ارائه راهکارهای بهره‌گیری از جریان‌های سیلابی رودخانه بمنظور انجام تغذیه مصنوعی (مطالعه موردی رودخانه کرج)

سید احمد حسینی، محمودرضا طباطبایی، مسعود ساجدی سابق

اعضای هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی – تهران - ایران

sahosseini@yahoo.com

چکیده

رشد و توسعه روزافزون فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و نیاز شرب دشت شهریار و همچنین رشد جمعیت و محدودیت‌های منابع آب تأمین‌کننده، همراه با بهره‌برداری‌های ناموزون و بی‌رویه از آب زیرزمینی و حذف آب‌های سطحی تغذیه‌کننده آبخوان، موجب افت سطح آب و در نتیجه کاهش حجم مخزن آبخوان شده و در شرایط حاضر علی‌رغم وجود پتانسیل‌های پراکنده، دشت شهریار با معضل بحران مدیریت عرضه و تقاضای آب روبرو است.

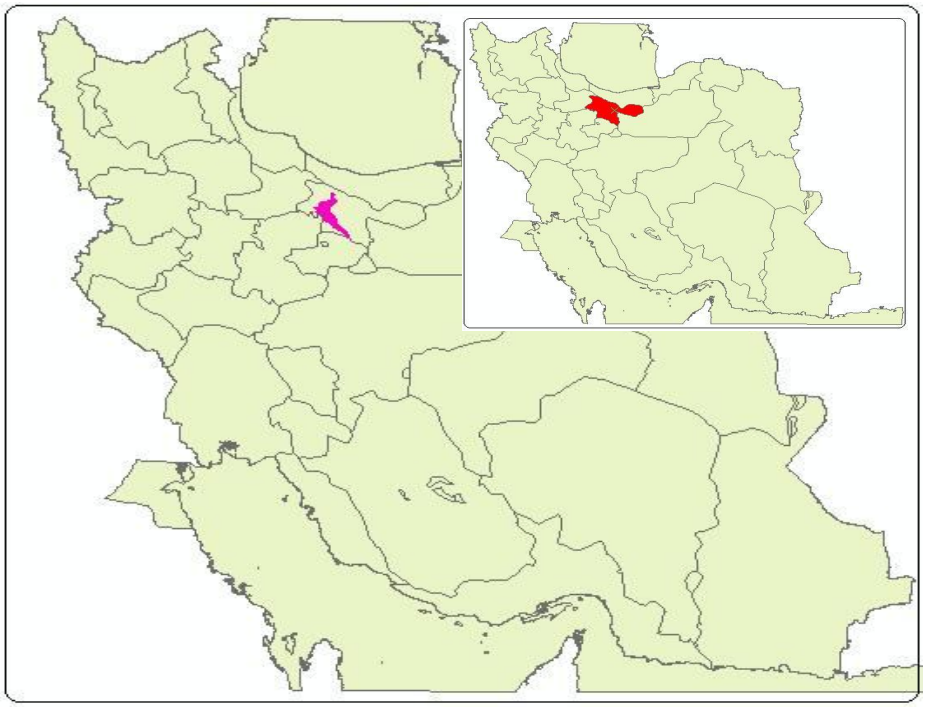
با توجه به سطوح سیلاب‌گیر رودخانه کرج و میزان نفوذپذیری‌های اندازه‌گیری شده، میزان تغذیه طبیعی آبخوان از جریان‌های سیلابی رودخانه کرج با احتساب حدود ۱۵ درصد جریان‌های سیلابی و کل جریان‌های با دبی زیر ۱۰ مترمکعب برثانیه، به میزان ۲۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که بخشی از آن در پهنه اجرای طرح نفوذ می‌نموده است و بخشی در سطوح بالادست و پایین‌دست محل اجرای طرح نفوذ خواهد نمود. در این مقاله روش و نحوه محاسبه مقادیر تغذیه در شرایط عدم اجرای طرح بر اساس مساحت اشغال شده توسط رودخانه در شرایط سیلابی مختلف و مقادیر نفوذپذیری رودخانه برآورد و ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: تغذیه مصنوعی، جریان‌های سیلابی، خاکریز هلالی، رودخانه کرج

مقدمه

محدوده طرح تغذیه مصنوعی با توجه به وضعیت توپوگرافی، جریان رودخانه، جنبه‌های قانونی، قابلیت دسترسی، کاربری اراضی، پذیرش اجتماعی و با توجه به امکانات و محدودیت‌های موجود در رودخانه (نفوذپذیری، وسعت مناسب جهت احداث حوضچه، ابنیه وسازه‌های متقاطع با رودخانه، مسائل تملک) و همچنین شیب جریان آب زیرزمینی انتخاب گردیده است. این محدوده در رودخانه کرج از محل تقاطع رودخانه کرج با پل راه آهن تبریز- تهران، تا خط لوله گاز عبوری از رودخانه کرج محدود گردید. موقعیت این بازه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۰۱ °۵۱ تا ″۱۷ ′۰۲ °۵۱ و عرض شمالی″۵۷ ′۴۳ °۳۵ تا ″۱۰ ′۴۶ °۳۵ به طول حدود ۳ کیلومتر می‌باشد. شیب متوسط رودخانه در این بازه حدوداً برابر با ۱ درصد می‌باشد. عرض رودخانه در این بازه از ۴۰۰ متر (در بالادست)، تا ۷۰۰ متر (در پائین‌دست)، متغیر بوده، به طوری که عرض متوسط رودخانه را می‌توان معادل با ۵۵۰ متر در نظر گرفت.

در شکل (۱) موقعیت حوضه رودخانه کرج نسبت به استان تهران و کشور و در شکل (۲) تصویر هوایی محدوده مطالعاتی در رودخانه کرج نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه رودخانه کرج نسبت به استان تهران و کشور

هدف از این تحقیق تهیه طرح تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی منطقه دشت شهریار، به منظور بهره‌برداری در اراضی کشاورزی پائین‌دست بود. لازم به ذکر است تغذیه مصنوعی تنها در شرایط سیلابی رودخانه، انجام خواهد شد و در مواقع غیرسیلابی، رودخانه خود به خود خاصیت تغذیه به سفره را خواهد داشت.

- آبدهی رودخانه کرج در پایین‌دست بند انحرافی بیلقان

دبی های حداکثر روزانه و آبدهی روزانه برای دوره بازگشت‌های مختلف و سایر پارامترهای مورد نیاز نظیر حداقل، متوسط و حداکثر دبی‌ها استخراج و در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

شکل ۲- تصویر هوایی محدوده مطالعاتی در رودخانه کرج

شبیه‌سازی سیستم رودخانه در محدوده طرح

به منظور بررسی شرایط هیدرولیکی و همچنین تغذیه طبیعی رودخانه در محدوده طرح قبل از احداث سامانه تغذیه ، شبیه سازی هیدرولیکی رودخانه کرج در محدوده اجرای سامانه تغذیه با استفاده از نرم‌افزار HEC –RAS صورت گرفته است.

جدول ۱: تحلیل آماری آبدهی رودخانه کرج در پایین دست بند انحرافی بیلقان

ردیف	دوره بازگشت (سال)	آبدهی متوسط روزانه (m3/s)	حداکثر دبی روزانه (m3/s)
۱	۲	۰/۹	۲۱
۲	۵	۳/۵	۵۵
۳	۱۰	۶/۰	۸۳
۴	۲۰	۸/۷	۱۱۲
۵	۲۵	۹/۷	۱۲۱
۶	۵۰	۱۲/۷	۱۵۱
۷	۱۰۰	۱۶/۰	۱۸۲
۸	۲۰۰	۱۹/۴	۲۱۴
۹	۵۰۰	۲۴/۱	۲۵۷
۱۰	۱۰۰۰	۲۷/۹	۲۹۱

بررسی تغذیه طبیعی رودخانه در محدوده مطالعاتی

با توجه به شبیه سازی هیدرولیکی رودخانه کرج در محدوده مطالعاتی و محاسبه سطح اشغال رودخانه در دبیهای با دوره بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله در این بازه مقدار نفوذپذیری بستر رودخانه محاسبه گردید و نتایج در جدول (۲) ارائه شد.

چنانکه از نتایج استخراج می شود میزان تغذیه طبیعی بستر رودخانه تقریبا ۱۵ درصد حجم سیلاب است. همچنین حجم سیلاب در دبی ۴ مترمکعب در ثانیه در سیلاب با دوره بازگشت دوساله و دبی ۷ متر مکعب درثانیه در سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله و دبی ۹

متر مکعب در ثانیه در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله با حجم تغذیه برابری میکند که نشان دهنده تغذیه طبیعی بستر در دبیهای زیر این مقادیر است. با توجه به اینکه سیلابهای با دوره بازگشت بالاتر تغییر زیادی در سطح پهنه سیلابی رودخانه ایجاد نمی کنند می‌توان گفت که بطورکلی جریانهای با دبی زیر ۱۰ متر مکعب بطور طبیعی در بستر رودخانه نفوذ خواهند نمود.

جدول۲:روندیابی تغذیه طبیعی سیلاب در رودخانه با دوره بازگشت های ۲ تا ۱۰ ساله

زمان	دوره بازگشت(سال)								
(ساعت)	2	حجم سیلاب	حجم نفوذ	5	حجم سیلاب	حجم نفوذ	10	حجم سیلاب	حجم نفوذ
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.57	0.1	117.9	117.9	0.2	206.5	206.5	0.3	265.4	265.4
1.14	0.7	825.6	825.6	1.2	1445.7	1445.7	1.6	1858.1	1858.1
1.71	1.9	2673.5	2673.5	3.4	4681.2	4681.2	4.3	6016.7	6016.7
2.28	4.1	6133.3	6133.3	7.1	10739.1	10739.1	9.1	13803.1	13803.1
2.85	7.4	11716.2	7777.8	12.9	20514.5	11623.9	16.6	26367.5	15982.9
3.42	12.0	19815.4	7777.8	20.9	34695.7	11623.9	26.9	44594.7	15982.9
3.99	17.9	30588.0	7777.8	31.3	53558.0	11623.9	40.2	68838.6	15982.9
4.56	24.7	43641.0	7777.8	43.2	76413.1	11623.9	55.6	98214.5	15982.9
5.13	32.1	58266.6	7777.8	56.2	102021.8	11623.9	72.3	131129.6	15982.9
5.70	39.8	73757.2	7777.8	69.7	129145.0	11623.9	89.5	165991.3	15982.9
6.27	47.3	89326.4	7777.8	82.8	156405.9	11623.9	106.5	201030.0	15982.9
6.84	54.2	104148.6	7777.8	95.0	182358.8	11623.9	122.1	234387.6	15982.9
7.41	60.1	117280.2	7777.8	105.2	205351.6	11623.9	135.3	263940.4	15982.9
7.98	64.6	127934.9	7777.8	113.2	224007.4	11623.9	145.5	287918.9	15982.9
8.55	67.5	135562.3	7777.8	118.3	237362.5	11623.9	152.0	305084.3	15982.9
9.12	68.5	139572.5	7777.8	120.0	244384.3	11623.9	154.3	314109.4	15982.9
10.26	67.2	278358.7	15555.5	117.6	487391.7	23247.8	151.1	626449.2	31965.8
11.40	63.7	268451.0	15555.5	111.6	470043.9	23247.8	143.4	604151.9	31965.8
12.54	58.7	251151.9	15555.5	102.8	439754.0	23247.8	132.2	565220.0	31965.8
13.68	52.7	228505.8	15555.5	92.2	400101.8	23247.8	118.5	514254.6	31965.8
14.81	46.0	202399.8	15555.5	80.5	354391.6	23247.8	103.5	455502.9	31965.8
15.95	39.2	174847.0	15555.5	68.7	306148.1	23247.8	88.3	393495.0	31965.8
17.09	32.8	147687.4	15555.5	57.4	258593.0	23247.8	73.7	332372.0	31965.8
19.94	26.6	304386.0	38888.9	46.6	532964.2	58119.6	59.9	685024.0	79914.5
22.79	21.0	243996.3	38888.9	36.7	427225.0	58119.6	47.2	549116.4	79914.5
25.64	16.0	189622.0	38888.9	28.0	332018.4	58119.6	36.0	426746.4	79914.5
28.49	11.7	142167.4	38888.9	20.5	248927.7	58119.6	26.4	319949.2	79914.4
31.34	8.5	103873.4	38888.9	14.9	181877.0	58119.6	19.2	233768.2	79914.5
34.19	6.1	74897.4	38888.9	10.6	131141.4	58119.6	13.7	168557.3	168557.3
37.04	4.2	52939.3	38888.9	7.4	92693.9	58119.6	9.6	119140.4	119140.4
39.89	2.9	36455.9	36455.9	5.0	63832.5	58119.6	6.4	82044.5	82044.5
42.74	1.9	24282.7	24282.7	3.3	42517.7	42517.7	4.2	54648.4	54648.4
45.58	1.1	15321.0	15321.0	2.0	26826.3	26826.3	2.5	34480.1	34480.1
48.43	0.5	8515.6	8515.6	1.0	14910.5	14910.5	1.2	19164.5	19164.5
51.28	0.3	4149.7	4149.7	0.5	7265.9	7265.9	0.6	9338.9	9338.9
54.13	0.1	2025.7	2025.7	0.2	3546.9	3546.9	0.3	4558.9	4558.9
56.98	0.1	963.7	963.7	0.1	1687.4	1687.4	0.1	2168.8	2168.8
60.00	0.0	446.1	446.1	0.0	788.6	788.6	0.1	1079.0	0.0
		3716803.5	**576354.9**		**6507938.6**	**881794.5**		**8364781.0**	**1331172.7**

امکان‌سنجی اجرای روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی در منطقه طرح

روش‌های تغذیه مصنوعی بسیار متعدد و متنوع می‌باشند. انتخاب روش مناسب به عوامل مختلفی از جمله عوارض سطحی، محل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی، زمین‌شناسی، شرایط خاک، کمیت و کیفیت آب، اقلیم منطقه، نوع آبخوان، شرایط اقتصادی و کاربری اراضی و

اقتصاد آب بستگی دارد. از جمله تقسیم‌بندی‌های روش تغذیه مصنوعی می‌توان به تقسیم‌بندی Oharatal 1989 اشاره نمود که در جدول (۳) مشاهده می‌گردد.

جدول ۳: طبقه بندی انواع روش‌های تغذیه مصنوعی Oharetal, 1989

روش‌های مستقیم	حوضچه تغذیه Recharge basin
	کانال یا آبراهه طبیعی Stream channel
	نهر و شیار Ditch and furrow
	پخش سیلاب Flood spreading
	آبیاری Irrigation
	گودال یا گوراب Pit method
	چاه تزریقی Recharge well
	تغذیه فرعی Incidental recharge
روش‌های غیر مستقیم	تغذیه واداری Induced recharge
	چاههای ربط دهنده Conjuctive wells

در منطقه مورد مطالعه رودخانه از نوع تغذیه‌کننده می‌باشد و از آنجا که بستر رودخانه بسیار درشت‌دانه بوده و سرعت نفوذ آب در آن زیاد است و از طرفی بستر رودخانه معارض ندارد، لذا متصور شد که استفاده از روش تغذیه واداری نتیجه مطلوبی را ایجاد نماید. همچنین استفاده از سازه‌های تأخیری نظیر بند در عرض بستر رودخانه در این منطقه جهت تأخیر در سیلاب و کاهش سرعت آن جهت نفوذ بیشتر نیز می‌تواند روش مناسبی باشد. بنابراین گزینه احداث استخرهای تغذیه یا مخازن تأخیری و تغذیه واداری بستر رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. این امر با احداث خاکریزهای هلالی شکل متوالی (تورکینست‌ها) همراه با احداث سرریز بتنی و ایجاد حوضچه‌های تغذیه در درون بستر رودخانه، انجام شد.

بطوریکه در این روش بخشی از سیلاب رودخانه متناسب با ظرفیت نفوذپذیری بستر و حجم ذخیره بین خاکریزها، با احداث ۶ عدد خاکریز هلالی شکل متوالی در تمامی عرض رودخانه ، تغذیه خواهد شد.

شایان ذکر است تخلیه جریان‌های سیلابی مازاد رودخانه، توسط سرریزهای سنگ و سیمانی تعبیه شده روی خاکریزها انجام خواهد شد.

در پروژه‌های تغذیه سیلاب معمولا به جهت استحصال حجم بیشتر سیلاب و هدایت جریان به سمت سرریز از خاکریزهای هلالی شکل استفاده می‌شود.

وسعت حوضچه‌های تغذیه با توجه به معیارهای ارائه شده در California Stormwater BMP Handbook و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A=WQV/kt$$

A = وسعت حوضچه (مترمربع)

WQV = حجم آب قابل ذخیره در هر نوبت سیل‌گیری (مترمکعب)

K = نصف مقدار حداقل نفوذ اندازه گیری شده در عرصه تغذیه

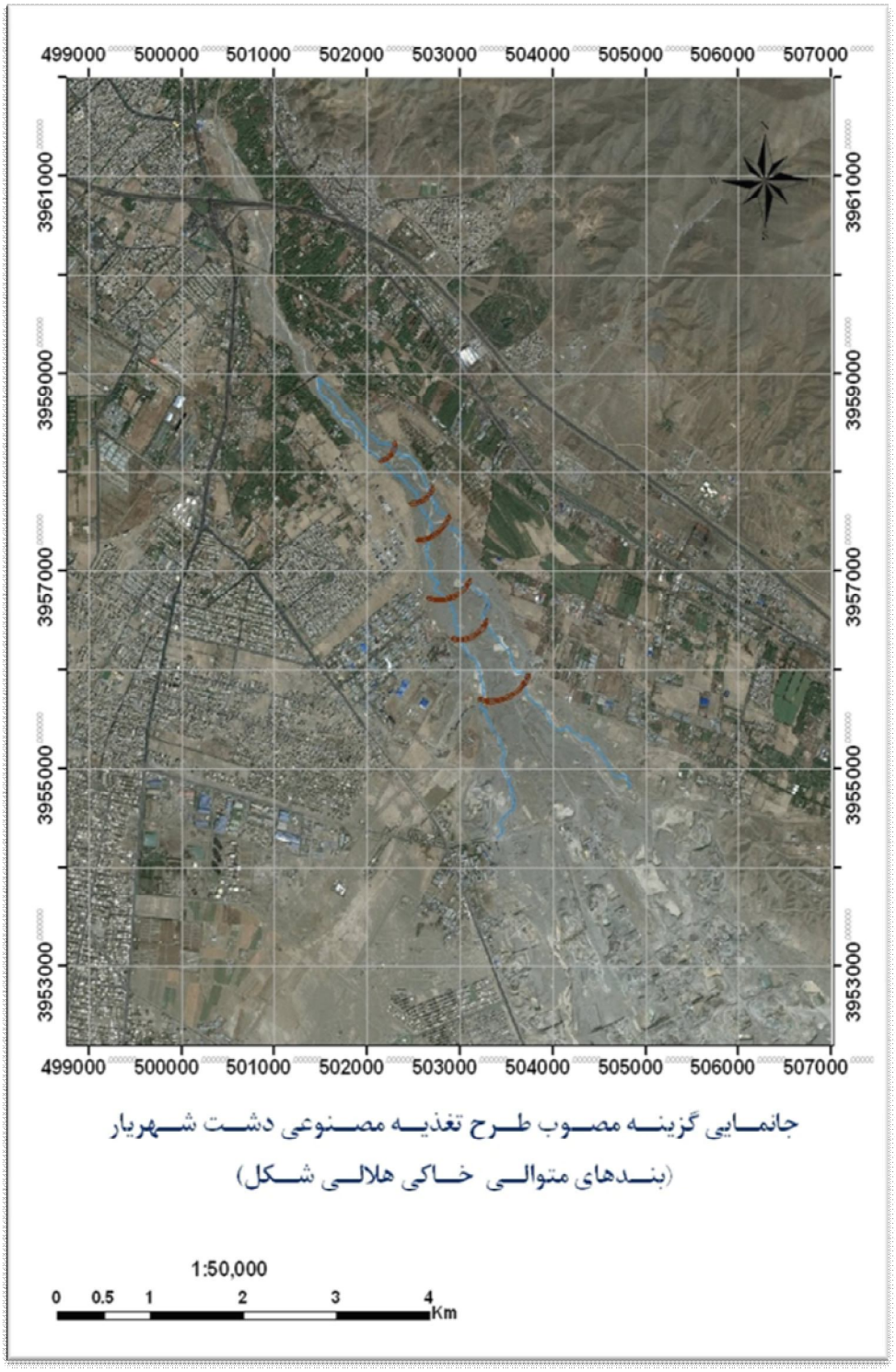
t = زمان فروکش آب در حوضچه (۴۸ ساعت)

با توجه به هیدروگراف سیلاب بدست آمده در محل احداث سامانه تغذیه و در نظر گرفتن سیلاب با دوره بازگشت ده‌ساله، حجم سیلاب قابل تغذیه در سامانه حدود ۸۳۶۰۰۰۰ مترمکعب خواهد بود.

مقدار نفوذپذیری بستر با توجه به آزمایشات انجام شده و دانه بندی بستر ۳۰ سانتیمتر در ساعت تخمین زده شد. بنابراین مقدار k در فرمول ۰/۱۵ متر در ساعت خواهد بود.

۱۱۶۱۱۱۱= (۰/۱۵*۴۸)/۸۳۶۰۰۰۰ = وسعت عرصه تغذیه

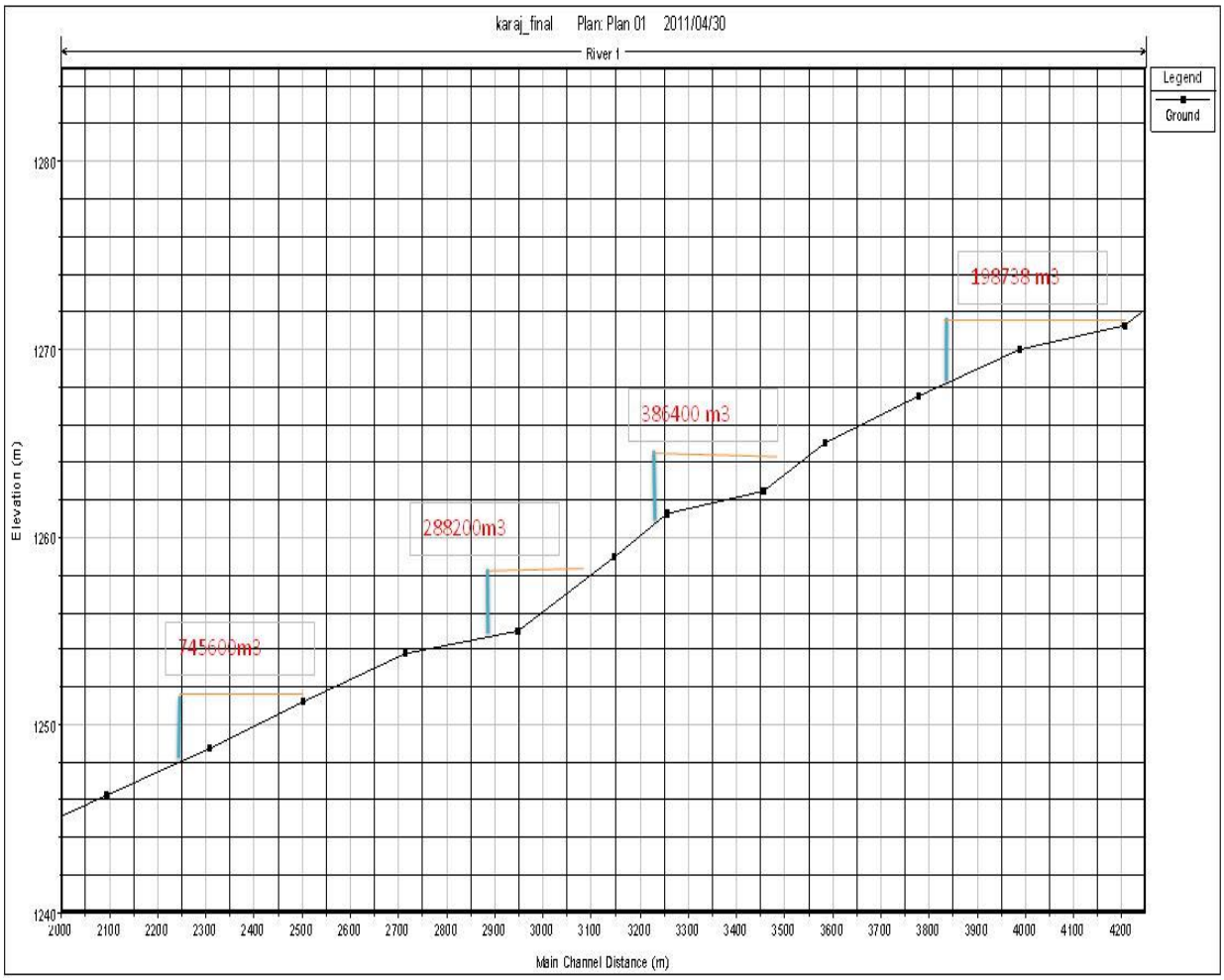
بنابراین وسعت مورد نیاز جهت احداث حوضچه های تغذیه حدود ۱۱۶ هکتار میباشد که با توجه به محدودیت موجود در محل احداث سامانه وسعت ۱۰۵ هکتار به آن اختصاص داده شده است.



شکل ۳- جانمایی گزینه مصوب سامانه تغذیه مصنوعی دشت شهریار

پتانسیل حجم تغذیه در بازه مورد مطالعه

با توجه به ابعاد هندسی مخازن ایجاد شده در پشت بندها و ارتفاع ۳ متر عمق جریان سیلاب در پشت خاکریزها، پتانسیل حجم تغذیه در سامانه طراحی شده بر اساس روندیابی تغذیه متناسب با سیلاب با دوره بازگشت ۲ تا ۱۰ ساله محاسبه شد. نتایج نشان داد درصورت وقوع سیلابهای با دوره بازگشت ۲ ساله حجمی معادل ۳/۷ میلیون مترمکعب جریان سیلابی خواهیم داشت که در چهار حوضچه اول نفوذ داده خواهد شد. و در صورت وقوع سیلاب ۵ ساله حجمی معادل ۶/۵ میلیون متر مکعب جریان سیلابی خواهیم داشت که در شش حوضچه تغذیه نفوذ داده خواهد شد و حجمی معادل ۶۸/۵ هزار مترمکعب از سیستم خارج خواهد شد. همچنین در صورت وقوع سیلابهای با دوره بازگشت ۱۰ ساله نیز حجمی معادل ۸/۳۵ میلیون مترمکعب جریان سیلابی خواهیم داشت که علاوه بر نفوذ در شش حوضچه احداثی مقدار ۱/۲ میلیون متر مکعب جریان مازاد از سیستم خارج خواهد.

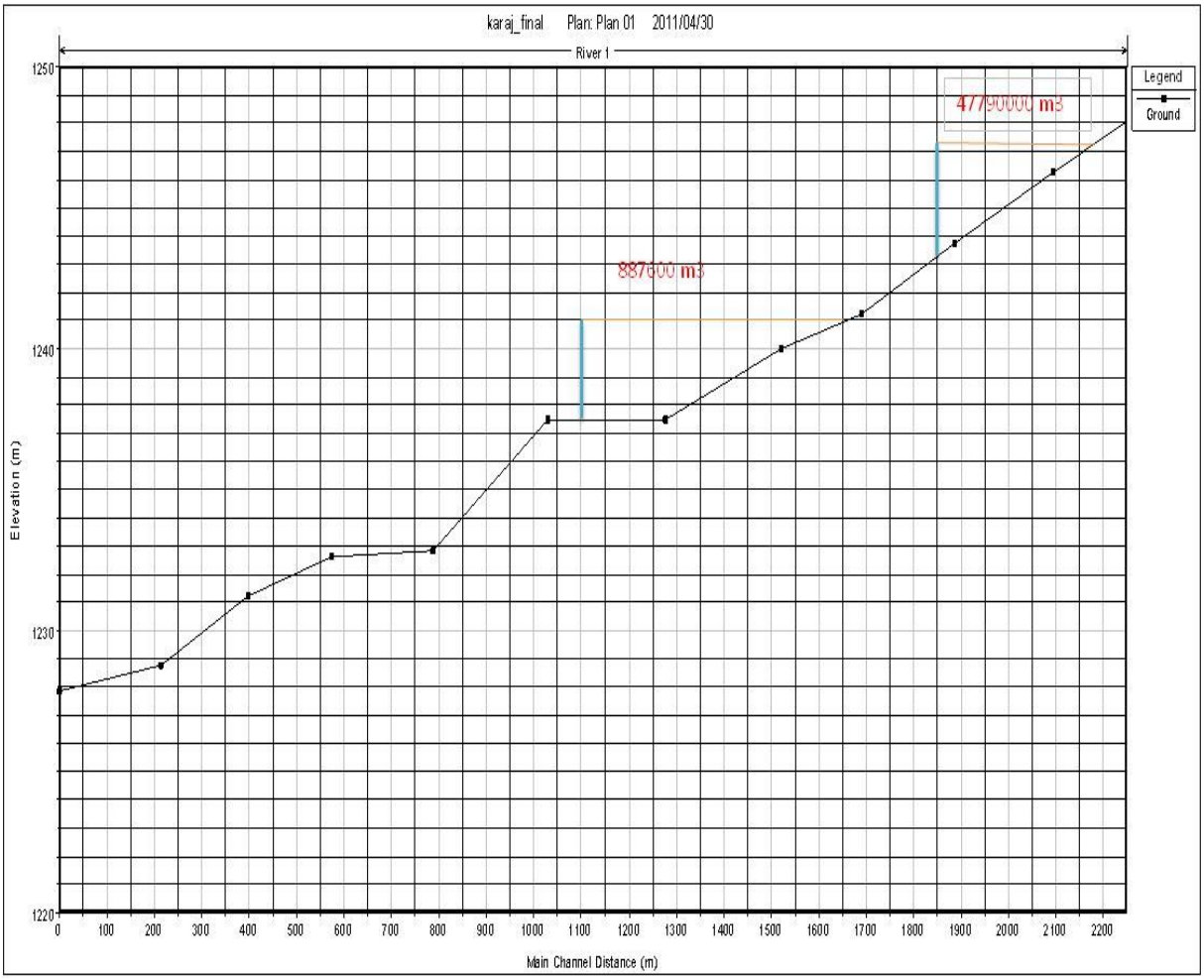


شکل ۴: پروفیل طولی گزینه مصوب سامانه تغذیه مصنوعی دشت شهریار

نتیجه‌گیری

دشت شهریار پیش از احداث سد مخزنی امیرکبیر بر روی رودخانه کرج، دارای منابع آب سطحی و زیرزمینی قابل ملاحظه‌ای بوده است، ولی پس از بهره‌برداری از سد مخزنی امیرکبیر و انتقال آن به شهر تهران، حقابه کشاورزان این دشت از رودخانه کرج کاهش یافته و سیلاب‌های ورودی به دشت شهریار کم و بیش از بین رفته و به تبع آن، آبخوان دشت مهمترین منبع تأمین نیاز آبی منطقه شد. با کاهش منابع آب سطحی قابل دسترس و همچنین منابع تغذیه آبخوان دشت، تأمین نیازهای آبی منطقه با مخاطرات جدی مواجه شده است.

بالا بودن نرخ رشد جمعیت در منطقه شهریار به دلیل مهاجرت‌پذیری بالای شهرستان متأسفانه تبعات فراوانی از جهت تأمین آب شرب و کشاورزی در منطقه داشته که در نهایت باعث آشفتگی و بحران در مدیریت آب خواهد شد.
با توجه به این که براساس قانون توزیع عادلانه آب کشور، بهره‌برداران طرح‌های توسعه منابع آب ملزم به تأمین حقابه‌های قانونی پایین‌دست می‌باشند، مسأله عدم تأمین این حقابه‌ها (حقابه دشت شهریار از سد کرج) تبدیل به یک چالش اجتماعی شده و نارضایتی عمومی ناشی از این مسأله را میان ساکنین منطقه ایجاد نموده است.



شکل ۵- پروفیل گزینه مصوب سامانه تغذیه مصنوعی دشت شهریار

با کاهش منابع آب سطحی و افزایش تقاضای آب کشاورزی و شرب در منطقه استفاده از منابع آب زیرزمینی در منطقه متداول شده و در حال حاضر به منظور رفع نیازهای کشاورزی و شرب بهره‌برداری از آبخوان دشت با حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق صورت می‌گیرد.
مجموعاً سالانه حدود ۷۰۰ میلیون مترمکعب برداشت از طریق چاه‌ها در محدوده دشت شهریار انجام می‌گیرد که سهم کشاورزی ۶۹٪، سهم شرب ۲۴٪ و سهم صنعت ۷٪ می‌باشد. به طوری که امروزه باغات منطقه شهریار به طور کامل از چاه‌های موجود آبیاری می‌شوند. لذا استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در منطقه شهریار و کاهش حجم مخزن آبخوان، کشاورزی دشت شهریار با مشکلات جدی روبرو شده و سهم فعالیت‌های کشاورزی در مناطق روستایی شهریار نسبت به سایر فعالیت‌ها بسیار کمتر شده است. به عبارت دیگر مشکلات ناشی از کمبود منابع آب کشاورزی و رکود در تولید محصولات کشاورزی و به تبع آن از بین رفتن زمینه‌های اشتغال و تولید

روستایی و نیز پایین آمدن درآمد سرانه خانواده‌های روستائیان، موجب خروج جمعیت و مهاجرت آنان از مناطق روستایی به مناطق شهری گردیده است. به طوری که متوسط نرخ رشد جمعیت روستایی در منطقه شهریار در فاصله سرشماری رسمی به ۹/۵- درصد رسیده که معرف وقوع پدیده مهاجرفرستی شدیده از روستا به شهرها است. بنابراین با اجرای طرح تغذیه مصنوعی در دشت شهریار با استفاده از جریان‌های سیلابی رودخانه کرج نقش مهمی در حفظ تعادل آبخوان دشت شهریار داشته به ویژه در بخش کشاورزی و روستایی می‌تواند تغییرات عمده‌ای از روند وضعیت تمرکز جمعیت ایجاد کرده و شرایط را از حالت کنونی که همچنان فشار جمعیتی را متوجه شهرها از جمله تهران می‌نماید خارج کند و نقش مهمی در تأمین آب شرب منطقه شهریار داشته باشد. نکته مهم این است که حفظ تعادل آبخوان دشت شهریار مهمترین عامل در چشم‌انداز توسعه پایدار منطقه خواهد بود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت‌های مالی شرکت مشاور یکم به انجام رسید که بدین وسیله از کلیه حمایت های صورت گرفته سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

بیات، حبیب ا... ، مترجم، سازه‌های آبی، انتشارات مهندسین مشاور ره شهر، ۱۳۷۳، ۳۶۰ صفحه.

بیرامی، محمدکریم، سازه‌های انتقال آب، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۸، ۴۶۲ صفحه.

حسینی، سیداحمد. ۱۳۹۰. مطالعات تکمیلی مرحله اول و مرحله دوم طرح تغذیه مصنوعی دشت شهریار(طرح تغذیه مصنوعی با بهره‌گیری از جریان‌های سیلابی رودخانه کرج). گزارش فنی شرکت مشاور یکم.

سامانی، حسین محمد ولی، طراحی سازه‌های هیدرولیکی، ۱۳۷۶ ، انتشار مهندسین مشاور دزآب ،۱۳۷۶، ۴۲۴ صفحه.

شفاعی بجستان، محمود، سازه‌های انتقال آب، ۱۳۷۰ ، جزوه درسی دانشگاه شهید چمران اهواز.

کی نیا، طراحی سازه‌های بتن مسلح، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

قدسیان، مسعود، مترجم، هیدرولیک سرریز، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۲، ۴۲۶ صفحه.

نجمایی، محمد، مترجم، جلد اول هیدرولیک کاربردی، انتشارات دانشگاه علم وصنعت ، ۱۳۵۷، ۳۲۶ صفحه.

California Stormwater BMP Handbook, New Development and Redevelopment ,January 2003.

Design of Small Dams, United States Department of the Interior (USBR).

Wang & Salmon. Reinforced Concrete design_ Third edition.