

استحصال آب باران برای استفاده در فضای سبز

امیر مرادی نژاد^{۱*}، هادی وروانی^۲، علی اکبر داودی راد^۳

۱- استادیار بخش آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

۲- دکتری رشته آب و کارشناس طراح شرکت مهندسی مشاور کاریز آب پارس

۳- استادیار بخش آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

Amir_24619@yahoo.com



چکیده

آب همواره به عنوان اصلی ترین منبع حیات یکی از موضوعات مورد توجه در توسعه شهرها به شمار رفته است. از یک سو تأمین و توزیع آب باکیفیت جهت مصارف شرب و کشاورزی و از سوی دیگر تأمین تمهیدات لازم جهت مقابله با مخاطرات ناشی از سیلاب های شهری، از مباحث مورد توجه در مدیریت شهری است. طراحی سیستم جمع آوری آب های سطحی در حوضه های شهری به عنوان بخشی از طرح های مدیریت شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو لازم است زیرساخت های سیستم دفع آب های سطحی در مطالعات شهرسازی و یا برنامه ریزی های شهری جهت توسعه و گسترش حوضه شهری مورد توجه ویژه قرار گیرد. این طرح با هدف جمع آوری رواناب های سطحی در محدوده اراضی دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان به منظور کنترل رواناب و همچنین بهره گیری از آب حاصل و استفاده از این آب در آبیاری فضای سبز یا سایر مصارف مورد نیاز طرح ریزی شده است. بدین منظور ضمن برآورد پتانسیل رواناب در سطح این حوضه، شبکه جمع آوری و انتقال رواناب سطحی طراحی گردیده است. رواناب سطحی جمع آوری شده پس از ذخیره موقت در یک مخزن بتنی واقع در خروجی حوضه، توسط خط انتقال به یک استخر ذخیره بزرگتر در بالاترین نقطه این حوضه انتقال یافته و جهت مصارف مورد نیاز استفاده می گردد.

کلید واژه ها: رواناب شهری، سیل، باران، سطوح آبگیر، استحصال آب.



مقدمه

طراحی سیستم جمع آوری آب های سطحی در حوضه های شهری به عنوان بخشی از طرح های مدیریت شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو لازم است زیرساخت های سیستم دفع آب های سطحی در مطالعات شهرسازی و یا برنامه ریزی های شهری جهت توسعه و گسترش حوضه شهری مورد توجه ویژه قرار گیرد تا در شرایط بحران هم از تعداد تلفات جانی و هم از خسارات عمده جلوگیری نموده و امکان تردد و دسترسی در طول دوره سیلابی و بلافاصله پس از آن، در حد قابل قبول و بسته به درجه اهمیت، جهت

خدمات رسانی فراهم گردد. رژیم جریان رواناب در حوضه های شهری نسبت به حوضه های طبیعی بسیار متفاوت می باشد به گونه ای که دبی اوج جریان بیشتر و زمان شکل گیری و رسیدن به اوج کمتر می باشد و این مسئله به پیچیدگی های خاص حوضه های شهری و تاسیسات مربوط به آن شامل بام ها، خیابان ها، کوچه ها، پیاده روها، باغ و پارک ها، شبکه فاضلاب سنتی و... باز می گردد. تاکنون روش های بسیاری توسط محققین در داخل و خارج از کشور جهت برآورد سیلاب در حوضه های شهری ارائه شده است که با توجه به هدف مورد نظر روش مناسب طراحی و تحلیل جریان رواناب به صورت کاربردی به کار گرفته می شود. سیستم های استحصال آب در نقاط مختلف دنیا از دیر باز مرسوم بوده و قبایل و جوامع مختلف بشری از آنها برای تامین آب شرب، کشاورزی و غیره استفاده می نمودند. به عنوان مثال در صحرای Negev که بارندگی متوسط سالیانه ۷۵ تا ۱۰۰ میلی متر است سیستم های پیچیده زراعت و کشاورزی وجود دارد که قدمت آنها بیش از ۲۵۰۰ سال می باشد. مطالعات مختلف در این سیستم ها موید آن است که همگی به نوعی از سیستم های استحصال آب استفاده می نمودند- اند (Yair, 1982). همچنین از سیستم های استحصال آب مختلف در هند می توان به Kunds/kundis, Khadins, Tankas, Tobas, Nadi, Jhalaras, Baoris/bers, Kuis/beris, Paar, Virdas, Vav/Vavdi/Baoli/Bavadi, غیره اشاره نمود که همگی در بهره برداری موثر و بهینه رواناب های حاصل از بارندگی مورد استفاده واقع می شدند. اگر به تاریخ گذشته کشور خودمان نیز نگاه کنیم متوجه می شویم که سیستم های استحصال آب متنوعی در این مرز و بوم وجود داشته است. خوشبختی و چاههای نیمه زابل، آب انبارهای که در مناطق گرمسیری کشور وجود دارد همه و همه گویای این مطلب است که بحران بیش بود و کمبود آب را براحتی با برنامه ریزی صحیح و جامع می توان حل نمود. Jackson (۲۰۰۱) بیان می دارد با توجه به این که نرخ رشد جمعیت نسبت به افزایش رواناب سریع تر می باشد و تغییرات اقلیمی در آینده مثل گرم شدن کره زمین بحران آب را بوجود می آورد و از طرفی در حال حاضر نیز جمعیت کثیری از کره زمین به آب سالم دسترسی ندارند، لذا استفاده از سیستم های استحصال آب ضرورت جهانی دارد.

نتایج گزارش های مختلف حاکی از این است که بیشتر کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه اعم از امریکا، آلمان، استرالیا، چین، ژاپن به دنبال سیستم های استحصال آب هستند. چرا که وجود این سیستم باعث سازگاری منطقه در شرایط نامساعد اقلیمی به خصوص خشکسالی ها می گردد. در کشور هند در حدود ۱/۵ میلیون تانک، حوضچه و مخازن سنتی استحصال آب وجود دارد و در ۶۶۰ هزار روستا این تعداد پیاده شده که در شرایط نامساعد جوی ساکنین و افراد بومی از آنها استفاده می کنند (TNRCC, ۲۰۰۳). بنابر گزارش Appan و Seng (۲۰۰۱) در حدود ۴۸ درصد اراضی کشور سنگاپور با استفاده از سیستم های استحصال آب استفاده می شود ولی هنوز این مقدار جبران نیازهای آبی کشور را نمی دهد و برای جبران آب نیازمند استفاده از سطوح غیر قابل نفوذ شهری می باشند. Yair (۱۹۸۲) در بررسی هیدرولوژی و پراکنش مکانی سیستم های استحصال آب صحرای نگو به نقش برونزدگی های توده های سنگی در تولید رواناب مورد نیاز سیستم ها اشاره داشته و بیان می دارد که این نوع رخساره ها نسبت به پارامترهای دیگری از قبیل شیب زیاد اهمیت بیشتری دارد. Mohammed و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی پتانسیل استفاده از سیستم های استحصال آب در مناطق شهری بیان می دارد، جمع آوری رواناب با استفاده از سیستم های استحصال آب می تواند به مصارف شرب و غیر شرب ساکنین مناطق شهری برسد. در آفریقای جنوبی Naido و همکاران (۲۰۰۶)

بیان می‌دارند که ۵۴ درصد آب موجود به مصرف کشاورزی می‌رسد و بحران آب در کشاورزی و صنعت نیازمند استفاده از تکنیک‌های موثر بهره‌برداری از آب می‌باشد. Dillon (۲۰۰۶) به نقش ذخیره آب سیلاب‌ها در آبخوان‌ها جهت جبران کمبود کیفی و کمی آب کشور استرالیا اشاره می‌کند. هدف اصلی از جمع‌آوری، انتقال، ذخیره‌سازی و دفع سیلاب‌های شهری این است که بتوان با پیش‌بینی تأسیسات مورد نیاز، سیلاب‌ها را تحت کنترل درآورد و خسارات جانبی ورود آب سطح شهر را به حداقل ممکن رساند. بعلاوه این سیستم‌ها باید بتوانند اختلالات و مزاحمت‌های ناشی از بروز سیلاب و همچنین خسارات وارد به مالکین سکنه محدوده موردنظر را کاهش دهند.



مواد و روش‌ها

حوضه مورد مطالعه

شهر گلپایگان در غرب استان اصفهان قرار گرفته است که فاصله آن تا تهران ۳۴۷ کیلومتر و تا شهر اصفهان ۱۸۰ کیلومتر می‌باشد. این شهر بین ۵۰ درجه و ۱۵ دقیقه و ۵۰ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۵ دقیقه و ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است. دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان در سال ۱۳۷۴ با همکاری دانشگاه اصفهان در عرصه ای با مساحت حدود ۳۰ هکتار در شمال غرب شهر گلپایگان تاسیس گردید و در سال ۱۳۷۹ با حمایت علمی دانشگاه صنعتی شریف و حمایت مالی شرکت سایپا به فعالیت خود ادامه می‌دهد. شکل شماره (۱) موقعیت این دانشکده نسبت به شهر گلپایگان را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان نسبت به شهر گلپایگان

در شکل شماره (۲) محدوده اراضی دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان نشان داده شده است. مرتفع ترین نقطه محدوده دانشکده در غرب آن و با کد ارتفاعی ۱۳۳/۳۵ متر و پست ترین نقطه در شرق آن با کد ارتفاعی ۹۸/۳۱ می باشد که در حقیقت مکان احداث ایستگاه تصفیه فاضلاب نیز می باشد. شیب حوضه در جهت غربی شرقی بوده و معادل ۳/۴۶ درصد می باشد. با توجه به اینکه در حال حاضر توسعه دانشکده و ساخت و ساز ساختمان ها بر اساس طرح جامع در حال انجام است و هنوز تکمیل نگردیده است، بخش قابل توجهی از اراضی محدوده (در حدود ۸۰ درصد مساحت) به کشت محصولات کشاورزی اختصاص یافته است.



شکل ۲- محدوده اراضی دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان



نتایج و بحث

خصوصیات حوضه مورد مطالعه و شبکه موجود

با بررسی شبکه معابر و بلوارهای محدوده طرح و در نظر گرفتن شیب آن ها، مسیرهای اصلی حرکت رواناب به صورت شکل (۳) تعیین شده است. در وضعیت موجود حرکت رواناب از طریق کانیهوهای ساخته شده در حاشیه بلوارها صورت گرفته و در مسیرهای فاقد کانیهو نیز از روی سطح آسفالت یا جاده خاکی هدایت می گردد. نمونه کانیهوهای اجرا شده در مسیر خیابان های اصلی در شکل (۴) نمایش داده شده است. مسیرهای اصلی حرکت رواناب در محدوده مورد مطالعه شامل چهار مسیر می باشد. مسیر M1 به طول ۳۸۰ متر با شیب متوسط ۳ درصد رواناب را از شرق حوضه تا مرکز (میدان اصلی) محدوده منتقل می نماید و از آنجا با اتصال به

مسیر M2 به طول ۳۵۰ متر با شیب متوسط ۴ درصد در نقطه P1 تخلیه می گردد. مسیر M4 به طول ۵۳۵ متر و شیب متوسط ۲/۵ درصد از میدان مرکزی تا نزدیک نقطه P2 رواناب را هدایت می کند. مسیر M3 با طول ۳۲۰ متر و شیب متوسط ۱/۵ درصد در جهت جنوب شرقی به شمال شرقی محدوده رواناب را منتقل می نماید. خروجی های اصلی تخلیه رواناب در وضعیت موجود نقاط P1 در جنوب شرقی حوضه و P2 در جنوب غربی محدوده می باشد که از طریق یک کانال بتنی مستطیلی به ابعاد ۶۰*۶۰ سانتیمتر رواناب جمع آوری شده به خارج از محدوده طرح انتقال می یابد. در شکل (۵) نمایی از این خروجی ها نشان داده شده است. با توجه به طرح های توسعه دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان و افزایش سطوح نفوذناپذیر و به تبع آن افزایش ضریب رواناب، پیش بینی می گردد که میزان رواناب افزایش یابد و شبکه فعلی ظرفیت جمع آوری رواناب حاصله را نخواهد داشت. بنابراین در این طرح با توجه به تغییرات میزان ضریب رواناب در افق طرح، خطوط جمع آوری و انتقال طراحی و پیشنهاد گردیده است.



شکل ۳- نقاط خروجی و مسیرهای اصلی جریان رواناب در سطح محدوده طرح



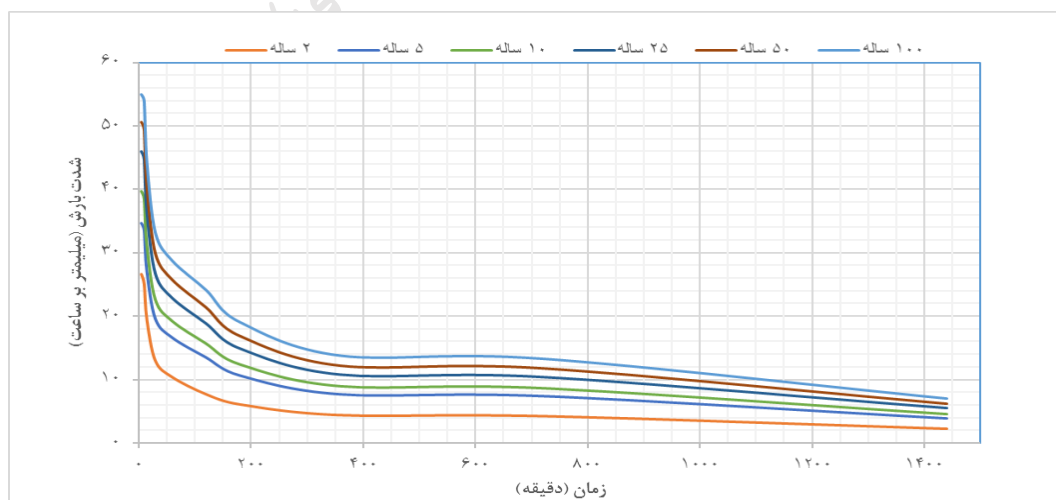
شکل ۴- نمونه کانیو اجرا شده در حاشیه بلوار های اصلی محدوده طرح

شدت بارندگی و نمودار شدت - مدت - فراوانی (IDF)

شدت و مدت بارندگی از مشخصه های اصلی هر بارش بوده و روابط بین آن ها در دوره بازگشت های مختلف به عنوان شاخص های کاربردی در سدسازی، زهکشی، آبخیزداری و غیره به کار برده می شود. به منظور آنالیز و تجزیه و تحلیل رگبارها می بایست شدت بارندگی های کوتاه مدت از منحنی باران سنج ثبات استخراج گردد. سازمان هواشناسی کشور اقدام به تجزیه و تحلیل رگبارها در سطح کشور در محل ایستگاه های سینوپتیک نموده است؛ که نتایج حاصل از این بررسی ها در دسترس هست. ایستگاه سینوپتیک گلپایگان نزدیک ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه هست که در این ایستگاه منحنی های IDF توسط سازمان هواشناسی استخراج شده است. در جدول شماره (۱) اطلاعات مربوط به شدت-مدت-فراوانی ایستگاه سینوپتیک فوق ارائه شده است. در شکل (۶) نیز منحنی شدت مدت فراوانی ایستگاه سینوپتیک گلپایگان نمایش داده شده است.

جدول ۱- مقادیر شدت-مدت-فراوانی ایستگاه سینوپتیک گلپایگان

تداوم های مختلف (دقیقه)	دوره بازگشت					
	۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	۵	۲
۵	۵۵/۰۱	۵۰/۵۴	۴۵/۹۹	۳۹/۷۳	۳۴/۶۱	۲۶/۶۵
۱۰	۵۴	۴۹/۴۱	۴۴/۱۸	۳۸/۵۵	۳۳/۵۵	۲۵/۱۴
۱۵	۴۴/۱۹	۴۰/۱۹	۳۶/۲۶	۳۱/۰۴	۲۶/۹۷	۱۹/۴
۳۰	۳۳/۱۷	۲۹/۸۵	۲۶/۶۸	۲۲/۶	۱۹/۵۷	۱۲/۹۷
۶۰	۲۸/۷۷	۲۵/۷۲	۲۲/۸۵	۱۹/۲۳	۱۶/۶۲	۱۰/۳۹
۱۲۰	۲۴/۱۶	۲۱/۳۹	۱۸/۸۴	۱۵/۷	۱۳/۵۲	۷/۷
۱۸۰	۱۹/۰۹	۱۶/۸۹	۱۴/۸۹	۱۲/۴۱	۱۰/۶۸	۶/۰۹
۳۶۰	۱۳/۷۷	۱۲/۱۹	۱۰/۷۴	۸/۹۵	۷/۷۱	۴/۳۹
۷۲۰	۱۳/۲۹	۱۱/۷۷	۱۰/۳۶	۸/۶۴	۷/۴۳	۴/۲۳
۱۴۴۰	۷	۶/۲	۵/۴۶	۴/۵۵	۳/۹۲	۲/۲۳



شکل ۶- منحنی شدت- مدت- فراوانی ایستگاه سینوپتیک اگلیپایگان

احتمال وقوع بارندگی یا سیلاب طراحی

انتخاب دوره بازگشت بارندگی برای مناطق مختلف می‌بایست با توجه به توجیه اقتصادی هزینه‌های لازم (سرمایه‌گذاری اولیه هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری) نسبت به منافع حاصله (کاهش خسارت) برای درجات مختلف حفاظت انجام شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دوره بازگشت بارندگی طراحی شبکه‌های فرعی (Minor drainage network) غالباً بین ۲ تا ۱۰ سال انتخاب می‌شود.

محاسبات

در این طرح جهت طراحی و مدل‌سازی شبکه جمع‌آوری رواناب از نرم‌افزار StormCad استفاده گردیده است. این نرم‌افزار با در اختیار قراردادن امکاناتی از قبیل دریافت داده‌های پایه، مدیریت داده‌ها و اطلاعات در کنار امکان اجرای آن به صورت مستقل و یا در محیط‌های مانند Microstation و Autocad نتایج مدل‌سازی و طراحی را در قالب جداول و گراف‌های متنوع ارائه می‌نماید. جهت طراحی و مدل‌سازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی، محدوده طرح به ۱۴ زیر حوضه تقسیم شده است که در جدول (۲) مشخصات هر یک از زیر حوضه‌ها شامل کد اختصاصی، مساحت، ضریب رواناب، زمان تمرکز و دبی خروجی ذکر شده است. در جدول (۳) مشخصات مجرای لوله در نظر گرفته شده ارائه شده است.

جدول ۲- مشخصات زیر حوضه های محدوده طرح

ID	Label	Outflow Element	Runoff Coefficient (Rational)	Time of Concentration (min)	Flow (Total Out) (L/s)
414	C1	ML26	0.45	6	97.69
415	C2	MR8	0.5	8	79.43
416	C3	ML17	0.5	7	101.51
417	C4	ML17	0.95	6	34.75
418	C5	MR3	0.5	7	47.63
419	C6-1	MR4	0.95	5	37.54
420	C6-2	M8	0.95	5	14.34
421	C7-1	ML14	0.9	5	29.63
422	C7-2	ML7	0.95	5	29.47
423	C8	M5	0.5	5	132.25
424	C9	M3	0.5	5	103.06
425	C10-1	ML7	0.65	5	25.35
426	C10-2	M1	0.2	5	8.13
427	C11	M4	0.95	5	31.06

جدول ۳- مشخصات مجرای لوله در نظر گرفته شده در محدوده طرح

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Out) (m)
331	CO-89	M1	96.1	O	96	55.7	0.0018	900	579.19	1.33	0.44
333	CO-90	M2	96.45	M1	96.2	49.9	0.005	800	337.92	1.71	0.46
335	CO-91	M3	96.75	M2	96.5	50.3	0.005	800	342.47	1.72	0.34
337	CO-92	M4	97.02	M3	96.94	50.6	0.0016	800	270.17	1.06	0.31
339	CO-93	M5	97.07	M4	97.02	48.5	0.001	800	252.25	0.87	0.39
341	CO-94	M6	97.32	M5	97.27	50.1	0.001	600	151.7	0.76	0.25
343	CO-95	M7	97.38	M6	97.32	61.4	0.001	600	156.82	0.76	0.35
345	CO-96	M8	97.68	M7	97.58	34.3	0.0029	400	14.34	0.61	0.18
347	CO-97	MR1	97.81	M7	97.56	50.4	0.005	500	146.87	1.39	0.26
349	CO-98	MR2	99.06	MR1	98.81	49.6	0.005	500	148.96	1.4	0.26
351	CO-99	MR3	100.85	MR2	100.6	50.5	0.005	500	151.09	1.4	0.26
353	CO-100	MR4	102.03	MR3	101.78	49.6	0.005	400	109.03	1.28	0.24
355	CO-101	MR5	103.9	MR4	103.65	50.2	0.005	400	76.77	1.18	0.2
357	CO-102	MR6	105.49	MR5	105.31	35.2	0.005	400	77.63	1.19	0.2
359	CO-103	MR7	106.77	MR6	106.6	34.7	0.005	400	78.47	1.19	0.2
361	CO-104	MR8	107.78	MR7	107.58	39.7	0.005	400	79.43	1.19	0.2
363	CO-105	ML1	96.45	M1	96.4	10.2	0.005	600	242.89	1.58	0.32
365	CO-106	ML2	96.63	ML1	96.48	30.9	0.005	600	245.07	1.58	0.32
367	CO-107	ML3	97.15	ML2	97	30.9	0.005	600	247.24	1.59	0.32
369	CO-108	ML4	97.79	ML3	97.65	28.9	0.005	600	249.27	1.59	0.32
371	CO-109	ML5	98.67	ML4	98.52	29.6	0.005	600	251.35	1.59	0.33
373	CO-110	ML6	99.5	ML5	99.35	30.9	0.005	600	253.51	1.59	0.33
375	CO-111	ML7	100.46	ML6	100.31	29	0.005	600	255.53	1.6	0.33
377	CO-112	ML8	101.46	ML7	101.31	30.5	0.005	500	214.37	1.51	0.32
379	CO-113	ML9	102.05	ML8	101.9	29.8	0.005	500	216.2	1.51	0.32
381	CO-114	ML10	103.01	ML9	102.86	30.5	0.005	500	218.07	1.52	0.32
383	CO-115	ML11	104.05	ML10	103.9	29.6	0.005	500	219.87	1.52	0.32
385	CO-116	ML12	104.86	ML11	104.6	51	0.005	500	222.98	1.52	0.32
387	CO-117	ML13	105.54	ML12	105.3	48.1	0.005	500	225.91	1.53	0.33
389	CO-118	ML14	106.11	ML13	105.85	51.3	0.005	500	229.02	1.53	0.33
391	CO-119	ML15	106.55	ML14	106.3	49.6	0.005	500	206.68	1.5	0.31
393	CO-120	ML16	106.82	ML15	106.65	34.3	0.005	500	208.57	1.5	0.31
395	CO-121	ML17	107.63	ML16	107.45	35.3	0.005	500	210.5	1.51	0.31
397	CO-122	ML18	108.38	ML17	108.2	35.4	0.005	400	88.07	1.22	0.21
399	CO-123	ML19	109.17	ML18	109.05	24	0.005	400	88.74	1.23	0.21
401	CO-124	ML20	110.18	ML19	110.05	26.1	0.005	400	89.47	1.23	0.21
403	CO-125	ML21	111.25	ML20	111	49.5	0.005	400	90.84	1.23	0.22
405	CO-126	ML22	112.85	ML21	112.6	50	0.005	400	92.22	1.24	0.22
407	CO-127	ML23	114.57	ML22	114.32	50.1	0.005	400	93.6	1.24	0.22
409	CO-128	ML24	116.25	ML23	116	49.3	0.005	400	94.95	1.25	0.22
411	CO-129	ML25	117.95	ML24	117.7	50.4	0.005	400	96.33	1.25	0.22
413	CO-130	ML26	119.85	ML25	119.6	49.9	0.005	400	97.69	1.25	0.23

تاسیسات ذخیره و انتقال رواناب

همانطور که پیش تر اشاره شده است یکی از اهداف طرح استفاده از رواناب حاصل از بارش در آبیاری فضای سبز می باشد. بدین منظور پس از جمع آوری رواناب در سطح حوضه توسط شبکه جمع آوری، به منظور ذخیره سازی موقت به یک مخزن به حجم ۱۰۰ متر مکعب انتقال می یابد که این مخزن از نوع بتنی مدفون می باشد و در قسمت شرقی دانشگاه قرار می گیرد، از طرفی باتوجه به احداث تصفیه خانه فاضلاب در این منطقه امکان ورود فاضلاب تصفیه خانه نیز وجود خواهد داشت تا بتوان از آن در بخش فضای سبز نیز استفاده نمود. از طریق دو عدد پمپ کف کش که در این مخزن در نظر گرفته شده است، رواناب جمع آوری شده به محل مخزن ذخیره دائمی که در بالاترین نقطه حوضه قرار گرفته است انتقال می یابد. به منظور انتقال آب مخزن دائمی از لوله های پلی اتیلن با سایز ۱۶۰ میلیمتر استفاده می گردد. مخزن دائمی ذخیره آب به ابعاد ۳۵*۶۵*۲ متر و به حجم حدود ۴۵۰۰ متر مکعب از جنس بتنی رو باز بوده که رواناب انتقال یافته را ذخیره و نگهداری می کند (شکل ۷). در زمان آبیاری فضای سبز آب ذخیره شده به صورت ثقلی به مصرف خواهد رسید. در جداول ذیل مشخصات خط انتقال و پمپ های استفاده شده در مخزن بتنی ارائه شده است.



شکل ۷- نمایی از مخزن ذخیره دائمی اجرا شده در محدوده طرح



نتیجه گیری

با توجه به اینکه این طرح در حال طراحی و اجرا می باشد، انتظار می رود که با اجرای این طرح حجم آبی معادل ۶۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ مترمکعب بتوان استحصال و ذخیره و در فصل زراعی برای فضای سبز استفاده نمود. از نتایج دیگر این طرح این است که بعنوان یک پایلوت می توان استفاده و در جاهای دیگر ترویج نمود.



References

- Appan, A. and G. Seng, (2001). Trends in Water Demands and the Role of Rainwater Catchment Systems, in the Next Millennium, Division of Environmental Engineering and Water Resources, School of Civil and Structural Engineering, Nan yang Technological University, Singapore.
- Jackson R. B. (2001). Water in Changing World. Journal of Eco. Appl., 11, 1045-1027.
- Mohammed T. A., Mohd. Noor M. J., and Ghazali A. H. (2004) Quantitative and Qualitative Analysis for Rainwater Harvesting System of Experimental House in Malaysia, Proceedings of the International Conference Enviro 04, Sydney, Australia.
- Naidoo D. & G. Constantinides. (2006), Integrated Approaches to Efficient Water Use in South Africa. Proceedings of the International Symposium on Efficient Water Use in Urban Areas
- Texas Water Development Board, TWDB. (1997) Texas Guide to Rainwater Harvesting, 2nd Edition., Austin, Texas, USA.
- Texas National Resources Conservation Commission, TNRCC. (2003) Manual of Rainwater Harvesting or Collection, Austin, Texas, USA
- Yair, A., (1982) Hill slope hydrology water harvesting and areal distribution of some ancient agricultural systems in the Negev Desert, Jour. of Arid Environments (6):283-301