/۴۶
۱۳۹۶/۵/۸	۹/۵۴	غیر فعال (خشک)	۳۰/۴۳	۳۰/۶۶	۱۹/۰۵	۱۹/۰۳	۳۴/۴۸

بر اساس این جدول تقریبا دو ماه پس از وقوع سیلاب بهمن در کلیه چاه‌ها، افزایش سطح سفره آب زیرزمینی دیده می‌شود. این مقدار افزایش برای چاه OW1 که در قسمت‌های بالایی سامانه پخش سیلاب قرار دارد برابر ۱/۲۶ متر می‌باشد. بر پایه بررسی هاشمی (۱۳۸۷)، گسلی که از کوه گر آغاز و در امتداد این چاه ادامه دارد، می‌تواند سبب تغذیه‌ی این بخش از آبخوان، و افزایش سطح سفره در این محدوده باشد. این در حالی است که چاه آب آشامیدنی ایستگاه (W1) افزایشی برابر ۲/۵ متر را نشان می‌دهد. چاه OW3 به رغم قرار داشتن در انتهای پخش سیلاب و متأثر

شدن از تمام سامانه‌ها افزایش ۱/۰۷ متری داشته که این موضوع برای چاه OW4 نیز صادق است. علت افزایش کم سطح آب به احتمال زیاد به دلیل قرار داشتن این چاه‌ها در محدوده کشاورزی منطقه و وجود چاه‌های بهره‌برداری در اطراف آن‌ها است. چاه OW5 به رغم قرار داشتن درون شبکه‌های پخش سیلاب افزایش سطح آب ۰/۹۸ متری را نشان می‌دهد. علت افزایش کم در این محدوده، را می‌توان احتمالا به قرارداشتن آن در محدوده مرتعی و جنگلی با پوشش بوته‌ای و درختی متراکم دانست.. مصرف آب درختان اوکالیپتوس در هر هکتار (با حدود ۹۰۰ اصله درخت)، ۲۰۰۰۰ متر مکعب در سال محاسبه شده است (ادراکی، ۱۳۷۰).



شکل (۳): نمودار تغییرات آب چاه‌های پیزومتری

مقایسه وقایع بارندگی، بده سیلاب و سطح آب در چاه‌های پیزومتری

اطلاعات مربوط به بارندگی منجر به سیل از ۲۵ تا ۳۰ بهمن ۱۳۹۵ با استفاده از باران‌سنج موجود اندازه‌گیری و در جدول (۳) آمده است.

جدول (۳): آماربارندگی ایستگاه آبخواندار کوثراز ۹۵/۱۱/۲۵ تا ۹۵/۱۱/۳۰

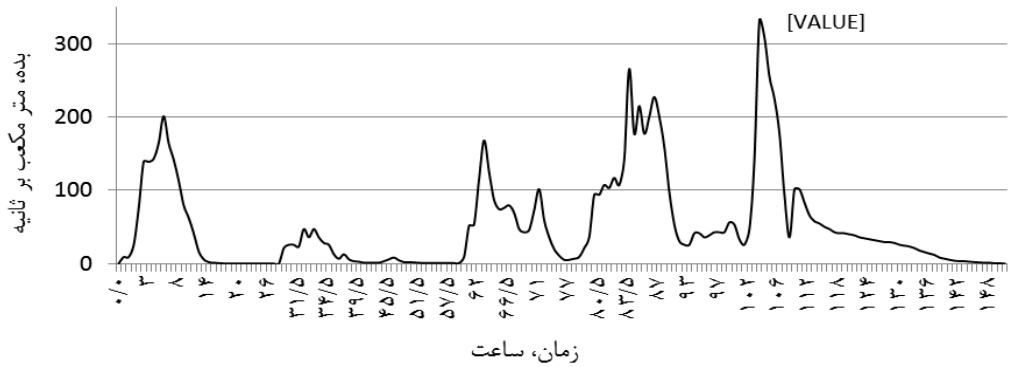
تاریخ	بارندگی در زمان		جمع بارندگی، میلی‌متر
	۶:۳۰	۱۸:۳۰	
۱۳۹۵/۱۱/۲۵	۱۳/۵	۶۷	۸۰/۵
۱۳۹۵/۱۱/۲۶	۳/۵	۱۷/۵	۲۱
۱۳۹۵/۱۱/۲۷	۱۹/۵	۱۱/۵	۳۱
۱۳۹۵/۱۱/۲۸	۴۰/۵	۱۵/۵	۵۶
۱۳۹۵/۱۱/۲۹	۳۹	۳۴/۵	۷۳/۵
۱۳۹۵/۱۱/۳۰	۳	۰	۳
جمع کل بارندگی، میلی‌متر			۲۶۵

بررسی وضعیت سیلاب ورودی و خروجی

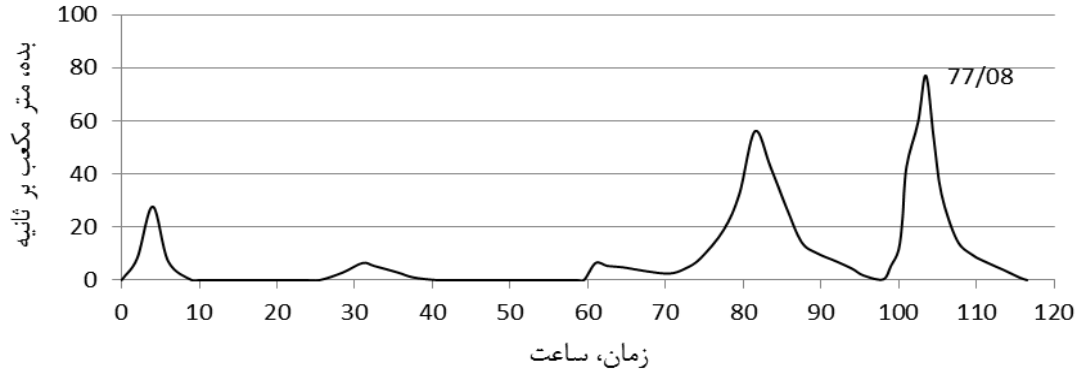
داده‌های بده‌ی سیلاب در بازه‌ی زمانی یک ساعته تهیه شد. برای جلوگیری از طولانی شدن جدول‌ها بده سیلاب برخی از زمان‌ها و فقط مربوط به ورودی سیلاب در جدول (۴) درج شده است. جداول مربوط به خروجی رواناب حذف و فقط آبنمود سیلاب‌ها در شکل‌های (۴) تا (۹) آمده است. شکل (۱۰) تصاویر سیلاب ورودی و خروجی رواناب سامانه‌های پخش سیلاب ایستگاه تحقیقاتی کوثر در واقعه مزبور را نشان می‌دهد.

جدول (۴): وضعیت سیلاب و مقدار اوج آن در خشکه رود بیشه زرد (ورودی سیلاب)

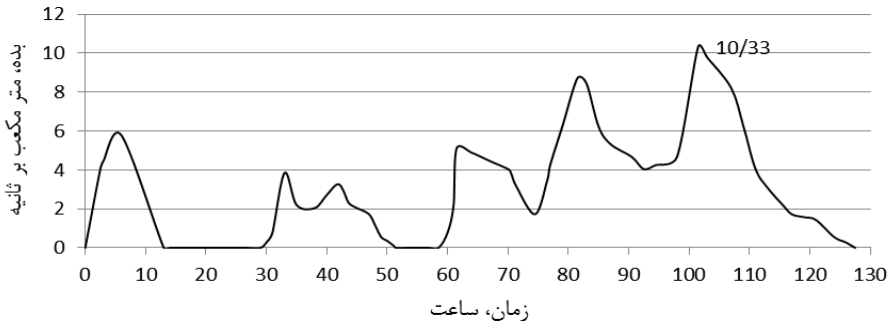
ردیف	تاریخ	زمان سیلاب	زمان تجمعی، ساعت	بده (m^3/s)	ردیف	تاریخ	زمان سیلاب	زمان تجمعی، ساعت	بده (m^3/s)
۱	۱۳۹۵/۱۱/۲۵	۱۰	۰	۰	۱۲	۱۳۹۵/۱۱/۲۹	۱	۸۸	۱۵۹
۲	۱۳۹۵/۱۱/۲۵	۱۵	۵	۲۰۱	۱۳	۱۳۹۵/۱۱/۲۹	۵	۹۲	۲۶
۳	۱۳۹۵/۱۱/۲۶	۴	۱۵	۰	۱۴	۱۳۹۵/۱۱/۲۹	۱۶:۳۰	۱۰۳/۵	۳۳۰
۴	۱۳۹۵/۱۱/۲۶	۱۴	۲۸	۰	۱۵	۱۳۹۵/۱۱/۲۹	۲۴	۱۱۱	۸۳
۵	۱۳۹۵/۱۱/۲۶	۱۸:۳۰	۳۲/۵	۴۷	۱۶	۱۳۹۵/۱۱/۳۰	۱	۱۱۲	۶۶
۶	۱۳۹۵/۱۱/۲۷	۲	۴۰/۵	۱/۱	۱۷	۱۳۹۵/۱۱/۳۰	۱۲	۱۲۳	۳۵
۷	۱۳۹۵/۱۱/۲۷	۲۴	۶۳	۱۶۸	۱۸	۱۳۹۵/۱۱/۳۰	۲۴	۱۳۵	۱۶
۸	۱۳۹۵/۱۱/۲۸	۱	۶۴	۱۲۵	۱۹	۱۳۹۵/۱۲/۱	۱	۱۳۶	۱۴
۹	۱۳۹۵/۱۱/۲۸	۱۳	۷۶	۵/۲	۲۰	۱۳۹۵/۱۲/۱	۱۲	۱۴۷	۱/۱
۱۰	۱۳۹۵/۱۱/۲۸	۲۰:۳۰	۸۳/۵	۲۶۵	۲۱	۱۳۹۵/۱۲/۱	۱۶	۱۵۱	۰
۱۱	۱۳۹۵/۱۱/۲۸	۲۴	۸۷	۲۰۰					



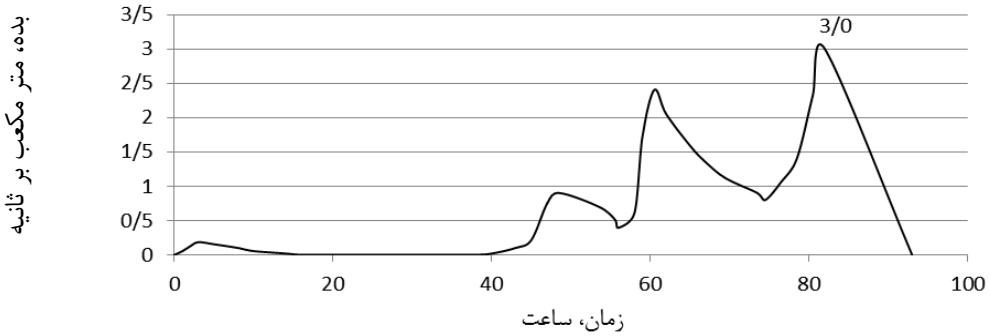
شکل (۴): آبنمود ورودی سیلاب خشکه رود بیشه زرد در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۵ تا ۹۵/۱۲/۱



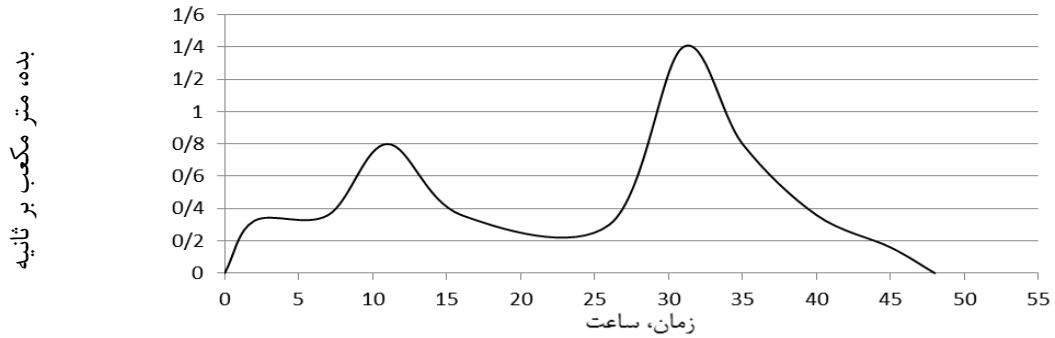
شکل (۵): آبنمود خروجی رواناب بند شهید سرافراز در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۵ تا ۹۵/۱۱/۳۰



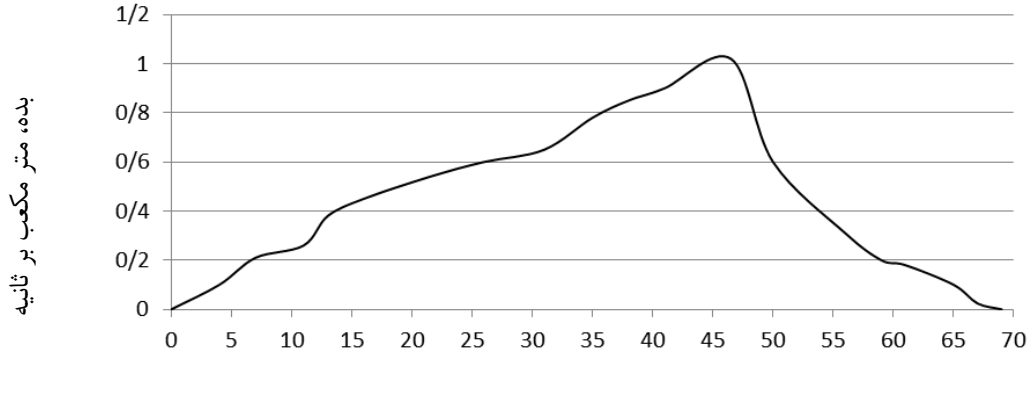
شکل (۶): آبنمود خروجی رواناب بند توریسنگی پاشالی در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۵ تا ۹۵/۱۱/۳۰



شکل (۷): آبنمود خروجی رواناب بند کوتاه شبکه بیشه زرد۴ (شبکه گنج) در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۶ تا ۹۵/۱۱/۳۰



شکل (۸): آبنمود خروجی رواناب تخلیه شبکه رحیم آباد۳ در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۸ تا ۹۵/۱۱/۳۰



شکل (۹): آبنمود خروجی رواناب تخلیه شبکه بیشه زرد ۲ در وقایع سیلاب ۹۵/۱۱/۲۸ تا ۹۵/۱۲/۰۱

الف- خشکه رود بیشه‌زرد (ورودی سیلاب)

ب- پل تلفریک و اشل رودخانه بیشه‌زرد

ج- بند انحرافی شهید سرافراز (خروجی رواناب)

د- بند انحرافی مرحوم پاشالی (خروجی رواناب)

ه- تخلیه شبکه بیشه‌زرد۴ (خروجی رواناب)

و- تخلیه شبکه رحیم آباد۳ (خروجی رواناب)

شکل (۱۰): نمایی از ورودی و خروجی سیلاب در سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایستگاه کوثر

نتیجه‌گیری

هفته‌های دوم و سوم بهمن ۱۳۹۵ سامانه‌ی بسیار سردی سراسر ایران را فرا گرفت. این وضعیت، شرایط را برای فعالیت جبهه‌های گرم فراهم کرد. انتقال هوای گرم با رطوبت زیاد، سبب بارش‌هایی بی‌سابقه در یک دوره پنج روزه در

سطح استان فارس و ایستگاه تحقیقات آبخوانداری کوثر شد. در مدت ۵ روز ۲۶۵ میلی‌متر بـاران بارید. ایـن مقـدار از میانگین درازمدت منطقه (۲۲۲ میلیمتر، میانگین ۲۰ ساله ایستگاه باران سنجی گربایگان) نیز بیشتر بود. ایـن موضـوع سبب جاری شدن سیلاب‌هایی با شدت و تداوم بی‌سابقه در منطقه از جمله در خشکه رود بیشه‌زرد شد. بیشـینه عمـق آب در خشکه‌رود بیشه‌زرد ۱۷۶ سانتی‌متر در ساعت ۱۶:۳۰ مورخه ۱۳۹۵/۱۱/۲۹ بود که باعث عبـور سـیلاب بـا بـده ۳۳۰ متر مکعب بر ثانیه از این مقطع گردید. با انحراف آب از خشکه‌رود اصلی به وسیله سامانه‌های پخش سیلاب عمق آب به حدود ۸ سانتی‌متر در لبه‌های پخش تقلیل یافت. این امر باعث کاهش سرعت آب و جلوگیری از فرسایش خـاک منطقه گردید. افزون بر این ۱۴۲۷۹۵۸۷ مترمکعب آب وارد شبکه‌های پخش سیلاب ایستگاه گردید بر اسـاس تحقیـق Hashemi (2014) مقدار حجم تغذیـه شـده بـه آبخـوان ۰/۸ مقـداری ورودی آب بـه شـبکه‌هـا و بـر اسـاس پـژوهش Pakparvar (2015) و Pakparvar et al (2014) ایـن مقـدار ۰/۵۹ بـرآورد شـده اسـت. بنـابراین در ایـن واقعـه بـین ۸۴۲۴۹۵۶ تا ۱۱۴۲۳۶۷۰ مترمکعب سیلاب پس از تغذیه وارد آبخوان شده است (جدول ۵).

جدول (۵): حجم آبگیری شبکه‌های پخش سیلاب ایستگاه کوثر در واقعه ۹۵/۱۱/۲۵ تا ۹۵/۱۲/۱

حجم سیلاب ورودی، متر مکعب	حجم سیلاب خروجی،متر مکعب					حجم سیلاب ورودی به شبکه‌ها، متر مکعب	حجم سیلاب ورودی به آبخوان متر مکعب[1]	حجم تغذیه شده به آبخوان (متر مکعب)[2]
	بند شهید سرافراز	بند پاشالی	بیشه زرد۴	رحیم آباد۳	بیشه زرد۲			
۲۰۰۳۵۱۱۴	۳۷۶۴۹۷۹	۱۴۲۵۵۱۶	۳۶۲۸۰۵	۸۵۱۱۸	۱۱۷۱۱۰	۱۴۲۷۹۵۸۷	۱۱۴۲۳۶۷۰	۸۴۲۴۹۵۶

سامانه‌های پخش سیلاب منطقه افزون بر مهار سیلاب و کاهش سرعت آن، سبب تغذیه مصنوعی آبخـوان گردیـده است. افزایش سطح آب چاه‌ها در این واقعه بیانگر این موضوع است. چاه آب آشامیدنی ایستگاه یعنی W1 افزایشی برابر ۲/۵ متر را نشان می‌دهد. این چاه در مرکز سامانه‌ی پخش سیلاب منطقه، دور از منطقه برداشت کشـاورزی و خـارج از شبکه جنگلی قرار دارد. نتایج به دست آمده در این بخش از پژوهش با نتایج قهـاری و گنـدمکار، ۱۳۹۴ مطابقـت دارد. آمارهای بلند مدت نشان می‌دهند که وقوع وقایعی چون رویداد بهمـن ۹۵ در ایـن منـاطق نـادر اسـت کـه بایـد بـرای مدیریت منابع آب زیرزمینی از آن‌ها استفاده کرد. نتایج این بررسی نشان داد که در این گونه مناطق برای بهره‌مندی از فرصت‌های استفاده از سیلاب‌های نادر باید آمادگی داشـت. بنـابراین، سـرمایه‌گـذاری بـرای توسـعه روش‌هـای تغذیـه مصنوعی، چون پخش سیلاب توجیه‌پذیر است.

نتایج این بررسی و پژوهش‌های دیگر در ۳۷ ایستگاه آبخوانداری کشور، بیانگر نقش بسیار مثبت پخش سـیلاب بـر مهار سیل و تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها است، بنابراین، می‌توان از آن برای مدیریت منابع آب زیرزمینـی و ایجـاد تعـادل بین برداشت و تغذیه استفاده کرد. عرصه‌های وسیعی از کشور به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشـک شـرایط اجـرای طرح پخش سیلاب را دارند که با اجرای این طـرح مـی‌تـوان بخشـی از مشـکلات کـم‌آبـی را در آن‌هـا مـدیریت کـرد. نگارندگان تا کنون ۱۱۵ عرصه را در فارس شناسایی کرده‌اند که با اجرای پخش سیلاب می‌توان در یک دوره ۲۰ سـاله حدود ۳ میلیارد متر مکعب سیل را به آبخوان‌هایی که افت شدید آب دارند، تزریق کرد. البته تعادل، در صورتی تحقـق می‌یابد که بتوان برداشت و تغذیه را مدیریت کرد. بنابراین، برای جلوگیری از افـزایش بحـران آب زیرزمینـی منطقـه و مهاجرت کشاورزان، پیشنهاد می‌شود، ضمن بستن چاه‌های غیرمجـاز، اسـتخراج از سـایر چـاه‌هـا بـا نصـب کنتورهـای هوشمند محدود شود. کشت گیاهان زراعی و جنگلی کم آب نیز باید جایگزین گیاهان آب‌بر فعلی شوند.

منابع

۱. ادراکی، م. (۱۳۷۰). تعیین آب مصرفی اکالیپتوس کامالدولنسیس در یک شبکه پخـش سـیلاب، گربایگـان فسـا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۲. ثابت آزاد، م.ر. (۱۳۷۲). بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر سفره آب زیرزمینی دشت قزوین، فصلنامه آب و توسعه، ۲(۳): ۹۶-۸۹.
۳. جهانتیغ، م. (۱۳۹۵). تأثیر سازه‌های مکانیکی در مهار سیلاب سطوح آبگیر مناطق خشک (مطالعه موردی: منطقه تفتان خاش)، نشریه سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۴(۱۱).
۴. چوپانی، س. (۱۳۹۴). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی ارزیابی تأثیر سد لاورفین بر کمیت آب زیرزمینی، استان هرمزگان، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۵۰ ص.
۵. حسینی مرندی، ح. (۱۳۹۰). بررسی تغییرات کمی سفره آب زیرزمینی متأثر از طرح‌های پخش سیلاب، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۶. دادرسی سبزوار، ا. (۱۳۸۲). بررسی روند تغییرات سطح سفره آب زیر زمینی ناشی از عملیات گسترش سیلاب بر آبخوان شهرستان سبزوار، سومین همایش آبخوانداری، ارومیه.
۷. فاتحی مرج، ا. (۱۳۷۹). بررسی و تعیین اثرات پخش سیلاب با استفاده از مدل ریاضی در دشت گربایگان فسا (استان فارس)، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۲۵ص.
۸. فروزه، م. ر. و غ. حشمتی (۱۳۸۷). بررسی تأثیر عملیات پخش‌سیلاب بر برخی از ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک سطحی، پژوهش و سازندگی ۲۱(۷۹): ۲۰-۱۱.
۹. قوردویی میلان، م. (۱۳۹۱). "تأثیر عملکرد تغذیه مصنوعی قوی بر افزایش کمی و کیفی آبخوان‌های منطقه"پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شاهرود.
۱۰. قهاری، غ.ر. و ا. گندمکار (۱۳۹۴). تأثیر طرح‌های آبخوانداری بر تغییرات سفره آب زیرزمینی دشت گربایگان، نشریه علمی، پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ۷(۲): ۱۸۳-۱۷۲.
۱۱.قهاری، غ.ر. و م. پاک‌پرور (۱۳۸۶). بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۴(۲۸): ۳۹۰-۳۶۸.
۱۲.کوثر، س.آ. (۱۳۷۲). بیابان‌زدایی با گسترش سیلاب: کوششی هماهنگ، انتشارات مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس، ۵۸ صفحه.
۱۳.ویسکرمی، ا.، ک. پیامنی، ع. شاه کرمی و ع. سپهوند (۱۳۹۲). تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت کوهدشت، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۷(۶۵).
۱۴.هاشمی، ح. (۱۳۸۷). برآورد کمی میزان تغذیه و اثرات پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان فسا با استفاده از نرم‌افزار modflow، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
15. Kowsar S.A. and M. Pakparvar *(2004). Assessment methodology for establishing an aquitopia, Islamic Republic of Iran*. p.*40-55*. In: T. Schaaf (series ed.) C.Lee (volume ed.) Sustainable management of marginal drylands (SUMAMAD).Proc.2nd Int. Workshop. Shiraz, I.R.Iran. 29 Nov. - 2 Dec. 2003. UNESCO-MAB Dryland Series No.3.
16. Ananymous *(2002). Conservation practice standard for water spreading, Natural Resources Conservation Service Washington D. C., P.4.*
17. Brooks K.N., Folliott P.F., Gregersen H.M. and Thames J.L. *(1991). Hydrology and the Management of watershed*. vol. 1. Iowa State University, p. *220.*
18. Hashemi H. *(2014). Floodwater harvesting for artificial recharge of groundwater-estimation and prediction for arid Iran.* Ph.D. Thesis. Lund Univ., Sweden.
19. Lhomme J., Sayers P., Gouldby B., Samuels P., Wills M., and Mulet-Marti J. *(2009). Recent development and application of a rapid flood spreading method*, Flood Risk Management: Research and Practice – Samuels et al. Taylor & Francis Group, London.
20. Pakparvar M. *(2015). Evaluation of floodwater spreading for groundwater recharge in Gareh Bygone Plain, southern Iran*. In: Soil Management Dept., Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, *pp: 252.*

21. Pakparvar M., Cornelis W., Pereira LS., Gabriels D., Hosseinimarandi H., Edraki M. and Kowsar SA. *(2014). Remote sensing estimation of actual evapotranspiration and crop coefficients for a multiple land use arid landscape of southern Iran with limited available data*. J. of Hydroinformatics, *16: 1441-1460.* DOI: http://dx.doi.org/10.2166/hydro.140.
22. Pierson R.K. *(1955). Groundwater spreading as a range improvement practice.* Journal of. Range Management. *8, 155-158.*

on artificial recharge of aquifer in The effect of exceptional flood in February 2017 Gareh Bygone Fasa flood water spreading system

Gholamreza Ghahari[1], Seyeed Hamid Mesbah[2]
[1&2]Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Received: 2017/03
Accepted: 2017/06

Abstract

One of the most important activities that can be evaluated in the management of flood water spreading is recognition of flood water spreading systems operation and artificial recharge of aquifers in relation with other natural factors affecting the recharge of aquifers. The purpose of this paper is evaluating the effect of floodwater spreading projects on flood control and recharge of downstream groundwater aquifer in Fasa Gareh Baygon plain in the unprecedented flood event of Feb. 2017. For the purpose of aforementioned study, variation of floodwater depth in the Bishehzard River during the period of the flood event (13.02.2017 to 18.02.2017) and volume of outflow and inflow were measured. The results showed that the maximum depth of the flood in river was 176 cm with a maximum flow of 330 m3/s. Within the water spreading system, this depth changes into a thin layer of 8 cm on the edge of the spreading channels, which caused not only control of flood velocity but also prevented soil erosion. In order to understand the role of flood water spreading on aquifer recharge, 6 observation wells (piezometers) and 1 well were monitored for 2 months before and 5 months after the floods occur. The results showed that 2 months after the occurrence of flood, water started to affect the aquifer. In this event, about 9924313 cubic meters (between 9281731 and 11423670 cubic meters) of water was penetrated into the aquifer. The drinking water well of the Kowsar station (W1() located at the center of the flood water spreading system,far from the agricultural harvesting area and outside the forest region) shows the highest increase of water level (2.5 m). Sustainable groundwater supply is essential for continuing activity in this area and similar regions. Based on the results of this study and researches carried out in 37 other parts of the country, it is possible to manage the water with a high degree of reliability by implementing flood water spreading systems. Readiness to use rare events happening in these kind of areas is very necessary.

Keywords: Flood water spreading, Hydrograph, Piezometric well, Gareh Bygone, Fasa.